بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته ی مهندسی عمران (سازه های هیدرولیکی)

تحلیل دینامیکی سکوهای فراساحلی شابلونی تحت نیروهای موج و جریان

به کوشش:

محمد امین صالحی

اساتید راهنما:

دکتر سید احمد انوار

دکتر غلامرضا رخشنده رو

شهریور ماه ۱۳۹۰

به نام خدا

اظهارنامه

این جانب محمد امین صالحی دانشجوی رشته ی مهندسی عمران گرایش سازه های هیدرولیکی دانشکده ی مهندسی اظهارمیکنم که این پایاننامه حاصل پژوهش خودم بوده و در جاهایی که از منابع دیگران استفاده کرده ام، نشانی دقیق و مشخصات کامل آن را نوشته ام .همچنین اظهار می کنم که تحقیق و موضوع پایان نامه ام تکراری نیست و تعهد می نمایم که بدون مجوز دانشگاه دستاوردهای آن را منتشر ننموده و یا در اختیار غیر قرار ندهم .کلیه حقوق این اثر مطابق با آیین نامه مالکیت فکری ومعنوی متعلق به دانشگاه شیراز است.

نام و نام خانوادگی: محمد امین صالحی

تاریخ و امضا:

۱۳۹۰/۶/۳۱

به نام خدا

تحلیل دینامیکی سکوهای فراساحلی شابلونی تحت نیروهای موج و جریان

به کوشش
محمد امین صالحی

پایان نامه
ارائه شده به تحصیلات تکمیلی دانشگاه شیراز به عنوان بخشی
از فعالیت های تحصیلی لازم برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

در رشته ی:
مهندسی عمران - سازه های هیدرولیکی
از دانشگاه شیراز
شیراز
جمهوری اسلامی ایران

ارزیابی کمیته ی پایان نامه با درجه: عالی

دکتر سید احمد انوار، استادیار بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست (استاد راهنما)
.....

دکتر غلامرضا رخشنده رو، دانشیار بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست (استاد راهنما)
.....

دکتر ناصر طالب بیدختی، استاد بخش مهندسی راه، ساختمان و محیط زیست
.....

دکتر محمدرضا هاشمی، استادیار بخش آب دانشکده ی کشاورزی
.....

شهریور ماه ۱۳۹۰

تقدیم به

پدر و مادر عزیزم که در همه مراحل زندگی راهنما و پشتیبانم بوده اند.

سپاسگزاری

حال که توفیق جمع آوری و تهیه این مجموعه را یافته ام بر خود واجب می دانم از تمامی عزیزانی که در طی انجام این پژوهش از راهنمایی و یاری شان بهره مند گشته ام تشکر و قدردانی کنم و برای ایشان از درگاه پروردگار مهربان آرزوی سعادت و پیروزی نمایم .

در ابتدا صمیمانه ترین تقدیرها تقدیم به خانواده عزیز و مهربانم که همواره حامی و مشوقم بوده اند و پیمودن روزهای سخت و آسان زندگی ام بدون دعای خیر و برکت وجودشان غیرممکن بود.

از اساتید راهنما و مشاور گران قدر، دکتر انوار و دکتر رخشنده رو که با سعه صدر و صبوری مرا راهنمایی نموده و با ارائه نظرات سازنده و رهنمودهای بی دریغشان در پیشبرد این پایان نامه سعی تمام مبذول داشتند، کمال تشکر را دارم . همچنین از اساتید مشاور ارجمند ، دکتر طالب بیدختی و دکتر هاشمی که در طول این تحقیق با رهنمودها و تشویق های خود مرا مورد لطف خویش قرار دادند، صمیمانه سپاسگزارم.

چکیده

تحلیل دینامیکی سکوهای فراساحلی شابلونی تحت نیروهای موج و جریان

به کوشش

محمد امین صالحی

در این پایان نامه تحلیل دینامیکی سکوهای ثابت فلزی موسوم به شابلونی تحت نیروهای موج و جریان به وسیله نرم-افزار SACS انجام می گیرد. هدف این تحقیق به طور کلی متمرکز بر تحلیل دینامیکی مدل سکوی فروزان برای یک سری داده واقعی از ایستگاه کنگان در خلیج فارس (که به محل واقعی سازه نزدیک است) در بازه ی زمانی ۵ ساله تحت شرایط مختلف هیدرودینامیکی و مقایسه پاسخ سازه در حالت های مختلف می باشد.

سه وضعیت در نظر گرفته شده ناشی از موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم بدون حضور جریان، موج ایری با حضور جریان و موج ایری با ضرایب تصحیح شده درگ و اینرسی و ضرایب پیش فرض API می باشند. نتایج تحلیل دینامیکی پاسخ موج در حالت های مختلف برای لنگر واژگونی، برش پایه، جابجایی در یکی از گره های فوقانی سازه و نیروهای داخلی در ۲ مورد از اعضا به صورت نمودارهای مقایسه ای ارائه و هر کدام از این حالت ها به طور مجزا بررسی و تفسیر شده اند. مقایسه نتایج تحلیل دینامیکی سازه فروزان به وسیله ی نرم افزار SACS با نتایج به دست آمده از تحلیل دینامیکی همین سکو که توسط مرآتیان اصفهانی (۱۳۷۱) به وسیله نرم افزار OTODA انجام گرفته و مشاهده همبستگی قابل قبول بین آن ها، صحت مدل سازی در محیط نرم افزار SACS را نشان می دهد.

اضافه شدن جریان در جهت موج با نسبت سرعت ۰/۲۷، جابجایی، لنگر واژگونی، برش پایه و نیروهای داخلی سازه را تا حدود ۲۰٪ نسبت به موج بدون جریان افزایش می دهد. همچنین تصحیح ضرایب درگ و اینرسی باعث افزایش ۱۸ تا ۳۴ درصدی در نتایج تحلیل دینامیکی نسبت به حالت استفاده از ضرایب درگ و اینرسی پیش فرض API می شود. مقایسه نتایج تحلیل دینامیکی و استاتیکی اهمیت انجام تحلیل دینامیکی را، به جای تحلیل استاتیکی یا شبه استاتیکی، در شرایط هیدرودینامیکی و سازه ای مشابه با آن چه در این تحقیق بررسی شد، جهت ارزیابی دقیق تر نیروهای وارد بر سازه سکوی شابلونی نشان می دهد.

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست شکل ها ط	
فهرست جدول ها ف	
فهرست علامت ها ق	
فصل اول – مقدمه	
۱-۱- مقدمه	۱
۱-۲- چشم انداز تاریخی	۳
۱-۳- انواع سکوها و معرفی سکوهای شابلونی	۵
۱-۴- مروری بر تحقیقات قبلی انجام شده	۷
۱-۵- مراحل کار در این پایان نامه	۱۴
فصل دوم - نظریه تحقیق	
۲-۱- مقدمه	۱۶
۲-۲- نظریه امواج	۱۶
۲-۲-۱- توصیف امواج فراساحلی	۱۶
۲-۲-۲- توصیف امواج صفحه ای	۱۸
۲-۲-۳- نظریه امواج خطی تخت (ایری)	۲۱

عنوان | صفحه

۲-۲-۴- نظریه استوکس ۲۵
۲-۲-۵- نظریه تابع جریان ۲۸
۲-۳- رابطه ی موریسون و پارامترهای موثر در محاسبه نیروهای جریان ۳۲
۲-۳-۱- اثر عدد رینولدز بر ضرایب درگ و اینرسی ۳۴
۲-۳-۲- اثر عدد کولگان-کارپنتر بر ضرایب درگ و اینرسی ۳۵
۲-۳-۳- رشد گیاهان و رسوبات دریایی و اثر آن بر ضرایب درگ و اینرسی ۳۶
۲-۴- کاربرد رابطه موریسون در محاسبه نیروهای ناشی از نظریه ایری ۳۷
۲-۵- اثر حرکت نسبی سازه و جرم افزوده آب ۳۹
۲-۶- نیروی ناشی از جریان آب ۴۱
۲-۷- بارگذاری موج- جریان یکنواخت به روش آیین نامهٔ API ۴۴
۲-۸- تحلیل دینامیکی سازه سکوی شابلونی ۴۵

فصل سوم - معرفی نرم افزار SACS و توضیح برنامه های مورد استفاده در تحلیل دینامیکی
۳-۱- معرفی نرم افزار SACS ۴۹
۳-۲- برنامه مدل سازی سازه ۵۰
۳-۳- برنامه حالت دریا ۵۲
۳-۴- برنامه تعیین مشخصه های دینامیکی ۵۳
۳-۵- برنامه پاسخ موج ۵۴
۳-۶- رویکرد نظری تعیینی در تعیین پاسخ موج ۵۵

عنوان صفحه

فصل چهارم - تحلیل دینامیکی مدل برای سری داده موج خلیج فارس-
ارائه ، بحث و بررسی نتایج

۴-۱- مقدمه ۵۷

۴-۲- داده موج ورودی برداشت شده از ایستگاه کنگان در خلیج فارس ۵۷

۴-۳- مدل سازی سازه ای سکوی شابلونی فروزان در محیط
نرم افزار SACS ۵۹

۴-۴- رسم پروفیل سطحی امواج ایری، استوکس مرتبه پنجم و
تابع جریان مرتبه سوم ۶۱

۴-۵-کنترل نتایج تحلیل مودال با نتایج نرم افزار SAP و DAOOS ۶۹

۴-۶- تایید صحت مدل سازی سکوی فروزان با نتایج نرم افزار OTODA ۷۲

۴-۷- مقایسه نتایج برای نظریه های مختلف بدون حضور جریان ۷۶

۴-۸- مقایسه نتایج برای موج ایری با و بدون حضور جریان ۸۸

۴-۹- مقایسه نتایج برای موج ایری در حضور جریان با مقادیر
پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده
ضرایب درگ و اینرسی ۹۶

فصل پنجم - تحلیل حساسیت سازه سکوی شابلونی فروزان

۵-۱- مقدمه ۱۱۱

۵-۲- تغییرات دوره تناوب موج ۱۱۱

۵-۳- تغییرات راستای موج نسبت به سازه بدون حضور جریان ۱۲۴

عنوان **صفحه**

۵-۴- تغییرات راستای جریان نسبت به راستای ثابت موج **۱۲۹**

فصل هفتم - نتیجه گیری و پیشنهادات **۱۳۵**

منابع و مراجع **۱۳۸**

پیوست

الف - ایجاد فایل های متنی ورودی به نرم افزار SACS **۱۴۱**

ب - اطلاعات ورودی به نرم افزار SACS جهت تحلیل دینامیکی پاسخ سکو تحت اثر موج ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم، بدون حضور جریان **۱۴۷**

ج - اطلاعات ورودی به نرم افزار SACS جهت تحلیل دینامیکی پاسخ سکو برای موج ایری در حضور جریان **۱۴۹**

د - اطلاعات ورودی به نرم افزار SACS جهت تحلیل دینامیکی پاسخ سکو تحت اثر موج ایری در حضور جریان و با تصحیح ضرایب هیدرودینامیکی درگ و اینرسی **۱۵۰**

فهرست شکل ها

عنوان و شماره صفحه

شکل ۱ - انواع سکوهای فراساحلی با حداکثر عمق قرارگیری آن ها ۵

شکل ۲ - یک سکوی شابلونی مدرن ۶

شکل ۳ - رویکردهای مختلف توصیف موج های سطحی ۱۷

شکل ۴ - تعریف موج هارمونیک ساده ۱۸

شکل ۵ - تغییرات لحظه ای ارتفاع سطح موج با زمان ۱۹

شکل ۶ - مثال جابجایی فازی برای دو موج با شکل مشابه ۲۰

شکل ۷ - نمایش مکان - زمان برای یک موج تخت پیش رونده ۲۱

شکل ۸ - نمای شماتیک از موج هارمونیک ساده ۲۲

شکل ۹ - شرایط مرزی موج در نظریه تابع جریان (Dean, 1965) ۲۹

شکل ۱۰ - مرتبه نظریه تابع جریان بر اساس پارامترهای موج (Dean, 1974) ۳۱

شکل ۱۱ - محدوده کاربرد نظریه های موج API 2a-LRFD ۳۲

شکل ۱۲ - خلاصه نتایج C_D و C_M برای استوانه های عمودی هموار ۳۳

شکل ۱۳- ضرایب درگ و اینرسی در جریان نوسانی ۳۵

شکل ۱۴ - ضخامت و زبری رسوبات برای استوانه های دایروی ۳۷

شکل ۱۵ - جرم افزوده در مختصات کلی و محلی برای عضو مایل ۴۰

شکل ۱۶ - بردارهای مشاهده شده ی جریان در مواجهه با سکوی بالوینکل ۴۳

عنوان و شماره صفحه

شکل ۱۷ - جابجایی دوپلر در دوره تناوب موج بر اثر جریان پایا..... ۴۴
شکل ۱۸ - نمودار زیر برنامه های نرم افزار SACS و ارتباط بین آن ها..... ۵۰
شکل ۱۹ - موقعیت های مختلف تاج موج نسبت به سازه..... ۵۶
شکل ۲۰ - پراکندگی ارتفاع مهم موج در برابر دوره تناوب نظیر آن..... ۵۸
شکل ۲۱ - نمای ۳ بعدی از گره ها و اعضای سکو و گروه بندی اعضا..... ۶۱
شکل ۲۲ - پروفیل سطحی برای موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم، تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۶۵
شکل ۲۳ - پروفیل سرعت برای موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم، تابع جریان مرتبه سوم در زاویه $\theta=0$ با ارتفاع ۲/۸ متر ۶۶
شکل ۲۴ - پروفیل سطحی برای موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم، تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر..... ۶۷
شکل ۲۵- جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت x تحت اثر موج استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA ۷۲
شکل ۲۶- لنگر عضو 101L-201L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA..... ۷۳
شکل ۲۷- برش عضو 101L-201L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA..... ۷۳
شکل ۲۸ - لنگر عضو 201L-381L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA..... ۷۴
شکل ۲۹ - برش عضو 201L-381L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA..... ۷۴
شکل ۳۰ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر..... ۷۶

عنوان و شماره صفحه

شکل ۳۱ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۷
شکل ۳۲ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۷
شکل ۳۳ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۸
شکل ۳۴ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۸
شکل ۳۵ - لنگر عضو 101L-201L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۹
شکل ۳۶ - برش عضو 101L-201L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۷۹
شکل ۳۷ - لنگر عضو 201L-381L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۸۰
شکل ۳۸ - برش عضو 201L-381L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۲/۸ متر ۸۰
شکل ۳۹ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۲
شکل ۴۰ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۳
شکل ۴۱ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۳

عنوان و شماره صفحه

شکل ۴۲ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۴
شکل ۴۳ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۴
شکل ۴۴ - عضو 101L-201L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۵
شکل ۴۵ - برش عضو 101L-201L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۵
شکل ۴۶ - لنگر عضو 201L-381L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۶
شکل ۴۷ - برش عضو 201L-381L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج های مختلف ایری، استوکس مرتبه پنجم و تابع جریان مرتبه سوم با ارتفاع ۱۳ متر ۸۶
شکل ۴۸ - پروفیل سرعت جریان خلیج فارس در برابر ارتفاع ۸۸
شکل ۴۹ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان ۹۰
شکل ۵۰ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان ۹۱
شکل ۵۱ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان ۹۱
شکل ۵۲ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان ۹۲
شکل ۵۳ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان ۹۲

عنوان و شماره صفحه

شکل ۵۴ - لنگر عضو 101L-201L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان..... ۹۳
شکل ۵۵ - برش عضو 101L-201L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان..... ۹۳
شکل ۵۶ - لنگر عضو 201L-381L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان..... ۹۴
شکل ۵۷ - برش عضو 201L-381L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج ایری در حضور جریان و بدون حضور جریان..... ۹۴
شکل ۵۸ - ضریب درگ برای استوانه ی دایروی صاف در جریان پایا..... ۹۷
شکل ۵۹ - ضخامت رسوبات دریایی برای اعضای سازه در مقابل ارتفاع..... ۹۸
شکل ۶۰ - وابستگی ضریب درگ جریان پایا به زبری نسبی سطح..... ۹۹
شکل ۶۱ - آشفتگی جریانات چرخشی پشت اعضای نسبتا قائم ۹۹
شکل ۶۲- ضریب بزرگنمایی ناشی از اثر آشفتگی برای ضریب درگ به عنوان تابعی از K در شرایط دریایی آرام ۱۰۱
شکل ۶۳- ضریب اینرسی به عنوان تابعی از K در شرایط دریایی آرام ۱۰۲
شکل ۶۴- ضریب بزرگنمایی ناشی از اثر آشفتگی برای ضریب درگ به عنوان تابعی از K در شرایط دریایی حاد ۱۰۳
شکل ۶۵- ضریب اینرسی به عنوان تابعی از K در شرایط دریایی حاد ۱۰۴
شکل ۶۶ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت x تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی..... ۱۰۵
شکل ۶۷ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی..... ۱۰۵

عنوان و شماره صفحه

شکل ۶۸ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۶
شکل ۶۹ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۶
شکل ۷۰ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۷
شکل ۷۱ - لنگر عضو 101L-201L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۷
شکل ۷۲ - برش عضو 101L-201L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۸
شکل ۷۳ - لنگر عضو 201L-381L سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۸
شکل ۷۴ - برش عضو 201L-381L سازه فروزان در جهت محور z تحت اثر موج ایری با مقادیر پیش فرض ضرایب درگ و اینرسی و مقادیر تصحیح شده ضرایب درگ و اینرسی ۱۰۹
شکل ۷۵- جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب های از ۲ تا ۸ ثانیه ۱۱۲
شکل ۷۶- لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب های از ۲ تا ۸ ثانیه ۱۱۳
شکل ۷۷- لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y بر اثر پاسخ موج تحت نظریه ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب های مختلف (از ۲ تا ۸ ثانیه) ۱۱۳
شکل ۷۸- برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب های از ۲ تا ۸ ثانیه ۱۱۴
شکل ۷۹- برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب های از ۲ تا ۸ ثانیه ۱۱۴

عنوان و شماره صفحه

شکل ۸۰- لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۳ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۱۵
شکل ۸۱- لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۴ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۱۶
شکل ۸۲- لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۵ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۱۷
شکل ۸۳- برش پایه سازه فروزان در جهت محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۳ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۱۸
شکل ۸۴ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۴ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۱۹
شکل ۸۵ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x و محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۴/۹۲ متر و دوره تناوب ۵ ثانیه حاصل از تحلیل استاتیکی و تحلیل دینامیکی ۱۲۰
شکل ۸۶ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر و زاویه های برخورد مختلف ۱۲۴
شکل ۸۷ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر و زاویه های برخورد مختلف ۱۲۵
شکل ۸۸ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر و زاویه های برخورد مختلف ۱۲۵
شکل ۸۹ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر و زاویه های برخورد مختلف ۱۲۶
شکل ۹۰ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر و زاویه های برخورد مختلف ۱۲۶

عنوان و شماره صفحه

شکل ۹۱ - جابجایی گره 801L سازه فروزان در جهت x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر، زاویه موج ثابت صفر درجه و جریان با زوایای مختلف نسبت به راستای موج ۱۲۹
شکل ۹۲ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر، زاویه موج ثابت صفر درجه و جریان با زوایای مختلف نسبت به راستای موج ۱۳۰
شکل ۹۳ - لنگر واژگونی سازه فروزان حول محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر، زاویه موج ثابت صفر درجه و جریان با زوایای مختلف نسبت به راستای موج ۱۳۰
شکل ۹۴ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور x تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر، زاویه موج ثابت صفر درجه و جریان با زوایای مختلف نسبت به راستای موج ۱۳۱
شکل ۹۵ - برش پایه سازه فروزان در جهت محور y تحت اثر موج ایری با ارتفاع ۲/۸ متر، زاویه موج ثابت صفر درجه و جریان با زوایای مختلف نسبت به راستای موج ۱۳۱

فهرست جدول ها

عنوان و شماره صفحه

جدول ۱ - نتایج نظریه موج خطی دامنه کوتاه ۲۴
جدول ۲- پارامترهای پروفیل سطحی موج استوکس مرتبه پنجم ۲۷
جدول ۳- پارامترهای سرعت ذرات موج استوکس مرتبه پنجم ۲۷
جدول ۴- متغیرهای تواتر موج استوکس مرتبه پنجم ۲۸
جدول ۵ - گروه بندی اعضای سکوی فروزان ۶۱
جدول ۶ - جدول پروفیل سطحی موج با ارتفاع ۲/۸ متر در یک طول موج کامل..... ۶۵
جدول ۷ - مقایسه دوره تناوب مودهای اول تا دوازدهم سازه فروزان حاصل از نرم افزار های SAP، SACS و DAOOS در حالت اول (سکو بدون در نظر گرفتن وزن عرشه ها و در خشکی) ۷۱
جدول ۸ - مقایسه دوره تناوب مودهای اول تا دوازدهم سازه فروزان حاصل از نرم افزار های SAP و SACS در حالت دوم (سکو بدون در نظر گرفتن وزن عرشه ها و در آب)..... ۷۱
جدول ۹ - مقایسه دوره تناوب مودهای اول تا دوازدهم سازه فروزان حاصل از نرم افزار های SAP و SACS در حالت سوم (سکو با در نظر گرفتن وزن عرشه ها و در خشکی)..... ۷۲
جدول ۱۰ - مقایسه دوره تناوب مودهای اول تا دوازدهم سازه فروزان حاصل از نرم افزار های SAP و SACS در حالت چهارم (سکو با در نظر گرفتن وزن عرشه ها و در آب)..... ۷۲
جدول ۱۱ - مقایسه پاسخ سازه سکوی فروزان بر اثر موج تحت نظریه استوکس حاصل از نرم افزارهای SACS و OTODA برای بیشینه های مثبت و منفی..... ۷۷