



ICECS-FA-789-815

Detection of changing the Northern coastline using RS and GIS techniques (Case Study: Gorgan Bay)

Siavosh Shayan¹, Mojtaba Yamani², Yaser Khalili³

¹Assistant Professor of Geomorphology in University of Tarbiat Modares; shayan314@yahoo.com

²Associate Professor of Geomorphology in University of Tehran; myamani@ut.ac.ir

³Msc student of Geomorphology in University of Tarbiat Modares; khalili.yaser@gmail.com

Abstract

Geographic information systems (GIS), the integrated management of coastal areas, can be a dynamic presence. The role of GIS in Coastal Management, Regulatory information is correct. For optimal management of beaches, information about the position of past, present and future coastal zone and how it changes is essential. Now, the newest way to do this is to use satellite images. Monitoring of Gorgan Bay coastline in four periods between 1955, 1987, 2005 and 2011, using aerial photographs and Landsat images (TM sensors and ETM+) were used. The results of this study, Gorgan Bay Area in 2005 to its highest extent of 518 square kilometers and 403 square kilometers in 1955 to have reached its lowest extent. Changes of coastline in four different time periods in GIS software was used. The results indicate volatility reciprocating coastline location is within the period of 56 years.

Keywords: coastal monitoring, remote sensing, geographic information systems, Gorgan Bay



ICECS-FA-789-815

آشکار سازی تغییرات خطوط ساحلی شمال کشور با استفاده از تکنیک های RS و GIS (مطالعه موردی: خلیج گرگان)

سیاوش شایان^۱، مجتبی یمانی^۲، یاسر خلیلی^۳

^۱ سیاوش شایان، استادیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، shayan314@yahoo.com

^۲ دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه تهران، myamani@ut.ac.ir

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی، دانشگاه تربیت مدرس، khalili.yaser@gmail.com

چکیده

سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS)، در مدیریت یکپارچه نواحی ساحلی، می تواند حضوری پویا داشته باشد. اولین نقش GIS در مدیریت ساحلی، ساماندهی صحیح اطلاعات است. برای مدیریت بهینه سواحل، اطلاع از موقعیت گذشته، حال و آینده خطوط ساحلی و چگونگی تغییرات آن امری ضروری است. در حال حاضر، جدیدترین روش برای این منظور، استفاده از تصاویر ماهواره ای است. پایش خطوط ساحلی خلیج گرگان در چهار دوره زمانی بین سالهای ۱۹۵۵، ۱۹۸۷، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱، با استفاده از عکس های هوایی و تصاویر ماهواره لندست (سنجنده های TM و ETM+) صورت پذیرفت. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، مساحت خلیج گرگان در سال ۲۰۰۵ به بیشترین وسعت خود یعنی ۵۱۸ کیلومتر مربع و در سال ۱۹۵۵ به کمترین وسعت خود یعنی ۴۰۳ کیلومتر مربع رسیده است.

بررسی تغییرات خطوط ساحلی در چهار دوره زمانی مختلف در محیط نرم افزار GIS انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشانگر نوسانات شدید رفت و برگشتی مکان خط ساحلی طی دوره زمانی ۵۶ ساله می باشد.

واژه های کلیدی

پایش خطوط ساحلی، سنجنش از دور، سیستم های اطلاعات جغرافیایی، خلیج گرگان

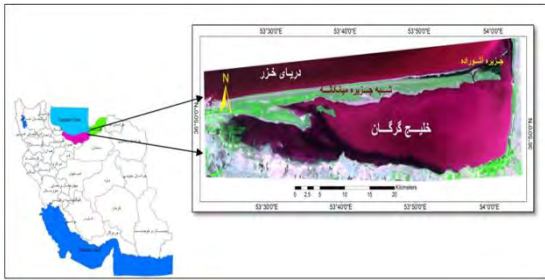
مقدمه

مناطق ساحلی همواره در حال تبادل و دستیابی به تعادل با اکوسیستم های دریایی و اقیانوسی بوده و نمی توان مرز معینی را برای جداسازی آنها در نظر گرفت و معمولاً به صورت پهنه

ای با عرض متغیر در معرض نوسانات آب دریا می باشند (ملک، ۱۳۷۸). پایش مناطق ساحلی پارامتری مهم در توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست می باشد. پایش نواحی ساحلی، نیاز به استخراج خطوط ساحلی در زمان های مختلف دارد. خطوط ساحلی از مهمترین پدیده های سطح زمین می باشند که از طبیعتی پویا برخوردار هستند (Winarso, et al. 2001). فناوری سنجنش از دور روشی موثر جهت اخذ داده های مورد نیاز است. این روش فاقد محدودیتهای زمانی و مکانی معمول می باشد (Alesheikh, et al, 2003). تصاویر اپتیک در میان داده های دور سنجی مزایای زیادی دارند که تفسیر آسان و سهولت دسترسی از آن جمله اند. به همین علت اکثر تحقیقات در خصوص استخراج خطوط ساحلی با استفاده از تصاویر اپتیک صورت میگیرد. از طرف دیگر مشخصه های طیفی آب به گونه ای است که در باندهای مادون قرمز انعکاسی نسبت به باندهای مرئی تفاوت بارزی وجود دارد (DeWitt, et al, 2002). همین ویژگی های آب سبب شده که تصاویر سنجنده هایی که هم باندهای مرئی و هم باندهای مادون قرمز انعکاسی زیادی دارند برای استخراج پایش خطوط ساحلی به طور گسترده مورد استفاده قرار گیرند. سنجنده های TM و ETM+ ماهواره های لندست از این جمله اند (Moore, 2000).

استفاده از داده های RS^۱ و GIS^۲ در تفکیک محیط های رسوبی و شواهد ریخت شناسی سواحل کشور در سال های اخیر به سرعت رو به گسترش است، که محققین زیر مطالعاتی در این زمینه انجام داده اند: (عسگری کرمی ۱۳۸۱، خسروی ۱۳۸۲، لک ۱۳۸۲، علوی ۱۳۸۳، غریب رضا و همکاران ۱۳۸۴،

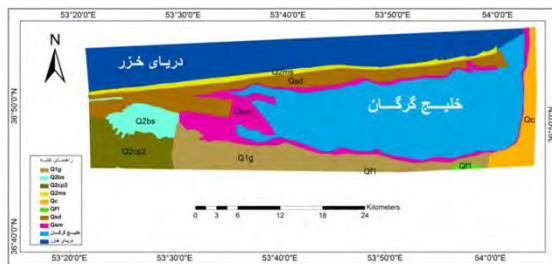
1. Remote Sensing
2. Geographical Information System



شکل (۲): موقعیت منطقه مورد مطالعه (مأخذ: نویسندگان)

از نظر موقعیت طبیعی از جهت شرق به جلگه وسیع و هموار گرگان محدود شده که دارای اقلیم نیمه مرطوب تا نیمه خشک دارد، از جهت غرب نیز به دشت مازندران محدود شده که از اقلیمی نیمه مرطوب تا مرطوب برخوردار است. و از جهت جنوب به جلگه کم عرض محدود می شود که کوتاه ترین فاصله با سلسله جبال البرز را دارد و اقلیم آن نیمه مرطوب تا مرطوب است و در نهایت از جهت شمال به دریای خزر محدود می شود. از نظر موقعیت سیاسی در شمال ایران و ما بین دو استان گلستان و مازندران واقع شده که به ترتیب از غرب به شرق شهرستان های بهشهر، گلوگاه، نوکنده، بندر گز و بندر ترکمن آن را احاطه کرده است (قانقرمه و نژاد قلی، ۱۳۸۱).

از نظر لیتولوژیکی نهشته های جوان با سن کوتاه تر پسین را بیشتر می توان در پهنه های پست و هموار حاشیه خلیج گرگان مشاهده نمود (شکل ۳).

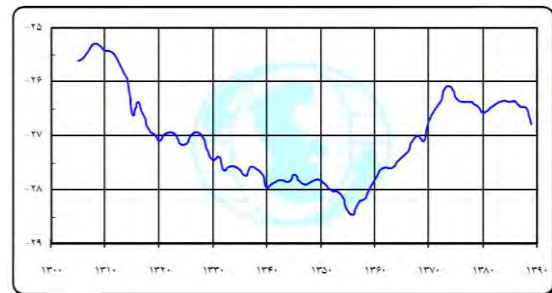


شکل (۳): نقشه زمین شناسی عمومی منطقه (مأخذ: سازمان زمین شناسی کشور)

واحد Q_1^g (نهشته های تالابی) با ۲۴ درصد بیشترین وسعت منطقه را تشکیل می دهد که از رسوبات ریز دانه (فورش و رس) تشکیل شده است. این رسوبات در محیط تالابی خلیج گرگان در هنگام بالاتر بودن سطح آب دریای خزر نهشته شده اند. به علت مطابقت مرز جنوبی رخنمون این واحد با تراز پیشنهاد شده برای پیشروی خزر در مرحله نئوکاسپین (تراز ۹- متر) می توان این رسوبات را هم ارز نهشته های نئوکاسپین (حدود ۸ تا ۱۰ هزار سال پیش به این سو) در نظر گرفت (جدول ۱).

قهرودی و ثروتی ۱۳۸۴، آل شیخ و همکاران ۱۳۸۴، خدابخش و همکاران ۱۳۸۶، ضیائیان و همکاران ۱۳۸۸، آزموده و جعفری (۱۳۸۶).

سطح آب دریای خزر در گذشته طی دوران های مختلف نوسانات قابل توجهی داشته است که امری طبیعی و شناخته شده است. طبق برآورد به عمل آمده از میزان آبگرفتگی اراضی ساحلی جمهوری اسلامی ایران، از سال ۱۳۵۶ تا ۱۳۷۴ حدود ۷۷۸ کیلومتر مربع از اراضی ساحلی به زیر آب رفته که از این میزان ۲۷ درصد در سواحل استان گلستان، ۳۹ درصد در استان مازندران و ۳۴ درصد در استان گیلان واقع شده است (قانقرمه ۱۳۷۸). در یک نگاه به میزان خسارات وارده به استان مازندران و گلستان مشخص می گردد که حدود ۱۳۰۰ واحد مسکونی و ویلا و ۱۷۲۱۲ هکتار از اراضی کشاورزی و بسیاری از تاسیسات زیربنائی تخریب شده اند (مهندسین مشاور پردام ۱۳۷۷). شکل شماره ۱ نشان دهنده وضعیت نوسانات دریای خزر در یک دوره ۸۴ ساله است.



شکل (۱): نوسانات دریای خزر (ایستگاه تراز سنجی انزلی)، در طی سال های ۱۳۰۵ لغایت ۱۳۸۹، (قانقرمه و ملک، ۱۳۹۱).

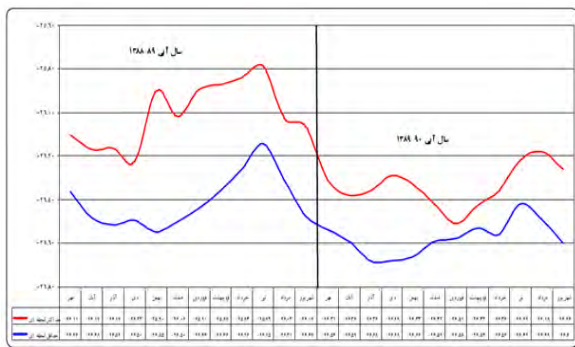
منطقه مورد مطالعه

ناحیه مورد مطالعه خلیج گرگان است که در حد فاصل طول های جغرافیایی بین ۵۳ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۶ دقیقه عرض شمالی در سواحل جنوب شرقی دریای خزر واقع شده است (شکل ۲).



جدول (۱): میزان وسعت و درصد لایه های زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

ردیف	نهبشته های کواترنری	وسعت (Km ²)	درصد	مشخصات
۱	Q2ms (واحد نهبشته های خط ساحلی جدید)	۳۴	۶	این نهبشته ها به صورت باریکه ای در حاشیه دریا به وجود آمده و سواحل پلاژی امروزی خزر را تشکیل می دهد.
۲	Q2bs (واحد نهبشته های باتلاق پس دریایی)	۳۸	۷	بقایای دریای خزر در هنگام پسروی، محل رسوبگذاری نهبشته های ریزدانه ای بوده است که امروزه به عنوان نهبشته های باتلاقی پس دریایی شناخته می شوند.
۳	Qsd (واحد برجستگی های ماسه ای)	۱۲۱	۲۳	این واحد به شبه جزیره میانکاله تعلق دارد و شامل ماسه هایی است که از دریای خزر (در شمال شبه جزیره) منشأ گرفته اند و در اثر وزش دائمی باد انتقال می یابند.
۴	Q2cp2 (واحد نهبشته های پهنه های ساحلی قدیمی)	۶۸	۱۳	ریخت شناسی این پهنه شامل زمین های پست و هموار با شیب بسیار اندک است گردشگری مصالح آنها نیز بیشتر به صورت بشقابی (دیسکوئیدال) مشخص می باشد.
۵	Q1g (واحد نهبشته های تالابی)	۱۲۸	۲۴	این واحد از رسوبات ریز دانه (فورش و رس) تشکیل شده است. و لایه بندی مشخص در آنها مشاهده نمی شود.
۶	Qf1 (نهبشته های بادزن های آبرفتی)	۳	۱	شامل رسوباتی با اندازه دانه های گوناگون (فورش تا تخته سنگ) است که با عملکرد سیلاب های رودخانه ای شکل گرفته اند.
۷	QC (کفه های رسی)	۴۵	۸	در برگیرنده کفه های رسی (بطور عمده رس و سیلت) و ماسه (شبه جزیره آشوراده) است که در سطح هوازده به رنگ کرم متمایل به سفید می باشد.
۸	Qsm (نهبشته های کناره ای)	۱۰۰	۱۹	رسوبات مزبور در کرانه خزر از جنس ماسه نسبتاً خالص هستند اما در کرانه خلیج گرگان ریزدانه تر هستند و پر از خرده صدف می باشند
مجموع		۵۳۸	۱۰۰	



شکل (۴): نمودار حداکثرها و حداقل های ماهانه تراز آب ایستگاه ترازسنجی آشوراده

در ایستگاه ترازسنجی آشوراده حداکثر لحظه ای تراز آب برابر ۲۶/۱۸- متر و حداقل لحظه ای برابر ۲۶/۶۸- متر است که زمان وقوع آنها به ترتیب ماههای مرداد سال ۹۰ و دی سال ۱۳۸۹ گزارش شده است که دامنه اختلاف آن ۵۰ سانتیمتر است که نسبت به سال آبی قبل ۲۶ سانتیمتر کاهش دارد. شکل شماره ۴ حداکثرها و حداقل های مشاهده شده تراز آب در سالهای آبی ۸۹-۱۳۸۸ و ۹۰-۱۳۸۹ را نشان می دهد بطوری که مشخص میگردد بیشترین دامنه اختلاف در فصل زمستان و کمترین آن نیز مربوط به بهار است. در جدول شماره (۲) مشخصه های نوسانات سطح آب در سواحل جنوبی براساس ارقام گزارش شده در ایستگاه ترازسنجی آشوراده درج شده است (قانقرمه و ملک، ۱۳۹۱).



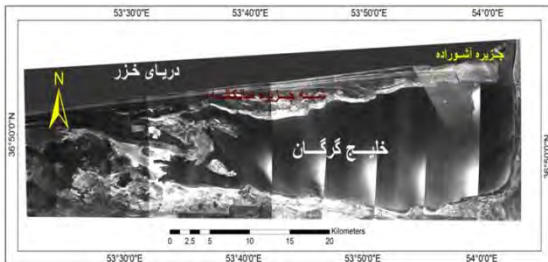
جدول شماره (۲) مشخصه نوسانات سطح آب دریای خزر، ایستگاه آشوراده (۸۹-۱۳۸۸) و (۹۰-۱۳۸۹)

سال	ماه	میانگین ماهانه	حداکثرهای لحظه ای			حداقل های لحظه ای		
			تراز	روز	ساعت	تراز	روز	ساعت
۱۳۸۸	مهر	-۲۶/۲۷	-۲۶/۱۱	۱۰	۱۲	-۲۶/۳۶	۲۲	۱۸
۱۳۸۸	آبان	-۲۶/۳۶	-۲۶/۱۷	۲۷	۲۴	-۲۶/۴۸	۲۳	۱۲
۱۳۸۸	آذر	-۲۶/۳۹	-۲۶/۱۷	۱	۱۸	-۲۶/۵۲	۱۳	۱۲
۱۳۸۸	دی	-۲۶/۴۱	-۲۶/۲۳	۱۵	۱۲	-۲۶/۵۰	۲۱	۶
۱۳۸۸	بهمن	-۲۶/۳۵	-۲۵/۹۰	۱۶	۲۴	-۲۶/۵۵	۲۷	۱۲
۱۳۸۸	اسفند	-۲۶/۳۴	-۲۶/۰۲	۲۸	۶	-۲۶/۵۰	۲	۲۴
۱۳۸۹	فروردین	-۲۶/۲۹	-۲۵/۹۰	۳۰	۱۸	-۲۶/۴۴	۵	۱۲
۱۳۸۹	اردیبهشت	-۲۶/۲۳	-۲۵/۸۷	۳	۲۴	-۲۶/۳۶	۹	۱۸
۱۳۸۹	خرداد	-۲۶/۱۴	-۲۵/۸۴	۳	۱۲	-۲۶/۲۶	۳	۶
۱۳۸۹	تیر	-۲۶/۰۶	-۲۵/۷۹	۴	۱۲	-۲۶/۱۵	۲۱	۲۴
۱۳۸۹	مرداد	-۲۶/۲۰	-۲۶/۰۳	۱	۶	-۲۶/۳۱	۲۹	۲۴
۱۳۸۹	شهریور	-۲۶/۳۲	-۲۶/۰۷	۲۴	۱۲	-۲۶/۴۷	۲۲	۱۲
۱۳۸۹	مهر	-۲۶/۴۵	-۲۶/۳۱	۲۰	۱۸	-۲۶/۵۴	۲۴	۱۲
۱۳۸۹	آبان	-۲۶/۵۱	-۲۶/۳۸	۹	۱۸	-۲۶/۵۹	۱۸	۱۲
۱۳۸۹	آذر	-۲۶/۵۸	-۲۶/۳۶	۲۲	۱۸	-۲۶/۶۸	۱۵	۱۲
۱۳۸۹	دی	-۲۶/۵۶	-۲۶/۲۹	۲۱	۲۴	-۲۶/۶۸	۸	۱۸
۱۳۸۹	بهمن	-۲۶/۵۷	-۲۶/۳۳	۲۳	۱۲	-۲۶/۶۶	۲۴	۱۲
۱۳۸۹	اسفند	-۲۶/۵۳	-۲۶/۴۲	۲۱	۶	-۲۶/۵۹	۲۷	۱۲
۱۳۹۰	فروردین	-۲۶/۵۴	-۲۶/۵۱	۲۷	۱۲	-۲۶/۵۸	۳	۱۲
۱۳۹۰	اردیبهشت	-۲۶/۵۱	-۲۶/۴۳	۳۰	۱۸	-۲۶/۵۳	۱۰	۱۸
۱۳۹۰	خرداد	-۲۶/۴۴	-۲۶/۳۶	۱۳	۱۸	-۲۶/۵۶	۷	۱۸
۱۳۹۰	تیر	-۲۶/۳۷	-۲۶/۲۲	۲۱	۱۲	-۲۶/۴۲	۱	۶
۱۳۹۰	مرداد	-۲۸/۳۸	-۲۶/۱۸	۱۸	۱۲	-۲۶/۴۹	۱۲	۱۸
۱۳۹۰	شهریور	-۲۶/۵	-۲۶/۲۶	۳	۶	-۲۶/۶	۲۴	۱۸

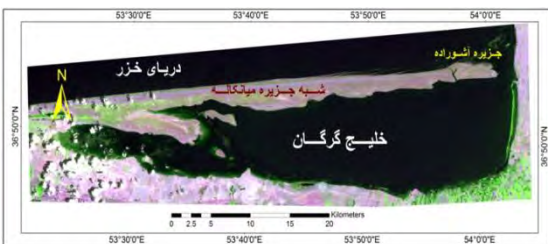


بحث و نتایج

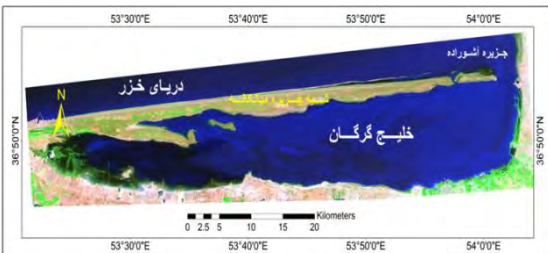
در ابتدا مساحت خلیج گرگان مربوط به سالهای ۱۹۵۵، ۱۹۸۷، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱ با استفاده از عکس های هوایی ۱۹۵۵، تصاویر TM 1987، 2005 ETM+ و 2011 TM در محیط نرم افزار GIS استخراج گردید (شکل ۵، ۶، ۷، ۸).



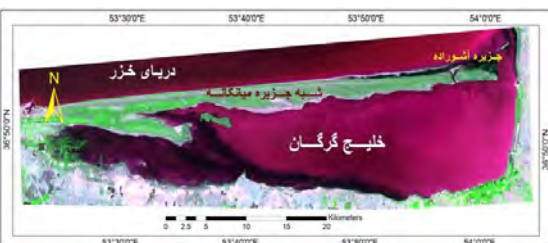
شکل (۵): تصویر موزائیک شده عکس های هوایی خلیج گرگان در سال ۱۹۵۵ (مأخذ: نویسندگان)



شکل (۶): تصویر TM ۱۹۸۷ خلیج گرگان (مأخذ: نویسندگان)



شکل (۷): تصویر ETM+ ۲۰۰۵ خلیج گرگان (مأخذ: نویسندگان)



شکل (۸): تصویر TM ۲۰۱۱ خلیج گرگان (مأخذ: نویسندگان)

داده ها و روش مطالعه

داده های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از عکس های هوایی سال ۱۹۵۵ به مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و تصویر TM مربوط به سال های ۱۹۸۷، ۲۰۱۱ و ETM+ سال ۲۰۰۵ است. همچنین از نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ برگه بندرتکمن، بندرگز، زاغ مرز برای تطابق هندسی عکس های هوایی منطقه و از نقشه زمین شناسی زمین شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه بهشهر و گرگان برای تشخیص ویژگی های لیتولوژیکی منطقه استفاده شده است. کلیه پردازش ها در این تحقیق با استفاده از نرم افزار Global Mapper 13، Photoshop، ERDAS 9.1 و GIS صورت پذیرفت.

روش مطالعه

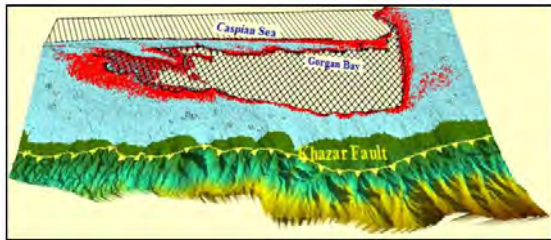
استخراج مرز پیشروی آب دریا در هر یک از چهار دوره زمانی با رقوم سازی (دیجیتایز نمودن) مرز آب صورت گرفت. این عمل در محیط نرم افزار GIS برای محاسبه میزان سطح و طول پیشروی دریا و میزان تخریب طبیعی سواحل توسط دریا برای چهار دوره انجام گردید.

بررسی روش های متداول استخراج خطوط ساحلی از تصاویر ماهواره ای

روش های متعدد و مختلفی جهت استخراج خطوط ساحلی از تصاویر اپتیک به کار گرفته شده است. (Chen, et al, 1998). با توجه به این که انعکاس آب در باندهای مادون قرمز انعکاسی بسیار کم و نزدیک به صفر است، خط ساحلی را می توان تنها با استفاده از یک باند (به طور مثال با استفاده از آستانه گذاری روی باند ۴ یا باند ۵ سنجنده ETM+ یا TM) استخراج کرد. از میان شش باند طیفی سنجنده TM، باند مادون قرمز میانی (باند ۵) بهترین تمایز خشکی و دریا را دارا است. در این باند هیستوگرام تصویر دارای دو بیشینه متمایز می باشد که مقدار حد آستانه بین این دو انتخاب می گردد. این گزینه برای جداسازی زمین های بسیار مرطوب از آب از دقت مناسبی برخوردار نمی باشد. به علاوه در نواحی ساحلی ای که عمقی کمتر از یک متر دارند انعکاسات کف آب به سنجنده رسیده و یافتن حد آستانه را در باند ۵ یا باند ۷ با مشکل رو برو می سازد (Ghorbanali, 2004). وجود ذرات معلق در آب و گل آلودگی آن در مناطق ساحلی نیز از دیگر معضلاتی است که یافتن خط ساحلی را با استفاده از تنها یک باند مشکل می سازد. از این رو بسیاری از پژوهشگران استفاده از نسبت بین باندها را پیشنهاد نموده اند (Kelley, et al, 1998).



پیشروی و پسروی سطح آب دریا در کرانه ساحلی به حساب می آید. در دهانه خلیج گرگان در مواقع افزایش سطح آب دریا به دلیل شیب بسیار کمی که دارد بیشترین مقدار نفوذ آب نیز از این مناطق به داخل کرانه ساحلی خصوصاً جنوب غرب خلیج صورت می گیرد (شکل ۱۰). پیشروی آب خلیج گرگان به دورن جلگه ساحلی علاوه بر تخریب مناطق شهری و ایجاد مسئله برای بنادر اطراف خلیج، شوری خاک، نابودی پوشش گیاهی و تخریب زیستگاه گیاهی و جانوری شبه جزیره میانکاله می شود.



شکل (۱۰): نفوذ دریا در منطقه پست ساحلی خلیج گرگان

نتیجه گیری

بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص می گردد، تغییرات در سطح آب خلیج گرگان در دهه های اخیر روند رو به رشدی را داشته است که بیشترین تغییرات مربوط به سال ۲۰۰۵ می باشد (جدول ۳) که باعث شد تا ۸۰۳۰۱ هکتار اراضی بایر، ۲۲۴۵ هکتار زمین های مرتعی، ۴۹۵ هکتار اراضی کشاورزی و ۲/۴ هکتار از سکونتگاه های انسانی تخریب و به زیر آب برود. این موضوع از چند جهت قابل بررسی و تامل است.

بر اساس مطالعات انجام شده بر روی نوسانات سطح آب خلیج گرگان و نتایج به دست آمده در این پژوهش، تغییرات سطح آب اگرچه در طی دوره های زمانی طولانی مدت روندی نرمال داشته است، لیکن این تغییرات طی دوره های کوتاه مدت از تحولات و نوسانات بسیار شدید خبر می دهد (شکل شماره ۱) که این موضوع کار را برای برنامه ریزان و مسولان سخت تر می نماید. این افزایش علاوه بر ایجاد مخاطره برای سازه های انسانی که در سواحل مکان گزینی شده اند می تواند اکوسیستم هایی که مامن بسیاری از گونه های نادر گیاهی و جانوری شبه جزیره میانکاله هستند را نیز با خطر نابودی مواجه کند.

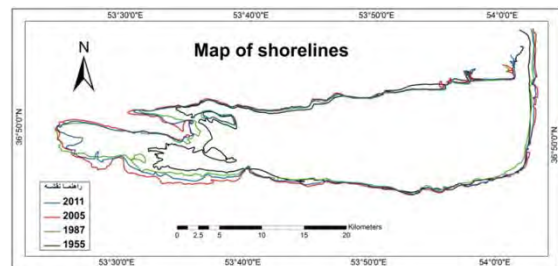
پیشنهاد می گردد که در حریم قانونی دریا ایجاد هرگونه ساخت و ساز و دخل و تصرف ممنوع شود. علاوه بر آن درپهنه ساحلی و در خارج از منطقه حریم دریا ضروری است تا پهنه کاربری ها را با توجه به اهمیت آن، در ترازهای مختلف نسبت به تراز آب خلیج مشخص گردد و از نظر خطر پذیری نیز این اراضی را بر اساس نوسانات کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت تغییرات سطح آب خلیج گرگان درجه بندی شوند.

با تهیه لایه مساحت مربوط به هریک از سال های آماری لایه خط ساحلی نیز برای هریک از سال های ۱۹۵۵، ۱۹۸۷، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱ به صورت عددی تهیه و ارزیابی گردید. برای مولفه مساحت بیشترین مساحت نسبی مربوط می شود به سال ۲۰۰۵ که وسعت آن ۵۱۸ کیلومتر مربع و کمترین آن نیز متعلق است به سال ۱۹۵۵ که وسعت آن ۴۰۳ کیلومتر مربع بوده است. مولفه طول خط ساحلی نیز به تبعیت از مساحت همین روند را با کمی تغییر در مقادیر عددی نشان می دهد. طولترین خط ساحلی مربوط می شود به سال ۲۰۰۵ با ۱۷۵ کیلومتر و کوتاه ترین خط ساحلی متعلق به سال ۱۹۵۵ با ۱۶۱ کیلومتر بدست آمده است (جدول ۳).

جدول (۳): مقادیر عددی طول و مساحت خلیج گرگان در چهار دوره زمانی مختلف (مأخذ: نویسندگان)

ردیف	سال	مساحت خلیج گرگان km ²	طول خط ساحلی km
۱	۱۹۵۵	۴۰۳	۱۶۱
۲	۱۹۸۷	۴۶۳	۱۶۹
۳	۲۰۰۵	۵۱۸	۱۷۵
۴	۲۰۱۱	۴۹۴	۱۷۲

با مشاهده شکل (۹) مشخص می شود که در بازه زمانی ۵۶ ساله ۱۹۵۵ تا ۲۰۱۱ خط ساحلی تغییر عمده ای داشته است. از آنجایی که سطح آب کمی بالا آمده لذا خط ساحلی با توجه به شیب منطقه تغییر زیادی کرده است. در نتیجه برخی مناطق، خصوصاً سواحل غربی زیر آب رفته است.



شکل (۹): نقشه خطوط ساحلی خلیج گرگان در چهار دوره زمانی مختلف ۱۹۵۵، ۱۹۸۷، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۱ (مأخذ: نویسندگان)

شیب زمین به عنوان یکی از مهم ترین پارامترهای ژئومورفولوژیکی محسوب می گردد. هرچه شیب منطقه ساحلی کمتر باشد مقدار پیشروی سطح آب دریا در کرانه ساحلی بیشتر می شود. بین شیب زمین و میزان پیشروی و پسروی سطح آب دریا همبستگی کاملاً مثبتی برقرار است. بنابراین شیب به عنوان یکی از موثرترین عوامل



مراجع

- [۱۱] خسروی، ش.، ۱۳۸۲، آشکار سازی تغییرات محیط های ساحلی شمال شرق خلیج فارس (هندیجان) با استفاده از روش منطق فازی و تکنیک های GIS و RS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۸.
- [۱۲] سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح کشور، نقشه توپوگرافی مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ برگه بندرتراکم، بندرگز و زاغ مرز.
- [۱۳] سازمان زمین شناسی کشور، نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ ورقه بهشهر و گرگان.
- [۱۴] ضیائیان فیروزآبادی پرویز، ولیخانی احمد رضا، قنواتی عزت الله، ۱۳۸۸، تهیه نقشه لندفرم و جزر و مد ساحل شهرستان بوشهر با استفاده از RS، GIS، GPS در محدوده قانون مند ساحلی (CRZ)، فصلنامه مدرس علوم انسانی، دوره ۱۴، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹.
- [۱۵] عسگری کرمی، ر.، ۱۳۸۱. طبقه بندی سواحل استان خوزستان از نظر فرسایش و رسوبگذاری با داده های GIS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا، ۱۶۳.
- [۱۶] علوی، س. ن.، ۱۳۸۳. آشکار سازی تغییرات ژئومورفولوژیکی و کاربری اراضی خور موسی (بندر امام خمینی ماه شهر) با استفاده از GIS و RS. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت معلم، ۱۷۳.
- [۱۷] غریب رضا، م. ر.، کرمی خانیکی، ع. و آق تومان، پ.، ۱۳۸۴. بررسی اثر عملیات بازیافت اراضی دلتایی بر فرآیندهای هیدرو دینامیک و رسوب، مطالعه موردی دلتای رودخانه زهره، مرکز تحقیقات - حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، بخش تحقیقات حفاظت سواحل، گزارش ۲۰۰/۸۴.
- [۱۸] قانقرمه عبدالعظیم، ملک جواد، ۱۳۹۱، نوسانات آب دریای خزر در سال آبی (۹۰-۱۳۸۹) و مولفه های محیطی مرتبط با آن، مرکز مطالعات و تحقیقات دریای خزر، ۱-۱۲۳.
- [۱۹] قانقرمه عبدالعظیم و نژاد قلی قاسم، ۱۳۸۱، بررسی نحوه شکل گیری شبه جزیره میانکاله و خلیج گرگان، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر، ص ۲۵.
- [۲۰] قانقرمه عبدالعظیم، ۱۳۷۸، آبرفتگی سواحل جنوبی دریای خزر، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.

- [1] Alesheikh, A. A, F. Sadeghi Naeni, and A. Talebzadeh, 2003, "Improving Classification Accuracy using External Knowledge" GIM International, Aug, Vol. 17, No. 8. Pp. 12-15.
- [2] Chen, L. C., and Shyu, C. C., 1998, "Automated Extraction of Shorelines from Optical and SAR Images", Proceeding of the 19th Asian Conference on Remote Sensing, Manila, pp. R-13-1~R-13-6.
- [3] DeWitt H., JR. Weiwen Feng, 2002, "Semi-Automated Construction of the Louisiana Coastline Digital Land-Water Boundary Using Landsat TM Imagery", Louisiana's Oil Spill Research and Development Program, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803.
- [4] Ghorbanali, A., 2004, "Coastline Monitoring by Remote Sensing Technology" MSc thesis. Department of GIS Engineering, KNT University of Technology, Tehran, Iran
- [5] Kelley, John G.W., J.S. Hobgood, K.W. Bedford, D.J. Schwab, 1998, "Generation of Three-Dimensional Lake Model Forecasts for Lake Erie", Journal of Weather and Forecasting, Volume 13.
- [6] Moore, L.J., 2000, "Shoreline mapping techniques", Journal of Coastal Reserch, 16(1), 111-124. Royal Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- [7] Winarso, G. and S. Budhiman, , 2001, "The potential application of remote sensing data for coastal study", Proc. 22nd Asian Conference on Remote Sensing.
- [۸] آزموده اردلان علیرضا و جعفری عباس، ۱۳۸۶، بررسی روند سیزده ساله تغییرات سطح آب دریای خزر از راه ارتفاع سنجی ماهواره ای، مجله فیزیک زمین و فضا، جلد ۳۳، شماره ۱، ص ۲۱-۳۰.
- [۹] آل شیخ علی اصغر، علی محمدی عباس و قربانعلی علی، ۱۳۸۴، پایش خطوط ساحلی دریاچه ارومیه با استفاده از سنجش از دور، نشریه علوم جغرافیایی، جلد ۴ شماره ۵، ص ۱-۱۶.
- [۱۰] خدابخش سعید، غریب رضا محمدرضا، عسگری رزیتا، ۱۳۸۶، تفکیک محیط های رسوبی ساحلی با استفاده از تلفیق روش های رقومی و چشمی: مطالعه موردی، سواحل استان خوزستان، فصلنامه زمین شناسی ایران، سال دوم، شماره ششم، تابستان ۱۳۸۷، ۳-۹.



[۲۳] ملک جواد، ۱۳۷۸، نوسانات آب دریای خزر (نگاهی به گذشته، حال و آینده)، سمینار مسائل دریای خزر، زیبا کنار رشت.

[۲۴] مهندسین مشاور پردهام، اسفند ۱۳۷۷، گزارش طرح تهیه نقشه های کاربری اراضی سواحل جنوبی دریای خزر (سواحل مازندران)، سازمان مدیریت منابع آب ایران، مرکز ملی مطالعات و تحقیقات دریای خزر.

[۲۱] قهرودی تالی منیژه و ثروتی محمدرضا، ۱۳۸۴، کاربرد Metadata (GIS) در مدیریت یکپارچه نواحی ساحلی، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، شماره پنجم، پاییز و زمستان ۱۳۸۴.

[۲۲] لک، ر.، ۱۳۸۲. بررسی زمین شناسی دریایی و تغییرات زون ساحلی و نزدیک به ساحل در بخش جنوب شرق و شرق دریای خزر با کمک داده های ماهواره ای تکراری. چکیده مقالات بیست و یکمین گردهمایی علوم زمین، ۴۷۲-۴۷۳.