



مدل سازی عددی و فیزیکی در مهندسی سواحل (Numerical and Physical Modeling in Coastal Engineering)

www.ketab.ir

تألیف:

دکتر فرهود کلاته

(عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه تبریز)

دکتر علیرضا مجتهدی

(عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی عمران - دانشگاه تبریز)

تبریز - ۱۳۹۹

سرشناسه	کلاته، فرهود، ۱۳۵۴ -
عنوان و نام پدیدآور	مدل سازی عددی و فیزیکی در مهندسی سواحل (Numerical and Physical Modeling in Coastal Engineering)
مشخصات نشر	تبریز: دانشگاه تبریز، انتشارات، ۱۳۹۸.
مشخصات ظاهری	۲۸۸ ص.
فروست	انتشارات دانشگاه تبریز: ۷۷۴.
شابک	۴۸۰۰۰ ریال: 978-600-8864-76-9
وضعیت فهرست نویسی	فیفا
یادداشت	کتابنامه.
موضوع	مهندسی ساحل
موضوع	Coastal engineering
موضوع	هیدرولیک -- الگوهای ریاضی
موضوع	Hydraulics -- Mathematical models
موضوع	مهندسی ساحل -- الگوهای ریاضی
موضوع	Coastal engineering -- Mathematical models
شناسه افزوده	مجتهدی، علیرضا، ۱۳۵۷ -
شناسه افزوده	دانشگاه تبریز، انتشارات
رده بندی کنگره	۲۰۵TC
رده بندی دیویی	۵۸۴۳۷
شماره کتابشناسی ملی	۶۰۷۴۳۷

www.ketab.ir



انتشارات دانشگاه تبریز

مدل سازی عددی و فیزیکی در مهندسی سواحل

تألیف:	دکتر فرهود کلاته - دکتر علیرضا مجتهدی
ویراستاری ادبی:	دکتر اسدالله واحد
ناشر و فروست:	انتشارات دانشگاه تبریز: ۷۷۴
تاریخ و نوبت چاپ:	اردیبهشت ۱۴۰۰ - اول
شمارگان:	۵۰۰ نسخه
شابک:	۹۷۸-۶۰۰-۸۸۶۴-۷۶-۹
قیمت:	۴۸۰۰۰ ریال
سایت:	http://pprs.tabrizu.ac.ir
لیتوگرافی، چاپ و صحافی:	اداره چاپ دانشگاه تبریز

این اثر مشمول قانون حمایت از مولفان، مصنفان و هنرمندان مصوب ۱۳۴۸ است. هر شخص حقیقی یا حقوقی که تمام یا قسمتی از این اثر را بدون اجازه ناشر منتشر، پخش، عرضه، تکثیر یا تجدید چاپ نماید مورد پیگرد قانونی قرار خواهد گرفت.

نشانی: تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، دانشگاه تبریز - تلفن: ۰۴۱۳۳۹۲۶۵۵ و ۰۴۱۳۳۳۹۵۰۰۱
نماینده: ۰۴۱۳۳۳۹۴۱۱۹ آدرس پست الکترونیکی: publication@tabrizu.ac.ir

فهرست مطالب

دییاجه..... ۱۱

فصل اول: مدل سازی نظری خصوصیات تغییر شکل امواج

۱-۱- سواحل و نحوه تشکیل امواج ۱۳

۱-۱-۱- سیستم ساحلی ۱۴

۱-۱-۲- فضای ساحل ۱۵

۲-۱- رده بندی امواج ۱۵

۱-۲-۱- رده بندی براساس دوره تناوب ۱۶

۲-۲-۱- رده بندی فیزیکی امواج ۱۶

۳-۲-۱- مبانی پایه نظریه موج پتانسیل ۱۸

۱-۳-۲-۱- پخش موج بر روی یک بستر افقی ۱۸

۲-۳-۲-۱- سرعت گروهی ۲۰

۳-۱- مختصری در خصوص تئوری موج با دامنه کوچک ۲۱

۴-۱- امواج با دامنه محدود ۲۳

۱-۴-۱- امواج کوتاه ۲۴

۲-۴-۱- امواج بلند ۲۶

۵-۱- حل عددی مدل موج بلند ۲۷

۵-۱- انتشار امواج خطی و یا غیر خطی در عمق ثابت ۳۰

- ۱-۲-۵-۲ انتشار موج به همراه خیز آب (پشته شدن موج) در امتداد بستر شیب دار ۳۴
- ۱-۳-۵-۳ انعکاس نسبی امواج بلند در طی شکست موج غوطه ور (Shoal) ۳۵
- ۱-۶-۱ تغییر شکل موج در نزدیکی ساحل ۳۷
- ۱-۶-۱-۱ اثرات پشته شدن موج ۳۸
- ۱-۶-۲-۱ شکست موج در آب با عمق متوسط ۳۹
- ۱-۳-۶-۱ شکست موج در نزدیکی ساحل ۵۳
- ۱-۶-۴-۱ استهلاک انرژی موج در اثر اصطکاک ناشی از بستر ۵۴
- ۱-۷-۱ تنش تشعشی ۵۶
- ۱-۸-۱ امواج ناشی از باد ۶۱
- ۱-۱۸-۱ پیش بینی موج بر اساس اطلاعات باد ۶۱
- ۱-۲۸-۱ آنالیز احتمالاتی امواج ایجاد شده توسط باد ۶۴

فصل دوم: مدل های ریاضی جریان ساحلی و انتقال آلودگی

- ۱-۱-۲ تعریف فرم عمومی مدل ۷۱
- ۲-۲-۲ مدل های ریاضی امواج بلند مؤثر در جریان ساحلی (مدل های جذر و مد) ۷۹
- ۲-۲-۲-۱ فرمول بندی بر حسب سرعت های متوسط در عمق ۷۹
- ۲-۲-۲-۲ روش حل عددی مدل افقی دوبعدی با استفاده از روش تفاضلات محدود صریح ۸۰
- ۲-۲-۳-۲ مدل جریان یک بعدی در کانالی با مقطع عرضی متغیر ۹۰
- ۲-۲-۴-۲ مدل خطی شده برای موج بلند ناشی از جریان های ساحلی ۹۶
- ۳-۲-۳-۲ جریان ناشی از باد ۱۰۱
- ۴-۲-۴-۲ جریان ناشی از موج ۱۰۹
- ۵-۲-۵-۲ جریان چگال (جریان لایه ای) ۱۱۸
- ۵-۲-۱-۵-۲ ملاحظات کلی و تعاریف ۱۱۸
- ۵-۲-۲-۵-۲ مدل جریان سیال غیر هموژن خوب ترکیب شده در امتداد عمق ۱۲۱
- ۵-۳-۲-۵-۲ مدل سیال لایه ای (مدل سیال دولایه در امتداد عمق) ۱۲۶
- ۶-۲-۶-۲ انتقال آلودگی در نواحی ساحلی ۱۳۴
- ۶-۱-۶-۲-۱ مدل ریاضی جریان آشفته همراه پراکندگی و انتقال ۱۳۴
- ۶-۱-۶-۲-۱-۱ تشریح پدیده فیزیکی مورد نظر ۱۳۴

۱۳۶.....	۲-۱-۶-۲- فرمول‌بندی مدل ریاضی
۱۳۸.....	۲-۶-۲- حل‌های عددی، نقدی بر الگوهای تفاضلات محدود
۱۴۹.....	۲-۶-۳- روش ره‌گیری
۱۴۹.....	۲-۶-۳-۱- اصول و تعاریف عمومی روش
۱۵۰.....	۲-۶-۳-۲- حل عددی انتشار

فصل سوم: مدل‌های ریاضی انتقال رسوب در نواحی ساحلی

۱۵۳.....	۳-۱- مفاهیم فیزیکی و تعریف‌های اولیهٔ کمیت‌ها
۱۵۵.....	۳-۲- فرمول‌بندی مدل‌های ریاضی ویژه برای انتقال رسوب
۱۵۵.....	۳-۲-۱- معادلهٔ عمومی انتقال رسوب
۱۵۶.....	۳-۲-۲- مدل‌های ریاضی بار بستر
۱۶۰.....	۳-۲-۳- مدل ریاضی بار رسوبی معلق
۱۶۷.....	۳-۲-۴- انتقال رسوبات در ناحیهٔ شکست موج
۱۶۹.....	۳-۴- ارزیابی و بررسی کانال لایروبی، مدل‌های ریخت‌شناسی بستر
۱۷۷.....	۴-۴- ارزیابی و تکامل خط ساحلی در اثر انتقال در ناحیهٔ ساحلی
۱۸۴.....	۳-۵- مدل ارزیابی ریخت‌شناسی بستر در حوضه‌های ساحلی بزرگ

فصل چهارم: آب‌شستگی حول سازه در محیط ساحل

۱۸۹.....	۴-۱- مقدمه و اصطلاحات پایه
۱۹۱.....	۴-۲- ضریب تقویت
۱۹۱.....	۴-۳- عمق تعادل آب‌شستگی و مقیاس زمانی آب‌شستگی
۱۹۲.....	۴-۴- آب‌شستگی آب زلال و آب‌شستگی بستر زنده
۱۹۴.....	۴-۵- آب‌شستگی موضعی و سراسری
۱۹۶.....	۴-۶- آب‌شستگی تحت خطوط لوله
۱۹۶.....	۴-۶-۱- شروع آب‌شستگی
۱۹۷.....	۴-۶-۱-۱- مکانیسم شروع آب‌شستگی؛ جریان نشت و جوشش زیر خط لوله
۲۰۳.....	۴-۶-۱-۲- معیارهای شروع آب‌شستگی
۲۰۹.....	۴-۶-۲- فرسایش تونلی

- ۲۱۱..... ۴-۶-۳- آب شستگی دو بعدی
- ۲۱۲..... ۴-۶-۳-۱- فرسایش ناحیه دنباله
- ۲۱۶..... ۴-۶-۳-۲- عمق آب شستگی
- ۲۱۷..... ۴-۶-۳-۱- عمق آب شستگی در حالت جریان دائمی
- ۲۲۹..... ۴-۶-۳-۳- عرض حفره آب شستگی
- ۲۳۰..... ۴-۶-۳-۴- مقیاس زمانی

فصل پنجم: مدل سازی فیزیکی در مطالعات مهندسی دریا

- ۲۳۷..... ۵-۱- مدل های فیزیکی- آزمایشگاهی
- ۲۴۳..... ۵-۲- مفاهیم عمومی در ارتباط با روش ها و قوانین مقیاس سازی
- ۲۴۷..... ۵-۲-۱- مقیاس ابعادی مسأله پیش روی موج
- ۲۴۸..... ۵-۲-۲- نیروهای هیدرودینامیکی بدون بعد
- ۲۵۰..... ۵-۲-۳- قانون مدل فرود
- ۲۵۰..... ۵-۲-۴- مقیاس نمودن بر مبنای مدل فرود
- ۲۵۵..... ۵-۲-۵- مقیاس نمودن نیروی دراگ ناشی از جریان
- ۲۵۷..... ۵-۲-۶- مقیاس نمودن دراگ ناشی از موج
- ۲۶۰..... ۵-۲-۷- مقیاس نمودن سازهای هیدروالاستیک
- ۲۶۲..... ۵-۳- تولید تجربی موج در فلوم موج ساز و مقیاس نمودن امواج
- ۲۶۳..... ۵-۳-۱- انجام آزمایش های رایج هیدرودینامیکی در فلوم های موج ساز
- ۲۶۶..... ۵-۳-۲- معادلات حاکم دوبعدی موج ساز
- ۲۶۹..... ۵-۳-۳- شبیه سازی مرتبه اول موج دریا
- ۲۷۵..... ۵-۴- طراحی یک فلوم مولد موج و ابزاربندی انجام آزمایش
- ۲۷۸..... ۵-۴-۱- مطالعه مشخصات هیدرودینامیکی موج شکن شمعی با استفاده از مدل سازی فیزیکی
- ۲۷۸..... ۵-۴-۲- مشخصات مدل استوانه های نمونه آزمایش و نحوه محاسبه پارامترها
- ۲۸۵..... مآخذ و مراجع

دیباچه

برخورداری از نواحی ساحلی از جمله سرمایه‌های ارزشمند ملی محسوب می‌گردد. کشور ایران نیز با قرارگیری در مجاورت مرزهای دریایی، دارای هزاران کیلومتر خطوط ساحلی می‌باشد. طبیعتاً توجه دقیق به جنبه‌های فنی و محاسبات مهندسی، شرایط بهره‌برداری از پتانسیل‌های نهفته در مناطق ساحلی و استفاده از امتیازات مجاورت با آبهای آزاد، از قبیل توسعه فعالیت‌های فرهنگی، اقتصادی، نظامی و موقعیت‌های بی‌نظیر حمل و نقل دریایی را ارتقا می‌دهد. از سوی دیگر، یک محیط دریایی همواره در معرض چالش‌هایی ناشی از عملکرد فرآیندهای پیچیده‌ای متأثر از شرایط خاص هیدرولیکی تحت اثر انواع جریان‌های دریایی، مکانیک امواج و مکانیسم فرسایش و رسوبگذاری قرار دارد که عدم شناخت دقیق و فنی این عوامل موجب اخلاف در بهره‌مندی از مزایای مذکور و همچنین وقوع آسیب‌ها و خسارت‌های هنگفت مالی و جانی می‌گردد. علوم مطرح در زمینه مهندسی سواحل، طی چند دهه گذشته پیشرفت چشمگیری داشته‌اند، بطوریکه این حوزه تبدیل به علمی مدرن گردیده است. رشته‌های دانشگاهی در برگیرنده مفاهیم علوم دریائی نیز سال‌های متمادی است که در کشور ایران شکل گرفته‌اند و مباحث مربوطه به طور علمی و عملی و از جنبه‌های آموزشی و پژوهشی به‌طور جدی دنبال می‌گردند. به عنوان مثال، در گرایش مهندسی عمران-سواحل، بنادر و سازه‌های دریایی، فرآیندهای اشاره شده در قالب دروسی نظیر مبانی هیدرولیک دریا، روش‌های عددی در مهندسی دریا و اصول مهندسی سواحل، به‌طور دقیق مورد مطالعه قرار می‌گیرند. تجارب حاصل در خلال تدریس چندین ساله دروس مرتبطه، مولفین را بر آن داشت تا خلاصه‌ای از جنبه‌های پایه‌ای جهت فرمول‌بندی و حل عددی مدل‌های ریاضی و همچنین مطالعات فیزیکی مطرح در اصول مهندسی سواحل را به نگارش در بیاورند. کار حاضر در حقیقت تلاشی برای نشان دادن امکان و قابلیت استفاده از مفاهیم مدل‌سازی در زمینه مطالعات

مهندسی سواحل می باشد. در واقع در کتاب حاضر، مفاهیم فیزیکی مسائل به طور عمیق مطرح نمی گردند بلکه بر روی جنبه های اساسی مورد نیاز برای مطالعات مدل های عددی و تجربی تمرکز دارد.

در فصل اول کتاب به مفاهیم اساسی مطرح در مدل سازی عددی خصوصیات تغییر شکل امواج پرداخته شده است. فصل دوم نیز مدل های ریاضی مربوط به مطالعات جریان های ساحلی ناشی از مکانیزم هایی همانند جذر و مد، تغییرات بادو امواج و همچنین مباحث انتقال آلودگی در خصوص چگونگی انتشار و جابجایی آلودگی در نواحی ساحلی را بررسی می نماید. پدیده فیزیکی مرتبط با انتقال رسوب در نواحی ساحلی و تغییرات فرسایشی ایجاد شده در اشکال مورفولوژیکی این نواحی، یکی از مهم ترین عوامل در طراحی، ساخت و بهره برداری از سازه های ساحلی است که مبحث مدل های ریاضی انتقال رسوب در نواحی ساحلی نیز در فصل سوم این کتاب مورد مطالعه قرار می گیرد. در فصل چهارم این کتاب، مروری بر مفاهیم مطرح در فرآیند آب شستگی حول سازه های واقع در محیط ساحلی انجام گرفته است. بدین منظور، در این فصل به مرور مساله آب شستگی تحت خطوط لوله انتقال اقدام می گردد. در فصل پنجم نیز به مفاهیم اساسی در مدل سازی فیزیکی در مطالعات مهندسی دریا و همچنین تجارب حاصل از طراحی یک فلووم مولد موج و ابزاربندی انجام آزمایش در آن اشاره می گردد. این کتاب همچنین شامل مثال هایی کاربردی از مسائل مهندسی سواحل، به همراه مجموعه ای از برنامه های رایانه ای جهت حل مدل های ریاضی مرتبط با مثال ها، همراه با توضیحات مربوطه می باشد.

طبیعتاً علی رغم تلاش های انجام گرفته، به طور اجتناب ناپذیری در این کتاب نیز اشتباهاتی وجود دارند که بعضاً ممکن است ناشی از هرگونه برداشت اشتباه از سایر متون فنی موجود در این حوزه باشند. بنابراین مولفین، قویاً از هرگونه خاطرنشانی این موارد استقبال می نمایند تا بتوان در جهت رفع آنها در باز نشرهای بعدی اقدام نمود.

در انتها از زحمات آقای دکتر اسدالله واحد که زحمت ویرایش ادبی کتب را برعهده داشته اند کمال تشکر و قدرانی می شود و همچنین از خانم میرزا علیلو که صفحه آرایی کتاب را انجام داده اند نیز صمیمانه تقدیر می گردد.