

بررسی و ارزیابی روند تغییرات سطوح جنگل های حراء (مانگرو) با استفاده از تکنیک های سنجش از دور (نمونه موردی: بندرعباس)

محمدعلی زنگنه اسدی^۱ ابراهیم تقوی مقدم^{۲*} الهه اکبری^۳

تاریخ دریافت: ۹۵-۷-۳ تاریخ پذیرش: ۹۵-۱۲-۸

چکیده

آگاهی از تغییر و تحولات اولین و مهم ترین اقدام برنامه ریزان و متولیان محیط طبیعی و انسانی می باشد. استفاده از تصاویر ماهواره ای و تکنیک های پردازش آن ها، ابزار بسیار دقیقی برای پیمایش و ارزیابی تغییرات سطوح جنگلی محسوب می شود. این تحقیق با هدف بررسی و ارزیابی روند تغییرات سطوح جنگل های حراء بندرعباس با استفاده از تکنیک های سنجش از دور می باشد. جهت نیل به این هدف از اطلاعات و نقشه های توپوگرافی، تصاویر ماهواره ای سال های ۱۹۸۹-۲۰۰۵-۲۰۱۵ منطقه و الگوریتم های حداکثر احتمال (MLC)، حداقل فاصله (MD) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) استفاده شده است. نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۹۸/۳۲٪ و ضریب کاپا ۰/۹۷۸ نسبت به روش ماشین بردار پشتیبان و حداقل فاصله روش دقیق تری در تهیه نقشه تغییرات پوشش زمین و روندیابی تغییرات جنگلی می باشد. همچنین نتایج نشان می دهد مجموع سطوح جنگل های حراء در منطقه مزبور در سال ۱۹۸۹، ۷۶/۰۹ کیلومتر مربع بوده است که این رقم در سال ۲۰۰۵، به ۷۴/۹۶۱ کیلومتر مربع کاهش یافته سپس با سیر صعودی به ۱۲۵/۰۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. این تغییرات چشمگیر بر اثر تحولات بیولوژیکی و هیدرودینامیک در اکوسیستم طبیعی سواحل منطقه و به خصوص تنگه هرمز می باشد به نحوی که باعث گسترش جنگل های حراء در منطقه شده است. با این وجود اتخاذ هرگونه طرح های بهره برداری از این جنگل ها، احداث تاسیساتی ساحلی و یا اقدامات حفاظتی در منطقه باید براساس روند کاهش و یا افزایش بیولوژیکی جنگل های حراء منطقه باشد.

کلمات کلیدی: الگوریتم، بندرعباس، جنگل های حراء، حداکثر احتمال، ماشین بردار پشتیبان

^۱ دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

^{۲*} دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری سبزوار، ایران Email: e.taghavi@hsu.ac.ir

^۳ عضو هیات علمی دانشگاه حکیم سبزواری و دانشجوی دکترا سنجش از دور دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

آبزی پروری، صنایع چوب، فعالیت‌های مرتبط با معدن، احداث سد بر روی رودخانه‌ها و توسعه توریسم بر اکوسیستم جنگل‌های حراء موثر و زمینه را برای تخریب این جنگل‌های باارزش فراهم می‌کند (۲۵). تغییر در فاکتورهایی نظیر دمای هوا، یخبندان، بارندگی، مانسون، طوفان، رسوبگذاری و شوری که به طور مستقیم میزان رشد و نمو درختان حراء را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۳۶). علاوه بر این نفوذ آب شور از طریق کانال‌های جذر و مدی به تالاب‌های شیرین، افزایش در دمای دریا و هوا و تغییر در رسوب‌گذاری می‌تواند بیان‌کننده رشد مانگروها نسبت به توزیع نرمالشان باشد (۹). زمین‌های گلی و ماسه‌های ساحلی در مناطق نیمه‌حاره به عنوان سدی در برابر بالا آمدن سطح آب دریاها عمل کرده و فرصت مناسبی را برای انطباق و سازگاری گونه‌های مانگرو مهیا سازد. در مانگرو-های مصبی، تقابل رسوبگذاری و حرکات تکتونیکی باعث کاهش عمق نوار ساحلی شده و زمینه را برای استقرار رشد مانگروها مساعد می‌سازد (۳۴). علاوه بر این انجام پروژه‌های احیاء و استقرار مجدد مانگروها در برخی از مناطق جهان موجب افزایش وسعت این جنگل‌ها شده- است (۳). اکوسیستم‌های مانگرو در ایران به واسطه دارا بودن منابع حساس بیولوژیکی، اهمیت زیستگاهی و پرورشگاهی، غذای جانداران و وجود گونه‌های در معرض خطر و کمیاب، حساسیت به آلاینده‌ها، کندی ترمیم و مشکلات ناشی از پاکسازی آلاینده‌ها در ردیف یکی از مهم‌ترین مناطق حساس دریایی ایران قرار دارند (۸). داده‌های ماهواره‌ای با ویژگی-

تغییر یکی از ویژگی‌های طبیعی اکوسیستم‌ها در سطح زمین و واکنشی از سوی اجزاء یک اکوسیستم جهت سازگاری با الگوهای اقلیمی و فضایی چون وقایع تکتونیکی و گردش عمومی جریان‌های اقلیمی و اقیانوسی می‌باشد (۲). همه اکوسیستم‌ها به‌خصوص اکوسیستم‌های ساحلی تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسانی قرار گرفته و از نظر ابعاد، شدت و روند تغییرات متفاوت هستند و تاثیر بسزایی در معیشت انسان دارند (۲۴). تغییرات پوشش اراضی، توسعه مناطق شهری و کشاورزی و جنگل‌زدایی باعث تغییر رژیم اقلیمی منطقه می‌شود (۱۲). مانگروها گیاهان چوبی هستند که در حد فاصل خشکی و دریا در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری زیست می‌کنند و فواید اکولوژیک بی‌شماری دارند بطوریکه سیستم ریشه‌ای 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 (۳۲). علاوه بر اهمیت بوم‌شناختی، متعدد این منابع جنگلی، فواید اقتصادی فراوانی در سطوح مختلف جامعه جهانی، منطقه‌ای و به-خصوص محلی برای آنها متصور است، به همین دلیل جوامع علمی سعی در شناخت ماهیت و کاربرد آنها دارند (۱). نقش عامل انسانی در بهره-برداری و تخریب تالاب‌های حراء در نواحی گرمسیری بسیار افزایش داشته است (۲۷). هرچند در مناطقی مانند سواحل بنگلادش، جنوب استرالیا و غرب هند افزایش سطح جنگل‌های حراء گزارش شده است (۱۱) (۹) (۳۴). عوامل متعددی چون توسعه شهری،

را با وسعت ۱۷۷۸ کیلومتر مربع به کمک داده- های TM و ETM مورد ارزیابی قرار داد (۱۹). پلنینجر^۴ (۲۰۱۴) با استفاده از عکس های هوایی و نقشه های کاربری ۱:۲۰۰۰۰ مربوط به سال- های ۱۹۰۱-۲۰۰۹ به بررسی تغییرات دو ناحیه جنگلی در شمال آلمان پرداخته است و تغییر کاربری جنگل ها به کاربری مرتع، صنعتی و مسکونی را به عنوان مهمترین تغییر در منطقه معرفی می کند (۲۸). باگاوات^۵ (۲۰۱۳)، تغییرات کاربری اراضی محدوده متروپلیتن Katmando نپال را با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه مورد بررسی قرار داده است (۷). سنگا^۶ و همکاران (۲۰۱۴)، تغییرات پوشش زمین جنگل های مانگرو منطقه ساحلی زنجبار در کشور تانزانیا را با استفاده از تصاویر ماهواره ای ۲۰۰۰-۲۰۱۱ ماهواره لندست مورد بررسی قرار داده و تغییر کاربری عرصه های جنگل مانگرو را به کشت برنج از ۲۶۲ هزار هکتار در سال ۲۰۰۱ به ۸۶ هزار در سال ۲۰۱۱ می داند (۳۳). هینا^۷ و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از تکنیک های سنجش از دور چون طبقه بندی نظارت شده به پایش تغییرات مانگروه های دلتای رودخانه سند در پاکستان پرداخته و روند گسترش جنگل های مانگرو را در راستای افزایش رسوبات دلتای رودخانه معرفی کرده است (۱۴). در زمینه آشکارسازی تغییرات در ایران ماهینی و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی چالوس رود پرداخته و با مدلسازی

هایی چون سطح پوشش وسیع، پوشش تکراری و دارا بودن توان طیفی و مکانی مناسب، امکانات مناسبی را به منظور پایش تغییرات جنگل ها فراهم ساخته اند (۲۲) (۳۳). طبقه بندی تصاویر ماهواره ای یکی از مهمترین مراحل در استخراج اطلاعات از تصاویر رقومی ماهواره ای می باشد که دستیابی به دقت های متفاوت را امکان پذیر می نماید. با توجه به اهمیت این موضوع، محققین برای دستیابی به تغییرات کاربری اراضی از روش های مختلف طبقه بندی آماری استفاده نموده اند و تحقیقات گسترده ای در مورد نحوه عملکرد و اصول تئوری روش های طبقه بندی صورت گرفته است. در بین روش های طبقه بندی تصاویر ماهواره ای، روش طبقه بندی ماشین بردار پشتیبان^۱، یکی از مهمترین روش های طبقه بندی نظارت شده بر اساس نمونه های تعلیمی است (۱۷). اکثر محققین از جمله آرخی و نیازی (۲۰۰۹) (۶)، ربیعی و همکاران (۲۰۰۵) (۲۹)، ماهینی و همکاران (۲۰۱۲) (۲۰) و نیازی و همکاران (۲۰۱۰) (۲۳) روش حداکثر احتمال را روش دقیقی نسبت به سایر روش ها می دانند. از جمله مطالعاتی که در سطح بین المللی شده است عبارتند از: هورکام^۲ و همکاران (۲۰۰۳) در منطقه RANDOMA در جنوب غربی برزیل تغییرات جنگل های آمزون را با کمک داده های تصاویر AVHRR و LANDSAT ، NOVAA مورد ارزیابی قرار دادند (۱۶). لوسیانا^۳ و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه ای در ترکیه تغییرات جنگل ها

⁴ Plieninger

⁵ Bhagawat

⁶ Senga

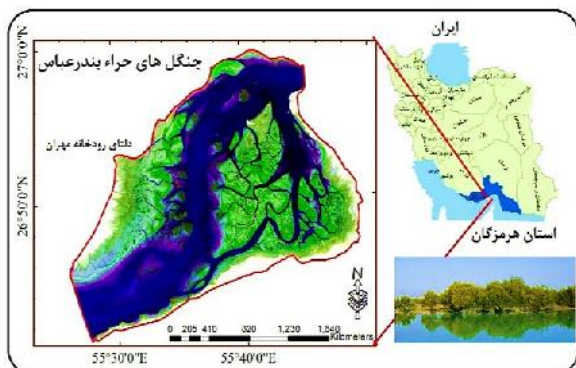
⁷ Hina

¹ Support MachinVector

² Hurcom

³ Luciana

شده است (شکل ۱). مناطق روستایی پهل، پیرجزیره، تشتقان بالا و پایین و شهر بندر خمیر در مرز شمالی منطقه، لافت کهنه، بندر لافت، کورزین در حاشیه شرقی، خورخوران، سهیلی، طبل، دوربنی و گوران در حاشیه جنوبی آن قرار دارد. این منطقه نخست در سال ۱۳۵۱ با وسعتی معادل ۸۲۳۶۰ هکتار با نام منطقه حفاظت شده حرا تحت حفاظت قرار گرفت، سپس با افزایش سطح آن به ۸۵۶۸۶ هکتار در سال ۱۳۵۴ عنوان پارک ملی را به خود اختصاص داد. این منطقه اکنون با نام منطقه حفاظت شده حرا تحت مدیریت اداره کل محیط زیست استان هرمزگان حفاظت می‌شود (۸). براساس اطلاعات حاصل از سه ایستگاه سینوپتیک بندرعباس، بندر لنگه و جزیره قشم منطقه در طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن دارای اقلیم خشک می‌باشد. میانگین دمای سالیانه بین ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد است. محدوده مورد مطالعه از نظر زمین‌ساخت جزء زاگرس چین-خورده بوده و از نظر تکتونیکی در طی دوران-های زمین‌شناسی عملکرد پلیت عربی در آن بی‌تأثیر نبوده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه

تغییرات با مدل مارکوف به پیش‌بینی تغییرات اقدام نموده‌است (۲۱). نیازی و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی نقشه کاربری اراضی حوضه سد ایلام را تهیه و روش شبکه عصبی را نسبت به روش حداکثر احتمال روش دقیق‌تری می‌داند (۲۳). امیری و همکاران (۲۰۱۱) 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 (۴). ماهینی و همکاران (۲۰۱۲) 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 می‌داند (۲۰).

این مطالعه به منظور پایش تغییرات وسعت و تراکم جنگل‌های مانگرو بخش شمالی جزیره قشم و سواحل بندرلنگه به انجام رسیده است. این منطقه جزء تالاب بین‌المللی خورخوران و از ذخایر ملی کشور محسوب می‌شود که دارای ارزش‌های اکولوژیکی منحصر به فردی است. توده‌های مانگرو این تالاب تنها از یک گونه به نام *Avicennia marina*^۱ تشکیل شده است (۸).

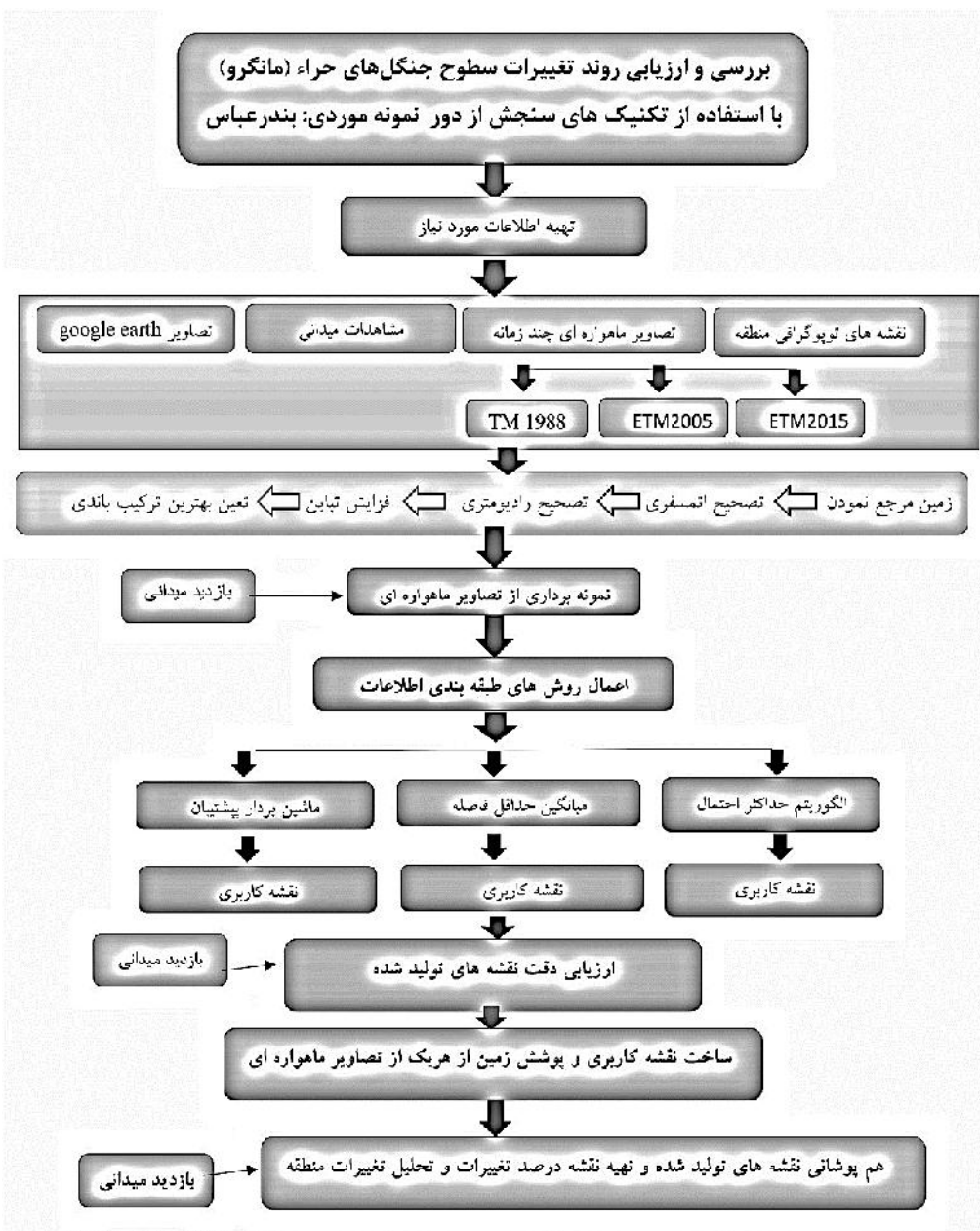
مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه بین نوار شمالی ساحل جزیره قشم و حاشیه جنوبی ساحل اصلی کشور، در تنگه خوران بین $26^{\circ}44'$ تا $26^{\circ}58'$ عرض شمالی و $55^{\circ}31'$ تا $55^{\circ}48'$ طول شرقی واقع

^۱ *Avicennia marina*

روش تحقیق
 در این تحقیق پس از انتخاب منطقه و طراحی چارچوب تحقیق (شکل ۲) در جهت آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش زمین در منطقه حفاظت شده خورخوران از نقشه های توپوگرافی شیت 2.5.6 NG-40 مربوط به نقشه بندرعباس و بندرلنگه و جزیره قشم استفاده شد.



شکل ۲- چارت مراحل تحقیق

همچنین تصاویر ماهواره ای موجود در سازمان فضایی ایران با مشخصات مندرج در جدول یک فراهم شد و در نرم افزارهای Geomatica نسخه ۲۰۱۲ و ENVI نسخه ۴/۷ و Arc.GIS نسخه ۱۰/۳ با توجه 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

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 متغیر است (۳۰).

در کمربند همگرایی قاره‌ای واقع شده است محدودیت فصلی و تغییرات ماهانه آن ناچیز و قابل چشم‌پوشی است (۳۹) با این حال سعی شده است تمامی تصاویر منتخب از پنج ماه اول سال باشد. قبل از انجام هرگونه پردازش بصری و رقومی تصاویر ماهواره‌ای باید اقدام به شناسایی

جدول ۱ - مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق

ردیف	گذر	باند	تاریخ تصویر برداری شمسی	تاریخ تصویر برداری میلادی	سنجنده	تصویر
۳۵	۱۶۰	۷ و ۵-۱	۱۳۶۸/۰۲/۳۱	۱۹۸۹/۵/۲۱	L4-TM	LANDSAT توالی زمانی: ۱۶ روز و پهنای تصویر برداری ۱۸۰ کیلومتر
۳۵	۱۶۰	۷ و ۵-۱	۱۳۸۴/۱/۲۷	۲۰۰۵/۴/۱۵	L7-ETM+	
۳۵	۱۶۰	۷-۱	۱۳۹۳/۱۲/۲۳	۲۰۱۵/۰۳/۱۴	L8OLI_TIRS	

کاهش خطاهای اتمسفری و رادیومتریکی این تصاویر با روش کاهش تیرگی (کاهش تاثیر طول موج بلند در تصاویر) و سطح مسطح (نرمال نمودن تصاویر بر مبنای ارتفاع) تصحیح شدند و در نهایت محدوده تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای جداسازی شد. به منظور افزایش تباین و وضوح بیشتر با استفاده روش Brovey^{۱۲} و باند هشت (پانکروماتیک) تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ عملیات فیوژن اجراشد (۱۰). برای تصاویر سنجنده TM نیز از روش بهبود کنتراست و هیستوگرام پیکسل‌ها استفاده شد. در این تحقیق ابتدا به صورت کلی تغییرات حادث شده در سه دوره زمانی به صورت بصری تعیین و مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از ترکیب باندها به صورت ترکیب باند کاذب (FCC) و واقعی تکنیک‌های بارز-سازی تصاویر از جمله بارزساز لینیر و گوسین برای وضوح بیشتر و همچنین روش تفاضل باند-

پیش‌پردازش تصاویر در این تحقیق طی دو مرحله انجام شده است عموماً به دلیل حرکت ماهواره و زمین در هنگام تصویربرداری خطا-هایی بر روی تصویر انجام می‌شود. این خطاها شامل جابه‌جایی، اعوجاج، چرخش و غیره می-باشد که این اشتباهات با استفاده از نقشه و یا برداشت میدانی مختصات با GPS و به طور کلی تصحیح هندسی تصویر انجام می‌شود. در این تحقیق ابتدا با توجه به نقشه‌های توپوگرافی، بازدیدهای میدانی تصاویر ماهواره‌ای نقاط مشخصی انتخاب و مختصات آن بوسیله دستگاه GPS با دقت $\pm 1/5$ متر برداشت شده و به عنوان نقاط کنترل زمینی (GCP) جهت تصحیح هندسی به کار برده شد. با استفاده از ۱۵ نقطه کنترل و با خطای $RMSE = 0.02$ با استفاده از روش نزدیک‌ترین همسایه 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

¹² Color Normalized in ENVY

موجود در منطقه تعیین و در هفت طبقه جنگل های متراکم، جنگل های پراکنده، مراتع، زمین های گلی، زمین های بایر، آبراهه های کم- عمق و آبراهه های عمیق طبقه بندی شد (جدول ۲).

های مشابه برای مشاهده تغییرات کلی استفاده شد. سپس به طبقه بندی اراضی منطقه اقدام شد. قبل از انجام طبقه بندی باید از یک الگوی استاندارد استفاده کرد تا بتوان بر اساس آن به نمونه گیری از نمونه های زمینی پرداخت (۳۰). الگوی استاندارد بر اساس عوارض و پهنه های

جدول ۲ - طبقه بندی اراضی موجود در منطقه

شماره	نوع طبقه	ویژگی ها	مساحت نمونه تعلیمی به متر
۱	جنگل متراکم	پوشش جنگل های حراء متراکم در دهانه خورها و با سن تقریبی بالای ۵ سال	۳۴۲
۲	جنگل پراکنده	جنگل های حراء نیمه متراکم و پراکنده با سن تقریبی ۱-۵ سال	۵۳۶
۳	مراتع	بوته زارها، گیاهان نمک دوست و جلبک ها	۹۳۲
۴	زمین های بایر	زمین های لخت بدون پوشش گیاهی و نمک زارها	۱۵۵۲
۵	زمین های گلی	زمین های مرطوب تحت تاثیر جذرو مد و زمین های با سطح آب زیرزمینی بالا	۸۹۵
۶	آب های کم عمق	آب های با عمق تقریبی کمتر از ده متر	۱۱۴۳
۷	آب های عمیق	آب هایی با عمق ده متر و بیشتر	۱۳۷۴

پرداخته شد، همچنین با استفاده از تحلیل های پیکسل پایه سعی شد پدیده ها از یکدیگر کاملاً تفکیک شوند. با استفاده از ارزش عددی پیکسل ها می توان پدیده های متناظر را شناسایی و مورد ارزیابی قرار داد (۲۱). و در نهایت مناسب ترین ترکیب باندهای تصاویر ماهواره ای جهت هرگونه آستانه گذاری معرفی شود.

برای پردازش اولیه تصاویر ماهواره ای و همچنین شناسایی پدیده ها ابتدا انحراف معیار باندهای اصلی تصویر ماهواره ای محاسبه شد، سپس همبستگی بین ترکیب باندهای گوناگون محاسبه شد سپس با استفاده از شاخص مطلوبیت یک ترکیب باندهای ۳ تایی مناسب برای کشف پدیده ها و عوارض در تصاویر ماهواره ای تعیین سپس با ترسیم منحنی رفتار طیفی درصد پراکندگی اطلاعات در هر یک از باندها مشخص و آستانه های مناسب و ایده آل برای هر

سپس نمونه های تعلیمی مورد نیاز مدل جهت نمونه گیری از پهنه های موجود در مساحت یاد شده در جدول ۲ استخراج و پردازش شد. در ادامه نقشه طبقه بندی شده با هر کدام از روش های حداکثر احتمال، حداقل فاصله و ماشین بردار پشتیبان تهیه شد. و در نهایت با تعیین نقاط چک دقت هر کدام از روش ها مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس با استفاده از بهترین روش تعیین شده نقشه پوشش و سطوح جنگلی منطقه تهیه و تغییرات رخ داده مورد تحلیل و ارزیابی قرار گرفت.

پردازش بصری تصاویر ماهواره ای

مهم ترین مرحله در استخراج اطلاعات تغییرات از یک منطقه انتخاب پهنه نمونه ها جهت طبقه بندی می باشد. لذا در این تحقیق ابتدا با استفاده از تصاویر Google Earth و باز دیدهای میدانی به شناسایی عوارض زمین در منطقه

عرصه تعیین شد (شکل ۲).

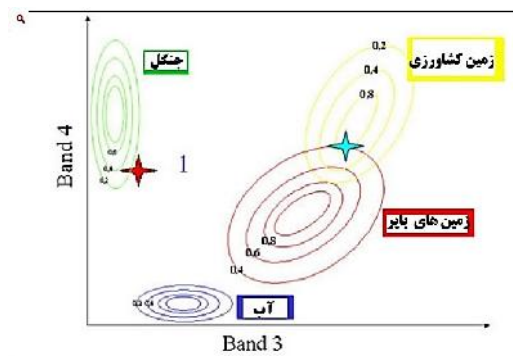
الگوریتم حداکثر احتمال

روش حداکثر احتمال (بیش‌ترین شباهت) از شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین روش‌های طبقه‌بندی اطلاعات در زمره روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده می‌باشد. در این روش احتمال اینکه یک پیکسل به تمامی کلاس‌ها تعلق داشته باشد محاسبه شده و به کلاس با بیش‌ترین احتمال تعلق می‌گیرد. به این منظور فرض بر این گذاشته می‌شود که داده‌ها با توزیع نرمال برازش دارند (۳۱). در حقیقت نمونه‌های تعلیمی باید معرف آن کلاس باشند. در نتیجه باید نقاط تعلیمی به تعدادی باشد که خصوصیات نمونه‌ها در آن به صورت دقیق و کامل آورده شده باشد (۳۷) طبقه‌بندی در این روش بر اساس شکل زیر انجام می‌شود (۳۱)

است که پس از تعیین مقادیر میانگین طیفی در هر باند، با مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه‌های تعلیمی هر طبقه به خود اختصاص داده، فاصله هر پیکسل طبقه‌بندی نشده با پیکسل‌های میانگین مقایسه شده و سپس پیکسل مورد نظر به کلاسی اختصاص داده می‌شود که کم‌ترین فاصله با میانگین دارد (۳۱). در روش حداکثر احتمال کاربر باید دقت کند که کلاس‌بندی را بر اساس کلاس‌های نرمال گوسین طبقه‌بندی نماید. روش حداقل فاصله به نظر برخی از محققین از دقت کمتری نسبت به سایر روش‌ها برخوردار است (۳۷) (۳۵) (۳۶). به این صورت است که ابتدا میانگین طبقات مختلف را محاسبه سپس فاصله اقلیدسی بازتاب هر پیکسل را از میانگین تمام طبقه‌ها محاسبه می‌کند (۱۳) (۱۵).

روش بردار پشتیبان SVM

این روش یک روش کلاس‌بندی الگو است که برای اولین بار توسط ویپینگ معرفی شد. این روش بسیار دقیق برای داده‌های پراکنده و نویز-دار بسیار مناسب می‌باشد (۱۷) ماشین بردار پشتیبان یا SVM در واقع یک طبقه‌بندی دودویی در مورد دو کلاس است، این روش سعی دارد با ایجاد یک ابر صفحه، فاصله هر کلاس را تا فراصفحه حداکثر نماید داده‌های نقطه‌ای که به فراصفحه نزدیک‌ترند برای اندازه‌گیری این فاصله به کار می‌روند. از این رو این داده‌های نقطه‌ای، بردار پشتیبان نامیده می‌شوند (۳۸) (شکل ۴). در شکل ۵ نقشه‌های حاصل از هر یک از روش‌ها تولید شد.



شکل ۳- نحوه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با روش

الگوریتم حداکثر احتمال (۱۸)

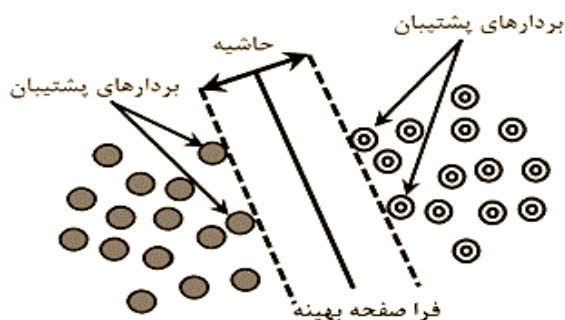
برای انجام این روش ابتدا بایستی تمامی مراحل پیش‌پردازش انجام شده و نمونه‌برداری از منطقه نیز انجام شده باشد، سپس نمونه‌های تعلیمی بر روی تصاویر انتخاب و روش حداکثر احتمال به-کاربرده شود.

روش حداقل فاصله MD

روش طبقه‌بندی حداقل فاصله از میانگین روشی

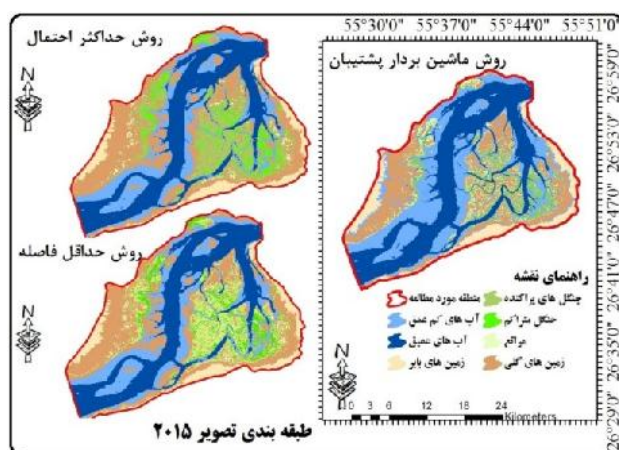
نتایج

در این تحقیق با استفاده از روش های حداکثر احتمال، حداقل فاصله، ماشین بردار پشتیبان، نقشه پوشش زمین. سطوح جنگلی مربوط به سال ۲۰۱۵ منطقه حفاظت شده منطقه تولید شد. جهت تولید نقشه های کاربری اراضی با توجه به هفت طبقه عنوان شده در جدول ۲ عرصه های موجود در تصویر ماهواره ای ۲۰۱۵ تفکیک شده و با استفاده از طبقه بندی نظارت- شده از آنها به دقت نمونه برداری شد نمونه های انتخاب شده با استفاده از نقاط کنترل زمینی که توسط دستگاه GPS برداشت شده بود و همپوشانی تصاویر با دقت بالای Google Earth مورد بازبینی و کنترل قرار گرفت. در ادامه جهت جلوگیری از تداخل طبقات و باندها و ارزیابی تفکیک پذیری از الگوریتم تفکیک پذیری الگوها استفاده شد. میزان تفکیک پذیری باید بیشتر از ۱/۸ و کمتر ۲ باشد (۱۸)، سپس نقشه های کاربری اراضی با روش های مذکور تولید شد (شکل ۵).



شکل ۴ - مرز خطی بهینه برای حالتی که دو کلاس کاملاً از همدیگر جدا شود (۱۳)

در این روش تمامی کلاس ها به گونه انتخاب می شوند که اولاً تمام نمونه های کلاس بردار +۱ در یک طرف مرز و تمام نمونه های کلاس -۱ در طرف دیگر مرز واقع شوند. ثانیاً مرز تصمیم گیری به گونه ای باشد که فاصله نزدیک ترین نمونه های آموزشی هر دو کلاس از یکدیگر در راستای عمود بر مرز تصمیم گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود (۵) روش الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM) در مقایسه با سایر روش ها به نمونه های آموزشی کمتری نیاز داشته و نتایج مطلوبی را ارائه می نماید (۲۶).



شکل ۵- تهیه نقشه پوشش زمین برای سال ۲۰۱۵ از منطقه با سه روش حداکثر احتمال، حداقل فاصله، ماشین بردار پشتیبان

ارزیابی دقت طبقه بندی

صحت برای تصمیم‌گیری آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد شاخص k یا ضریب کاپا در واقع معرف اختلاف بین داده‌های مرجع و سیستم طبقه‌بندی‌کننده تصادفی است که بر اساس رابطه ۱ تعریف می‌شود (۱۸).

$$kappa = \frac{p0-pc}{1-pc} \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

پس از کسب اطمینان از صحت طبقه‌بندی در مرحله بعد بهترین روش جهت تهیه نقشه پوشش زمین و کاربری اراضی معرفی شد. در تحقیق حاضر روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۰/۹۷۸۱ و ضریب کاپا ۹۸/۳۲٪ نسبت به روش حداقل فاصله و ماشین بردار پشتیبان دارای اعتبار بیشتری می‌باشد و در تهیه نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بایستی بیش از ۸۵٪ باشد- (۱۸).

طبقه‌بندی تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگیرد کامل نیست (۱۸). در این تحقیق برای ارزیابی صحت هر کدام از طبقه‌بندی‌ها با استفاده از دستگاه GPS بصورت تصادفی اقدام به جمع آوری نقاط حقایق زمینی شده و با پیاده‌سازی نقاط کنترل برداشت شده، پارامترهای آماری ارزیابی دقت ماتریس خطا شامل ضریب کاپا و دقت کلی نقشه استخراج شد. ضریب کاپا که دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی تصادفی مورد ارزیابی قرار می‌دهد، بین صفر و یک قرار دارد که صفر نشانگر طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و یک نشانگر طبقه‌بندی کاملاً صحیح است (۳۷). ضریب کاپا، تکنیک چندمتغیره گسسته‌ای است به این صورت که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی

جدول ۳- ارزیابی دقت روش‌های مورد استفاده در تحقیق

روش	ضریب کاپا	دقت کلی	دقت کاربر
حداکثر احتمال	۰/۹۷۸	٪ ۹۸/۳۲	۷/۵۲۱
حداقل فاصله	۰/۵۷۶	٪ ۶۵/۵۹	۵۴/۴۴
ماشین بردار پشتیبان	۰/۹۰۱	٪ ۹۲/۴۵	۳۱/۲

بررسی قرار گرفت. بر این اساس ابتدا با استفاده از نمونه‌های تعلیمی هفت عرصه بر روی تصاویر ماهواره‌ای شناسایی سپس تفکیک‌پذیری هر یک از عرصه‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۴)

این تحقیق با هدف ارزیابی تغییرات پوشش زمین و سطوح جنگلی جنگل‌های حراء بندر- عباس است. لذا پس از تعیین بهترین روش جهت تهیه نقشه پوشش زمین، تغییرات رخ داده در طول ۲۶ سال دوره تحقیق پایش و مورد

جدول ۴- تفکیک‌پذیری نمونه‌های انتخابی از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۹۸۹-۲۰۰۵-۲۰۱۵

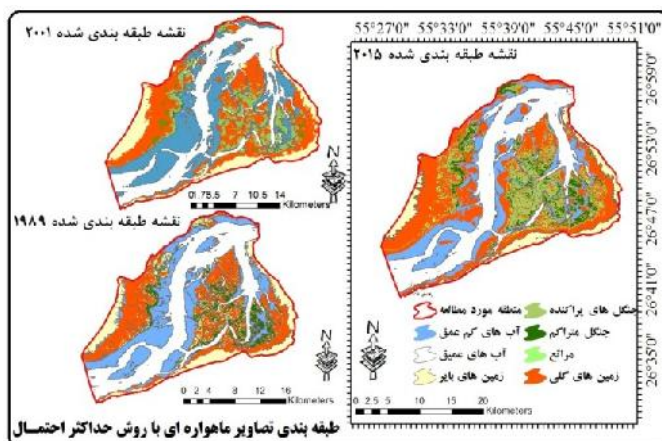
روش	متوسط تفکیک پذیری	حداقل تفکیک پذیری	حداکثر تفکیک پذیری
تصویر ۱۹۸۹	۱/۹۴۳	۱/۸۹۹	۲
تصویر ۲۰۰۱	۱/۹۶۹	۱/۹۳۲	۱
تصویر ۲۰۱۵	۱/۹۹۹	۱/۸۹۹	۲

نقشه‌های پوشش زمین برای سال‌های ۱۹۸۹-

سپس با استفاده از طبقه‌بندی نظارت‌شده

جبر خطی و آمار پایه از قبیل تفاضل و درصد، اختلاف دو به دو کلاس‌ها را براساس پیکسل بیان می‌نماید (۱۰). برای این منظور با استفاده از محاسبات آماری تغییرات کاربری در محیط نرم‌افزاری (ENVI(4.8، مقادیر نواحی کاربری اراضی تغییر یافته، محاسبه گردید.

۲۰۱۵-۲۰۰۵ تهیه شد (شکل ۶). جهت استخراج اطلاعات این نقشه‌ها از فیلتر مازوریتی استفاده شده سپس به ارزیابی تغییرات پوشش اراضی و سطوح جنگلی اقدام شد. در این روش، تغییرات کاربری اراضی بر مبنای ماتریس، در قالب کلاس به کلاس به دست می‌آید. از طریق الگوریتم‌های



شکل ۶- تولید نقشه پوشش زمین برای سال های ۱۹۸۹-۲۰۰۵ و ۲۰۱۵ با استفاده از روش حداکثر احتمال همان طور که در جدول ۵ مشاهده می‌شود میزان جنگل‌های پراکنده در سال ۵۴/۴ کیلومترمربع می‌باشد که نیمی از این مقدار در سال ۲۰۱۵ تبدیل به جنگل‌های متراکم شده است که نشان‌دهنده رشد بالای درختان مانگرو در طی ۱۰ سال است. قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه منطبق بر دلتای رودخانه مهران و

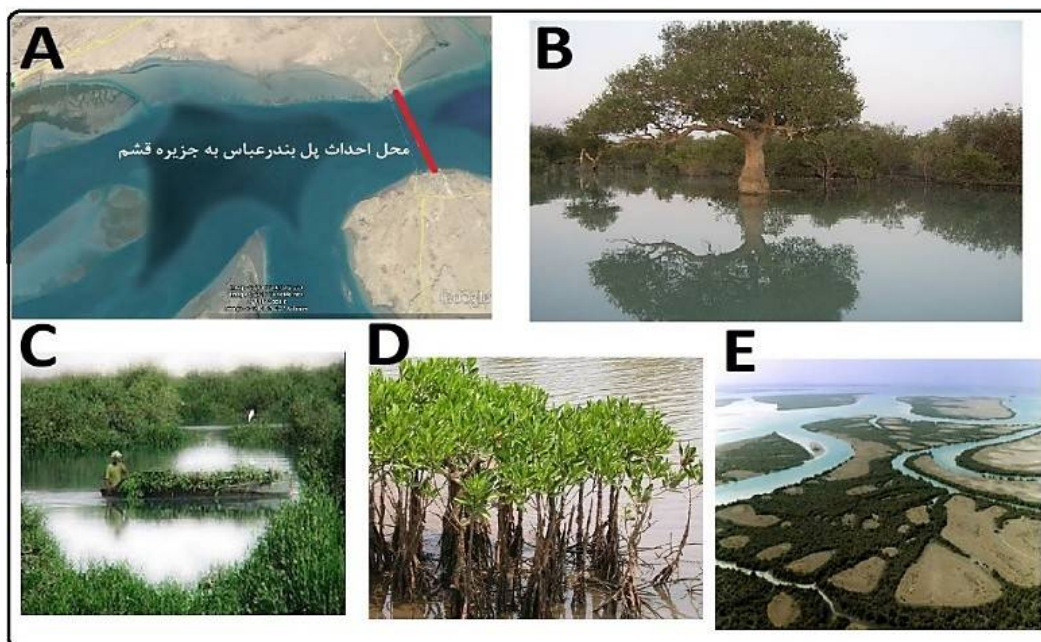
جدول ۵ - مساحت و نوع تغییرات پوشش زمینی و سطوح جنگلی جنگل های حراء بندرعباس

شماره	نوع طبقه	مساحت سال ۱۹۸۹ KM ²	مساحت سال ۲۰۰۵ KM ²	تفاوت	نوع تغییر	مساحت سال ۲۰۱۵ KM ²	تفاوت	نوع تغییر
۱	جنگل متراکم	۰/۹۵۰۴	۰/۵۲۱۵	۶/۵۷۱۱	افزایشی	۳۱/۳۳۰۸	۳۱/۳۳۰۸	افزایشی
۲	جنگل پراکنده	۷۵/۱۴۲	۵۴/۴۴۰۳	-۲۰/۷۰۲۴	کاهشی	۳۱/۷۹۰	۳۱/۷۹۰	افزایشی
۳	مراعات	۵/۸۲۱	۳۱/۲۰۶۶	۲۵/۳۸۵۴	افزایشی	۹/۲۸۲۸	-۲۱/۹۲	کاهشی
۴	زمین‌های بایر	۸۰/۶۳۹۲	۷۵/۲۳۷۳	-۵/۳۰۱۹	کاهشی	۱۹/۷۹۴۸	۱۹/۷۹۴۸	افزایشی
۵	زمین‌های گلی	۱۸۵/۲۹۲	۱۶۰/۵۵۷۹	-۲۴/۷۳۴	کاهشی	۷۰/۰۸۲	۷۰/۰۸۲	افزایشی
۶	آب‌های کم عمق	۱۸۹/۹۹	۳۲۰/۳۴۴۶	۱۳۰/۳۵۱	افزایشی	-۱۹۰/۱۴	-۱۹۰/۱۴	کاهشی
۷	آب‌های عمیق	۲۰۳/۳۰۴	۹۱/۷۸۵	-۱۱۱/۵۱	کاهشی	۹۸/۶۴۰	۹۸/۶۴۰	افزایشی
	مجموع	۷۴۱/۰۴۳۲	۷۴۱/۰۴۳۲			۷۴۱/۰۴۳۲		

نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان می‌دهد تصاویر ماهواره‌ای به دلیلی تنوع طیفی، زمانی و مکانی از مهم‌ترین منابع مورد استفاده برای پژوهشگران می‌باشد. روش‌های پردازش و آشکارسازی تصاویر ماهواره‌ای با تاکید بر کنترل و بازبینی میدانی می‌تواند روش‌های بسیار دقیق و کاملی برای تحقیقات دوره‌ای باشد. طبق مدل‌سازی انجام شده، روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۹۸/۳۲٪ و ضریب کاپا ۰/۹۷۸ دارای بیش‌ترین دقت و روش ماشین بردار پشتیبان با دقت کلی ۹۲/۴۵٪ و ضریب کاپا ۰/۹۰۱ در رتبه بعدی و روش حداقل فاصله با دقت کلی ۶۵/۵۹٪ و ضریب کاپا ۰/۵۷۶ دارای کم‌ترین دقت جهت تهیه نقشه پوشش زمین و سطوح جنگل را دارد. نتایج تحقیقات ماهی‌نی و همکاران (۲۰۱۲) (۲۰)، سفیانیان و همکاران (۲۰۰۹) (۳۵) کریمی و همکاران (۲۰۰۶) (۱۷) و باگاوات (۲۰۱۳) (۷) راستای نتایج این تحقیق می‌باشند ولی عده‌ای از محققان چون هونگ و همکاران (۲۰۰۲) (۱۵) و پتراپولاس و همکاران (۲۰۱۱) (۲۶) روش ماشین بردار پشتیبان را به عنوان روش دقیق‌تری معرفی نموده‌اند. به دلیل اختلاف بسیار کم روش حداکثر احتمال و ماشین بردار پشتیبان از نقطه نظر دقت می‌شود این دو روش را در زمره روش‌های مناسب جهت

طبقه‌بندی پوشش زمین در پایش تغییرات به کار برد. طبق محاسبات انجام شده سطح مجموع جنگل‌های متراکم و پراکنده حراء از ۷۶/۰۹ کیومترمربع در سال ۱۹۸۹ به ۱۲۵/۰۸ کیومترمربع در سال ۲۰۱۵ رسیده است. افزایش سطح جنگل در منطقه تابع عوامل متعددی است که بالا آمدن سطح اساس دریا‌های آزاد، تغییر در خواص شیمیایی آب-های ورودی به این منطقه از تنگه هرمز، ورود آب‌های لب‌شور رودخانه مهران و شور و همچنین رسوبات ریز دانه و حاصلخیز این رودخانه‌ها، تکامل ژئومورفولوژیکی محیط تالاب خورخوران و از همه مهم‌تر عملکرد گنبدهای نمکی در کاهش عمق آب در منطقه از مهم‌ترین عوامل گسترش جنگل‌های حراء منطقه می‌باشد (شکل ۷). با توجه به افزایش سطح پوشش جنگل‌های حراء همچنان برنامه‌ریزی برای حفظ این ثروت طبیعی در راستای توسعه پایدار لازم و ضروری است و بهره‌برداری از این منابع خدادادی جهت گسترش اکوتوریسم، جلوگیری از بلایای طبیعی چون سونامی و غیره، حفظ رسوبات رودخانه‌ای حاصلخیز، معیشت و اقتصاد ساکنین باید با مدیریت و نظارت کامل صورت گیرد.



شکل ۷- محل احداث پل و جاده دریایی بندرعباس به قشم (A) پوشش جنگل های متراکم مانگرو (B) بهره برداری از درختان مانگرو برای مصارف صنعتی (ساخت تخته، چسب و ...) پزشکی و ساختمانی (مصالح) (C) درختچه های مانگرو (D) جنگل های مانگرو به همراه اراضی گلی (E)

References

1. Ahmed E.A., and K.A Abdel-Hamid. 2007. Zonation Pattern of *Avicennia marina* and *Rizophora mucronata* along the Red Sea Coast, Egypt. *World Applied Sciences Journal* no 2, p283-288
2. Alongi, D M. 2008. Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses of global climate change, *Estuarine, Coastal and Shelf Science* Volume 76, Issue 1, Pages 1–13
3. Alongi.D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, Volume 29: 331-349.
4. Amiri S. Sajadi, J. Sadough Vanini ,H. 2011. Application Of Vegetation Indices Derived From IRS Data For Detecting The *Avicennia* Forest Area Near The South Parsoil Apparatus *Environmental Sciences* Vol.8, No.1, Autumn 2011 (In Persian)
5. Arkhi S, M. Adibnejad, 2012 "Evaluating the capability of support vector machine in land use mapping", *Journal of Range and desert research of iran*, Vol.3, pp.420-440, 2012 (In Persian)
6. Arkhi, S. and Niazi, Y. 2009. Assessment of remote sensing methods for detecting land use change a case study in Dareh shahr- Elam province. *Journal of Research of grassland and desert*, 17(1), 74-95. (In Persian)
7. Bhagawat R 2013, Application of Remote Sensing and GIS, Land Use/Land Cover Change In Kathmandu Metropolitan City, Nepal ,*Journal Of Theoretical And Applied Information Technology Biological Forum An International Journal* ,Vol 3 P 2-7

8. Daneh kar Afshin, 1998 " environment sensitive zones in margin iran Journal of Environmental 7, no. 24 p: 28-38(In Persian)
9. De Boer W.F., 2002. The rise and fall of the mangrove forests in Maputo Bay, Mozambique. *Wetlands Ecology and Management*. Volume 10, Issue 4, pp 313-322
10. ENVI User's Guide, 2008, ENVI On-line Software User's Manual, ITT Visual Information Solutions.
11. FAO.2003. State of the Worlds Forest (SOFO). The situation and developments in the forest sector.2003.availabe online
12. Feizizadeh, B. and T,Blaschke, 2012. Thermal remote sensing for examining the relationship between urban land surface temperature and land use land cover in Tabriz city, Iran. Paper presented at the IEEE international geoscience and remote sensing symposium, Igarss, 22–27 July, Munich, Germany.
13. Goh, K. E. Chang, and K. T. Cheng, "SVM Binary classifier ensembles for image classification," *ACM Int. Conf Information and knowledge And management (CIKM)*, pp. 395-402, Nov. 2001
14. Hina M, Sh A, Zamir ,B Umair and J. H Kazmi, 2015, Application of Comparative Remote Sensing Techniques for Monitoring Mangroves in Indus Delta, Sindh, Pakistan, *Pakistan Journal of Botany*, 47(2):797-805
15. Huang, C., L S Davis, and J Townshend, 2002, assessment of support vector machines for land cover classification *Int. J. International Journal of Remote Sensing.*, 23, pp. 725-749.
16. Hurcom, S.J. & A.R. Harrison, 2003. The NDVI & spectral decomposition for semi-arid vegetation abundance estimation, *International Journal of Remote Sensing*, pp 3109-3125.
17. Karimi, Y., S Orasher, O Patel, and S. H Kim (2006). Application of Support Vector Machine technology for weed and nitrogen stress detection in corn, *Computers and Electronics in Agriculture journal*, V.51, pp.99–109.
18. Lillesand Thomas , Ralph Kiefer 2001, *Remote Sensing and Image Interpretation*, 4th ed, John Wiley and Sons, inc. USA, 2001, ISBN: 0471255157,205p.
19. Luciana P.-Bolland, Edward A. Ellis b, Henry L. Gholz. 2007. Land use dynamics and landscape history in La Monta~na, Campeche, Mexico. *Landscape and Urban Planning journal* no 82 pp 198–207.
20. Mahini, AS. A,Azadeh ,J, fegghi,. B, riazzi, 2012. Classification of forest areas in Golestan province maximum likelihood method using satellite images etm + 2001, *Journal of Science, Technology and the Environment*, (3): 97-106 (In Persian)
21. Mahini, r., A. Najafi, M., Mohammad Zadeh, 2010. Chalus River Watershed land cover change detection using remote sensing and GIS, the first National Conference on Geomatics the new 14 Esfand 1389, Tehran University(In Persian)
22. Mirzaee born, and Mahdavi and, as in 2014, forest cover change detection using remote sensing, spatial orientation (Case Study: city malekshahi), First National Conference on Environmental, Isfahan .Iran, (In Persian)
23. Niazi Y, MR, Ekhtesasi. H, Malkinejad H, Hosseini.Z, Morshedi C. 2010. Comparing the maximum likelihood method and artificial neural network in land use map (Case Study: Ilam dam basin) *Journal of Geography and Development*, n20 p: 119-132(In Persian)
24. Odum, E.P., Barrett, G.W., 2004. *Fundamentals of Ecology*, fifth ed. Brooks-Cole, Belmont, CA, 598 pp.

25. Parente Maria,L., Hisle Uchôa Monteiro,L., Marques e Souza,G and Drude de Lacerda.L.2006. Changes in mangrove extension along the Northeastern Brazilian coast (1978-2003). ISME/GLOMIS Electronic Journal. Volume 5, No. pp9
26. Petropoulos, G, Kontoes, C. and Keramitsoglou, I, 2011, Burnt area delineation from a uni-temporal perspective based on Landsat TM imagery classification using Support Vector Machines, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 13, Issue 1, Pages 70–80
27. Pillay, T.V.R.2004 .Aquaculture and the environment .Blackwell publishing .second edition. P31-38
28. Plieninger T, 2012. Monitoring directions and rates of change in trees outside forests through multi temporal analysis of map sequences Applied Geography, Volume 32, Issue 2, , Pages 566–576
29. Rabiei, H.r., C, Ziaeiian, Ali, Ali Mohammad, 2005, discovery and recovery of the city land use changes and land cover remote sensing geographical information systems .lecturer in Human Sciences Journal of, Issue 4: 19-32(In Persian)
30. Rasouli, A., 2008 Fundamentals of Remote Sensing Applications, p ,Tabriz University, 806 p. (In Persian)
31. Richards, J.A., 1999, Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer-Verlag, Berlin, p. 240
32. 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.A pp1-22
33. Senga H.O. Kihupi N. I Evaristo L.2014, Land Cover Changes along the Coastal Marine Ecosystems of Zanzibar Journal of Asian Scientific Research, no 4: pp 83-98
34. Singh.H.S. 2003. Vulnerability and adaptability of Tidal forests in response to climate change in India.Indian forester journal in forestty research and eduction, vol. 129 n6, pp. 749-756
35. Soffianian A. A Study on Land Use Change in Isfahan Using Change vector analysis techniques in the years 1366 to 1377. Water and Soil Sciences Journal (JWSS). 2009; 13 (49) :153-164(In Persian)
36. Tiempo, 2007.Climate and mangrove ecosystem.www.cru.uea.ac.uk /cru/tiempo/issue10/ mangrove.htm
37. Tso Brandt and Paul Mather, 2009. Classification methodds for Remotely Sensed Data. Chapter 2-3. 2nd ed., Pub., Technology & Engineering - 376 pages
38. vaipink, Vladimir,1995. The nature of statistical l earning Theory (new York:spring verlag),314 pages
39. Yamani M. Rahimi Herabadi S.Godarzi mehr S. 2012 The periodic changes the coastline of East Strait of Hormuz preceding studies using remote sensing techniques Journal of Environmental Erosion E.E.R. No. 1390. (In Persian)

