

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره شش، شهریورماه ۹۸

## ارزیابی تغییرات و تعیین سطح جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده خورخوران

### با تاکید بر هیدرودینامیک تنگه هرمز

محمدعلی زنگنه اسدی<sup>۱</sup>

ابراهیم تقوی مقدم<sup>۲\*</sup>

[e.taghavi@hsu.ac.ir](mailto:e.taghavi@hsu.ac.ir)

الهه اکبری<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۰

#### چکیده

**زمینه و هدف:** جنگل‌های مانگرو (حراء) ایران به عنوان تنها چشم‌انداز جنگلی در سواحل گرم‌و‌خشک جنوب است که علاوه بر ارزش زیست محیطی و طبیعت‌گردی، معیشت بسیاری از ساحل‌نشینان جنوب به شدت به آن وابسته است. لذا آگاهی از تغییرات این جنگل‌ها بسیار اهمیت دارد. تغییرات محیطی عموماً در سطح گسترده و در بلندمدت رخ می‌دهد لذا تکنولوژی سنجش از دور می‌تواند ابزار بسیار مناسب و دقیقی برای پایش تغییرات باشد. هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات پوشش جنگلی مانگرو ناحیه حفاظت‌شده خورخوران با توجه به فرآیندهای هیدرودینامیک تنگه هرمز می‌باشد.

**روش بررسی:** جهت نیل به این هدف از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۵ و انواع تکنیک‌های سنجش از دور شامل تفاضل تصاویر، تفاضل پوشش گیاهی، تفاضل مولفه‌های اصلی، تفاضل تسلدکپ و مقایسه پس‌از طبقه‌بندی استفاده شد. جهت ارزیابی دقت روش‌های مذکور از نقاط کنترل زمینی در باز دیده‌های میدانی، تصاویر ماهواره‌ای Google Earth و شاخص دقت کلی و ضریب کاپا استفاده شد.

**یافته‌ها:** طبق بررسی‌ها، از بین روش‌های مورد استفاده در این تحقیق روش‌های تفاضل مولفه‌های اصلی (PCA) و تفاضل پوشش گیاهی جهت آشکارسازی تغییرات پوشش زمین مناسب‌تر از سایر روش‌ها می‌باشند. همچنین پس از اعمال روش مقایسه پس از طبقه‌بندی مشخص شد، الگوریتم حداکثر احتمال با دقت کلی ۰/۹۷۸۱ و ضریب کاپا ۹۸/۳۲٪ به عنوان بهترین روش طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای معرفی شد. همچنین سطوح جنگل‌های مانگرو منطقه اعم از جنگل‌های متراکم و پراکنده در سال ۱۹۸۹ مقدار ۱۲۵/۰۸ کیلومتر مربع بوده که در ۲۶ سال گذشته ۴۸/۹ کیلومتر مربع به وسعت آن افزوده شده است.

۱- دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری

۲- دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری\* (مسوول مکاتبات)

۳- عضو هیات علمی دانشگاه حکیم سبزواری و دانشجوی دکتری سنجش از دور دانشگاه تهران

**بحث و نتیجه‌گیری:** عواملی چون افزایش دما و بالارفتن سطح اساس دریاها، افزایش رسوبات رودخانه در محل پایاب‌های منطقه و شیب کم منطقه ساحلی، زمینه را برای توسعه جنگل‌های مانگرو فراهم نموده است، لذا هرگونه طرح تاسیساتی و زیربنایی باید با رعایت ملاحظات زیست محیطی و اکولوژیکی باشد.

**واژه‌های کلیدی:** خورخوران، تغییرات، مانگرو، هیدرودینامیک، هرمز.

## **Evaluation Changes and Quantification Mangrove Forests in Khorkhouran Protected Area with Emphasis on Hydrodynamic Strait of Hormuz**

**MohammadAli Zangane Asadi**<sup>1</sup>

**Ebrahim Taghavi Moghadam**<sup>2\*</sup>

[e.taghavi@hsu.ac.ir](mailto:e.taghavi@hsu.ac.ir)

**Elahe Akbari**<sup>3</sup>

Admission Date: May 1, 2017

Date Received: December 15, 2016

### **Abstract**

**Background and Objective:** Mangrove forests of Iran is the only landscape of forest in the hot and dry southern coast of Iran that is ecological and Ecotourism value and is dependent on to their southern coastal livelihoods. Therefore it is essential to awareness of changes mangrove forest as a national property. Environmental changes occur in the vast and long term and remote sensing technology could be very suitable and accurate tool for monitoring changes.

**Method:** The purpose of this study is to evaluate changes in forest cover Khorkhoran protected mangrove area according to Hydrodynamic Processes Strait of Hormuz. For this purpose, we used Landsat satellite images of 1989-2015 and a variety of remote sensing techniques, including the difference of images, the difference of vegetation, the main component of difference tasseled cap and compare the classification. To evaluate the accuracy of changing detection techniques, taken from the ground realities through Field observations and satellite images of Google Earth, the total accuracy and Kappa coefficient were used.

**Findings:** The results show that the detection of post-processing methods, methods of principal components analysis (PCA1) and difference vegetation is suitable methods for detecting changes. After applying the method comparative of classification, that is a pre-processing method, maximum likelihood algorithm with 0/9781 overall accuracy and kappa coefficient 32/98% was introduced as the best method of classification of satellite images. Was also in 1989 year the mangrove forests (dense and scattered) 125.8 square kilometers that added to the 48.9 square kilometers in the last 26 years.

**Discussion and Conclusion:** Increased mangrove forests Because of Factors Such as increasing temperature and sea levels, increased sediments in the delta region and the low slope of the coastal area. Therefore, any facility and infrastructure projects should pay attention to environmental considerations and ecological.

**Key words:** Khorkhoran, change, mangroves, hydrodynamics, Hormuz.

---

1- Associate Professor, Geomorphology of Hakim Sabzevari University, Sabzevar, iran.

2- PhD in Geomorphology, Sabzevari Hakim University, Sabzevar, iran \*(Corresponding Author).

3- Proffessor, Remote Sensing of Hakim Sabzevari University and PhD student Remote Sensing of Tehran University, iran.

## مقدمه

Masood و همکاران 2015 به پایش تغییرات مانگروهای دلتای رودخانه سند در پاکستان پرداخته و روند گسترش جنگل‌های مانگرو را در راستای رسوبات دلتای رودخانه از  $860 \text{ km}^2$  در سال ۲۰۰۹ به  $1068 \text{ km}^2$  در سال ۲۰۱۵ محاسبه نموده است (۱۴). در ایران، آرخی و همکاران ۱۳۸۹ به مطالعه روش‌های مختلف سنجش از دور در پایش تغییرات کاربری ارضی حوضه دره شهر ایلام پرداخته و روش تفاضل پوشش گیاهی و تحلیل مولفه‌های اصلی را روش‌های مناسبی برای کشف تغییرات معرفی نموده است (۱۵). امیری و همکاران ۱۳۸۹ با استفاده از شاخص‌های گیاهی و اعمال آن بر روی تصاویر ماهواره‌ای IRS هندوستان، سطح رویش جنگل‌های حراء نایبند در مجاورت تاسیسات نفتی پارس جنوبی برآورد نموده است (۱۶). ماهینی و همکاران ۱۳۹۱، با استفاده از تصویر ۲۰۰۱ ماهواره لندست به طبقه‌بندی مناطق جنگلی استان گلستان با روش حداکثر احتمال پرداخته و استفاده از این روش را بدین منظور مناسب می‌دانند (۱۷). اعتمادی ۱۳۹۳ در رساله دکتری خود روند رشد جنگل‌های مانگرو جاسک را افزایشی عنوان کرده و تاثیر عوامل محیطی موثر بر توسعه جنگل‌های مانگرو ارزیابی نموده است (۱۸) و مهدوی و همکاران ۱۳۹۳ به ارزیابی انواع روش‌های آشکارسازی تغییرات کاربری ارضی/پوشش گیاهی جنگل‌های حفاظت شده مانشت ایلام پرداخته و با استفاده از روش‌های تفاضل تصاویر، شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی (NDVI)، تحلیل مولفه‌های اصلی (PCA)، تفاضل تسلدکپ و تفاضل باندها را به عنوان دقیق ترین روش پیشنهاد می‌کند (۱۹). جعفرزیا و همکاران ۱۳۹۵ تغییرات جنگل‌های مانگرو جزیره قشم در بازه زمانی ۱۹۸۸-۲۰۰۸ مورد ارزیابی قرار داده و روند تغییرات این جنگل‌ها را افزایشی عنوان نموده‌اند (۲۰).

این تحقیق به منظور تعیین سطح و همچنین تغییرات جنگل‌های مانگرو بخش شمالی جزیره قشم و سواحل بندرلنگه در بازه زمانی ۲۶ ساله با استفاده از سه روش کاربردی در حیطه علم سنجش از دور به انجام رسیده است. این منطقه جزء تالاب بین‌المللی خورخوران و از ذخایر ملی کشور محسوب می‌شود که دارای ارزش‌های اکولوژیک منحصر به فردی است (۹).

کشف تغییرات، فرآیند شناسایی تغییرات یک پدیده به وسیله مشاهده آن پدیده در زمان‌های مختلف است (۱). در مقیاس جهانی تغییرات کاربری/پوشش اراضی، توسعه مناطق شهری و کشاورزی و جنگل‌زدایی باعث تغییر رژیم اقلیمی منطقه می‌شود (۲). مانگروها فواید اکولوژیک بی‌شماری دارند به طوری که سیستم ریشه‌های آن‌ها باعث پایداری رسوبات می‌شود و اجتماعات آن‌ها انرژی امواج را کاهش می‌دهد و در مقابل زیستگاه و پناهگاه برای شمار زیادی از موجودات زنده ایجاد می‌کند (۳) به همین دلیل جوامع علمی سعی در شناخت کمی و کیفی آن‌ها دارند (۴). نرخ تخریب تالاب‌های مانگرو در برخی از مناطق گرمسیری به علت فعالیت‌های انسانی افزایش یافته است (۵). با این وجود در برخی نواحی مانند بنگلادش، (۶)، تالاب‌های رودخانه‌های Mary جنوب استرالیا (۷) و خلیج Kachchh و Gijarat و همین طور بخش‌هایی از غرب هندوستان (۸) افزایش وسعت این جنگل‌ها گزارش می‌شود. اکوسیستم‌های مانگرو در ایران در ردیف یکی از مهم‌ترین مناطق حساس دریایی ایران قرار دارند که نیازمند اتخاذ تدابیر ویژه‌ای به منظور حفاظت از آن‌ها می‌باشد (۹). با توجه به گستردگی تغییرات، روش‌های سنتی برای محققین زمان‌بر و پرهزینه است. علاوه بر این استفاده از تصاویر چندزمانه حجم عظیمی از اطلاعات مکانی را در اختیار محقق می‌گذارد (۱۰). با توجه به اهمیت این موضوع، محققین برای دستیابی به تغییرات کاربری اراضی از روش‌های مختلف طبقه‌بندی آماری و غیر آماری استفاده می‌کنند. Formard و همکاران 2004 تغییرات ۵۰ ساله جنگل‌های مانگرو در گویان فرانسه را با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره اسپات مورد پایش قرار داده و گسترش جنگل‌های مانگرو منطقه را به عنوان اصلی‌ترین عامل تغییر در نوار ساحلی و فرآیندهای رسوب‌گذاری ساحلی معرفی می‌کند (۱۱).

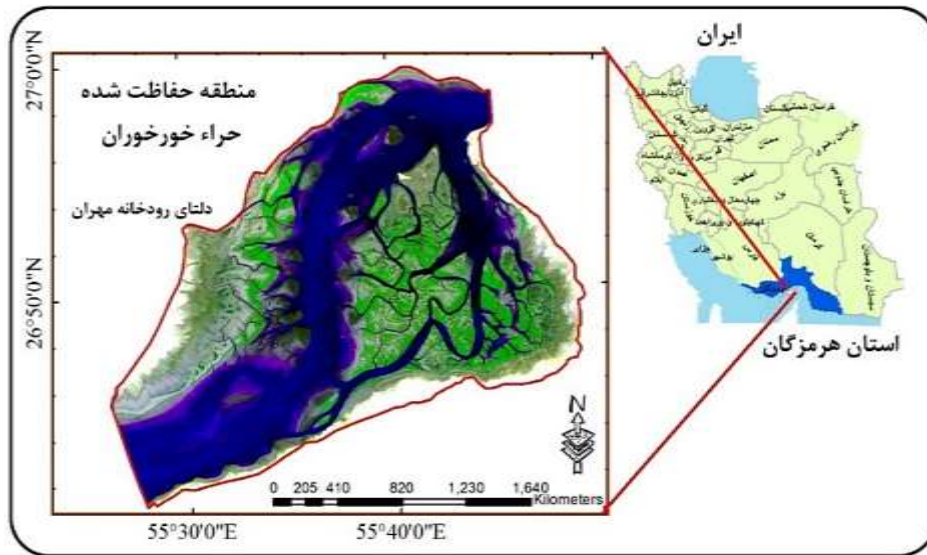
Plieninger 2012 با استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های کاربری ارضی به بررسی تغییرات دو ناحیه جنگلی شمال آلمان پرداخته و تغییر کاربری جنگل‌ها به کاربری صنعتی و مسکونی را به عنوان مهم‌ترین تغییرات محیطی منطقه عنوان می‌کند (۱۲).

Senga و همکاران 2014 تغییرات پوشش زمین جنگل‌های مانگرو منطقه ساحلی Zanzibar تانزانیا را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۰۰-۲۰۱۱ ماهواره لندست مورد بررسی قرار داده است (۱۳).

## محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه مورد مطالعه بین نوار شمالی ساحل جزیره قشم و سواحل جنوبی هرمزگان، در تنگه خوران بین  $26^{\circ}44'$  تا  $26^{\circ}58'$  عرض شمالی و  $55^{\circ}31'$  تا  $55^{\circ}48'$  طول شرقی قرار دارد (شکل ۱). این منطقه در سال ۱۳۵۴ با وسعتی معادل ۸۵۶۸۶ هکتار به عنوان

پارک ملی شناخته شده است (۲۰). این منطقه دارای اقلیم خشک در طبقه بندی اقلیمی دومارتن بوده و میانگین دمای سالیانه بین ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی گراد و میانگین بارندگی ۱۹۲ میلی متر است.



شکل ۱ - منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Location of the study area

## مواد و روشها

قدرت و توانایی هر کدام جهت محاسبه و تحلیل های جغرافیایی و سنجش از دور به عنوان 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 چشم پوشی است ولی با این حال تصاویر منتخب از پنج ماه اول سال می باشد.

در این تحقیق پس از انتخاب منطقه و طراحی چارچوب تحقیق از نقشه های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ شیت ۲، ۵، ۶-۴۰-NG مربوط به نقشه بندرعباس و بندر لنگه و جزیره قشم، تصاویر ماهواره ای با مشخصات مندرج در جدول ۱ به عنوان مواد تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. نرم افزارهای ENVI 4.8 و Arc GIS 10.1 با توجه

جدول ۱ - مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده در تحقیق

Table 1. Property of image satellite use in study

تصویر	سنجنده	تاریخ تصویر برداری	تاریخ به شمسی	شماره باندها	شماره گذر	شماره ردیف	قدرت تفکیک مکانی
LANDSAT توالی زمانی: ۱۶ روز و پهنای تصویر برداری ۱۸۰ کیلومتر	L4-TM	۱۹۸۹/۵/۲۱	۱۳۶۸/۰۲/۳۱	۵-۱-۷	۱۶۰	۳۵	قدرت تفکیک مکانی: ۳۰*۳۰ متر پاند ۱ ۱۲۰*۱۲۰ متری
	L8 OLL_TIRS	۲۰۱۵/۳/۱۴	۱۳۹۳/۱۲/۲۳	۷-۱	۱۶۰	۳۵	قدرت تفکیک مکانی: ۳۰*۳۰ متر پاند ۱۵*۱۵ پاند ۶۰*۶۰

الکترومغناطیس گیاهان و جذب توسط کلروفیل گیاهان به خصوص جنگل‌های مانگرو می‌باشد لذا از باند ۳ (قرمز) و باند ۴ (مادون قرمز) تصاویر لندست استفاده شد. (NDVI) الگوریتمی است که بیشترین کاربرد را به طور گسترده برای تمایز پوشش گیاهی از بازتابش خاک دارد (۱). با استفاده از رابطه ۲ نقشه تراکم پوشش گیاهی تولید، سپس با استاندارد سازی مقادیر ارزشی هر یک از تصاویر تولید شده نقشه پوشش گیاهی سال دوم از نقشه پوشش گیاهی سال اول کم می‌شود (۲۳).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad \text{رابطه ۲}$$

روش تحلیل مولفه‌های اصلی برای فشرده‌سازی مجموعه داده‌ها و ارتباط بین گروه‌های مختلفی از پیکسل‌هایی که بیان‌کننده انواع پوشش زمین هستند بکار می‌رود. در حالت کلی نتیجه این فشرده‌سازی و همبستگی‌های پیکسلی در بین باندها در ۳ مولفه اصلی نمایان‌تر می‌شود (۲۴). انتخاب ۳ مولفه از بین ۶ مولفه اصلی تحقیق کاری مشکل است به دلیل این‌که هر مولفه حاوی بخشی از تغییرات می‌باشد (۲۱). در روش تبدیل تسلدکپ پردازش بر اساس سه جزء روش شنایی، سبزی و رطوبت صورت می‌گیرد و هر یک از اجزاء در روش تسلدکپ می‌تواند برای منظور خاصی مورد استفاده قرار گیرد طبیعی است برای مطالعات پوشش گیاهی شاخص سبزی‌نگی و برای مطالعات هیدرولوژیکی و ساحلی از شاخص رطوبت استفاده می‌شود. در روش مقایسه پس از طبقه‌بندی محقق با استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده و الگوریتم‌های طبقه‌بندی نقشه کاربری و یا پوشش زمین چند زمانه از منطقه تهیه کرده سپس با تفریق و مقایسه این نقشه‌ها تغییرات رخ داده در هر لندفرم و یا کاربری را تحلیل می‌کند. دقت این روش بستگی به طبقه‌بندی اولیه بر اساس نمونه‌های آزمایشی و تفکیک‌پذیری طبقات از همدیگر دارد. (۲۵). در این تحقیق در نهایت از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شد. بدین منظور ابتدا با شنا سایی منطقه،

در این تحقیق با هدف ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های حراء از روش‌های سنجش از دور، تجربی (میدانی) و آماری استفاده شد. بدین منظور ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای، نقاط مشخصی انتخاب سپس مختصات آن با دستگاه GPS تعیین و به عنوان نقاط کنترل زمینی (GCP) جهت تصحیح هندسی استفاده شد. در ادامه با روش نزدیک‌ترین همسایه<sup>۲</sup> تصحیح هندسی بر روی تصاویر با استفاده از ۱۵ نقطه کنترل<sup>۳</sup> که اکثراً در مناطق مسکونی و تقاطع‌ها انتخاب شده بود، انجام شد. این تصحیحات عموماً با خطای کم‌تر از  $RMSE=0.02$  انجام شد. قابل ذکر است که در تصحیح هندسی مقدار خطای ریشه میانگین مربعات قابل قبول کم‌تر از ۰/۵ پیکسل است (۱۴) در مرحله بعد جهت کاهش خطاهای اتمسفری و رادیومتریک این تصاویر با روش کاهش تیرگی (کاهش تاثیر طول موج بلند در تصاویر) و سطح مسطح<sup>۴</sup> (نرمال نمودن تصاویر بر مبنای ارتفاع) با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) استفاده شد. در نهایت محدوده تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای جداسازی شده و به منظور افزایش تباین و وضوح بیش‌تر با استفاده از باندها ۸ پانکروماتیک عملیات فیوژن<sup>۵</sup> انجام شد.

روش‌های پایش تغییرات به دو دسته پیش‌پردازش و پس‌پردازش (۲۱) که در این تحقیق از هر دو روش استفاده شد. بدین منظور از روش‌های تفاضل تصاویر، تفاضل پوشش گیاهی، تفاضل مولفه‌های اصلی، تفاضل تسلدکپ و مقایسه پس از طبقه‌بندی، استفاده شد. روش تفاضل تصاویر با استفاده از رابطه ۱ ارزش رقومی تصویر در تاریخ دوم از ارزش رقومی تصویر تاریخ اول کم می‌شود. نتیجه این روش تولید تصویری است که نشان‌دهنده تغییرات بین دو تاریخ است (۱).

$$Dx = x(t_2) - x(t_1) + C \quad \text{رابطه ۱}$$

در رابطه فوق  $X$  ارزش پیکسل،  $T_1$  تاریخ اول،  $T_2$  تاریخ دوم و  $C$  عدد ثابت می‌باشد (۲۲)

در روش تفاضل پوشش گیاهی بر مبنای انعکاس انرژی

- 5- Dark Subtract
- 6- Flat Field 6
- 7- Image Fusion

- 1- Ground Control Point
- 2- Nearest Neighborhood
- 3- Ground Control Points (GCP)
- 4- Root Mean Square

جایی که PC توافق تصادفی داده‌های مرجع و  $p^0$  توافق واقعی داده‌های مرجع می‌باشد. پس از تعیین هر یک از روش‌های طبقه‌بندی تصاویر، دقت روش‌های پیش‌پردازش با استفاده از نمونه‌های آزمایشی، پردازش بصری و همچنین بازدید میدانی مورد بررسی قرار گرفت. و عوامل موثر هیدرودینامیک تاثیر گذار به کاهش و یا افزایش سطح جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده خورخوران مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت.

### بحث و نتایج

#### روش تفاضل تصاویر

در نقشه‌های تولیدی هر چقدر تغییرات بیش‌تر باشد تن تصاویر تیره‌تر است. هر باند تفریق شده با توجه به واریانس اطلاعات آن حاوی حجم اطلاعات متفاوتی از تغییرات است. در این تحقیق به دلیل معنادار بودن اختلاف تصاویر باند ۳ نسبت به سایر باند ها با استفاده از آزمون کَشیدگی و چولگی داده‌های هر باند، از تفریق باند ۳ تصاویر سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۵ استفاده شد که بیش‌ترین اطلاعات از تغییرات پوشش گیاهی منطقه مطابق شکل ۲ بدست آمد.

#### روش تفاضل شاخص پوشش گیاهی

در این تحقیق پس از تهیه نقشه پوشش گیاهی با استفاده از باند قرمز و مادون قرمز و الگوریتم NDVI مقادیر آن استاندارد شده و در بازه ۰-۲۵۵ قرار گرفت سپس با استفاده از آستانه مناسب، پوشش گیاهی منطقه از پوشش خاک و آب تفکیک شد. این عملیات برای دو دوره تحقیق انجام و سپس نقشه‌های تولید شده از همدیگر تفریق شدند (شکل ۳).

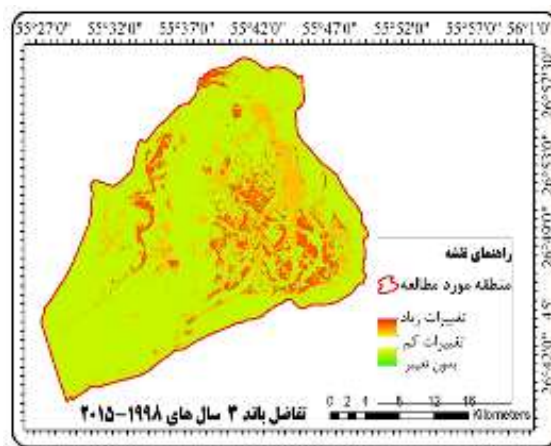
عرصه‌های موجود در آن در کلاس‌های: جنگل متراکم، شامل محدوده‌هایی که دارای تراکم بیش‌تر از ۵۰٪ پوشش جنگل‌های مانگرو و سن تقریبی بالای ۵ سال درختان می‌باشد. جنگل پراکنده، شامل محدوده‌هایی که دارای تراکم کم‌تر از ۵۰٪ و سن تقریبی کم‌تر از ۵ سال است. مراتع که شامل بوته زارها، گیاهان نمک‌دوست و جلبک‌ها که دارای بازتابش مشخصی در تصاویر ماهواره‌ای هستند. زمین‌های بایر، زمین‌های گلی که در معرض مستقیم جذر و مد و یا بالابودن آب‌های زیرزمینی هستند. آب‌های کم‌عمق، آب‌های ساحلی با عمق کم‌تر از ده متر و آب‌های عمیق با عمق بیش‌تر از ده متر. دسته‌بندی شدند. سپس با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال تغییرات رخ داده در دو دوره تحقیق محاسبه شد. جهت ارزیابی دقت روش‌های انجام شده تعداد ۲۰ نقطه با استفاده از تصاویر google earth , د ستگاه GPS و بازدید میدانی از سواحل بندر خمیر در هریک از عرصه‌های ذکر شده انتخاب و پارامترهای آماری ارزیابی دقت ماتریس خطا شامل ضریب کاپا و دقت کلی طبقه‌بندی تصاویر سال‌های ۱۹۸۹ و ۲۰۱۵ محاسبه و ارزیابی شد. طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگیرد کامل نیست (۲۵). جهت ارزیابی کمی دقت طبقه‌بندی از ضریب کاپا استفاده شد. ضریب کاپا، تکنیک چند متغیره گسسته‌ای است که معرف اختلاف بین توافق واقعی در داده‌های مرجع و یک طبقه‌بندی کننده خودکار و توافق احتمالی بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده تصادفی است که بر اساس رابطه ۲ تعریف می‌شود (۲۴).

$$\text{رابطه ۲} \quad \text{kappa} = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c} \times 100$$



شکل ۳- تفاضل نقشه پوشش گیاهی سال های ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Figure 3. Differencing vegetation cover Map Year 1989-2015



شکل ۲- تفاضل باند ۳ تصاویر سال ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Figure 2. Differencing 3-band satellite imagery Year 1989-2015

## روش تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی

سنجنده در دو مولفه اصلی قرار دارد. در نتیجه مولفه اول به عنوان بهترین ترکیب برای روش تفاضل مولفه اصلی در راستای آشکار-سازی تغییرات استفاده شد.

در این تحقیق مولفه های اصلی هر یک از تصاویر (PC)ها در محیط نرم افزار ENVI محاسبه و مقادیر آن در جدول ۲ ارائه شد (جدول ۲) با توجه به این که بیشترین اطلاعات در هر دو

## جدول ۲- ویژگی های آماری مولفه های اصلی تصاویر ۱۹۸۹ و ۲۰۱۵

Table 2. The statistical feature the main components satellite imagery of 1989-2015

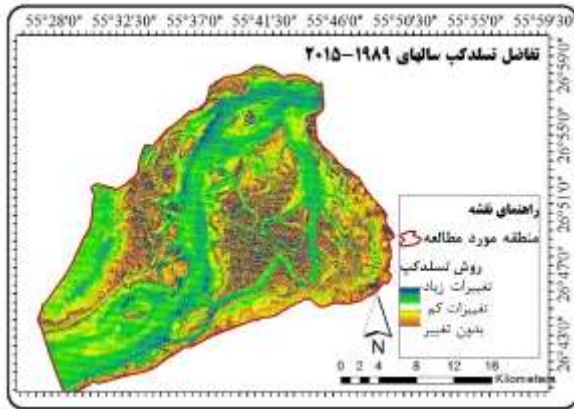
۲۰۱۵			۱۹۸۹			سال
انحراف معیار	حداکثر	حداقل	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	مولفه ها
۱۸۲۵۷/۵	-۴۶۲۱۵	- ۲۰۰۸۴/۲	۱۲۳/۹	۳۳۰/۳۶	-۱۳۰/۵	PCA1
۴۴۰۸/۸۲	۱۵۹۵۱	- ۸۶۲۷/ ۲	۵۰/۳۱	۸۸/۶۶	-۳۸ /۸۴	PCA2
۱۸۶۶/۹	۳۷۴۶	-۹۹۷۵	۱۷/۶۳	۵۸	-۴۷	PCA3
۷۸۲/۴	۳۷۹۰	-۵۳۰۵	۳۱/۱۱	۳۱	-۶۴/۸۹	PCA4
۷۳۸/۸	۳۱۵۹	-۳۷۸۳	۷/۷	۳۱	-۳۱	PCA5
۲۱۳/۵	۴۶۵۴	-۶۶۴۱	۱۹/۶	۲۲	-۳۸/۹۴	PCA6

## روش تفاضل تسلدکپ

در این تحقیق با استفاده از تکنیک تسلدکپ برای سال های ۱۹۸۹-۲۰۱۵ نقشه پوشش زمین بدست آمد سپس با استفاده از نمونه های آزمایشی و نقشه تغییرات تولید شده بهترین شاخص از شاخص های ذکر شده انتخاب شد و نقشه های تولید شده دوره های تحقیق از یکدیگر تفریق شدند. در این تحقیق شاخص سبزینگی دارای بیشترین اطلاعات از تغییرات بود لذا با تعیین آستانه مناسب بر روی نقشه تولید شده، نقشه پوشش جنگلی مانگرو بدست آمد (شکل ۵)

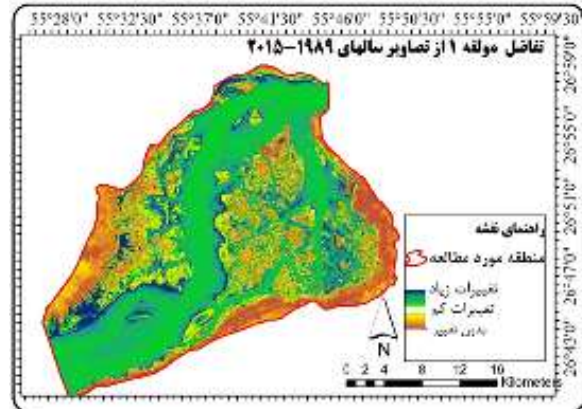
مزیت این روش این است که داده های اضافی موجود بین باندها را کاهش می دهد و با توجه به واریانس داده ها اطلاعات را دسته بندی می کند ولی نقشه تهیه شده از این روش نیازمند تعیین آستانه تغییرات می باشد (۲۲)(۲۶). در نهایت نقشه حاصل از تفاضل مولفه اول تصاویر سال ۱۹۸۹ و ۲۰۱۵ از همدیگر تفریق شده و با انتخاب آستانه مناسب با استفاده از نمودار واریانس اطلاعات تغییرات پوشش زمین مطابق شکل ۴ بدست آمد.





شکل ۵- تفاضل تصاویر سال های ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Figure 5. Differencing the images tasseled cap 1989-2015



شکل ۴- تفاضل مولفه اصلی تصاویر سال های ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Figure 4. Differencing Principle Component Analysis

### مقایسه پس از طبقه‌بندی

دسته‌بندی شده است. سپس نمونه‌های تعلیمی جهت طبقه‌بندی در نرم‌افزار ENVI با توجه به طول موج و ترکیب باندی مناسب، به دقت انتخاب شدند. سعی شده است برای هر کلاس حدود ۱ تا ۵ کیلومتر مربع به عنوان نمونه انتخاب شود. در ادامه تفکیک‌پذیری کلاس‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. تا صحت انتخاب نمونه‌های تعلیمی جهت طبقه‌بندی محرز شود (جدول ۳). برای ارزیابی تفکیک‌پذیری از شاخص واگرایی استفاده شده است.

آنچه که در این روش حایز اهمیت است، انتخاب نمونه‌های مناسب با تفکیک‌پذیری بالا در هر طبقه است که اگر این مهم رعایت شود، روش مقایسه پس از طبقه‌بندی روش مناسبی در تهیه نقشه پوشش زمین می‌باشد (۲۵). که در این تحقیق سعی شده است با استفاده از داده‌های کنترل و بازدیدهای میدانی و همچنین تفسیر تصاویر با تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا، نمونه‌های مناسبی جهت طبقه‌بندی انتخاب شود. در ادامه با استفاده از بازدیدهای میدانی و تصاویر ماهواره‌ای برای هر طبقه هفت محدوده متمایز، شناسایی و در ۷ کلاس مشخص

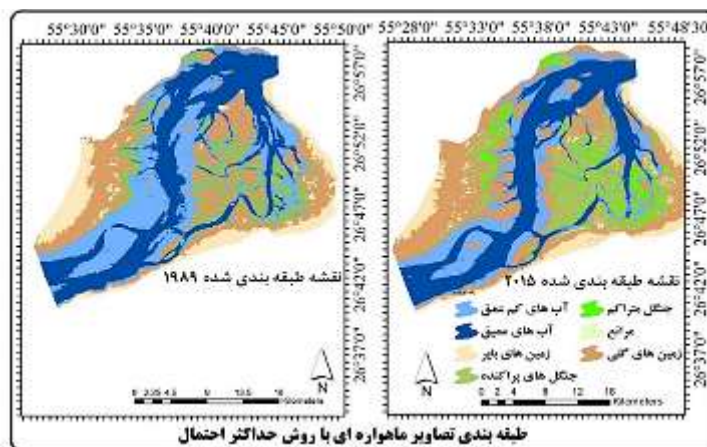
جدول ۳ - تفکیک‌پذیری نمونه‌های انتخابی از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Table 3. Resolution selective sample of satellite images Year 1989-2015

روشنی	متوسط تفکیک‌پذیری	حداقل تفکیک‌پذیری	حداکثر تفکیک‌پذیری
تصویر ۱۹۸۹	۱/۹۴۳۳۲	۱/۸۹۹۴۳	۲
تصویر ۲۰۱۵	۱/۹۹۹۶۷	۱/۹۸۹۷۷	۲

در ادامه با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده نقشه‌های پوشش زمین برای سال‌های ۱۹۸۹-۲۰۱۵ تهیه شد. جهت استانداردسازی و استخراج اطلاعات از این نقشه‌ها از فیلتر اکثریت استفاده شد و اطلاعات اصلی تصاویر ادغام و آماده تحلیل در قالب فایل برداری شد، سپس تغییرات پوشش اراضی و سطوح جنگلی مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۶). برای این منظور با استفاده از

محاسبات آماری تغییرات کاربری در محیط نرم‌افزاری ENVI(4.8)، مقادیر درصد نواحی کاربری اراضی تغییر یافته، محاسبه گردید. در این روش، تغییرات کاربری اراضی بر مبنای ماتریس، در قالب کلاس به کلاس بدست می‌آید. از طریق الگوریتم‌های جبر خطی<sup>۱</sup> و آمارپایه<sup>۲</sup> از قبیل تفاضل و درصد، اختلاف دو به دو کلاس‌ها را براساس پیکسل بیان می‌نماید (۲۵).



شکل ۶- نقشه پوشش زمین برای سال های ۱۹۸۹- ۲۰۱۵ با استفاده از روش حداکثر احتمال

Figure 6. Land cover map for the years 1989- 2015, using maximum likelihood method

که نشان دهنده رشد بالای درختان مانگرو در طی ۱۰ سال گذشته است.

همان طور که در جدول ۴ مشاهده می شود میزان جنگل های پراکنده در سال ۱۹۸۹، ۵۴/۴ کیلومتر مربع می باشد که نیمی از این مقدار در سال ۲۰۱۵ تبدیل به جنگل های متراکم شده است

جدول ۴- تغییرات رخ داده در خلال سال های ۱۹۸۹-۲۰۱۵

Table 4. Changes occurred during the years 1989-2015

شماره	نوع طبقه	سال ۱۹۸۹ KM <sup>2</sup>	سال ۲۰۱۵ KM <sup>2</sup>	نوع تغییر	مقدار تغییر
۱	جنگل متراکم	۰/۹۵۰۴	۳۸/۸۵۲	افزایشی	۳۷/۹۰۱
۲	جنگل پراکنده	۷۵/۱۴۲	۸۶/۲۳۰	افزایشی	۱۱/۰۸۷۷
۳	مراتع	۵/۸۲۱	۹/۲۸۲	افزایشی	۳/۴۶۱
۴	زمین های بایر	۸۰/۵۳۹	۵۵/۴۴۲	کاهشی	-۲۵/۰۹۶
۵	زمین های گلی	۱۸۵/۲۹	۲۳۰/۶۴۰	افزایشی	۴۵/۳۴۸
۶	آب های کم عمق	۱۸۹/۹۹	۱۳۰/۱۹۹	کاهشی	-۵۹/۷۹
۷	آب های عمیق	۲۰۳/۳۰۴	۱۹۰/۴۲	کاهشی	-۱۲/۸۷
	مجموع	۷۴۱/۰۴۳	۷۴۱/۰۴۳	-	-

PCA در تصاویر سال های ۱۹۸۹ و ۲۰۱۵، به عنوان مناسب ترین روش و روش تفاضل پوشش گیاهی نیز با توجه به عرصه های موجود در منطقه، در رتبه بعدی قرار گرفت. در روش مقایسه پس از طبقه بندی پس از کسب اطمینان از صحت طبقه بندی (تفکیک پذیری) دقت طبقه بندی سنجیده شد. بدین منظور از هر کلاس طبقه بندی شده، ۲۰ نمونه انتخاب و به عنوان نمونه معرف جهت ارزیابی دقت مورد استفاده قرار گرفت. همچنین از داده های واقعیت زمینی که از هر کلاس با دستگاه GPS و تصاویر با دقت بالا برداشته شده برای کنترل داده ها استفاده

ارزیابی دقت برای درک نتایج بدست آمده و به کاربردن این نتایج برای تصمیم گیری ضرورت دارد (۱۲). روش های پیش پردازش عموماً دارای خروجی دامنه ای و پیکسلی هستند و ماهیت تغییرات را نشان نمی دهند. لذا جهت ارزیابی دقت آنها از روش های بصری، استفاده از تصاویر ماهواره ای و همپوشانی تصاویر و با استفاده از نقطه های چک و نمونه های واقعیت زمینی امکان پذیر است. با بررسی های انجام شده مشخص شد روش تفاضل مولفه اصلی به دلیل استفاده از مقادیر باندهایی که بیشترین اطلاعات از تغییرات را ارائه می دهند و به خصوص

استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بایستی میزان ضریب کاپا بیش از ۰.۸۵ باشد (۲۴). در نتیجه بر اساس محاسبات انجام شده روش حداکثر احتمال روش مناسبی برای طبقه‌بندی اراضی به خصوص اراضی جنگلی و ساحلی می‌باشد.

شده است. طبق محاسبات انجام شده (جدول ۵)، روش حداکثر احتمال با دقت ۰.۹۸/۳۲ و ضریب کاپا ۰.۹۷۸۱، بهترین روش در طبقه‌بندی اراضی و روش ماشین بردار پشتیبان با دقت کلی ۰.۹۲/۴۵ و ضریب کاپا ۰.۹۰۱ و روش حداقل فاصله با دقت کلی ۰.۶۵/۵۹ و ضریب کاپا ۰.۵۷۶ در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. با توجه به این‌که در تهیه نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی

#### جدول ۵- ارزیابی دقت روش‌های مورد استفاده در تحقیق

Table 5- Evaluate the accuracy of methods used in the research

روش	ضریب کاپا	دقت کلی	دقت کاربر
حداکثر احتمال	۰.۹۷۸	۰.۹۸/۳۲	۷/۵۲۱
حداقل فاصله	۰.۵۷۶	۰.۶۵/۵۹	۵۴/۴۴
ماشین بردار پشتیبان	۰.۹۰۱	۰.۹۲/۴۵	۳۱/۲۰۶

این تغییرات بر تمامی ابعاد فضای جغرافیایی منطقه تاثیرگذار است. در این تحقیق با استفاده از روش‌های کاربردی آشکارسازی تغییرات که هر کدام از آن‌ها با دسته‌ای از اطلاعات و با الگوریتم‌های خاصی اجرا می‌شد سطوح جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت شده خورخوران بندرعباس تعیین سطح و تغییرات رخ داده در طول ۲۶ سال دوره تحقیق مورد پایش و ارزیابی قرار گرفت. طبق بررسی‌ها از بین روش‌های پیش‌پردازش تصاویر چندزمانه روش تفاضل مولفه‌های اصلی و تفاضل پوشش گیاهی با به عنوان بهترین روش‌ها برای پایش تغییرات کاهش و افزایش محیط می‌باشند. همچنین پس از اعمال روش مقایسه پس از طبقه‌بندی مشخص شد الگوریتم حداکثر احتمال با دقت کلی ۰.۹۷۸۱ و ضریب کاپا ۰.۹۸/۳۲، بیش‌ترین دقت و روش حداقل فاصله با دقت کلی ۰.۵۷۶ و ضریب کاپا ۰.۶۵/۵۹ کم‌ترین دقت را در طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر ماهواره‌ای دارند. از سوی دیگر روش مقایسه پس از طبقه‌بندی به دلیل این‌که جهت و نوع تغییرات را نشان می‌دهد روش مناسبی برای آشکارسازی است. آرخی و نیازی، (۲۱) ۱۳۸۹، مهدوی و همکاران (۱۹) ۱۳۹۳ و نیازی و همکاران (۲۷) ۱۳۹۲ نیز روش‌های تفاضل پوشش گیاهی و تحلیل مولفه‌های اصلی، را به عنوان روش‌های مناسب در آشکارسازی تغییرات اراضی ارزیابی نموده‌اند. با اعمال روش‌های مذکور مشخص شد زمین‌های گلی (Spit) منطقه در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۱۸۵/۲۹ کیلومتر مربع

پس از احراز صحت نتایج تحقیق تغییرات رخ داده در منطقه تعیین و عوامل موثر در این تغییرات مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت. طبق بررسی‌های انجام شده، زمین‌های گلی (Spit) در سال ۱۳۸۹ بالغ بر ۱۸۵/۲۹ کیلومتر مربع بوده که این میزان در سال ۲۰۱۵ به ۲۳۰/۶۴ کیلومتر مربع رسیده است. از مهم‌ترین عوامل موثر در افزایش سطح جنگل‌های مانگرو در منطقه حفاظت‌شده خورخوران عبارتند از: افزایش دمای آب اقیانوس‌ها در دهه‌های گذشته باعث رشد و توسعه جنگل‌های مانگرو در جنوب و جنوب غرب آسیا شده است. بالاترین میزان جذرو مد در سواحل جنوبی کشور به میزان ۱/۷۵ تا دو متر در منطقه مورد مطالعه می‌باشد، که این دامنه جذر و مد بالا باعث رشد چشمگیر جنگل‌های مانگرو منطقه در قیاس با سایر عرصه‌های جنگلی سواحل جنوب شده است. بالا آمدگی منطقه تحت تاثیر پدیده دیابیرسم در زاگرس جنوب شرق که باعث کاهش شیب در سواحل منطقه خورخوران شده است. همچنین رسوب بسیار زیاد رودخانه‌های منتهی به تنگه هرمز از جمله رودخانه‌های شور، مهران، جلابی با حوضه‌های آبریز باعث ایجاد جلگه‌های کم شیب و توسعه جنگل‌های مانگرو می‌شوند.

#### نتیجه گیری

محیط‌های ساحلی از پیچیده‌ترین و حساس‌ترین محیط‌های کره زمین محسوب می‌شود که دائماً در حال تغییر هستند و

- presented at the IEEE international geoscience and remote sensing symposium, IGARSS, 22–27 July, Munich, Germany.
3. Rodringuez, W and Feller, I.C, (2004). Mangrove landscape characterization and change in Twin Cays, belize using aerial photography and IKONOS satellite data .Atoll research Bulletin.no. 513.National Museum of National History. U.S
  4. Ahmed, E.A and Abdel-Hamid, K.A. (2007). Zonation Pattern of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* along the Red Sea Coast, Egypt. *World Applied Sciences Journal* 2 (4): 283-288.
  5. Pillay, T. (2004). *Aquaculture and the environment* Blackwell publishing . second edition .pp31-38.
  6. FAO. (2003). *State of the Worlds Forest (SOFO). Part 1: The situation and developments in the forest sector.* 2003. available online.
  7. De Boer W.F., (2002). The rise and fall of the mangrove forests in Maputo Bay, Mozambique. *Wetlands Ecology and Management*. Volume 10, Number 4.
  8. Singh. H. (2003). Vulnerability and adaptability of Tidal forests in response to climate change in India. *Indian forester* vol. 129, no6, pp. 749-756.
  9. Danekar, A. (2006). Identification and mapping of sensitive areas of the coastal province of Sistan-Baluchestan. Department of Environmental Protection, Pages: 258. (In Persian)
  10. Tahir M Ekwil, Tahir h. (2013). Evaluation of land use/land cover changes in Mekelle City, Ethiopia using Remote Sensing and GIS. *journal of Computational Ecology and Software*, 2013, 3(1): 9-16.
- بوده که این میزان در سال ۲۰۱۵ به ۲۳۰/۶۴ کیلومتر مربع رسیده است. همچنین با توجه نتایج تحقیق مشخص شد سطح جنگل های مانگرو اعم از جنگل های متراکم و پراکنده ۱۲۵/۰۸ می باشد که ۴۸/۹ کیلومتر مربع از آن در ۲۶ سال گذشته به سطح جنگل های مانگرو افزوده شده است. اگر چه در برخی نقاط میزان تخریب این جنگل های ارزش مند افزایش یافته است ولی طبق مطالعات انجام شده سطح جنگل های مانگرو منطقه در حال افزایش است. نتایج این تحقیق با تحقیقات ارزش مند محققانی چون اعتمادی ۱۳۹۳ و جعفرنیا ۱۳۹۵ در مورد افزایش سطح جنگل های مانگرو همخوانی دارد. شیب کم جلگه ساحلی، افزایش رسوبات در محل دلتای رودخانه مهران، بالابودن دامنه جذرو مد در این منطقه و بالا آمدن سطح اساس خلیج فارس به تبعیت از دریای عمان باعث پیشروی شدید آب ها به محدوده وسیعی از سواحل منطقه ، زمینه را برای رشد و توسعه جنگل های مانگرو فراهم نموده است، لذا هرگونه طرح تاسیساتی و زیربنایی باید با رعایت ملاحظات زیست محیطی و اکولوژیکی باشد. در نتیجه پیشنهاد می شود طرح ریزی و انجام پروژه های عمرانی و تاسیسات زیربنایی مانند احداث مجتمع های پرورش میگو در محل دلتا ها و همچنین احداث پل و جاده ارتباطی بندعباس و جزیره قشم باید با رعایت اصول هیدرودینامیکی و ژئومورفولوژیکی تنگه هرمز و گذرگاه آبی منطقه باشد تا کمترین تاثیر را در رشد و نمو جنگل های مانگرو منطقه بگذارد. مدیران و متولیان امر جنگل داری و حفاظت نیز با تعیین عوامل اصلی و منطقه ای کاهش و یا افزایش جنگل های مانگرو، نرخ تغییراتشان را تحت کنترل داشته باشند تا به موقع تمهیدات لازم در زمینه کاهش بهره برداری از جنگل ها و ایجاد جنگل های مصنوعی مانگرو اتخاذ نمایند.

#### Reference

1. Singh. A. (1989). Digital change detection thechniqcs using remotely sensed data *International Journal of Remote Sensing*, 10: 989-1003.
2. Feizizadeh, B. and Blaschke, T. (2012). Thermal remote sensing for examining the relationship between urban land surface temperature and land use land cover in Tabriz city, Iran. *Paper*

- satellite images of ETM for 2001. *Journal of Science Technology and Environment* No. 3 Pages 56-47. (In Persian)
18. Etemadi H. (2014). Estimation and prediction of the effects of climate change on Mangrove forests of southern Iran: Case study of Jashk mangrove protected area, PhD thesis of forest and forestry at Tarbiat Modares University - Faculty of Natural Resources. Supervisor: Mohammad Sharifi Kia, Pages 154. (In Persian)
  19. Mahdavi, A., Fathizad, H., Shetaie, Sh., (2014). Evaluation and analysis of different changes detection methods of land use/vegetation cover (case Study: Forest protected area of Manesht, Ilam). *Journal of wood and forest science and technology* Volume 21, Issue 4, Winter 2015, Page 1-210. (In Persian)
  20. Jafarnia, S., Oladi, J., Hoojati, S., Mir Akhor Loo, K. (2016). Status and change detection of Mangrove forest in Qeshm Island using satellite imagery from 1988 to 2008. *Journal of Environmental Science and Technology*, 18(1), 177-191.(In Persian)
  21. Arekhi, S. Niazi, Y. (2010). Assessment of remote sensing methods for monitoring land use changes (Dareshahr of Ilam), *Journal of Scientific & Research of desert grassland and Iran* No 1 - Pages: 74-93(In Persian)
  22. Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25, 2365–2407.
  23. Lyon, J.G., Yuan, D., Lunetta, R.S. and Elvidge, C.D., (1998). A change
  11. Fromard F Vega C. Proisy C. (2004), half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys *Marine Geology* 208 . 265–280
  12. Plieninger T (2012). Monitoring directions and rates of change in trees outside forests through multi temporal analysis of map sequences, *Applied Geography* 32 (2012) 566e576.
  13. Senga Hidayat O. Kihupi N. I Evaristo L. (2014). land cover changes along the coastal marine ecosystems of zanzibar *Journal of Asian Scientific Research*, 4(2): 83-98.
  14. Masood, H., Afsar, S., Zamir, U. B., & Kazmi, J. H. (2015). Application of comparative remote sensing techniques for monitoring mangroves in Indus Delta, Sindh, Pakistan. In *Biological Forum* (Vol. 7, No. 1, p. 783). Research Trend.
  15. Arekhi, S. Adieb nejad, M. (2011). Evaluate the efficiency of SVM algorithm for land use classification using Landsat ETM + satellite data (Case Study: Ilam dam basin) *Journal of Scientific & Research of desert grassland and Iran*, No 3 - Pages: 420 - 440. (In Persian)
  16. Amiri, S.N., Sajadi, J. Sadough Vanini, S.H. (2011). Application of Vegetation Indices Derived from IRS Data for Detecting the Avicennia Forest Area Near the South Pars Oil Apparatus., *Environmental sciences* vol.8, N.1, Autumn ,69-84. (In Persian)
  17. Mahini, A., Naderali, A., Fegghi, J., RIAZI, B., (2012). Classification of forest areas in Golestan province maximum likelihood method using

- land use change maps from satellite imagery (of the north and northwest of Mashhad), MS Thease, Department of Natural Resources in Tarbiat Modares University. Iran (In Persian)
27. Niazi, Y., Ekhtesasi, M, R., Malkinejad, H., Hossaini, Z., MorshedI, J., (2010). Comparison of maximum likelihood classification and artificial neural network in land-use mapping (Case Study: Ilam dam basin), Journal of Geography and Development, No. 20, Pages 119-132. (In Persian)
- detection experiment using vegetation indices. Photogrammetric Engineering and remote sensing 64 143-150.
24. Lillesand, T.M., and Kiefer, R.W, (2001). Remote Sensing and Image Interpretation, 4th ed, John Wiley and Sons, inc. USA, 2001, ISBN: 0471255157, 205p
25. Akbari, E., shekari, A., (2013). Processing and extracting information from satellite data using ENVI software press mahvare pages., 234. (In Persian)
26. Lashkari, M. (1998). Using the index of probability and fuzzy logic in the urban