ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2020;35(2):177-187. DOI: 10.29252/geores.35.2.177

GEOGRAPHICAL RESEARCHES JOURNAL

Geomorphological Monitoring of Bushehr Port Coastline, Iran

ARTICLE INFO

Article Type
Original Research

Authors
Sotoudehpour A.[1] *MA,*
Madadi A.*[1] *PhD,*
Asghari Sareskanrood S.[1] *PhD*

How to cite this article
Naghibi SH, Bahmanpour H, Abdi H. Environmental Impacts of Aras River Pollution. Geographical Researches. 2020;35(2):177-187.

[1]Department of Physical Geography, Faculty of Literature and Humanities, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran

***Correspondence**
Address: Department of Physical Geography, Faculty of Literature and Humanities, Mohaghegh Ardabili University, end of University Street, Ardabil, Iran. Postal Code:5619911367.
Phone: +98 (45) 31505659
Fax: +98 (45) 31505536
a_madadi@uma.ac.ir

Article History
Received: April 13, 2020
Accepted: June 17, 2020
ePublished: June 18, 2020

ABSTRACT

Aims & Backgrounds The purpose of this research was to analyze the coastline changes, sedimentation, and erosion in Bushehr coastline using TM, ETM+, OLI from 1976 to 2018.

Methodology This is an applied case study that used satellite imagery, geological maps, and meteorological information as well as field observations. Pre-processing, processing, and visualization of satellite images were done using ENVI5.3 software. The images were classified using the supervised classification method and the maximum likelihood algorithm. Finally, the changes detected was analyzed. To determine the hydraulic and hydrostatic specification of the study area, the coefficient of curvature index was used.

Findings Results showed the maximum length of the coastline was 200 kilometers in 2018 while it was 122 kilometers in 1976. The length of the coastline has increased during all study periods. Human activities have played the most important role in coastal change. Some structures and installations have caused an imbalance between erosion and sedimentation, which made changes in width and length of the coast in some parts of canals, and Khor. For the quantitative analysis of coastline change, the coefficient of curvature index was used to compare the studied years.

Conclusion Results of the research showed that most of the changes have been coastline retreat. Increasing the number of arches in the range of more than 2 (curvature coefficient) in 1986, 2018, and 2018 indicates a non-equilibrium which is a consequence of human activities as well as natural factors. Increasing sea level as a result of this region's gentle slop and human interference may cause serious challenges and environmental threats.

Keywords Bushehr Port; Coastline Changes; Remote Sensing; Coefficient of Curvature

CITATION LINKS

[Ahmadi M, et al; 2015] Detection of shoreline changes using remote ...; [Akbarinasab M, et al; 2017] Detection of coastline using satellite image-roce ...; [Alavipanah K; 2018] Application of remote sensing in the earth ...; [Alavipanah K; 2015] The principles of modern remote sensing ...; [Allesheikh A, et al; 2004] Monitoring coast line of uremia lake ...; [Bird E; 2016] Coastal ...; [Chander G, et al; 2009] Summary of current radiometric calibration ...; [Derafshi K, Sadogh SH; 2014] Assessment of coastal vulnerability to rising seawater ...; [Ebadati N, et al; 2019] Investigating the trend of coastline changes ...; [Hashemi N, et al; 2018] The detection of the plume of the Arvand River ...; [Jawak S.D, et al; 2015] A review on extraction of lakes from ...; [Jiang C, et al; 2015] Climate change, extreme events and increased ...; [Jupp D; 1988] Background and extensions to depth of ...; [Kakroodi A A, et al; 2014] Shoreline response to rapid 20th century sea ...; [Kumar L, Ghosh MK; 2012] Land cover change detection of Hatiya Island ...; [Mobasheri M; 2014] Principles of physics in remote sensing ...; [Naemi A, et al; 2010] Monitoring changes in the coastline and ...; [Negahban S, et al; 2017] Monitor shoreline changes using remote sensing ...; [Negahban S, et al; 2018] Survey and monitoring shoreline changes ...; [Rasuly A, et al; 2010] Monitoring of Caspian sea coastline changes using ...; [Razmi M, et al; 2017] Assessing changes shoreline in Dayyer city using ...; [Razmi M, et al; 2017] Evaluation of the optimum index and MNDWI in ...; [Chethnamilselvan S, et al; 2013] Assessment of shoreline change along Karantaka ...; [Servati MR, et al; 2017] The assessment of coastline changes in the south east ...; [Shakor A, et al; 2019] Sustainable coastal zoning using fuzzy ...; [Shayan S, et al; 2016] Analyses of the land morpho dynamic effects on ...; [Sotoudeh pour A, et al; 2019] Comparing of water extraction indexes ...; [Tamassoki E, et al; 2016] Monitoring of shoreline changes using remote ...; [Wilson PA; 1997] Rule-based classification of water in landsat ...; [Zarghami M; 2011] Effective watershed management; case ...; [Zhu X; 2001] Remote sensing monitoring of coastline change ...

Copyright© 2020, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

پایش ژئومورفولوژیک نوسانات خط ساحلی بندر بوشهر

افشین ستوده پور MA
گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
عقیل مددی* PhD
گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
صیاد اصغری سراسکانرود PhD
گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

چکیده

اهداف و زمینه‌ها: هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تغییرات خط ساحلی شهرستان بوشهر و بررسی رسوبگذاری و فرسایش سواحل بوشهر با استفاده از سنجنده‌های ETM+،TM، OLI از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۸ میلادی است.

روش‌شناسی: روش تحقیق بکار رفته در این پژوهش از نوع کاربردی و بر پایه موردی استوار بوده که در آن علاوه بر تصاویر ماهواره‌ای،نقشه‌های زمین‌شناسی و اطلاعات هواشناسی شهر بوشهر از مشاهدات میدانی نیز استفاده شد. پیش-پردازش، پردازش و بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نرم افزار ENVI5.3 صورت گرفت. با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم بیشترین شباهت، تصاویر طبقه‌بندی شدند. آشکارسازی تغییرات و در نهایت تحلیل تغییرات خط ساحلی انجام شد. جهت شناسایی خصوصیات هیدرولیکی و هیدروفیزیکی محدوده مورد مطالعه از شاخص ضریب خمیدگی استفاده شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیشترین طول خط ساحلی در سال ۲۰۱۸ میلادی به طول ۲۰۰کیلومتر و کمترین مقدار آن در سال ۱۹۷۶ به طول ۱۲۲کیلومتر بوده است. طول خط ساحلی در تمامی دوره‌های مطالعاتی افزایش نشان می‌دهد. فعالیت‌های انسانی بیشترین نقش را در تغییر خط ساحلی داشته است. برخی سازه‌ها و تاسیسات باعث ایجاد عدم تعادل در فرسایش و رسوبگذاری شده که این عامل باعث شده در این قسمت از سواحل کانالها و مصب بیشتر خورها دچار جابجایی و تغییر در عرض و پهنا شوند. جهت تحلیل کمی تغییرات خط ساحلی از شاخص ضریب خمیدگی برای مقایسه سال‌های مورد مطالعه استفاده شد.

نتیجه‌گیری: تحقیقات نشان داد بیشتر تغییرات به‌صورت پسروی خط ساحل بوده است. افزایش تعداد قوس‌ها در بازه بیشتر از ۲(ضریب خمیدگی) در سال‌های ۱۹۸٦ و ۲۰۰۱ و ۲۰۱۸ حاکی از وجود ناتعادلی دارد که علاوه بر اثرگذاری عوامل طبیعی، بیشترین تأثیر را فعالیت‌های انسانی داشته است. نتایج نشان داد با توجه به شیب کم و دخالت‌های انسانی، افزایش سطح تراز آب می‌تواند باعث بروز چالش‌های جدی و تهدیدات زیست محیطی مختلفی گردد.

کلیدواژه‌ها: بندر بوشهر، تغییرات خط ساحلی، سنجش از دور، ضریب خمیدگی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۱/۰۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۱۸

*نویسنده مسئول: a_madadi@uma.ac.ir

مقدمه

در چند دهه اخیر حدود ۷۰% سواحل جهان تحت تأثیر فرسایش مداوم و پسروی خط ساحلی بوده‌اند. به طوری که در این زمینه کمیته بین‌المللی جغرافیا مناطق ساحلی را از منحصر به‌فردترین مناطق طبیعی در نظر گرفته است [Rasuly *et al*, 2010]. در سال‌های اخیر پایش مناطق ساحلی در فاصله‌های زمانی مختلف به‌عنوان یک پژوهش زیربنایی مورد توجه قرار گرفته است. زیرا چنین مناطقی ماهیتی دینامیکی داشته و مدیریت آن نیاز به کسب اطلاعات دقیق در فواصل زمانی مختلف دارد [Jupp, 1988]. خط ساحلی تحت تأثیر پارامترهایی مانند هیدرودینامیک محیط، مورفولوژی منطقه، عوامل انسانی، پوشش گیاهی، اقلیمی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی همواره در تحول است. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای اشراف کلی بر پدیده‌ها و منابع زمینی و ثبت ویژگی پدیده‌ها توسط سنجنده‌ها و در نهایت تحلیل آنها در این زمینه می‌تواند کمک بسیاری به ما کند [Zarghami, 2011]. پایش و کنترل آب نقش مهمی را در مدیریت منابع آبی ایفاء می-کند. اقداماتی نظیر بررسی کیفیت آب شامل مطالعات شوری، بررسی مواد معلق و رسوب، بررسی رنگ آب، میزان کلروفیل و همچنین مطالعات کمی منابع آب از جمله اقداماتی است که می‌توان با استفاده از سنجش از دور انجام داد [Hashemi *et al*, 2018]. به کارگرفتن چنین تکنیکی به‌منظور کنترل و مدیریت بهتر محیط در کشورهای پیشرفته نوعی فناوری راهبردی محسوب می‌شود [Mobasheri, 2014]. داده‌های سنجش از دور با قدرت تفکیک مکانی، طیفی و زمانی مختلف، یک منبع ارزشمند را برای ارزیابی سطح آب و تغییرات آن دردهه‌های اخیر ارائه نموده است [Jawak *et al*, 2015]. با توجه به اینکه بیش از ۷۰% سطح زمین را آب پوشانیده است، بنابراین استفاده از داده‌های سنجش از دور برای استخراج اطلاعات‌از اقیانوس‌ها، دریاها و آب‌های بسته، اهمیت زیادی دارد [Alavipanah, 2018]. در حالی که برخی از باریکه‌های ساحلی طی شش هزار سال گذشته تغییر اندکی کرده‌اند، بسیاری از آنها دچار پسروی یا پیشروی شده‌اند و برخی نیز تناوب این دو را نشان می‌دهند. باریکه‌های ساحلی در نقاطی دارای پیشروی هستند که نهشته‌گذاری رسوبات، بیشتر از میزان فرسایش باشد. پسروی سواحل نیز نتیجه افزایش دامنه فرسایش ساحلی نسبت به رسوب‌گذاری، به زیر آب رفتن خشکی در اثر فرونشست زمین ساختی و یا افزایش سطح آب دریا است. برخی از خطوط ساحلی بر اثر فعالیت‌های انسانی با اهداف آمایش سرزمین، توسعه اراضی جدید در نوار ساحلی از طریق خاک‌ریزی یا خاک‌برداری تغییر شکل پیدا می‌کنند. این فعالیت‌ها باعث شده است که نوارهای ساحلی چندین کیلومتر گسترش پیدا کنند. نخستین تلاش سیستماتیک برای تشریح اشکال ساحلی (لندفرم‌ها) توسط دانشمندان قرن نوزدهم مانند چارلز لیل، چارلز داروین و ژئومورفولوژیست پیشکسوت یعنی ویلیام موریس دیویس صورت گرفته است. با این وجود بخش عمده مطالعات انجام گرفته در مورد خطوط ساحلی کره زمین مربوط به قرن بیستم است [Bird, 2016]. در چند دهه اخیر مطالعات مربوط به سواحل گسترش پیدا کرده است، ولی با این وجود هنوز جای

کار و پژوهش دارد. در مورد موضوع مورد مطالعه تحقیقات زیادی در ایران و جهان انجام گرفته است که به بعضی از آنها اشاره می-شود. داده‌های سنجنده‌های TM وMSS مربوط به یک دوره زمانی ۱۵ ساله (1973-1988) با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی شبکه‌های عصبی نوسانات خط ساحلی دلتای رودخانه پیرل را در چین مورد بررسی قرار گرفت [Zhu, 2001]. در سال ۲۰۰٤ در پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه علاوه بر استفاده از تصاویر لندست از داده‌های(TOPEX) نیز استفاده شد و تغییر ارتفاع سطح دریاچه ۳متر برآورد گردید [Allesheikh *et al,* 2004]. در پژوهشی با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی به بررسی تغییرات خط ساحلی عسلویه در استان بوشهر پرداخته شد. نتایج نشان داد در طی بازه زمانی مورد مطالعه (۱٦سال) میزان رسوب‌گذاری به نسبت فرسایش دو برابر افزایش داشته است و عامل انسانی به‌عنوان بزرگ‌ترین عامل در این تغییر ذکر گردید [Naemi *et al*, 2010]. در تحقیقی به بررسی تغییرات خط ساحل کارنتاکای هند با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS پرداخته شد که نتایج حاکی از این بود که ۷۰% ناحیه ساحلی دارای حالتی ناپایدار و دارای پسروی و پیشروی زیادی است و ۳۰% باقیمانده هم تحت تأثیر متغیرهای فرسایشی زیادی قرار گرفته است [Chethnamilselvan *et al*, 2013]. بخش جنوبی دریای خزر در سال۲۰۱۳ مورد مطالعه قرار گرفت. در این مطالعه از داده‌های لندست، تصاویر هوایی، نقشه‌های عوارض زمین و تکنیک بارزسازی لبه استفاده شد. نتایج نشان‌دهنده تغییر محسوس در خط ساحلی بود که از تغییر سطح تراز دریا تأثیر پذیرفته است [Kakroodi *et al*, 2014]. در پژوهشی با استفاده از سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی و روش‌های آماری در قالب رویکرد تحلیلی، بررسی تغییرات خط ساحلی در واکنش به افزایش سطح آب دریا در راستای ساحل دایا در هندوستان مشخص شد که استفاده همزمان از تصاویر ماهواره‌ای، داده‌های سطح آب دریا و روش‌های آماری می‌تواند روشی قابل اعتماد برای ارزیابی تغییرات خط ساحلی نسبت به افزایش سطح آب دریا باشد [Jana *et al*, 2014]. تحقیقات تغییرات فضایی و زمانی خطوط ساحلی شمال چین طی دوره ۲۰۱۲-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد خط ساحلی منطقه مورد مطالعه تا ٦۳۷/۹۵کیلومتر با نرخ ۵۳/۱٦کیلومتر در سال افزایش یافته است [Jiang *et al,* 2015]. در تحقیقی با عنوان بررسی روند تغییرات خط ساحلی بندر دیر با استفاده از GIS و RS نتایج نشان داد که تغییرات مکانی در ۵۰ نقطه از محدوده مطالعاتی به گونه‌ای است که آب دریا به سمت خشکی پیشروی داشته است [Ahmadi *et al,* 2015]. در پژوهشی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برای نظارت بر تغییرات خط ساحلی در جزیره هائیتی نتایج به گونه‌ای بود که در محدوه مورد مطالعه ٦٤۷٦هکتار فرسایش رخ داده است [Kumar & Ghosh, 2012]. پایش تغییرات خط ساحلی با استفاده از سنجش از دور در محدوده ساحلی دریای عمان از چابهار تا بندر گنگ نشان داد که محدوده طی دوره مطالعاتی۳۰ ساله دارای تغییرات چشمگیری بوده و ساحل دارای پسروی بوده است [Negahban *et al*, 2017]. در بررسی تغییرات خط ساحلی کرانه‌های جنوب خاوری دریای خزر (۲۰۱۵- ۱۹۸۷) مشخص شد خط ساحل طی دوره زمانی یادشده بیشتر دارای پیشروی بوده است [Servati *et al*, 2017]. در پژوهشی دیگر بررسی تغییرات خط ساحلی شهرستان دیر، نتایج جابجایی خط ساحلی را هم به سمت دریا و هم به سمت خشکی نشان داد [Razmi *et al,* 2017]. در تحقیقی با عنوان آشکارسازی خطوط ساحلی با تکنیک پردازش تصویر ماهواره‌ای و بررسی تغییرات آن در یک بازه زمانی ۱٦ ساله در منطقه میانکاله (جنوب شرق دریای خزر) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و سنتینل ۲A مشخص گردید به‌علت تغییرات سطح تراز آب میزان رسوب‌گذاری افزایش داشته است [Akbarinasab *et al*, 2017]. خط ساحلی دریای عمان در محدوده جاسک را با استفاده از روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی حداکثر احتمال مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد محدوده مطالعاتی دارای تغییرات زیادی به‌صورت پسروی و پیشروی خط ساحل بوده است [Negahban *et al*, 2018]. بررسی روند تغییرات خط ساحلی بندر عسلویه تا بندر دیر با استفاده از داده-های ماهواره‌ای لندست ۱۹۹٦ تا ۲۰۱٦ نشان داد همزمان با توسعه میدان نفتی پارس‌جنوبی از مساحت کاربری‌های آب، مرتع، پوشش گیاهی کاسته و به مساحت اراضی انسان‌ساخت افزوده شده است [Ebadati *et al*, 2019]. پژوهشی در رابطه با مقایسه شاخص‌های استخراج آب با استفاده از تصاویر لندست ۸ و سنتینل ۲A نتایج نشان داد طی دوره زمانی یادشده (۲۰۱۸- ۲۰۰۱) سواحل بوشهر متحمل تغییرات زیادی شده است [Sotoudeh pour *et al,* 2019]. با توجه به مطالعات صورت گرفته می‌توان گفت سنجش از دور یکی از برترین و قابل اعتمادترین روش‌ها در پایش و مدیریت محیط زیست و منابع است. داشتن اطلاع از رفتار خط ساحلی به مدیریت بهتر سواحل، طراحی صحیح‌تر، احداث تاسیسات ساحلی مناسب‌تر و نیز تعیین حاشیه امن ساحل کمک فراوانی می‌کند [Razmi *et al*, 2017] همچنین اطلاع از موقعیت گذشته، حال و آینده خط ساحلی و نحوه تغییرات آن از ملزومات مدیریت بهینه سواحل است. هدف از انجام این پژوهش ارزیابی تغییرات خط ساحلی شهرستان بوشهر، میزان جابجایی خطوط در بازه زمانی ٤۲ ساله (۲۰۱۸- ۱۹۷٦) با استفاده از سنجنده‌های TM، ETM+، OLI بود. پرسش اصلی این تحقیق آن است که از میان عوامل موثر و فرایندهای مختلف کدام یک بیشترین تأثیر را در این تغییرات دارند؟

روش‌شناسی

این پژوهش از نوع کاربردی و بر پایه پژوهش موردی استوار است. چهارچوب کلی گردآوری این پژوهش استفاده از روش‌های کمی،

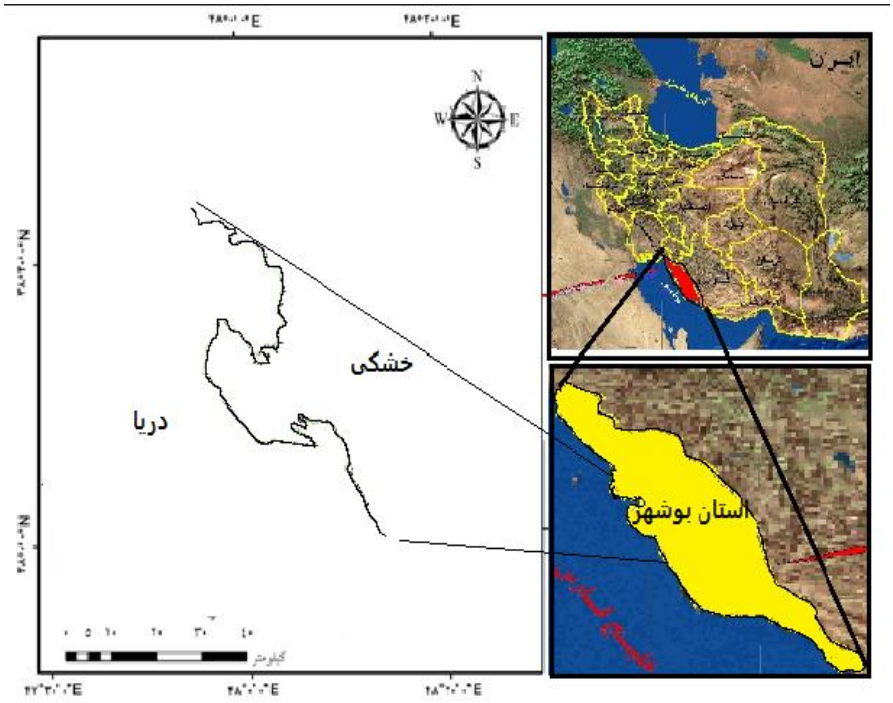
تحلیل‌های فضایی بوده که از بررسی‌های میدانی نیز استفاده شده است. در این پژوهش از تصویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۲۰۱۸، ۲۰۰۱، ۱۹۸۶ و ۱۹۷۶ میلادی مربوط به بوشهر استفاده شده است (جدول ۱).

جدول ۱) مشخصات تصاویر استفاده شده در این پژوهش

ماهواره	تاریخ اخذ	قدرت تفکیک مکانی (متر)	ردیف	گذر
لندست (۲۰۱۸)	۲۰۱۸/۸/۱۲	۳۰	۴۰	۱۶۳
لندست (۲۰۰۱)	۲۰۰۱/۷/۱۷	۳۰	۴۰	۱۶۳
لندست (۱۹۸۶)	۱۹۸۶/۹/۲۰	۳۰	۴۰	۱۶۳
لندست (۱۹۷۶)	۱۹۷۶/۷/۲۵	۵۶*۷۹	-	-

برای مقایسه تصاویر، سعی گردید علاوه بر گرفته‌شدن تصاویر در حالت مد حداکثری، هر چهار تصویر با فاصله زمانی کمی نسبت به هم و در فصل تابستان اخذ شوند. این کار علاوه بر بهتربودن به لحاظ مقایسه تصاویر، به لحاظ انجام تصحیحات اتمسفری (عدم وجود پوشش ابر و غیره) باعث شد ترسیم خطوط ساحلی و نقشه‌های خروجی ما دقیق‌تر باشد. در این تحقیق برای شناسایی و تهیه نقشه خطوط ساحلی بوشهر و همچنین شناخت بهتر وضعیت توپوگرافی محدوده مطالعاتی از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و نقشه زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ استفاده گردید. ترسیم، رقومی‌سازی، تصاویر ماهواره‌ای و نقشه توپوگرافی در محیط نرم افزار ARC GIS انجام شد و سپس پیش پردازش، پردازش و بارزسازی تصاویر ماهواره‌ای در محدوده مطالعاتی با استفاده از نرم افزار ENVI5.3 صورت گرفت.

محدوده مورد مطالعه شهرستان بوشهر واقع در استان بوشهر است که در شکل ۱ نشان داده شده است. استان بوشهر با بیش از ۶۰۰ کیلومتر مرز دریایی دارای طولانی‌ترین مرز آبی با خلیج فارس است و به لحاظ سیاسی، اقتصادی و استراتژیکی از موقعیت مهمی برخوردار است. برای انجام این پژوهش یک بازه ۱۳۰کیلومتری از ساحل بوشهر انتخاب شده است. مساحت محدوده مطالعاتی حدود ۱۸۲۶۵۰هکتار است که در ۵۰° و ۴۵′ تا ۵۱° و ۶′ طول شرقی و ۲۸° و ۴۲′ تا ۲۹° درجه و ۱۰′ عرض شمالی قرار گرفته است. زمین‌شناسی محدوده مورد مطالعه در زون چین‌خورده زاگرس واقع شده است. این زون زمین‌شناسی در جنوب غربی ایران قرار دارد و ساخت زمین‌شناسی آن ساده و ملایم است [Shayna *et al*, 2016]. شبکه هیدروگرافی محدوده نیز تابع شبکه هیدروگرافی زاگرس چین‌خورده است. برآوردهای آماری ۲۰ ساله نشان می‌دهد متوسط دمای سالانه استان ۲۵ درجه سلسیوس و میانگین حداکثر و حداقل دما به ترتیب ۳۳ و ۱۸/۵ درجه سلسیوس است. میانگین سالانه بارش در ایستگاه بوشهر ۲۷۱میلی‌متر است. به لحاظ اقلیمی استان بوشهر کاملا در کمربند پرفشار جنب‌حاره قرار گرفته است که دارای اقلیمی گرم و مرطوب است. این منطقه از رسوبات کواترنری و عصر حاضر پوشیده شده است.



شکل ۱) موقعیت محدوده خط ساحلی شهرستان بوشهر

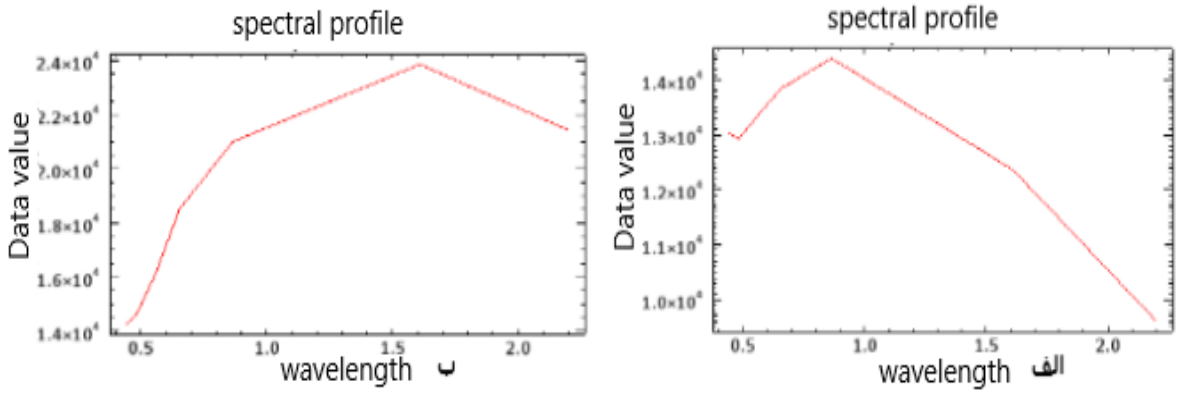
به‌طور کلی از نظر ارتفاعی محدوده مورد مطالعه چندان مرتفع نبوده و بیشتر آن را اراضی پست و هموار تشکیل داده است به طوری که کمترین شیب منطقه حدود صفر درجه است که بیشتر اراضی ساحلی و دشت‌های هموار را دربر می‌گیرد و بیشترین شیب آن حدود ۲۵درجه است که اراضی ناهموار را شامل می‌شود. شبکه زهکشی موجود بیشتر از نوع فصلی بوده و رودهای دائمی کمی

که در محدوده وجود دارند از نواحی کوهستانی خارج از محدوده سرچشمه می‌گیرند.

پیش ماهواره‌ای پردازش داده‌های

بعد از اخذ تصاویر لندست عملیات پیش پردازش روی آنها انجام گرفت. عملیات پیش پردازش مورد نیاز برای آماده سازی داده‌ها شامل دو مرحله تصحیحات رادیومتریک و هندسی است. در استفاده از تصاویر ماهواره‌ای جهت شناسایی تغییرات می‌بایست این تصاویر به لحاظ هندسی و رادیومتریکی شرایط کاملا برابری داشته باشند. به‌منظور انجام تصحیحات رادیومتریکی، داده‌ها ابتدا به تابش طیفی و سپس به بازتاب طیفی تبدیل شدند. استفاده از مقادیر بازتاب در مقایسه با مقادیر رادیانس دو مزیت دارد: اول اینکه می‌توان تأثیر کسینوس زاویه زنیت خورشید متفاوت، به نسبت اختلاف زمانی بین برداشت داده‌ها را اندازه‌گیری کرد و دوم اینکه مقادیر مختلف تابش خورشیدی بیرون اتمسفر که ناشی از اختلاف‌های باند طیفی است، تصحیح می‌شود [Chander *et al*, 2009] در این مرحله با استفاده از روش Quick Quac (Atmospheric Correction) تصحیحات رادیومتریکی بر روی تصاویر انجام گرفت.

به‌منظور صحت‌سنجی این تصحیحات رفتار طیفی قبل و بعد از تصحیحات رادیومتریکی مورد بررسی قرار گرفت. در نمودار ۱ قسمت (الف)، رفتار طیفی خاک روند منطقی را نشان نمی‌دهد. در صورتی‌که با افزایش طول موج، بازتاب آن نیز باید افزایش پیدا کند. ولی در قسمت (ب)، رفتار طیفی بعد از تصحیحات را نشان می‌دهد که با افزایش طول موج ، بازتاب آن نیز افزایش پیدا می‌کند که در محدوده مادون قرمز (به علت وجود رطوبت در خاک) منحنی افت پیدا می‌کند.



نمودار ۱) الف: رفتار طیفی (قبل از انجام تصحیحات)

ب: رفتار طیفی بعد از انجام تصحیحات رادیومتریکی

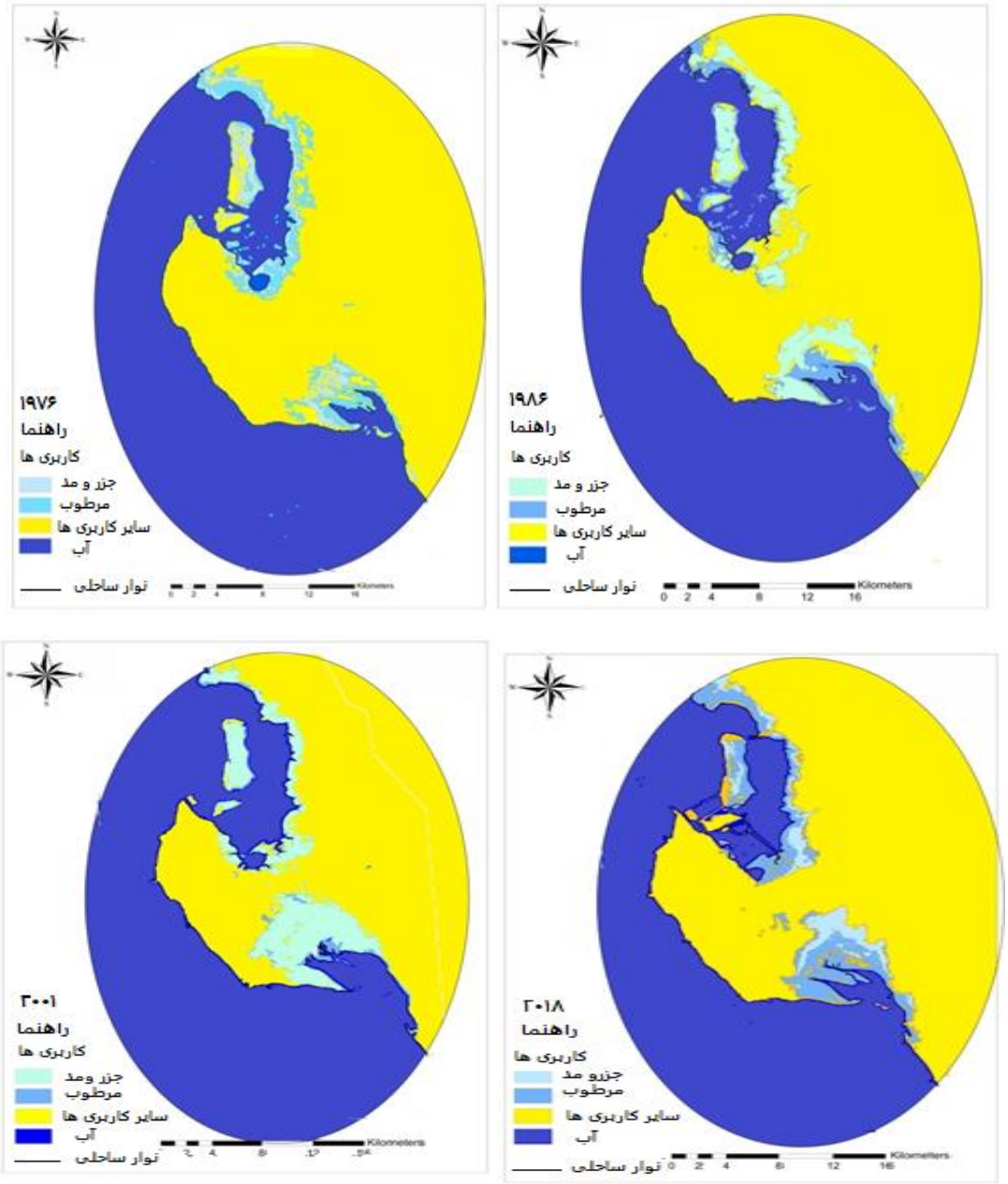
شکل ۲) فلوچارت روش کار

سپس تصحیحات هندسی روی تصاویر انجام شد. به‌منظور تصحیح هندسی تصاویر، از منابع داده‌های زمین مرجع استفاده گردید. این منابع داده‌ای شامل نقشه‌های توپوگرافی رقومی زمین مرجع و همچنین موقعیت مکانی عوارض برداشت شده بر روی تصاویر ماهواره‌ای توسط سیستم موقعیت‌یاب جهانی است. تصحیحات هندسی تصاویر یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین مراحل در شناخت وضعیت تغییرات است. زیرا در شناسایی وضعیت پدیده‌ها بر روی تصاویر ماهواره‌ای، قرارگیری نظیر به نظیر پیکسل‌ها یکی از مهم‌ترین مشخصه‌ها در ارزیابی کنترل کیفیت نتایج است. در نهایت تصاویر براساس نقاط کنترل زمینی با خطایی حدود ۰/۵ زمین مرجع شد. به‌لحاظ مقایسه تصاویر با استفاده از عملیات فیوژن (یکسان‌سازی باندها) قدرت تفکیک باندها به ۳۰متر تغییر کرد و یکسان شدند و سپس با استفاده از نمونه‌های تعلیمی طبقه‌بندی تصاویر انجام گرفت. روش کلی کار در شکل ۲ نشان داده شده است.

پردازش داده‌های ماهواره‌ای

پردازش تصاویر ماهواره‌ای و جداسازی آب و زمین در تصاویر ماهواره‌ای نقش مهمی در تحلیل‌های بعدی دارد. لذا برای ارائه بهترین عملکرد جهت تفکیک خط ساحلی در تصاویر ماهواره‌ای دقت زیادی به کار رفت. بهترین محدوده امواج الکترومغناطیس برای جداسازی آب از زمین، بخش مادون قرمز است.

جذب تابش امواج مادون قرمز توسط آب و بازتابش زیاد آن توسط پوشش گیاهی و تاحدودی خاک، کنتراست خوبی بین آب و زمین ایجاد می‌کند [Wilson, 1997]. باید توجه داشت که روش بارزسازی روش مبتنی بر آزمون و خطاست [Alavipanah, 2015]. در این پژوهش برای بررسی تغییرات خط ساحلی از روش آشکارسازی تغییرات استفاده شد. در همین راستا با توجه به اعتمادپذیری بهتر از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده گردید.



شکل ۳) نقشه حاصل از طبقه‌بندی کاربری اراضی سواحل بوشهر در سال‌های ۲۰۱۸، ۲۰۰۱، ۱۹۸۶، ۱۹۷۶ بر روی تصاویر ماهواره‌ای (با استفاده از نرم‌افزار Envi)

این روش دارای الگوریتم‌های مختلفی است، که از آنها می‌توان به الگوریتم‌هایی مانند بیشترین شباهت و کمترین فاصله اشاره کرد. در این شیوه بر پایه الگوی توزیع آماری و آموزش اولیه‌ای که رده‌بند از نمونه واقعیت‌های زمینی کسب کرده است، رده‌بندی صورت می‌گیرد. در این روش‌ها در مورد هر پیکسل فقط یک تصمیم اتخاذ می‌شود و در نتیجه این تصمیم هر پیکسل به یکی از رده‌های از پیش تعیین شده تعلق می‌گیرد. در این تحقیق جهت طبقه‌بندی کاربری‌ها و تفکیک آب از خشکی، ترکیب باندی ۱۶۷ RGB به‌عنوان بهترین ترکیب مورد استفاده قرار گرفت.

با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و استفاده از الگوریتم بیشترین شباهت، تصاویر طبقه‌بندی شدند و خطوط استخراج گردید. در طبقه‌بندی برای هر تصویر ابتدا ٤ کلاس تعریف شد که عبارت بودند از: مناطق جزر و مدی، نواحی مرطوب، آب و سایر کاربری‌ها که در شکل ۳ نشان داده شده است. سپس آشکارسازی

تغییرات و در نهایت تحلیل تغییرات خط ساحلی انجام شد.

جهت شناسایی خصوصیات هیدرولیکی و هیدروفیزیکی محدوده مورد مطالعه از شاخص ضریب خمیدگی به‌عنوان یکی از پارامترهای هندسی کمی استفاده شد و ضریب خمیدگی قوس‌ها محاسبه گردید.

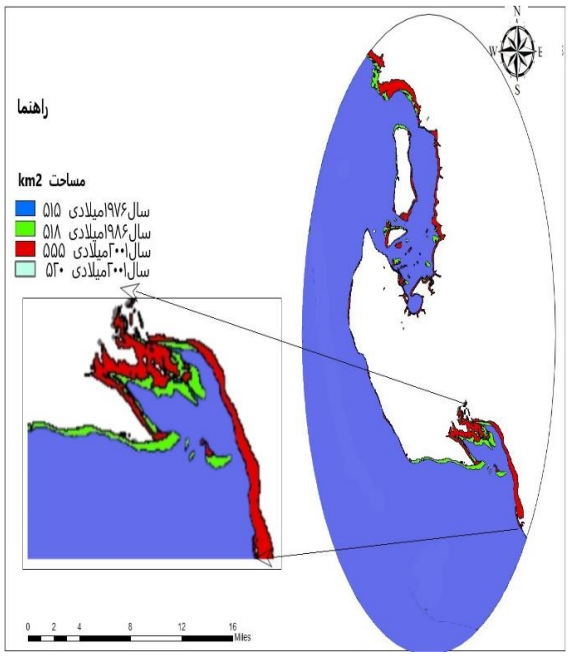
یافته‌ها

پس از بررسی‌های میدانی و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای، لندفرم‌های ژئومورفولوژیکی در محدوده مطالعاتی شناسایی شدند که عبارتند از: خلیج دهانه‌ای رود حله، خورها، سواحل شنی، دلتا، سطوح گلی، دشت سیلابی، اراضی بدلندی، دره‌های آبرفتی که طی بازه زمانی مورد مطالعه (۴۲سال) دچار تغییر شده‌اند.

با تحلیل نتایج حاصل از بررسی وضعیت تغییرات خطوط ساحلی در طی بازه زمانی۴۲ ساله (۲۰۱۸-۱۹۷۶) و شناسایی تغییرات خطوط ساحلی، پهنه‌هایی که در محدوده مطالعاتی در معرض پسروی یا پیشروی یا به عبارتی رسوب‌گذاری و فرسایشی بوده‌اند، مشخص شد.

بیشترین طول خط ساحلی در سال ۲۰۱۸ میلادی به طول ۲۰۰کیلومتر و کمترین مقدار آن در سال ۱۹۷۶ به طول ۱۲۲کیلومتر بوده است که در شکل ٤ نشان داده شده است.

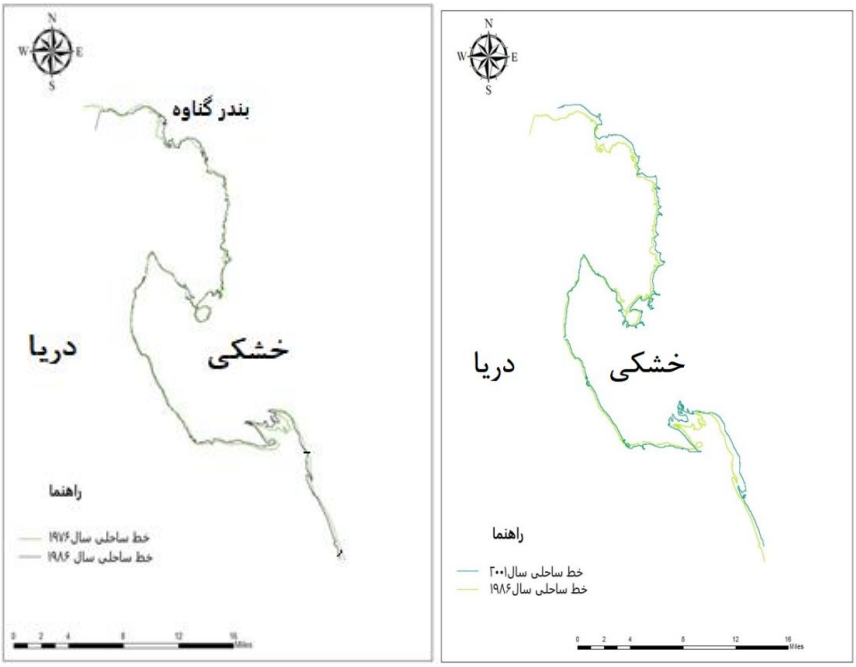
شکل ۴) استخراج تغییرات و جابجایی مکانی خط ساحلی بوشهر در بازه‌های زمانی سال‌های ۲۰۱۸، ۲۰۰۱، ۱۹۸۶، ۱۹۷۶ (ترسیم با استفاده از نرم‌افزار GIS)



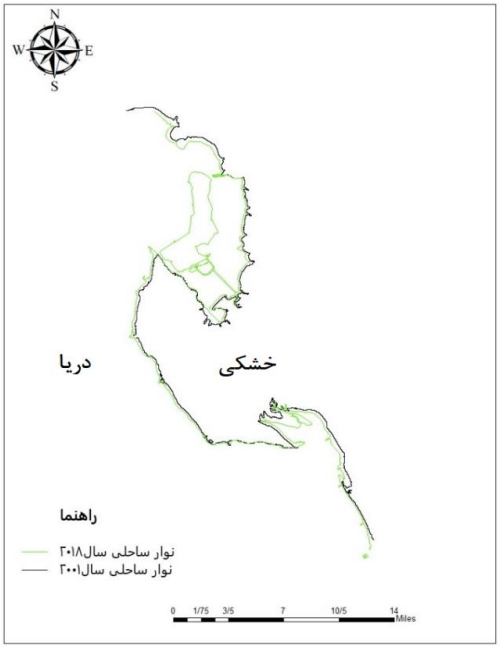
شکل ۵) محاسبه مساحت تغییریافته براساس جابجایی تغییرات خط ساحل بازه‌های زمانی سال‌های ۲۰۱۸- ۱۹۷۶ (ترسیم با استفاده از نرم‌افزار GIS)

همچنین بالاترین مساحت تغییریافته در بازه مطالعاتی به میزان ۵۵۵کیلومتر مربع مربوط به سال ۲۰۰۱ میلادی و کمترین آن مربوط به سال ۱۹۷٦ به میزان ۵۱۵کیلومتر مربع بوده است که نشان‌دهنده تغییرات نسبتا قابل توجه خط و پهنه ساحلی در محدوده مطالعاتی است که در شکل ۵ مشخص شده است.

پس از طبقه‌بندی تصاویر در مرحله بعدی با مقایسه دوبه دوی تصاویر، نتایج آن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد بیشتر تغییرات به‌صورت پسروی خط ساحل بوده است.



شکل ۶) مقایسه خطوط ساحلی در بازه‌های زمانی سال‌های (۱۹۷۶، ۱۹۸۶) و (۲۰۰۱ و ۱۹۸۶) (ترسیم با استفاده از نرم افزارEnvi)



شکل ۷) مقایسه پسروی و پیشروی خطوط ساحلی در بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۰۱ (ترسیم با استفاده از نرم افزارEnvi)

برای دوره اول (۱۹۷٦-۱۹۸٦) نقشه حاصل از آشکارسازی نشان می‌دهد که خط ساحل پسروی داشته است که این پسروی در تمامی محدوده به‌صورت یکسان نبوده است. به‌عنوان مثال در شمال محدوده مطالعاتی حوالی بندر گناوه خط ساحل تا حدی پیشروی داشته است. این در حالی است که از دماغه ساحلی بوشهر هر چه بیشتر به سمت جنوب محدوده مطالعاتی برویم، برعکس، خط ساحل پسروی داشته است که البته این میزان پسروی شدید نبوده است (شکل۷). برای دوره دوم (۲۰۰۱-۱۹۸٦) خط ساحل در بیشتر محدوده پیشروی داشته است که در شکل ٦ نشان داده شده است.

محاسبه میزان ضریب خمیدگی خط ساحل شهرستان بوشهر در سال‌های ۲۰۱۸-۱۹۷۶

در دوره سوم (۲۰۱۸-۲۰۰۱) در تمامی محدوده‌ها پسروی خط ساحل دیده می‌شود که این پسروی در قسمت‌های جنوبی محدوده بیشتر از نقاط دیگر است (شکل ۷).

به‌طور کلی در طی ٤٢ سال بازه زمانی مورد مطالعه، خط ساحل پسروی داشته است. طول خط ساحلی در سال‌های ۱۹۷٦، ۱۹۸٦، ۲۰۰۱، ۲۰۱۸ به ترتیب ۱۲۲، ۱۷۷، ۱۸۹، ۲۰۰کیلومتر افزایش داشته است. با توجه به مطالعات صورت گرفته مشخص شد این تغییرات در سال‌های اخیر شدیدتر بوده است. برای شناسایی خصوصیات هیدرولیکی و هیدروفیزیکی رودخانه‌ها و سواحل بایستی مشخصاتی از آنها به‌صورت پارامترهای هندسی کمی اندازه‌گیری و به‌عنوان شاخص جهت طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گیرند. یکی از پارامترهای مهم در این رابطه ضریب خمیدگی است. جهت تحلیل کمی تغییرات خط ساحلی از شاخص ضریب خمیدگی برای مقایسه سال‌های مورد مطالعه استفاده شد. با توجه به جدول ۲، ۱۸% قوس‌های خط ساحلی بوشهر در سال ۱۹۷٦، ضریب خمیدگی کمتر از ۱، ۳۹% قوس‌ها ضریب خمیدگی ۱-۱/۵، ۲۰% قوس‌ها ضریب خمیدگی ۱/۵-۲ و ۲۳% قوس‌ها ضریب خمیدگی بیش از ۲ دارند. همچنین در سال ۱۹۸٦، ۸% قوس‌های خط ساحلی در طبقه کمتر از ۱، ۷۰% قوس‌ها دارای ضریب خمیدگی ۱-۱/۵، ۱۳% قوس-ها به طبقه ۱/۵-۲ و ۹% به طبقه بیش از ۲ تعلق دارند. ضریب خمیدگی قوس‌های خط ساحلی منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۱ به ترتیب ۱۱% در طبقه کمتر از ۱، ۷۷% در طبقه ۱-۱/۵، ۹% در طبقه ۱/۵-۲ و ۳% در طبقه بیش از ۲ قرار دارند. در سال ۲۰۱۸، ۱۰% قوس‌ها در طبقه کمتر از ۱، ۸۱% در طبقه ۱-۱/۵، ٦% در طبقه ۱/۵-۲ و ۳% قوس‌ها ضریب خمیدگی بیش از ۲ دارند.

جدول ۲) طبقه‌بندی و مقایسه قوس‌های ساحل بوشهر با استفاده از ضریب خمیدگی لئوپولد (به درصد)

ضریب خمیدگی قوس‌ها	۱۹۷۶	۱۹۸۶	۲۰۰۱	۲۰۱۸
۱>	۱۸	۸	۱۱	۱۰
۱-۱/۵	۳۹	۷۰	۷۷	۸۱
۱/۵-۲	۲۰	۱۳	۹	۶
۲<	۲۳	۹	۳	۳

جدول ۲، روند تغییرات تعداد و ضریب خمیدگی قوس‌های خط ساحلی بوشهر در چهار دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نکته قابل تأمل کاهش تعداد قوس‌ها در بازه کمتر از ۱ (ضریب خمیدگی کمتر از۱) و بازه بیش از ۲ و افزایش تعداد قوس‌ها در بازه ۱-۱/۵ است. نکته مهم دیگری که می‌توان اشاره نمود، افزایش تعداد قوس‌های طبقه ۱-۱/۵ در سال ۱۹۸٦ با اختلاف زیاد نسبت به سال ۱۹۷٦ و کاهش تعداد قوس‌ها در دو بازه کمتر از ۱ و بیش از ۲ در سال‌های ۱۹۸٦، ۲۰۰۱ و ۲۰۱۸ است که می‌تواند نمایانگر یک رخداد و ناتعادلی در منطقه مورد مطالعه باشد که می‌تواند به عواملی مانند ساخت و ساز بی‌رویه در امتداد ساحل و گسترش مناطق مسکونی روی پهنه‌های ماسه‌ای، جهت گسترش دماغه ساحلی بوشهر به سمت جنوب مرتبط باشد.

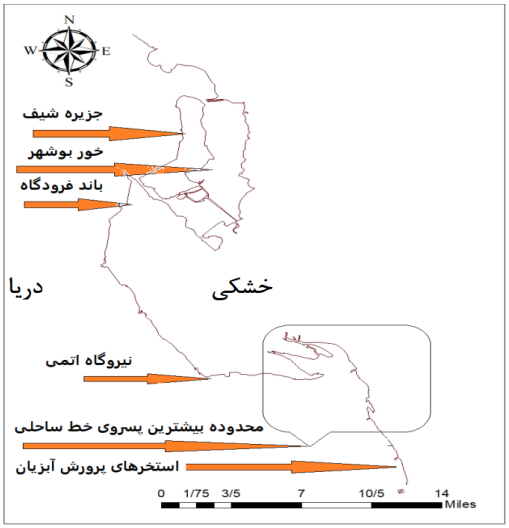
بحث

محیط‌های ساحلی از حساس‌ترین سیستم‌های محیطی به شمار می‌روند که تحت تأثیر فرایندهای هیدرودینامیکی حاکم، تغییر و تحول در آنها نسبتا سریع بوده و شاید از این نظر قابل مقایسه با سایر سیستم‌های ژئوموفولوژی نباشد [Shakor *et al*, 2019]. خطوط ساحلی از مهم‌ترین عوارض زمینی بوده که همواره در حال تغییرات کوتاه مدت و بلندمدت هستند. این تغییرات ممکن است بر اثر عوامل طبیعی یا به وسیله بشر ایجاد شده باشند. سواحل محدوده مطالعاتی (بوشهر) جزء سواحل هموار و پلاژیک است. این نوع سواحل بیشتر در مناطقی وجود دارند که وسعت جلگه زیاد است. بیشتر محدوده مطالعاتی را مناطق پست و هموار در برگرفته است و این محدوده به‌لحاظ داشتن ارتفاع کم به ویژه در کنار سواحل باعث شده که آب در خشکی نفوذ کند و باعث ایجاد باتلاق‌ها، مرداب‌ها و پهنه‌های وسیع گل‌ولای شوند. همان‌طور که ذکر گردید، بیشتر تغییرات به‌صورت پسروی خط ساحل بوده است. نواحی دارای بیشترین تغییر در شکل ۸ نشان داده شده است.

در این نقاط به‌دلیل احداث رآکتور نیروگاه اتمی بوشهر، تأسیس فرودگاه بین‌المللی، احداث استخرهای پرورش ماهی و میگو، تأسیس صنایع مربوط به تصفیه فاضلاب شهری، و تأسیس و یا گسترش سازه‌های ساحلی مانند اسکله و موج شکن‌ها بیشترین تغییرات را در محدوده ساحلی ایجاد کرده‌اند. علاوه بر موارد ذکر شده می‌توان به بزرگ‌ترشدن مراکز شهری کوچک و ایجاد شهرک‌های صنعتی در نزدیکی ساحل اشاره کرد که در سال‌های گذشته یا وجود نداشته اند یا بسیار کوچک بوده‌اند. از طرف دیگر توسعه فیزیکی بندر بوشهر، احداث و گسترش تأسیسات عظیم نفت، گاز، پتروشیمی و صنایع گسترده مرتبط با آن، احداث منطقه ویژه اقتصادی و غیره باعث جذب جمعیت زیادی از اطراف و سایر استان‌ها به این منطقه شده است و باعث تغییر خط ساحلی بوشهر شده است؛ بنابراین فعالیت‌های انسانی نقش بیشتری در تغییر خط ساحلی داشته است.

در واقع هر یک از موارد ذکر شده به نحوی در این تغییرات نقش داشته‌اند. به‌عنوان مثال ایجاد برخی سازه‌ها و تأسیسات باعث ایجاد عدم تعادل در فرسایش و رسوب‌گذاری‌شده که این عامل باعث شده در این قسمت از سواحل کانال‌ها و مصب بیشتر خورها دچار جابجایی و تغییر در عرض و پهنا شوندکه در شکل ۸ نشان داده شده است و از جمله آنها می‌توان به خور بندر بوشهر اشاره کرد که بین سواحل شهر بوشهر و جزیره شیف قرار دارد و نقش مهمی در هدایت کشتی‌ها و قایق‌های باری و مسافری به بندر

بوشهر دارد. حتی در مواردی نیز سازه‌های ساحلی باعث گردیده تا ماهیت حرکت امواج تغییر کند که این مورد خود باعث ایجاد دماغه‌هایی شده است. عوامل انسانی مانند: ساخت‌وساز بی‌رویه، مکان و نحوه استقرار شهر بوشهر، وجود تأسیسات دریایی و جاده ساحلی در امتداد خط ساحلی، گسترش بعضی نواحی مسکونی روی پهنه‌های ماسه‌ای و از طرف دیگر موقعیت و جهت گسترش دماغه ساحلی بوشهر به سمت جنوب وجود دشت‌های باریک ماسه‌ای به موازات ساحل که به وسیله دره مند قطع می‌شود از جمله عواملی هستند که می‌توانند باعث ایجاد ناتعادلی و افزایش تغییرات در طول خط ساحل و خشکی شوند. در این سواحل به‌دلیل رسوب‌گذاری افزایش سرزمین رخ داده است.



شکل ۸) نقشه نهایی بیشترین تغییرات صورت‌گرفته در محدوده ساحلی بوشهر

لذا پیشنهاد می‌شود با مدیریت فرایند رسوب‌گذاری از بروز مشکلات جلوگیری کرده و از پتانسیل ایجادشده در افزایش سطح سرزمینی استفاده و بهره‌برداری بهینه از آنها به عمل آید. در این محدوده با توجه به شیب کم و دخالت‌های انسانی، افزایش سطح تراز آب می‌تواند باعث بروز چالش‌های جدی و تهدیدات زیست محیطی مختلفی شود. لذا پیشنهاد می‌شود: ۱) دستگاه‌های مربوطه در نواحی آسیب‌پذیر حریم دریا را در دستور کار خود قرار دهند ۲) ضروری است جهت ساماندهی فعالیت‌های انسانی حریم رعایت شود و در صورت امکان حریم جدید تعریف شود و تا حد امکان برخی ساختارها به بیرون از محدوده ساحلی منتقل شود ۳) به‌دلیل قرار داشتن تأسیسات و صنایع نفت و گاز و نیروگاه اتمی ضروری است که طرح مدیریت زیست محیطی تهیه و تدوین شود. این سواحل اگرچه از نظر برخی شرایط محیطی و دسترسی دچار برخی محدودیت‌ها هستند ولی از نظر زمین‌شناسی و هیدرودینامیکی دارای تعادل نسبی هستند. البته این بدین معنا نیست که این مناطق مورد هجوم انواع مختلف کاربری‌ها قرار بگیرد. زیرا این شرایط باعث عدم تعادل بین فرایندهای فرسایشی و رسوب‌گذاری شده و آنها در زمره سواحل فرسایشی و یا رسوب‌گذاری با آسیب‌پذیری بالا قرار خواهند گرفت. این مسئله در درازمدت می‌تواند منجر به بروز مخاطرات ساحلی شود. هر چند امروزه در مطالعه موردی و بررسی مخاطرات ساحلی با توجه به شاخص‌های ژئومورفولوژیکی و ژئوتکنیکی از جمله مسائل مهمی است که در مطالعات دانشگاهی کمتر به آن پرداخته شده است [Derafshi & Sadogh, 2014]. لذا پیشنهاد می‌شود با ارائه و اعمال مدیریتی مناسب به نحوی که از حالت تعادل خارج نشوند، مورد بهره‌برداری قرار گیرند. مطالعات بر روی تغییرات خط ساحلی بوشهر به‌صورت محدود انجام گرفته است. بیشتر تحقیقات صورت‌گرفته در قالب مطالعات غیرجغرافیایی مانند: دریانوردی، صنایع مربوط به شیلات و اکتشاف نفت و گاز بوده است. در این مقاله جهت پایش خط ساحل از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم بیشترین شباهت استفاده شد. استفاده از طبقه‌بندی تصاویر در این پژوهش با تحقیقات *نگهبان و* همکاران [Negahban *et al*, 2017]، *تمسکی* [Tamassoki, 2016] و *نگهبان و* همکاران [Negahban *et al*, 2018] مشابهت دارد. استفاده از این روش به‌لحاظ برخورداری از دقت بالا دارای قابلیت مناسبی جهت پایش و آشکارسازی تغییرات خط ساحلی است.

نتیجه‌گیری

پایش سواحل بوشهر از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۸ میلادی نشان می‌دهد که سواحل بوشهر در این مدت تغییرات زیادی متحمل شده است. این تغییر و ناپایداری در همه نقاط آن یکسان نیست. هر چند با وجود ناپایداری نمی‌توان به روند دقیق و منظمی از تغییرات خط ساحل پی برد. نتایج نشان داد مناطق ساحلی بوشهر را می توان به سه دسته تقسیم کرد. الف) سواحلی که دچار تغییرات چشمگیری نشده‌اند و سواحل پایدار نامیده می‌شوند. ب) سواحلی که در آنها رژیم فرسایشی شدت بیشتری داشته است مانند سواحل خلیج هلیله در اطراف نیروگاه اتمی که در شکل ۸ مشخص شده است یا سواحل جزیره شیف در شمال بوشهر، که مهم‌ترین علت برقراری رژیم فرسایشی احتمالا کاهش ذخیره رسوبی لازم جهت ایجاد تعادل در آنها بوده است. ج) سواحل تحت رسوب‌گذاری که در شکل ۸ مشخص‌شده و در این مناطق ساحل پسروی داشته است. تحلیل ضریب خمیدگی قوس‌های خط ساحلی بوشهر حاکی از وجود ناتعادلی در محدوده مورد مطالعه دارد که علاوه بر اثرگذاری عوامل طبیعی، بیشترین تأثیر را فعالیت‌های انسانی داشته است. در سواحل بوشهر، عدم تعادل بین فرایندهای فرسایش و رسوب‌گذاری باعث تغییراتی در لندفرم‌های ساحلی نیز شده است.

تشکر و قدردانی: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.
تأییدیه اخلاقی: ما نویسندگان متعهد می‌شویم که این مقاله در هیچ نشریه‌ای چاپ نشده است.
تعارض منافع: موردی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

سهم نویسندگان: افشین ستوده‌پور (نویسنده اول)، پژوهشگر اصلی/نگارنده مقدمه (٤٠%)؛ عقیل مددی (نویسنده دوم)، پژوهشگر کمکی/نگارنده بحث اصلی (٣٠%)؛ (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی/روش‌شناس (٣٠%)؛

منابع مالی: از جایی تامین نشده است.

منابع

Ahmadi M, Ramesht MH, Derafshi K (2015). Detection of shoreline changes using remote sensing and GIS techniques, case study: Coast port city Dayer, Persian Gulf. Geography and Environmental Planning. 25(3):63-74. [Persian]

Akbarinasab M, Safarrad T, Akbarzadeh M (2017). Detection of coastline using satellite image-rocePssing technique Quarterly Journal of Environmental Erosion Research. 7(4):58-81. [Persian]

Alavipanah K (2018). Application of remote sensing in the earth sciences (soil). 2nd ed. Tehran: University of Tehran press. [Persian]

Alavipanah K (2015). The principles of modern remote sensing and interpretation of satellite images and aerial photographs. 3rd ed. Tehran: University of Tehran press. [Persian]

Allesheikh A, Mohamadi A, Ghorbanali A (2004). Monitoring coast line of uremia lake using remote sensing. Geographical Science. 4(4):9-25. [Persian]

Bird E (2016). Coastal Geomorphology. 2nd ed. New Jersey: WILEY Publiction.

Chander G, Markham B, Helder D (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI Sensors. Remote Sensing of Environment. 113(5):893-903.

Derafshi K, Sadogh SH (2014). Assessment of coastal vulnerability to rising seawater in Babolsar. Journal of Spatial Analysis Environmental Hazards. 1(3):1-12. [Persian]

Ebadati N, Razavian F, Khoshmanesh B (2019). Investigating the trend of coastline changes in the port of Asalouyeh to Bandar Deir using RS and GIS techniques. Ecohydrology. 5(2):653-662. [Persian]

Hashemi N, Akbarinasab M, Safarrad T (2018). The detection of the plume of the Arvand River using satellite images. Journal of hydrogeomorphology. 4(13):147-164. [Persian]

Jawak S.D, Kulkarni K, Luis AJ (2015). A review on extraction of lakes from remotely sensed optical satellite data with a special focus on Cryospheric lakes. Advances in Remote Sensing. 4(3):196-213.

Jiang C, Shaw k, Upperman C, Blythe D, Mitchell C, Murtugudde R, Sapkota A, et al (2015). Climate change, extreme events and increased risk of salmonellosis in Maryland, USA: Evidence for coastal vulnerability. Environment International. 83:58-62.

Jupp D (1988). Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters. Proceedings of the Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone, International Symposium. 1988: Day, Month: Australia, Gold Coast.

Kakroodi A A, Kroonenberg S B, Goorabi A, Yamani M (2014). Shoreline response to rapid 20th century sea-level change along the Iranian Caspian coast. Journal of Coastal Research. 30(6):1243-1250.

Kumar L, Ghosh MK (2012). Land cover change detection of Hatiya Island, Bangladesh, using remote sensing techniques. Journal of Applied Remote Sensing. 6(1):063608.

Mobasheri M (2014). Principles of physics in remote sensing and satellate technology. Tehran: Khaje Nasir University of Technology Publishers. [Persian].

Naemi A, Ghohroudi tali, M, Servati, M (2010). Monitoring changes in the coastline and geomorphological landforms of the Persian Gulf using remote sensing techniques and geographic information systems (Case study: Assaluyeh coastal region). EGU General Assembly. [Persian]

Negahban S, Rostami D, Ganjaeyan H (2017). Monitor shoreline changes using remote sensing in coastal areas of Oman from the Chabahar to port Tang. Quantitative Geomorphological Research. 5(1):27-42. [Persian]

Negahban S, Bagheri K, Heydari S, Gharosi, L (2018). Survey and monitoring shoreline changes Oman Sea in Jask area. Quantitative Geomorphological Research. 6(1):119- 136. [Persian]

Rasuly A, Naghdifar R, Rasoli M (2010). Monitoring of Caspian sea coastline changes using object- oriented techniques. Procedia Environmental Science. 2:416-426.

Razmi M, Asgari MH, Dadolahi-Sohrab A, Nazemossadat MJ, Khazaei H (2017). Assessing changes shoreline in Dayyer city using the Landsat satellite data, sensor TM and OLI 1991 and 2014 years. Journal of Marine Science and Technology. 16(4):1-12. [Persian]

Razmi M, Asgari MH, Dadolahi-Sohrab A, Nazemossadat MJ, Khazaei H (2017). Evaluation of the optimum index and MNDWI in examining coastline changes in the northern Persian Gulf (Case study: Dayyer). RS & GIS for Natural Resources. 8(1):52-65. [Persian]

Chethnamilselvan S, Kakara RS, Rajan B (2013). Assessment of shoreline change along Karantaka coast, India using GIS & remote sensing techniques. Indian Journal of Marine Scinces. 43(7).

Servati MR, Mansouri R, Ghahroodi M, Naeimi A (2017). The assessment of coastline changes in the south east coasts of the Caspian Sea during 1987-2015. Quantitative Geomorphological Research. 6(2):15-28. [Persian]

Shakor A, Ejtemaee B, Porbar, Z (2019). Sustainable coastal zoning using fuzzy method (case study: Qeshm Island). Journal of Regional Planning. 9(35):85-94.

Shayan S, Zare G, Yamani M, Sharifinia M, Soltanpor M (2016). Analyses of the land morpho dynamic effects on the formation and expanding of mond delta (Bushehr Province). Journal of Natural Geography. 8(27):39-56. [Persian]

Sotoudeh pour A, Madadi A, Asghari S (2019). Comparing of water extraction indexes using landsat 8 and sentinel A2 images case study: Boushehr Shoreline. Journal of Marine Science Technology. in Press [Persian]

Tamassoki E, Amiri H, Soleymani Z (2016). Monitoring of shoreline changes using remote sensing (case study: coastal city of Bandar Abbas). Earth and Environmental Science 20:012023.

Wilson PA (1997). Rule-based classification of water in landsat MSS image using the Variance filter. Photogrammetry and Remote Sensing. 63(5):485-491.

Zarghami M (2011). Effective watershed management; case study of Urmia lake Iran. Journal Lake and Reservior Management. 27(1):87-94.

Zhu X (2001). Remote sensing monitoring of coastline change in Pearl River estuary. Paper Presented at 22ndAsian Conference on Remote Sensing. 2001, 5-9 Novmber: Singapore. pp. 1-5.