

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



باسمه تعالی

### تأییدیه اعضای هیأت داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

بدین وسیله گواهی می شود آقای بهنام شاهین ورنونسبادران در تاریخ ۹۲/۹/۱۱ از پایان نامه ۶ واحدی خود با عنوان: تغییرات درازمدت خط ساحلی بین نوشهر و چالوس در دریای خزر، دفاع کرده است. اعضای هیأت داوران نسخه نهایی این رساله را از نظر فرم و محتوا بررسی کرده و پذیرش آنرا برای دریافت درجه کارشناسی ارشد تأیید می نمایند.

امضاء	رتبه علمی	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	دانشیار	دکتر سید علی آزمون سا	استاد راهنمای اصلی
	استادیار	دکتر اکبر رشیدی ابراهیم حصاری	استاد ناظر (داخلی)
	استادیار	دکتر محمدرضا غریب رضا	استاد ناظر (خارجی)
	مربی	مهندس داریوش منصوری	استاد ناظر (داخلی)
	استادیار	دکتر مهدی وفاخواه	نماینده شورای تحصیلات تکمیلی

## آیین نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس

مقدمه: با عنایت به سیاست‌های پژوهشی و فناوری دانشگاه در راستای تحقق عدالت و کرامت انسان‌ها که لازمه شکوفایی علمی و فنی است و رعایت حقوق مادی و معنوی دانشگاه و پژوهشگران، لازم است اعضای هیئت علمی، دانشجویان، دانش‌آموختگان و دیگر همکاران طرح، در مورد نتایج پژوهش‌های علمی که تحت عنوان پایان‌نامه، رساله و طرح‌های تحقیقاتی با هماهنگی دانشگاه انجام شده است، موارد زیر را رعایت نمایند:

ماده ۱- حق نشر و تکثیر پایان‌نامه/ رساله و درآمدهای حاصل از آن‌ها متعلق به دانشگاه می‌باشد ولی حقوق معنوی پدیدآورندگان محفوظ خواهد بود.

ماده ۲- انتشار مقاله یا مقالات مستخرج از پایان‌نامه/ رساله به صورت چاپ در نشریات علمی و یا ارائه در مجامع علمی باید به نام دانشگاه بوده و با تأیید استاد راهنمای اصلی، یکی از اساتید راهنما، مشاور و یا دانشجوی مسئول مکاتبات مقاله باشد. ولی مسئولیت علمی مقاله مستخرج از پایان‌نامه و رساله به عهده اساتید راهنما و دانشجو می‌باشد.

تبصره: در مقالاتی که پس از دانش‌آموختگی به صورت ترکیبی از اطلاعات جدید و نتایج حاصل از پایان‌نامه/ رساله نیز منتشر می‌شود نیز باید نام دانشگاه درج شود.

ماده ۳- انتشار کتاب و یا نرم‌افزار و یا آثار ویژه حاصل از نتایج پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی کلیه واحدهای دانشگاه اعم از دانشکده‌ها، مراکز تحقیقاتی، پژوهشکده‌ها، پارک علم و فناوری و دیگر واحدها باید با مجوز کتبی صادره از معاونت پژوهشی دانشگاه و بر اساس آئین نامه‌های مصوب انجام شود.

ماده ۴- ثبت اختراع و تدوین دانش فنی و یا ارائه یافته‌ها در جشنواره‌های ملی، منطقه‌ای و بین‌المللی که حاصل نتایج مستخرج از پایان‌نامه/ رساله و تمامی طرح‌های تحقیقاتی دانشگاه باید با هماهنگی استاد راهنما یا مجری طرح از طریق معاونت پژوهشی دانشگاه انجام گیرد.

ماده ۵- این آیین‌نامه در ۵ ماده و یک تبصره در تاریخ ۸۷/۴/۱ در شورای پژوهشی و در تاریخ ۸۷/۴/۲۳ در هیئت رئیسه دانشگاه به تأیید رسید و در جلسه مورخ ۸۷/۷/۱۵ شورای دانشگاه به تصویب رسیده و از تاریخ تصویب در شورای دانشگاه لازم‌الاجرا است.

اینجانب بهنام شاهین ورنونسبادران دانشجوی رشته فیزیک دریا ورودی سال تحصیلی ۱۳۹۰ مقطع کارشناسی ارشد دانشکده علوم دریایی متعهد می‌شوم کلیه نکات مندرج در آئین‌نامه حق مالکیت مادی و معنوی در مورد نتایج پژوهش‌های علمی دانشگاه تربیت مدرس را در انتشار یافته‌های علمی مستخرج از پایان‌نامه/ رساله تحصیلی خود رعایت نمایم. در صورت تخلف از مفاد آئین‌نامه فوق‌الذکر به دانشگاه و کالت و نمایندگی می‌دهم که از طرف اینجانب نسبت به لغو امتیاز اختراع به نام بنده و یا هرگونه امتیاز دیگر و تغییر آن به نام دانشگاه اقدام نماید. ضمناً نسبت به جبران فوری ضرر و زیان حاصله بر اساس برآورد دانشگاه اقدام خواهم نمود و بدین وسیله حق هرگونه اعتراض را از خودم سلب نمودم.

تاریخ و امضا

## آیین نامه چاپ پایان نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده در رشته فیزیک دریا است که در سال ۱۳۹۲ در دانشکده علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی جناب آقای دکتر سید علی آرم سا از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتاب های عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.

ماده ۶: اینجانب بهنام شاهین ورنونسبادران دانشجوی رشته فیزیک دریا مقطع کارشناسی ارشد تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی

بهنام شاهین ورنونسبادران

تاریخ و امضا



## پایان نامه کارشناسی ارشد فیزیک دریا

تغییرات درازمدت خط ساحلی بین نوشهر و چالوس در دریای خزر

بهنام شاهین

استاد راهنما:

دکتر سید علی آزرم سا

پاییز ۹۲

## تقدیر و تشکر

پس از سپاس بی حد از تنها یاری گر عالم که نیروی اندیشه‌ام را در بزرگراه سبز دانش پویا داشت و به من توفیق تلاش در راه روشن دانایی را بخشید لازم می‌دانم از بزرگوارانی که مرا در طی مراحل این پژوهش یاری و همراهی نمودند کمال تشکر را نمایم.

- جناب آقای دکتر سید علی آزر م سا، استاد راهنمای محترم، که در مراحل انجام تحقیق پشتیبان من بودند.
- جناب آقای دکتر حمیدرضا مرادی، که بدون وجود ایشان مراحل انجام این پژوهش بسیار دشوار و چه بسا ناممکن بود و صبورانه با وجود مشغله کاری فراوان پذیرای اینجانب بودند.
- جناب آقای دکتر مهدی وفا خواه نماینده تحصیلات تکمیلی، داوران گرامی جناب آقایان دکتر محمد رضا غریب رضا، دکتر اکبر رشیدی ابراهیم حصاری و مهندس داریوش منصوری که قبول زحمت نمودند و داوری این پایان‌نامه را به عهده گرفتند.
- دوستان گرامی آقایان؛ رضا امیدی پور، مهیار مجیدی، جواد کرمی، شکیب آسیابی و خانم معصومه میزارحسین و تمامی دوستانی که به نحوی اینجانب را در انجام این تحقیق یاری نموده‌اند و در این مجال اندک از آن‌ها یاد نشد، تشکر و قدردانی می‌گردد.

با احترام

بهنام شاهین

## چکیده

اطلاع از موقعیت و رفتار خط ساحلی به مدیریت بهتر سواحل، طراحی و احداث تأسیسات ساحلی مناسب تر و نیز تعیین حاشیه امن ساحل کمک فراوانی می‌کند. در این تحقیق با به‌کارگیری تصاویر ماهواره‌ای لندست و با استفاده از تکنیک طبقه‌بندی شی‌گرا تغییرات درازمدت خط ساحلی نوشهر تا چالوس بین سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۸۵ میلادی) مورد بررسی قرار گرفت و نقشه تغییرات آن تهیه گردید. همچنین تأثیر تغییر تراز آب و فعالیت‌های انسانی بر روی خط ساحلی مورد بررسی قرار گرفته است. منطقه مطالعاتی به پنج ناحیه شاخص تقسیم‌بندی و تأثیر تراز آب بر تغییرات خط ساحلی در این پنج ناحیه بررسی گردید. نتایج نشان‌دهنده آن است که در نواحی که فعالیت‌های انسانی صورت نگرفته، تغییرات خط ساحلی رابطه خطی با میانگین سالیانه تراز آب دارد. تندبادها و نسیم‌های نیرومند صورت گرفته در بازه‌ی مطالعاتی و همچنین تغییرات سالیانه نرخ انتقال رسوب موازی ساحل مشخص، و در تحلیل نحوه تغییرات خط ساحلی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. این تندبادها و نسیم‌های نیرومند می‌توانند در فرسایش ساحلی صورت گرفته در سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۲ (۱۹۸۵ تا ۱۹۹۸ میلادی) در زمان افزایش تراز آب تأثیرگذار باشند. گل باد ۱۳ ساله (در دوره افزایش تراز آب) و ۲۵ ساله (کل دوره مطالعاتی) منطقه استخراج و با استفاده از آن جهت باد غالب و جریانات غالب منطقه مشخص و در تحلیل نحوه تغییرات خط ساحلی مورد بهره‌برداری قرار گرفت. تغییرات صورت گرفته در منطقه مطالعاتی، به استثنای نواحی مجاور بندر نوشهر به صورت پس‌روی از دریا بوده که افزایش تراز آب نقش موثری در این تغییرات داشته است. بیش‌ترین تغییرات خط ساحلی در دوره‌ی مورد مطالعه در بندر نوشهر و دهانه رود چالوس مشاهده شد. تغییرات عمده در بندر نوشهر شامل تجمع رسوبات در پشت موج‌شکن غربی می‌باشد که مساحتی در حدود ۸۹۶۸۹ مترمربع را به خشکی اضافه کرده است. به دام افتادن رسوبات و احیای اراضی در پشت موج‌شکن شرقی نیز موجب افزایش مساحتی در حدود ۲۲۳۹۲۹ مترمربع به خشکی شده است. در مقایسه، ضلع جنوبی حوضچه بندر طی دوره مطالعاتی پس‌روی از دریا داشته و در نتیجه مساحتی حدود ۲۸۵۴۴ مترمربع در این ناحیه به زیر آب رفته است. فعالیت‌های انسانی صورت گرفته در بندر نوشهر در تغییرات خط ساحلی مجاور آن تأثیرگذار بوده و مانع از روند طبیعی تغییر موقعیت خط ساحلی با افزایش تراز آب شده است. دهانه‌ی رود چالوس تحت تأثیر جریانات غالب به سمت شرق مایل و به میزان ۱۷ متر جا به جا شده و بیش‌ترین عقب‌نشینی دهانه‌ی رود، به دلیل افزایش تراز آب، به سمت جنوب و به میزان ۱۲۸ متر می‌باشد. در سایر نواحی تغییرات به صورت پس‌روی خط ساحلی مشاهده شد. بر اساس داده‌های به دست آمده در این نواحی، روابط خطی برای تعیین میزان تغییرات خط

ساحلی بر حسب میانگین سالیانه تراز آب ارائه گردیده است. تغییرات صورت گرفته در دوره مطالعاتی باعث افزایش طول خط ساحلی به میزان ۹۴۶ متر شده است.

**کلمات کلیدی:** خط ساحلی، داده‌های ماهواره‌ای، تراز آب، نوشهر، چالوس.



## فصل اول: مقدمه و کلیات

۲	۱-۱ مقدمه
۴	۱-۱-۱ اهداف تحقیق
۵	۲-۱-۱ کاربردهای تحقیق
۵	۳-۱-۱ ضرورت انجام تحقیق
۶	۴-۱-۱ فرضیه‌ها
۷	۲-۱ مفاهیم
۷	۱-۲-۱ سنجش از دور نوری
۸	۲-۲-۱ نحوه عبور تشعشعات از جو کره زمین
۱۰	۳-۲-۱ انعکاس طیفی آب
۱۱	۴-۲-۱ خصوصیات ابزار سنجش از دور
۱۲	۵-۲-۱ فرآیندهای اصلی پردازش رقومی
۱۲	۱-۵-۲-۱ پیش پردازش تصاویر
۱۲	۱-۱-۵-۲-۱ تصحیح هندسی
۱۳	۲-۱-۵-۲-۱ تصحیح رادیومتریک
۱۴	۳-۱-۵-۲-۱ تصحیح اتمسفری
۱۴	۶-۲-۱ پردازش تصاویر
۱۴	۷-۲-۱ پس پردازش تصاویر
۱۵	۸-۲-۱ عدد رقومی

۱۵	۹-۲-۱ طبقه‌بندی تصاویر
۱۷	۱۰-۲-۱ ماهواره‌ی لندست
۱۹	۱۱-۲-۱ تراز آب و عوامل تأثیرگذار بر آن
۲۰	۱۲-۲-۱ امواج دریا

## فصل دوم: پیشینه تحقیق

۲۳	۱-۲ مروری بر مطالعات انجام شده
----	--------------------------------

## فصل سوم: مواد و روش‌ها

۲۷	۱-۳ مقدمه
۲۸	۲-۳ پردازش تصاویر
۳۰	۳-۳ جداسازی منطقه مورد مطالعه
۳۰	۴-۳ تهیه نقشه خط ساحلی
۳۰	۱-۴-۳ طبقه‌بندی شی‌گرا
۳۱	۲-۴-۳ دقت طبقه‌بندی تصاویر
۳۲	۳-۴-۳ استخراج خط ساحلی
۳۲	۵-۳ بررسی تغییرات صورت گرفته در منطقه مطالعاتی
۳۲	۶-۳ محاسبه طول خط ساحلی
۳۳	۷-۳ بررسی تغییرات تراز آب خزر جنوبی
۳۴	۸-۳ انتقال رسوبات توسط امواج
۳۷	۹-۳ طوفان

۴۰ ۱۰-۳ گل باد منطقه مورد مطالعه

## فصل چهارم: نتایج

۴۲ ۱-۴ مقدمه

۴۲ ۲-۴ نتایج طبقه‌بندی به روش شی گرا

۴۳ ۳-۴ دقت طبقه‌بندی تصاویر

۴۴ ۴-۴ استخراج خط ساحلی

۴۹ ۵-۴ نتایج بررسی تغییرات خط ساحلی

۵۵ ۶-۴ محاسبه طول تغییرات در دهانه‌ی رود چالوس بر حسب متر

۵۷ ۷-۴ تغییرات در بندر نوشهر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۷

۶۱ ۸-۴ نتایج محاسبه طول خط ساحلی

۶۱ ۹-۴ نتایج تغییرات تراز آب

۶۴ ۱۰-۴ اثر تغییرات تراز آب بر تغییرات خط ساحلی

۶۹ ۱۱-۴ نتایج نرخ انتقال رسوب موازی ساحل توسط امواج

۷۸ ۱۲-۴ نتایج بررسی تندبادها و نسیم‌های نیرومند

۸۵ ۱۳-۴ گل باد

## فصل پنجم: جمع‌بندی و پیشنهادها

۸۸ ۱-۵ جمع‌بندی

۹۰ ۲-۵ پیشنهادها

۹۱ منابع

## فهرست جداول

صفحه	عنوان
۱۸	جدول ۱-۱ خصوصیات اصلی سنجنده‌ی MSS لندست
۱۸	جدول ۲-۱ خصوصیات اصلی سنجنده‌ی TM لندست
۱۹	جدول ۳-۱ خصوصیات اصلی سنجنده‌ی ETM + لندست
۴۳	جدول ۱-۴ ارزیابی دقت طبقه‌بندی
۶۶	جدول ۲-۴ اندازه طول خط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۷، ۱۳۸۹
۶۷	جدول ۳-۴ متوسط نرخ سالیانه تغییرات خط ساحلی در دوره افزایش تراز آب (۱۳۶۴-۱۳۷۷)

## فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۳	شکل ۱-۱ موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه
	شکل ۱-۲ درصد انعکاس تابش الکترومغناطیس از سطوح طیفی آب، خاک و گیاه برای طول موج‌های مختلف
۱۰	
۲۸	شکل ۱-۳ روند کلی ترتیب انجام تحقیق
۳۰	شکل ۲-۳ جداسازی منطقه مورد مطالعه از تصویر
۳۱	شکل ۳-۳ تصویر قطعه‌بندی شده در نرم‌افزار DRISI TAIGA
۳۴	شکل ۴-۳ پنج ناحیه از منطقه مطالعاتی
۳۶	شکل ۵-۳ موقعیت نقطه آب عمیق
۳۷	شکل ۶-۳ مراحل محاسبه نرخ سالیانه انتقال رسوب موازی ساحل
۳۹	شکل ۷-۳ مقیاس بوفورت
۴۲	شکل ۱-۴ تصویر طبقه‌بندی شده به روش شی گرا
۴۴	شکل ۲-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۶۴
۴۵	شکل ۳-۴ نقشه خط ساحلی در سال ۱۳۶۷
۴۵	شکل ۴-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۷۲
۴۶	شکل ۵-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۷۷
۴۶	شکل ۶-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۷۹
۴۷	شکل ۷-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۸۱
۴۷	شکل ۸-۴ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۸۵

- شکل ۴-۹ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۸۶ ۴۸
- شکل ۴-۱۰ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۸۸ ۴۸
- شکل ۴-۱۱ نقشه‌ی خط ساحلی در سال ۱۳۸۹ ۴۹
- شکل ۴-۱۲ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۲ (۱۹۹۳-۱۹۸۵ میلادی) ۵۰
- شکل ۴-۱۳ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۷ (۱۹۹۸-۱۹۸۵ میلادی) ۵۰
- شکل ۴-۱۴ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۹۸ میلادی) ۵۱
- شکل ۴-۱۵ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۸۵ میلادی) ۵۱
- شکل ۴-۱۶ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۹۸-۱۹۸۵ میلادی) ۵۲
- شکل ۴-۱۷ هم پوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸-۱۳۸۶-۱۳۸۵-۱۳۶۴ (۲۰۱۱-۲۰۰۹-۲۰۰۷-۲۰۰۶-۱۹۸۵) ۵۲
- شکل ۴-۱۸ هم پوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۲ (۱۹۹۳-۱۹۸۵ میلادی) همراه با موج‌شکن نوشهر ۵۳
- شکل ۴-۱۹ هم پوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۷ (۱۹۹۸-۱۹۸۵ میلادی) همراه با موج‌شکن نوشهر ۵۳
- شکل ۴-۲۰ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۹۸) همراه با موج‌شکن نوشهر ۵۴
- شکل ۴-۲۱ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۸۵) همراه با موج‌شکن نوشهر ۵۴
- شکل ۴-۲۲ همپوشانی خطوط ساحلی در سال‌های ۱۳۶۴-۱۳۷۷-۱۳۸۹ (۲۰۱۱-۱۹۹۸-۱۹۸۵) همراه با موج‌شکن نوشهر ۵۵

- شکل ۴-۲۳ محاسبه طول تغییرات در دهانه‌ی رود چالوس بر حسب متر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۷  
۵۶
- شکل ۴-۲۴ محاسبه طول تغییرات در دهانه‌ی رود چالوس بر حسب متر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹  
۵۷
- شکل ۴-۲۵ مساحت تغییرات ایجادشده در بندر نوشهر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۷  
۵۸
- شکل ۴-۲۶ مساحت تغییرات ایجادشده در محدوده‌ی بندر نوشهر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹  
۵۹
- شکل ۴-۲۷ طول تغییرات ایجادشده در قسمت شرقی بندر نوشهر در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹  
۶۰
- شکل ۴-۲۸ تغییرات میانگین سالیانه تراز آب خزر در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۱۹۹۸ (۱۳۶۴-۱۳۷۷)  
۶۲
- شکل ۴-۲۹ تغییرات میانگین سالیانه تراز آب خزر در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۸ تا ۲۰۰۷ (۱۳۷۷-۱۳۸۶)  
۶۲
- شکل ۴-۳۰ تغییرات میانگین سالیانه تراز آب خزر در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۱ (۱۳۸۹-۱۳۸۶)  
۶۳
- شکل ۴-۳۱ تغییرات میانگین سالیانه تراز آب خزر در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۱ (۱۳۸۹-۱۳۶۴)  
۶۳
- شکل ۴-۳۲ نمودار تغییرات خط ساحلی بر حسب میانگین سالیانه تغییرات تراز آب در بازه زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۷ (۱۹۸۵-۱۹۹۸ میلادی)  
۶۵
- شکل ۴-۳۳ نمودار تغییرات خط ساحلی بر حسب میانگین سالیانه تراز آب در بازه زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۹ (۲۰۰۶-۲۰۱۱ میلادی)  
۶۹

شکل ۴-۳۴ گل موج سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۶۷ (۱۹۸۵ تا ۱۹۸۸ میلادی) به ترتیب

از الف تا د ۷۰

شکل ۴-۳۵ گل موج سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۷۱ (۱۹۸۹ تا ۱۹۹۲ میلادی) به

ترتیب از الف تا د ۷۱

شکل ۴-۳۶ گل موج‌های سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۵ (۱۹۹۳ تا ۱۹۹۶ میلادی) به

ترتیب از الف تا د ۷۲

شکل ۴-۳۷ گل موج‌های سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۷۹ (۱۹۹۷ تا ۲۰۰۰ میلادی) به

ترتیب از الف تا د ۷۳

شکل ۴-۳۸ گل موج‌های سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۳ (۲۰۰۱ تا ۲۰۰۴) به ترتیب

الف تا د ۷۴

شکل ۴-۳۹ گل موج‌های سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۷ (۲۰۰۵ تا ۲۰۰۸) به ترتیب از

الف تا د ۷۵

شکل ۴-۴۰ گل موج‌های سالیانه مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ تا ۱۳۸۹ (۲۰۰۹ تا ۲۰۱۱ میلادی) به

ترتیب از الف تا ب ۷۶

شکل ۴-۴۱ نمودار نرخ سالیانه انتقال رسوب موازی ساحل در بازه مطالعاتی ۷۶

شکل ۴-۴۲ نقشه تهیه شده از سازمان نقشه برداری ۷۷

شکل ۴-۴۲ طبقه‌بندی داده‌های موج بر اساس مقیاس بوفورت ۷۸

شکل ۴-۴۳ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۱۹ تا

۲۳ آبان-۱۳۶۵ (۱۱ تا ۱۴ نوامبر ۱۹۸۶) ۷۹



- شکل ۴-۴۴ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به تندباد در بازه زمانی ۲۶ تا ۲۸ بهمن ۱۳۷۱ (۱۵ تا ۱۷ فوریه ۱۹۹۳) ۷۹
- شکل ۴-۴۵ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به تندباد در بازه زمانی ۲۲ تا ۲۴ آبان ۱۳۷۲ (۱۳ تا ۱۵ نوامبر ۱۹۹۳) ۸۰
- شکل ۴-۴۶ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به تندباد در بازه زمانی ۱۳ تا ۱۷ آبان ۱۳۷۳ (۴ تا ۸ نوامبر ۱۹۹۴) ۸۰
- شکل ۴-۴۷ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۲۰ تا ۲۳ آبان ۱۳۷۵ (۱۰ تا ۱۳ نوامبر ۱۹۹۶) ۸۱
- شکل ۴-۴۸ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۱۶ تا ۲۰ بهمن ۱۳۷۵ (۴ تا ۸ فوریه ۱۹۹۷) ۸۱
- شکل ۴-۴۹ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۸ تا ۱۳ آبان ۱۳۷۶ (۳۰ اکتبر تا ۱۱ نوامبر ۱۹۹۷) ۸۲
- شکل ۴-۵۰ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۲۴ تا ۲۷ بهمن ۱۳۷۶ (۱۳ تا ۱۶ فوریه ۱۹۹۸) ۸۲
- شکل ۴-۵۱ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۱۷ تا ۲۱ آبان ۱۳۷۸ (۸ تا ۱۲ نوامبر ۱۹۹۹) ۸۳
- شکل ۴-۵۲ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۲۶ مهر تا ۴ آبان ۱۳۸۰ (۱۸ تا ۲۶ اکتبر ۲۰۰۱) ۸۳
- شکل ۴-۵۳ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۱۹ تا ۲۴ آبان ۱۳۸۰ (۱۰ تا ۱۵ نوامبر ۲۰۰۱) ۸۴

شکل ۴-۵۴ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۱۸ تا

۲۲ مهر ۱۳۸۱ (۱۰ تا ۱۴ اکتبر ۲۰۰۲) ۸۴

شکل ۴-۵۵ آهنگ تغییرات ارتفاع موج بر حسب زمان مربوط به نسیم نیرومند در بازه زمانی ۲ تا ۵

آذر ۱۳۸۳ (۲۲ تا ۲۷ نوامبر ۲۰۰۴) ۸۵

شکل ۴-۵۶ گل باد منطقه مورد مطالعه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۴ تا ۱۳۷۷ ۸۶

شکل ۴-۵۷ گل باد منطقه مورد مطالعه در بازه ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹ ۸۶

# مقدمه و کلیات

## ۱-۱ مقدمه

واسط فیزیکی دریا و خشکی به عنوان تعریفی ایده‌آل برای خط ساحلی ارائه می‌شود (Ri و همکاران، ۲۰۰۱). بر اساس رأی کمیته بین‌المللی داده‌های جغرافیایی<sup>۱</sup> خطوط ساحلی به عنوان یکی از مهم‌ترین عارضه‌های جغرافیایی مهم و تأثیرگذار سطح زمین شناخته شده‌اند. موقعیت و ویژگی‌های طبیعی هر خط ساحلی به خصوص به دلیل تأثیر مستقیم آن‌ها بر روی توسعه اقتصادی؛ جوامع ساکن را می‌تواند از هر نظر متأثر سازد، به ویژه در مواقعی که تغییرهای سریعی در طول زمان بر آن تحمیل گردد. در این شرایط، پایش و ارزیابی چنین مناطقی می‌تواند به عنوان یک امر مهم در توسعه ملی و مدیریت منابع طبیعی تلقی گردد. در مواردی که خط تماس بین کاربری اراضی مشخص مانند توسعه فیزیکی شهرها و دریا به راحتی قابل تشخیص است، ترسیم خط ساحلی به راحتی و با دقت قابل ملاحظه‌ای امکان‌پذیر است. اما در اغلب موارد، این خط تماس بین دو نوع کاربری متفاوت به ازای زمان ثابت نبوده و دارای نوسانات قابل توجهی است. تغییر در خط ساحلی به دلیل عواملی چون امواج، جزر و مد، طوفان‌های دوره‌ای، تغییر سطح دریا، فرآیندهای فرسایش ساحلی، رسوب‌گذاری و فعالیت‌های انسانی می‌باشد. تفاوت قدرت حمل رسوب از یک نقطه تا نقطه‌ای دیگر سبب ایجاد فرسایش یا ته نشینی رسوبات و در نتیجه باعث تغییرات خط ساحل می‌گردد و مسائل و مشکلاتی را برای امور ناوبری، طراحی و اجرای عمرانی، مدیریت شهرها و استان‌های ساحلی ایجاد می‌کند.

---

<sup>1</sup> International Geographical Data Committee