





دانشکده فنی و مهندسی
گروه عمران

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران – سازه

استفاده از میراگر اصطکاکی دورانی در کاهش ارتعاشات ناشی از زلزله در
سکوهای فراساحلی فولادی جاکتی

استاد راهنما:

دکتر حبیب سعیدمنیر

تنظیم و نگارش:

سجاد احمدی

دی ماه ۱۳۹۱

حق چاپ و نشر برای دانشگاه ارومیه محفوظ است.

به پاس تبصیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار
به پاس عاقله سرشار و گرمای امید بخش وجودشان که در این سردترین روزگار ان بهترین پشتیبان است
به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید
و به پاس محبت های بی دینشان که هرگز فروکش نمی کند
این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم

تقدیر و تشکر:

سپاس و ستایش مرخداى راجل و جلاله كه آثار قدرت او بر چهره روز روشن، تلمان است و انوار حكمت او در دل شب تار درخشان. آفریدگاری كه خویش را به ما شناساند و درهای علم را بر ما گشود و عمری و فرصتی عطا فرمود تا بدان، بنده ضعیف خویش را در طریق علم و معرفت یازماید. از استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر سعید میرکه، همواره اینجانب را مورد لطف و محبت خود قرار داده اند، کمال تشکر را دارم.

چکیده

نیاز روز افزون بشر به منابع انرژی و محدود شدن آن در خشکی، سبب توجه به نفت و گاز فراساحلی و در نتیجه احداث سکوهای فراساحلی گردیده است. سکوهای ثابت دریایی از جمله پرکاربردترین سکوهای فراساحلی می‌باشند که در آب‌های نسبتاً کم‌عمق قرار می‌گیرند. این سکوها در معرض بارهای دینامیکی شدیدی از جمله زلزله قرار می‌گیرند. امروزه بدلیل پیشرفت روش‌های استخراج نفت از مخازن، تمایل زیادی برای افزایش مدت عمر سرویس دهی این سکوها وجود دارد. این سازه‌ها دائماً تحت انواع بارگذاری‌های دینامیکی قرار دارند و بایستی به نحوی انرژی‌شان مستهلک گردد، سیستم‌های میراگر غیر فعال یکی از بهترین گزینه‌ها برای استهلاک این انرژی می‌باشد که در میان این میراگرها، میراگرهای اصطکاکی دورانی بعلاوت ویژگی‌های منحصر به فرد و اقتصادی بودن یکی از بهترین انواع میراگرهای غیر فعالی است که می‌تواند در این خصوص بکار گرفته شود. بنابر این لازم است که رفتار این المان مستهلک کننده انرژی مورد بررسی قرار گیرد. در انجام تحقیق حاضر، کارایی این نوع میراگر در بهبود پاسخ لرزه‌ای سکوی جاکتی در نرم افزار ABAQUS مورد مطالعه قرار گرفته است. نخست با اعمال میراگرهای بدون بازو پاسخ سکو مورد مطالعه قرار گرفته و سپس با اعمال بازوهایی به طول یک متر و تحت دو زاویه ۱۲۰ و ۱۵۰ درجه به بررسی پاسخ سکو پرداختیم. نتایج حاصل حاکی از عملکرد مطلوب میراگرها در کاهش ارتعاشات سکو می‌باشد. در پایان با توجه به خاصیت میراگرها که استهلاک انرژی قابل توجه‌شان می‌باشد، مبادرت به کاهش مقطع پروفیل‌های سکو نموده و آنگاه پاسخ‌های سکوی مقطع کاهش یافته نیز بررسی گردید. نتایج حاصل از این قسمت باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در وزن سکو گردید

کلمات کلیدی: سکوهای ثابت دریایی، استهلاک انرژی، میراگر اصطکاکی دورانی، زلزله، ABAQUS

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

- ۱-۱ مقدمه..... ۱
- ۲-۱ تاریخچه سکوهای دریایی..... ۲
- ۲-۱ اهداف و ساختار پایان نامه..... ۴

فصل دوم: شرح مختصری در مورد سازه‌های دریایی

- ۱-۲ مرور کلی..... ۵
- ۲-۲ کلیاتی در مورد سکوهای دریایی..... ۵
- ۱-۲-۲ بخش‌های مختلف یک سکو..... ۵
- ۱-۱-۲-۲ روسازه یا عرشه..... ۶
- ۲-۱-۲-۲ زیرسازه یا جاکت..... ۶
- ۳-۱-۲-۲ شمع‌ها..... ۷
- ۲-۲-۲ انواع سکوهای دریایی..... ۷
- ۱-۲-۲-۲ سکوهای پایه ثابت شابلونی..... ۸
- ۲-۲-۲-۲ سکوهای منوپاد..... ۹
- ۳-۲-۲-۲ سکوهای پایه کششی..... ۱۰
- ۴-۲-۲-۲ سکوی برجی..... ۱۰
- ۵-۲-۲-۲ سکوی برجی مهار شده..... ۱۱
- ۶-۲-۲-۲ سکوهای وزنی..... ۱۱
- ۷-۲-۲-۲ سکوی شناور و متحرک..... ۱۲
- ۳-۲ بارهای وارده بر سکوهای دریایی..... ۱۳
- ۱-۳-۲ بارهای (مرده) دائمی..... ۱۳
- ۲-۳-۲ بارهای محیطی..... ۱۴
- ۱-۲-۳-۲ بار باد..... ۱۴
- ۲-۲-۳-۲ نیروی موج..... ۱۵
- ۳-۲-۳-۲ بارهای یخ و برف..... ۱۵
- ۴-۲-۳-۲ بارهای ناشی از تغییرات درجه حرارت..... ۱۵
- ۵-۲-۳-۲ رویدنی‌های دریایی..... ۱۶
- ۶-۲-۳-۲ جزر و مد..... ۱۶
- ۷-۲-۳-۲ بار زلزله..... ۱۶
- ۳-۳-۲ خستگی..... ۱۷

فصل سوم: کنترل ارتعاش لرزه ای سازه‌ها

۱۸.....	۱-۳ مقدمه.....
۱۹.....	۲-۳ کنترل ارتعاشات سازه‌ها.....
۱۹.....	۱-۲-۳ سیستم‌های کنترل غیرفعال.....
۱۹.....	۲-۲-۳ سیستم کنترل فعال.....
۲۰.....	۳-۲-۳ سیستم‌های کنترل نیمه فعال.....
۲۰.....	۴-۲-۳ سیستم‌های کنترل ترکیبی.....
۲۱.....	۳-۳ نحوه عملکرد مستهلک کننده‌های انرژی.....
۲۲.....	۴-۳ انواع میراگرها به عنوان عامل اتلاف انرژی غیرفعال.....
۲۲.....	۱-۴-۳ میراگرهای فلزی تسلیمی.....
۲۳.....	۲-۴-۳ میراگرهای ویسکوالاستیک.....
۲۴.....	۳-۴-۳ میراگرهای اصطکاکی.....
۲۵.....	۴-۴-۳ میراگرهای سیال لزج.....
۲۶.....	۵-۴-۳ میراگرهای جرمی تنظیم شده (TMD).....
۲۷.....	۶-۴-۳ میراگرهای مایع تنظیم شده (TLD).....
۲۸.....	۵-۳ نحوه عملکرد میراگر اصطکاکی دورانی.....
۲۹.....	۱-۵-۳ اجزای میراگر اصطکاکی دورانی.....
۳۱.....	۲-۵-۳ مزایا و معایب میراگر اصطکاکی دورانی.....
۳۱.....	۳-۵-۳ پارامترهای مؤثر بر میراگر اصطکاکی دورانی.....

فصل چهارم: نحوه مدل سازی سکوی مورد مطالعه در نرم افزار ABAQUS

۳۴.....	۱-۴ پیشگفتار.....
۳۵.....	۲-۴ معرفی محصولات ABAQUS.....
۳۵.....	۱-۲-۴ ABAQUS/Standard.....
۳۵.....	۲-۲-۴ ABAQUS/Explicit.....
۳۵.....	۳-۲-۴ ABAQUS/CAE.....
۳۶.....	۳-۴ تحلیل مسائل توسط نرم افزار ABAQUS.....
۳۶.....	۱-۳-۴ پیش پردازش.....
۳۶.....	۲-۳-۴ پردازش.....
۳۶.....	۳-۳-۴ پس پردازش.....
۳۷.....	۴-۴ المان‌های محدود و اعضای صلب.....
۳۷.....	۱-۴-۴ المان‌های محدود.....
۳۷.....	۱-۱-۴-۴ خانواده.....
۳۸.....	۲-۱-۴-۴ درجه آزادی.....

۳۸.....	۳-۱-۴-۴ تعداد گره‌ها.....
۳۹.....	۴-۱-۴-۴ فرمولاسیون.....
۳۹.....	۵-۱-۴-۴ انتگرال گیری.....
۴۰.....	۵-۴ معرفی المان Beam.....
۴۰.....	۱-۵-۴ درجات آزادی.....
۴۰.....	۲-۵-۴ مشخصات المان.....
۴۰.....	۳-۵-۴ فرمولاسیون و انتگرال گیری.....
۴۱.....	۶-۴ حل مسائل غیرخطی در Abaqus.....
۴۱.....	۱-۶-۴ حل Explicit و Implicit.....
۴۳.....	۷-۴ روند مدل سازی و تحلیل سکوی مورد مطالعه در نرم افزار Abaqus.....
۴۳.....	۱-۷-۴ مشخصات سکوی مورد مطالعه.....
۴۳.....	۲-۷-۴ ایجاد مدل در نرم افزار.....
۴۵.....	۳-۷-۴ تعیین خواص مصالح.....
۴۶.....	۴-۷-۴ مونتاژ کردن قطعات ساخته شده.....
۴۶.....	۵-۷-۴ تعریف نوع تحلیل.....
۴۷.....	۶-۷-۴ تعریف تماس.....
۴۷.....	۷-۷-۴ اعمال شرایط مرزی و بارگذاری.....
۴۸.....	۸-۷-۴ مش بندی.....
۵۰.....	۸-۷-۴ مشخصات رکوردهای مورد استفاده.....

فصل پنجم: نتایج

۵۱.....	۱-۵ پیشگفتار.....
۵۱.....	۲-۵ پارامترهای موثر بر عملکرد میراگر.....
۵۳.....	۳-۵ تیب آنالیزها و نتایج.....
۵۴.....	۱-۳-۵ نتایج حاصل از اعمال میراگرها به سکو در حالت بدون بازو.....
۵۴.....	۱-۱-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g.....
۵۶.....	۲-۱-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g.....
۵۸.....	۳-۱-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله طبس با شتاب مقیاس 0.35g.....
۶۰.....	۲-۳-۵ نتایج حاصل از اعمال میراگرها به سکو در حالت با بازو.....
۶۱.....	۱-۲-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰درجه.....
۶۳.....	۲-۲-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰درجه.....
۶۵.....	۳-۲-۳-۵ نتایج حاصل از زلزله طبس با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰درجه.....

۱۵۰	۴-۲-۳-۵	نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه	۶۷
۱۵۰	۵-۲-۳-۵	نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه	۶۹
۱۵۰	۶-۲-۳-۵	نتایج حاصل از زلزله طیس با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه	۷۱
۷۳	۳-۳-۵	مقایسه و آنالیز نتایج در سازه اصلی	۷۳
۷۷	۴-۵	کاهش میزان فولاد مصرفی در اثر حضور میراگر	۷۷
۷۷	۱-۴-۵	میزان فولاد بکار رفته در سکو	۷۷
۷۷	۲-۴-۵	روند تکراری انتخاب بهینه‌ترین مقطع	۷۷
۸۰	۳-۴-۵	نتایج حاصل از اعمال میراگرها به سکوی کاهش مقطع یافته در حالت بدون بازو	۸۰
۸۰	۱-۳-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g	۸۰
۸۲	۲-۳-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g	۸۲
۸۴	۳-۳-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله طیس با شتاب مقیاس 0.35g	۸۴
۸۶	۴-۴-۵	نتایج حاصل از اعمال میراگرها به سکو با مقطع کاهش یافته در حالت با بازو	۸۶
۸۶	۱-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰ درجه در سکوی	ST2
۸۸	۲-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰ درجه در سکوی	ST2
۹۰	۳-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله طیس با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۲۰ درجه در سکوی	ST2
۹۲	۴-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله السنترو با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۵۰ درجه در سکوی	ST2
۹۴	۵-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله کوبه با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۵۰ درجه در سکوی	ST2
۹۶	۶-۴-۴-۵	نتایج حاصل از زلزله طیس با شتاب مقیاس 0.35g دارای بازوهای یک متری تحت زاویه ۱۵۰ درجه در سکوی	ST2
۹۸	۵-۴-۵	مقایسه و آنالیز نتایج در سازه با مقطع کاهش یافته	۹۸
۱۰۲	۶-۴-۵	درصد کاهش فولاد مصرفی	۱۰۲
فصل ششم: نتیجه گیری و پیشنهادات			
۱۰۳	۱-۶	نتیجه گیری	۱۰۳
۱۰۶	۲-۶	پیشنهادات	۱۰۶
۱۰۷	فهرست منابع و مآخذ		۱۰۷

فهرست اشکال

- شکل ۱-۱ شمای گسترش سکوها تا سال ۱۹۷۲ در خلیج مکزیک..... ۳
- شکل ۱-۲ عرشه، جاکت و شمع‌های یک سکوی دریایی..... ۶
- شکل ۲-۲ برخی از انواع سکوه‌های دریایی..... ۸
- شکل ۲-۳ شمایی از یک سکوی شابلونی..... ۹
- شکل ۲-۴ شمای یک سکوی منوپاد..... ۹
- شکل ۲-۵ شمایی از یک سکوی پایه کششی..... ۱۰
- شکل ۲-۶ شمایی از یک سکوی وزنی..... ۱۱
- شکل ۲-۷ شمایی از یک سکوی خود بالابر..... ۱۳
- شکل ۱-۳ عملکرد سیستم کنترل فعال..... ۲۰
- شکل ۲-۳ میراگر فلزی X شکل..... ۲۳
- شکل ۳-۳ میراگر فلزی مثلثی شکل..... ۲۳
- شکل ۴-۳ نمایی از دو میراگر ویسکوالاستیک..... ۲۳
- شکل ۵-۳ میراگر اصطکاکی..... ۲۴
- شکل ۶-۳ ساختمان یک میراگر سیال لزج..... ۲۵
- شکل ۷-۳ کاربرد میراگر سیال لزج در یک ساختمان بلند..... ۲۶
- شکل ۸-۳ ضربه گیر نامیرا و جرم اصلی تحت اثر تحریک هارمونیک (ضربه گیر Frahm)..... ۲۷
- شکل ۹-۳ جذب کننده‌های ارتعاشی دینامیکی الف) میراگر TMD ب) میراگر TLD..... ۲۸
- شکل ۱۰-۳ انواع مدل‌های میراگر اصطکاکی دورانی..... ۲۹
- شکل ۱۱-۳ مکانیزم کار میراگر اصطکاکی دورانی..... ۲۹
- شکل ۱۲-۳ میراگر اصطکاکی دورانی..... ۳۰
- شکل ۱۳-۳ نحوه استفاده از میراگر اصطکاکی دورانی در سازه‌ها..... ۳۰
- شکل ۱۴-۳ نمودار طیف بار لغزش بهینه..... ۳۳
- شکل ۱-۴ نحوه ارتباط مراحل حل مسئله توسط فایل‌ها..... ۳۶
- شکل ۲-۴ المان‌های مورد استفاده در ABAQUS..... ۳۷
- شکل ۳-۴ a) المان مکعبی ۸ گره ای b) المان مکعبی با گره‌های میانی c) المان‌های مثلثی یا چهار وجهی اصلاح شده..... ۳۹
- شکل ۴-۴ نمای قاب جاکت CB32A..... ۴۳
- شکل ۵-۴ کادر محاوره‌ای ایجاد Part..... ۴۴
- شکل ۶-۴ نمایی از سکوی مورد مطالعه..... ۴۵
- شکل ۷-۴ نمودار تنش - کرنش..... ۴۵
- شکل ۸-۴ نمودار ابعاد مش - جابجایی نسبی سکو تحت زلزله کوبه..... ۴۸
- شکل ۹-۴ نمودار ابعاد مش - برش پایه سکو تحت زلزله کوبه..... ۴۹
- شکل ۱۰-۴ نمودار ابعاد مش - زمان آنالیز سکو تحت زلزله کوبه..... ۴۹

- شکل ۴-۱۱ نمودار ابعاد مش - حجم آنالیز سکو تحت زلزله کوبه..... ۴۹
- شکل ۴-۱۲ نمودار شتاب- زمان مؤلفه طولی رکورد زلزله السنترو..... ۵۰
- شکل ۴-۱۳ نمودار شتاب- زمان مؤلفه طولی رکورد زلزله کوبه..... ۵۰
- شکل ۴-۱۴ نمودار شتاب- زمان مؤلفه طولی رکورد زلزله طبس..... ۵۰
- شکل ۵-۱ مدلسازی رفتار میراگر..... ۵۳
- شکل ۵-۲ نحوه جانمایی بازوها در سکوی مورد مطالعه..... ۵۳
- شکل ۵-۳ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو تحت زلزله السنترو..... ۵۴
- شکل ۵-۴ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو تحت زلزله السنترو..... ۵۴
- شکل ۵-۵ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده تحت زلزله السنترو..... ۵۵
- شکل ۵-۶ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو تحت زلزله السنترو..... ۵۵
- شکل ۵-۷ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو تحت زلزله کوبه..... ۵۶
- شکل ۵-۸ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو تحت زلزله کوبه..... ۵۶
- شکل ۵-۹ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده تحت زلزله کوبه..... ۵۷
- شکل ۵-۱۰ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو تحت زلزله کوبه..... ۵۷
- شکل ۵-۱۱ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو تحت زلزله طبس..... ۵۸
- شکل ۵-۱۲ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو تحت طبس..... ۵۸
- شکل ۵-۱۳ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده تحت زلزله طبس..... ۵۹
- شکل ۵-۱۴ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو تحت زلزله طبس..... ۵۹
- شکل ۵-۱۵ نحوه قرارگیری بازوها در سکو، I و III زاویه ۱۲۰ درجه و II و IV زاویه ۱۵۰ درجه..... ۶۰
- شکل ۵-۱۶ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت I و III..... ۶۱
- شکل ۵-۱۷ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت I و III..... ۶۱
- شکل ۵-۱۸ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت I و III..... ۶۲
- شکل ۵-۱۹ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت I و III..... ۶۲
- شکل ۵-۲۰ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه..... ۶۳
- شکل ۵-۲۱ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه..... ۶۴
- شکل ۵-۲۲ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه..... ۶۴
- شکل ۵-۲۳ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه..... ۶۵
- شکل ۵-۲۴ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طبس..... ۶۵
- شکل ۵-۲۵ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طبس..... ۶۶
- شکل ۵-۲۶ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طبس..... ۶۶
- شکل ۵-۲۷ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طبس..... ۶۶

- شکل ۵-۲۸ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت II و IV ۶۷
- شکل ۵-۲۹ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت II و IV ۶۷
- شکل ۵-۳۰ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت II و IV ۶۸
- شکل ۵-۳۱ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو و تحت دو حالت II و IV ۶۸
- شکل ۵-۳۲ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه ۶۹
- شکل ۵-۳۳ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه ۶۹
- شکل ۵-۳۴ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه ۷۰
- شکل ۵-۳۵ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه ۷۰
- شکل ۵-۳۶ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طبس ۷۱
- شکل ۵-۳۷ نمودار لنگر لغزش- برش پایه در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طبس ۷۱
- شکل ۵-۳۸ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طبس ۷۲
- شکل ۵-۳۹ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طبس ۷۲
- شکل ۵-۴۰ نمودار لنگر لغزش میراگر تحت سه رکورد در حالت بدون بازو ۷۴
- شکل ۵-۴۱ نمودار لنگر لغزش میراگر تحت سه رکورد در حالت دارای بازو با زاویه ۱۲۰ درجه ۷۴
- شکل ۵-۴۲ نمودار لنگر لغزش میراگر تحت سه رکورد در حالت دارای بازو با زاویه ۱۵۰ درجه ۷۴
- شکل ۵-۴۳ نمودار درصد کاهش جابجایی نسبی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله السنترو ۷۵
- شکل ۵-۴۴ نمودار درصد کاهش جابجایی نسبی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله کوبه ۷۵
- شکل ۵-۴۵ نمودار درصد کاهش جابجایی نسبی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله طبس ۷۵
- شکل ۵-۴۶ نمودار درصد کاهش برش پایه سکو در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله السنترو ۷۶
- شکل ۵-۴۷ نمودار درصد کاهش برش پایه سکو در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله کوبه ۷۶
- شکل ۵-۴۸ نمودار درصد کاهش برش پایه سکو در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله طبس ۷۶
- شکل ۵-۴۹ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله السنترو ۸۰
- شکل ۵-۵۰ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله السنترو ۸۰
- شکل ۵-۵۱ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله السنترو ۸۱
- شکل ۵-۵۲ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو در سکو ST2 تحت زلزله السنترو ۸۱
- شکل ۵-۵۳ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله کوبه ۸۲
- شکل ۵-۵۴ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله کوبه ۸۲
- شکل ۵-۵۵ نمودار لنگر لغزش- نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله کوبه ۸۳
- شکل ۵-۵۶ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو در سکو ST2 تحت زلزله کوبه ۸۳
- شکل ۵-۵۷ نمودار لنگر لغزش- جابجایی نسبی سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله طبس ۸۴
- شکل ۵-۵۸ نمودار لنگر لغزش- برش پایه سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله طبس ۸۴

شکل ۵-۵۹ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 در حالت بدون بازو تحت زلزله طیس.....۸۵

شکل ۵-۶۰ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بدون بازو در سکو ST2 تحت زلزله طیس.....۸۵

شکل ۵-۶۱ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی عرشه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۸۶

شکل ۵-۶۲ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۸۶

شکل ۵-۶۳ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۸۷

شکل ۵-۶۴ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۲۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله السنترو.....۸۷

شکل ۵-۶۵ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی عرشه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۸۸

شکل ۵-۶۶ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۸۸

شکل ۵-۶۷ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۸۹

شکل ۵-۶۸ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۲۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله کوبه.....۸۹

شکل ۵-۶۹ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی عرشه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۰

شکل ۵-۷۰ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۰

شکل ۵-۷۱ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۲۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۱

شکل ۵-۷۲ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۲۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله طیس.....۹۱

شکل ۵-۷۳ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۹۲

شکل ۵-۷۴ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۹۲

شکل ۵-۷۵ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله السنترو.....۹۳

شکل ۵-۷۶ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۵۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله السنترو.....۹۳

شکل ۵-۷۷ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۹۴

شکل ۵-۷۸ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۹۴

شکل ۵-۷۹ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله کوبه.....۹۵

شکل ۵-۸۰ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۵۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله کوبه.....۹۵

شکل ۵-۸۱ نمودار لنگر لغزش - جابجایی نسبی در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۶

شکل ۵-۸۲ نمودار لنگر لغزش - برش پایه در سکوی ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۶

شکل ۵-۸۳ نمودار لنگر لغزش - نسبت انرژی مستهلک شده سکو ST2 با بازوی ۱۵۰ درجه تحت زلزله طیس.....۹۷

شکل ۵-۸۴ نمودار شاخص عملکرد بهینه میراگر در حالت بازو ۱۵۰ درجه در سکو ST2 تحت زلزله طیس.....۹۷

شکل ۵-۸۵ مقایسه نمودار لنگر لغزش میراگر در حالت بدون بازو در سازه‌ی اصلی و ST2.....۹۹

شکل ۵-۸۶ مقایسه نمودار لنگر لغزش میراگر در حالت دارای بازو با زاویه ۱۲۰ درجه در سازه‌ی اصلی و ST2.....۹۹

شکل ۵-۸۷ مقایسه نمودار لنگر لغزش میراگر در حالت دارای بازو با زاویه ۱۵۰ درجه در سازه‌ی اصلی و ST2.....۹۹

شکل ۵-۸۸ مقایسه نمودار درصد کاهش جابجایی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله السنترو در سکوی اصلی و ST2.....۱۰۰

شکل ۵-۸۹ مقایسه نمودار درصد کاهش جابجایی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله کوبه در سکوی اصلی و ST2.....۱۰۰

شکل ۵-۹۰ مقایسه نمودار درصد کاهش جابجایی عرشه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله طیس در سکوی اصلی و ST2.....۱۰۰

- شکل ۵-۹۱ مقایسه نمودار درصد کاهش برش پایه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله السنترو در سکوی اصلی و ST2..... ۱۰۱
- شکل ۵-۹۲ مقایسه نمودار درصد کاهش برش پایه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله کوبه در سکوی اصلی و ST2..... ۱۰۱
- شکل ۵-۹۳ مقایسه نمودار درصد کاهش برش پایه در حالت‌های مختلف میراگر تحت زلزله طیس در سکوی اصلی و ST2..... ۱۰۱
- شکل ۵-۹۴ وزن فولاد مصرفی در سازه‌ی اصلی و ST2..... ۱۰۲
- شکل ۵-۹۵ درصد کاهش پروفیل‌های سکو..... ۱۰۲

فهرست جداول

جدول ۱-۴	واحدهای مورد استفاده در مدل سازی سکو.....	۴۴
جدول ۲-۴	مشخصات هندسی سازه مدل شده.....	۴۴
جدول ۳-۴	مشخصات مواد تعیین شده.....	۴۵
جدول ۴-۴	کنترل لاغری موضعی اعضا.....	۴۶
جدول ۵-۴	مشخصات میراگر اصطکاکی دورانی.....	۴۷
جدول ۱-۵	روند تیپ آنالیزهای استفاده شده.....	۵۳
جدول ۲-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله السنترو.....	۷۳
جدول ۳-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله کوبه.....	۷۳
جدول ۴-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله طبس.....	۷۳
جدول ۵-۵	میزان فولاد مصرفی در کل سکو.....	۷۷
جدول ۶-۵	میزان فولاد مصرفی در عرشه سکو.....	۷۷
جدول ۷-۵	مقاطع و ترکیب بکار رفته از آن‌ها در آنالیز سعی و خطا.....	۷۸
جدول ۸-۵	درصد کاهش وزن هر سازه نسبت به وزن کلی جاکت به تفکیک نوع المان.....	۷۸
جدول ۹-۵	خلاصه نتایج حاصل از روند سعی و خطا در سازه ۱.....	۷۸
جدول ۱۰-۵	خلاصه نتایج حاصل از روند سعی و خطا در سازه ۲.....	۷۹
جدول ۱۱-۵	خلاصه نتایج حاصل از روند سعی و خطا در سازه ۳.....	۷۹
جدول ۱۲-۵	خلاصه نتایج حاصل از روند سعی و خطا در سازه ۴.....	۷۹
جدول ۱۳-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله السنترو در سکوی ST2.....	۹۸
جدول ۱۴-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله کوبه در سکوی ST2.....	۹۸
جدول ۱۵-۵	خلاصه نتایج حاصل از زلزله طبس در سکوی ST2.....	۹۸

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه

سکوهای ثابت دریایی^۱ از سال ۱۸۹۶ میلادی برای استخراج و تولید گاز یا نفت به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفته‌اند. استفاده از این سکوها در اعماق کم و متوسط بسیار مناسب و اقتصادی است. این سازه‌ها معمولاً برای عمر مفید ۲۵ سال طراحی شده‌اند. امروزه بدلیل پیشرفت روش‌های استخراج نفت از مخازن، تمایل زیادی برای افزایش مدت عمر سرویس دهی این سکوها وجود دارد. اگر بخواهیم از یک سکو نفتی بیش از عمر طراحی آن استفاده کنیم، لازم است ایمنی سازه توسط روش‌های مناسبی کنترل شود.

رویکرد نوین در طراحی سازه‌ها استفاده از مکانیزم‌های کنترل ارتعاشات به منظور کاهش اثر بارهای محیطی بر آن‌ها می‌باشد که به تدریج در کنار روش‌های سنتی طراحی سازه‌ها که صرفاً مبتنی بر افزایش مقاومت سازه‌ها بوده‌اند مطرح می‌شود. از آنجا که استفاده از سیستم‌های کنترل سازه به تازگی بعنوان روشی برای بهسازی سازه‌ها مطرح شده و با توجه به پیچیدگی‌هایی که در طراحی، ساخت و نصب این تجهیزات وجود دارد، لذا استفاده از چنین مکانیزم‌هایی صرفاً برای سازه‌های خاص توجیه اقتصادی پیدا می‌کند. تاکنون مطالعات انجام یافته برای استفاده از چنین سیستم‌هایی علی‌رغم کارایی مناسب آن‌ها، تنها برای ساختمان‌های بلند و با اهمیت زیاد و یا پل‌های بزرگ مورد استفاده قرار گرفته‌اند و در مقام مقایسه سهم اندکی از این مطالعات به سازه‌های خاص مانند سکوهای ثابت فلزی دریایی و ارتعاشات ناشی از زلزله اختصاص یافته است.

تحقیقات و پیشرفت‌های مرتبط با تجهیزات اتلاف انرژی غیر فعال در سازه‌ها حدوداً به بیست و پنج سال قبل بر می‌گردد. مشابه با تکنولوژی جداسازی لرزه ای، کاربرد اصلی تجهیزات اتلاف انرژی غیر فعال وقتی که در سازه استفاده می‌شوند، جذب و تا حدی مصرف بخشی از انرژی ورودی که خود باعث کاهش تقاضای اتلاف انرژی اعضاء اصلی سازه‌ای و کمینه نمودن خسارت سازه تا حد امکان می‌شود، می‌باشد. [۱].

^۱. Fixed Offshore Platform

۱-۲- تاریخچه سکوهای دریایی

صنعت نفت دریایی از اواخر دهه ۱۸۹۰ از سواحل کالیفرنیا شروع شد. شخصی بنام ویلیامز امتیاز استخراج نفت از سواحل کالیفرنیا را که دارای مقادیر زیادی منابع نفتی بود، خریداری کرد. او در سال ۱۸۸۷ اولین چاه را در نزدیکی ساحل به پایان رساند. ظهور گاز در چاه حفر شده در کنار ساحل او را به این فکر انداخت که احتمالاً در قسمت دریا نیز می‌تواند نفت پیدا کند. بدین ترتیب، به کمک یک پل ارتباطی، عملیات خشکی به درون آب توسعه یافته و در سال ۱۸۸۷ اولین چاه نفت در دریا حفر شد. تا سال ۱۹۰۰ یازده دهانه پل ساخته شد و عملیات حفاری در دریا تا فاصله ۱۵۰ متری از خط ساحل به دریا پیشرفت کرد. در سال ۱۹۰۹ یا ۱۹۱۰ (م) در دریاچه فری^۱ در کادوپاریش لا^۲ با استفاده از شمع‌های چوبی و دکل های حفاری چوبی سکویی چوبی ساخته شد و از روی آن چاههایی حفر گردید. بدین ترتیب اتصال سکو به ساحل از بین رفت و سکو با استفاده از شمع در دریا احداث گردید [۲].

در سال ۱۹۲۲ نفت در آب‌های دریاچه ماراکایبو^۳ واقع در ونزوئلا کشف شد. حفاری در آب‌های کم عمق این دریاچه از روی سکوهای چوبی آغاز شد. بدین ترتیب، تا سال ۱۹۳۰ دریاچه مملو از دکل‌های حفاری و سکوهای بهره برداری شد. خطوط لوله زیر دریایی نیز برای انتقال نفت به ساحل به کار گرفته شد. حفاری دریایی در خلیج مکزیک در دهه ۱۹۳۰ با حفر چاههایی در مرداب‌های لوئیزیانا آغاز شد. در آنجا نیز از سکوهای چوبی استفاده شد و برای دسترسی بارچ‌ها به محل حفاری، با انجام لایروبی، کانال‌هایی حفر شد. اولین تلاش برای حفاری در خود خلیج، در سال ۱۹۳۳ در ایالت لوئیزیانا صورت گرفت. در ابتدای سال ۱۹۳۸ یک سکوی چوبی به ابعاد ۱۵×۲۷ مترمربع در آبی با عمق ۱۰ الی ۱۵ فوت (۳ الی ۴/۵ متر) و در فاصله ۱/۵ کیلومتر از ساحل مک فادین در تگزاس ساخته شد. در زمان جنگ جهانی دوم و پس از آن به دلیل نیازهای جنگ، صنایع فولاد پیشرفت شایان توجهی نمود و پس از پایان جنگ سازه‌های فولادی از جمله سکوهای فولادی رواج یافتند.

اولین سکوی فولادی از نوع شابلونی^۴ با روش ساخت کنونی (یعنی ساخت در ساحل و پس از حمل، نصب در محل) در سال ۱۹۴۷ (م) در آب‌های خلیج مکزیک ساخته شد که این سکو در ۲۹ کیلومتری از ساحل و در عمق ۶/۱ متری نصب گردید. سپس یک سکوی دیگر از این نوع در عمق ۱۵/۲ متری احداث شد و بدین ترتیب یک صنعت جدید متولد گردید. در طول دوره پیشرفت سکو سازی به موازات پیشرفت صنایع فولاد به مرور قطر شمع‌ها بزرگ‌تر گردیده و از تعداد آن‌ها کاسته شد و روش‌های اجرایی بهبود یافت. در سال ۱۹۴۹ میلادی ده سکو در خلیج مکزیک احداث گردید که در اثر نیروهای امواج طوفانی، این سکوها یا کاملاً از بین رفت و یا صدمه کلی بر آن‌ها وارد آمد. در اواسط دهه ۱۹۵۰ میلادی با ترقی صنعت فولاد از شمع‌های به قطر ۷۶ سانتیمتر و در سال ۱۹۶۹ میلادی از شمع‌های به قطر ۱۲۲ سانتیمتر استفاده گردید.

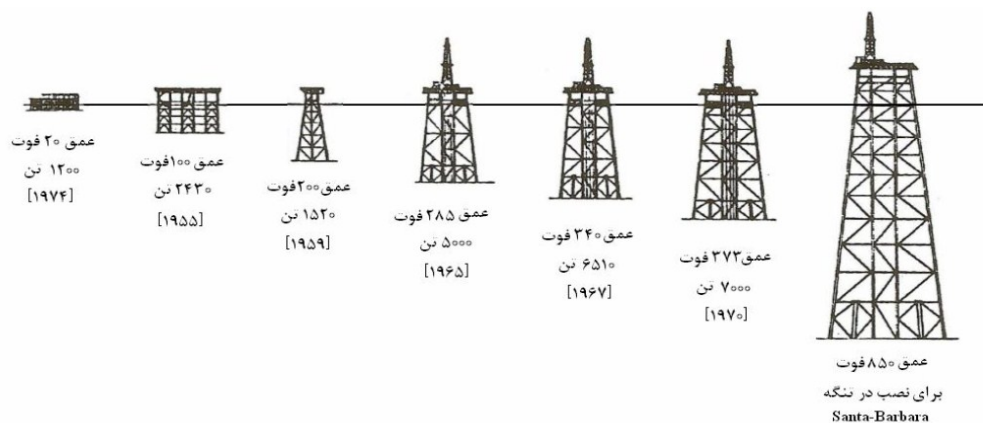
1. Ferry

2. Caddo Parish La

3. Maracibio

4. Template Platform

در سال ۱۹۵۵ میلادی برای اولین بار با ساخت سکویی به طور کامل در ساحل و حمل توسط بارج و نصب به وسیله بارج‌های جرثقیل دار عظیم در عمق ۳۰/۵ متری، ساخت سکوه‌های بلندتر رواج یافت و روز به روز ابعاد سکوها افزوده گردید. سکوها در اعماق بیشتر و به فاصله دورتر از ساحل نصب شدند. شکل (۱-۱) نمایشگر گسترش سکوها تا سال ۱۹۷۲ میلادی در خلیج مکزیک می‌باشد.



شکل ۱-۱ شمای گسترش سکوها تا سال ۱۹۷۲ در خلیج مکزیک [۲]

در سال ۱۹۷۶ میلادی کمپانی نفتی شل^۱ اعلام کرد که بلندترین سکوی نفتی دنیا را در آب‌های خلیج مکزیک نصب خواهد کرد. این سکو کامل و مجهز به تمامی تجهیزات (دکل حفاری، مخازن گل حفاری، محل اقامت افراد، وسایل تولید و غیره) بود. نام این سکو کونیاک گذارده شد و در فاصله ۱۶۰ کیلومتری جنوب شرقی ایالت لوئیزیانا و حدود ۱۵ کیلومتری دهانه می سی سی پی در عمق ۳۱۰/۹ متری نصب گردید که حدود ۲۲/۹ متر سکو نیز (علاوه بر عمق آب) از آب بیرون بود. این سکو دارای ۲۴ شمع با قطر خارجی ۱۲۲ سانتیمتر و ضخامت جداره شمع ماکزیمم برابر ۶/۳۵ سانتیمتر بوده که وزن کلی سکو بالغ بر ۵۳۵۰۰ تن متریک می‌باشد و برای موج به ارتفاع ۲۲/۹ متر و پریود ۱۲ ثانیه و سرعت باد معادل ۱۵۰ مایل در ساعت و زلزله خطی $g/2$ و در حالت پلاستیک $g/4$ طراحی گردیده است [۲].

در ایران عمر صنعت نفت و گاز دریایی به بیش از ۵۰ سال می‌رسد. در این مدت، سکوه‌های فراوانی طراحی و اجرا شده و در آب‌های نیلگون خلیج فارس نصب شده‌اند. وجود مخازن متعدد نفت و گاز دریایی، پیشرفت سریع تکنولوژی و ساخت سکوه‌های دریایی در ایران را ضروری می‌سازد.

^۱ . Shell Co

۱-۳- اهداف و ساختار پایان نامه

استفاده از سیستم‌های کنترلی برای بهسازی سکوه‌های موجود با بهبود عملکرد ارتعاشی آن‌ها در صورت حذف عملیات ترمیم و تقویت زیر آب که مستلزم صرف هزینه بسیار بالایی است، ایده جذابی می‌باشد.

با توجه به اینکه نوع و منشأ ارتعاشات القایی به سکوه‌های دریایی و همچنین نوع آسیب‌های محتمل در این سازه‌ها متفاوت از سازه‌های متعارف می‌باشد استفاده از روش‌های کنترل ارتعاشات در این کاربرد جدید بعنوان موضوع مطالعه حاضر انتخاب گردیده است.

در این تحقیق سعی شده است یک سکوی دریایی با ارتفاع متوسط که در محل برخورد تیر به پایه جاکت در تراز ۲۲ متری از بستر دریا، از چهار عدد میراگر اصطکاکی استفاده گردیده، با نرم افزار Abaqus6.9-3 شبیه سازی گردد و سپس سازه تحت اثر نیروی زلزله قرار گیرد و پاسخ‌های آن بررسی گردد.

ذیلاً ساختار کلی پایان‌نامه حاضر و فصل‌بندی آن ارائه گردیده است.

در فصل اول مقدمات و کلیات پروژه ارائه گردیده است.

فصل دوم شامل خصوصیات سازه‌ای سکوه‌های دریایی، انواع سکوه‌های دریایی و بارهای وارد بر آن‌ها می‌باشد.

فصل سوم سیستم‌های کنترل ارتعاش سازه‌ها، نحوه عملکرد مستهلک کننده‌های انرژی، انواع میراگر-ها و نحوه‌ی عملکرد میراگرهای اصطکاکی دورانی بیان شده است.

در فصل چهارم این تحقیق در مورد چگونگی مدل‌سازی سکوی مذکور، مشخصات هندسی سازه و شتاب نگاشت‌های وارده بر پایه سکو، انتخاب نوع و تعداد المان و ... بحث می‌گردد.

فصل پنجم نتایج حاصل از تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی صورت گرفته شده توسط نرم افزار Abaqus6.9-3 به ازای شکل‌های متفاوت قرارگیری میراگرها ارائه گردیده است. در تحلیل‌های صورت گرفته نتایج تغییر مکان‌ها، برش پایه‌ها و انرژی‌ها به ازای حالت‌های مختلف قرارگیری میراگر بصورت نمودارهایی ترسیم شده است و از روی این نمودارها می‌توان مشخصات بهینه را برای عملکرد میراگر اصطکاکی دورانی انتخاب نمود. در نهایت با اعمال میراگر، نسبت به کاهش وزن سکو و اقتصادی نمودن آن مبادرت ورزیده شد.

نهایتاً فصل آخر شامل جمع‌بندی نتایج حاصل از این پژوهش و همچنین معرفی مسائل جدید مطرح شده طی این مطالعه می‌باشد.

فصل دوم: شرح مختصری در مورد سازه‌های دریایی

۲-۱-۱- مرور کلی

سازه‌های فراساحلی^۱ به سازه‌هایی اطلاق می‌شوند که در نواحی دور از ساحل با اعماق مختلف، اشکال متفاوت و با اهداف مشخص ساخته و نصب می‌شوند. از انواع این سازه‌ها می‌توان برج‌های انتقال امواج مایکروویو، تولید انرژی، و بخصوص سکوه‌های مورد استفاده در صنعت نفت و گاز به منظور اکتشاف، حفاری، تولید، ذخیره سازی و انتقال فرآورده‌های هیدروکربوری را نام برد.

در این فصل، اطلاعات کلی در مورد سکوه‌های دریایی، انواع آن‌ها، بارهای مورد استفاده در طراحی را می‌توان مشاهده نمود. با توجه به وجود روش‌های متعدد گوناگون، پیچیدگی و گستردگی بیش از حد آن‌ها، در این فصل سعی شده است تا تنها مطالبی که در ارتباط با متن اصلی پروژه می‌باشد گنجانده شده و از تفصیل بیش از حد موضوعات دوری گردد.

۲-۲- کلیاتی در مورد سکوه‌های دریایی

۲-۲-۱- بخش‌های مختلف یک سکو

انواع مختلف سکوه‌های دریایی به روش‌های گوناگونی اجرا شده و دارای بخش‌های مختلفی می‌باشند، ولی بطور کلی می‌توان گفت که هر سکوی دریایی از سه بخش عمده زیر تشکیل شده است:

۱- روسازه یا عرشه^۲

^۱. offshore

^۲. Tpo side