

ارزیابی تغییرات نوار ساحلی دریای خزر با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور (نمونه موردی: ساحل امیرآباد در استان گیلان)

عقیل مددی^۱، ماهرخ سردشتی^{۲*}

۱. استاد ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، یارنامه: Aghil48madadi@yahoo.com
۲. نویسنده مسئول دانشجو دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران، یارنامه: geo.sardashti@gmail.com

تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۰/۲۹

چکیده

نوسانات سطح آب دریای خزر عامل اساسی مخاطرات ژئومورفولوژیک در منطقه ساحلی محسوب می‌شود. پیشروی ساخت وسازهای انسانی به طرف حریم دریا در طول ۵۰ سال اخیر، تغییرات شگرفی در منطقه ساحلی ایجاد نموده است. هدف از این تحقیق آشکارسازی تغییرات خط ساحلی دریای خزر در بازه ۲۰ کیلومتری ساحل امیرآباد شهرستان لاهیجان واقع در استان گیلان با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک‌های سنجش از دور می‌باشد. روش کار مبتنی بر مقایسه زمانی و مکانی تغییرات خط ساحلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست TM, ETM OLI_TIRS طی سال‌های ۱۹۸۴-۱۹۹۴-۲۰۰۴-۲۰۱۴ و ۲۰۲۴ و نوسانات تراز آب دریا و مقایسه آن با تراز آب دریا در سال ۱۳۴۲ است. همچنین، این تغییرات از طریق بازدیدهای میدانی و ثبت موقعیت پدیده‌های به جای مانده از خط ساحلی گذشته با استفاده از GPS و مطابقت آن‌ها با نقشه‌ها و تصاویر زمین مرجع شده به همراه ترسیم برش‌های عرضی در نرم‌افزار Arc GIS مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده از این پژوهش حاکی از آن است که سواحل دریای خزر از نظر زمانی و مکانی به طور نامشخصی در حال پیشروی و پسروی است. حداکثر پسروی به لحاظ افقی برابر با ۳ تا ۳۹/۸ متر در سال و حداکثر پیشروی برابر با ۳ تا ۱۰ متر را در طی سال بوده است که این موضوع باعث چالش‌های حقوقی حاکم در قوانین مربوط به حریم دریای خزر و اراضی مستحدث و ساحلی می‌گردد.

کلید واژه‌ها: اراضی مستحدث، خط ساحل، ساحل امیرآباد، مخاطرات ژئومورفولوژیک



سرآغاز

سواحل در گذر تاریخ، همواره اصلی‌ترین سکونتگاه‌ها برای انسان بوده‌اند، از پیدایش تمدن‌های کهن گرفته تا امروز، بشر مناطق ساحلی را به عنوان مناطقی پرجاذبه برای سکونت مورد استفاده قرار داده است و منطقه ساحلی فضایی اشتراکی از دو قلمرو جغرافیایی مستقل یعنی خشکی و دریا است. این محیط محیطی پویا، متغیر و متنوع است که تحت تأثیر فرآیندهای اقلیمی، دریایی و انسانی قرار دارد و در عین حال از بعد ژئوپولیتیک دسترسی به دریا برای کشورها همواره یک امتیاز مهم محسوب می‌شود و از بعد اقتصادی نیز علاوه بر وجود بنادر و شهرهای ساحلی که یک فرصت اقتصادی برای کشورهای دارای ساحل به شمار می‌آیند، موقعیت خط ساحلی همواره تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی در حال تغییر است. بنابراین، بررسی تغییرات آن برای مدیریت مناطق ساحلی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

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). تراز آب دریای خزر، به صورتی یک پدیده پویا مطرح است و دامنه نوسان آن در مقیاس‌های زمانی از شدت‌های متفاوتی برخوردار است. به طوری که تراز آن در یک دوره اقلیمی و در مدت زمان طولانی به آرامی افزایش یافته است. این نوسان وقتی به حداکثر مقدار خود رسید با همین آهنگ و با تغییرات دوره اقلیمی رو به کاهش می‌نهد (Qanqormeh & Malek, 2005). ساحل به عنوان یک فضای جغرافیایی دارای شرایط ویژه اقتصادی، تجاری، تفریحی و در برخی موارد استراتژیکی است. در چند دهه اخیر حدود ۷۰ درصد سواحل جهان تحت تأثیر فرسایش مداوم و پسروری خط ساحلی بوده‌اند. به طوری که در این زمینه کمیته بین‌المللی جغرافیا مناطق ساحلی را از منحصر به فردترین مناطق طبیعی در نظر گرفته است (Rasuly et al., 2010). در سال‌های اخیر پایش مناطق ساحلی در فاصله زمانی مختلف به عنوان یک پژوهش

زیربنایی مورد توجه قرار گرفته است. زیرا چنین مناطقی ماهیتی دینامیکی داشته و مدیریت آن نیاز به کسب اطلاع دقیق در فواصل زمانی مختلف دارد (Jupp, 1988). خط ساحلی را می‌توان به سادگی به عنوان مرز بین خشکی و دریا در نظر گرفت، در حالی که به طور رسمی به عنوان مرز در طول جزر و مد بهاری متوسط تعریف می‌شود (Ai et al., 2019). خط ساحل تحت تأثیر پارامترهایی مانند هیدرودینامیک محیط، مورفولوژی منطقه، عوامل انسانی، پوشش گیاهی، اقلیمی، هیدرولوژی، زمین‌شناسی همواره در تحول است. خطوط همچنین حاوی اطلاعات محیط‌زیستی فراوانی از منطقه ساحلی هستند (Xu et al., 2014). فرسایش سواحل، افزایش و کاهش سطح دریا و فعالیت‌های انسانی می‌تواند بر تغییرات خط ساحلی تأثیر بگذارد (Rameli & Jaafar, 2015; Yao & Zhang et al., 2013; Wu, 2012; Chen et al., 2012). مناطق ساحلی به طور کلی جمعیت انسانی را به عنوان مکان‌های مطلوب برای سکونت جذب می‌کنند (Tragaki et al., 2018; Ennouali et al., 2023). طی دهه‌های گذشته، رشد جمعیت و همچنین سرعت توسعه در مناطق ساحلی افزایش یافته و بسیاری از این تحولات با ماهیت پویای سواحل مغایرت دارند (Evans, 2019; Dada et al., 2017; Martínez et al., 2004). با این حال، محیط‌های ساحلی از نظر اکولوژیکی و اقتصادی نیز مناطق آسیب‌پذیری هستند که توسط فعالیت‌های انسانی، مانند آلودگی، افزایش سطح دریا و تغییرات آب و هوایی و طوفان‌ها تهدید می‌شوند (Johnson et al., 2015; Sheik & Chandrasekar, 2012; Slott et al., 2006; Zhu et al., 2012; Wang et al., 2022). در زمینه بررسی تغییرات خط ساحلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های سنجش از دور مطالعات زیادی در ایران و جهان صورت گرفته است که در ادامه به طور اختصار به مواردی اشاره می‌شود:

(Zhu, 2012) نوسانات خط ساحلی دلتای رودخانه پیرل در چین را با استفاده از داده‌های سنجنده‌ای TM و MSS مربوط به یک دوره زمانی ۱۵ ساله (۱۹۸۸-۱۹۷۳) و الگوریتم طبقه‌بندی شبکه‌های عصبی مورد بررسی قرار داد. و به ارزیابی تغییرات صورت گرفته در

(Qanqormeh & Malek, 2005) تراز آب دریای خزر، به صورت یک پدیده پویا مطرح است و دامنه نوسان آن در مقیاس‌های زمانی از شدت‌های متفاوتی برخوردار است. به طوری که تراز آن در یک دوره اقلیمی و در مدت زمان طولانی به آرامی افزایش یافته است. این نوسان وقتی به حداکثر مقدار خود رسید با همین آهنگ و با تغییرات دوره اقلیمی رو به کاهش می‌نهد.

(Bani Hashemi et al., 2012) پژوهشی را در مورد بررسی تغییرات سواحل جنوبی دریای خزر در اثر نوسانات آب دریا و عوامل انسانی با استفاده از داده‌های دورسنجی در دوره‌های زمانی ۱۳۶۲ تا ۱۳۸۳ انجام دادند و نتیجه گرفتند که نواحی مختلف سواحل در اثر نوسانات دریا واکنش متفاوتی نشان می‌دهد.

(Servati et al., 2017) در بررسی تغییرات خط ساحلی کرانه‌های جنوب‌شرقی دریای خزر (۱۹۸۷-۲۰۱۵) مشخص شد خط ساحلی طی دوره زمانی یاد شده دارای پیشروی بوده است

(Sotoudeh pour, 2019) تغییرات خط ساحلی و وضعیت رسوب‌گذاری و فرسایش سواحل بوشهر با استفاده از سنجده TM, ETM, OLI از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۸ مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج نشان داد فعالیت‌های انسانی بیشترین نقش را در تغییر خط ساحلی داشته و بیشترین تغییرات به صورت پسروی خط ساحل بوده است.

به طور کلی سواحل شمالی کشور، به دلیل دارا بودن جاذبه‌های طبیعی، اقتصادی و توریستی و همچنین نوسانات سطح آب دریای خزر دستخوش تحولات شدید ژئومورفولوژیکی شده است. همچنین افزایش جمعیت و گسترش فعالیت انسانی در سواحل استان گیلان، سبب نابودی بخش‌هایی از لندفرم‌های ساحلی و نیز بروز تغییرات قابل توجه در خط ساحلی منطقه شده است. ساحل امیرآباد یکی از مناطقی هست که به دلیل توریستی بودن در طی این سال‌ها به شدت دچار تغییرات شده است. لذا هدف از انجام این تحقیق ارزیابی تغییرات خط ساحلی دریای خزر در محدوده ساحلی امیرآباد برای اولین بار با استفاده از افزونه DSAS v5 Toolbar در نرم‌افزار ARC/MAP 10.4 در بازه زمانی ۴۰ ساله (۲۰۲۴-

بازه زمانی مذکور پرداخت و نتیجه گرفت بیشترین تغییرات صورت گرفته در منطقه مربوط به فعالیت‌های انسانی بوده است.

(Chethnamilselvan et al., 2013) به بررسی تغییرات خط ساحل کارتای هند با استفاده از تکنیک‌های RS و GIS پرداختند که نتایج حاکی از این بود که ۷۰ درصد ناحیه ساحلی دارای حالتی ناپایدار و دارای پسروی و پیشروی زیادی است و ۳۰ درصد باقیمانده هم تحت تاثیر متغیرهای فرسایشی زیادی قرار گرفته است.

(Jana et al., 2014) در پژوهش 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 و روش آماری می‌تواند روش قابل اعتمادی برای ارزیابی تغییرات خط ساحلی نسبت به افزایش سطح آب دریا باشد. (El- et al., 2022) (Mahdy) به ارزیابی خطر فرسایش ساحلی و اقدامات کاهش‌ی اعمال شده در روستای ازبت البورگ در دلتای مصر پرداختند. هدف اصلی این مطالعه یافتن راه‌حل مناسب برای حفاظت از سواحل و بررسی تاثیر آن بر خط ساحلی در سی سال آینده است. اقدام کاهش‌ی پیشنهادی فرسایش ساحلی منطقه مورد مطالعه را به شدت به حداقل رساند.

(Negahban et al., 2017) 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 مطالعاتی ۳۰ ساله دارای تغییرات چشمگیری بوده و ساحل دارای پسروی است.

(Shtaei Joybari & Malek, 2005) تحولات سواحل دریای خزر را در شهرستان نور استان مازندران طی یک دوره ۱۳ ساله (۱۳۶۰-۱۳۷۳) مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند طی این دوره میزان اراضی جنگلی و پوشش‌های طبیعی از ۱۳/۵ هکتار به ۴/۴ هکتار کاهش یافته است و حدود ۸۴/۵ هکتار از کاربری‌های سواحل زیر آب رفته‌اند.

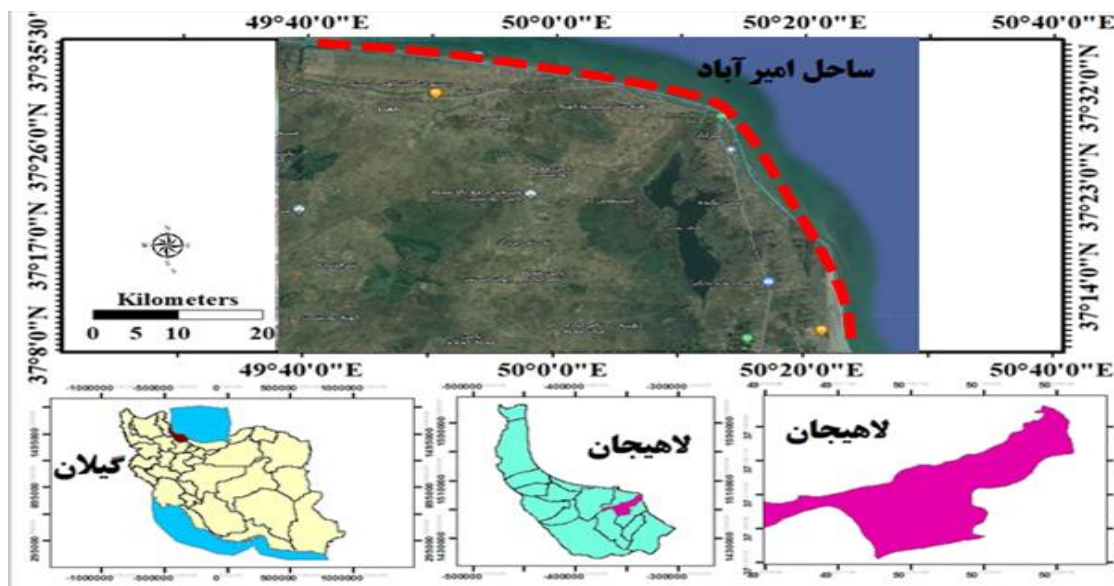
مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۰۵ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۱۴ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی می‌باشد که در نزدیکی تالاب امیرآباد واقع شده است. لذا این منطقه جز مناطق تفریحی و گردشگری لاهیجان و شمال کشور به شمار می‌آید (شکل ۱).

روستای ساحلی امیرآباد از شمال به دریای خزر و از سمت جنوب به روستای حسن‌بکنده و از مشرق به دریا و از مغرب به روستای جیرباغ و از جنوب غربی به تالاب بین‌المللی امیرآباد محدود می‌شود. دارای سواحل جلگه‌ای و هموار و مانند دیگر نقاط گیلان از نوع آب و هوای معتدل مدیترانه‌ای با رطوبت زیاد می‌باشد. در بعضی از سال‌ها، چنانچه توده هوای سرد شمال، این ناحیه را تحت تأثیر قرار دهد، نظم و اعتدال چند ساله به هم خورده و شدت سرما، زیاد می‌شود. همچنین این محل یکی از پر بارش‌ترین مناطق در کشور است و هم رده بندرانزلی و بندر کیشهر از نظر بارش باران قرار دارد.

(۱۹۸۴) با استفاده از سنجنده‌های TM, ETM, OLI_TIRS است و ویژگی‌های ژئومورفولوژی ساحلی، وضعیت پسروی و پیشروی خط ساحل و میزان تخریب فعالیت‌های انسانی و به‌ویژه ژئومورفولوژی آنتروپیک (انسانی) و مطابقت تغییرات نسبت به داغاب سال ۱۳۴۲ و حریم ۶۰ متری آن در تصاویر ماهواری بررسی شده است.

موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

کرانه‌های جنوبی دریای خزر به استان‌های گلستان، مازندران و گیلان محدود می‌شود. ارتفاع دریای خزر ۲۷ متر پایین‌تر از سطح دریا‌های آزاد جهان است. رود ولگا بزرگترین‌ترین رودی است که به دریای خزر می‌ریزد و ۸۰ درصد آب جاری شده به دریای خزر را تأمین می‌کند. طول خط ساحلی شمال کشور حدود ۸۰۰ کیلومتر که ۲۷۰ کیلومتر آن در استان گیلان قرار دارد. منطقه مورد مطالعه حدود ۲۰ کیلومتر از نوار ساحلی امیرآباد در شهرستان لاهیجان با



شکل (۱): موقعیت منطقه مورد مطالعه

تحقیق برای مسئولین محیط‌زیست ساحلی منطقه کاربرد دارد. برای انجام این پژوهش مراحل ذیل صورت گرفته است.

روش کار

روش پژوهش بر اساس هدف کاربردی است. چون نتایج این

برای تحلیل نوسان خط ساحلی از چهار تصویر بدون ابر سنجنده ماهواره لندست TM, ETM, OLI_TIRS در سال‌های ۲۰۲۴- (جدول ۱).

جدول (۱): داده‌های مورد استفاده برای استخراج خط ساحلی در این پژوهش

نام ماهواره	سنجنده	تاریخ	ساعت
LANDSAT_9	OLI_TIRS	۲۰۲۴	۰۹:۱۶:۳۷
LANDSAT_7	ETM	۲۰۱۴	۰۹:۰۹:۴۳
LANDSAT_7	ETM	۲۰۰۴	۰۸:۰۴:۱۸
LANDSAT_5	TM	۱۹۹۴	۱۰:۴۰:۳۲
LANDSAT_5	TM	۱۹۸۴	۰۸:۱۲:۵۶

زمینی تبدیل شد. در نهایت نقشه خروجی حاصل از پیش‌پردازش رادیومتریک به صورت صفر تا یک طبقه‌بندی شده است. بعد از تصحیح رادیومتریک و هندسی تصاویر ماهواره‌ای جداسازی آب و خشکی انجام و بارزسازی صورت گرفت و تصاویر باینری استخراج شد. بهترین محدوده از 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 تا حدی خاک، کنتراست خوبی بین آب و زمین ایجاد می‌کند. لذا این روش با استفاده از تحلیل هیستوگرام که در خود نرم‌افزار Arc/Map انجام گرفت و به جداسازی خشکی از آب در هر دوره پرداخته شد (شکل ۳). سپس نقشه وکتور منطقه تهیه و نقشه نهایی تغییرات خط ساحلی به دست آمد و تغییرات در هر دوره محاسبه شد.

یافته‌های تحقیق

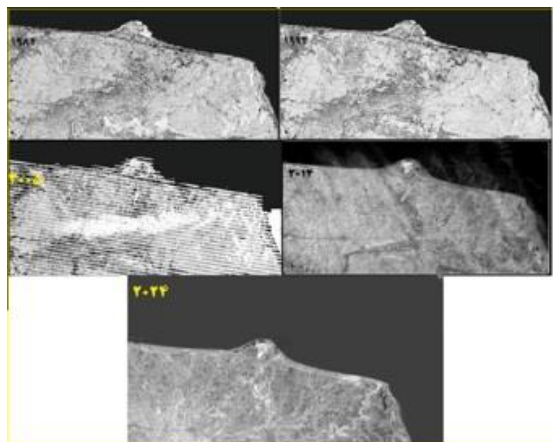
برای تعیین خط ساحل در ساحل امیرآباد از تصاویر ماهواره‌ای لندست در بازه زمانی ۴۰ ساله به فاصله ده سال (۲۰۲۴، ۲۰۱۴، ۲۰۰۴، ۱۹۹۴ و ۱۹۸۴) تهیه شد. برای ترسیم خطوط ساحلی در دوره‌های زمانی از افزونه DSAS v5 Toolbar در نرم‌افزار ARC/MAP 10.4 استفاده شد. بدین ترتیب با فراخوانی تصاویر لندست در محیط ARC/MAP و جداسازی خط آب از خط خشکی خط ساحل برای هر دوره زمانی با استفاده از پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای ترسیم شد که در شکل (۳) نشان داده شده

• در ابتدا تصحیحات هندسی و رادیومتری بر روی تصاویر ماهواره‌ای فوق‌الذکر انجام شد و بهترین ترکیب برای تشخیص و کنترل نقاط زمینی انتخاب گردید. ترکیب باندهای تصاویر مورد استفاده با رعایت ترتیب باندها (باند ۱ تا ۵ و باند ۷) انجام شد تا تصویر به صورت رنگ مناسب در آمده و امکان مقایسه مکانی عوارض بر روی تصاویر با عوارض مکانی موجود بر روی نقشه‌های توپوگرافی و همچنین Google earth جهت زمین مرجع نمودن فراهم گردد. سپس با مشخص کردن نقاط کنترل روی تصاویر و نقشه‌های توپوگرافی، زمین مرجع کردن و اصلاح هندسی تصاویر صورت گرفت؛ لازم به ذکر است که ۱۰ نقطه برای انطباق موقعیت مکانی تصاویر با نقشه‌های توپوگرافی و نرم‌افزار Google earth انتخاب گردید.

تصحیح رادیومتریک نیز به‌عنوان یکی از مهمترین پیش‌پردازش‌های مورد استفاده بوده که در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار ENVI و به صورت روابط زیر در دو مرحله اجرا شد. که در این روابط $L\lambda$ میزان رادیانس طیفی، $Qcal$ میزان DN در نقشه خام، $Qcalmin$ و $Qcalmax$ حداکثر و حداقل مقدار DN برای هر سنجنده، $LMAX\lambda$ و $LMIN\lambda$ حداکثر و حداقل مقدار رادیانس مربوط به هر باند تصویر ماهواره‌ای، d فاصله نجومی زمین تا خورشید، $ESUN\lambda$ میانگین تابش خورشید فرا اتمسفری و $\cos\theta_s$ زاویه تابش خورشید می‌باشد.

به عبارتی در مرحله اول مقادیر DN سلول‌های تصویر به رادیانس طیفی تبدیل و در مرحله دوم رادیانس طیفی سنجنده به بازتاب

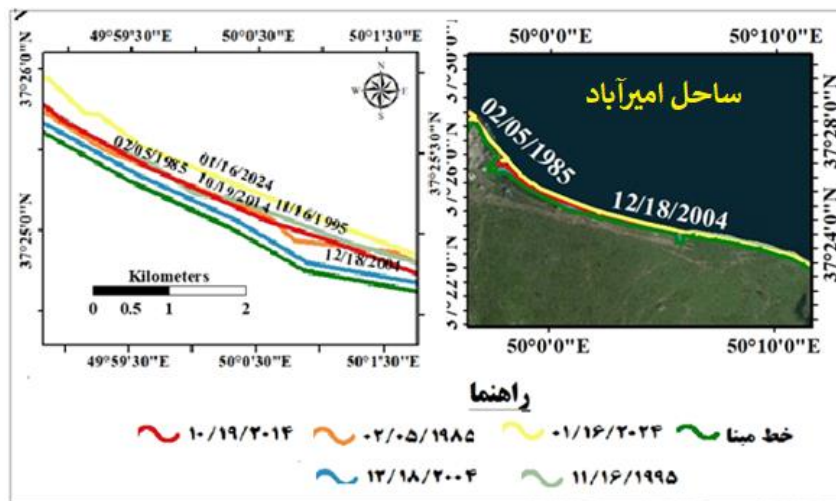
در مرحله بعد با تعیین حریم ۱۰۰ متری خط ساحل مبنا تهیه شد که در شکل (۴) با رنگ سبز رنگ نشان داده شده است.



شکل (۳): نقشه بازسازی خشکی و دریا در بازه زمانی ۱۹۸۴-۲۰۲۴ م در منطقه مورد مطالعه



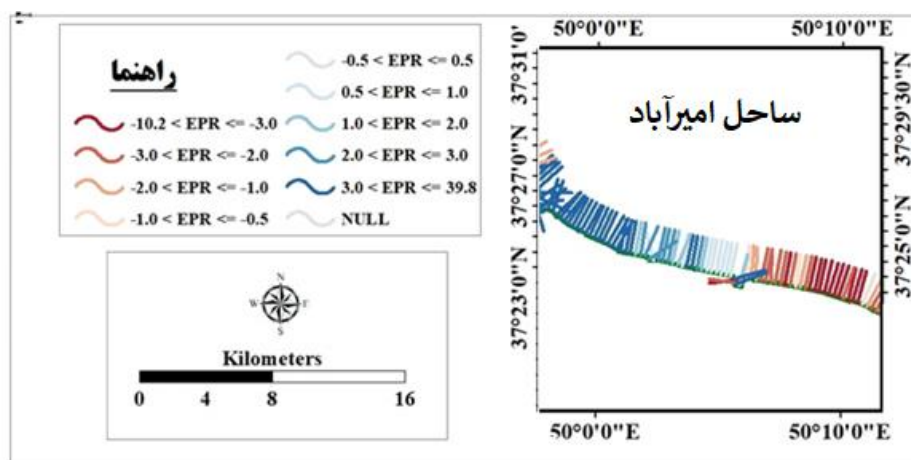
شکل (۲): چارچوب روش شناسی پژوهش جهت تعیین تغییرات خط ساحل



شکل (۴): نقشه ایجاد خط مبنا در بازه زمانی ۱۹۸۴-۲۰۲۴ م در منطقه مورد مطالعه

بر خط ساحلی طی پنج دوره زمانی حاصل شد که ترسیم شد. ترانکست‌های ساحلی با فواصل ۱۵۰۰ متر ایجاد شدند.

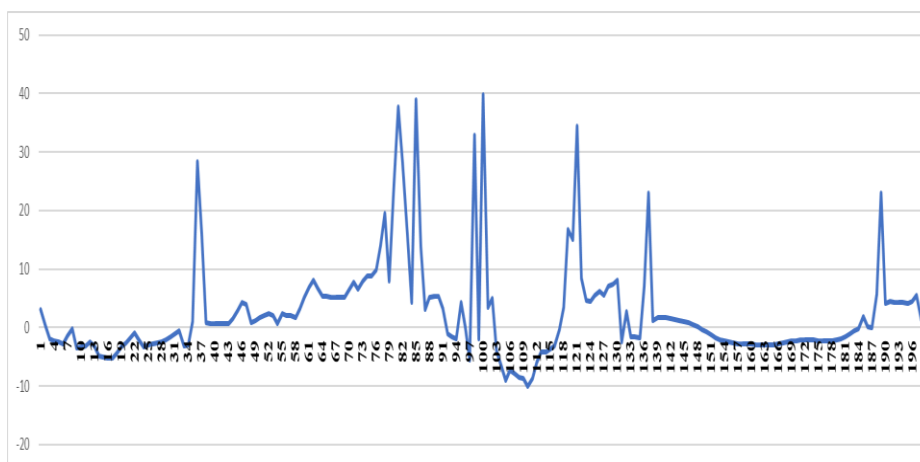
در مرحله بعد استفاده از افزونه DSAS v5 Toolbar در نرم‌افزار ARC/MAP 10.4 پروفیل‌های متساوی‌البعده (ترانسکت) و عمود



شکل (۵): ایجاد برش‌های عرضی در خط ساحلی در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۴م در ساحل امیرآباد

جایی پسروری، پیشروی صورت گرفته است. جدول (۱) ترانسکت‌ها و میزان تغییرات خالص و جابه‌جایی‌های این نقاط در بازه زمانی ۲۰۲۴-۱۹۸۴ را نشان می‌دهد. ترانسکت‌های منفی بیانگر پیشروی آب دریا و ترانسکت‌های مثبت بیانگر پسروری دریا می‌باشد. حداکثر پسروری به لحاظ افقی برابر با ۳ تا ۳۹/۸ متر در سال بوده است و حداکثر پیشروی برابر با ۳ تا ۱۰ متر را در طی سال بوده است.

شکل (۵) ایجاد برش‌های عرضی در خط ساحلی در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۲۴م در ساحل امیرآباد را نشان می‌دهد. همان‌طور که بر روی نقشه مشخص است خط ساحلی به سمت دریا در بازه زمانی ۲۰۲۴ تا ۱۹۸۴ پسروری داشته است. با توجه به شکل (۵) و نمایش ترانسکت‌ها در ساحل با سه نوع تغییر مواجه هستیم در مناطقی که بیشتر جابه‌جایی داشته است به رنگ آبی و آبی پررنگ دیده می‌شود. مثلاً مناطق با رنگ آبی پررنگ در سال بین ۳ تا ۳۹/۸ متر جابه‌جایی داشته است. هر چه رنگ قرمزتر می‌شود به



شکل (۶): نمودار ترانسکت‌ها و میزان تغییرات خالص و جابه‌جایی‌های این نقاط در بازه زمانی ۲۰۲۴-۱۹۸۴ در ساحل امیرآباد

جدول (۱): ترانسکت‌ها و میزان تغییرات خالص و جابه‌جایی‌های این نقاط در بازه زمانی ۲۰۲۴-۱۹۸۴

NSM	EPR	شماره	NSM	EPR	شماره	NSM	EPR	شماره	NSM	EPR	شماره
۱۳۴۱/۸۱	۳۴/۴۵	121	۱۴۷۱/۹۴	۳۷/۸	81	۲۷/۷۲	۰/۷۱	41	۵۹/۰۸	۳/۱	1
۳۲۸/۲۹	۸/۴۳	122	۱۱۰۰/۴۴	۲۸/۲۶	82	۲۷/۴۹	۰/۷۱	42	۱۰/۳۱	-۰/۲۶	2
۱۸۰/۳	۴/۶۳	123	۶۲۲/۷۹	۱۵/۹۹	83	۲۷/۲۵	۰/۷	43	-۷۳	-۱/۸۷	3
۱۷۱/۳۴	۴/۴	124	۸۷/۲۹	۴/۳۹	84	۶۰/۷۳	۱/۵۶	44	-۸۸/۸۷	-۲/۲۸	4
۲۱۵/۷۱	۵/۵۴	125	۱۵۱۸/۱۲	۳۸/۹۸	85	۱۱۴/۲۸	۲/۹۳	45	-۹۲/۴۴	-۲/۴	5
۲۳۹/۷۶	۶/۱۶	126	۵۳۷/۷۶	۱۳/۸۱	86	۱۶۸/۹۳	۴/۳۴	46	-۱۱۰/۹۹	-۲/۸۵	6
۲۱۴/۰۴	۵/۵	127	۱۲۰/۱	۳/۰۸	87	۱۵۵/۸۷	۴	47	-۵۶/۸۷	-۱/۴۶	7
۲۷۶/۶۹	۷/۱	128	۱۹۹/۷۸	۵/۱۳	88	۳۱/۴۱	۰/۸۱	48	-۷/۹۱	-۰/۲	8
۲۹۱/۵۸	۷/۴۹	129	۲۰۷/۸	۵/۳۴	89	۴۵/۱۲	۱/۱۶	49	-۱۳۵/۰۵	-۳/۴۷	9
۳۱۳/۶۶	۸/۰۵	130	۲۱۰/۱۸	۵/۴	90	۶۴/۷۹	۱/۶۶	50	-۱۳۰/۳۷	-۳/۳۴	10
-۹۶/۷۸	-۲/۴۸	131	۱۲۴/۵۱	۳/۲	91	۸۱/۹	۲/۱	51	-۱۲۱/۴۷	-۳/۱۲	11
۱۰۵/۴۳	۲/۷۱	132	-۴۴/۶۸	-۱/۱۵	92	۹۶/۱۶	۲/۴۷	52	-۹۷/۳۶	-۲/۵	12
-۶۰/۷۵	-۱/۵۶	133	-۶۰/۴۱	-۱/۵۵	93	۷۹/۹۵	۲/۰۵	53	-۱۲۳/۷۸	-۳/۱۸	13
-۶۵/۰۱	-۱/۶۷	134	-۷۶/۲۸	-۱/۹۶	94	۲۶/۱۱	۰/۶۷	54	-۱۹۳/۱۸	-۴/۹۶	14
-۶۹/۲۸	-۱/۷۸	135	۱۶۵/۵۲	۴/۲۵	95	۹۲/۷۱	۲/۳۸	55	-۱۹۷/۴۱	-۵/۰۷	15
۲۷۵/۳۷	۷/۰۷	137	-۱/۰۳	-۰/۰۳	96	۸۱/۲۶	۲/۰۹	56	-۲۰۱/۸۲	-۵/۱۸	16
۸۹۶/۶۲	۲۳/۰۲	138	-۱۱۱/۴۲	-۵/۶۱	97	۷۸/۷۲	۲/۰۲	57	-۲۰۶/۳۳	-۵/۳	17
۴۷/۶۳	۱/۲۲	139	۱۲۷۸/۳۴	۳۲/۸۲	98	۶۸/۳۷	۱/۷۶	58	-۱۶۹/۵۲	-۴/۳۵	18
۶۴/۴۴	۱/۶۵	140	-۷۳/۱۱	-۱/۸۸	99	۱۲۹/۳۲	۳/۳۲	59	-۱۲۷/۷۴	-۳/۲۸	19
۶۸/۷۶	۱/۷۷	141	۱۵۵۰/۰۹	۳۹/۸	100	۱۹۹/۳۴	۵/۱۲	60	-۱۰۰/۱/۱۸	-۲/۶	20
۶۵/۳۷	۱/۶۸	142	۱۳۰/۸	۳/۳۶	101	۲۶۹/۳۶	۶/۹۲	61	-۶۸/۶۵	-۱/۷۶	21
۶۱/۹۸	۱/۵۹	143	۱۷۹/۳۸	۵/۰۷	102	۳۱۸/۴	۸/۱۸	62	-۳۴/۱۹	-۰/۸۸	22
۵۴/۹۲	۱/۴۱	144	-۱۵۳/۸۷	-۳/۹۵	103	۲۶۴/۹۹	۶/۸	63	-۸۲/۵۹	-۲/۱۲	23
۴۶/۱۸	۱/۱۹	145	-۲۶۰/۶۲	-۶/۶۹	104	۲۰۹/۰۵	۵/۳۷	64	-۱۲۷/۴۴	-۳/۳۷	24
۳۸/۱۷	۰/۹۸	146	-۳۴۹/۴	-۸/۹۷	105	۲۰۵/۴	۵/۲۷	65	-۱۱۴/۳۴	-۲/۹۴	25
۲۹/۴۳	۰/۷۶	147	-۲۸۳/۹۹	-۷/۲۹	106	۲۰۳/۶	۵/۲۳	66	-۱۰۷/۹۵	-۲/۷۷	26
۳۰/۶۸	۰/۵۳	148	-۳۰۳/۹۶	-۷/۸	107	۲۰۱/۸۱	۵/۱۸	67	-۱۰۲/۵۶	-۲/۶۳	27
۷/۶	-۰/۲	149	-۳۳۴/۰۳	-۸/۵۸	108	۲۰۰/۰۲	۵/۱۴	68	-۹۷/۱۶	-۲/۴۹	28
-۱۱/۳۹	-۰/۲۹	150	-۳۳۸/۹۷	-۸/۷	109	۱۹۹/۴۶	۵/۱۲	69	-۸۲/۱۲	-۲/۱۳	29
-۳۰/۳۸	-۰/۷۸	151	-۳۹۵/۲۲	-۱۰/۵	110	۲۵۳/۲	۶/۵	70	-۶۱/۰۷	-۱/۵۷	30
-۴۹/۳۷	-۱/۲۷	152	-۳۳۶/۱۸	-۸/۶۳	111	۳۰۱/۶۵	۷/۷۵	71	-۴۴/۱۶	-۱/۱۳	31
-۶۸/۳۶	-۱/۷۶	153	-۲۲۸/۹۱	-۵/۸۸	112	۲۵۲/۸۳	۶/۴۹	72	-۲۴/۵۵	-۰/۶۳	32
-۷۸/۷۴	-۲/۰۲	154	-۱۶۴/۴۸	-۴/۲۲	113	۳۰۹/۲۵	۷/۹۴	73	-۶۱/۲۱	-۳/۰۸	33
-۸۶/۶۴	-۲/۲۲	155	-۱۶۰/۴	-۴/۱۲	114	۳۴۴/۳۱	۸/۸۴	74	-۵۷/۵۷	-۲/۹	34
-۹۴/۵۵	-۲/۴۳	156	-۱۴۴/۳۶	-۳/۷۱	115	۳۴۲/۵۱	۸/۷۹	75	۴۰/۱	۱/۰۳	35
-۱۰۲/۴۶	-۲/۶۳	157	-۱۲۱/۴۹	-۳/۱۲	116	۳۸۰/۳۲	۹/۷۷	76	۱۱۰۲/۱۸	۲۸/۳	36
-۱۱۰/۳۷	-۲/۸۳	158	-۱۷/۶۸	-۰/۴۵	117	۵۴۴/۸	۱۳/۹۹	77	۶۲۵/۳۹	۱۶/۰۶	37
-۱۱۱/۴۹	-۲/۸۶	159	۱۳۵/۰۹	۳/۴۷	118	۷۶۰/۱۷	۱۹/۵۲	78	۳۴/۸۵	-۰/۸۹	38
-۱۱۱/۹۱	-۲/۸۷	160	۶۵۴/۷۲	۱۶/۸۱	119	۱۵۹/۱۶	۸/۰۱	79	۲۸/۱۹	-۰/۷۲	39
-۱۱۲/۳۴	-۸۶/۶۴	161	۵۸۸/۹۳	۱۵/۱۲	120	۹۵۸/۲۵	۲۴/۶	80	۲۷/۹۶	-۰/۷۲	40



شکل (۷): نمایی از نقشه توپوگرافی ۱:۱۵۰۰۰ سال ۱۳۴۶ و موقعیت محدوده مورد مطالعه و موج‌شکن‌های ایجاد شده در حال حاضر (سازمان نقشه‌برداری کشور)



شکل (۸): موقعیت بخشی از سواحل امیرآباد نسبت به داغاب سال ۱۳۴۲ و حریم ۶۰ متری آن در تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۴



شکل (۹): موقعیت بخشی از سواحل امیرآباد نسبت به داغاب سال ۱۳۴۲ و حریم ۶۰ متری آن در تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۲۰

عمده نقاط پیشروی آب دریا مصب رودخانه‌ها می‌باشد. مصب رودخانه محل پیشروی آب دریا و فرسایش منطقه می‌باشد. اما در بعضی نقاط این مناطق در طی سال‌ها بعد دچار رسوب شده و دیگر مصب نمی‌باشد که این مسئله می‌تواند نتیجه دخالت‌ها و فعالیت‌های انسانی باشد.

نحوه محاسبه عرض اراضی ساحلی دریای خزر بر اساس قانون اراضی مستحدث (مصوب ۱۳۵۴)

اراضی مستحدث عبارت است از زمین‌هایی که در نتیجه پایین رفتن سطح آب دریا یا هر نوع جریان آب در کرانه‌های دریا، دریاچه‌ها، جزایر یا در نتیجه پایین رفتن آب یا خشک شدن تالاب‌ها ظاهر و ایجاد می‌شود.

عرض اراضی مستحدث دریای خزر:

- خط ترازوی به ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر از سطح آب در آخرین نقطه پیشرفت آب دریا در سال ۱۳۴۲

عرض حریم دریای خزر:

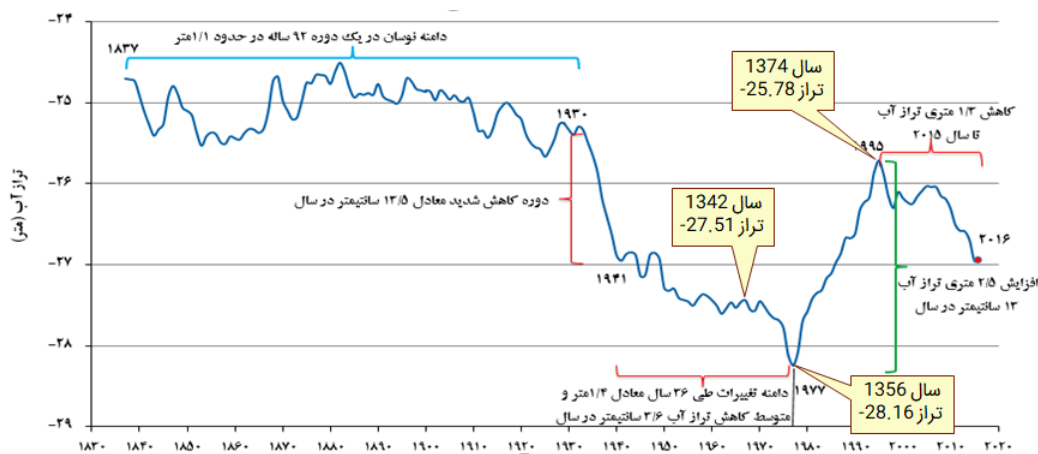
- ۶۰ متر از آخرین نقطه پیشرفتگی آب در سال ۱۳۴۲
- به منظور بررسی میزان پیشروی و پسروی آب دریا و تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۸۴ و ۲۰۲۰ از Google Earth دانلود شد و با ترازهای پیشرفتگی آب دریا در سال ۱۳۴۲ و حریم ۶۰ متری آن و نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰ سال ۱۳۴۶ مقایسه شد. همان‌گونه که در تصاویر مربوطه و نقشه توپوگرافی نیز نشان داده شده است بخشی از منطقه مورد مطالعه در اثر فرسایش از بین رفته که دامنه این تغییرات در این تصاویر به عرض ۱۱۰۰ متر نیز برآورد شده است. لذا قسمتی که در حریم ۶۰ متری قرار می‌گرفته است هم اکنون زیر آب است. شکل‌های (۷، ۸ و ۹). با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در بازدیدهای میدانی و مستعد بودن منطقه در مقابل فرسایش به دلیل وجود مواد سست و ریزدانه، به منظور تغییر الگوی جریان آب و کاهش ضربات برخوردی امواج به ساحل، موج‌شکن‌هایی ایجاد شده که بتواند از فرسایش‌پذیری منطقه جلوگیری نماید (شکل ۱۰).



شکل (۱۰): ایجاد موج‌شکن‌های به منظور جلوگیری از فرسایش ساحل در منطقه مورد مطالعه

اسکله‌سازی را نشان می‌دهد. در قسمت‌های مرکزی ساحل در مصب رودخانه‌ها رسوب‌گذاری صورت گرفته است. این امر هم می‌تواند به دلیل انسانی و هم به دلیل طبیعی رخ داده باشد.

همان‌طور که بر روی شکل (۱۰) مشخص است به دلیل اسکله‌سازی و ساخت نقاط تفریحی در ساحل در قسمت غربی ساحل امیرآباد با پسروری آب دریا مواجه می‌باشیم. شکل (۱۰) نقاط پسروری آب دریا در بعضی از سال‌ها در ساحل امیرآباد به دلیل



شکل (۱۱): نمودار وضعیت نوسانات دریا از سال ۱۸۳۷ تا سال ۲۰۲۰ میلادی
(National Center for Caspian Sea Studies and Research)

پیشروی مجدد آب، بسیاری از این تأسیسات و سکونتگاه‌ها به زیر آب رفته و خسارت‌های اقتصادی و اجتماعی عظیمی را بر ساحل‌نشینان تحمیل کرده است.

نتیجه‌گیری

مناطق ساحلی از پیچیدگی‌ها و حساسیت‌های خاصی برخوردار

با عنایت به مراتب فوق تغییرات نوسانات آب دریای خزر طی ۱۸۳ سال اخیر نیز مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۱۱). همان‌گونه که مشاهده می‌شود سطح دریای خزر دارای نوسان‌های بسیار شدید و قابل توجهی بوده و به همین دلیل هم زمان با نوسان‌های سطح آب آن در ادوار گذشته خط ساحلی آن نیز به دفعات تغییر کرده است. به موازات پسروری دریا، تأسیسات و سکونتگاه‌های بسیار زیادی در این عرصه‌ها مستقر شدند که به دنبال افزایش سطح آب دریا و

هستند نوسان سطح تراز آب دریا، ترازهای طوفانی، عدم رعایت حریم دریا و پیشروی ساخت‌وسازهای انسانی در طول ۵۰ سال اخیر شرایط نامساعد و آسیب‌پذیری مناطق ساحلی دریای خزر را افزایش داده است. پیشروی و پسروی سطح آب دریا سبب در معرض مخاطره قرار گرفتن بسیاری از برنامه‌ریزی‌های اقتصادی و عمرانی مناطق ساحلی می‌شود.

لذا پیشنهاد می‌شود:

۱. دستگاه‌های ذی‌ربط با مدیریت بخش سواحل دریا در نواحی آسیب‌پذیر بازنگری حد بستر و حریم دریا را در دستور کار خود قرار دهند.
۲. ضروری است جهت ساماندهی فعالیت‌های انسانی حریم دریا رعایت شود و در صورت امکان حریم جدید تعریف شود و تا حد امکان برخی ساختارها به بیرون از محدوده ساحلی منتقل شود.
۳. به دلیل قرار داشتن برخی صنایع در منطقه ضروری است که طرح مدیریت محیط‌زیستی 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 می‌باشند. 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 می‌باشد 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.

با توجه به نتایج تحقیق مشخص شد با استفاده از نرم‌افزار ARC/MAP می‌توان تغییرات خط ساحلی را نشان داد و دیگر نیازی به استفاده از نرم‌افزارهای سنجش‌ازدور به مانند ENVI نیست. در نرم‌افزار ARC/MAP به خوبی تقاطع خطوط به صورت سطوح رنگی نشان داده می‌شود و همچنین بارزسازی آب از خشکی نیز در این نرم‌افزار به خوبی صورت می‌پذیرد. همچنین با بررسی‌های میدانی که از منطقه مورد مطالعه صورت گرفت مشخص شد که بخش مناطق تفریحی و ویلاسازی که در قسمت شرقی ساحل امیرآباد قرار دارد دارای بیشترین پیشرفت به سوی دریا بوده است. همچنین توسعه اسکله‌ها و مجتمع‌های گردشگری در درجه دوم قرار دارند. بررسی سطح خط ساحلی مبین آن است که ساحل امیرآباد در دوره زمانی بلند مدت و با تغییرات حول محور میانگین در تعادل مکانیکی قرار داشتند که با نتایج مطالعات (Amini et al., 2018) مطابقت دارد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سطح آب در طی سال‌های مورد بررسی کاهش زیادی داشته است که با نتایج تحقیق (Ebadati et al., 2018; Ahmadi

منابع

- Ai, B., Zhang, R., Zhang, H., Ma, C., & Gu, F. (2019). Dynamic process and artificial mechanism of coastline change in the Pearl River Estuary. *Regional Studies in Marine Science*, 30, 100715.
- Amini, L. & Abdollahi Kakroudi, A. (2018). Comparison of temporal changes in the coastline of the Gorganrood Delta and the Sefidrood Delta using a digital coastline analysis system, *Journal of Oceanography*, Volume 9, Issue 35.
- Ahmadi, M., Ramesht, M.H. & Darfashi, K. (2014). Studying the trend of coastline changes using remote sensing techniques and geographic information systems; Case study: the coast of Bandar-e Deir, Persian Gulf, *Journal of Geography and Environmental Planning*, Volume 25, Issue 3.
- Bani Hashemi, S. M., Khoshrovan, H. & Rouhani Zadeh, S. (2012). Study of Changes in the Southern Coasts of the Caspian Sea Due to Sea Water Fluctuations and Human Factors Using Remote Sensing Data, *Third International Conference on Climate Change and Tree Chronology in Natural Ecosystems*, Sari, pp. 1-7.
- Bird, E. (2016). *Coastal Geomorphology*. 2nd ed. New Jersey: WILEY Publication

- Chenthamil Selvan, S., Kankara, R. S., & Rajan, B. (2013). Assessment of shoreline changes along Karnataka coast, India using GIS & Remote sensing techniques. *Indian Journal of Marine Sciences*, 43(7), 1286-1291.
- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS quarterly*, 1165-1188.
- Deputy President for Strategic Planning and Supervision (2010) Guide to Studies on Determining the Privacy of Sea Coasts, . Lakes, Wetlands and Estuaries, Publication No. 543
- Dada, O. A., Agbaje, A. O., Adesina, R. B., & Asiwaju-Bello, Y. A. (2019). Effect of coastal land use change on coastline dynamics along the Nigerian Transgressive Mahin mud coast. *Ocean & Coastal Management*, 168, 251-264.
- Ebadati, N., Rezavian, F. & Khoshmanesh, B. (2018). Study of the changes in the coastline from Asaluyeh Port to Dir Port using RS and Gis techniques, *Journal of Ecohydrology*, Volume 5, Issue 2, pp. 662-653
- El-Mahdy, M. E. S., Saber, A., Moursy, F. E., Sharaky, A., & Saleh, N. (2022). Coastal erosion risk assessment and applied mitigation measures at Ezbet Elborg village, Egyptian delta. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(3), 101621.
- Evans, G. (2004). Man's impact on the coastline. *Journal of Iberian Geology*, 34(2), 167-190
- Ennouali, Z., Fannassi, Y., Lahssini, G., Benmohammadi, A. & Masria, A.(2023). Mapping Coastal vulnerability using machine learning algorithms: A case study at North coastline of Sebou estuary, Morocco, *Regional Studies in Marine Science*, Vol 60, 102829.
- Jana, A., Biswas, A., Maiti, S., & Bhattacharya, A. K. (2014). Shoreline changes in response to sea level rise along Digha Coast, Eastern India: an analytical approach of remote sensing, GIS and statistical techniques. *Journal of coastal conservation*, 18(3), 145-155.
- Johnson, J.M., Moore, L.J., Ells, K., Murray, A.B., Adams, P.N., MacKenzie, R.A. & Jaeger, J.M.(2015). Recent shifts in coastline change and shoreline stabilization linked to storm climate change. *Earth Surf. Process. Landforms* 40 (5), 569–585.
- Jupp, B. P., Durako, M. J., Kenworthy, W. J., Thayer, G. W., & Schillak, L. (1988). Distribution, abundance, and species composition of seagrasses at several sites in Oman. *Aquatic Botany*, 53(3-4), 199-213.
- LoRESTANI, Q., Esmaeili, R., & Etemadi, F. (2015). Study of the changes in the Caspian Sea coastline in river estuaries., Case study: River estuaries, Hai Haraz, Babol Rud and Talar, *Journal of Geographical Spatial Planning*, Year 5, Issue 18.
- Mahmoudi, Sh., Mokhtari, D., Rezaei Moghadam, M.H. & Moradi, A. (2020). GIS and RS-based modeling of changes in the eastern and western coastline of Jask Port during the period from 1989 to 2016. *Scientific Journal of Geography and Planning*, Year 24, No. 71, pp. 390-369.
- Martínez-Graña, A., Gómez, D., Santos-Francés, F., Bardají, T., Goy, J. L., & Zazo, C. (2017). Analysis of flood risk due to sea level rise in the Menor Sea (Murcia, Spain). *Sustainability*, 10(3), 780.
- 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.
- National Center for Caspian Sea Studies and Research. (2020). Report on Caspian Sea Fluctuations in the 2019-2020 Water Year.
- Qanqormeh, A. & Malek, J. (2005). Peaceful coexistence with Caspian Sea water fluctuations for sustainable development of Iranian coasts (Case study: Southeast coast), *Geographical Research*, Issue 01, Winter 4911, p. 4.
- Rameli, N. L. F., & Jaafar, M. (2015). Changes of Coastline: A Study Case of Carey Island-Morib Coast, Selangor, Malaysia. In *The Malaysia-Japan Model on Technology Partnership: International Proceedings 2013 of Malaysia-Japan Academic Scholar Conference* (pp. 301-309). Tokyo: Springer Japan.

- Rasuly, A., Naghdifar, R., & Rasoli, M. (2010). Monitoring of Caspian Sea coastline changes using object-oriented techniques. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 416-426.
- 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.
- Sheik, M., Chandrasekar, (2012). A shoreline change analysis along the coast between Kanyakumari and Tuticorin, India, using digital shoreline analysis system. *Geo Spatial Inf. Sci.* 14 (4), 282–293.
- Shtaei Joybari, Sh. & Malek, J. (2005). Study of Changes in the Natural Landscape and Land Use of the Southern Coasts of the Caspian Sea Using Aerial Photographs, *Geographical Research*, No. 04.30- Spring, pp. 45.
- Slott, J.M., Murray, A.B., Ashton, A.D. & Crowley, T.J. (2006). Coastline responses to changing storm patterns. *Geophys. Res. Lett.* 33 (18), 6.
- 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*.
- Tragaki, A., Gallousi, C., & Karymbalis, E., (2018). Coastal hazard vulnerability assessment based on geomorphic, oceanographic and demographic parameters: The case of the Peloponnese (Southern Greece). In: *Land*. vol. 7, (2), MDPI, p. 56.
- Wang, X., Yan, F. & Su, F. (2022). Changes in coastline and coastal reclamation in the three most developed areas of China, 1980–2018, *Ocean and Coastal Management*, Vol 204, 105542.
- Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). Internet of things in industries: A survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243.
- Yao, Y., & Wu, Z. (2012). The effect of ambient humidity on the electrical properties of graphene oxide films. *Nanoscale research letters*, 7(1), 363.
- Zhang, X., Wang, H., He, L., Lu, K., Sarmah, A., Li, J., ... & Huang, H. (2013). Using biochar for remediation of soils contaminated with heavy metals and organic pollutants. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(12), 8472-8483.
- Zhu, G., Xu, X., Ma, Z., Xu, L., & Porter, J. H. (2012). Spatial dynamics and zoning of coastal land-use change along Bohai bay, China, during 1979–2008. *J. Coast Res.* 284, 1186–1196.

Coastline Change Assessment Using Remote Sensing and Geographic Information System (Case Example: Amir Kalaye Beach)

Madadi, Aghil¹, Sardashti, Mahrokh^{*2}

1. Professor, Department of Physical Geography, (Geomorphology), University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. Email: Aghil48madadi@yahoo.com
2. PhD Student in Department of Physical Geography, (Geomorphology), University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: geo.sardashti@gmail.com

Abstract

Fluctuations in the water level of the Caspian Sea are the main cause of geomorphological hazards in the coastal area. The progress of human constructions towards the sea during the last 50 years has caused large changes in the coastal area. The purpose of this research was to reveal the changes in the coastline of the Caspian Sea within 20 km of Amirabad beach in Lahijan, a city located in Gilan Province, using geographic information system and remote sensing techniques. Our methodology was based on temporal and spatial comparison of coastline changes using Landsat, TM, ETM OLI_TIRS satellite images during the years 1984-1994-2004-2014 and 2024 and studying sea level fluctuations and comparing it with the sea level in May 1963. Also, we complimented the revealed changes with field visits and recording the position of the past coastline traces using GPS and matching them with referenced maps and images in Arc software. The results indicated that the shores of the Caspian Sea are alternatively advancing and receding without exact pattern, the maximum horizontal retreat was 3 to 39.8 meters per year, and the maximum advance was 3 to 10 meters per year. This issue causes legal challenges in the laws related to the boundaries of the Caspian Sea and coastal lands requiring more in depth consideration and revisions by the relevant bodies.

Key words: New lands, Coastline, Amir-Abad coast, Geomorphological hazards