

بسم الله الرحمن الرحيم

اصول طراحی

موج شکن ها

گردآوری و تالیف:

محسن خسروی بابایی

علی اصغر گلشنی

اکبر قانع اردکانی

امیر ارسلان کرمی متین

عنوان و نام پدیدآوران : اصول طراحی موج شکن ها/ گردآوری و تألیف: محسن خسروی بابادی، ... [و دیگران]؛

[به سفارش] سازمان صنایع دریایی.

متخصصان نشر : تهران: گلشنج، ۱۳۹۶

متخصصان ظاهری : ۴۸۴ ص؛

شابک : ۹۷۸-۶۰۰-۹۷۰۰۳-۶-۳

وضعیت فهرست نویسی : فیا

یادداشت : گردآوری و تألیف: محسن خسروی بابادی، علی اصغر گلشنی، اکبر قانع اردکانی، امیر

ارسلان کرمی متین،

یادداشت : کتابنامه

یادداشت : واژه نامه

موضوع : موج شکن ها-- سازه های دریایی-- طرح و ساختمان

موضوع : Breakwaters -- Offshore structures-- Design and construction

شناسه افزوده : خسروی بابادی، محسن، ۱۳۵۱ -

شناسه افزوده : سازمان صنایع دریایی

رده بندی کنگره : ۱۳۹۶ الف/ ۳۳۳ TC

رده بندی دیویی : ۶۰۷

شماره کتابشناسی ملی : ۶۰۷

اصول طراحی موج شکن ها

محسن خسروی بابادی، علی اصغر گلشنی،

اکبر قانع اردکانی، امیر ارسلان کرمی متین

ناشر: گلشنج

چاپ اول

۱۰۰۰ نسخه

۱۳۹۶ ه. ش.

قیمت: ۳۲۰،۰۰۰ ریال



پست الکترونیک:

nashrgolsanj@gmail.com

تلفکس: ۰۲۱۲۶۷۵۰۸۲۸ - موبایل: ۰۹۱۲۰۷۲۷۴۰۶

تلگرام: <https://t.me/GOLSANJ>



کلیه حقوق و تکالیف این اثر متعلق به سازمان صنایع دریایی است.

پیش‌گفتار

شایط و تحولات سریع در دنیای امروز، چالش‌های فراوانی را بر سر راه توسعه همه سازمان‌ها قرار داده است. با توجه به رشد فزاینده‌ی علم و فناوری در دنیا، به نظر می‌رسد جایگاه پژوهش روز به روز برجسته‌تر می‌شود. هرچه سیستم‌ها به سمت پیچیدگی بیشتر می‌روند نقش اطلاعات و دانش مرتبط، کلیدی‌تر و حیاتی‌تر می‌شود. به طوری که ثبت و انتشار دانش همگام با اکتساب فناوری‌های مورد نیاز در چرخه‌های تحقیق توسعه و پژوهش‌های سازمانی از اهمیت فراوانی برخوردار شده است.

سازمان صنایع دریایی در چارچوب وظایف سازمانی خود در حوزه مدیریت دانش می‌کوشد تا نتایج پژوهش‌های علمی چند ساله محققان و پژوهشگران رانای این سازمان و نیز کتب اصلی دانش‌های مرتبط با فعالیت سازمان را بر اساس اولویت‌های تعیین شده در قالب کتاب‌های تخصصی چاپ و منتشر کند تا قابلیت بهره‌برداری بیشتر و بهتر آن‌ها فراهم گردد. کتاب حاضر حاصل تلاش و همت جمعی همکارانمان در دفاتر طراحی و مراکز توسعه فناوری سازمان می‌باشد. امیدوارم ثمره این تلاش برای همه محققان این حوزه مفید واقع شود.

رییس سازمان صنایع دریایی
دربادار مهندس امیر رستگاری

سخن به بسندگان

مناطق ساحلی هر کشور جزء منابع ارزشمند ملی آن بوده و اهمیت ویژه‌ای از نظر توسعه اقتصادی، ارتباطات ملی و بین‌المللی دارد. امروزه حدود ۹۰ درصد مبادلات تجاری جهان از طریق دریا صورت می‌گیرد و همین دلیل نقش بنادر در این خصوص بسیار حائز اهمیت است. یک بندر از قسمت‌های مجزایی تشکیل می‌شود که هر یک دارای وظایف مستقلی هستند. یکی از قسمت‌های مهم بندر، موج‌شکن‌ها می‌باشند. موج‌شکن‌ها سازه‌هایی هستند که با محافظت از ناحیه جان پناه خود در برابر امواج و جریان‌های ساحلی، کمک‌ناپذیر به آرامش آب برای لنگراندازی و مهاربندی شناورهای مختلف ایجاد می‌نمایند. موج‌شکن‌ها از جمله سازه‌هایی هستند که دارای قدمت طولانی بوده و تاریخ ساخت آنها به ۴ تا ۵ هزار سال پیش باز می‌گردد. موج‌شکن‌ها یکی از عظیم‌ترین سازه‌های ساخت بشر به شمار آمده و اجرای آن منوط به همراهی عوامل متعددی از جمله سرمایه‌گذاری اقتصادی وسیع، نیروهای انسانی متخصص، زمان و انرژی می‌باشد. موج‌شکن‌ها از جنبه‌های گوناگون تقسیم‌بندی شده و به لحاظ سازه‌ای، مصالح مورد استفاده، موقعیت قرارگیری نسبت به هم و آرایش در دسته‌های مختلف جای می‌گیرند.

طراحی و اجرای سازه‌های دریایی از مطالبی است که در دوره‌های کارشناسی ارشد و دکتری با هدف آشنایی دانشجویان با اصول اجرا و مبانی طراحی سازه‌های دریایی از جمله سازه‌های ساحلی قرار داده شده‌اند. از طرف دیگر منبع مناسبی که بتواند اصول اجرا و طراحی موج‌شکن‌ها را پوشش دهد، وجود ندارد. لذا تالیف و انتشار چنین منبعی ضروری به نظر می‌رسد.

مطالب این کتاب با هدف استفاده‌ی دانشجویان کارشناسی ارشد و دکتری سازه‌های دریایی و مهندسان و طراحان این حوزه تدوین گردیده است. تالیف این کتاب با این پیش فرض صورت گرفته است که استفاده کنندگان آشنایی لازم با علم مکانیک سیالات، اصول و مبانی خاک، هیدرولیک دریا و مبانی مدل سازی عددی را دارند. کتاب حاضر در ده فصل به رشته تحریر درآمده است که فصل اول شامل معرفی انواع موج شکن‌ها و ویژگی‌های آنها و فصل دوم مربوط به موج شکن‌های نوین است. در فصل اول طیف وسیعی از موج شکن‌های مختلف بیان گردیده و ویژگی‌های کامل آنها ذکر شده است. فصل دوم به موج شکن‌های نوین که شامل موج شکن‌های شیاردار/ حفره دار و ریف بال می‌باشد، پرداخته است. فصل سوم به آینده نگری در طرح و اجرای موج شکن‌ها اختصاص دارد و شامل سه ایده جدید در حوزه طراحی و اجرای این سازه‌ها می‌باشد که این ایده‌ها پتانسیل بالایی در ایجاد تحول در زمینه اجرای طراحی موج شکن‌ها دارند. بحث آیین‌نامه‌ها و دستورالعمل‌های طراحی سازه‌های ساحلی در فصل چهارم گنجانده شده است. فصل پنجم به اصول نوین طراحی موج شکن‌ها اشاره شده که اخیراً برای مدلهای این سازه‌ها ابداع و اجرا می‌شود. در فصل ششم اثرات زلزله بر ساختار موج شکن‌ها ارائه گردیده و به طول ویژه به اثرات روانگرایی ناشی از زلزله در موج شکن‌ها پرداخته شده است. در فصل هفتم به روش‌های مقاوم سازی و راهکارهای مقاوم سازی موج شکن‌ها بیان شده و در آن مجموعه‌ای از روش‌های بهسازی خاک بر موج شکن‌ها و کاهش استعداد و پتانسیل روانگرایی ارائه شده است. در فصل هشتم به بررسی واکنش‌های هیدرودینامیکی موج شکن‌ها و اندرکنش بین امواج و این سازه‌ها اختصاص یافته است. فصل نهم و دهم به ترتیب مدل سازی عددی و مدل سازی فیزیکی مورد بحث قرار گرفته است.

فقطاً کتاب حاضر خالی از اشکال نیست. لذا از تمام اساتید و دانشجویان گرامی سازه‌های دریایی و صاحب نظران تقاضا می‌گردد که از ارائه پیشنهادهای ارزشمند و ارسال دیدگاه‌های خود جهت اصلاح و بهبود این کتاب در قالب دو صفحه‌ی آخر کتاب، دریغ ننمایند.

محسن خسروی بابادی

اکبر قانع اردکانی

امیر ارسلان کومی متین

علی اصغر گلشنی

فهرست

فصل ۱: معرفی موج ها و ویژگی آنها.....	۱۵
۱-۱ انواع موج شکن ها.....	۱۷
۲-۱ تقسیم بندی انواع موج شکن ها.....	۲۰
۱-۲-۱ موج شکن های توده سنگی (خرد سنگی).....	۲۰
۱-۲-۱-۱ موج شکن های توده سنگی ستر.....	۲۳
۲-۱-۲-۱ موج شکن های شکل پذیر.....	۴۱
۳-۱-۲-۱ موج شکن های سکویی.....	۴۳
۲-۲-۱ موج شکن های قائم.....	۴۹
۱-۲-۲-۱ موج شکن قائم مشبك.....	۵۴
۲-۲-۲-۱ موج شکن بلوکی.....	۵۶
۳-۲-۲-۱ موج شکن کیسونی و مرکب.....	۵۷
۳-۲-۱ موج شکن های شناور.....	۶۳
۱-۳-۲-۱ تارینچه موج شکن شناور.....	۶۴
۲-۳-۲-۱ محاسن و معایب موج شکن شناور.....	۶۶
۳-۳-۲-۱ انواع موج شکن های شناور.....	۷۰
۱-۲-۴ موج شکن های شناور منعكس كننده یا انعكاسی.....	۷۸
۵-۲-۱ موج شکن های متحرك یا جابه جا شونده.....	۸۲
۶-۲-۱ موج شکن های شناور شب دار.....	۸۳
۷-۲-۱ موج شکن های شناور چوبی.....	۸۴

۸۴	۸-۲-۱ کشتی ها و بارج ها (دوبه ها).....
۸۵	۹-۲-۱ موج شکن های تایر لاستیکی
۸۶	۱-۹-۲-۱ مزایا و معایب موج شکن های تایر لاستیکی
۸۶	۲-۹-۲-۱ موج شکن Wave Maze یا ماریچی
۸۷	۱-۲-۹-۳ موج شکن شناور Goodyear
۹۰	۱-۲-۹-۴ موج شکن pole-tire
۹۱	۵-۹-۲-۱ مقایسه اقتصادی موج شکن های تایر لاستیکی
۹۲	۶-۹-۲-۱ مکان سنجی استفاده از موج شکن تایر لاستیکی در سواحل ایران
۹۳	۱-۲-۱ موج شکن کاتاماران
۹۴	۱۱-۲-۱ موج شکن شاور ترمز موج
۹۵	۱۲-۲-۱ جانمایر موج شکن شناور
۹۶	۱۳-۲-۱ سطوح مختلف ترمز برای اجرای موج شکن شناور در کشور
۹۷	۱۴-۲-۱ امکان سنجی استفاده از موج شکن شناور در ایران
۹۷	۱۵-۲-۱ موج شکن های پنوماتیکی
۹۹	۱۶-۲-۱ موج شکن هیدرولیکی
۹۹	۱۷-۲-۱ موج شکن دیواره غشایی با پایه دار
۱۰۰	۱۸-۲-۱ موج شکن شمعی
۱۰۱	۱۹-۲-۱ موج شکن لوله ای
۱۰۱	۲۰-۲-۱ موج شکن های فراساحلی یا دور از ساحل
۱۰۲	۲۱-۲-۱ کاربردها و محدودیت های موج شکن های دور از ساحل
۱۰۴	۲۲-۲-۱ انواع موج شکن های فراساحلی
۱۰۷	۲۳-۲-۱ طراحی و اجرای موج شکن های فراساحلی
۱۱۱	۲۴-۲-۱ موج شکن مستغرق
۱۱۴	۲۵-۲-۱ موج شکن پشته ای با تاج کوتاه
۱۱۶	۲۶-۲-۱ مقایسه انواع موج شکن های متداول و هزینه احداث آنها
۱۱۷	۳-۱ مراجع فصل اول
۱۲۳	فصل ۲: موج شکن های نوین
۱۲۵	۱-۲ مقدمه

۲-۲	موج شکن های نفوذپذیر حفره دار / شیار دار	۱۲۵
۳-۲	ریف بال	۱۴۰
۴-۲	توب صخره ای یا ریف بال چیست؟	۱۴۰
۵-۲	ریف بال و مزایای محیط زیستی	۱۴۱
۵-۲-۱	ایجاد زیستگاه برای ماهی ها و مرجان های دریایی	۱۴۱
۵-۲-۲	بازسازی صخره های مرجانی	۱۴۲
۵-۲-۳	توب صخره ای به عنوان محافظ درخت خرا برای تثبیت نوار ساحلی	۱۴۳
۵-۲-۴	پایان و اشاعه مرجان های آسیب دیده	۱۴۴
۶-۲	وجود شبه های تفریحی و گردشگری	۱۴۶
۷-۲	تثبیت خط ساحلی	۱۴۶
۸-۲	اجرای ریف بال	۱۵۳
۸-۲-۱	پایداری ریف بال و آتش گگی	۱۵۶
۹-۲	آرمور Xbloc	۱۵۷
۹-۲-۱	بلوک های توخالی با چینش منظم (I)	۱۵۸
۹-۲-۲	آرمورهای دولایه با چینش تصادفی (I, II)	۱۵۹
۹-۲-۳	آرمور تک لایه با چینش تصادفی (V, V)	۱۶۰
۹-۲-۴	مکعب های تک لایه	۱۶۳
۹-۲-۵	توسعه آرمور Xbloc	۱۶۳
۹-۲-۱۰	نتایج آزمایش مقدماتی	۱۶۵
۹-۲-۲۰	تولید و اجرای آرمور Xbloc	۱۶۶
۱۰-۲	موج شکن صندوقه ای حفره دار پر شده با خورده سنگ	۱۶۷
۱۱-۲	مراجع فصل دوم	۱۷۱
۱۲۵	فصل ۳: آینده نگری در طرح و روش های اجرا	
۱۷۷	۱-۳ مقدمه	
۱۸۰	۲-۳ موج شکن سکویی بدون فیلتر (موج شکن سکویی با هسته و آرمور)	
۱۸۲	۲-۳-۱ پارامترهای مورد مطالعه برای بررسی وجود لایه فیلتر	
۱۸۴	۳-۳ موج شکن سکویی با آرمور بتنی	
۱۸۵	۳-۳-۱ تاریخچه آرمور بتنی	

۱۸۷	۲-۳-۳ معرفی انواع آرمورهای بتنی
۱۸۷	۱-۲-۳-۳ آرمور تراپاد
۱۸۹	۲-۲-۳-۳ آرمور دالاس
۱۹۰	۳-۲-۳-۳ آرمور آنتی فر
۱۹۲	۴-۲-۳-۳ آرمور آکروپاد
۱۹۴	۵-۲-۳-۳ آرمور کرلاک
۱۹۶	۶-۲-۳-۳ Xbloc
۱۹۹	۳-۳-۳ نوآوری آرمور بتنی مورد استفاده در موج شکن سکویی
۲۰۰	۴-۳ به ری، یک بستر موج شکن‌ها با نانو مواد
۲۰۱	۱-۴-۳ فناوری نانو
۲۰۲	۲-۴-۳ نانو مواد روش تولید آن
۲۰۳	۱-۲-۴-۳ روش آسیب پذیری
۲۰۵	۳-۴-۳ کاربرد نانو ذرات
۲۰۶	۱-۳-۴-۳ نانو ذرات متداول برای بهسازی خاک بستر سازه‌ها
۲۱۱	۴-۴-۳ نتیجه گیری و جمع بندی بحث
۲۱۳	۵-۳ نتیجه گیری از آینده نگری در موج شکن‌ها و جمع بندی
۲۱۴	۶-۳ مراجع فصل سوم
۲۱۵	فصل ۴: آیین نامه‌ها و دستورالعمل‌های طراحی سازه‌های ساحلی
۲۱۷	۱-۴ روح حاکم بر یک دستورالعمل طراحی
۲۱۸	۲-۴ ساختار کلی یک دستورالعمل طراحی اینیه
۲۱۹	۳-۴ ملزومات اصلی یک دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی
۲۲۰	۴-۴ مبانی و ضرورت انتخاب یک دستورالعمل مبنا
۲۲۱	۵-۴ بررسی اجمالی آیین نامه‌های مختلف دریایی و انتخاب آیین نامه مبنا
۲۲۲	۶-۴ آیین نامه‌های دریایی آمریکا
۲۲۴	۷-۴ آیین نامه دریایی انگلیس
۲۲۶	۸-۴ آیین نامه طراحی سازه‌های ساحلی ژاپن ۲۰۰۲
۲۲۸	۹-۴ آیین نامه طراحی سازه‌های ساحلی ژاپن ۲۰۰۹
۲۳۰	۱۰-۴ سایر آیین نامه‌های دریایی

۲۳۱.....	۱۱-۴ دستورالعمل طراحی سازه‌های ساحلی ایران
۲۳۲.....	۱-۱۱-۴ جانمایی موج‌شکن
۲۳۳.....	۲-۱۱-۴ شرایط طراحی موج‌شکن
۲۳۴.....	۱۲-۴ مراجع فصل چهارم
۲۳۵.....	فصل ۵: اصول نوین طراحی موج‌شکن‌ها
۲۳۷.....	۱-۵ مقدمه
۲۳۸.....	۲-۵ جانمایی موج‌شکن‌ها و عوامل موثر بر آن
۲۴۲.....	۳-۵ معیارهای حاکم در طراحی موج‌شکن‌های توده‌سنگی
۲۴۲.....	۱-۳-۵ معیارهای حیطی
۲۴۳.....	۲-۳-۵ معیارهای سازه‌ای
۲۴۴.....	۱-۲-۳-۵ معیارهای بازه‌ای مربوط به موج
۲۴۴.....	۲-۲-۳-۵ معیارهای سازه‌ای مربوط به سنگ
۲۴۵.....	۳-۲-۳-۵ معیارهای سازه‌ای مربوط به مقطع عرضی
۲۴۵.....	۴-۲-۳-۵ معیارهای سازه‌ای مرتبط با راکتور سازه
۲۴۶.....	۳-۳-۵ معیارهای هیدرولیکی
۲۴۶.....	۴-۵ طراحی هندسی موج‌شکن توده‌سنگی
۲۴۷.....	۱-۴-۵ ارتفاع تاج
۲۴۷.....	۲-۴-۵ عرض تاج
۲۴۸.....	۳-۴-۵ وجود روسازه برای موج‌شکن توده‌سنگی
۲۵۰.....	۴-۴-۵ ضخامت لایه آرمور و فیلتر
۲۵۲.....	۵-۴-۵ پهنه و مشخصات آن
۲۵۳.....	۶-۴-۵ هد یا پوزه
۲۵۵.....	۵-۵ طراحی موج‌شکن سکویی
۲۵۵.....	۱-۵-۵ تعیین پارامترهای مربوط به مشخصات امواج و تراز آب
۲۵۵.....	۲-۵-۵ حالات حدی طراحی
۲۵۶.....	۱-۲-۵-۵ حالت حدی نهایی (UIS)
۲۵۷.....	۳-۵-۵ مشخصات هندسی موج‌شکن سکویی
۲۶۳.....	۶-۵ وزن مصالح لایه آرمور و لایه‌های زیرین

۲۶۴	۷-۵ مراجع فصل پنجم
۲۶۵	فصل ۶: اثرات زلزله بر ساختار موج شکن ها
۲۶۷	۱-۶ زلزله در سازه های دریایی
۲۷۱	۲-۶ عوامل تخریب موج شکن ها
۲۷۲	۱-۲-۶ اثرات زلزله در موج شکن ها
۲۷۶	۳-۶ مقایسه نیروهای امواج و زلزله در موج شکن ها
۲۷۷	۴-۶ پدیده روانگرایی
۲۷۹	۱-۴-۶ تار خچه روانگرایی
۲۸۰	۲-۴-۶ زرمه ها از سوابق وقوع روانگرایی
۲۸۴	۵-۶ اثرات روانگرایی در موج شکن ها
۲۸۴	۱-۵-۶ جوشش ماسه
۲۸۵	۲-۵-۶ افت ظرفیت باریک نشست موج شکن
۲۸۶	۶-۶ روانگرایی ناشی از امواج در موج شکن ها
۲۸۸	۷-۶ مراجع فصل ششم
۲۸۹	فصل ۷: بهینه سازی و مقاوم سازی موج شکن ها در برابر زلزله
۲۹۱	۱-۷ مقدمه
۲۹۲	۲-۷ روش های پیش بینی روانگرایی
۲۹۳	۱-۲-۷ پیش بینی روانگرایی بر اساس دانه بندی و نتایج PT
۲۹۳	۱-۲-۷ دانه بندی
۲۹۵	۷-۲-۱-۲ آزمایش نفوذ استاندارد SPT
۲۹۸	۲-۲-۷ پیش بینی روانگرایی بر اساس نتایج آزمایش سه محوری سیکلیک
۳۰۰	۳-۷ راهکارهای مقابله با روانگرایی
۳۰۰	۱-۳-۷ بهسازی خاک
۳۰۳	۱-۳-۷ اصلاح هیدرولیکی یا روش های زهکشی
۳۰۷	۲-۳-۷ اصلاح فیزیکی و شیمیایی
۳۳۴	۳-۱-۳-۷ اصلاح مکانیکی خاک
۳۵۰	۴-۱-۳-۷ تلیج خاک
۳۵۴	۵-۱-۳-۷ جایگزینی

۳۵۷.....	۴-۷ نتیجه گیری.....
۳۵۸.....	۵-۷ مراجع فصل هفتم.....
۳۵۹.....	فصل ۸: واکنش‌های هیدرودینامیکی موج‌شکن‌ها.....
۳۶۱.....	۱-۸ واکنش‌های هیدرولیکی مرتبط با امواج.....
۳۶۲.....	۱-۱-۸ تعاریف و پارامترهای حاکم.....
۳۶۷.....	۲-۸ بالاروی موج.....
۳۶۹.....	۱-۲-۸ شب‌های صیقلی.....
۳۷۰.....	۸-۲-۲ سطوح شیب‌دار زیر.....
۳۷۱.....	۱-۲-۲-۸ سطوح شیب‌دار زیر-ضرایب تصحیح.....
۳۷۲.....	۲-۲-۲-۸ سطوح شیب‌دار زرد-روش مستقیم.....
۳۷۳.....	۳-۸ پایین روی امواج.....
۳۷۴.....	۴-۸ روگذری موج.....
۳۷۶.....	۱-۴-۸ رویکرد مبنا.....
۳۷۷.....	۲-۴-۸ شب‌های صیقلی.....
۳۷۹.....	۵-۸ عبور موج.....
۳۸۰.....	۱-۵-۸ روش ساده شده پیش‌بینی.....
۳۸۲.....	۲-۵-۸ امواج کوچک و ارتفاع آزاد نسبتاً بزرگ.....
۳۸۳.....	۳-۵-۸ سازه‌های صیقلی دارای تاج کوتاه.....
۳۸۳.....	۶-۸ بازتاب موج.....
۳۸۶.....	۷-۸ مراجع فصل هشتم.....
۳۸۷.....	فصل ۹: مدل‌سازی عددی موج‌شکن‌ها.....
۳۸۹.....	۱-۹ کلیات مدل‌سازی عددی.....
۳۸۹.....	۱-۱-۹ طبقه‌بندی معادلات دیفرانسیل جزئی مرتبه دوم.....
۳۹۰.....	۲-۱-۹ مولفه‌های مدل‌سازی عددی.....
۳۹۱.....	۳-۱-۹ خصوصیات مشترک روش‌های عددی.....
۳۹۳.....	۴-۱-۹ روش تفاضل محدود.....
۳۹۳.....	۱-۴-۱-۹ گسسته‌سازی معادلات دیفرانسیلی.....
۳۹۵.....	۲-۴-۱-۹ شرایط مرزی.....

۳۹۵	۱-۳-۴ شرایط اولیه
۳۹۵	۱-۵ الگوهای حل صریح و ضمنی
۳۹۷	۲-۹ مطالعات مدل های عددی
۴۰۳	۳-۹ مراحل حل یک مسئله CFD
۴۰۴	۴-۹ معرفی نرم افزار FLOW-۳D
۴۰۴	۱-۴-۹ معادلات حاکم
۴۰۴	۱-۱-۴-۹ معادله پیوستگی
۴۰۵	۲-۱-۴-۹ ماده مومتموم یا اندازه حرکت (معادلات ناویر استوکس)
۴۰۶	۱-۱-۴-۹ مدل شفتگی
۴۰۹	۱-۴-۹ مدل سازی به فل سطح آزاد
۴۱۲	۲-۴-۹ شرایط مرزی
۴۱۳	۵-۹ بررسی عددی و آشپزی هیدرودینامیکی موج شکن های شیاردار
۴۱۴	۱-۵-۹ مشخصات مدل
۴۱۶	۲-۵-۹ ساخت هندسه مدل در نرم افزار
۴۱۷	۳-۵-۹ تعیین دامنه محاسباتی و شرایط
۴۲۰	۴-۵-۹ شبکه بندی و حساسیت سنجی مدل سری
۴۲۱	۱-۴-۵-۹ محاسبه پارامترهای موج
۴۲۳	۵-۵-۹ صحت سنجی مدل با داده های آزمایشگاهی
۴۲۷	۶-۵-۹ بررسی عملکرد مدل سازی عددی
۴۲۹	۶-۹ بررسی اثر شکل حفرات موج شکن حفره دار بر استهلاك انرژی امواج
۴۳۱	۱-۶-۹ صحت سنجی مدل
۴۳۳	۲-۶-۹ نتایج
۴۳۳	۱-۲-۶-۹ نتایج آنالیز موج شکن با دیواره تک
۴۳۹	۲-۲-۶-۹ نتایج آنالیز موج شکن با دیواره دوبل
۴۴۱	۷-۹ تحلیل سه بعدی اندرکنش غیرخطی موج و موج شکن قائم نفوذپذیر
۴۴۲	۸-۹ مراجع فصل نهم
۴۴۵	فصل ۱۰: مدل فیزیکی موج شکن ها
۴۴۷	۱-۱۰ مقدمه

۴۴۸.....	۲-۱۰ مدل و انواع آن
۴۴۸.....	۱-۲-۱۰ مدل‌های فیزیکی
۴۵۲.....	۲-۲-۱۰ مدل‌های ریاضی
۴۵۴.....	۳-۲-۱۰ مقایسه مدل فیزیکی و ریاضی
۴۵۶.....	۳-۱۰ نیروهای موثر در پدیده‌های هیدرولیکی و معادلات حاکم در قوانین مدل سازی
۴۵۷.....	۱-۳-۱۰ قانون فروود
۴۵۷.....	۴-۱۰ مدل‌های فیزیکی دریایی
۴۵۹.....	۱-۴-۱۰ مدل فیزیکی موج‌شکن‌ها
۴۶۲.....	۱-۴-۱-۱ تولید موج در مطالعه مدل فیزیکی موج‌شکن‌ها
۴۶۳.....	۲-۴-۱-۲ مدل آرموریشن
۴۶۴.....	۳-۴-۱-۳ برنامه انج، آزمایش‌ها و انتخاب پارامترها
۴۶۶.....	۵-۱-۵ یک نمونه از مدل‌های فیزیکی موج‌شکن‌ها
۴۶۶.....	۱-۵-۱۰ پایداری موج‌شکن‌های کوبیو، مدل پذیر
۴۷۰.....	۶-۱۰ مراجع فصل دهم
۴۷۱.....	واژه نامه انگلیسی به فارسی
۴۷۷.....	واژه نامه فارسی به انگلیسی