بسم الله الرحمن الرحيم
الحمد لله رب العالمين الرحمن الرحيم مالك يوم الدين
اهدنا الصراط المستقيم صراط الذين أنعمت عليهم غير المغضوب عليهم ولا الضالين

٩٦١٢٨

دانشکده عمران

گروه مهندسی عمران- آب

پایان نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران – سازه های هیدرولیکی

عنوان

تعیین نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه‌های با ابعاد بزرگ به روش عددی

استاد راهنما

دکتر محمد علی لطف اللهی یقین

استاد مشاور

دکتر محمد تقی اعلمی

۱۳۸۷ /۲/ ۳۰

۱۳۸۷ /۲/ ۳۰

پژوهشگر

سید مهدی موسوی

اسفند ۱۳۸۶

۹۷۱۲۸

تقدیر و تشکر:

بدینوسیله از اساتید محترم

آقایان دکتر محمد علی لطف اللهی یقین و دکتر محمد تقی اعلمی

که با راهنمایی های بی دریغ خود اینجانب را در این امر مهم یاری نموده اند صمیمانه تشکر می نمایم.

تقدیم به

پدرم

الگوی فداکاری و سرچشمه زندگی

مادرم

نماد مهربانی و سرچشمه محبت

نام خانوادگی: موسوی **نام:** سید مهدی

عنوان پایان نامه: تعیین نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه‌های با ابعاد بزرگ به روش عددی

استاد راهنما: دکتر محمد علی لطف اللهی یقین
استاد مشاور: دکتر محمد تقی اعلمی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی عمران **گرایش:** سازه‌های هیدرولیکی
دانشگاه: دانشگاه تبریز **دانشکده:** عمران **تاریخ فارغ التحصیلی:** ۸۶/۱۲/۱۵ **تعداد صفحه:**۱۱۹

کلید واژه ها: پایه های با ابعاد بزرگ، روش عددی، نیروی ناشی از برخورد امواج، تئوری تفرق موج، معادله لاپلاس

چکیده:

سازه هلی که در درون آب قرار دارند با پیچیدگیهای زیادی چه در طراحی و چه در اجرا مواجه می‌باشند که از اینرو مورد توجه دانشمندان و طراحان قرارگرفته اند. یکی از عوامل مهمی که اینگونه سازه ها را از دیگر سازه ها متمایز میکند وجود پدیده ای به نام موج و نیروی ناشی از آن روی این سازه هاست که یکی از مهمترین و شاید تعیین کننده ترین نیروی موجود میباشد. بنابراین محاسبه دقیق این نیرو میتواند گام مهمی در طراحی این سازه ها باشد. این سازه ها میتواند پلها، سازه هایی که در داخل مخازن سد هستند و سکوهای دریایی را شامل شوند که در تمامی آنها تعیین نیروی موج امری ضروریست.از آنجایی که بیشتر تحقیقات و بررسی های اثر نیروی موج روی پایه های سکوهای دریایی صورت گرفته است لذا در این تحقیق، تحلیل نیروی موج روی پایه های سکوهای دریایی با ابعاد بزرگ مدنظر قرار گرفته است و از تئوری متناسب با آن که تئوری تفرق موج میباشد استفاده شده است. در این مطالعه موج حاکم کوتاه و هارمونیک فرض و معادله حاکم بر پتانسیل سرعت به صورت معادله لاپلاس در نظر گرفته شده است. به وسیله حل معادله لاپلاس حاکم به همراه اعمال شرایط مرزی مناسب نیروی ناشی از برخورد موج روی سکوها به صورت دقیق بدست آورده می شود. حل دقیق برای پایه استوانه ای تکی، پایه جعبه ای و دو پایه استوانه ای کنار هم صورت

ادامه چکیده:

گرفته است و روابط جهت تعیین نیروی ناشی از برخورد موج در هر مورد بدست آمده است. هم چنین مثال‌های عددی جهت درک بهتر موضوع در این موارد ارائه شده است. در این مطالعه معادلات حاکم و شرایط مرزی آن برای یک پایه استوانه ای تکی و نیز دو پایه استوانه ای قائم کنار هم به روش عددی تفاضلات محدود (Finite Difference) حل شده و با روش دقیق موجود مورد مقایسه قرار گرفته که نتایج رضایت بخش است. در روش عددی از جمع آثار پتانسیل های سرعت هر یک از دو پایه جهت تعیین تأثیر آنها بر یکدیگر استفاده شده است. از آنجائیکه تعیین نیروی ناشی از برخورد موج وارد بر دو پایه استوانه ای کنار هم به روش دقیق دارای پیچیدگیهای زیادی می باشد این روش گامی موثر در جهت ساده سازی و کاهش حجم محاسبات می باشد.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- پیشینه پژوهش ۴

۱-۳- اهداف پایان نامه ۵

۱-۴- ساختار پایان نامه ۵

فصل دوم: سکوهای دریایی ونیروهای وارده

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- بررسی سکوهای ثابت دریایی ۷

۲-۲-۱- انواع حفارها ۷

۲-۲-۱-۱- خود بالابرها ۷

۲-۲-۱-۲- نیمه غوطه ورها ۸

۲-۲-۲- انواع سازه ها ۱۱

۲-۲-۲-۱- سکوهای استخراج ثابت ۱۱

۲-۲-۲-۲- سکوهای بتنی ۱۴

۲-۳- نیروهای وارد بر سکوهای ثابت دریایی ۱۶

۲-۳-۱- نیروی ناشی از باد ۱۶

۲-۳-۲- نیروهای ناشی از جریان های دریایی ۱۸
۲-۳-۳- نیروی ناشی از جزر و مد ۱۹
۲-۳-۴- نیروی ناشی از زلزله ۲۰
۲-۳-۵- نیروی ناشی از روییدنی‌های دریایی ۲۰
۲-۳-۶- نیروی ناشی از یخ ۲۰
۲-۳-۷- نیروهای موج ۲۱
۲-۳-۸- بار مرده و بار زنده وارد بر سازه ۲۱
۲-۳-۹- بارهای ضمن ساخت و ضمن حمل و نصب ۲۱
۲-۳-۱۰- وضعیت امواج در خلیج فارس ۲۲

فصل سوم: بررسی تئوری‌های نیروی موج

۳-۱- مقدمه ۲۴
۳-۲- تئوری های امواج ۲۴
۳-۲-۱- تئوری امواج دامنه محدود استوکس ۲۴
۳-۲-۲- تئوری موج نویدال ۲۶
۳-۲-۳- تئوری موج کوتاه ۲۷
۳-۳- تئوری های محاسبه نیروی موج وارد بر پایه های دریایی ۲۹
۳-۳-۱- تئوری موریسون ۲۹

۳-۳-۲- روش فرود-کریلوف ۳۲
۳-۳-۳- تئوری تفرق ۳۳

فصل چهارم: معادلات حاکم بر سیستم

۴-۱- مقدمه ۳۶
۴-۲- معادله پیوستگی و شرایط مرزی ۳۶
۴-۲-۱- شرط مرزی سینماتیکی سطح آزاد آب ۳۸
۴-۲-۲- شرط مرزی دینامیکی سطح آزاد آب ۳۸
۴-۲-۳- شرط مرزی کف بستر ۳۸
۴-۲-۴- شرط مرزی روی سطح جانبی پایه ۳۹
۴-۲-۵- شرط مرزی انتشار امواج تفرق یافته ۳۹
۴-۳- معادله حاکم و کاربرد شرایط مرزی روی پایه های با ابعاد بزرگ ۳۹
۴-۴- معادله اندازه حرکت ۴۰

فصل پنجم: تعیین نیروی امواج به روش دقیق

۵-۱- مقدمه ۴۲
۵-۲- حل معادلات برای پایه های تکی ۴۲
۵-۲-۱- پایه استوانه ای ۴۵

۵-۲-۲- پایه جعبه ای ۴۸

۵-۳- حل معادلات برای پایه های استوانه ای کنار هم ۵۳

۵-۴- بررسی نیروی موج وارد بر پایه استوانه ای تکی تحت پارامترهای موثر ۵۸

۵-۵- حل معادلات برای دو پایه استوانه ای کنار هم ۶۲

فصل ششم: تعیین نیروی امواج به روش عددی

۶-۱- مقدمه ۷۱

۶-۲- مختصری پیرامون روش عددی ۷۲

۶-۳- حل معادلات برای پایه استوانه ای تکی ۷۲

۶-۴- حل معادلات برای دو پایه استوانه ای کنار هم ۷۷

فصل هفتم: نتیجه گیری و پیشنهادها

۷-۱- مقدمه ۸۳

۷-۲- نتایج ۸۳

۷-۳- پیشنهادها ۸۵

مراجع ۸۶

پیوست ۱

پ-۱-۱- مقدمه ۸۹

پ-۱-۲- فلوچارت برنامه ها ۸۹

پ-۱-۳- برنامه کامپیوتری تعیین دقیق نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای کنار هم ۹۲

پ-۱-۴- برنامه کامپیوتری تعیین عددی نیروی موج وارد بر یک پایه استوانه ای تکی ۹۵

پ-۱-۵- برنامه کامپیوتری تعیین عددی نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای کنار هم ۱۰۰

پیوست ۲

پ-۲-۱- مقدمه ۱۱۳

پ-۲-۲- مثال های عددی تعیین نیروی موج وارد بر یک پایه استوانه ای تکی ۱۱۳

پ-۲-۳- مثال های عددی تعیین نیروی موج وارد پایه های جعبه ای ۱۱۵

پ-۲-۴- مثال عددی تعیین نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای کنار هم ۱۱۷

فهرست اشکال

عنوان

شکل ۲-۱- تصویری از یک سکوی جک آپ ۸

شکل ۲-۲- تصویری از یک سکوی نیمه مغروق ۹

شکل۲-۳- شناور با کنترل موقعیت دینامیکی ۱۰

شکل ۲-٤- تصویری از یک سکوی استخراج ثابت ۱۲

شکل ۲-٥- مراحل به آب اندازی و نصب یک سکوی ثابت ۱۳

شکل ۲-٦- نمونه ای از یک سکوی بتنی ۱٦

شکل ۳-۱- تعریف موج و مشخصات آن ۲۷

شکل ۳-۲- میزان تغییرات نیرو و لنگر خمشی بی بعد در برابر پارامتر عمق ۳۲

شکل ٥-۱- نمای شماتیک پایه استوانه ای و زاویه موج برخوردی ٤٦

شکل ٥-۲- نمای شماتیک پایه مستطیلی و زاویه موج برخوردی ٤۹

شکل ٥-۳- تغییرات ضریب جرم پایه جعبه ای در برابر پارامتر تفرق ٥۳

شکل ٥-٤- نمودار تغییرات نیرو در برابر زمان برای مسائل حل شده ٥۳

شکل ٥-٥- پلان شماتیکی از دو پایه استوانه ای ٥٤

شکل ٥-٦- تعریف انتقال مختصات تابع بسل ٥٦

شکل ٥-۷- تغییرات زاویه شکل بر حسب رادیان در برابر پارامتر تفرق ٥۹

شکل ٥-۸- ضریب جرم پایه استوانه ای در جهت x در برابر پارامتر تفرق برای زوایای موج برخوردی مختلف ٥۹

شکل ٥-۹- نیروی موج بی بعد در جهت x در برابر پارامتر تفرق برای زوایای موج برخوردی مختلف ٦۰

شکل ٥-۱۰- نیروی موج بی بعد در جهت x در برابر پارامتر تفرق برای پارامترهای عمق مختلف ٦۱

شکل ٥-۱۱- نیروی موج بی بعد در جهت x در برابر پارامتر تفرق برای پارامترهای عمق بزرگتر از ٥ ٦۱

شکل ٥-۱۲- نمودار تغییرات نیرو در برابر زمان برای مسائل حل شده ٦۲

شکل ۵ -۱۳- نمای شماتیک دو پایه استوانه ای برای استفاده در فهم نمودارهای ترسیم شده ٦٤

شکل ۵-١٤- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.6 و C=0° ٦٦

شکل ۵-۱۵- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.6 و C=30° ٦٦

شکل ۵-١٦- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.6 و C=60° ٦٧

شکل ۵-۱۷- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.6 و C=90° ٦٧

شکل ۵-۱۸- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.4 و C=30° ٦٨

شکل ۵-۱۹- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.5 و C=30° ٦٨

شکل ۵-۲۰- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.6 و C=30° ٦٩

شکل ۵-۲۱- نسبت نیروی موج وارد بر دو پایه استوانه ای (۱ و ۲) به نیروی موج وارد بر یک پایه تکی در برابر پارامتر فاصله (KLs) برای حالت ka1=0.4 ، ka2=0.7 و C=30° ٦٩

شکل ٦-۱- نمای شماتیکی از شبکه بندی یک پایه استوانه ای جهت تشابه سازی عددی نیروی موج وارد بر آن ٧٣

شکل ٦-۲- ضریب جرم پایه استوانه ای تکی در برابر پارامتر تفرق برای حالت های (الف)β=0° (ب)β =30° (ج) β=45° (د) β=60° ٧٦

شکل ٦-۳- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت c=90° و Ls/R=2 ٧٨

شکل ٦-٤- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت c=60° و Ls/R=4 ٧٨

شکل ٦-۵- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت c=90° و Ls/R=4 ٧٩

شکل ٦-٦- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت $c=0°$ و $Ls/R=10$ ۷۹

شکل ٦-٧- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت $c=30°$ و $Ls/R=10$ ۸۰

شکل ٦-٨- ضریب جرم پایه شماره (۱)در جهت X در برابر پارامتر تفرق برای حالت وجود دو پایه استوانه ای قائم کنار هم برای حالت $c=90°$ و $Ls/R=10$ ۸۰

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه

مهندسی سازه های دریایی در قرنی که پشت سر گذاشته شد، رشد بسیار زیادی را تجربه نموده است. این رشته از مهندسی با حفر اولین چاه نفت در سال ۱۹۱۱ از روی عرشه چوبی در آبهای کم عمق ساحلی شروع شده و در قرن اخیر گسترش چشمگیری در دسترسی به آبهای عمیق تر داشته است. در پی ازدیاد مصرف نفت و همچنین کاهش ذخیره منابع نفتی واقع در خشکی، اهمیت منابع نفت موجود در زیر بستر دریاها و اقیانوسها بیش از پیش افزایش یافته و بازهم بیشتر خواهد شد.

به علت نقش پایه ای نفت در اقتصاد کشورمان و همچنین وجود ذخایر عظیم نفتی واقع در دریاهای جنوب و شمال ایران، توجه به این گونه سازه ها و طراحی اقتصادی و ایمنی آنها اهمیت ویژه ای دارد. طراحی سکوهای دریایی مورد استفاده برای تولید مواد نفتی نمایانگر بعضی از مسائل فنی است که باید به خوبی تجزیه و تحلیل شوند. برای مثال چنین سازه هایی در معرض نیروهای ناشی از باد و جریانهای دریایی بوده و نیز بارهای نوسانی حاصل از امواج آب وارد بر این سازه ها دارای درجه اهمیت بالایی است.

سکوهای دریایی از بتن و فولاد ساخته می شوند. فولاد و بتن مورد استفاده بایستی مقاومت در برابر خوردگی شدید ناشی از مجاورت با آب دریا را داشته باشد زیرا دسترسی جهت تعمیر و نگهداری قسمتهایی از سازه که در زیر آب قرار دارند، بسیار مشکل است و بنابراین تجهیزاتی که در زیر آب قرار می گیرند باید مقاومت کافی در برابر خوردگی داشته باشند. با توجه به موارد ذکر شده، توسعه سازه های دریایی مورد استفاده جهت بهره برداری از اقیانوسها و دریاها نیازمند درک بهتر بارهای آیرودینامیک و هیدرودینامیک وارد بر آنها، پاسخ استاتیکی و دینامیکی آنها، رفتار مواد مورد استفاده و بسیاری مسائل دیگر است.

سازه‌های دریایی تحت تأثیر نیروهای یکنواخت و متغیر نسبت به زمان قرار دارند که اغلب ناشی از باد، جریانهای دریایی و امواج هستند. در این بین مهمترین نیروی دینامیکی وارد بر سازه بر اثر برخورد موج با پایه سکوی دریایی ایجاد می شود. بنابراین سنجش این نیرو و تحلیل سازه تحت اثر آن از اهمیت بسزایی برخوردار است.در زمان جنگ جهانی دوم و پس از آن به دلیل نیازهای جنگ، صنایع فولاد

پیشرفت شایان توجهی نمود و پس از پایان جنگ، سازه های فولادی از جمله سکوهای فولادی، رواج یافتند. اولین سکوی فولادی در سال ۱۹۴۶ میلادی در عمق ۴/۳ متری ساخته شد. شایان ذکر است که جهت احداث این سکو ۲۳۸ شمع به کار رفت [۳]. اولین سکوی فولادی از نوع شابلونی با روش ساخت کنونی (یعنی ساخت در ساحل و پس از حمل، نصب در محل) در سال ۱۹۴۷ میلادی در آب های خلیج مکزیک ساخته شد که این سکو در فاصله ۲۹ کیلومتری از ساحل و در عمق ۶/۱ متری نصب گردید.

سپس یک سکوی دیگر از این نوع در عمق ۱۵/۲متری احداث شد، و بدین ترتیب یک صنعت جدید متولد گردید. در طول دوره پیشرفت سکوسازی به موازات پیشرفت صنایع فولاد، به مرور قطر شمع بزرگتر گردیده و از تعداد آنها کاسته شد و روش های 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 به آنها وارد آمد.

در سال ۱۹۷۶ شرکت نفتی شل (Shell) اعلام کرد که بلندترین سکوی نفتی جهان را در آب های 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 از سکو نیز (علاوه بر عمق آب) از آب بیرون بود.

این سکو دارای ۲۴ شمع با قطر خارجی ۱۲۲ سانتی متر و بیشترین ضخامت جداره شمع برابر ۶/۳۵ سانتی متر بوده که وزن کلی سکو بالغ بر ۵۳۵۰۰ تن می باشد، و برای موج به ارتفاع ۲۲/۹ متر و پریود ۱۲ ثانیه و سرعت باد معادل ۱۵۰ مایل در ساعت و زلزله خطی ۰/۲g و در حالت پلاستیک۰/۴g طراحی گردیده است. مدل کامپیوتری این سکو شامل ۷۰۰ گره و ۲۰۰۰ عضو می باشد. کمپانی شل و ۱۴ کمپانی دیگر در این کار شرکت داشتند که هزینه آن بالغ بر ۲۵۰ میلیون دلار گردید [۳].

درحال حاضر بلندترین سکوی ثابت شابلونی در عمق ۳۱۵/۵ متری در خلیج مکزیک نصب و سکوهای عظیم از نوع ثابت وزنی بتنی در دریای شمال احداث گردیده است. برای اعماق خیلی زیاد از سکوهای شناور و سکوهای پایه کششی استفاده می گردد. در سال ۱۹۸۴ میلادی در اعماق ۶۰۹/۶ متری به وسیله شرکت بکتل (Bechtel) یک سکوی پایه کششی نصب گردید [۳].

همانگونه که تشریح گردید در روند تکاملی ساخت سکوها، از آنجایی کـه مـسایل نفتـی- سیاسـی و بعضاً نظامی (از جمله سکوی رادارتگزاس) مطرح بوده شتاب زیادی به چشم می خورد و این صنعت کـه میتوان گفت تنها حدود ۶۰ سال قدمت دارد، مراحل پیشرفت زیادی را پشت سر گذاشته است.

۱-۲- پیشینه پژوهش

از آنجا که علم سازه های دریایی علم جدیدی می باشد، تحقیقات انجام گرفته در زمینه تعیین نیـروی ناشی از برخورد امواج به پایه های سازه های دریایی هم به سالهای اخیر بر میگردد. اما با توجه به اهمیـت موضوع پیشرفتهای قابل ملاحظه ای در قرن گذشته در این زمینه صورت گرفته است.

تعیین نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه های استوانه ای اولین بار بوسـیله مـک کـامی و فـاچز کـه ابداع کنندگان تئوری تفرق مـوج بودنـد مـورد بررسـی واقـع شـد [۲۵]. ایساکـسون در سـال ۱۹۷۷ [۱۲]، وهانت و بادور در سال ۱۹۸۲ [۱۱] نیروی موج غیر خطی را روی پایه های قائم استوانه ای محاسبه کردند که باعث افزایش دقت محاسبات می شود . رحمان در سال ۱۹۸۵ [۲۲] نیروی وارد بر پایه با مقطع مربع را محاسبه کرد. سپس رحمان و چاکراوارتی [۲۳] نیروی وارد بر پایه های جعبه ای با نسبت ابعاد دلخـواه را محاسبه نمودند.

ویلیامز [۲۸] نیروی موج وارد بر پایه های با مقطع بیضوی را که در صنعت نفت و در سکوهای نفتـی کاربرد فراوان دارد به روش دقیق و عددی محاسبه نمـود. هـم چنـین در جهـت محاسـبه نیـروی ناشـی از برخورد امواج به پایـه هـای اسـتوانه‌ای کنـار هـم و تـاثیر آنهـا روی یکدیگرتوسـط دانـشمندانی از قبیـل اسپرینگ و مونکمیر در سال ۱۹۷٤ [۲۷] و ماسل در سال ۱۹۷٦ [۲۰] مقالاتی ارائه شده است کـه در ایـن پایان نامه از آنها استفاده شده است. در سالهای اخیر نیز مقـالاتی ارائـه شـده اسـت کـه تفـرق مـوج روی سیلندرهای استوانه ای کنار هم را مورد بررسی قرار داده و نتایج جالبی را در این زمینه ارائه کـرده اسـت که از آن جمله میتوان به مقاله کاکانو و لیو در سـال ۲۰۰۳ [۱۵] ونیـز مقالـه کاکـانو و همکـاران در سـال ۲۰۰۵ [۱۴] اشاره کرد.

۱-۳- اهداف پایان نامه

هدف اصلی و اساسی در این تحقیق کاهش حجم محاسبات و نیز استفاده از روشهای ساده تر با دقت قابل قبول به جای استفاده از روشهای پیچیده و زمان برکه برای کاربرد های مهندسی مناسب نیستند، می‌باشد که بدین منظور از روش های عددی مناسب در جهت تعیین نیروی موج استفاده شده است تا از حجم محاسبات مربوط به روش دقیق کاسته شده و در زمان کوتاهتری به جواب مطلوب رسید.

نیروی حاصل از برخورد امواج به پایه های استوانه ای بوسیله روابطی که توسط محققین ارائه شده است قابل محاسبه میباشد. نشان دادن تاثیر پارامترهای مختلف از جمله پارامتر تفرق و پارامتر عمق بر این نیرو یکی دیگر از هدف های این تحقیق می باشد.

وجود پایه‌های کنار هم در سکوهای دریایی به دلیل ایجاد پدیده تفرق موج باعث تغییر نیروی موج وارده بر روی این پایه ها در مقایسه با یک پایه تکی می گردد که بررسی این تغییرات برای دو پایهٔ استوانه ای کنار هم از دیگر اهداف این پایان نامه می باشد.

۱-٤- ساختار پایان نامه

در این تحقیق تعیین نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه های با ابعاد بزرگ به روش عددی مدنظر قرار گرفته است. در فصل اول این پایان نامه موضوعات کلی که شامل مقدمه ای در ارتباط با موضوع مورد پژوهش، پیشینه پژوهش های انجام یافته و هدف از این تحقیق می‌باشد ارائه شده است .در فصل دوم سکوهای ثابت دریایی و نیروهای وارد برآن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته اند . در فصل سوم تئوری های نیروی موج مورد مطالعه قرار گرفته است.در مورد معادلات حاکم بر سیستم در فصل چهارم بحث شده است . تعیین نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه های با ابعاد بزرگ به روش دقیق با ارائه نمودار های مربوط در فصل پنجم صورت گرفته است . در فصل ششم نیروی ناشی از برخورد امواج به پایه های با ابعاد بزرگ به صورت عددی تفاضلات محدود تعیین شده است و با حل دقیق مقایسه شده است و بالاخره در فصل هفتم به نتیجه گیری کارهای صورت گرفته در پایان نامه و ارائه پیشنهاد برای کارهای آینده پرداخته شده است . ضمناً در انتهای پایان‌نامه و در قسمت پیوست برنامه‌های کامپیوتری و مثال های عددی استفاده شده در پایان نامه آورده شده است.

فصل دوم

سکوهای دریایی و نیروهای وارده