دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر
فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی فضای جغرافیایی

سال هفدهم، شماره‌ی ۶۰
زمستان ۱۳۹۶، صفحات ۱۹۰-۱۶۹

*ابراهیم تقوی مقدم[۱]
عزت ا.. قنواتی[۲]
الهه اکبری[۳]
هاشم حسینی[٤]

تحلیل ژئومورفودینامیک تغییرات خط ساحلی قاعده دلتای رودخانه مند بوشهر با استفاده از سنجش از دور

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰٤/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۲۳

چکیده

محیط‌های ساحلی به دلیل قرارگیری در محل تلاقی سه عرصه مهم آب‌کره، هوا کره و سنگ‌کره از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین محیط‌های کره زمین محسوب می‌شود. دلتاها از مهم‌ترین و با ارزش‌ترین محدوده‌های ساحلی هستند که به دلیل تلاقی جریان هیدرودینامیک رودخانه و دریا همواره در حال تغییر و تحول هستند. آگاهی از این تغییرات در راستای بهره‌برداری از پتانسیل‌های طبیعی سواحل کشور و همچنین مواجهه با مخاطرات ژئومورفولوژیکی الزامی است. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه سال‌های ۲۰۱۵- ۱۹۷۳ ماهواره لندست، نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ استفاده شد در ادامه با استفاده از روش بصری، نیمه اتوماتیک و اتوماتیک و همچنین تحلیل آماری نیمرخ‌های متساوی‌البعد تغییرات ژئومورفودینامیک رخداده در دوره آماری ۲۸ ساله در محدوده ساحلی جزیره ام-الکرم تا خور زیارت مورد ارزیابی قرار گرفته و عوامل موثر در این تغییرات بررسی شد. براساس نتایج حاصل شده مشخص شد با توجه به شیب کم سواحل منطقه و همچنین رسوب آوری رودخانه مند، تغییرات رخداده بسیار محسوس و چشمگیر است؛ به‌نحوی‌که بیش از ٤۸/٤۷ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه در خلال سال‌های ۱۹۸۷-۲۰۱۵ به زیر آب رفته است. همچنین در دوره

*۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری. (نویسنده مسئول). E-mail: e.taghavi@hsu.ac.ir
۲- گروه ژئومورفولوژی دانشگاه خوارزمی تهران.
۳- عضو هیات علمی دانشگاه حکیم سبزواری و دانشجوی دکترا سنجش از دور دانشگاه تهران.
٤- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه رازی کرمانشاه.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

(۱۹۸۷-۲۰۰۶) سرعت پیشروی آب به سمت ساحل بسیار سریع‌تر از دوره (۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵) می‌باشد. بیش‌ترین میزان تغییرات مربوط به دهانه دلتای رودخانه مند و زبانه‌های ساحلی منطقه می‌باشد. لذا با توجه به ناپایداری سواحل و وجود مخاطرات جریانی و هیدورلوژیکی، هرگونه اقدامات تاسیساتی و زیربنایی در منطقه باید با توجه به تغییرات ژئومورفودینامیک ساحلی باشد.

کلید واژه‌ها: دلتا، خط ساحل، سنجش از دور، ژئومورفودینامیک، مند بوشهر.

مقدمه

جهانی که در آن زندگی می‌کنیم دائماً در حال تغییر و تحول می‌باشد. ساحل به‌عنوان یک فضای جغرافیایی دارای شرایط ویژه اقتصادی، تجاری، تفریحی و در برخی موارد استراتژیکی می‌باشد (Alavi Nejad, 2004: 28). بیش از نیمی از جمعیت جهان در نوار ٦٠ کیلومتری نوار ساحلی استقرار دارند (Ramieri et all, 2011: 45). موقعیت استراتژیک و پویایی این نواحی سبب شده که زمینه اعمال متقابل فعالیت‌های انسانی و فرآیندهای جغرافیایی را فراهم کند (Goodarzi Nejhad, 2008: 65) و طبیعی است که هر گونه تغییر در اکوسیستم ساحلی تاثیر خود را بر مجموعه عناصر ساحل و به‌خصوص فعالیت‌های ساکنان این نواحی می‌گذارد. این تغییرات بیش از ۷۰٪ سواحل جهان تحت تاثیر فرسایش ساحلی قرار داشته و میل به پیشروی دارند (Bird, 1985: 55). اصطلاح دلتا به‌عنوان بخشی از ناحیه ساحلی که محل تقاطع فرآیندهای ساحلی و رودخانه‌ای است، اولین بار توسط هرودت مورخ معروف یونانی در ٤٥٠ سال قبل از پیدایش مسیح برای توصیف اراضی آبرفتی و مثلثی شکل دهانه رودخانه نیل مصر به‌کار رفت (Bird, 2006: 22)؛ (Colman,1986: 82). دلتاها از جمله پدیده‌های ژئومورفیکی هستند که در بستر تاریخی حیات انسان نقش اساسی داشته است (Chorley, 1985: 31). دلتاها از مهم‌ترین لندفرم‌هایی هستند که به راحتی در کوتاه‌مدت تحت تاثیر تغییر و تحول قرار می‌گیرند. این تغییر و تحولات می‌تواند در اثر افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها و یا فرسایش سواحل توسط امواج باشد (Bird, 2006: 26). بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد این نواحی همانند دلتاهای معروف دنیا مایه خیروبرکت برای ساکنان است و موجبات رونق اقتصادی ناحیه است. از این‌رو مطالعه تغییرات آن به‌خصوص تغییرات خط ساحلی آن‌ها می‌تواند در شناخت و تبیین فرآیندهای شکل‌زا و چگونگی اثر آن‌ها بر تحول محیط‌های دلتایی از اهمیت و جایگاه خاصی برخوردار باشد (Hussain, 2014: 66). به‌طور کلی دلتاها از ابعاد زیر بسیار با اهمیت هستند: بکر و دست‌نخورده بودن آن‌ها، عدم رخداد مخاطرات زمین‌شناختی چون زمین‌لغزش و غیره، دلتاها به‌عنوان منبع تولید شن و ماسه، به‌عنوان تامین‌کننده و تغذیه-کننده آب زیرزمینی، تامین‌کننده اراضی حاصل‌خیز، ایجاد محیطی مناسب برای زندگی حیوانات و گیاهان کمیاب و به‌عنوان مدرکی برای رفتارهای هیدرولوژیکی گذشته رودخانه‌ها بسیار بااهمیت و ارزشمند است (Ministry of Energy, 2011). حوضه آبریز مند با وسعت تقریبی ٤٥ هزار کیلومتر، با زهکش کردن قسمت میانی زاگرس حجم عظیمی از رسوبات را با خود به خروجی حوضه یعنی سواحل شمالی خلیج‌فارس انتقال و در دلتای رودخانه انباشته

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

می‌کند. رودخانه مند به علت شیب کم و باز ایستادن حرکت آب آن در مسیر منتهی به خلیج‌فارس آن را (ماند یا مند) و ناحیه مجاورآن را (مندستان) نامیده‌اند (Nehchiri,1991: 22). دلتای رودخانه مند در حد فاصل طاقدیس مند و طاقدیس دیر واقع شده است. براساس تحقیقات به عمل آمده این منطقه از یک سو تحت تاثیر رسوب‌آوری رودخانه مند و همچنین رسوبات دریایی حاصل از امواج خلیج فارس که به موازات ساحل منطقه هستند قرار دارد و از سوی دیگر تحت‌تاثیر تکتونیک دیاپیر گنبدهای نمکی زاگرس قرار دارد (Taghavi Moghaddam, 2011: 63). با توجه به خصوصیات ژئومورفولوژیک و ملاحظات فرهنگی، اقتصادی و زیست‌محیطی ساحل منطقه این‌گونه مطالعات ضروری به نظر می‌رسد. مطالعات ارزیابی تغییرات و پویایی زمین به‌خصوص فرسایش با استفاده از اندازه‌گیری‌های زمینی عمدتا پرهزینه و زمان‌بر است. امروزه داده‌های سنجش از دور به‌عنوان کارآمدترین منبع اطلاعاتی برای بررسی و تفسیر لندفرم‌های ساحلی، سطوح جذر و مدی، تغییرات خطوط ساحلی، عمق و ژرفای آب و نظایر آن به‌شمار می‌رود (Simon, 2010: 5).

Makota et all (2004) با استفاده از عکس‌های هوایی مربوط به سال‌های (۱۹۸۱، ۱۹۹۲ و ۲۰۰۲) به ترسیم خطوط ساحلیِ Kunduchi پرداخته است. Urbanski (2010) با استفاده از باندهای قرمز و مادون‌قرمز برای تفکیک آب از خشکی (OBIA) و GIS به استخراج خطوط ساحلی سواحل شمالی دریای بالتیک پرداخته و استخراج خط ساحلی، استفاده از این روش بسیار دقیق و مناسب می‌داند. El-asmar and Herherh (2010) با استفاده از تصاویر ماهواره لندست و اسپات به آشکارسازی تغییرات ساحلی دلتای رودخانه نیل در خلال سال‌های ۱۹۷۳–۲۰۰۷ پرداخته و فرسایش ساحلی را مسبب ایجاد خلیج‌هایی در ناحیه ساحلی و فعالیت مرجان‌ها و ایجاد لاگون‌ها را به‌عنوان عوامل اساسی تغییردهنده خط ساحلی می‌داند. Gazyetof and Sizo (2014) به ارزیابی تغییرات هیدرودینامیک خط ساحلی دلتای رودخانه دانوب در خلال سال‌های (۱۹۸٦–۲۰۱۱) پرداخته و رسوب‌گذاری در دهانه دلتا و همچنین فعالیت‌های اقتصادی در منطقه را از مهم‌ترین تغییرات خط ساحلی منطقه می‌داند (Naeimi et al, 2010) به ارزیابی تغییرات خط ساحلی و لندفرم‌های ساحلی پرداخته و رسوب‌گذاری به‌صورت زبانه‌های ماسه‌ای، افزایش موج‌شکن‌ها و سایر تاسیسات ساحلی را از مهم‌ترین تغییرات ناحیه ساحلی عسلویه عنوان می‌کند. (Ghanavati et al 2007)، در مقاله‌ای به بررسی تغییرات ژئومورفولوژیک دلتای رود هندیجان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست TM^{5} و ETM^{+6} و نقشه‌های توپوگرافی در بازه‌ای به طول ٤٨ سال پرداخته‌اند. نتایج مطالعه ایشان نشان داد که کانال رود هندیجان چندین بار جابجا شده و چندین دریاچه نعلی شکل (گردنبند گاو) به‌عنوان نتیجه این جابجایی به‌جا مانده و خط ساحلی ٤ کیلومتر به داخل خلیج‌فارس جابه‌جا شده است. Yamani et al (2011) با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، حداقل فاصله و کدگذاری باینری به ارزیابی تغییرات خط ساحلی شرق تنگه هرمز در دوره ٢٤ ساله پرداخته رسوب‌گذاری رودخانه گز را مهم‌ترین عامل تغییر دهنده سواحل معرفی می‌کند. (Yamani, et al, 2008) تغییرات سریع خط ساحلی دلتای سفیدرود را با استفاده از منحنی‌های متساوی البعد

5- Thematic Mapper
6- Enhanced Thematic Mapper

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

شناسایی نموده و با تطبیق روند رسوب‌گذاری رودخانه سفیدرود با عملیات شاس (تخلیه رسوب سد) در محل سد سفیدرود، تغییرات خط ساحلی دلتای سفیدرود را تحلیل و ارزیابی نموده است. Ahmadi (2014) روند تغییرات خط ساحلی بندر دیر بوشهر را با استفاده از تصاویر ماهواره لندست مورد بررسی قرار داده و پیشروی آب به سواحل این منطقه را مهم‌ترین عامل تغییردهنده خط ساحلی می‌داند. هدف این تحقیق کشف تغییرات خط ساحلی قاعده دلتای رودخانه مند با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و تحلیل‌های آماری سیستم اطلاعات جغرافیایی و معرفی فرآیندهای تاثیرگذار بر این تغییرات است.

منطقه مورد مطالعه

دلتای رودخانه مند، بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ٥٤ درجه و ۲۸ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۲۷ درجه و ۲۰ دقیقه و ۲۹ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و در محدوده شهرستان‌های دیر و دشتی و شهر بردخون در استان بوشهر واقع شده است (شکل ۱). طول شاخه اصلی رودخانه مند آن معادل ۷۵۰ کیلومتر برآورد شده است که از دوشاخه اصلی تشکیل شده است رودخانه قره‌آقاج که از کوه‌های اناری و خانی‌بیگ زاگرس در استان فارس و دیگری رودخانه فیروزآباد که از رودخانه‌های جهرم، شور دهرم، دژگاه، خورموج تشکیل شده است (Getmiri, 2011: 57). حوضه‌آبریز مند چهارمین حوضه بزرگ خلیج‌فارس با مساحتی در حدود ٤٤٩٨٠ کیلومتر مربع و میانگین تراز ۱۰۲٤ متر از سطح دریا و شیب میانگین ٨٤/١٥ درصد می‌باشد. این حوضه در منطقه میانی و جنوبی رشته‌کوه زاگرس و در محدوده استان‌های فارس و بوشهر واقع شد است، میانگین بارش در سطح حوضه ۳۵۰ میلی‌متر که ٦٠٪ از آن مربوط به فصل زمستان است. با توجه به وسعت چشم‌گیر حوضه و همچنین بارش قابل ملاحظه در بالادست حوضه (در حدود ۷۰۰ میلی‌متر) حجم آب این رودخانه بسیار بالاست. بر اساس اطلاعات وزارت نیرو آورد رسوب سالانه ١١٦٠٨٠١٥ متر مکعب و آبدهی این رودخانه ۱۷۲۰ میلیون کیلومتر مکعب می‌باشد که رودخانه فیروزآباد با میانگین آبدهی ٤٠٠ میلیون متر مکعب مهم‌ترین آبراهه تامین‌کننده دبی حوضه آبریز مند می‌باشد حداقل میزان دبی ثبت شده در ایستگاه قنطره در رودخانه مند ٤/١٦ و حداکثر آن ١٧٠/٠٤ متر مکعب بر ثانیه است (Ministry of Energy, 2011). منطقه حفاظت‌شده مند با وسعت ٤٦ هزار هکتار در ۱۸۰ کیلومتری جنوب‌شرقی بندر بوشهر و در جنوب شهر بردخون از توابع شهرستان دیر واقع شده است. مرز پایین این محدوده منطبق بر پارک ملی نخیلو و جزایر ام‌الکرم با ۲۰ هکتار مساحت در بهمن (١٣٨٦) از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست به‌عنوان زیستگاه پرنده‌های مهاجر و با نام بهشت پرندگان خلیج‌فارس به ثبت رسید (Environmental Protection Agency, 2011).

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

در این تحقیق پس از انتخاب منطقه و طراحی چارچوب تحقیق در راستای تعیین و ارزیابی تغییرات خطوط ساحلی قاعده دلتای رودخانه مند بوشهر از نقشه‌های توپوگرافی شیت NH-39-15 و NG-39-3 مربوط به نقشه کنگان و بوشهر و تصاویر ماهواره‌ای با مشخصات (جدول ۱) و نرم‌افزارهای انوی[۷] وآرک جی آی اس[۸] 10.1 با توجه قدرت و توانایی هر کدام جهت محاسبه و تحلیل‌های جغرافیایی و سنجش‌ازدور به‌عنوان ابزار تحقیق استفاده شد. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در پهنه اقلیمی حاره و جنب حاره واقع شده است محدودیت فصلی و تغییرات ماهانه آن قابل چشم‌پوشی است ولی با این حال تمامی تصاویر منتخب از پنج ماه اول سال می‌باشد. قبل از انجام هرگونه پردازش بصری و رقومی تصاویر ماهواره‌ای باید اقدام به شناسایی و حذف نویزها و ایرادات داده‌های موجود نمود که نوع و نحوه انجام این عملیات بسته به عوامل مختلفی چون هدف مطالعه و نوع داده‌های مورد استفاده متغییر است (Ghezelsofla and Alavi Panah, 2009: 27).

7- ENVI
8- Arc GIS

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

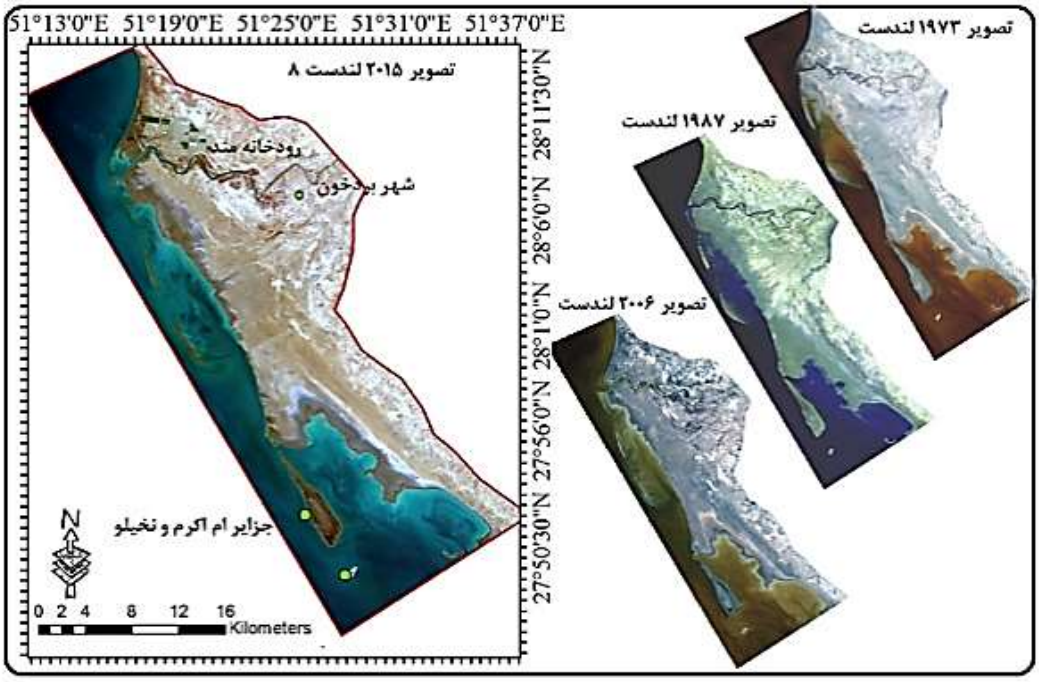
تصویر	سنجنده	تاریخ تصویربرداری	تاریخ به شمسی	شماره باند	شماره گذر	شماره ردیف	قدرت تفکیک رادیومتری	قدرت تفکیک مکانی
LANDSAT توالی زمانی: ۱۶ روز و پهنای-تصویربرداری ۱۸۰ کیلومتر	MSS	۱۹۷۳/۱/٤	۱۳۵۱/۱/۱٤	3-2-٤-1	۱٦۰	۳۵	۸ بیت	٤ عدد ۸۰
	TM[9]	۱۹۸۷/٤/۱۱	۱۳٦٦/۱/۲۲	۱-۵ - ۷	۱٦۰	۳۵	۸ بیت	٦ عدد ۳۰*۳۰ متر ۱ عدد ۱۲۰*۱۲۰
		۲۰۰۰/٤/۲۲	۱۳۷۹/۲/۳	1-5-7	۱٦۰	۳۵	۸ بیت	٦ عدد ۳۰*۳۰ متر ۱ عدد ۱۲۰*۱۲۰
	ETM+	۲۰۰٦/٦/۵	۱۳۸٤/۱۲/۱۵	۱-۵-۷	۱٦۰	۳۵	۵ عدد ۸ بیت و ۱ عدد ۱٦ بیت	٦ عدد ۳۰*۳۰ ۱ عدد ۱۵*۱۵ ۱ عدد ٦۰*٦۰
	L8 OLI_TIRS	۲۰۱۵/۰۵ /۱٤	۱۳۹٤/۳/۲٤	۱-۷	۱٦۰	۳۵	۵ عدد ۸ بیت و ۱ عدد ۱٦ بیت	٦ عدد ۳۰*۳۰ ۱ عدد ۱۵*۱۵ ۱ عدد ٦۰*٦۰

پیش‌پردازش تصاویر در این تحقیق طی دو مرحله انجام شد عموما به دلیل حرکت ماهواره و زمین در هنگام تصویربرداری خطاهایی بر روی تصویر انجام می‌شود. این خطاها شامل جابه‌جایی، اعوجاج و چرخش و غیره که این خطا با استفاده از نقشه و یا برداشت میدانی مختصات با GPS[10] و به‌طور کلی تصحیح هندسی تصویر انجام می‌شود. در این تحقیق ابتدا با توجه به نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای نقاط مشخصی انتخاب سپس مختصات آن با دستگاه جی‌پی‌اس تعیین و به‌عنوان نقاط کنترل زمینی (GCP)[11] جهت تصحیح هندسی استفاده شد. با استفاده از ۱۵ نقطه کنترل[12] و با خطای RMSE=0.02[13] با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه[14] تصحیح هندسی بر روی تصاویر انجام شده است، اولین اثر اتمسفر بر روی تصاویر ماهواره‌ای کاهش تباین و کنتراست و در نتیجه ضعیف شدن عملیات آشکارسازی است. در مرحله بعد جهت کاهش خطاهای اتمسفری و رادیومتریک این تصاویر

9- Thematic Mapper
10- Global Positioning System
11- Ground control point
12- Ground Control Points (Gcp)
13- Root Mean Square
14- Nearest Neighborhood

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

با روش کاهش تیرگی[۱۵] (کاهش تاثیر طول‌موج بلند در تصاویر) و سطح مسطح[۱۶] (نرمال نمودن تصاویر بر مبنای ارتفاع) تصحیح شدند و در نهایت محدوده تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای جداسازی شده و به‌منظور افزایش تباین و وضوح بیش‌تر از با استفاده از باند ۸ پانکروماتیک عملیات فیوژن[۱۷] استفاده شد (شکل ۲).



شکل ۲: تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

پس از پیش پردازش تصاویر سه روش پردازش بصری، پردازش نیمه اتوماتیک و پردازش اتوماتیک جهت استخراج خطوط ساحلی منطقه اعمال شد. (شکل ۳) نمودار فرآیند تحقیق را نشان می‌دهد. روش پردازش بصری با انتخاب بهترین ترکیب باندی به نحوی که خط انفصال آب و خشکی توسط مفسر امکان‌پذیر باشد انجام شد. در روش نیمه اتوماتیک از دو تکنیک استفاده از فیلترها برای بارزسازی خط انفصال آب و خشکی و روش آستانه گذاری بر روی دامنه طیفی جهت استخراج خط ساحلی استفاده شد.

در روش پردازش اتوماتیک، با اعمال تکنیک آشکارساز شناورها[۱۸] و همچنین صحت‌آزمایی آن نیز با بررسی‌های میدانی و تفسیر بصری انجام شد. از خطوط ساحلی استخراج شده به روش آشکارساز شناورها به‌عنوان مبنای روش ترانسکت‌های متساوی‌البعد جهت ارزیابی تغییرات خط ساحلی قاعده دلتای مند استفاده شد. در این روش ابتدا بزرگراه دیر به بوشهر در حد فاصل خورخان تا خور زیارت که از قدیمی‌ترین جاده‌های منطقه است و در طول دوره

15- Dark Subtract
16- Flat Field
17- Image Fusion
18- watercraft

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

تحقیق تغییری پیدا نکرده به‌عنوان مبنا در نظر گرفته شد سپس با توجه به هیدرودینامیک رودخانه و دریا این بازه به ۳ منطقه مشخص تقسیم شده و تمامی این محدوده به ۲۵ ترانسکت با فاصله دو کیلومتری تقسیم شد. این تقسیمات برای ۳ دوره تحقیق انجام، سپس با همپوشانی این محدوده‌ها تغییرات حاصل شده در ۲۸ سال دوره تحقیق به‌دست آمد و روند کاوشی و یا تراکمی سواحل دلتای رودخانه مند با توجه فرآیندهای هیدرودینامیکی آن تعیین شد.



شکل ۳: نمودار روند تحقیق

یافته‌ها و بحث

در اکثر تحقیقات و پژوهش‌های مرتبط با علوم زمین با توجه به دامنه طیفی وسیع و همچنین قابلیت‌های متفاوت هر تصویر ماهواره‌ای، روش‌های بسیاری برای آشکارسازی تغییرات خطوط ساحلی ارائه شده است. در این تحقیق از روش‌های رقومی و بصری برای تعیین خطوط ساحلی سواحل شمال خلیج‌فارس استفاده شده است.

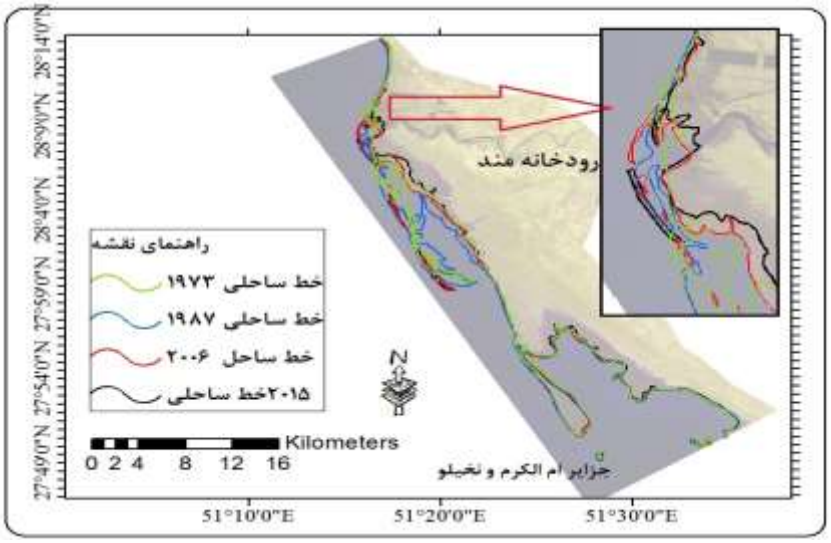
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۱- تعیین خطوط ساحلی با روش پردازش بصری

در این روش ابتدا تصاویر ماهواره‌ای به‌صورت تک‌تک در دیتاست[19] آورده شده و بر اساس ماهیت تفکیکی هر کدام از باندهای تصاویر، یک ترکیب باندی مناسب برای جداسازی آب از خشکی تعیین شد. این ترکیب باندی با استفاده از ابزارهای کالیبراسیون آستانه‌گذاری آماده برای تعیین خط جدایی آب از خشکی درآمد سپس به‌صورت دستی خط ساحل مربوط به هر کدام از تصاویر در محیط نرم‌افزار جی‌آی‌اس ترسیم شد (شکل ٤). این تغییر در طول خطوط ساحلی ناشی از بالا آمدن آب‌های خلیج‌فارس و به زیر آب رفتن بخش‌های وسیعی از دره‌های فرسایش یافته می‌باشد به‌عنوان مثال در مساحت خورخان در سال (۱۹۷۳) به‌دلیل پایین بودن سطح آب نسبت به امروز ٤٦ کیلومتر مربع بوده که این مقدار در سال (۲۰۰۸) به ۹۸ کیلومتر مربع رسیده است ولی این تغییر به قیمت به زیر آب رفتن جزایر منطقه تمام شده است. یکی از معایب این روش عدم تعیین دقیق خط ساحل به دلیل خطای چشم انسان در دریافت انعکاس انرژی الکترومغناطیس با دامنه طیفی متفاوت است به نحوی که پدیده‌های مانند آب گل‌آلود و یا سواحل کم‌عمق و زمین‌های گلی در تصاویر با یک فرکانس دیده می‌شوند و این کار محقق را مشکل می‌نماید (Ghezelsofla and Alavi Panah, 2009: 33).

جدول ۲- ترکیب‌های باندی استفاده شده جهت پردازش بصری تعیین خطوط ساحلی منطقه

سال های مورد مطالعه	۱۹۷۳	۱۹۸۷	۲۰۰٦	۲۰۱۵
طول خط ساحلی	۱۵۷/۱۳۵٦	۱۵۳/۳۲۹	۱٤٥/۰۷	۱٤۲/۱٦۳
ترکیب بندی مورد استفاده	٤. ۳. ۲	٦ .٥ .٤	۷ .٥ .٤	۷ .٥ .٤



شکل ٤: تصویر حاصل از تفسیر بصری

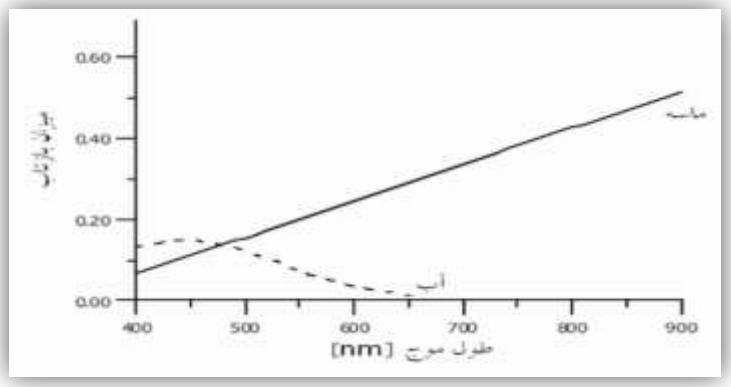
19- Enhance

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

در (جدول ۲) ترکیب مناسب مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد به نحوی که بهترین تباین و تمایز برای جداسازی آب از خشکی را به مفسر بدهد. همچنین طبق آشکارسازی تغییرات خط ساحل به روش بصری طول خط ساحل ١٤ کیلومتر از سال (۱۹۷۳ تا ۲۰۱۵) کاهش را نشان می‌دهد که این کاهش تحت تاثیر بالا آمدن آب دریا و به زیر آب رفتن جزایر و خورها می‌باشد.

۲- تعیین نیمه اتوماتیک خطوط ساحلی بر اساس فیلتراسیون و آستانه گذاری[۲۰]

تصاویر اپتیکی در میان داده‌های دور سنجی دارای مزایای فراوانی است که تفسیر آسان و در دسترس بودن بیش‌تر از آن جمله‌اند. به همین علت اکثر تحقیقات در خصوص استخراج خط ساحلی با استفاده از تصاویر اپتیکی صورت می‌گیرد (Alesheikh, 2007: 62). از طرف دیگر مشخصه‌های طیفی آب به گونه‌ای است که در باندهای مادون‌قرمز انعکاسی نسبت به باندهای مرئی تفاوت بارزی وجود دارد. همین ویژگی‌های آب سبب شده که تصاویر سنجنده‌هایی که هم باندهای مرئی و هم باندهای مادون‌قرمز انعکاسی زیادی دارند برای استخراج خطوط ساحلی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار گیرند سنجنده‌های TM و +ETM ماهواره‌های لندست از این جمله‌اند. وجود ذرات معلق در آب و گل آلودگی آب در مناطق ساحلی نیز یافتن خط ساحلی با استفاده از تنها یک باند را مشکل می‌سازد. (شکل ۵) میزان بازتاب طیف الکترومغناطیسی در سطح آب و ماسه را نشان می‌دهد.



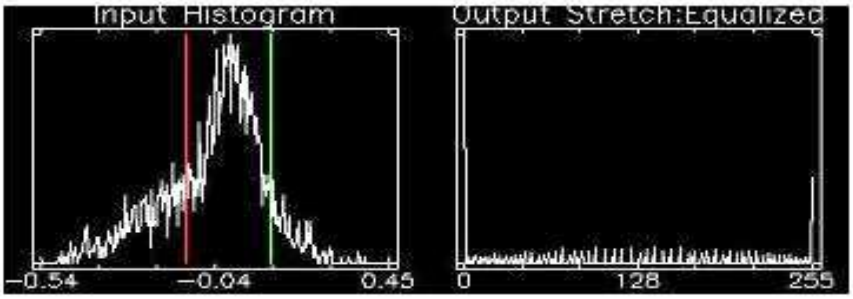
شکل ۵: بازتاب سطوح آب و ماسه (Zobaeri and Majd,1996:212)

به همین دلیل متخصصان بر ای حل این مشکل استفاده از نسبت بین باندها را پیشنهاد نمودند (Alesheikh, et all 2007: 64). در این تحقیق با بهره‌گیری از نسبت باند ۲ و ۵ یک تصویر واضح‌تر ساخته شده و سپس با آستانه گذاری بین پیکسل‌های مربوط به بازتاب سطح خشکی و دریا، خط ساحلی برای هر کدام از سال‌های مورد تحقیق تولید شد؛ و با همپوشانی این خطوط تغییرات مربوط به پسروی و پیشروی خط ساحل استخراج شد. آستانه‌های

20- threshold

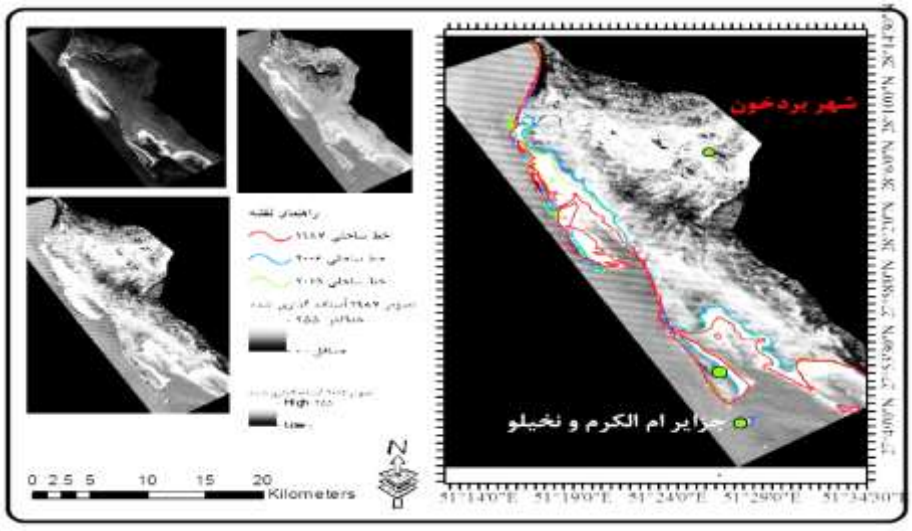
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مناسب برای تفکیک خشکی از ساحل با استفاده از پروفیل طیفی تصاویر در باندهای مناسب تعیین و اعمال شد (شکل ٦).



شکل ٦: هیستوگرام باند ۵ حرارتی برای آستانه گذاری بر دامنه طیفی

پس از آستانه گذاری بر روی تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه یک تصویر طیفی دو ارزشی برای هر کدام از سال‌ها ساخته شد سپس با تبدیل این تصاویر به نقشه‌های وکتوری خطوط به‌دست آمده از این تکنیک با همدیگر مقایسه شدند. (شکل ۷) تغییرات حاصل از روش نیمه اتوماتیک در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. در حالت کلی آستانه‌گذاری بر روی هیستوگرام از روش‌هایی است که می‌توان برای تشخیص خط ساحلی با استفاده از باند مرئی و یا مادون‌قرمز استفاده کرد. از آنجایی که بازتاب نور مرئی در این باندها از ناحیه کف دریا تا حدی به سنجنده می‌رسد این روش برای جدا کردن مرز بین آب و خشکی در نواحی کم‌عمق مناسب نیست. با این حال می‌توان با ایجاد نسبت بین باندها، به‌خصوص باندهای مادون‌قرمز و خودکار کردن استخراج خط ساحلی از این روش نیز در تفکیک خط دریا و خشکی استفاده نمود (Alesheikh, 2007: 31) همان‌طور که در (شکل ۷) ملاحظه می‌شود در این تحقیق با استفاده از آستانه‌گذاری بر روی باند مادون‌قرمز نسبت به روش‌های بصری تصویر بهتری از خط ساحلی ارایه شده است.



شکل ۷: تغییرات خط ساحل با استفاده از روش آستانه گذاری

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

۳- تعیین خطوط ساحلی با استفاده از فیلترگذاری

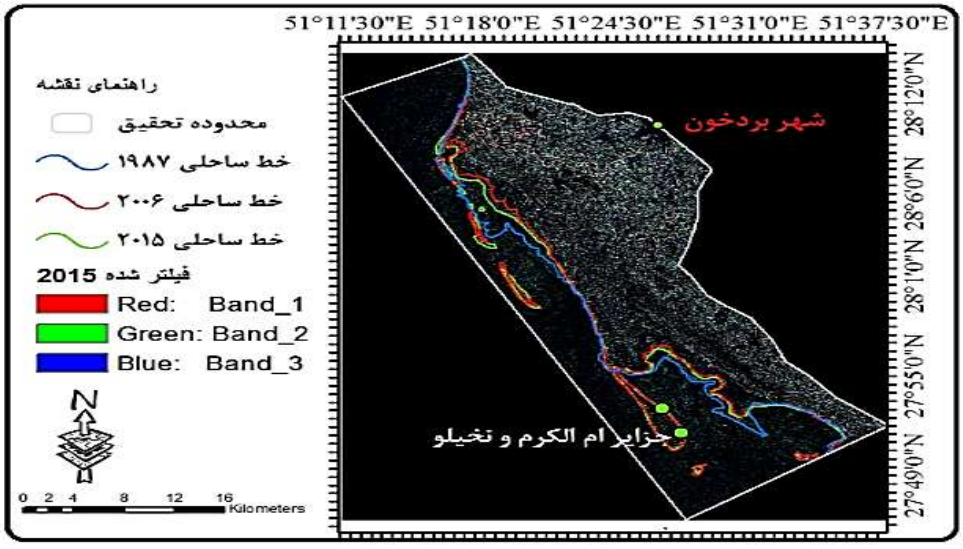
فیلترینگ یک نوع واضح‌سازی تصویر است که می‌تواند قدرت مفسر را در تفسیر تصاویر ماهواره‌ای افزایش دهد (Zobaeri and Majd, 1996: 221). هر تصویر دارای فرکانس بالا و پایین است و تغییرات ناگهانی در خط اسکن باعث ایجاد فرکانس بالایی می‌گردد. در این تحقیق از فیلتر آشکار ساز لاپلاس[۲۱] استفاده شده است. آقای اسکالر با ایجاد یک سری قاب‌های جهت‌دار فیلتر آشکار ساز لبه‌ها را تبدیل به یک فیلتر آشکار ساز همسانی نمود (Pirasteh and Farzinpour, 2005: 115). این فیلتر تعیین کننده خطوط تند موجود در تصاویر است؛ با توجه به تغییر ناگهانی فرکانس تصاویر در خطوط ساحلی این فلیتر به نحو مطلوبی تعیین کننده خطوط ساحلی است. فیلتر لاپلاسین بر دو نوع است که نمونه‌های ۳×۳ آن در (شکل ۸) دیده می‌شود (Akbari and shekari, 2013: 217).

0	−1	0
−1	4	−1
0	−1	0

−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1

شکل ۸: چیدمان پیکسلی در فیلتر آشکار ساز لاپلاس (Singh, 1988: 199)

(شکل ۹) تصویر حاصل از اعمال تکنیک فیلترگذاری بر تصاویر چند زمانه در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. در این روش اگر چه آستانه‌گذاری توسط فیلترهای مناسب انجام می‌شود ولی به دلیل این‌که عوارض ساحلی دیگر منطقه نیز در معرض فیلترگذاری قرار می‌گیرد نوعی تداخل در استخراج خطوط ساحلی رخ می‌دهد به همین دلیل خط ساحلی از تصاویر فیلتر شده به‌صورت دستی انجام شده است.



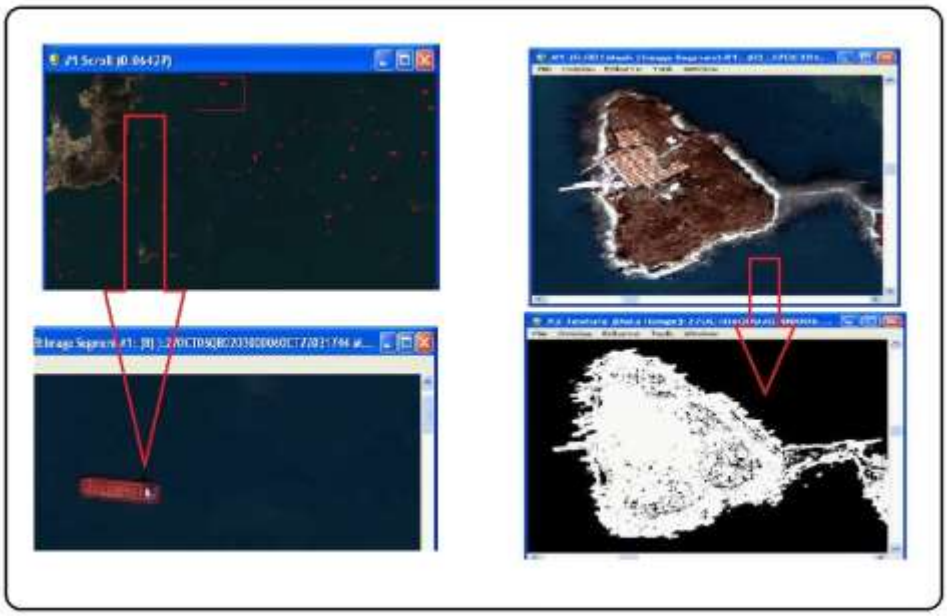
شکل ۹: تصویر حاصل از فیلترگذاری و تعیین خط ساحلی

21- laplasian

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

٤- روش watercraft finder برای آشکارسازی و تفکیک آب از خشکی

این روش که درspear tools[۲۲] نرم‌افزار envi قرار گرفته در تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا جهت آشکارسازی خط لبه اشیاء و وسایلی که در محیط‌های آبی قرار دارد استفاده می‌شود. اساس این روش بر اساس انعکاس امواج مادون‌قرمز که به‌صورت دسته‌ای از پیکسل‌های غیرمعمول در دامنه مادون‌قرمز دیده می‌شوند می باشد که در دو روش به‌کار برده می‌شود. روش اول استفاده از نمونه‌گیری از محدوده‌هایی که نیاز هست از آب تفکیک شوند. روش دوم، استفاده از اعمال روش و الگوریتم‌هایی چون تحلیل مولفه‌های اصلی[۲۳] و تحلیل واریانس[۲٤] تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. تحلیل مولفه‌های اصلی اختلال‌ها و نویزهای موجود در باندها را جداسازی و اجزاء باندهایی که دارای همبستگی بالایی هستند را انتخاب و معرفی می‌کند. به علت استفاده از طول‌موج‌های مادون‌قرمز در این روش دقت خطوط ساحلی استخراج شده در این روش بسیار بالا می‌باشد. (شکل ۱۰) نحوه استخراج خط ساحلی با این عملگر را نشان می‌دهد.

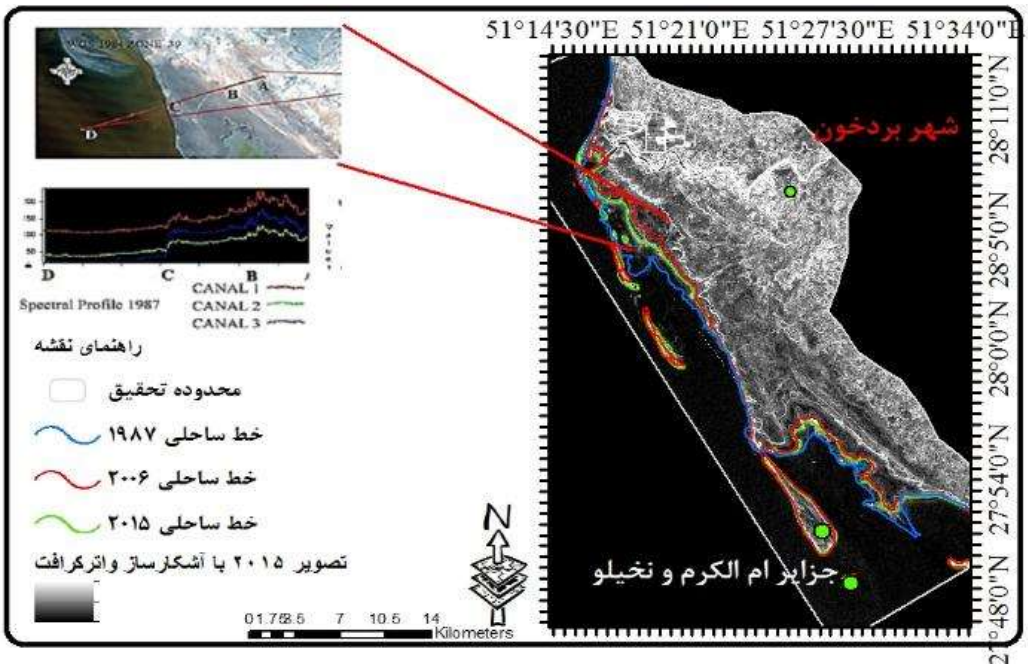


شکل ۱۰: آشکارسازی با روشwatercraft finder تصویر سمت راست: سواحل جزیره و تصویر سمت چپ: کشتی و سایر شناورها

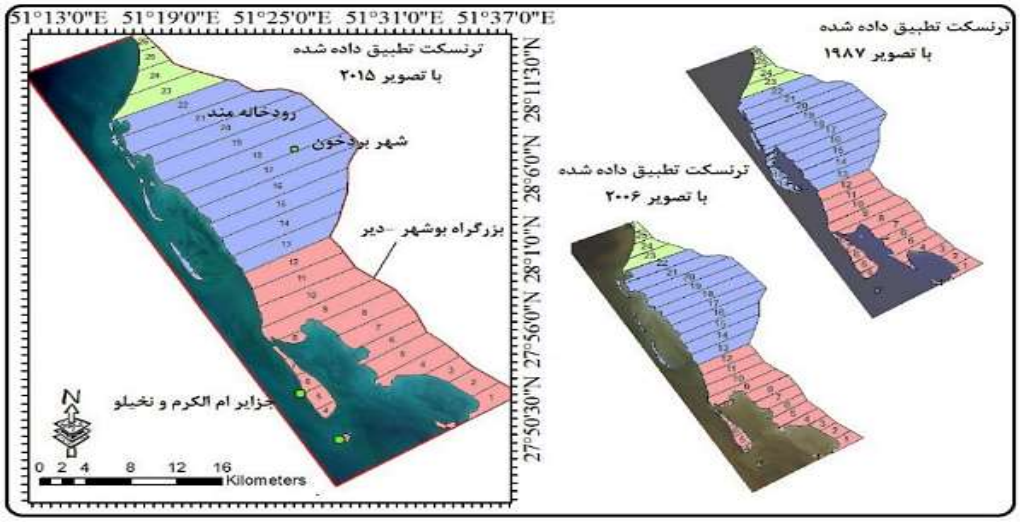
در این تحقیق ابتدا باندهای ٦-۷ به‌عنوان باندهای مادون‌قرمز تصاویر ماهواره‌ای به مدل معرفی شده است. سپس با استفاده از جستجوگر طیفی[۲۵] مولفه‌های اصلی که بیش‌ترین تباین را بین خشکی و آب دارند خط ساحلی برای سال‌های (۱۹۸۷-۲۰۰٦-۲۰۱۵) استخراج شده است (شکل ۱۱).

22- Spectral processing exploitation analysis resource
23- Principal Component Analysis
24- variance
25- texture based search

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۱: استخراج خط ساحلی با روش watercraft finder



شکل ۱۲: ترانسکت‌های ترسیم شده بر روی منطقه ساحلی

۵- روش ترانسکت‌های متساوی البعد[۲۶]

این روش در زمره روش‌های ژئومتری آماری تحلیل تغییرات خط ساحلی محسوب می‌شود که گاها در ارزیابی تغییرات دورهای بستر رودخانه‌ای نیز استفاده نیز شده است (Shahbazi, 2013: 66). این روش اولین بار توسط Hengl, (2006) و gulari (1996) و در ایران توسط Yamani et all (2011) مورد استفاده قرار گرفت.

26- Transects Analyses Method

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

مهم‌ترین عامل در دقت این روش انتخاب درست الگوریتم تفکیک کننده آب و خشکی به‌عنوان مبنای محاسبات مورفومتری خط ساحلی می‌باشد. با توجه به موقعیت نقاط چک انتخابی در سواحل که با دستگاه GPS برداشت شده و تطبیق آن با تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه مشخص شد این روش نسبت به سایر روش‌ها از دقت لازم برخوردار است لذا در این در این تحقیق مبنای ارزیابی تغییرات خط ساحلی، خطوط اتوماتیک استخراج شده با روش آشکارساز لبه شناورها انتخاب و بزرگراه دیر–بوشهر که از قدیمی‌ترین جاده‌های منطقه می‌باشد به‌عنوان خط مبنا برای محاسبات انتخاب شد. در ادامه تمامی محدوده به ۲٦ ترانسکت با فاصله ۲ کیلومتری تقسیم و با توجه به مشخصات هیدروژئومورفودینامیک دلتای رودخانه مند و سواحل آن ۳ ناحیه مشخص تعریف شد. ناحیه اول شامل ترانسکت‌های ۱–۱۲ به مناطقی که تحت تاثیر سیلاب‌های شدید دوره‌ای رودخانه مند، جریانات دریایی و جذر و مد می‌باشند قرار دارد، ناحیه دوم شامل ترانسکت‌های ۱۳–۲۳ دهانه اصلی دلتای رودخانه مند، منطقه‌ای است که در معرض مستقیم آورد رسوب رودخانه مند و جریانات دریایی و جذرومد واقع می‌شود است و ناحیه سوم شامل ترانسکت‌های ۲۳–۲٦ که به‌عنوان ناحیه‌ای به شکل خلیج و از نظر مورفودینامیک آرام انتخاب شد (شکل ۱۲). سپس برای هر کدام از سال‌های (۱۹۸۷–۲۰۰٦ و ۲۰۱۵) ترانسکت مورد نظر ترسیم مساحت هر کدام از ترانسکت‌ها محاسبه شد (جدول ۳). به دلیل وجود جزایر و شبه‌جزایر در محدوده تحقیق، کوچک‌ترین جزایر و شبه‌جزایر نیز در محاسبات لحاظ شد. در (جدول ۳) تغییرات رخ داده در مساحت هر یک از ترانسکت‌ها نمایش داده شده است. براساس این جدول محدوده ساحلی دلتای رودخانه مند از ۵۵۱/۹ کیلومتر مربع در سال ۱۹۸۷ به ٤۹۰/۷ کیلومتر مربع و این میزان در سال (۲۰۱۵) به ۵۰۳/٤ کیلومتر مربع رسیده است.

جدول ۳- مساحت ترانسکت‌های محاسبه شده و تغییرات هر ترانسکت در دوره‌های تحقیق

مقطع	مساحت	مساحت	مساحت	تغییرات ۲۰۰٦ نسبت	روند	تغییرات ۲۰۱۵	روند
۱	۹/۳۲	۸/۵۹	۸/۸۷	-۰/۷۳	کاهشی	-۰/۲۸	افزایشی
۲	۷/۵	۷/٦٦	۷/۵۲	۰/۱۷	افزایشی	-۰/۱٤	کاهشی
۳	۷/۱۳	۵/۹۵	٦/۲٤	-۱/۱۸	کاهشی	۰/۲۸	افزایشی
٤	۱٦/۰۷	۱۲/٦۹	۱۳/۷۵	-۳/۳۸	کاهشی	۱/۰٦	افزایشی
۵	۲۰/۸۲	۱۷/۵٤	۱۷/۷۸	-۳/۲۸	کاهشی	۰/۲۳	افزایشی
٦	۱٦/۲٦	۱۲/۸۰	۱۳/۱٦	-۳/٤٦	کاهشی	۰/۳٦	افزایشی
۷	۱۹/۲۰	۵۱/٦۱	۱۵/۹٦	-۳/۵۹	کاهشی	۰/۳٦	افزایشی
۸	۲۱/۷۷	۱۷/۵٤	۱۷/۹۸	-٤/۲۳	کاهشی	۰/٤۳	افزایشی
۹	۲۳/۵٤	۲۱/۲۰	۲۲/۳۳	-۲/۳٤	کاهشی	۱/۱۳	افزایشی
۱۰	۲۲/۳۳	۲۲/۱۳	۲۲/۰۷	-./۲۰	کاهشی	-۰/۰٦	کاهشی
۱۱	۱۹/۱۸	۱۸/۹۸	۱۸/۸۸	-۰/۱۹	کاهشی	-۰/۱۱	کاهشی

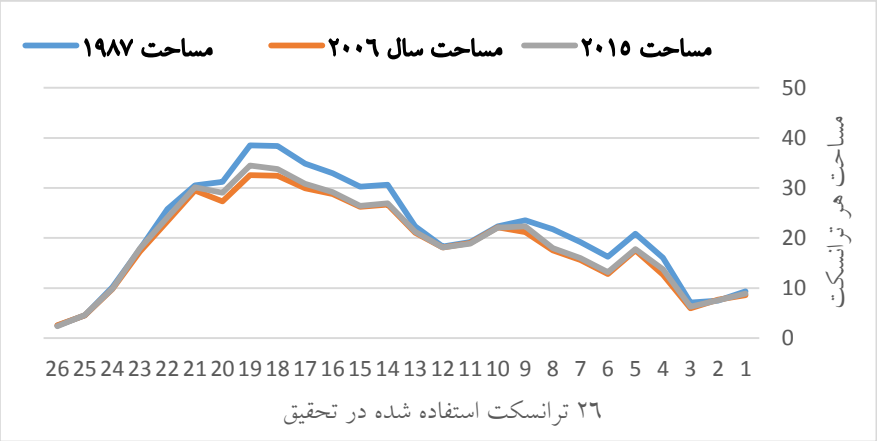
[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ادامه جدول ۳- مساحت ترانسکت‌های محاسبه شده و تغییرات هر ترانسکت در دوره‌های تحقیق

	۱۸/۳۰	۱۸/۱۰	۱۸/۰۹	-۰/۱۹	کاهشی	-۰/۰۱	کاهشی
۱۳	۲۲/۳٤	۲۱/۰٦	۲۱/۲٦	-۱/۲۸	کاهشی	-۰/۱٦	افزایشی
۱٤	۳۰/٦٤	۲٦/٦۸	۲٦/۹٥	-۳/۹۷	کاهشی	۰/۲۷	افزایشی
۱٥	۳۰/۲۷	۲٦/۲۱	۲٦/٤۳	-٤/۱٦	کاهشی	۰/۲۱	افزایشی
۱٦	۳۳/۹٦	۲۸/۸۰	۲۹/۱۷	-٤/۱٦	کاهشی	۰/۳۷	افزایشی
۱۷	۳٤/۸۹	۲۹/۹۱	۳۰/۸۰	-٤/۹۸	کاهشی	۰/۸۹	افزایشی
۱۸	۳۸/۳٦	۳۲/٤٤	۳۳/۷٦	-٥/۹۱	کاهشی	۱/۳۲	افزایشی
۱۹	۳۸/٥٤	۳۲/٥٤	۳٤/٤٦	-٦/۰۱	کاهشی	۱/۹۲	افزایشی
۲۰	۳۱/۱۹	۲۷/۳۳	۲۹/۰٦	-۳/۸۷	کاهشی	۱/۷۳	افزایشی
۲۱	۳۰/٤۹	۲۹/٤۷	۳۰/۱۱	-۱/۰۲	کاهشی	۰/٤٦	افزایشی
۲۲	۲٥/۷٦	۲۳/۳٤	۲٤/۱۲	۲/٤۳	کاهشی	۰/۷۸	افزایشی
۲۳	۱۷/۸۱	۱۷/۲۸	۱۷/۹۲	-۰/٥۳	کاهشی	۰/٦٤	افزایشی
۲٤	۱۰/۱۷	۹/۷۸	۹/۸۳	-۰/۳۹	کاهشی	۰/٤۰	افزایشی
۲٥	٤/٥٦	٤/٥٦	٤/٥۸	۰	کاهشی	۰/۰۲	افزایشی
۲٦	۲/٥۱	۲/٥٤	۲/۳٦	۰/۰۳	افزایشی	-۰/۱۸	کاهشی
مجموع	٥٥۱/۹۲	٤۹۰/۷	٥۰۳/٤۳				

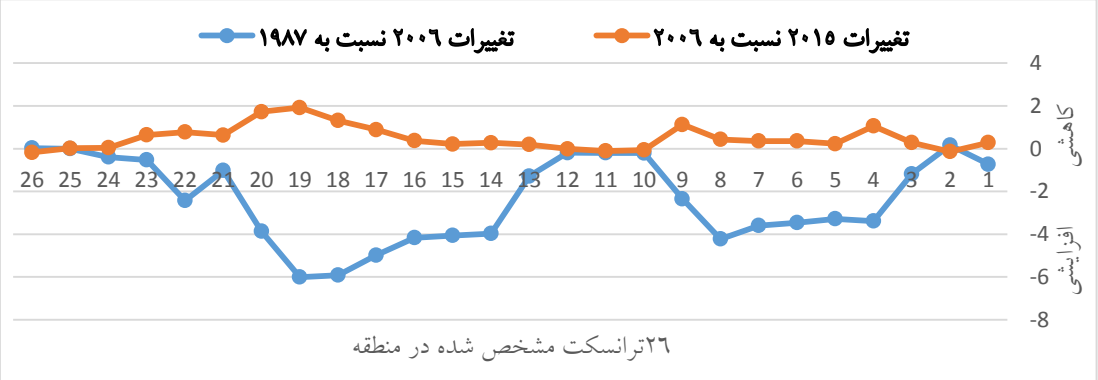
روند تغییرات در منطقه ساحلی که در (شکل ۱۳) نشان داده شده است بر کاهش محدوده ساحلی و پیشروی آب دریا به سمت خشکی است. سرعت پیشروی آب به سمت ساحل در دوره (۱۹۸۷-۲۰۰٦) بسیار سریع‌تر از دوره (۲۰۰٦ تا ۲۰۱٥) می‌باشد. این عامل در اثر دو رخداد اساسی در منطقه است، یکی بالاآمدن شدید سطح اساس آب خلیج‌فارس در دوره اول و کند شدن این عامل در دوره دوم و دیگری افزایش فعالیت فرآیندهای فرسایشی رودخانه‌ای و دریایی است. ولی بر اساس بررسی‌ها مشخص شد بیش از ٤۸/٤۸ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه در خلال سال‌های (۱۹۸۷-۲۰۱٥) به زیر آب رفته که این میزان در ناپایدارترین و طوفانی‌ترین ساحل‌ها نیز امکان‌پذیر نیست و با توجه عمق کم آب‌های ساحلی منطقه که به گورستان کشتی‌ها معروف است، تغییرات سطح اساس خلیج‌فارس بر ساحل این منطقه محسوس می‌باشد.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۳: نمودار تغییرات رخداده در ترانسکت های مورد مطالعه

(شکل ١٤) تغییرات رخ داده در دو دوره تحقیق بر میزان افزایش و کاهش منطقه ساحلی دلتای رودخانه مند را نشان می‌دهد



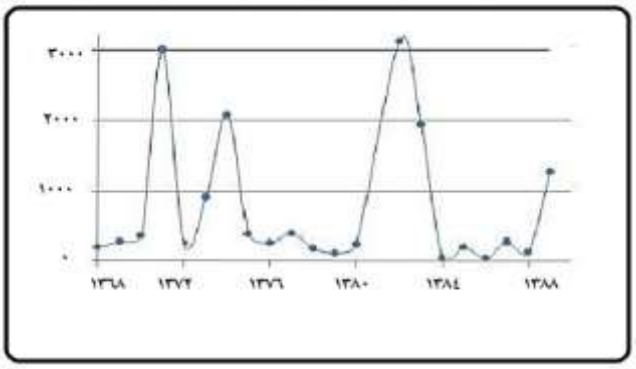
شکل ١٤: نمودار تغییرات حادث شده در بازه زمانی ۱۹۸۷-۲۰۰۶ و ۲۰۰۶-۲۰۱۵ مقادیر بالای صفر نشان‌دهنده پیشروی خط ساحلی به سمت دریا و مقادیر زیر صفر نشان‌دهنده پیشروی آب به سمت خشکی و کاهش منطقه ساحلی می‌باشد.

- دبی رسوب رودخانه مند

حوضه آبریز مند یکی از بزرگ‌ترین حوضه‌های ایران می‌باشد که بخش وسیعی از زاگرس مرکزی را زهکش نموده و به خلیج‌فارس می‌ریزد. با توجه به نوع بارش‌ها منطقه که عمدتا رگباری هستند و سازندهای زمین‌شناسی حساس به فرسایش چون: گورپی، آقاجری، میشان، جهرم می‌باشد، رودخانه مند دارای رسوب فوق‌العاده‌ای است که عملا احداث سدهای مخزنی را غیرممکن نموده است. در این تحقیق براساس آمار ایستگاه قنطره (آخرین ایستگاه هیدرومتری رودخانه مند قبل از پیوستن به خلیج‌فارس) وضعیت رسوب رودخانه مند بررسی شد. میانگین رسوب سالیانه در این ایستگاه در طی دوره آماری (۱۳۶۵-۱۳۸۵) مقدار ۱۷۰۳/۹ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است که

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

بیش‌ترین آن مربوط به سال (۱۳۸۰) با ۵۲۵۲/۸۷ و کم‌ترین آن مربوط به سال (۱۳۷۷) به میزان ۱۳۰/۸۱ کیلوگرم بر متر مکعب بوده است (Ministry of Energy, 2011). همچنین بر اثر احداث سدهای انحرافی جهت جلوگیری از شور شدن آب رودخانه در بالادست، میزان رسوب آوری رودخانه کم‌تر هم خواهد شد؛ که این عامل در وضعیت ژئومورفوینامیک دلتای رودخانه مند تاثیر دارد.



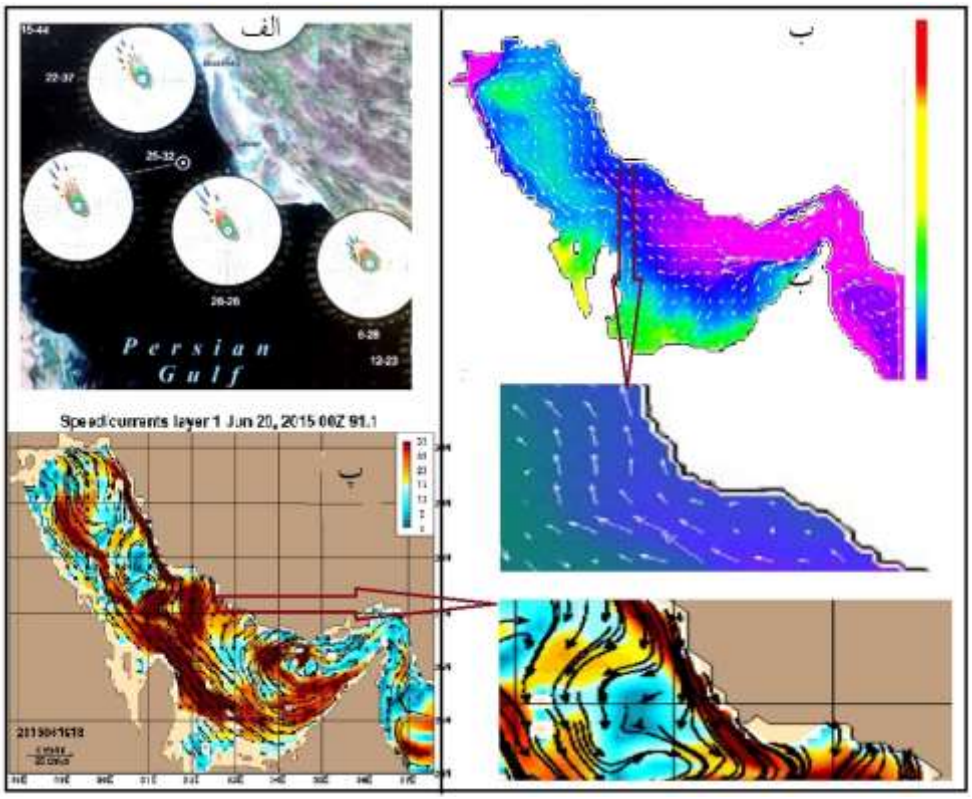
شکل ۱۵: تغییرات دبی رسوب ایستگاه قنطره به هکتار در دوره زمانی (۱۳۶۸-۱۳۸۸)

- هیدرودینامیک سواحل شمال خلیج‌فارس

سطح آب خلیج‌فارس تحت تاثیر سطح آب دریاهای آزاد است. طبق بررسی‌های انجام شده سطح اساس دریاها در طی قرن ۲۰ حدود ۷/۱ سانتی‌متر افزایش یافته و با توجه به گزارشی که از سوی اداره ملی علوم آمریکا[۲۷] منتشر شده در یک دوره ۱۸ ماهه که از ابتدای سال (۲۰۱۰) میلادی شروع می‌شود، سطح آب اقیانوس‌ها به طرز شگفت‌انگیزی یعنی حدود ۷ میلی‌متر کاهش یافته است (Church, 2011: 589) این تحقیقات نشان می‌دهد که سطح آب خلیج‌فارس نیز به تبعیت از سطح آب دریاهای آزاد قرار داشته به نحوی که طبق بررسی‌ها محدوده وسیعی از سواحل منطقه طی دوره (۱۹۸۷-۲۰۰۶) به زیر آب رفته است. و در طی دوره آماری (۲۰۰۶-۲۰۱۵) سطح آب خلیج‌فارس کاهش یافته است این امر باعث روند رو به افزایش منطقه ساحلی در محل دلتای رودخانه مند شده است. با بررسی هیدرودینامیک سواحل شمال خلیج‌فارس مشخص جهت جریان‌های دریایی در سواحل دلتای مند به موازات ساحل از شرق به غرب و در راستای چرخش چپ‌گرد جریان کلی خلیج‌فارس می‌باشد (شکل ۱۶-ب). اما جهت و سرعت جریان سطحی آب‌های ساحلی این منطقه به‌تبع از بادهای منطقه که عمدتا بادهای غربی است در جهت غرب به شرق می‌باشد (شکل ۱۶-الف)، این مکانیسم روند رسوب‌گذاری را در محدوده دلتای رودخانه مند مشخص می‌کند به نحوی که رسوبات ناشی از رودخانه مند که به خلیج‌فارس آورده می‌شود در امتداد زبانه‌های ساحلی و جزایر منطقه انباشته می‌شود (شکل ۱۶-پ)، ولی با توجه به بالا آمدن سطح آب خلیج‌فارس این رسوب‌گذاری چندان مشهود نیست.

27- National Academy of Sciences

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]



شکل ۱۶: قسمت (الف) گلبادهای ایستگاه‌های کنگان، دیر، بوشهر وکیش، قسمت (ب) جریان سطحی دریایی خلیج‌فارس و منطقه مورد مطالعه و قسمت (پ) جریان‌های زیردریایی منطقه (Kampf and sadrinasab, 2006)

نتیجه‌گیری

هدف این تحقیق استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و تحلیل‌های ژئومورفودینامیک منطقه ساحلی دلتای رودخانه مند از جزیره ام الکرم تا حور زیارت می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد ترکیب روش‌های سنجش‌ازدور و تحلیل‌های ژئومورفودینامیک می‌تواند روش مناسبی برای مطالعات سواحل باشد پس از مدل‌سازی هر یک از روش‌های مورد استفاده در تحقیق و تهیه نقشه خطوط ساحل، دقت روش‌ها با استفاده از نمونه‌برداری تصادفی در نوار ساحلی مزبور با دستگاه موقعیت‌یاب جهانی و تطبیق آن با تصاویر چند زمانه تحقیق و گوگل ارث[۲۸] به‌دست آمد. طبق بررسی‌ها مشخص شد نقشه حاصل از روش آشکارساز لبه کشتی‌ها به‌عنوان مناسب‌ترین روش برای استخراج خط ساحلی انتخاب به‌عنوان مبنای تهیه ترانسکت‌های متساوی‌البعد به‌کار گرفته شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده، سرعت پیشروی آب به سمت ساحل در دوره (۱۹۸۷–۲۰۰۶) سیار سریع‌تر از دوره (۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵) می‌باشد همچنین بیش از ٤٨/٤٧ کیلومتر مربع از منطقه مورد مطالعه در خلال سال‌های (۱۹۸۷–۲۰۱۵) به زیر آب رفته است. تغییرات ژئومورفودینامیک کمی و کیفی محدوده ساحلی به دلایل متعددی رخ داده است. عواملی چون

28- Google Earth

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

ژئومورفولوژی جریانی رودخانه مند (عوامل خشکی) و نقش هیدرودینامیک امواج ساحلی، باد غالب منطقه و تغییرات سطح اساس دریا (عوامل دریایی)، در تغییرات ژئومورفودینامیک منطقه ساحلی بسیار موثر است. با بررسی میزان دبی رسوب رودخانه مند در محل دلتای رودخانه مند روند دبی رسوب از سال (۱۳۸۰) به بعد کاهش داشته که در ارتباط با کاهش بارش در دهه اخیر و همچنین ایجاد سدهای انحرافی در مسر رودخانه می‌باشد. از طرفی در خلال سال‌های (۲۰۱۰-۲۰۱۵) میزان پیشروی آب به سمت ساحل کند شده که این عامل در ارتباط با کاهش سطح اساس دریاهای آزاد در این دوره می‌باشد. با بررسی بخش‌های مختلف دلتای رودخانه مند با استفاده از روش ترانسکت‌های متساوی‌البعد مشخص شد بیش‌ترین میزان تغییرات مربوط به دهانه دلتای رودخانه مند و زبانه‌های ساحلی منطقه می‌باشد. با توجه به شیب کم در منطقه دلتای رودخانه مند با کم‌ترین تغییر در سطح اساس خلیج‌فارس محدوده وسیعی از منطقه به زیر آب می‌رود. در نتیجه روند کلی تغییرات بر اساس هیدرودینامیک خلیج‌فارس می‌باشد به نحوی که بر اساس جهت باد و امواج سطحی منطقه روند رسوب گذری از شمال به جنوب و جنوب‌شرق به موازات زبانه‌های ساحلی است. نتایج تحقیق با یافته‌های (Alavi Nejad, (2004 Naeimi, et al, (2010)، Yamani et all (2011) و Ahmadi et all, (2014) تطبیق دارد و همگی افزایش سطح آب خلیج‌فارس به‌عنوان مهم‌ترین عامل تاثیر گذار بر خلیج‌فارس و نقش فرآیند رسوب‌گذاری رودخانه‌ها را در مقیاس کوچک به‌عنوان عامل دوم معرفی کرده‌اند. نهایتا هر گونه فعالیت عمرانی و زیر بنایی در منطقه لزوما باید بر اساس روند این تغییرات صورت گیرد و هرگونه لحاظ نکردن این فرآیندها در اجرای این طرح‌ها در غالب مخاطرات و چالش‌های محیطی می‌تواند باعث ضرر و زیان‌های اقتصادی و زیست‌محیطی در محیط‌های ساحلی شود.

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

References

- Ahmadi, M., Ramesh, M. H., Darafshi, K., (2014), "Investigation of coastal changes process using remote sensing and geographic information systems, a case study Dayer port in Persian Gulf", ***Journal of Geography and Environmental Planning***, 25 (3): 63-74. [In Persian].
- Akbari, A., Shekari, A., (2013), "Processing and extracting information from satellite data remote sensing envi software", Satellite Publishing, Tehran: 240 p. [In Persian].
- Alavi-Panah, K., (2010), "Application of remote sensing in earth sciences", Tehran: University Press. 492 p. [In Persian].
- Alavi Nejad, S., (2004), "Detection of geomorphologic and land use changes in khore Mosa (Imam Khomeini and Mahshahr port) using RS and GIS", Master's Degree of Geomorphology, Kharazmi University, Faculty of Geographical Sciences. [in Persian].
- Alesheikh, A. A., Ghorbanali, A., Nouri, N., (2007), "Coastline change detection using remote sensing", ***International Journal of Environmental Science & Technology***, 4 (1): 61-66
- Ardalan, A. A., Mosayebzadeh, M., (2004). "Sea surface topography in Oman and Persian Gulf based on the combination of tide gauge and GPS", ***J. Engineering Faculty***, 37 (2): 177-188.
- Bird, E., (2008), "***Coastal Geomorphology***", Jone Wiley: London. UK.
- Bird, E., (1985), "Coastline Changes: A Global Review", Wiley: Chichester.
- Chen, L. C., Rau, J. Y., (1998), "Detection of shoreline change for tideland area using multi-temporal satellite images", ***Journal Of Remote Sensing***, 19 (17): 3383-3397.
- Chorley J. R, Schumm Stanley A. E., Sugden, D., (1985), "***Geomorphology***", John Wiley: London. 605pp.
- Chorley, R., (1996), "***Geomorphology***", (Translated by Ahmad Motamed), Volume I, Samt Publisher: Tehran. [in Persian].
- Church, J. A., White, N. J., (2006), "A 20th century acceleration in global sea level rise". ***Surveys in Geophysics***, 32: 582-602.
- Colman, J. M., (1986), "Deltaic landforms, geomorphology from space", Washington, D. C., Nasa:
- El-Asmar, H. M., Hereher, M. E., (2010), "Change detection of the coastal zone east of the Nile Delta Using Remote Sensing", ***Journal Of Environment Earth Science***, 62: 769-777.
- Fletcher, C., Mullane, R., Richmond, B., (1997), "Beach loss along armored shorelines on Oahu, Hawaiian Islands", ***Journal Of Coastal Research***, 13: 209–215.
- Gazyetov, Y., Sizo, R., (2014), "The Delta coastline dynamics for the Danube northern arm over the period 1986–2011", ***Journal of Geography Romanian***, 58 (2): 129–134.
- Getmiri, M., (2011), "Geomorphometric change analysis of the mound river delta", Master's thesis, faculty Geodesy & Geomatics Engineering, Khaje Nasir Tusi University of Technology, Tehran. [In Persian].
- Ghanavati, E. A., Firouzabadi, B. A., Jangi, A., Khosravi, S., (2007), "Monitoring geomorphologic changes using Landsat tm and Etm+ data in the Hendijan river delta, southwest Iran ", ***Joumal Of Remote Sensing***, 29 (4): 945-959.
- Ghezelsofla, M., Alavi Panah, S. K., (2009), "The application of visual interpretation of satellite data in detecting coastline changes", Geomatics Conference 2009 May 12, 2009", National Cartographic Center. [in Persian].
- Ghyasvand, G. H., (1998), "Preparation of land use change maps using multi-temporal satellite imagery (case study of south of Tehran)", Master's thesis, Department of Remote Sensing and GIS Tarbiat Modarres University: Tehran. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]

- Goodarzi Nezhad, S. H., (2008), "***Geomorphology and Environmental Management***", Volume 2, Samt Publications: Tehran, Iran. [In Persian].
- Hengl, T., (2006), "Finding the right pixel size", ***Journal Of Computers and Geoscience***, 32: 1283-98.
- Jensen, J. R., (1996), "***Introductory digital image processing –a remote sensing perspective***", Prentice-Hall: New York.
- Kampf, J., Sadrinasab, M., (2006)," The circulation of the Persian Gulf: a numerical study" ***Journal Of Ocean Science***, 2: 27–41.
- Kaufmann, R., Seto, K., (2001), "Change detection, accuracy, and bias in a sequential analysis of landsat imagery in the Pearl river delta", ***Journal Of Ecosystems and Environment***, 85: 95–105.
- Makota, V., Sallema, R., Mahika, C., (2004), "Monitoring shoreline change using remote sensing and GIS: a case study of Kunduchi area, Tanzania", ***Journal Of Westem Indian Ocean, Sir***, 3 (1): 1-10.
- Pirasteh, S., Farzinpour, L., (2005), "Remote sensing in land resources studies", Shahidi Publishing House: Tehran. 186 p. [In Persian].
- Ministry of Energy., (2011), "***Delta research morphology***", No. 362 Technical Office, Tehran.
- Naeimi, Nezam-Abad, A., Ghahroudi, M., Servati, M. R., (2010), "Monitoring coastal changes and geomorphologic landforms of Persian Gulf using remote sensing and geographic information system (Case study: Assaluyeh coastal zone)", ***Journal of Geographic Space***, 10: 45-21. [In Persian].
- Nehchiri, A. S., (1991), "***Historical Geography of Cities***", First Edition, Tehran: School Publications, 440 p. [In Persian].
- Ramieri, E., Hartley, A., Barbanti, A., Santos, F. D., Gomes, A., Hilden, M., Laihonen, P., Marinova, N., Santini, M., (2011), "Methods for assessing coastal vulnerability to climate change, european topic centre on climate change impacts", consortium of European institutes (ETC/CCA) in Italy, Italy: Technical Paper 93p, Bologna,
- Shahbazi, A., (2013), "The study of the evolution and change of patterns of the maroon river and its influencing factors", Master's Thesis, Human faculty: Mohaghdas Ardebili University. [in Persian].
- Simon, P., (2010), "***Remote Sensing In Geomorphology***", Newdelhi: Oxford Book Company
- Singh, A., (1989), "Digital change detection techniques using remotely-sensed data transaction", ***Journal Of Geoscience & Remote Sensing***, 28: 194-201.
- Taghavi Moghaddam, E., (2011), "Geomorphological developments of the north coast of the Persian Gulf from Bushehr to Kangan, M. Sc Thesis, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran. [In Persian].
- Urbanski J. A., (2010), "The extraction of coastline using obia and gis", Conference of Geobia 2010,Geographic Object-Based Image Analysis 29 June, 2010 ghent, Belgium.
- Wang, F., (1990), "Fuzzy supervise classification of remote sensing images", ***IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing***, 28 (2): 194 – 201.
- Yamani, M., Rahimi Herabadi, S., Goodarzi Mehr, S., (2011), "Investigating the periodic changes in the eastern coast of the strait of Hormuz using remote sensing technique", ***Journal of Environmental Erosion Research***, 4: 7-21. [in Persian].
- Zobaeri, M., Alireza, M., (1996), "Introduction to remote sensing technology and its application in natural resources", Tehran: Tehran University Press, 318p. [In Persian].

[Downloaded from geographical-space.iau-ahar.ac.ir on 2026-10-31]