پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمّی، سال ششم، شماره ۱، تابستان ۱۳۹۶
صص. ۱۳۶-۱۱۹

بررسی و پایش تغییرات خط ساحلی دریای عمان در منطقه جاسک

سعید نگهبان*- استادیار ژئومورفولوژی بخش جغرافیا، دانشگاه شیراز.
کیوان باقری - دانشجوی دکتری سنجش از دور و GIS، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
سوسن حیدری- کارشناس ارشد آب‌وهوا شناسی ماهواره ای، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.
لیلا گروسی - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۸/۲۵ تائید نهایی: ۱۳۹۶/۰۳/۲۰

چکیده

پایش ویژگی‌های مختلف نواحی ساحلی یکی از عوامل اساسی در جهت استفاده‌ی بهینه از این منابع طبیعی و مدیریت پایدار آنها می‌باشد. هدف تحقیق پایش تغییرات ، شناخت و تعیین مناطق حساس به تغییرات خط‌ساحلی و تحلیل این تغییرات برپایه ژئومورفولوژی می‌باشد. برای این منظور ابتدا به کمک نقشه‌ها و مدارک موجود منطقه مورد مطالعه شناسایی شده و سپس از طریق تصاویر ماهواره‌ای با سنجنده‌های ETM , TMو OLI در بازه زمانی سال-های ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴، تغییرات خط ساحلی با استفاده از روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی حداکثر احتمال، بررسی شده‌اند. لازم به ذکر است میزان دقت کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی حداقل ۹۴٪ و ۹۷٪ به ترتیب می باشد. در ادامه با استفاده از تکنیک مقایسه پس از طبقه بندی به پایش تغییرات پرداخته شد. نتایج حاکی از این است که محدوده مورد مطالعه در طی ۲۸ سال گذشته، دارای تغییرات چشمگیری به صورت پسروی و پیشروی خط ساحل بوده است. طوری-که در طول دوره اول (۱۹۸۶-۱۹۹۴) ۹ کیلومترمربع کلاس خشکی به کلاس آب و ۶۸ کیلومترمربع کلاس آب به خشکی تبدیل، در طول دوره دوم (۱۹۹۴-۲۰۰۱) ۱۹ کیلومترمربع خشکی به آب و ۱۷ کیلومترمربع آب به خشکی تبدیل و در دوره سوم (۲۰۰۱-۲۰۰۸) ۴۳ کیلومترمربع کلاس خشکی به کلاس آب و ۳ کیلومترمربع کلاس آب به خشکی تبدیل و در دوره آخر (۲۰۰۸-۲۰۱۴) ۶۵ کیلومترمربع کلاس خشکی به کلاس آب و ۳۰ کیلومترمربع کلاس آب به کلاس خشکی تبدیل شده است. در نهایت مناطق حساس به تغییرات در خط ساحلی تعیین، و با تهیه نقشه ژئومورفولوژی آن منطقه تحلیل شد.

واژگان کلیدی: سنجش از دور، پایش تغییرات، خط‌ساحل، ماهواره لندست.

* نویسنده مسئول: E-mail: Snegahban@shirazu.ac.ir

مقدمه

برنامه ریزی و مدیریت مؤثر پیش شرط‌های توسعه پایدار ساحل می‌باشد (کومر و قوش[۱]، ۲۰۱۲). خط ساحلی به عنوان خط تماس بین زمین و پیکره آبی در یک لحظه از زمان تعریف می‌شود (جنس[۲]، ۲۰۱۰، ناجی و تاوفیک[۳]، ۲۰۱۱). سیستم‌های خط ساحلی بسیار پویا و فعال هستند و تغییر و تحول درآن‌ها به دلیل برخورد دو محیط دینامیک دریا و خشکی، نسبتا سریع روی می‌دهد (یمانی و همکاران،۱۳۹۰). در چند دهه اخیر، حدود ۷۰ درصد از سواحل جهان تحت تاثیر فرسایش مداوم و پسروی خط ساحلی بوده‌اند. به‌طوری‌که در این ارتباط کمیته بین‌المللی جغرافیا مناطق ساحلی را از منحصر بفردترین مناطق طبیعی در نظر گرفته است (راسل[۴]، ۲۰۱۰). این قلمرو به عنوان محل تلاقی دهنده فرایندهای ژئومورفیک دریا با خشکی تلقی می‌شود(لی و همکاران[۵]، ۲۰۱۱) و از نظر زیست محیطی مناطق ساحلی به دلیل دارا بودن اکوسیستم‌های حساس از اهمیت و ارزش بالایی برخوردارند (کورش نیا، ۱۳۸۹). به دلیل کاربری‌های متعدد انسانی، سواحل همواره به عنوان یک منطقه کشش و تضاد خودنمایی می‌کنند (هوک ، ۱۳۸۵). میانگین جهانی سطح دریا تا قرن ۲۰ افزایش یافته است و انتظار می‌رود در این قرن با توجه به آب شدن یخ‌ها و انبساط حرارتی سطح آب افزایش یابد (یانگ و همکاران[۶]، ۲۰۱۳، وب و همکاران[۷]، ۲۰۱۳، نیچولس و کزناو[۸]، ۲۰۱۰) که به منزله تهدیدی جدی برای پایداری و ثبات اکوسیستم ساحلی و اموال میلیون‌ها نفر از مردم می‌باشد (ارکما[۹]، ۲۰۱۳، کیروان و میگونیال[۱۰]،۲۰۱۳). برای مقابله با این مشکلات، نظارت بر پویایی خط ساحلی از اهمیت حیاتی برخوردار است، زیرا این نظارت اطلاعات ضروری را برای درک واکنش تغییرات خط ساحلی به تغییرات آب و هوایی حاضر و اثرات انسان فراهم می‌کند (جینس، ۲۰۰۹). عدم مدیریت پایدار منطقه ساحلی باعث مشکلات شدید زیست محیطی، از جمله فرونشست زمین، نفوذ آب دریا، فرسایش ساحلی شده است (لی، ۲۰۱۰)، که منطقه مورد مطالعه این تحقیق از این قاعده‌ها مستثنا نمی‌باشد. از طرفی دیگر در برنامه پنجم توسعه جز مناطقی می‌باشد که باید توسعه یابد. پس برای یک مدیریت پایدار شناخت پتانسیل، نقاط ضعف و قوت این منطقه لازم می‌باشد.

داده‌های خط ساحلی به دست آمده از تصاویر هوایی (جونز و همکاران[۱۱]، ۲۰۰۹) و رادار که قدرت تفکیک مکانی مناسبی دارند برای پایش خط ساحل مناسب می‌باشند، اما برای مشاهده مکرر در نواحی وسیع از موارد مذکور، هزینه‌هایی بسیار زیادی نیاز است. از طرفی استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای برای مشاهده خط ساحلی در مقیاس بزرگ که غالباً یک رابطه بین قدرت تفکیک زمانی و مکانی دارد، مناسب می‌باشد (لی و گنگ[۱۲]، ۲۰۱۶). بنابراین، سنجش از دور ماهواره‌ای می‌تواند یک ابزار مؤثر، سریع و مقرون به صرفه برای تهیه نقشه تغییرات باشد (ال اسمر[۱۳]، ۲۰۰۲، چن و رو[۱۴]، ۱۹۹۸، شاقود و همکاران[۱]، ۲۰۰۳، چونگ[۲]، ۲۰۰۴، هانیک[۳]، ۲۰۰۴). امروزه داده‌های سنجش از دور به عنوان

1 . Kumar & Ghosh
2 . Gens
3 . Naji & Tawfeeq
۴ . Rasel
۵ . lee et al
۶ . Yang et al
7 . Webb et al
8 . Nicholls & Cazenave
9 . Arkema
10 . Kirwan
11 . Jones
12 . Li & Gong
13 . El-Asmar
14 . Chen & Rau

کارآمدترین منبع اطلاعاتی برای بررسی و تفسیر لندفرم‌های ساحلی، سطوح جزر و مدی، تغییرات خطوط ساحلی، عمق و ژرفای آب و نظایر آن به شمار می‌رود (سیمون[۴]، ۲۰۱۰).

نمونه‌هایی از مطالعات برای تشخیص تغییرات خط ساحلی در چین با استفاده از داده‌های سنجش از دور در دلتای رودخانه زرد (یانگ و همکاران[۵]، ۱۹۹۹، لی و همکاران[۶]، ۲۰۰۴، چنگ و همکاران، ۲۰۰۴) و دریای بوهای[۷] (جیانگ و همکاران[۸]، ۲۰۰۳، هانگ و فان[۹]، ۲۰۰۴ و در ساحل فوجیان[۱۰] (سان و ژانگ[۱۱]، ۲۰۰۴) انجام شده است. مکوتا و همکاران در سال ۲۰۰۴ با استفاده از عکس‌های هوایی مربوط به سال‌های ۱۹۸۱، ۱۹۹۲ و ۲۰۰۲ و با کمک قابلیت‌های تحلیلی GIS تغییرات خطوط ساحلی کونداچی را بررسی کرده‌اند. چلبی و همکاران در سال ۲۰۰۶ با استفاده از عکس-های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای و به کمک روش سگمنت‌سازی، به استخراج تغییرات خط ساحلی و نقشه تغییرات آن برای یک دوره ۸ ساله (۱۹۹۶–۲۰۰۶) در منطقه کالاترنگانو در کشور مالزی اقدام کردند. چنتامیلسون و همکارن (۲۰۱۳) در تحقیقی به بررسی تغییرات خط ساحلی کارنتاکای هند با استفاده از تکنیک‌های GIS و سنجش از دوری پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که ۷۰ درصد ناحیه ساحلی دارای حالتی ناپایدار و پسروی و پیشروی زیادی داشته و ۳۰ درصد باقیمانده هم تحت تاثیر متغیرهای فرسایشی زیادی قرار گرفته است. در ایران شایان و همکاران (۱۳۸۶)، در تحقیق خود جهت شناسایی نوسانات مرز پیرامونی و ترسیم نقشه پراکنش مواد معلّق آب دریاچه ارومیه، از تصاویر سنجنده‌های TM ، ETM+ و LISS استفاده و به روش رقومی‌سازی دستی به ترسیم مرز دریاچه در دوره‌های زمانی مورد نظر پرداخته و تغییرات آن را بررسی کرده‌اند. یمانی و همکاران (۱۳۹۰) تغییرات خط ساحلی در شرق تنگه هرمز را با استفاده از سنجش از دور بررسی کردند. همچنین نظام آبادی و همکاران (۱۳۸۹) به پایش تغییرات خط ساحلی منطقه عسلویه خلیج فارس با استفاده از Thematic Mapper Imagery پرداختند. تمیز و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهش خود به منظور تشخیص تغییرات خط ساحلی دریاچه اکیقول[۱۲] از تصاویر لندست مربوط به سال ۱۹۸۵، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۵ استفاده کردند. پس از تجزیه و تحلیل تغییرات، مشخص گردید که کاهش قابل توجهی در مساحت آب دریاچه مورد مطالعه وجود داشته است. در نهایت به این نتیجه رسیدند که خط ساحلی تغییرات مکانی قابل توجهی (در برخی از نقاط بیش از ۲۰۰ متر) برای یک دوره ۳۰ ساله داشته است. آل‌شیخ و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهش خود در دریاچه ارومیه به بررسی روش-های کنونی تشخیص تغییر خط ساحلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداخته‌اند. بر اساس مزایا و معایب روش‌ها، یک روش جدید توسعه داده شد. روش ارائه شده بر ترکیبی از هیستوگرام و آستانه تکنیک نسبت به باندهای تکنیک‌ها بود. بر اساس این تحقیقات، منطقه مورد مطالعه حدود ۱۰۴۰ کیلومتر مربع از آگوست سال ۱۹۹۸ تا آگوست ۲۰۰۱ کاهش یافته است. کومر و قوش (۲۰۱۵) در پژوهشی با بهرگیری از تصاویر ماهواره TM و ETM سنجش از دور و سیستم اطلاعات (GIS) برای نظارت بر تغییرات خط ساحلی ۱۹۸۹–۲۰۱۰ در جزیره هایتی[۱۳] در بنگلادش پرداخته که نتایج نهایی نشان داد جزیزه مورد مطالعه شاهد ۶۴۷۶ هکتار فرسایش بود.

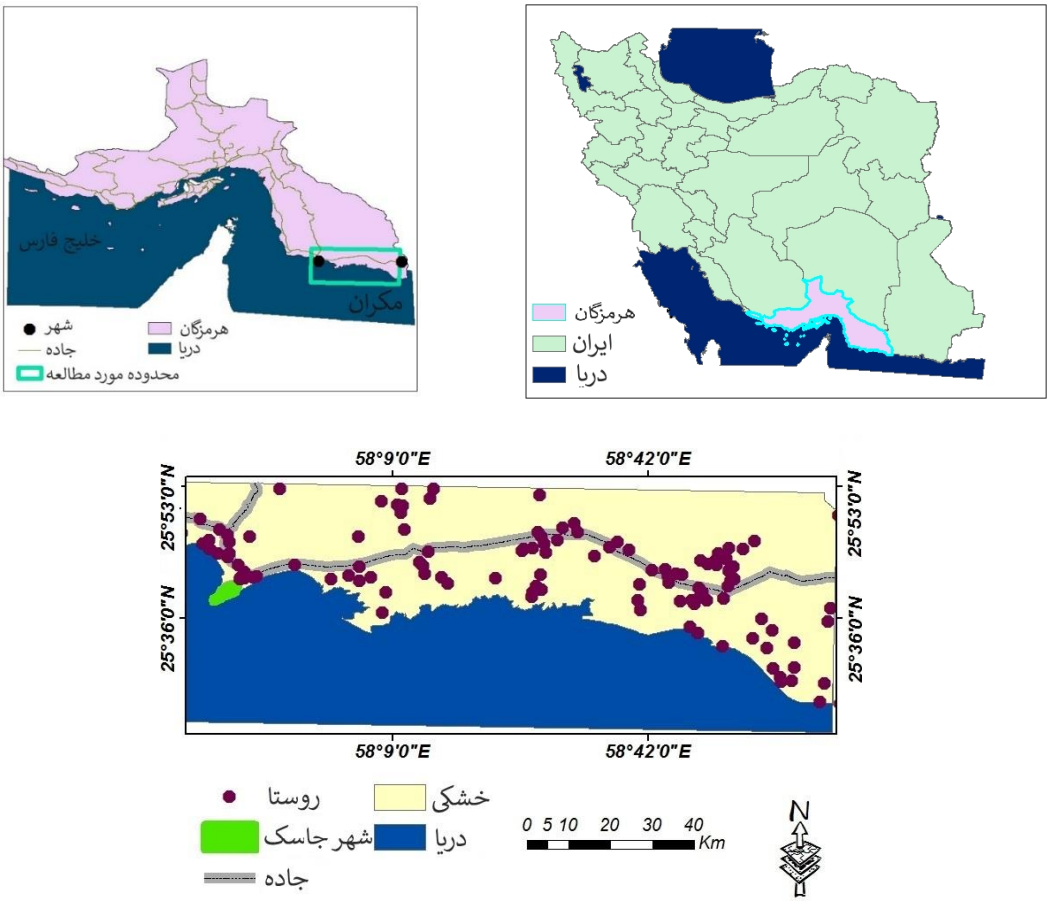
---

۱ . Shaghude
2 . Chong,
3 . Hennecke
4 . Simon
5 . Yang
6 . Li et al
7 .Bohai sea
8 . Jiang
9 . Huang & fan
10 .Fujian coast
11 . Sun & Zhang
12 Acıgöl
13 Hatiya

در این پژوهش هدف پایش و تحلیل تغییرات خط ساحلی محدوده جاسک می‌باشد. برای این منظور ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مناسب از لحاظ فاصله زمانی، اخذ می‌شود و بعد از انجام پیش پردازش‌های اولیه، تصاویر طبقه بندی می‌شوند. در ادامه با استفاده از اندازه‌گیری‌های کمی، میزان جابه‌جایی خطوط ساحلی از نظر تعداد پیکسل، درصد تغییرات، مساحت تغییرات، جهت تغییرات محدوده مورد مطالعه در محدوده زمانی ۲۸ ساله مورد مقایسه و ارزیابی قرار می‌گیرد و در نهایت با تهیه نقشه ژئومورفولوژی منطقه به تحلیل این تغییرات پرداخته می‌شود.

مواد و روش‌ها

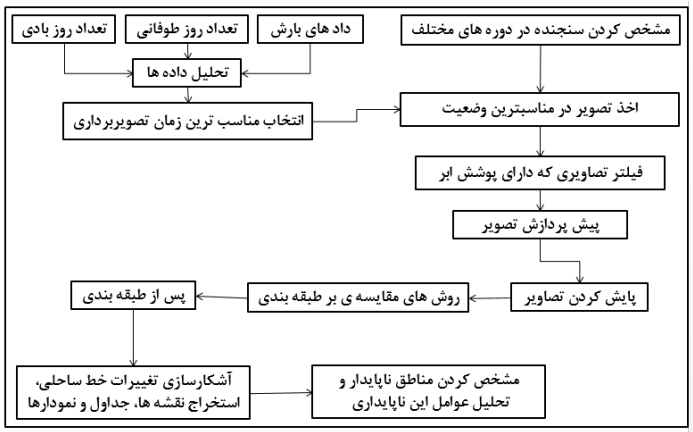
منطقه مورد مطالعه بخشی از استان هرمزگان است و در محدوده شهرستان چابهار قرار گرفته که از نظر عرض جغرافیایی بین مدار ۲۵ درجه و ۲۶دقیقه شمالی تا مدار ۲۵ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی، و از نظر طول جغرافیایی، بین نصف‌النهار ۵۷درجه و۲۲ دقیقه شرقی تا نصف النهار ۹۹ درجه و ۳ دقیقه شرقی واقع شده است (شکل۱).



شکل۱: موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

تحقیق حاضر در چند مرحله انجام می‌شود که در شکل (۲) این مراحل نمایش داده شده است:

۱. اخذ داده‌های مناسب جهت انجام تحقیق، ۲. پیش‌پردازش رادیومتریک تصاویر و داده‌های مورد استفاده، ۳. پردازش داده و اعمال الگوریتم‌های مختلف تشخیص تغییرات، ۴. پس پردازش نتایج، ۵. ارزیابی نتایج حاصل از روش‌های مختلف آشکارسازی تغییرات و استخراج نقشه‌های مختلف تغییرات فصلی و دوره‌ای خط ساحلی و تحلیل این تغییرات با استفاده از نقش ژئومورفولوژی منطقه محدوده موردمطالعه.



شکل ۲: طرح‌واره‌ی مراحل تحقیق

دریافت و اخذ تصاویر ماهواره‌ای

در انتخاب تصویر مناسب جهت آشکارسازی تغییرات، توجه به تغییرات فصلی و زمانی پدیده‌های مورد مطالعه از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در تحقیق حاضر با توجه به داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی (ایستگاه سینوپتیک جاسک) که به‌صورت ماهیانه می‌باشد، سه عنصر اقلیمی بسیار مهم یعنی بارش، سرعت باد و تعداد روزهای طوفانی برای یک دوره آماری قابل‌قبول ۴۲ ساله (۱۹۶۸-۲۰۱۰)، مورد بررسی قرار گرفتند. هدف از بررسی این موضوع انتخاب مناسب-ترین زمان برای اخذ تصویر است زیرا تصاویر انتخاب‌شده باید تا حد امکان برای زمانی اخذ شوند که دریا در پایدارترین حالت ممکن باشد به‌عبارت‌دیگر نوسانات خط ساحل (نوسانات آب) در لحظه عبور سنجده حداقل باشد. زیرا عناصر اقلیمی از جمله باد، بارش و طوفان ممکن است موقعیت خط ساحل را به مدت کوتاهی تغییر دهند.

مرحله پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای

در این مرحله، ابتدا اقدام به شناسایی و حذف انواع خطاهای اتمسفری موجود در تصاویر ماهواره‌ای شد. از طرفی نوع پیش‌پردازش‌ها کاملاً بستگی به هدف پژوهش و نوع داده‌های موردمطالعه دارد. در این تحقیق ازجمله تصحیحاتی که در مرحله پیش‌پردازش تصاویر انجام شدند، عبارت‌اند از تصحیح رادیومتریکی (تبدیل DN های تصویر به مقادیر بازتاب) و تصحیح اتمسفری که به بررسی آن‌ها پرداخته شد. این تصحیحات جهت از بین رفتن اثرات و عواملی همچون اختلافات موجود در شرایط اتمسفری، نحوه‌ی تصویربرداری و سایر عواملی که معمولاً برای تصاویر اختلال ایجاد می‌کنند، می-باشد. به دلیل عدم وجود اطلاعات کافی از جو منطقه مورد مطالعه، نظیر پروفیل‌های ارتفاعی دما، فشار، بخارآب و سایر هواویزها، امکان استفاده از روش‌های مطلق جوی در پژوهش حاضر وجود نداشته و به‌ناچار به کمک یکی از روش‌های نسبی تصحیح جوی، تحت عنوانِ تکنیک کاهش ارزش عددی پیکسل‌های تیره، تصاویر از نظرات ناخواسته‌ی جوی تصحیح شدند. در این تکنیک، فرض بر این است که در تصاویری که در آن‌ها پهنه‌های آبی عمیق وجود دارند، کمترین مقدار پیکسل در هر باندی باید صفر باشد، زیرا این مقدار افزوده‌شده بر صفر، بیانگر تأثیر بر رادیانس ثبت‌شده توسط سنجنده است(چاوز[1]، ۱۹۸۸). ازآنجایی‌که عمیق‌ترین قسمت دریا مربوط به بخشی از محدوده‌ی موردمطالعه در این تحقیق می‌باشد، لذا این قسمت به‌عنوان شیء تیره در نظر گرفته‌شده و مقادیر حداقل باندها در این قسمت، در محاسبات مورد استفاده قرار گرفتند.

[1] . Chavez

مرحله پردازش (پیاده‌سازی الگوریتم‌ها)، پس پردازش و ارائه‌ی یافته‌ها

پس از آماده‌سازی داده‌های ماهواره‌ای جهت استخراج اطلاعات موردنیاز، اقدام به پیاده‌سازی الگوریتم‌های انتخابی برروی تصاویر گردید، که شامل پیاده‌سازی روش‌های مختلف تشخیص تغییرات، با هدف پایش تغییرات خط ساحلی محدوده مورد مطالعه می‌باشد که در ادامه فقط به بررسی روش مبتنی بر طبقه‌بندی پرداخته شد.

روش‌های مبتنی بر طبقه‌بندی

در این روش‌ها اساس کار بررسی تغییرات خط ساحل استوار است که می‌توان به دو صورت انجام گردد، در روش اول می‌توان برای هر تصویر به صورت مجزا انجام‌شده و نتایج مورد ارزیابی قرار گیرد(روش مقایسه پس از طبقه‌بندی[1])، در حالیکه در روش دوم می‌توان بعد از ادغام تصاویر چند زمانه، طبقه‌بندی برروی آن‌ها انجام شود (روش آنالیز ترکیب طیفی-زمانی) بنابراین در پژوهش حاضر برای شناسایی تغییرات از روش مقایسه پس از طبقه بندی استفاده شد. تکنیک-های و الگوریتم‌های زیادی جهت طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای وجود دارد، برخی از این تکنیک‌ها عبارتند از: حداکثر احتمال[2]، حداقل فاصله از میانگین، روش جعبه‌ای، روش فازی و شبکه‌های عصبی اشاره نمود. با توجه به بررسی تحقیقات انجام شده طی دهه‌های اخیر که انجام گردید، نشان می‌دهد که روش حداکثر احتمال از قابلیت بسیار بالایی برای طبقه‌بندی برخوردار می‌باشد که ازجمله این تحقیقات می‌توان به مطالعات فیضی‌زاده (۱۳۸۶)، علوی‌پناه (۱۳۸۰)، ویلسون (۱۹۹۴) اشاره نمود. بنابراین در پژوهش حاضر الگوریتم حداکثر احتمال، جهت انجام طبقه‌بندی نظارت‌شده مورد استفاده قرار گرفت. در پژوهش حاضر با توجه به هدف مطالعه و داده‌های موجود، مطابق جدول (۱)، تصاویر به دو طبقه تحت عنوان: طبقه آب (water) و طبقه خشکی (soil) ارائه گردید. زیرا با آگاهی از این دو طبقه برای یک دوره طولانی‌مدت، می‌توان ضمن پایش تغییرات خط ساحلی به بررسی ارتباط و همبستگی بین تغییرات خط ساحلی با تغییرات پوشش‌های آبی و خشکی نام برده‌شده نیز پرداخت.

جدول۱: مشخصات کلاس‌های تعریف‌شده در طبقه‌بندی

نام طبقه	شرح
آب(water)	این کلاس مربوط به محدوده آب دریا با کیفیت‌های مختلف و اب جمع شده در تالاب‌ها و دهانه رودخانه هایی که به دریا می‌ریزند می‌باشد
خشکی(soil)	این کلاس‌ها شامل خاک‌های مختلف منطقه، پوشش گیاهی، پوشش سنگی و دست ساخت‌های انسان می‌باشد

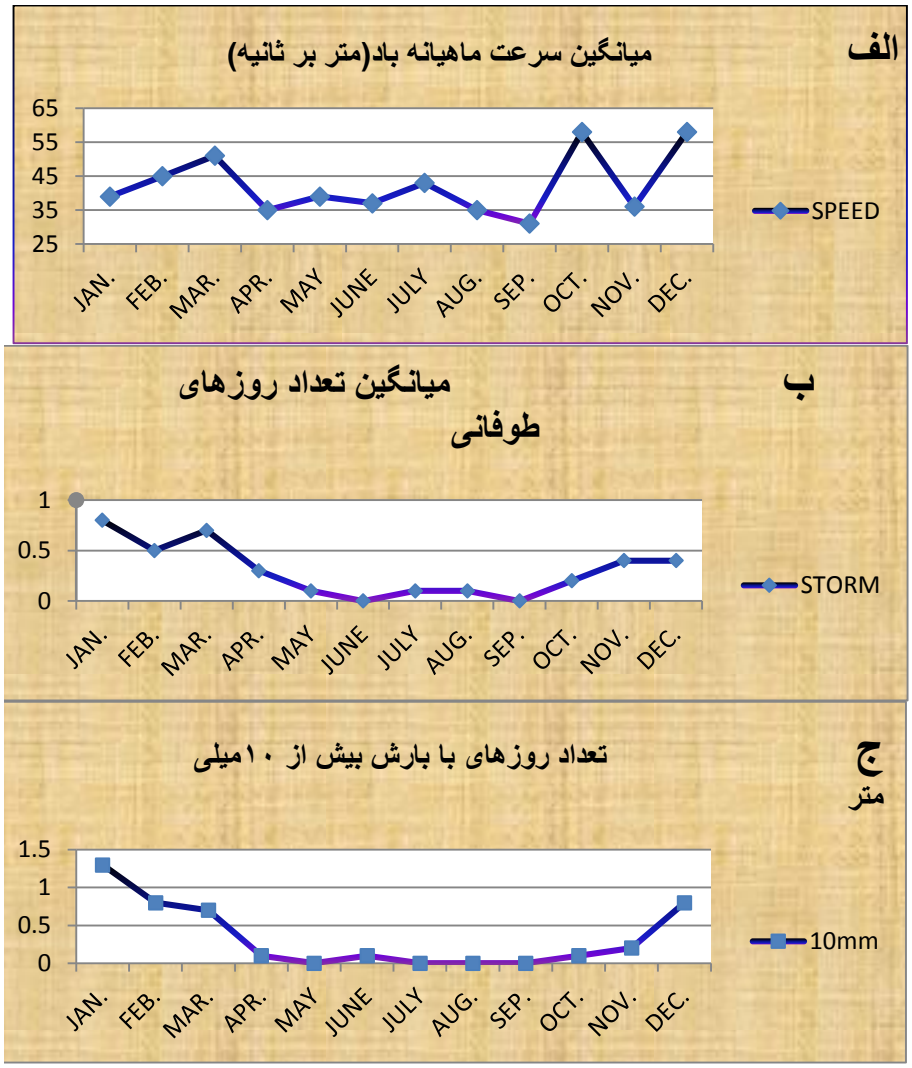
یافته های تحقیق

با توجه به نمودارهای شکل ۳ از ماه‌های آوریل تا سپتامبر، مناسب‌ترین زمان اخذ تصویر است زیرا در این ماه‌ها مقدار سه عنصر باد، بارش و طوفان به حداقل مقدار خود در سال رسیده‌اند. تصاویر ماهواره‌ای انتخاب شده مربوط به ماه سپتامبر سال‌های ۱۹۸۶، ۱۹۹۴، ۲۰۰۱، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۴ می‌باشد.

---

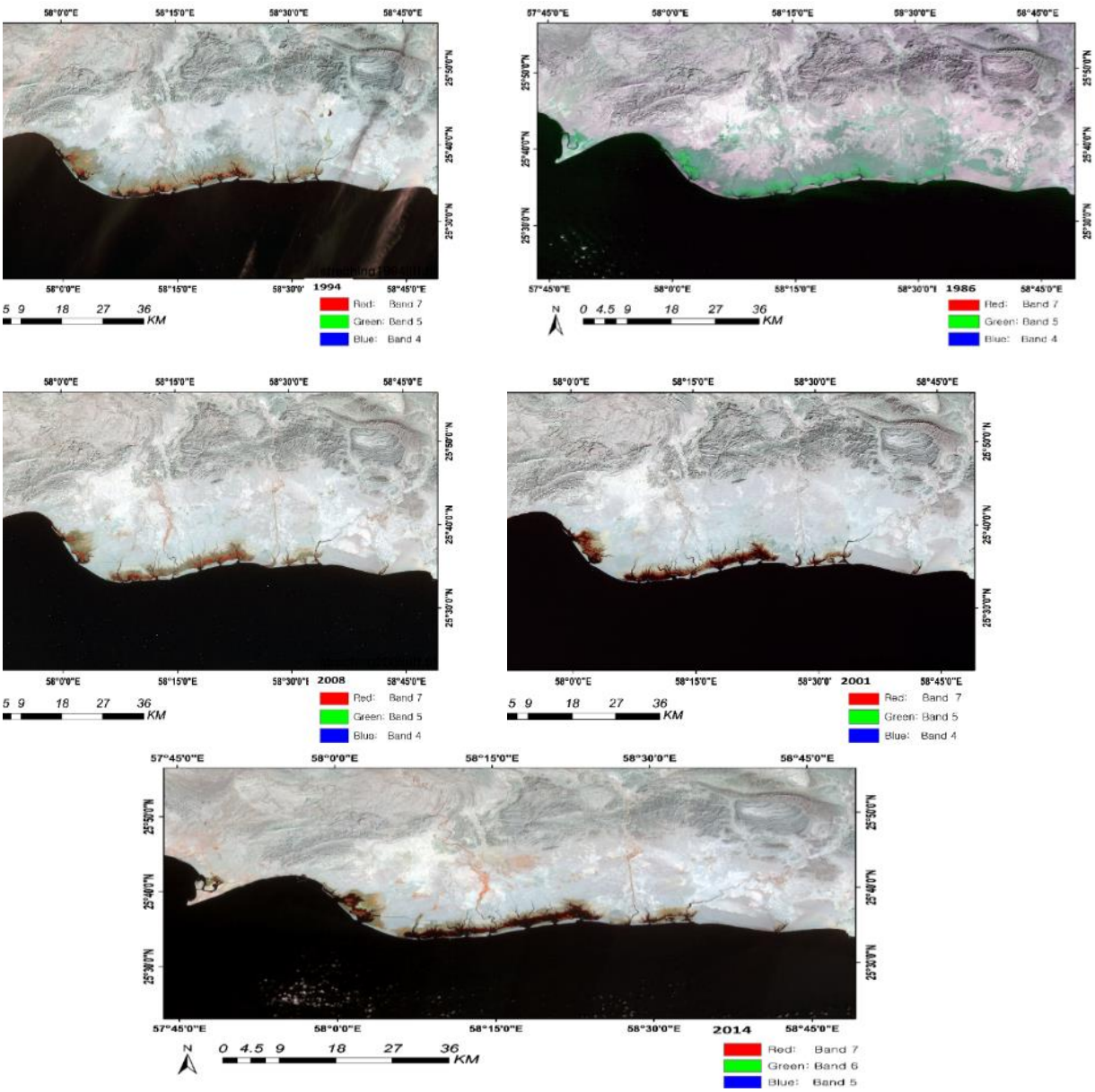
[1] Post-Classification Comparison

[2] Maximum Likelihood (ML)



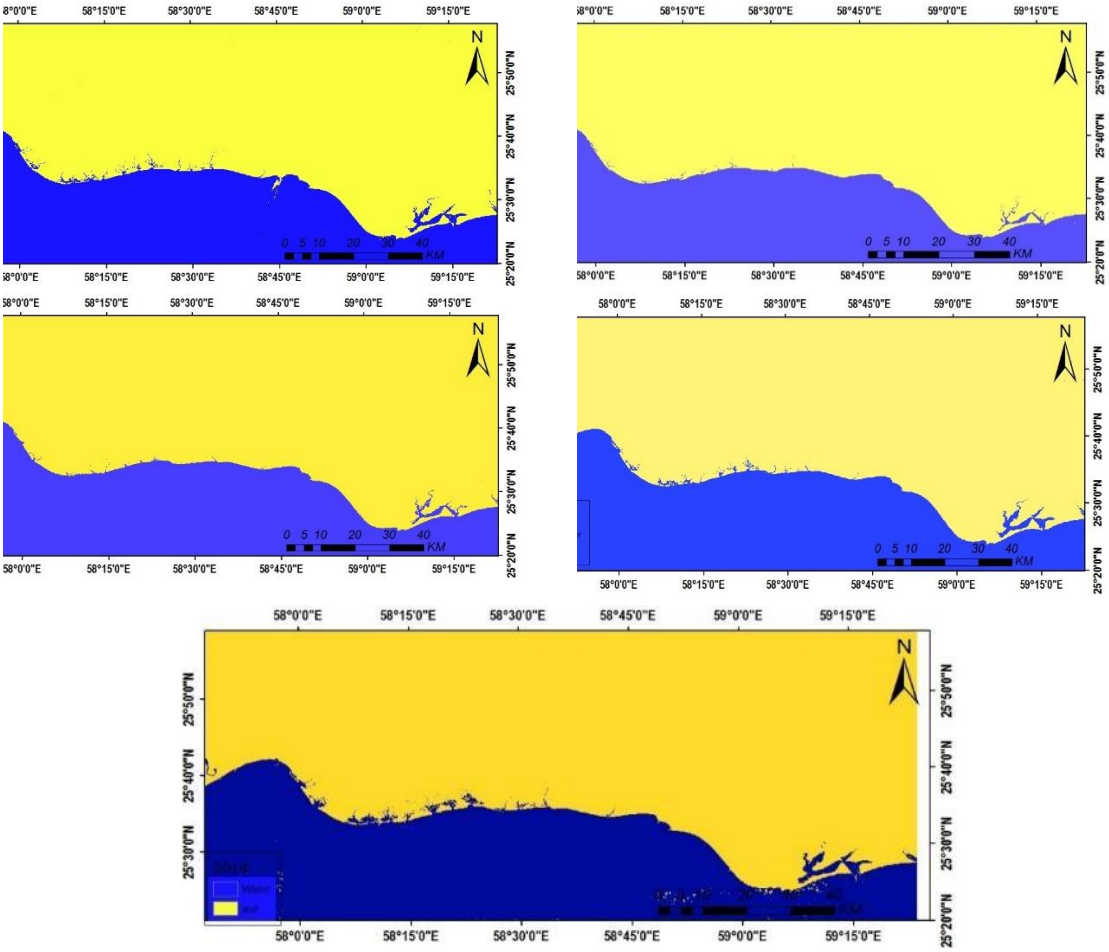
شکل ۳: الف) نمودار میزان میانگین سرعت ماهانه باد ب) نمودار میانگین تعداد روزهای طوفانی ج) نمودار تعداد روزهای با بارش بیش از ۱۰ میلی‌متر

در ادامه ترکیب‌های رنگی مناسب جهت انجام عملیات طبقه‌بندی انتخاب شدند. به عبارت دیگر برای ترکیب رنگی هر تصویر، RGB آن مربوط به ترکیب باندی است که در رتبه اول OIF قرار دارد، زیرا دارای بیشترین اطلاعات می‌باشند. شکل (۴) تصاویر ترکیب رنگی مناسب را برای دوره های مختلف نشان می‌دهد همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در همه‌ی این ترکیب‌های باندی، بیشتر باندهای مادون‌قرمز هستند. البته لازم به ذکر است که تصاویر ابتدا از لحاظ پوشش ابر بررسی و مورد تایید می‌باشند.



شکل ۴. تصویر سال: الف) ۱۹۸۶ با ترکیب رنگی(۷،۵،۴) سنجنده TM، ب) ۱۹۹۴ با ترکیب رنگی(۷،۵،۴) سنجنده +ETM، ج) ۲۰۰۱ با ترکیب رنگی(۷،۵،۴) سنجنده TM، د) ۲۰۰۸ با ترکیب رنگی(۷،۵،۴) سنجنده TM، ه) ۲۰۱۴ با ترکیب رنگی(۷،۶،۵) سنجندهOIF

در ادامه به پیش‌پردازش تصاویر پرداخته می‌شود. در این مرحله، ابتدا اقدام به شناسایی و حذف انواع خطاهای موجود در تصاویر ماهواره‌ای شده است و سپس طبقه بندی تصاویر به کلاس های مورد نظر، انجام شد (شکل ۵).



شکل ۵. نقشه حاصل از طبقه‌بندی نهایی سال: الف) ۱۹۸۶، ب) ۱۹۹۴، ج) ۲۰۰۱، د) ۲۰۰۸، ه) ۲۰۱۴

مرحله بعدی ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر می‌باشد. برای این منظور، ابتدا ماتریس خطای مربوط به هرکدام از تصاویر طبقه‌بندی‌شده مطابق جدول‌های ۲ و ۳، استخراج‌شده و سپس شاخص‌های مختلف ارزیابی صحت، همچون دقت کاربر، دقت تولیدکننده، ضریب کاپا، خطای افزایش و خطای کاهش محاسبه گردیدند.

جدول۲: مقادیر شاخص های ارزیابی صحت حاصل از ماتریس خطا حاصل از طبقه‌بندی

تصویر	دوره اول	دوره دوم	دوره سوم	دوره چهارم
دقت کلی	۹۷/۵۰	۹۷/۵۱	۹۷/۴۹	**۹۷/۵۴**
ضریب کاپا	۰/۹۴	۰/۹۵	۰/۹۴	**۰/۹۵**

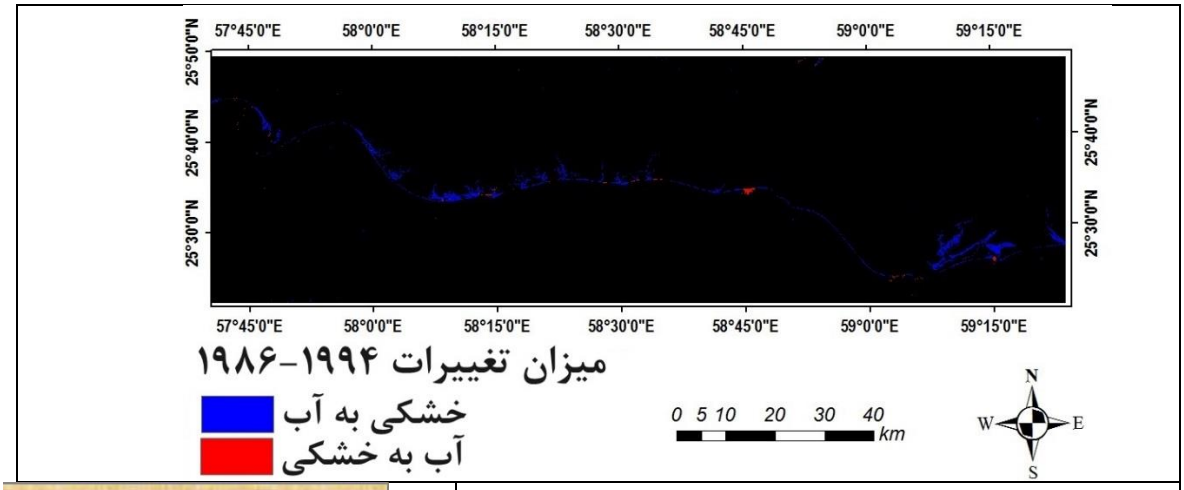
جدول۳: ماتریس خطای Omission و Commission

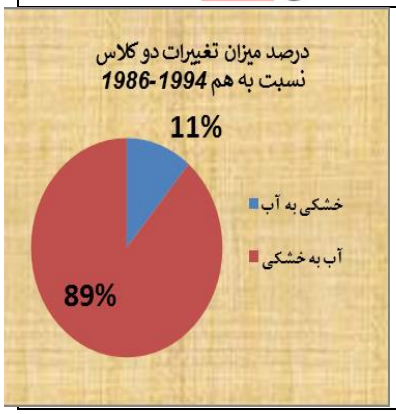
	دوره اول		دوره دوم		دوره سوم		دوره چهارم	
کلاس	Commission	Omission	Commission	Omission	Commission	Omission	Commission	Omission
آب	۵/۷۷	۰/۰۵	۵/۷۷	۰/۰۵	۵/۸۹	۰/۰۳	۵/۷۷	۳/۰۳
خشکی	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۹	۰/۱۱	۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۰۴	۰/۰۶

بررسی میزان و نحوه تغییرات خط ساحلی دریا برای دوره‌های زمانی موردمطالعه

در این مرحله به منظور بررسی تغییرات خط ساحل، از تلاقی دادن دوبه‌دوی تصاویر متوالی طبقه‌بندی شده استفاده می‌شود. جداول، تصاویر و نمودارهای دایره‌ای موجود در شکل‌های ۶ تا ۹ اطلاعات from-to مربوط به تغییرات طبقه‌های کاربری اراضی در منطقه از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۴ را نشان می‌دهد. به کمک این اطلاعات می‌توان به بررسی ارتباط بین روند تغییرات طبقه‌های مختلف با یکدیگر پرداخت. در ادامه جهت پایش تغییرات خط ساحلی، تصاویر حاصل شده از مرحلهٔ قبل که دارای دو طبقهٔ آب و خشکی هستند که با یکدیگر تلاقی داده شده‌اند را به صورت دوره‌ای بررسی می‌شوند.

برای دوره اول (۱۹۸۶-۱۹۹۴) نقشه تغییرات حاصل از change detection مربوط به دو کلاس به هم مطابق شکل۶ حاصل‌شده‌اند. در این شکل پیکسل‌های آبی مکان‌هایی هستند که طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است و پیکسل های قرمز یعنی مکان‌هایی که طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است و پیکسل‌های سیاه رنگ هم مناطق بدون تغییر است. جدول و نمودار موجود در شکل ۶ مربوط به درصد تغییرات میزان مساحت (مترمربع) ایجادشده در منطقه برای دو طبقهٔ آب و خشکی می‌باشد که بر اساس نتایج طبقه‌بندی نظارت‌شده حاصل‌شده‌اند. با توجه به این نمودار و شکل‌ها که مساحت مناطق تغییریافته را نشان می‌دهد می‌تواند به بررسی دقیق‌تر وضعیت خط ساحل پرداخت. به‌طوری‌که ملاحظه می‌شود در فاصله زمانی بین سال‌های ۱۹۸۶-۱۹۹۴ که میزان ۶۸ کیلومتر مربع مساحت بیشتری از طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است که می‌توان گفت خط ساحلی به طرف دریا پیشروی داشته است.



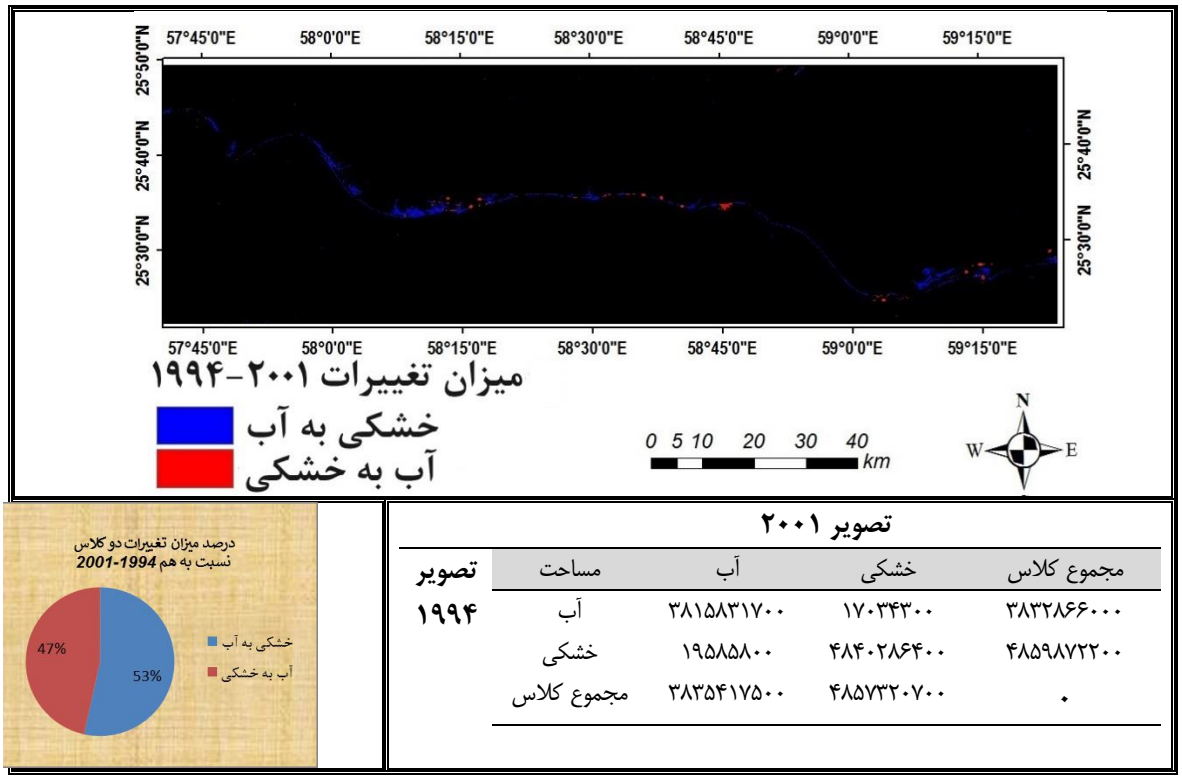


تصویر ۱۹۹۴

تصویر ۱۹۸۶	مساحت	آب	خشکی	مجموع کلاس
	آب	۳۷۶۶۷۵۵۷۰۰	۶۸۶۷۱۸۰۰	۳۸۳۵۴۱۷۵۰۰
	خشکی	۸۶۵۳۵۰۰	۴۸۴۸۶۶۷۲۰۰	۴۸۵۷۳۲۰۷۰۰
	مجموع کلاس	۳۷۷۵۳۹۹۲۰۰	۴۹۱۷۳۳۹۰۰۰	۰

شکل ۶. الف) تصویر، ب) اطلاعات from-to ، و ج) نمودار مساحت (درصد) میزان تبدیلات دو کلاس آب و خشکی حاصل از change detection منطقه مورد مطالعه از دوره ۱۹۸۶-۱۹۹۴

تصویر موجود در شکل ۷ نمایش تصویری دوره دوم (۲۰۰۱-۱۹۹۴) نقشه تغییرات حاصل از change detection مربوط به دو کلاس را نشان می‌دهد. در این شکل پیکسل‌های آبی رنگ مکان‌هایی هستند که طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است و پیکسل‌های قرمزرنگ یعنی مکان‌هایی که طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است و پیکسل های سیاه رنگ هم مناطق بدون تغییر است. جدول و نمودار موجود در شکل ۷ مربوط به درصد تغییرات میزان مساحت (مترمربع) ایجادشده در منطقه برای طبقهٔ نام برده شده را نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود در فاصله زمانی بین سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۴، ۲ کیلومترمربع میزان مساحت کمتری از طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است که می‌توان گفت دریا به طرف ساحل پیشروی داشته است.

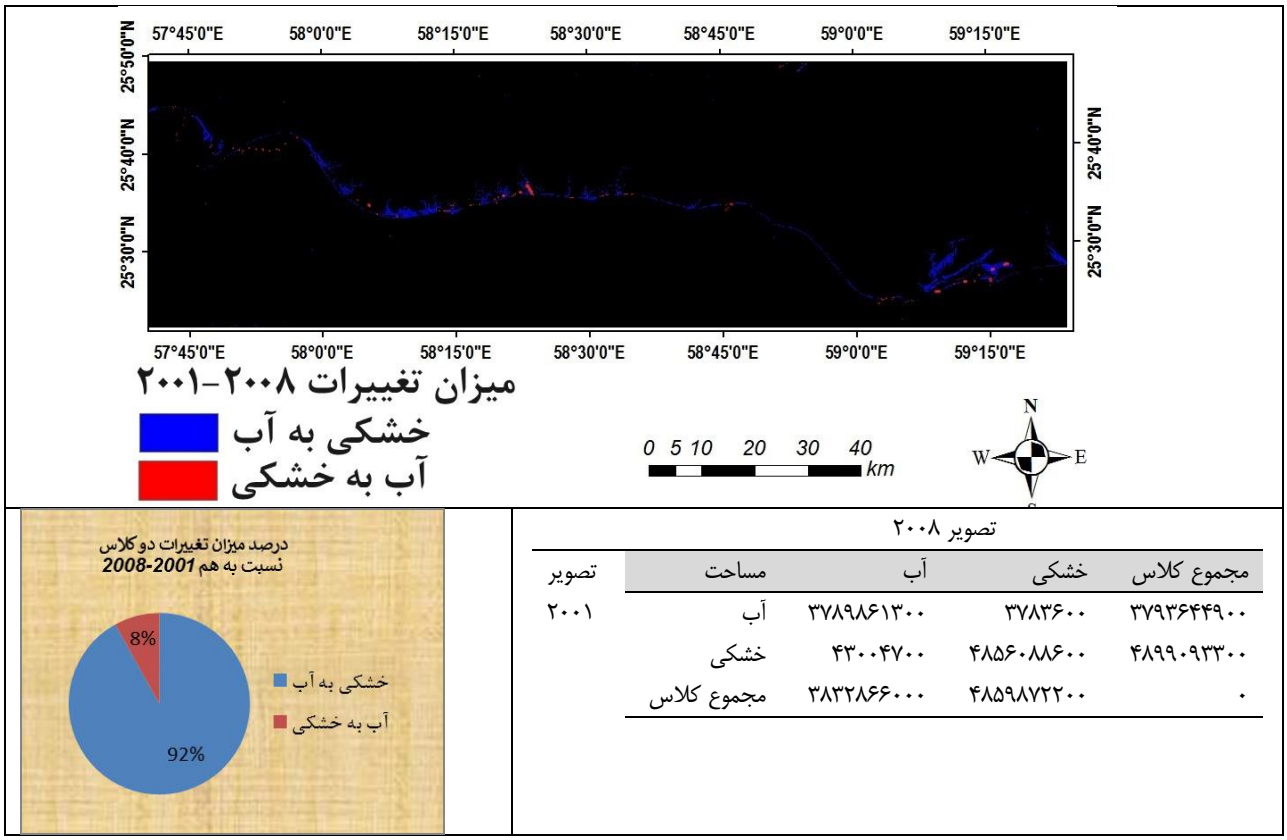


تصویر ۲۰۰۱

مجموع کلاس	خشکی	آب	مساحت	تصویر
۳۸۳۲۸۶۶۰۰۰	۱۷۰۳۴۳۰۰	۳۸۱۵۸۳۱۷۰۰	آب	۱۹۹۴
۴۸۵۹۸۷۲۲۰۰	۴۸۴۰۲۸۶۴۰۰	۱۹۵۸۵۸۰۰	خشکی	
۰	۴۸۵۷۳۲۰۷۰۰	۳۸۳۵۴۱۷۵۰۰	مجموع کلاس	

شکل ۷. الف) تصویر، ب) اطلاعات from-to ، و ج) نمودار مساحت (درصد) میزان تبدیلات دو کلاس اب و خشکی حاصل از change detection منطقه مورد مطالعه از ۲۰۰۱-۱۹۹۴

در شکل ۸ نمایش تصویر دورهٔ سوم (۲۰۰۱- ۲۰۰۸) نقشه تغییرات حاصل از change detection مربوط به دو کلاس را نشان می‌دهد. در این شکل پیکسل‌های ابی رنگ مکان‌هایی هستند که طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است و پیکسل های قرمزرنگ یعنی مکان‌هایی که طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است و پیکسل های سیاه رنگ هم مناطق بدون تغییر است. جدول و نمودار موجود در شکل ۸ مربوط به درصد تغییرات میزان مساحت(مترمربع) ایجادشده در منطقه برای طبقهٔ آب و خشکی می‌باشد. همانطور که ملاحظه می‌شود در فاصله زمانی بین سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۰۸ ، ۴۰ کیلومترمربع میزان مساحت بیشتری از طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است که بازهم می‌توان گفت دریا به طرف ساحل پیشروی داشته است.

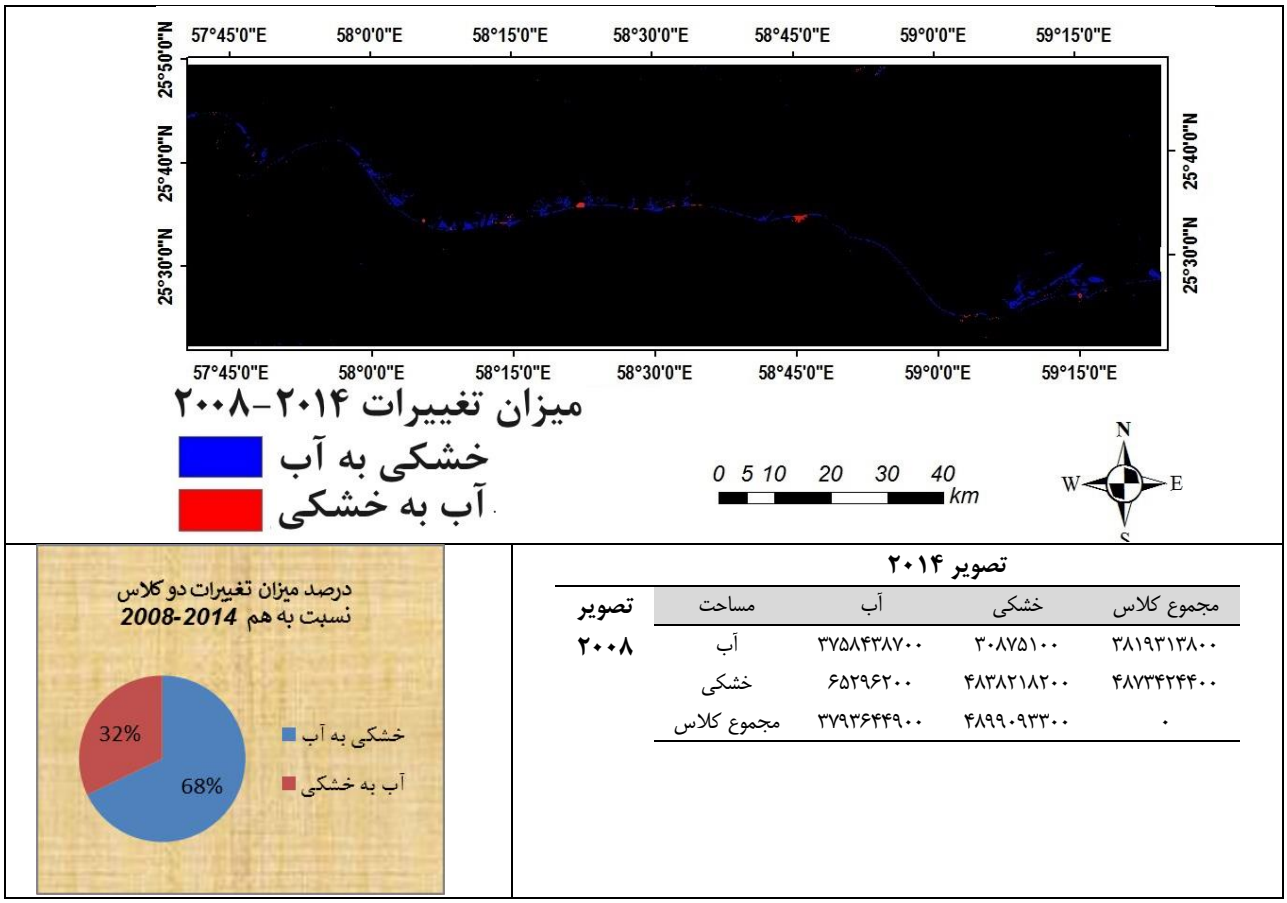


تصویر ۲۰۰۸

مجموع کلاس	خشکی	آب	مساحت	تصویر
۳۷۹۳۶۴۴۹۰۰	۳۷۸۳۶۰۰	۳۷۸۹۸۶۱۳۰۰	آب	۲۰۰۱
۴۸۹۹۰۹۳۳۰۰	۴۸۵۶۰۸۸۶۰۰	۴۳۰۰۴۷۰۰	خشکی	
۰	۴۸۵۹۸۷۲۲۰۰	۳۸۳۲۸۶۶۰۰۰	مجموع کلاس	

شکل ۸. الف) تصویر، ب) اطلاعات from-to ، و ج) نمودار مساحت (درصد) میزان تبدیلات دو کلاس آب و خشکی حاصل از change detection منطقه مورد مطالعه از ۲۰۰۱-۲۰۰۸

در شکل ۹ نمایش تصویری از دوره چهارم (۲۰۱۴-۲۰۰۸) نقشه تغییرات حاصل از change detection مربوط به دو کلاس را نشان می‌دهد. در این شکل پیکسل‌های آبی رنگ مکان‌هایی هستند که طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است و پیکسل های قرمزرنگ یعنی مکان‌هایی که طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است و پیکسل های سیاه رنگ هم مناطق بدون تغییر است. جدول ۷ و نمودار ۴ مربوط به درصد تغییرات میزان مساحت (مترمربع) ایجادشده در منطقه برای دو طبقهٔ آب و خشکی را نشان می‌دهند در این فاصله زمانی، ۳۵ کیلومترمربع میزان مساحت بیشتری از طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است یعنی ساحل به طرف دریا پیشروی داشته است. حال به بررسی و مقایسه تغییرات در چهار دوره مذکور با هم می‌پردازیم.

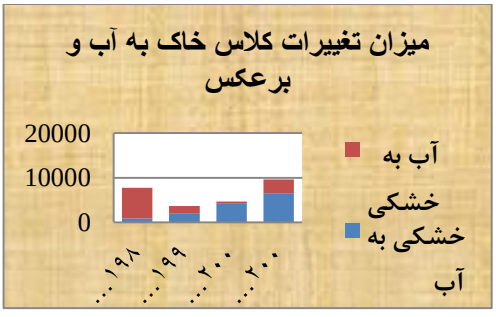


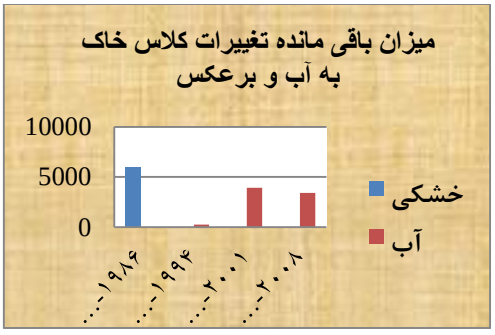
تصویر ۲۰۱۴

تصویر ۲۰۰۸	مساحت	آب	خشکی	مجموع کلاس
	آب	۳۷۵۸۴۳۸۷۰۰	۳۰۸۷۵۱۰۰	۳۸۱۹۳۱۳۸۰۰
	خشکی	۶۵۲۹۶۲۰۰	۴۸۳۸۲۱۸۲۰۰	۴۸۷۳۴۲۴۴۰۰
	مجموع کلاس	۳۷۹۳۶۴۴۹۰۰	۴۸۹۹۰۹۳۳۰۰	۰

شکل ۹. الف) تصویر، ب) اطلاعات from-to ، و ج) نمودار مساحت (درصد) میزان تبدیلات دو کلاس خشکی و آب حاصل از change detection منطقه مورد مطالعه از دوره ۲۰۰۸-۲۰۱۴

با توجه به نمودارهای موجود در شکل ۱۰ که میزان تبدیلات مساحت طبقهٔ آب و طبقهٔ خشکی به هم و نحوه تغییرات را در فاصله زمانی ۲۸ ساله مشخص کرده است. همانطور که مشخص هست روند تغییرات از الگوی خاصی پیروی نمی‌کند. ولی مشخص است که در هر دوره میزان مساحت بیشتری از طبقهٔ آب به طبقهٔ خشکی تبدیل شده است. در واقع می توان گفت بیشتر تغییرات به صورت پسروی خط ساحلی بوده است. به عبارت دیگر اولاً میزان تبدیلات کلاس‌ها به هم در دو دوره سوم و چهارم از دو دوره دیگر بیشتر بوده است. ثانیاً میزان تبدیلات کلاس‌ها در این دو دوره به نسبت میزان بیشتری از طبقهٔ خشکی به طبقهٔ آب تبدیل شده است.



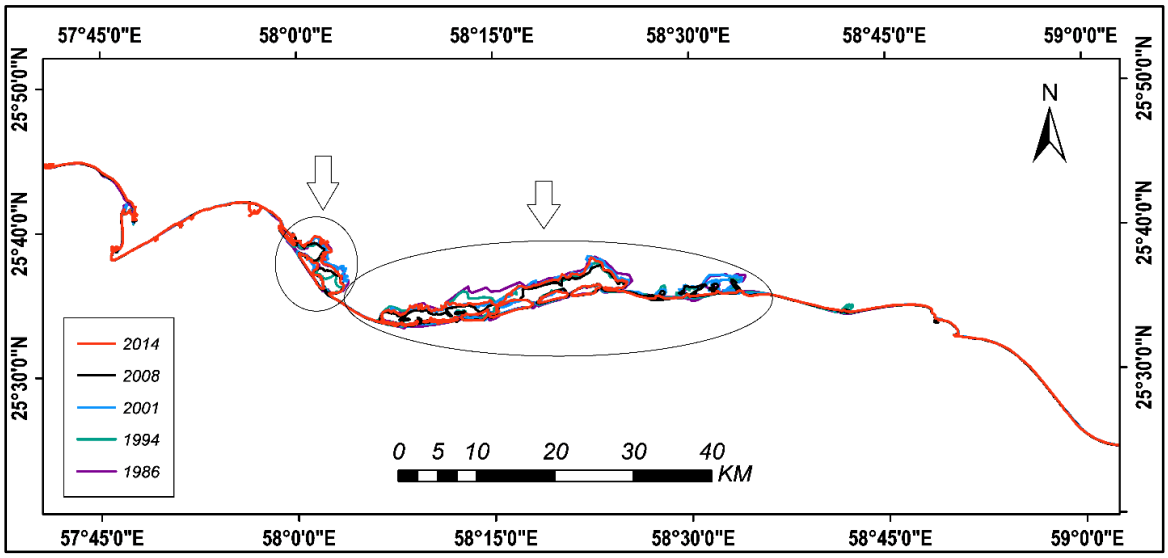


شکل ۱۰. نمودار میزان تبدیلات کلاس‌ها در هر چهار دوره

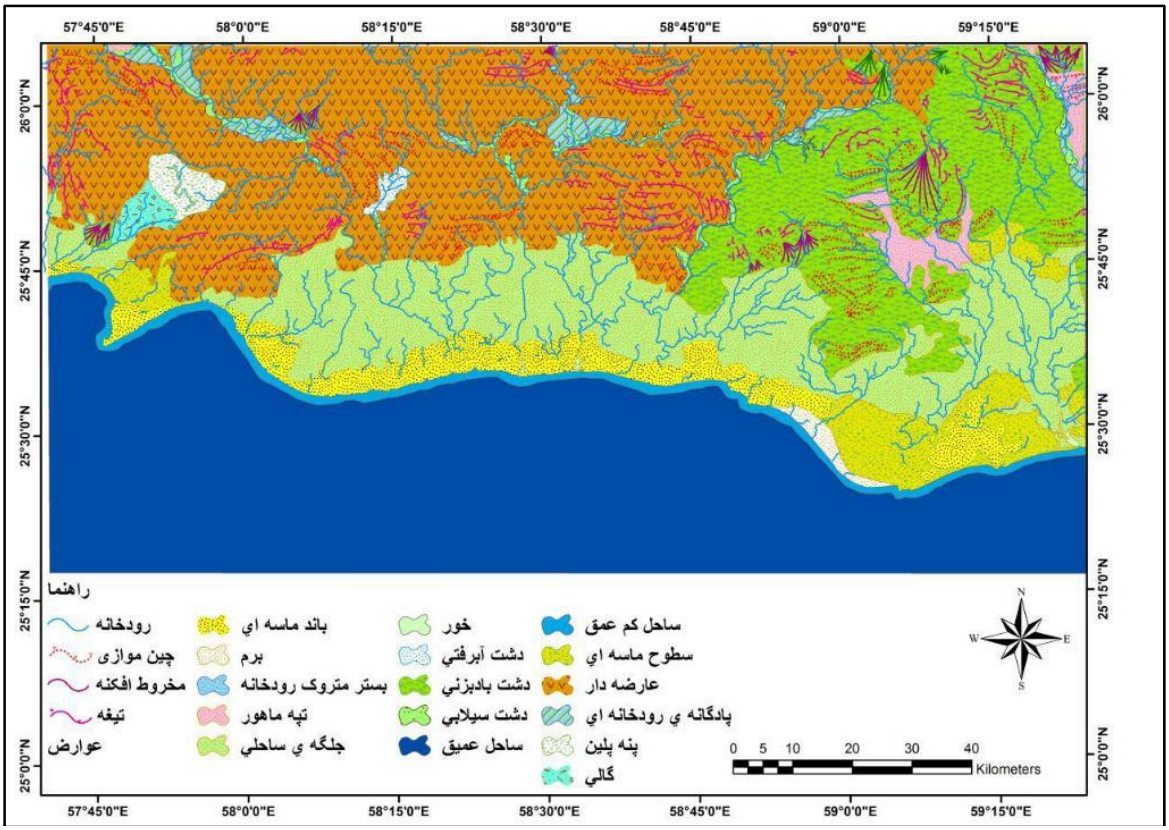
تاکنون به نتایجی در مورد میزان تبدیلات میزان مساحت خاک به آب و برعکس به دست آمده است در ادامه به بررسی تعیین مناطق ناپایدار به تغییرات خط ساحل پرداخته می‌شود. یعنی حساس‌ترین و پایدارترین مناطق از لحاظ تغییرات خط

ساحلی در کجا قرار دارند. و دلایل این تغییرات خط ساحل چیست. بعبارت دیگر در جهت رسیدن به این نکته هستیم که کدام عامل طبیعی یا انسانی بیشترین تاثیر روی تغییرات خط ساحل داشته است. عامل‌های مورد بررسی شامل بررسی ژئومورفولوژی منطقه، نقشه ارتفاعی منطقه، زمین‌شناسی، رودخانه‌ها و شیب منطقه می‌باشد. در شکل ۱۱ مناطقی که در هر دوره دارای بیشترین تغییرات بوده‌اند مشخص شده است. که این مناطق شامل تالاب و مصب رودخانه‌ها می‌باشند. در ادامه به منظور بررسی بیشتر مناطق حساس به تغییرات، نقشه ژئومورفولوژی محدوده تهیه شد (شکل ۱۲).

منطقه‌ی مطالعاتی از دیدگاه ژئومورفولوژی مربوط به واحد مکران می‌باشد، و روند تحول پیکر زمین‌ساختی مکران فاصله زمانی کرتاسه تا عهد حاضر را در بر می‌گیرد. مطالعات زمین شناسی نشان داده است که در کرتاسه در محل فعلی گسل بشاگرد یک گودال اقیانوسی وجود داشته و فرورفتگی کنونی جازموریان همچون فلاتی برجسته حاشیه‌ی قاره‌ی آن به شمار میرفته است. این گودال در تمام دوره‌ی کرتاسه بصورت یک حوضه‌ی رسوبی عمل کرده است و سپس در آخر این دوره در نتیجه‌ی دخالت حرکات لارامید بسته شده است. بعد از بسته شدن اقیانوس مکران و پیدایش ناهمواری های اولیه در ائوسن دریای کم عمقی حاشیه‌ی جنوبی کوه‌های تازه تشکیل شده را فرا می‌گیرد و عمل رسوب‌گذاری در آن تا الیگوسن ادامه می‌یابد. در طی این مدت حدود ۵۰۰۰ مترمکعب رسوب در آن ته‌نشین گردید. ضخامت زیاد رسوب-ها معرف فرسایش شدید و رسوب‌گذاری در یک محیط در حال فرونشینی فعال می‌باشد این رسوب‌ها شامل تناوبی از ماسه سنگ، شیل و رس می‌باشند که بصورت دگرشیب رخساره‌های مولاسی نئوژن را می‌پوشانند. این ویژگی نشان می-دهد که رسوب‌های ائوالیگوسن ناحیه‌ی مکران قبل از نئوژن ابتدا با چین خوردن ارتفاع می‌یابد و سپس تحت تاثیر فرسایش شدید قرار می‌گیرد. رسوب‌گذاری این حوضه با فرونشینی مداوم کف آن همراه بوده است از این رو در این دوره نیز بیش از ۵۰۰۰ هزار متر از رسوب‌های تبخیری از قبیل سیلت، ماسه، رس و مارن در آن تشکیل شده است. ضخامت رسوب‌های میوسن مکران بتدریج از شمال به جنوب افزایش می‌یابد به نحوی که به ازای هر یک کیلومتر به سمت جنوب ۱۶۰ متر به ضخامت آن افزوده می‌شود که نشان‌گر افزایش عمق دریای میوسن از شمال به جنوب در ناحیه‌ی مکران است بنابراین چنین تصور می‌شود که در دوره‌ی میوسن به تدریج از شمال به جنوب بر وسعت خشکی‌های مکران افزوده و از وسعت حوضه‌ی رسوب‌گذاری کاسته می‌گردید. به عبارت دیگر در این فاصله‌ی زمانی نسبتا کوتاه در مقیاس زمین شناسی، حدود ۱۱-۱۰ هزار مترمکعب رسوب در پیکر ساختمانی مکران جای گرفته است. از نتایج این تغییرات گسترش عرضی خشکی‌ها در این ناحیه بوده است که در آن از شمال به جنوب، سنگ‌ها از نظر سنی جوان‌تر هستند. با توجه به شکل ۱۱ مناطق مشخص شده محل اتصال رودخانه به دریا است و تجمع باندهای ماسه‌ای (شکل۱۲) در این ناحیه، گویای عوامل ذکر شده برای تغییر خط ساحل به سمت دریا و برعکس می‌باشد (طالقانی، ۱۳۹۲).



شکل ۱۱. نقشه حساس‌ترین مناطق منطقه موردمطالعه نسبت به تغییرات خط ساحل



شکل ۲۱. نقشه ژئومورفولوژی محدوده مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

پایش ویژگی‌های مختلف نواحی ساحلی از جمله تغییرات خط ساحل، یکی از عوامل اساسی در جهت استفاده‌ی بهینه از این منابع طبیعی و مدیریت پایدار آنها می‌باشد از طرفی حدود ۷۰ درصد ناحیه ساحلی دارای حالتی ناپایدار و پسروی و پیشروی زیادی داشته و۳۰ درصد باقیمانده هم تحت تأثیر متغیرهای فرسایشی زیادی قرار گرفته است. در پژوهش حاضر هدف پایش تغییرات خط‌ساحل به کمک تصاویر ماهواره‌ای و تحلیل این تغییرات برپایه ژئومورفولوژی بود. پایش تغییرات خط ساحل با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر (راسلی، 2010 ، تاماسوکی، 2016، ارینر و یاکار، 2012، توچامناویت و

ماتیتانن، 2014)، و اجرای change detection، نسبت به روش‌های دیگر بهتر می‌باشد که با نتایج پژوهش‌های راسلی (2010)، توچامناویت و ماتیتانن (2014) و یاگواب (2006) مطابقت دارد. چون اطلاعات from-to مربوط به هرکلاس در هر دوره و میزان تغییرات کلاس به هم را به طور دقیق (به سه صورت مساحت، پیکسل و درصد تغییرات) در اختیار ما قرار می‌دهد. نتایج حاصل شده از بکارگیری روش طبقه‌بندی، می‌توان نتیجه گرفت که جهت پایش تغییرات خط ساحلی، روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دارای قابلیت‌های مناسبی جهت پایش و آشکارسازی تغییرات خط ساحلی می باشد. نتایج نشان داد که با توجه به شرایط منطقه نمی‌توان به روند دقیقی از تغییرات خط ساحل پی برد یعنی با توجه به نتایج و یافته‌ها، خط ساحلی محدوده مورد مطالعه ناپایدار می باشد. طوری‌که تغییرات در دو دوره اول به صورت پیشروی خط ساحل بوده ولی در دو دوره بعد تغییرات بر عکس بوده است. همچنین این نتیجه نیز حاصل شد که مناطق تالابی مکانهای حساسی به تغییرات خط ساحل می‌باشند و بیشتر بی نظمی موجود در تغییرات، ناشی از این تالاب‌ها می‌باشد. همچنین مناطق بندری مثل جاسک پیشروی‌هایی به سمت دریا داشته‌اند.

منابع

- شایان، سیاوش؛ جنتی، مهدی، (۱۳۸۶)، شناسایی نوسانات مرز پیرامونی و ترسیم نقشه پراکنش مواد معلّق دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای، مجله پژوهشهای جغرافیایی، شماره ۶۲
- علایی طالقانی ، محمود، (۱۳۹۲). ژئومروفولوژی ایران، نشر قومس
- کورش نیا، علی، (۱۳۸۹)، پایش تغییرات خط ساحلی با استفاده از *GIS* و *RS*، مجله بندر و دریا، شماره ۱۷
- نعیمی نظام آبادی، علی؛ ثروتی، محمدرضا؛ قهرودی، منیژه، (۱۳۸۹)، پایش تغییرات خط ساحلی و لندفرمهای ژئومورفولوژیکی منطقه عسلویه با استفاده از تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، مجله فضای جغرافیایی، سال دهم، شماره ۳۰
- هوک، ج. ام (۱۳۸۵)، ژئومورفولوژی در برنامه‌ریزی محیطی، ترجمه محمد جعفر زمردیان، چاپ دوم، تهران، انتشارات سمت.
- یمانی، مجتبی؛ رحیمی هرآبادی، سعید؛ گودرزی مهر، سعید، (۱۳۹۰)، بررسی تغییرات خط ساحلی شرق تنگه هرمز با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور، پژوهش های فرسایش محیطی، شماره ۴.
- *Alesheikh, A.A. Ghorbanali, A. Nouri, N. (20007). Coastline change detection using remote sensing. Environ. Sci. Tech., 4 (1): 61-66.*
- *Arkema, K. K., Guannel, G., Verutes, G., Wood, S. A., Guerry, A., Ruckelshaus, M., et al. (2013). Coastal habitats shield people and property from sea-level rise and storms.*
- *Bird, E.C.F, 1996, Beach Management (Coastal Morphology and Research), John Wiley and Sons Ltd, Chichester.*
- *Bird, E.C.F. (1985). Coastline Changes: a Global Review, Wiley, Chicheste*
- *Bolstand, P. V. and Lillesand, T. M. 1991. Rapid maximum likelihood classification. Photpgramm. Eng. Remote Sens. 57.*
- *Chalabi, A., Mohd-Lokman, H., Mohd-Suffian, I., Karamali, K., Karthigeyan, V., & Masita, M. (2006, May). Monitoring shoreline change using IKONOS image and aerial photographs: a case study of Kuala Terengganu area, Malaysia. In ISPRS Commission VII Mid-term Symposium "Remote Sensing: From Pixels to Processes", Enschede, the Netherlands (pp. 8-11)..*
- *Chen, L.C., Rau, J.Y., 1998. Detection of shoreline changes for tideland area using multitempral satellite images. Int. J. Remote Sensing 19 (17), 3383–3397.*

- *Chong, A.K., 2004. A case study on the establishment of shoreline position. Survey Review 37 (293), 542–551.*
- *El-Asmar, H.M., 2002. Short term coastal changes along Damietta-Port Said coast northeast of the Nile Delta, Egypt. Journal of Coastal Research 18 (3), 433–441.*
- *Erener, A. Yakar, M. (2012). Monitoring Coastline Change Using Remote Sensing and GIS Technologies. International Conference on Earth Science and Remote Sensing. Lecture Notes in Information Technology, Vol.30.*
- *Gens, R., 2010. Remote sensing of coastlines: detection, extraction and monitoring. Int. J. Remote Sens. 31 (7), 1819–1836.*
- *Hennecke, W.G., 2004. GIS modelling of sea-level rise induced shoreline changes inside coastal re-entrants — two examples from southeastern Australia. Natural Hazards 31 (1), 253–276.*
- *Huang, Haijun, Fan, Hui, 2004. Monitoring change of nearshore zone in the Huanghe (Yellow River) Delta since 1976. Oceanologia et Limnologia Sinica 35 (4), 306–314.*
- *IPCC Climate Change, 2007, the Fourth Assessment Report, (AR4) of the United Nations Intergovernmental*
- *Jiang, Yi., Li, Liang-fen, Hui, Kang, Xin-bao, Zhong, 2003. A remote sensing analysis of coastline change along the Bohai bay muddy coast in the past 130 years. Remote Sensing for Land & Resources 4, 54–59.*
- *Jones, B. M., Arp, C. D., Jorgenson, M. T., Hinkel, K. M., Schmutz, J. A., & Flint, P. L. (2009). Increase in the rate and uniformity of coastline erosion in Arctic Alaska. Geophysical Research Letters, 36.*
- *Kirwan, M. L., & Megonigal, J. P. (2013). Tidal wetland stability in the face of human impacts and sea-level rise. Nature, 504, 53–60.*
- *Kroon, A. Davidson ,M.A. Aarninkhof ,S.G.J, Archetti ,R, Armaroli, C. Gonzalez, M. Medri, S. Osorio, A. Aagaard ,T., Holman, R.A., Spanhoff, R.,2007, Application of Remote sensing Video Systems to Coastline management problems. Coastal Engineering NO,54 ,pp,493–505.*
- *Kumar, L., Ghosh, M.K., 2012. Land cover change detection of Hatiya Island, Bangladesh, using remote sensing techniques. J. Appl. Remote Sens. 6 (1), 063608.*
- *Li Cui,B Xiao-Yan L. , 2011, Coastline Change of the Yellow River Estuary and its Response to the Sediment and Runoff (1976–2005), Geomorphology No127 , PP, 32–40.*
- *Li X, Michiel C.J. Damen. (2010). Coastline change detection with satellite remote sensing for environmental management of the Pearl River Estuary, China. Journal of Marine Systems. 82: 554-561.*
- *Li, A., Li, G., Cao, L., Zhang, Q., Deng, S., 2004. The coast erosion and evolution of the abandoned lobe of the Yellow River Delta. Acta Geographica Sinica 59 (5), 731–737.*
- *Li, W. Gong, P. (2016). Continuous monitoring of coastline dynamics in western Florida with a 30-year time series of Landsat imagery. Remote Sensing of Environment. 179: 196-209.*
- *Makota, V. et al., 2004, Monitoring shoreline change using remote sensing and GIS: a case study of Kunduchi area, Tansania, western Indian ocean J.Mar. sci. vol. 3, No. 1, pp. 1-10.*
- *Naji, T.A.H., Tawfeeq, R.J., 2011. Detection of shoreline change in AL-Thirthar Lake using remotely sensed imagery and topography map. IBN AL-HAITHAM J. Pure Appl. Sci. 24 (1)*
- *Nature Climate Change, 3, 913–918.*
- *Nicholls, R. J., & Cazenave, A. (2010). Sea-level rise and its impact on coastal zones. Science, 328, 1517–1520.*

- *Rasuly, A.A. Naghdifar, R. Rasoli, M. (2010). Monitoring of Caspian Sea Coastline Changes Using Object-Oriented Techniques. Procedia Environmental Sciences 2 (2010) 416–426.*
- *RasulyA ,Naghdifar .R, Rasoli. M, 2010, Monitoring of Caspian Sea Coastline Changes Using Objec Oriented Techniques, Procedia Environmental Sciences No,2 pp,416426.*
- *Schenthamilselvan ,r.skakara,b .rajan, 2013;assessment of shoreline change along karantaka coast ,india using GIS,RS, indian journal of marine scinces.vol 43(7),july 2014,pp.*
- *Shaghude, Y.W., Wannäs, K.O., Lundén, B., 2003. Assessment of shoreline changes in the western side of Zanzibar channel using satellite remote sensing. Int. J. Remote Sensing 24 (23), 4953–4967*
- *Simon, patric,. 2010, Remote Sensing in Geomorphology, Newdelhi, Oxford Book Company.*
- *Sun, Meixian, Zhang, Wei, 2004. Study on coastline remote sensing survey and application in Fujian Province. Journal of Oceanography in Taiwan Strait 23 (2), 213–219.*
- *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.*
- *TEMİZ, F. DURDURAN, S.S. (2016). Monitoring Coastline Change Using Remote Sensing and GIS Technology: A case study of Acıgöl Lake, Turkey. Earth and Environmental Science 44: 042033.*
- *Tochamnanvit, T. Muttitanon, W. (2014). INVESTIGATION OF COASTLINE CHANGES IN THREE PROVINCES OF THAILAND USING REMOTE SENSING. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-8, 2014.*
- *Tochamnanvit, T. Muttitanon, W. (2014). Investigation of coastline changes in three provinces of thailand using remote sensing. The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences, volume xl-8.*
- *Webb, E. L., Friess, D. A., Krauss, K. W., Cahoon, D. R., Guntenspergen, G. R., & Phelps, J. (2013). A global standard for monitoring coastal wetland vulnerability to accelerated sea-level rise. Nature Climate Change, 3, 458–465.*
- *Yagoub, M.M. Kolan, G.R. (2006). Monitoring coastal zone land use and land cover changes of abu dhabi using remote sensing. indian society of remote sensing. 34: 1*
- *Yang, J., Gong, P., Fu, R., Zhang, M., Chen, J., Liang, S., et al. (2013). The role of satellite remote sensing in climate change studies. Nature Climate Change, 3, 875–883.*
- *Yang, Xiaojun, Damen, M.C.J., van Zuidam, R.A., 1999. Satellite remote sensing and GIS for the analysis of channel migration changes in the active Yellow River Delta, China. JAG 1 (2), 146–157.*