دانشگاه تبریز

دانشکده فنی و مهندسی عمران

گروه مهندسی آب

پایان نامه

برای دریافت کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران– سازه های دریایی

عنوان:

مدلسازی عددی موج شکن شناور پانتونی

اساتید راهنما:

دکتر محمد علی لطف اللهی یقین

دکتر محمد حسین امین فر

استاد مشاور:

دکتر علی فروغی اصل

پژوهشگر:

محمد نقوی

بهمن ۱۳۹۰

نام خانوادگی دانشجو : **نقوی** نام : **محمد**

عنوان پایان نامه : **مدلسازی عددی موج شکن شناور پانتونی**

استاد راهنما : **آقای دکتر محمد علی لطف اللهی یقین و آقای دکتر محمد حسین امین فر**

استاد مشاور : **آقای دکتر علی فروغی اصل**

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته : مهندسی عمران** **گرایش : سازه های دریایی** **دانشگاه : تبریز**

دانشکده : فنی مهندسی عمران **تاریخ فارغ التحصیلی : بهمن ۱۳۹۰** **تعداد صفحه : ۱۱۲**

کلید واژه ها : **موج شکن شناور پانتونی، ضریب عبور موج، ANSYS AQWA، پارامترهای سازه ای، پارامترهای هیدرودینامیکی.**

چکیده : در امتداد سواحل مختلف جهان تاسیسات زیادی وجود دارند که باید در مقابل امواج دریا محافظت شوند. بیشتر این تاسیسات نیاز به کاهش ارتفاع موج در حد بالایی ندارند و ایجاد موج شکن ثابت در این نقاط غیر اقتصادی است. موج شکن های شناور برای ایجاد یک محیط بندری آرام به صورت دائم یا موقت به کار می روند. این موج شکن ها زمانی کاربرد اصلی خود را نشان می دهند که برای بعضی مناطق ساحلی با عمق زیاد نیاز به محافظت در مقابل امواج در یک حد نسبی باشد. در این مواقع هزینه ساخت موج شکن ثابت با افزایش عمق آب بسیار افزایش می یابد. بنابراین با توجه به غیر اقتصادی بودن موج شکن ثابت موج شکن شناور مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از معمول ترین انواع موج شکن های شناور که عملکرد ثابت شده ای دارد، موج شکن شناور پانتونی می باشد. موج شکن شناور پانتونی سازه ای به شکل مکعب مستطیل شناور است که توسط مهارهایی به کف دریا متصل و ثابت شده است.

مهمترین وظیفه یک موج‌شکن شناور پانتونی(همانند سایر موج‌شکن‌ها)، کاهش ارتفاع امواج در داخل بندر و ایجاد یک ناحیه حفاظت شده است. در برخورد موج با سازه، بخشی از موج بازتاب شده، قسمتی در اثر آشفتگی و شکست مستهلک شده و به انواع دیگری از انرژی تبدیل می شود و بخشی نیز از سازه عبور می کند.

ارتفاع موج عبوری به عنوان معیاری برای تخمین عملکرد موج شکن شناور به کار می رود، به این ترتیب که نسبت ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج تابشی پارامتر هیدرولیکی ضریب عبور موج است که تعیین کننده عملکرد و راندمان سازه می باشد.

در این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف پارامتر های سازه ای نظیر عرض و آبخور موج‌شکن شناور پانتونی و آرایش مهاربندی این نوع موج شکن ها و تاثیر مقادیر مختلف پارامترهای هیدرودینامیکی نظیر پریود موج تابشی، ارتفاع موج تابشی، تیزی موج تابشی و طیف موج تابشی بر روی حساسیت ضریب عبور موج، مورد بررسی قرار گرفته است. برای بررسی تاثیر طیف موج بر روی ضریب انتقال از دو نوع طیف موج JONSWAP و Pierson- Moskowitz استفاده شده است. با توجه به تحلیل‌های انجام شده توسط نرم‌افزار ANSYS AQWA و نتایج بدست آمده معلوم شد که عرض و آبخور موج شکن شناور پانتونی و پریود موج تابشی تاثیر بسزایی در میزان ضریب عبور موج دارند.

تقدیم

به پربهاترین گنج های گیتی که بودنم مدیون وجودشان و شدنم مرهون شعورشان است:

یگانه آموزگار عشق، فداکاری و محبت، مادرم.

یگانه آموزگار کوشش، ایستادگی و مودت، پدرم.

و دنیای پاک و بی آلایش، خواهرم.

تقدیر و تشکر

سپاس خداوند بلند مرتبه را که لطف و مهربانی او شامل حال تمامی موجودات است.

از اساتید راهنمای بزرگوارم آقای دکتر محمد علی لطف اللهی یقین و آقای دکتر محمد حسین امین فر به خاطر راهنمایی‌های ارزنده برای اتمام این تحقیق کمال سپاس و امتنان را دارم و از درگاه خداوند متعال برای ایشان آرزوی سلامتی و کامیابی می نمایم.

از استاد مشاور گرانقدرم آقای دکتر علی فروغی اصل برای اتمام این تحقیق نهایت تقدیر و تشکر را دارم و امیدوارم در زندگی همیشه سعادتمند و سربلند باشند.

از استاد داور محترم آقای دکتر یوسف حسن زاده که تحقیق حاضر را ارزیابی نمودند تشکر می‌نمایم.

از پدر و مادر عزیزم که در تمامی مراحل زندگی با من همدل و همراه هستند و همیشه در جهت موفقیت من تلاش می‌نمایند تشکر و قدردانی نموده و از خداوند مهربان برایشان آرزوی سلامتی دارم .

در پایان از همه دوستان و عزیزانی که در انجام این تحقیق بنده را یاری نمودند قدردانی می‌نمایم.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱ مقدمه و اهداف ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- هدف پژوهش ۳

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق ٤

۱-٤- روش انجام تحقیق ٤

فصل ۲ انواع موج شکن های شناور و تحقیقات انجام شده ۵

۲-۱- مقدمه ٦

۲-۲- تاریخچه موج شکن های شناور ٦

۲-۳- انواع موج شکن های شناور ۹

۲-۳-۱- موج شکن های انعکاسی ۹

۲-۳-۱-۱- موج شکن های دوبل ۱۰

۲-۳-۱-۲- موج شکن شناور میله ای ۱۰

۲-۳-۱-۳- موج شکن شناور A شکل ۱۱

۲-۳-۲- موج شکن های جابه جا شونده ۱۲

۲-۳-۲-۱- موج شکن شناور پانتونی ۱۲

۲-۳-۲-۲- موج شکن شناورکیسونی (صندوقه ای) ۱۳

۲-۳-۲-۳- موج شکن شناور Y شکل ۱٤

۲-۳-۲-٤- موج شکن شناور قفسی ۱۵

۲-۳-۲-۵- موج شکن صفحه مستغرق ۱۵

۲-۳-۳- موج شکن های کاتاماران ۱٦

۲-۳-۳-۱- موج شکن شناور کاتاماران ۱٦

۲-۳-٤- موج شکن های شیبدار ۱٦

۲-۳-٤-۱- موج شکن مایل (شیب دار) ۱٦
۲-۳-۵- موج شکن های تایر های لاستیکی ۱۷
۲-۳-۵-۱- موج شکن شناور مارپیچی ۱۷
۲-۳-۵-۲- موج شکن شناور گودیر ۱۸
۲-۳-۵-۳- موج شکن شناور تایر لوله ای ۱۹
۲-۳-٦- موج شکن هایی که سیستم سازه ای آنها خرپایی است. ۲۰
۲-۳-٦-۱- موج شکن شناور سریع النصب ۲۰
۲-۳-۷- موج شکن های چوبی ۲۱
۲-۳-۸- کشتیها و بارجهای قدیمی ۲۱
۲-٤- سیستم مهاربندی موج شکن های شناور ۲۱
۲-٤-۱- روش های نگهداری موج شکن شناور ۲۱
۲-٤-۱-۱- روش شمع یا دلفین نگهدارنده ۲۲
۲-٤-۱-۲- نگهداری به وسیله شمع کوبی در عمق ۲۳
۲-٤-۱-۳- نگهداری بوسیله لنگر کششی یا اجرام سنگین بتنی ۲۳
۲-٤-۲- مشخصات مهاربندی ۲۵
۲-٤-۲-۱- انواع مهاربندی به کف دریا ۲۵
۲-٤-۲-۲- جنس مهاربندها ۲۵
۲-٤-۲-۳- کاهش نیروی مهاری. ۲۵
۲-٤-۲-٤- تخریب مهارها ۲۷
۲-۵- بررسی تحقیقات انجام شده در زمینه ضریب عبور موج ۲۷
۲-۵-۱- مطالعات انجام شده توسط Wiegel , Ursell ۲۸
۲-۵-۲- مطالعات انجام شده توسط Macagno ۳۰
۲-۵-۳- مطالعات انجام شده توسط Carr, Healy and Stelzriede ۳۰
۲-۵-٤- گراف های طراحی PIANC ۳۰
۲-۵-۵- تست های آزمایشگاهی TOLBA (1999) بر روی موج شکن های شناورثابت شده ۳۱
۲-۵-٦- تست های آزمایشگاهیKOUTANDOS et al (2005) بر روی موج شکن های شناورثابت شده ۳٤

۲-۵-۷- مقایسه نتایج آزمایشگاهی TOLBA و KOUTANDOS et al با روابط تحلیلی Macagn و Carr, Healy and Stelzriede ۳۵
۲-۵-۸- آنالیز ابعادی موج شکن شناور پانتونی ٤١
۲-۵-۹- مطالعات انجام شده توسط McCartne ٤٢
۲-۵-۱۰- مطالعات انجام شده توسط Sannasiraj و همکاران ٤٢
۲-۵-۱۱- مطالعات انجام شده توسط Lee و همکاران ٤٢
۲-۵-۱۲- مطالعات انجام شده توسط Cox و Blumberg ٤٢
۲-۵-۱۳- مطالعات انجام شده توسط Giles و Sorensen ٤٢
۲-۵-۱٤- مطالعات انجام شده توسط Williams , Lee , Huang ٤٤
۲-۵-۱۵- مطالعات انجام شده توسط عطارزاده ٤٤
۲-۵-۱٦- مطالعات انجام شده توسط اکبری ٤٥
۲-۵-۱۷- مطالعات انجام شده توسط علی یاری ٤٥
۲-۵-۱۸- مطالعات انجام شده توسط فروزنده و همکاران ٤٥
فصل ۳ روابط حاکم برموج شکن شناور ٤٧
۳-۱- خصوصیات موج شکن شناور ٤٨
۳-۱-۱- روش های مشخص کاهش ارتفاع موج ٤٨
۳-۱-۲- حرکات موج شکن شناور ٤٩
۳-۲- هیدرودینامیک موج شکن شناور ٥١
۳-۲-۱- مسائل هیدرواستاتیکی ٥١
۳-۲-۲- پایداری استاتیکی و پایداری دینامیکی موج شکن شناور ٥٣
۳-۲-۳- مبانی تحلیل هیدرودینامیکی سازه های شناور ٥٤
۳-۲-۳-۱- نیروی ناشی از موج ٥٥
۳-۲-۳-۱-۱- معادله موریسون ٥٦
۳-۲-۳-۱-۲- تئوری تفرق ٥٧
۳-۲-٤- تحلیل موجشکن های شناور ٥٩
۳-۲-٤-۱- تحلیل در دامنه ی فرکانس و معادلات حرکت ٥٩

۳-۲-٤-۱-۱- عملکرد پاسخ سازه..... ٦٢
۳-۲-٤-۱-۲- تحلیل طیفی..... ٦٢
۳-۲-٤-۱-۳- طیف موج انتخابی برای امواج نامنظم دریا در تحلیل طیفی..... ٦٥
۳-۲-٤-۲- تحلیل در دامنه ی زمان..... ٦٦
۳-۲-٥- عملکرد موجشکن شناور در کنترل موج..... ٦٧
۳-۲-٦- کنترل موج توسط استهلاک انرژی ٦٨
۳-۲-۷- کنترل موج توسط اندرکنش فازی ٦٨
۳-۲-۸- ضریب عبور موج..... ٦٨
۳-۲-۹- استاتیک سیستم مهاربندی و تحلیل مهارها ۷۰
فصل ٤ معرفی نرم افزار ANSYS AQWA وارزیابی عملکرد صحیح نرم افزار..... ۷٤
٤-۱- معرفی نرم افزار ANSYS AQWA ۷٥
٤-۱-۱- مراحل کار در ANSYS AQWA..... ۷٥
٤-۱-۱-۱- ورودی داده ها یا ایجاد سیستم های تحلیل هیدرودینامیکی..... ۷٥
٤-۱-۱-۲- ضمیمه کردن هندسه سازه..... ۷٦
٤-۱-۱-۳- تعریف رفتار بخش های مختلف ۷٦
٤-۱-۱-٤- تعریف اتصالات..... ۷٦
٤-۱-۱-٤-۱- کابل ها..... ۷٦
٤-۱-۱-٤-۱-۱- الاستیک خطی..... ۷۷
٤-۱-۱-٤-۱-۲- چند جمله ای غیر خطی..... ۷۷
٤-۱-۱-٤-۱-۳- سیم فولادی غیر خطی..... ۷۷
٤-۱-۱-٤-۱-٤- کتنری غیر خطی..... ۷۸
٤-۱-۱-٤-۲- داده کتنری..... ۷۸
٤-۱-۱-٤-۳- اتصالات سخت..... ۷۸
٤-۱-۱-٥- مش بندی..... ۷۹
٤-۱-۱-٦- تنظیمات تجزیه و تحلیل ۷۹

٤-١-١-٧- به کاربردن محیط اقیانوس و نیروها ٧٩
٤-١-١-٨- نتایج..... ٨٠
٤-٢- ارزیابی عملکرد نرم افزارANSYS AQWA ٨٠
فصل ٥ تاثیر پارامترهای مختلف برعملکرد موج شکن شناور پانتونی ٨٥
٥-١- مقدمه..... ٨٦
٥-٢- بررسی تاثیر عرض موجشکن شناور پانتونی بر روی ضریب عبور موج..... ٨٦
٥-٣- بررسی تاثیر آبخور موجشکن شناور پانتونی بر روی ضریب عبور موج ٩٠
٥-٤- بررسی تاثیر توام عرض و عمق آبخور موجشکن شناور پانتونی بر روی ضریب عبور موج..... ٩٢
٥-٥- بررسی تاثیر پریود موج برخوردی بر روی ضریب عبور موج..... ٩٤
٥-٦- بررسی تاثیر تیزی موج بر روی ضریب عبور موج ٩٧
٥-٦-١- اثر تیزی موج در پریودهای ثابت و ارتفاع های متغیر موج..... ٩٧
٥-٦-٢- اثر تیزی موج در ارتفاعات ثابت موج و پریودهای مختلف..... ٩٩
٥-٧- بررسی تاثیر طیف موج برخوردی بر روی ضریب عبور موج ١٠١
٥-٨- بررسی تاثیر آرایش مهارها بر روی ضریب عبور موج..... ١٠٣
فصل ٦ نتیجه گیری و پیشنهادات ١٠٧
٦-١- نتیجه گیری ١٠٨
٦-٢- پیشنهادات..... ١٠٩
فهرست مراجع ١١٠

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱: پارامترهای در نظر گرفته شده برای طراحی موج شکن ۳۵

جدول ۲-۲ : ابعاد ممکن موج شکن شناورکه از $KT = 0.6$ بدست آمده است ۳۹

جدول ۲-۳ : محاسبه ضریب انتقال برای پریودهای مختلف ٤۳

جدول ٤-۱ : مقادیر ضریب عبور موج برای نرم افزار و مرجع [۷] و میزان درصد خطا بین نتایج، برای عرض ۲.٤ متر ۸۳

جدول ٤-۲ : مقادیر ضریب عبور موج برای نرم افزار و مرجع [۷] و میزان درصد خطا بین نتایج، برای عرض ٤.۸ متر ۸٤

جدول ۵-۱: درصد کاهش ضریب عبور موج برای عرض های مختلف ۸۹

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱: موج شکن Bombarden ۷

شکل ۲-۳: نمونه ای از موج شکن شناور متخلخل آزمایشگاهی ۹

شکل ۲-۲: استفاده از موج شکن شناور در بنادر تفریحی ۹

شکل ۲-٤: موج شکن شناور دوبل ۱۰

شکل ۲-۵: موج شکن شناور میله ای ۱۰

شکل ۲-٦: ردیفهای چند گانه موج شکن شناور میله ای ۱۱

شکل ۲-۷: موج شکن شناور میله ای به همراه تایر های لاستیکی ۱۱

شکل ۲-۸: نمونه ای از یک نوع موج شکن شناور A-Frame ۱۱

شکل ۲-۹: یک نمونه پانتون مجزا ۱۳

شکل ۲-۱۰: موج شکن شناور کیسونی ۱٤

شکل ۲-۱۱: موج شکن شناور کیسونی ۱٤

شکل ۲-۱۲: جزئیات موج شکن شناور قفسی ۱۵

شکل ۲-۱۳: مقطعی از یک موج شکن شناور صفحه مستغرق ۱۵

شکل ۲-۱٤: موج شکن شناور کاتاماران ۱٦

شکل ۲-۱۵: موج شکن شناور شیبدار ۱۷

شکل ۲-۱٦: موج شکن شناور مارپیچی موجی ۱۸

شکل ۲-۱۷: نمایی از موج شکن شناور تایر لاستیکی در حال نصب ۱۸

شکل ۲-۱۸: موج شکن شناور گودیر ۱۹

شکل ۲-۱۹: موج شکن شناور تایر لوله ای ۲۰

شکل ۲-۲۰: موج شکن شناور سریع النصب ۲۰

شکل ۲-۲۱: نمونه ای از یک موج شکن شناور چوبی ۲۱

شکل ۲-۲۲: نگهداری با اشتفاده از روش شمع ۲۲

شکل ۲-۲۳:نگهداری با استفاده از روش شمع ۲۲

شکل ۲-۲٤: پلان یک نوع مهار شمع ۲۲

شکل ۲-۲۵: پلان یک نوع مهاربندی با کابل ۲۳

شکل ۲-۲٦: نگهداری بوسیله بلوکهای بتنی و مهارها ۲۳

شکل ۲-۲۷: نمونه هایی از لنگر های کشتی ۲٤

شکل ۲-۲۸: نمونه ای از اجرام سنگین بتنی جهت نگهداری موج شکن شناور ۲٤

شکل ۲-۲۹: یک نمونه از میراگر های لاستیکی ۲٦

شکل ۲-۳۰: یک نمونه از میراگر های وزنی ۲٦

شکل ۲-۳۱: مهار بندی متقاطع ۲٦

شکل ۲-۳۲: مهار بندی غیر متقاطع ۲٦

شکل ۲-۳۳: مقایسه حالت تئوری و داده های آزمایشگاهی برای یک صفحه نازک قائم صلب و ثابت شده ۲۹

شکل ۲-۳٤: اثر عمق مستغرق یک صفحه نازک قائم صلب وثابت شده بر روی ضریب انتقال(نتایج آزمایشگاهی و حالت تئوری ارائه شده بوسیله رابطه ۲-۳). باید توجه کرد که در این گراف عمق آبخور با y نشان داده شده است. ۲۹

شکل ۲-۳۵: گرافهای مربوط به ضریب انتقال برای مانع با سطح مستطیلی ثابت شده برای مقادیر مختلف Ld ۳۱

شکل ۲-۳٦: تغییرات ضریب انتقال CT نسبت به BL و dL برای مقادیر مختلف Dd ۳۲

شکل ۲-۳۷: تغییرات ضریب انتقال CT نسبت به dL برای مقادیر مختلف Bd ۳۲

شکل ۲-۳۸: اثرتیزی موج برخوردی روی ضریب انتقال CT برای دو مقدار مختلف Dd ۳۳

شکل ۲-۳۹: تغییرات ضریب انتقال CT نسبت به BL برای مقادیر مختلف Dd برای امواج منظم. در شکل a ارتفاع موج برخوردی HI =0.2 ودر شکل b ارتفاع موج برخوردی HI =0.3 . تنظیمات پارامتر: Bd=1 (در این آزمایشات B=d)، $0.04 < dL < 0.35$ ۳٤

شکل ۲-٤۰: تغییرات ضریب انتقال CT نسبت به BL برای مقادیر مختلف Dd برای امواج نامنظم (dr همان عمق آبخور می باشد). تنظیمات پارامتر: Bd=1 (در این آزمایشات B=d) ، $0.04 < dL < 0.35$ ۳٤

شکل ۲-٤۱: مقایسه نتایج آزمایشگاهی TOLBA (1999) با روابط تحلیلی Macagno و Carr, Healy وStelzriede ۳۵

شکل ۲-٤۲: مقایسه نتایج آزمایشگاهی TOLBA با روابط تحلیلی Macagno و Carr, Healy وStelzriede ۳٦

شکل ۲-٤۳: مقایسه نتایج آزمایشگاهی KOUTANDOS et al باروابط تحلیلی Macagno و Carr, Healy وStelzriede ۳٦

شکل ۲-٤٤: حل تحلیلی برای مقادیر طراحی d = 4 m و L = 54.2 m . خط چین ضریب انتقال مورد نیاز KT = 0.6 را نشان می دهد. ۳۷

شکل ۲-٤۵: حل تحلیلی برای مقادیر طراحی d = 4 m و L = 54.2 m . خط چین ضریب انتقال مورد نیاز KT = 0.6 را نشان می دهد. ۳۸

شکل ۲-٤٦: نمایش رابطه Wiegel (رابطه ۲)برای مقادیر مختلف Ld به صورت گراف، باید توجه کرد که در این گراف عمق آبخور با y نشان داده شده است. ٤٠
شکل ۲-٤٧: ضریب انتقال بر حسب اندازه بدون بعد گروه موج شکن های رایج ٤٣
شکل ۲-٤٨: انواع موج شکن های شناور بررسی شده..... ٤٤
شکل ۳-۱: حالت I (آب عمیق)..... ٤٨
شکل ۳-۲: حالت II (آب کم عمق) ٤٨
شکل ۳-۳: اثر عمق آب در طراحی موج شکن شناور ٤٩
شکل ۳-٤: درجات آزادی حرکتی موج شکن شناور پانتونی..... ٥٠
شکل ۳-٥: زوج نیروی بوجود آمده در پایداری دروانی ٥٢
شکل ۳-٦: پامترهای پایداری موج شکن شناور پانتونی..... ٥٣
شکل ۳-۷: موقعیت مرکز جرم (G) ، نقطه متاسنتریک (M) و مرکز شناوری (B) آن قسمتی که زیر آب است..... ٥٤
شکل ۳-۸: تعریف شرایط مرزی در تئوری تفرق..... ٥٨
شکل ۳-۹: منحنی رابطه تقریبی ارتفاع و پریود موج ٦٣
شکل ۳-۱۰: روند رسیدن از طیف امواج نامنظم وارد بر سازه شناور به طیف پاسخ سازه شناور [۳۳]..... ٦٤
شکل ۳-۱۱: شکل طیف های برشنایدر و جانسوآپ در طول های متفاوت حوزه ی بادگیر [۳۳]..... ٦٥
شکل ۳-۱۲: شکل طیفهای جانسواپ و پیرسون موسکویچ ٦٦
شکل ۳-۱۳: تفاوت روش های تحلیل در حوزه ی فرکانس و تحلیل در حوزه ی زمان [۳۳]..... ٦٧
شکل ۳-۱٤ : انتقال انرژی از موج شکن شناور..... ٦٩
شکل ۳-۱٥: المان یک خط مهار ۷۱
شکل ٤-۱: یک نمونه موجشکن مورد استفاده در مرجع [۷] ۸۱
شکل ٤-۲: نمونه مدل شده موجشکن مورد استفاده در مرجع [۷] در نرم افزار ANSYS AQWA ۸۱
شکل ٤-۳: : مقایسه نتایج نرم افزار با نتایج مرجع [۷] برای موج شکن شناور با عرض ۲.٤ متر ۸۲
شکل ٤-٤: مقایسه نتایج نرم افزار با نتایج مرجع [۷] برای موج شکن شناور با عرض ٤.۸ متر ۸۲
شکل ٥-۱: تغییرات ضریب عبور موج برای پریود ۲ ثانیه و عرض های مختلف..... ۸۷
شکل ٥-۲: تغییرات ضریب عبور موج برای پریود ۲.٥ ثانیه و عرض های مختلف..... ۸۷
شکل ٥-۳: تغییرات ضریب عبور موج برای پریود ۳ ثانیه و عرض های مختلف..... ۸۸
شکل ٥-٤: تغییرات ضریب عبور موج برای پریود ۳.٥ ثانیه و عرض های مختلف..... ۸۸

شکل ۵-۵: تغییرات ضریب عبور موج برای پریود ٤ ثانیه و عرض های مختلف ۸۸
شکل ۵-٦ : تاثیر عرض سازه بر میزان عبور موج ۹۰
شکل ۵-۷: تغییرات ضریب عبور موج برای عرض ۲.٤ متر به ازای آبخورهای مختلف ۹۱
شکل ۵-۸: تغییرات ضریب عبور موج برای عرض ٤.۸ متر به ازای آبخورهای مختلف ۹۱
شکل ۵-۹: تغییرات ضریب عبور موج برای عرض ۷.۲ متر به ازای آبخورهای مختلف ۹۱
شکل ۵-۱۰: تغییرات ضریب عبور موج برای عرض ۹.٦ متر به ازای آبخورهای مختلف ۹۲
شکل ۵-۱۱: تغییرات ضریب عبور موج برای عرض ۱۲ متر به ازای آبخورهای مختلف ۹۲
شکل ۵-۱۲: تغییرات ضریب عبور موج نسبت به B/L به ازای آبخورهای مختلف برای عرض ۲.٤ متری موج شکن شناور ۹۳
شکل ۵-۱۳: تغییرات ضریب عبور موج نسبت به B/L به ازای آبخورهای مختلف برای عرض ٤.۸ متری موج شکن شناور ۹۳
شکل ۵-۱٤: تغییرات ضریب عبور موج نسبت به B/L به ازای آبخورهای مختلف برای عرض ۷.۲ متری موج شکن شناور ۹۳
شکل ۵-۱۵: تغییرات ضریب عبور موج نسبت به B/L به ازای آبخورهای مختلف برای عرض ۹.٦ متری موج شکن شناور ۹٤
شکل ۵-۱٦: تغییرات ضریب عبور موج نسبت به B/L به ازای آبخورهای مختلف برای عرض ۱۲ متری موج شکن شناور. ۹٤
شکل ۵-۱۷: تغیرات ارتفاع موج عبوری نسبت به موج برخوردی به ازای پریودهای مختلف برای عرض ۲.٤ متری ۹۵
شکل ۵-۱۸: تغیرات ارتفاع موج عبوری نسبت به موج برخوردی به ازای پریودهای مختلف برای عرض ٤.۸ متری ۹۵
شکل ۵-۱۹: تغیرات ارتفاع موج عبوری نسبت به موج برخوردی به ازای پریودهای مختلف برای عرض ۷.۲ متری ۹۵
شکل ۵-۲۰: تغیرات ارتفاع موج عبوری نسبت به موج برخوردی به ازای پریودهای مختلف برای عرض ۹.٦ متری ۹٦
شکل ۵-۲۱: تغیرات ارتفاع موج عبوری نسبت به موج برخوردی به ازای پریودهای مختلف برای عرض ۱۲ متری ۹٦
شکل ۵-۲۳ : تاثیر پریود و طول موج برخوردی میزان عبور موج ۹۷
شکل ۵-۲٤: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج برای عرض های مختلف به ازای پریود ۲ ثانیه ۹۷
شکل ۵-۲۵: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج برای عرض های مختلف به ازای پریود ۲.۵ ثانیه ۹۸
شکل ۵-۲٦: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج برای عرض های مختلف به ازای پریود ۳ ثانیه ۹۸
شکل ۵-۲۷: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج برای عرض های مختلف به ازای پریود ۳.۵ ثانیه ۹۸
شکل ۵-۲۸: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج برای عرض های مختلف به ازای پریود ٤ ثانیه ۹۹
شکل ۵-۲۹: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج به ازای پریود های مختلف برای عرض ۲.٤ متری ۹۹
شکل ۵-۳۰: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج به ازای پریود های مختلف برای عرض ٤.۸ متری ۱۰۰
شکل ۵-۳۱: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج به ازای پریود های مختلف برای عرض ۷.۲ متری ۱۰۰

شکل ۵-۳۲: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج به ازای پریود های مختلف برای عرض ۹.٦ متری..... ۱۰۰
شکل ۵-۳۳: تغییرات ضریب عبور موج بر حسب تیزی موج به ازای پریود های مختلف برای عرض ۱۲ متری ۱۰۱
شکل ۵-۳٤ : تغییرات ضریب عبور موج برای طیف JONSWAP و P-M به ازای عرض ۲.٤ متر..... ۱۰۲
شکل ۵-۳۵: تغییرات ضریب عبور موج برای طیف JONSWAP و P-M به ازای عرض ٤.۸ متر..... ۱۰۲
شکل ۵-۳٦: تغییرات ضریب عبور موج برای طیف JONSWAP و P-M به ازای عرض ۷.۲ متر..... ۱۰۲
شکل ۵-۳۷: تغییرات ضریب عبور موج برای طیف JONSWAP و P-M به ازای عرض ۹.٦ متر..... ۱۰۳
شکل ۵-۳۸ : تغییرات ضریب عبور موج برای طیف JONSWAP و P-M به ازای عرض ۱۲ متر..... ۱۰۳
شکل ۵-۳۹: مهاربندی نوع اول (C1)..... ۱۰٤
شکل ۵-٤۰ : مهاربندی نوع دوم (C2) ۱۰٤
شکل ۵-٤۱: مهاربندی نوع سوم (C3) ۱۰٤
شکل ۵-٤۲: تغییرات ضریب عبور موج برای C1، C2 و C3 به ازای عرض ۲.٤ متری..... ۱۰٤
شکل ۵-٤۳: تغییرات ضریب عبور موج برای C1، C2 و C3 به ازای عرض ٤.۸ متری ۱۰۵
شکل ۵-٤٤: تغییرات ضریب عبور موج برای C1، C2 و C3 به ازای عرض ۷.۲ متری ۱۰۵
شکل ۵-٤۵: تغییرات ضریب عبور موج برای C1، C2 و C3 به ازای عرض ۹.٦ متری..... ۱۰۵
شکل ۵-٤٦: تغییرات ضریب عبور موج برای C1، C2 و C3 به ازای عرض ۱۲ متری..... ۱۰٦

فصل ۱:

مقدمه و اهداف

۱-۱- مقدمه

از آنجایی که درصد قابل توجهی از جمعیت جهان در مناطق ساحلی پراکنده شده اند و از لحاظ اقتصادی وابستگی زیادی به دریا دارند ، ضرورت ایجاد منطقه ای آرام و محافظت شده در برابر پدیده های دریایی از قبیل موج و طوفان برای پهلوگیری شناورها وسایر فعالیت های مرتبط با دریا مطرح می شود[۱]. یکی از روش های حفاظت از سواحل به منظور جلوگیری از حمله موج و فرسایش ساحل و یا ایجاد محیطی آرام در محدوده ای از دریا، استفاده از موج شکن شناور است. موج شکن های شناور به عنوان جایگزینی مناسب و اقتصادی برای موج شکن های سنتی بویژه در بنادر ماهیگیری، بنادر بازسازی شده و بنادر تفریحی با توجه به هزینه سنگین موج شکن های ثابت و نیز مدت زمان طولانی اجرای آنها مطرح می باشند[۲].

موج‌شکن های شناور زمانی کاربرد اصلی خود را نشان دادند که برای بعضی از مناطق ساحلی با عمق زیاد احتیاج به محافظت در مقابل امواج در یک حد نسبی بود و احتیاج به محافظت صد در صد بوسیله موج‌شکن‌های سنتی نبود، در این مواقع هزینه ساخت موج‌شکن‌های ثابت با افزایش عمق با نرخ زیادی افزایش می یافت و با توجه به غیر اقتصادی بودن طرح های سنتی، موج‌شکن‌های شناور مورد بررسی قرار گرفتند.

یکی از معمول ترین انواع موج شکن های شناور که عملکرد ثابت شده و موثری دارد نوع پانتونی است[۳]. موج شکن شناور پانتونی سازه ای شناور و منشوری است که با سیستم مهاری در کف دریا ثابت شده است.

کاربرد عمده موج شکن های شناور در استهلاک انرژی امواج می باشد. موج شکن های شناور مشابه سایر موج شکن ها، انرژی موج را با کاهش ارتفاع موج در سمت دریا کاهش داده و باعث حفاظت محدوده سمت ساحل می شوند. در برخورد موج با سازه، بخشی از موج بازتاب شده، قسمتی در اثر آشفتگی و شکست مستهلک شده و به انواع دیگری از انرژی تبدیل می شود و بخشی نیز از سازه عبور می کند. ارتفاع موج عبوری به عنوان معیاری برای تخمین عملکرد موج شکن شناور به کار می رود، به این ترتیب که ارتفاع موج عبوری به ارتفاع موج تابشی پارامتر هیدرولیکی ضریب عبور موج است که تعیین کننده عملکرد و راندمان سازه می باشد.

در سال های اخیر استفاده از این موج شکن ها مورد توجه زیادی قرار گرفته است زیرا که در مقایسه با موج شکن های ثابت از مزایای بیشتری برخوردار هستند. موج شکن های شناور نسبت به موج شکن های ثابت دارای مزایای زیر می باشد:

۱- اقتصادی بودن هزینه ساخت که این مورد با افزایش عمق آب محسوس تر است.

۲- از آنجایی که بدنه موج شکن ها، مهارها و لنگر ها در کارخانه ساخته می شوند از این رو دارای کیفیت و قابلیت اعتماد بالایی هستند. از این رو این سازه ها نسبت به سازه هایی که در روی زمین ساخته می شوند، معمولا طول عمر بیشتری دارند، این شناورها دارای طول عمر مفید ۱۰۰ سال می باشند، بنابراین یکی از دلایل اصلی استفاده از این سازه ها می تواند طول عمر مفید زیاد آنها باشد.

۳- در مناطقی که بستر دارای شرایط ژئوتکنیکی نامناسب باشد ، یک سازه عظیم مانند موج‌شکن معمولی باعث

ایجاد فشار زیادی روی بستر می شود که مشکلاتی نظیر نشست زیاد خاک بستر را در پی دارد، لذا استفاده از موج-شکن شناور یک راه حل مناسب می تواند باشد.

۴- مناطقی که دارای تغییرات مورفولوژیک و رسوب گذاری های شدید باشند استفاده از موج‌شکن شناور می تواند یک راه حل مناسب باشد.

۵- مناطقی که دارای تغییرات جزرومدی قابل ملاحظه اند. موج‌شکن شناور قابلیت وفق شدن با تغییرات جزر ومدی و عمق آب دریا را دارا می باشد.

۶- برای حفاظت از حیات دریا و نگهداری از سیستم زیست محیطی ، موج شکن های شناور در چرخه آب، انتقال رسوبات و مهاجرت ماهی ها حداقل دخالت را دارند و از این لحاظ از موج شکن های معمولی بهتر هستند.

۷- در مواردی که شیب کف دریا زیاد باشد، استفاده از موج‌شکن سنتی از لحاظ هزینه ساخت غیر اقتصادی می باشد، لذا استفاده از موج‌شکن شناور یک راه حل مناسب می تواند باشد.

۸- تغییر و تبدیل و انتقال این شناورها آسان است، شناورهای پانتونی از تعدادی المانهای شناور مجزا که به هم متصل شده اند ساخته شده است. چنانچه نیاز داشته باشد می توان شناور را با جدا کردن المانها از هم و یدک کشیدن آنها، به مکانی که مورد نیاز است منتقل نمود و حتی میتوان با اتصال المانهای دیگر، ترکیب بندی جدیدی را بوجود آورد.

۹- برای ساخت موج شکن ها ی شناور مدت زمان کمتری نسبت به موج شکن ثابت نیاز می باشد.

موج شکن های شناور نسبت به موج شکن های ثابت دارای معایب زیر می باشند:

۱- این نوع از موج شکن ها در مقایسه با موج شکن های ثابت نیاز به تعمیر و نگهداری بیشتری دارد.

۲- احتمال صدمه دیدگی و خراب شدن سازه و مهارها در مواجه با طوفان زیاد می باشد.

۳- این نوع از موج شکن ها در امواج بلند راندمان بالایی ندارد و تقریبا بی اثر می باشد، یک حد بالا برای پریود امواج،۴ تا ۶ ثانیه می باشد و بیشتر موج شکن ها برای پریودهای زیر ۴ ثانیه ساخته می شوند.

۱-۲- هدف پژوهش

هدف از پژوهش حاضر بررسی عملکرد موج شکن شناور پانتونی تحت اثر پارامترهای هندسی و پارامترهای هیدرودینامیکی مختلف می باشد.

با شناخت کافی از پارامترهای مهم و موثر در موج شکن های شناور پانتونی می توان میزان حساسیت راندمان موج‌شکن شناور را با توجه به این پارامترها در طراحی های بهینه مورد استفاده قرار داد.

۱-۳- ضرورت انجام تحقیق

با توجه به مروری که بر روی برخی از تحقیقاتی که تا به حال در مورد موجشکن‌های شناور انجام شده است، ملاحظه می شود که بیشتر تحقیقات انجام شده در زمینه راندمان موجشکن‌های شناور به صورت کارهای آزمایشگاهی بوده است، لذا در تحقیق حاضر سعی شده است علاوه بر بررسی راندمان موجشکن با نرم افزار، به ارزیابی تاثیر پارامترهای مختلف بر روی راندمان موجشکن شناور پرداخته شود، این پارامترها شامل پارامترهای سازه ای نظیر ابعاد موجشکن و پارامترهای هیدرودینامیکی نظیر ارتفاع و پریود موج می باشد.

اطلاعات و تجربیات عملی ناچیز در زمینه طراحی و اجرای موجشکن‌های شناور از یک سو و ظرفیت بالای کشور به خاطر وجود هزاران کیلومتر مرز آبی و لزوم رشد و توسعه حمل و نقل و صنایع دریایی و ایجاد مناطق جذب توریست و بنادر تفریحی از سوی دیگر، لزوم و اهمیت تحقیق و مطالعه در مورد موجشکن‌های شناور را روشن می‌سازد.

۱-۴- روش انجام تحقیق

تحلیل مسائل هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی توسط نرم افزار ANSYS AQWA انجام می گیرد.

نرم افزار ANSYS AQWA قابلیت مدلسازی انواع سازه های شناور، تعیین نیروهای هیدرواستاتیکی و هیدرودینامیکی وارد بر بدنه های شناور، تعیین تراز سطح آب (تعیین ارتفاع موج عبوری)، پاسخ ها در جهات مختلف و ... را داراست.

روند انجام کار به این صورت است که ابتدا با توجه به نیازمندی های لازم ابعاد کلی موجشکن شناور انتخاب می شود، بعد از مشخص شدن ابعاد کلی موجشکن شناور، مدلسازی موجشکن شناور انجام می شود و پس از آن تاثیر پارامترهای مختلف سازه ای (مانند ابعاد موجشکن شناور) و پارامترهای هیدرودینامیکی (مانند ارتفاع و پریود موج تابشی) بر راندمان موجشکن شناور مورد بررسی قرار می‌گیرد.