

آشکار سازی روند تغییر پذیری منطقه حفاظت شده حرای خور خوران

چکیده

بدون تردید مناطق حفاظت شده، پارک‌های ملی و به‌طور کلی زیستگاه‌های زیست‌کره، میراث‌های با ارزش طبیعی هر سرزمین و کشور محسوب می‌شوند. یکی از این مناطق جنگل‌های مانگرو هستند که نیاز به توجه ویژه دارند. این پژوهش با هدف بررسی روند تغییر مساحت و نقش مدیریتی در جنگل‌های مانگرو در استان هرمزگان منطقه خورخوران که حد فاصل بندر خمیر و جزیره قشم می‌باشد، در سال ۱۳۹۳ صورت گرفته است. برای انجام این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۲ سنجنده ETM^+ و سال ۲۰۱۴ سنجنده OLI ماهواره لندست استفاده شده و پس از انجام مرحله پیش‌پردازش (تصحیحات هندسی و اتمسفری)، با طبقه‌بندی نظارت شده نقشه آشکار سازی تغییرات تهیه شد و سرانجام چهار نوع کاربری در منطقه شناسایی گردید. ارزیابی نشان داد که صحت کلی و ضریب کاپای نقشه طبقه‌بندی شده ETM^+ به ترتیب ۹۹/۹۱ و ۹۹/۹۰ درصد و OLI برابر ۹۹/۵۱ و ۹۰/۹۵ درصد می‌باشد. نتیجه تحقیق نشان دهنده کاهش جنگل‌های حرا به میزان ۱۱/۷۶ درصد، کاهش پهنه‌ی آبی به میزان ۱۰/۲۶ درصد و همچنین کاهش پهنه‌های جزر و مدی به میزان ۶۸/۳۲ درصد است. اما زمین‌های بایر به میزان ۵۲/۵۷ درصد افزایش یافته است. عوامل اصلی این کاهش در جنگل‌های حرا عوامل تخریب‌های انسانی و طبیعی است که عامل انسانی بیشترین تأثیر را دارد، به دلیل افزایش بیکاری، فقر و ضعف مدیریتی، که باعث عدم برنامه‌ریزی اصولی با توجه به شرایط طبیعی منطقه و بهره‌برداری بیش از حد در منطقه خورخوران شده است و مشکلاتی مانند افزایش قاچاق سوخت و آلودگی نفتی و تغییر کاربری اراضی در منطقه، استفاده بیش از اندازه از پوشش گیاهی منطقه و غیره، که با برنامه‌ریزی صحیح و اصولی به همراه توجه به ظرفیت برد منطقه می‌توان این مشکلات را به پایین‌ترین سطح خود رساند.

واژگان کلیدی: آشکار سازی تغییرات، طبقه‌بندی نظارت شده، جنگل‌های حرا، سنجش از دور، خورخوران.

غلامرضا سبزقبا^{۱*}

سیده سولماز دشتی^۲

مژگان بزم‌آرا بلشتی^۳

کاوه جعفرزاده^۴

۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه صنعتی

خاتم‌الانبیاء بهبهان، بهبهان، ایران

۲. استادیار گروه محیط زیست، واحد اهواز،

دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳ و ۴. دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش

سرزمین، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان،

بهبهان، ایران

*مسئول مکاتبات

sabzghabaei@bkatu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۲۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۴

کد مقاله: ۱۳۹۴۰۲۰۳۰۷

این مقاله برگرفته از سایر فعالیت‌های

پژوهشی است.

مقدمه

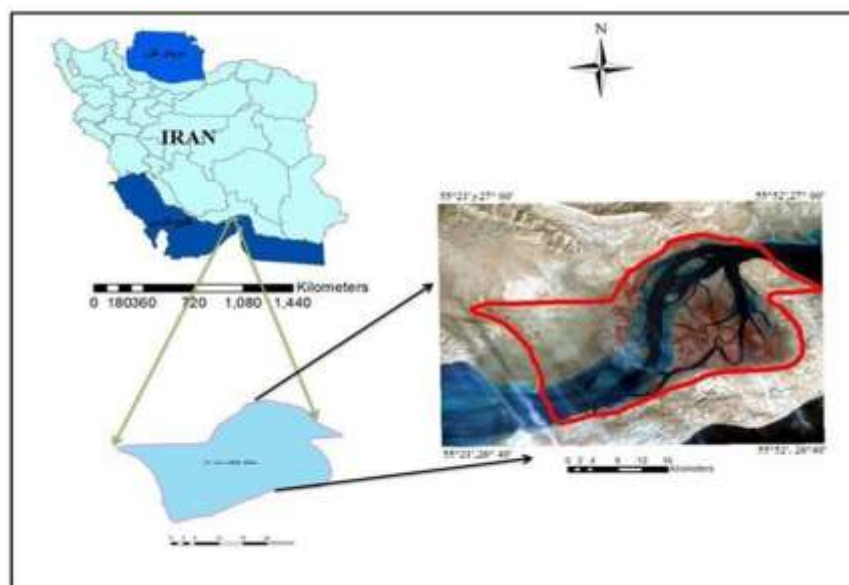
کاربری زمین همواره یکی از مهم‌ترین عواملی بوده که انسان از طریق آن محیط‌زیست خود را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از نظر تاریخی مهم‌ترین تغییر کاربری اراضی که انسان انجام داده است، از میان بردن جنگل‌ها می‌باشد. از این رو اطلاع از چگونگی تغییرات سطح پوششی این ذخایر ملی نقش بسزایی در مدیریت و آمایش سرزمین در این نواحی برعهده دارد (تقوی مقدم و قنوتی، ۱۳۸۵). جنگل‌ها مانگرو جزء جنگل‌های تالابی هستند که در مناطق کم‌عمق سواحل گرمسیری و نیمه‌گرمسیری با میزان شوری بالا گسترش یافته‌اند (Valiela et al., 2001; Adeel and Pomery, 2002; Heumann, 2011; Wang et al., 2003; Rivera-monroy et al., 2004).

اکولوژی حوزه ایفا می‌کنند، از جمله محافظت در برابر فرسایش ساحلی، حمایت از گونه‌های جانوری، فراهم آوردن مواد مغذی برای موجودات دریایی (Finlayson *et al.*, 1999; Valiela *et al.*, 2001; Adeel and Pomery, 2002)، کاهش اثرات آلودگی و آلودگی‌های محیطی و حفاظت از زیستگاه‌های ساحلی (Tamin *et al.*, 2011; Kathiresan and Rajendran, 2005; Mendez and losada, 2004) و نقش مهمی در تثبیت سواحل دارند (Alongi, 2008)، همچنین منبعی برای ذخایر کربن تلقی می‌شوند (Kathiresan and Bingham, 2001). افزایش تکه‌تکه شدن جنگل‌های مانگرو باعث کاهش ظرفیت آن‌ها و کاهش مقاومت آن‌ها در برابر فرآیندهای ساحلی می‌شود (Duke *et al.*, 2010). به صورت کلی می‌توان عوامل تخریب این جنگل‌ها را شهرک‌سازی در سواحل، کشاورزی، توسعه زیرساخت‌های ساحلی و آبی‌پروری (FAO, 2002; Paez-Osuna, 2001; Alongi, 2002)، طوفان‌های شدید برشمرده (Spencer and Mo'ller, 2013)، جنگل‌های حرا در ایران در ردیف اجتماعات درختان غیرصنعتی و حفاظتی قرار دارند و بهره‌برداری از این اجتماعات در قالب برداشت سرشاخه برای تعلیف دام، زنبورداری، صید آبزیان و استفاده تفرجی صورت می‌گیرد. همچنین این رویشگاه در معرض برخی از تهدیدات دیگر از جمله توسعه راه‌ها، استقرار نامناسب صنایع، استفاده بدون ظرفیت‌یابی و طرح‌ریزی تفریحی (دانه‌کار، ۱۳۷۷)، توسعه استخرهای برداشت نمک، تردد شناورهای سنتی صیادی و تجاری، آلودگی نفتی، حضور گونه‌های بیگانه (OtengAmoako *et al.*, 2008)، قطع یکپارچه درختان برای استخراج سوخت، ایستگاه‌های پرورش میگوی احداث شده در مجاورت جنگل‌های مانگرو که علاوه بر تغییر در شرایط هیدرولوژیک منطقه پساب خود را نیز به این جنگل‌ها وارد می‌سازند، می‌باشند (عرفانی و همکاران، ۱۳۸۹). در مجموعه جنگل‌های مانگرو به علت فقدان ساز و کارهای زیست‌محیطی حفاظتی در معرض تهدید فزاینده قرار دارند (دانه‌کار، ۱۳۷۷) و با توجه به عوامل تهدید این جنگل‌ها و روند رو به کاهش آن‌ها در جهان و همچنین در ایران مدیریت و نظارت بر آن‌ها بسیار مهم است. آنچه که در راستای مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی از جمله جنگل‌های مانگرو تأخیر و خلل ایجاد می‌کند در دسترس نبودن اطلاعات به‌هنگام و دقیق جهت مدیریت بهتر مانگروها می‌باشد. بنابراین در برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه منابع طبیعی و محیط‌زیست، آگاهی از نسبت تغییرات پوشش گیاهی و کاربری اراضی و عوامل ایجادکننده آن از ضروریات محسوب می‌شود. در این زمینه داده‌های سنجش از دور (Jensen, 2007) به خصوص داده‌های ماهواره‌ای برای مطالعه تغییرات پوشش در کوتاه‌ترین زمان، با کم‌ترین هزینه و بیش‌ترین دقت از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (Letchumy and MdSaid, 2009). در جهان نیز به علت وسعت و اهمیت این جنگل‌ها بر روی آن‌ها بسیار کار شده از جمله در ویتنام Setoa و Fragkiass در سال ۲۰۰۷ میزان تبدیل جنگل‌های حرا را برای توسعه آبی‌پروری با رویکرد مبتنی بر سنجش از راه دور و کنوانسیون رامسر مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان جنگل‌های حرا در ویتنام نسبتاً ثابت است. ارزیابی تغییرات فضایی زمانی در حاشیه جنگل مانگرو در ویتنام در سال ۲۰۱۳ توسط Nguyen صورت پذیرفت. نتایج بیانگر آن بود که در تصاویر TM در سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۲ کاهش قابل توجهی در میزان درختان مانگرو بوده است، اما در سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۶ افزایش قابل توجهی داشته است در تصاویر SPOT هم از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۹ میزان زیادی کاهش داشتیم که بیشتر به مزارع میگو و زمین‌های لخت و مرطوب تبدیل شده است. در مقاله‌ای تحت عنوان استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور برای نظارت بر تغییر پوشش گیاهی در مصب رودخانه جوامع حرا در تایوان که توسط Lee و Yeh در سال ۲۰۰۹ صورت گرفت، نتایج نشان داد که توزیع فضایی جنگل مانگرو در ۱۰ سال در دو سایت افزایش یافته و این نشان موفقیت ایجاد ذخایر برای حفاظت از زیستگاه جنگل‌های حرا است. صفایسنی (۱۳۸۵) در جنگل‌های مانگرو حوزه کولقان، تیاب و کلاهی، حجاریان (۱۳۸۴) در قشم و بندرخمیر، صادقی (۱۳۸۴) در جنگل‌های مانگرو جاسک و سیریک، عرفانی و همکاران (۱۳۸۹) در جنگل‌های خلیج گواتر، تقوی‌مقدم و قنوتی (۱۳۸۵) در قشم و خمیر نیز افزایش وسعت را در دوره‌های گذشته نشان داده‌اند. اگرچه در برخی از قسمت‌های مناطق یاد شده کاهش وسعت نیز در اثر دخالت‌های انسانی دیده شده است، اما برآیند تغییرات در گذر زمان مثبت بوده است. با توجه به افزایش رشد بیکاری و به تبع آن افزایش فقر در منطقه خورخوران و وابستگی مردم محلی از لحاظ اقتصادی به این منطقه و همچنین افزایش فعالیت‌های اقتصادی جدید برای کسب درآمد مانند استخرهای پرورش میگو و

قاجاق سوخت، ما شاهد آلودگی محیط آبی و از بین رفتن فون و فلور تالاب هستیم، که همراه با تغییرات اقلیمی شدید در سال‌های گذشته و برنامه‌ریزی و مدیریت ضعیف سبب کاهش تالاب خورخوران شده است. که این امر در تحقیقات گذشته کم‌رنگ‌تر بوده و ضرورت بررسی و آشکارسازی تغییرات گستره این جنگل‌ها و دلایل موثر بر آن را در این تحقیق آشکار می‌کند، بنابراین در این تحقیق سعی بر آن شد تا به بررسی تغییرات این جنگل‌ها در ایران پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

منطقه حفاظت شده حرا بین ۲۶ درجه ۴۰ دقیقه تا ۲۷ درجه عرض جغرافیایی شمالی و ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۲ دقیقه طول جغرافیایی شرقی در حد فاصل دلتای رودخانه مهران و گورزین، جزیره قشم، بندرخمیر در ایران قرار گرفته است (شکل ۱)، (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۳۹۳). این منطقه یکی از ذخایر بیوسفری کره زمین و جزء تالاب‌های بین‌المللی در خاورمیانه می‌باشد. پوشش گیاهی منطقه شامل جنگل‌های حرا و سواحل مجاور منطقه دارای گونه‌های مثل کهور، آکاسیا، گز و کنار می‌باشد. حدود ۱۲۰ گونه پرنده آبی و کنارآبی، ۵ گونه دوزیست، ۱۸ گونه خزنده در این مناطق گواه غنای منطقه از لحاظ محیط‌زیست گیاهی و جانوری می‌باشد (تقوی‌مقدم و قنواتی، ۱۳۸۵).



شکل ۱: موقعیت جغرافیایی جنگل حرای خورخوران.

در این پژوهش مطابق جدول ۱ از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۷ و لندست ۸ استفاده گردید. نرم‌افزارهای مورد استفاده در این پژوهش ENVI 4.7، ArcGIS 10 و Google Earth می‌باشند.

جدول ۱: سنجنده و بازه زمانی مورد استفاده در مطالعه.

تصاویر ماهواره‌ای	سنجنده	تاریخ تصویربرداری	گذر	ردیف
لندست ۷	ETM ⁺	۲۰۰۲/۰۱/۱۷	۱۶۰	۴۱

در روش نظارت شده برای طبقه‌بندی پیکسل‌ها، کاربر باید تعدادی مناطق تعلیمی معرف برای هریک از کلاس‌های از پیش تعیین شده انتخاب نماید. جدول شماره ۲ تعداد پیکسل‌ها، نقاط تعلیمی و کنترل زمینی را در هر کاربری مشخص می‌نماید.

جدول ۲: تعداد پیکسل‌ها، نقاط تعلیمی و کنترل زمینی در کاربری‌ها.

کاربری‌ها	تعداد پیکسل	تعداد نقاط تعلیمی	تعداد نقاط نمونه‌برداری
پهنه آبی	۴۵۶۴۰	۳۷	۲۴
جنگل	۲۵۴۴	۲۷	۲۵
اراضی بایر	۱۲۳۵۴	۲۹	۳۰
اراضی جزر و مدی	۱۷۶۰	۲۳	۲۱

شناسایی و مکان‌یابی مناطق تعلیمی بسیار مفید می‌باشد. روش نظارت شده از نظر اکثر محققین مقدم است، زیرا این روش معمولاً تعریف دقیق و صحیح‌تری از کلاس‌ها نسبت به روش غیرنظارت شده می‌دهد. انتخاب روش الگوریتم برای بازیابی و کشف این تغییرات به دلیل تأثیر در نتیجه آشکارسازی، اقدامی مهم و اساسی است. تاکنون روش‌های مختلفی از الگوریتم‌های رقومی برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور ایجاد شده‌اند (Longley, 2002 ; Prenzel, 2004). روش حداکثر احتمال یک روش آماری نظارت شده برای شناسایی الگوهاست، احتمال تعلق یک پیکسل به هر کدام از کلاس‌های از پیش تعیین شده محاسبه می‌گردد و سپس این پیکسل‌ها به آن کلاسی که دارای بیش‌ترین احتمال است اختصاص داده می‌شود (Munyati, 2004). حسن این الگوریتم در طبقه‌بندی داده‌های ماهواره‌ای مخصوصاً در تهیه نقشه کاربری اراضی توسط حسینی (۱۳۸۱) و علوی‌پناه و مسعودی (۱۳۸۰) تأیید شده که به مزیت این الگوریتم بر سایر الگوریتم‌ها تأکید نموده است. وجود آشنایی اولیه با منطقه و انجام عملیات صحرایی نشان داد که کاربری‌های اصلی در منطقه شامل پهنه‌های دارای پوشش جنگلی، زمین‌های بایر، بخش‌های جزر و مدی و پهنه آبی بودند. در این تحقیق جهت پردازش تصاویر و پایش تغییرات از ترکیب باندهای ۴، ۵ و ۳ مربوط به ماهواره ETM و همچنین از ترکیب باندهای ۷، ۵ و ۴ مربوط به ماهواره OLI به ترتیب در (RGB) استفاده شد. براتی‌قهفرخی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تغییرات کاربری اراضی حوزه قلعه شاهرخ باندهای ۳، ۴، ۵ و ۷ ماهواره TM و ETM را به‌عنوان بهترین ترکیب باندی انتخاب گردیده شده است. همچنین در زمان دریافت تصویر، هیچ‌گونه پردازشی روی آن‌ها صورت نگرفته بود، پس لازم بود که تصحیحات هندسی و اتمسفری بر روی تصاویر اعمال شود. به‌منظور تصحیح هندسی تصاویر، تعداد ۲۰ نقطه به‌صورت پراکنده در تمام تصاویر از روی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰۰ منطقه که از سازمان ملل و همچنین سازمان نقشه‌نگاری وزارت دفاع آمریکا تهیه شده بود انتخاب گردید و در ضمن برای افزایش دقت تصحیح هندسی، از نقاط کنترل زمینی که در زمان انجام عملیات از منطقه ثبت گردیده بود کمک گرفته شد و همچنین با حذف نقاط نامناسب باید سعی می‌شد مقدار RMS کمتر از ۱ شود. به‌طوری‌که RMS (خطای جزر میانگین مربعات) OLI به ۰/۴۶۸ رسید. جهت تصحیح اتمسفری تصاویر ETM نیز پس از اصلاح تصاویر OLI با استفاده از روش تصویر به تصویر و خطای ۰/۶۵۸ این تصحیح انجام گرفت که دارای دقت قابل قبولی می‌باشد. سپس با استفاده از نمونه‌های تعلیمی برداشت شده اقدام به طبقه‌بندی

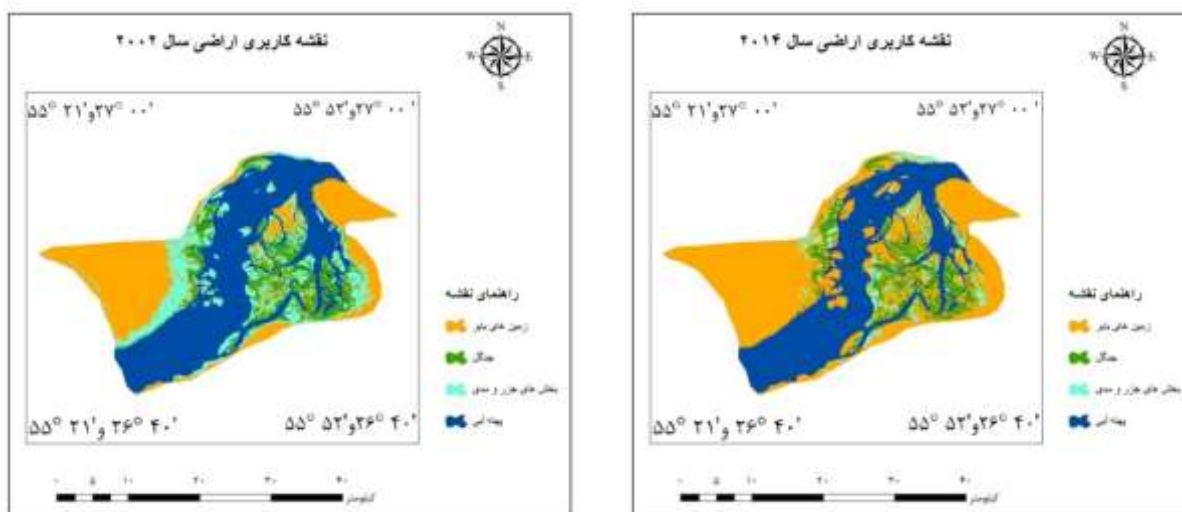
نظارت شده به روش حداکثر احتمال گردید و نقشه کاربری اراضی اولیه برای هر تصویر استخراج گردید. پس از طبقه‌بندی تصاویر به منظور ارزیابی صحت تصاویر طبقه‌بندی شده جدول خطا برای محاسبه صحت کلی و ضریب کاپا تولید شد. که برای محاسبه ضریب کاپا پیکسل‌هایی که درست طبقه‌بندی نشده‌اند نیز دخالت داده می‌شوند، از این رو معیار مناسبی برای مقایسه نتایج طبقه‌بندی‌های مختلف می‌باشد. دقت طبقه‌بندی نقشه‌ها از طریق ضریب کاپا (رابطه ۱) محاسبه گردید (بنیادی و حاجی‌قادری، ۱۳۸۶).

$$\text{رابطه ۱: ضریب کاپا} = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} \times X_{+i})}$$

که در این رابطه r تعداد ردیف‌ها در ماتریس، X_{ii} تعداد مشاهدات در ردیف i و ستون i ، X_{i+} و X_{+i} به ترتیب معرف مجموع سطری i ام و مجموع ستونی i ام ماتریس خطا هستند و N تعداد عناصر ماتریس خطا است. سپس نقشه‌های مربوط به دو دوره در محیط GIS روی هم‌گذاری شدند و نقشه تغییرات با استفاده از روش مقایسه بعد از طبقه‌بندی تهیه گردید.

نتایج

با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سطح منطقه به ۴ واحد کاربری تقسیم گردید، این واحدها شامل اراضی بایر، اراضی جزر و مدی، اراضی جنگلی و پهنه آبی می‌باشد. با تعیین و پالایش نمونه‌های تعلیمی تصاویر مربوط به هر تاریخ به صورت مجزا طبقه‌بندی شد (شکل ۲). جدول ۲ مساحت کاربری‌های اراضی در محدوده مطالعاتی را بر حسب هکتار نشان می‌دهد.



شکل ۲: نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۰۲ (الف)، سال ۲۰۱۴ (ب).

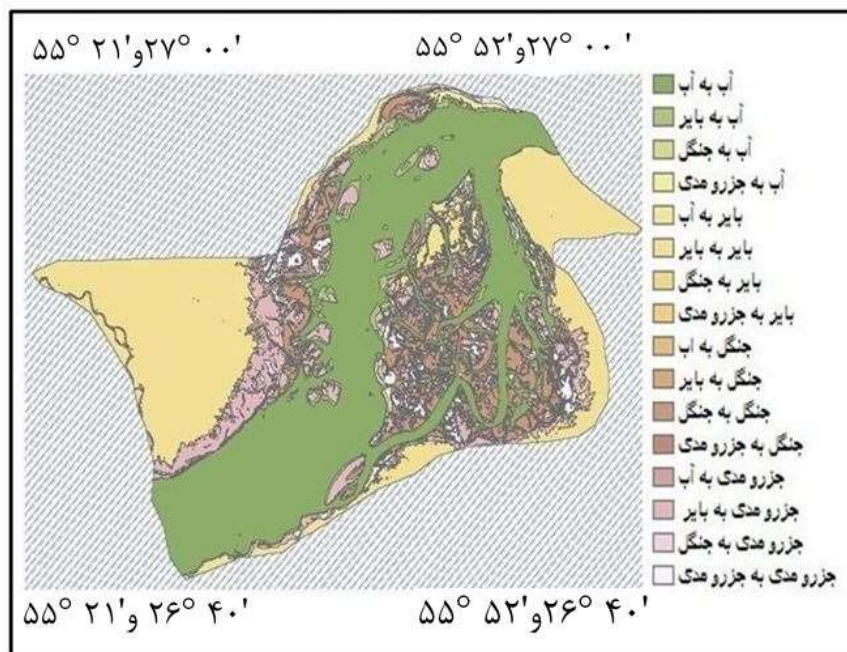
جدول ۲: مساحت کاربری‌های اراضی بر حسب هکتار.

کاربری اراضی	سال ۲۰۰۲	سال ۲۰۱۴
پهنه آبی	۳۶۵۰۵/۸۰	۳۲۷۵۶/۹۴
جنگل	۸۰۳۷/۴۵	۷۰۹۱/۷۳
زمین‌های بایر	۲۷۲۲۵/۰۰	۴۱۵۳۳/۹۲
بخش‌های جزر و مدی	۱۴۰۷۱/۷۷	۴۴۵۷/۴۳

نتایج صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر ETM⁺ و OLI در جدول ۳ درج شده است. همان‌گونه که در جدول صحت طبقه‌بندی مشاهده می‌شود، نتایج مطالعه با صحت بسیار بالا نسبت به تحقیقات مشابه به‌دست آمده است که علت آن استفاده از تصاویر نرم‌افزار گوگل‌ارث در تهیه نقاط تعلیمی، سطح زیاد نقاط تعلیمی و دقت در انتخاب نقاط تعلیمی بوده است. نتایج صحت کلی و ضریب کاپای به‌دست آمده در تصاویر ETM⁺ و OLI برای بررسی میزان تغییرات در منطقه نشان داد که تصاویر ماهواره‌ای قابلیت شناسایی تغییرات را دارا می‌باشند و همچنین روش مقایسه پس از طبقه‌بندی می‌تواند نوع و ماهیت تغییرات را معین کند. نقشه تغییرات منطقه در شکل ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳: نتایج صحت کلی و ضریب کاپا برای تصاویر ETM⁺ و OLI.

سال	سنجنده	ضریب کاپا	صحت کلی
۲۰۰۲	ETM ⁺	۰/۹۹	۹۹/۹۱
۲۰۱۴	OLI	۰/۹۵	۹۹/۵۱

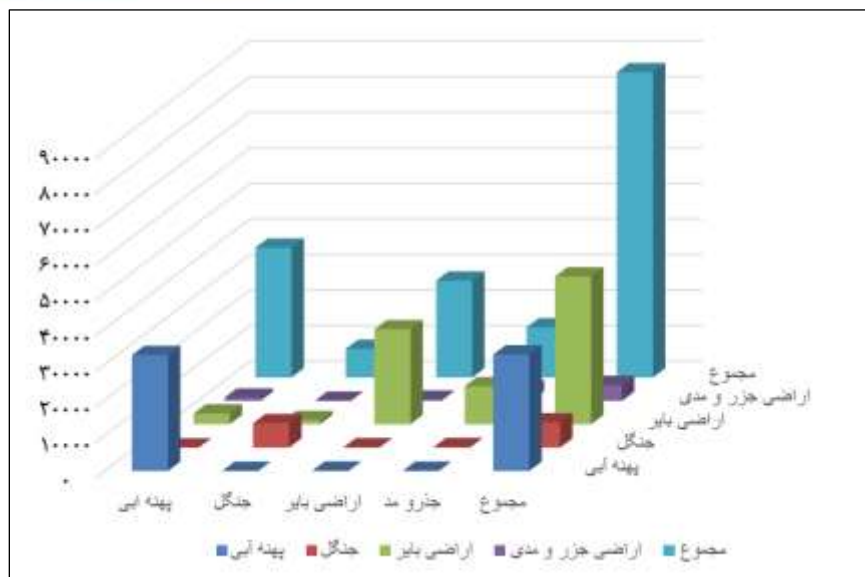


شکل ۳: نقشه تغییرات کاربری اراضی از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۴.

جدول ۴: میزان تغییرات کاربری اراضی بر حسب هکتار.

۲۰۰۲					
مجموع کاربری‌ها ۲۰۰۲	اراضی جزر و مدی	اراضی بایر	جنگل	پهنه آبی	
۳۲۷۵۶/۹۴	۴۸/۸۷	۱۰۷/۲۷	۱۶/۵۶	۳۲۵۸۴/۲۳	پهنه آبی
۷۰۹۱/۷۳	۱۴۶/۸۸	۷۶/۵۹	۶۸۵۵/۵۷	۱۲/۶۹	جنگل
۴۱۵۳۳/۹۲	۱۰۶۶۸/۷۸	۲۶۷۰۷/۱۴	۱۱۵۳/۷۱	۳۰۰۴/۲۹	اراضی بایر
۴۴۵۷/۴۳	۳۲۰۷/۲۴	۳۳۳/۹۹	۱۱/۶۱	۹۰۴/۵۹	اراضی جزر و مدی
۸۵۸۴۰/۰۲	۱۴۰۷۱/۷۷	۲۷۲۲۵/۰۰	۸۰۳۷/۴۵	۳۶۵۰۵/۸۰	مجموع کاربری‌ها ۲۰۱۴

با توجه به نقشه‌ها و جداول‌ها، ۴ طبقه کاربری در دوره‌های مختلف مورد بررسی در این منطقه مشاهده گردید و جدول و شکل ۴ میزان تغییرات کاربری اراضی بر حسب هکتار را در دو دوره زمانی مورد بررسی مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۴ میلادی در منطقه حفاظت شده حرا ارایه شده است.



شکل ۴: میزان تغییرات کاربری اراضی بر حسب هکتار.

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر این است که مساحت اراضی بایر با گذشت زمان افزایش چشم‌گیری داشته به‌طوری‌که از ۲۷۲۲۵/۰۰ هکتار در سال ۲۰۰۲ میلادی به ۴۱۵۳۳/۹۲ هکتار در سال ۲۰۱۴ رسیده است (به میزان ۵۲/۵۷ درصد افزایش داشته است)، که نتیجه‌ی کاهش آب و به‌تبع آن کاهش پوشش گیاهی میزان اراضی بایر افزایش پیدا کرده است. به‌طوری‌که قسمت عمده تغییرات آن مربوط به تبدیل اراضی بایر می‌باشد هم‌چنین نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مساحت اراضی جزر و مدی ۱۴۰۷۱/۷۷ هکتار در سال ۲۰۰۲ به ۴۴۵۷/۴۳ هکتار در سال ۲۰۱۴ رسیده است (نزدیک به ۶۸/۳۲ درصد کاهش داشته است) که این امر هم به‌دلیل کاهش میزان آب است. پهنه آبی با کاهش ۱۰/۲۶ درصد مواجه بود که در سال ۲۰۰۲ میلادی ۳۶۵۰۵/۸۰ هکتار و در سال ۲۰۱۴ به ۳۲۷۵۶/۹۴ هکتار رسیده است و میزان پوشش گیاهی در این منطقه ۸۰۳۷/۴۵ هکتار در سال ۲۰۰۲ و ۷۰۹۱/۷۳ در سال ۲۰۱۴ بوده است که با میزان ۱۱/۷۶ درصد کاهش روبرو بوده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نظر به این‌که که پوشش جنگل‌های حرا در مقیاس‌های متفاوتی در سراسر دنیا رو به کاهش هستند در ایران نیز روند کاهشی این جنگل‌ها که در سه منطقه‌ی سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر وجود دارد متفاوت است و این موضوع بیان‌گر این امر می‌باشد که در داخل یک کشور بسته به عوامل اثرگذار طبیعی یا انسانی این مقادیر در مناطق مختلف میزان کاهش متفاوتی می‌تواند داشته باشند (Carrasquilla-Henao et al., 2013). با وجود اقلیم بیابانی گرم شدید حاکم بر منطقه میزان آب کاهش یافته است که این امر به دلیل مقدار تبخیر شدید و میزان بارندگی کم (۲۰۰ میلی‌لیتر) و خشک‌سالی در ایران می‌باشد که دلیل اصلی تمامی خشک‌سالی‌ها کمبود بارندگی و افزایش دمای هوا نسبت به میانگین بلندمدت این متغیرهاست (سالنامه خشک‌سالی هواشناسی ایران)، دلیل دیگر کاهش ورودی آب به منطقه حفاظت‌شده حراست که بیشتر به دلیل تغییر کاربری اراضی می‌باشد. به‌تبع کاهش میزان آب در دوره‌ی مورد مطالعه میزان اراضی جزر و مدی و پوشش جنگل حرا کاهش یافته است این نتیجه با نتایج Popuhus و Thu در سال ۲۰۰۷ در ویتنام مطابقت دارد. در این یافته علت کاهش را عوامل جنگل-زدایی مانند استفاده از چوب درختان حرا برای سوخت و تغییر کاربری اراضی به‌خصوص پرورش میگو دانسته‌اند و هم‌چنین Nguyen و

همکاران در سال ۲۰۱۳ در کشور مکزیک به این نتیجه رسیدند که شیلات و پرورش میگو عامل کاهش در این منطقه است، نتیجه‌ی مشابهی که Pattanciko و Prasad در سال ۲۰۱۱ گرفتند. اما Carrasquilla-Henao و همکاران (۲۰۱۳) رابطه خطی معنی‌داری بین پوشش گیاهی حرا و شیلات در مکزیک را بیان کردند که خلاف یافته‌های بالاست. Carney و همکاران در سال ۲۰۱۴ در جنگل‌های حرا در غرب آفریقا هم با کاهش این درختان روبه‌رو شدند، که علت آن افزایش تقاضا برای استفاده به عنوان سوخت و بی‌ثباتی سیاسی و قاچاق است. در تحقیق که توسط Giri و همکاران در سال ۲۰۱۴ انجام شد نیز کاهش پوشش جنگل حرا رؤیت گردید، که علت این امر در هر سه منطقه تغییر کاربری اراضی، توسعه ساخت و ساز انسانی، برداشت زیاد از درختان و آلودگی، کاهش آب شیرین، کاهش گل و لای، فرسایش ساحلی و طوفان‌های گرمسیری و سونامی می‌دانند. Ois Fromard و Rakotomavo در سال ۲۰۱۰ در یافته‌های خود بیان کردند که مقدار پوشش گیاهی درختان مانگرو در سال‌های متفاوت نوسان افزایشی_کاهشی داشته ولی در کل این مقدار ثابت در نظر گرفته شده که به علت رفتار هیدرولوژیکی و رسوب رودخانه، مکانیسم جانشینی و فعالیت‌های انسانی است. در ایران هم تقوی‌مقدم و قنوتی در سال ۱۳۸۵ بر خلاف نتایج این پژوهش به این رسیدند که مقدار پوشش گیاهی افزایش پیدا کرد که این افزایش در ارتباط با افزایش بار رسوبی رودخانه شور و رودخانه کل می‌باشد و همچنین با کاهش ارتفاع آب، سطح وسیعی از منطقه از آب خارج شده و بر روی آن پوشش گیاهی تنک و یا در برخی نقاط جلبک و مرجان رشد می‌کند که این امر در پردازش تصاویر ماهواره‌ای اثر می‌گذارد. در کل یکی از مشکلات در مطالعات انجام شده بر روی جنگل‌های مانگرو، که محققان بر آن عقیده دارند، قدرت تفکیک زمینی داده‌های ماهواره‌ای، فصل برداشت، میزان جزر و مد در زمان برداشت تصاویر ماهواره‌ای و نحوه تجزیه و تحلیل آن‌ها در تشخیص و تفکیک این جنگل‌ها است و اصولاً داده‌هایی را برای انجام مطالعه پیشنهاد می‌دهند که قدرت تفکیک زمینی بالا داشته باشند و در فصل مناسب روشی برداشت شده باشند (Safiari, 2002; Rashvand, 1997; GAO, 2004). همان‌طور که بیان شد میزان جزر و مد در زمان برداشت تصاویر ماهواره‌ای یکی از مشکلات و محدودیت‌های هر تحقیقی می‌باشد، میزان جزر و مد بر مساحت‌های کاربری‌ها تأثیر می‌گذارد به نحوی که همه تحقیقاتی که در مورد جنگل‌های حرا انجام شده با این عامل محدود کننده روبرو بوده‌اند. در این مطالعه تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده مربوط به سال‌های ۲۰۰۲ و ۲۰۱۴ هر دو در نیمه دوم ماه ژانویه و در ساعت شش صبح تصویربرداری شده‌اند که بر اساس رژیم‌های جزرو مدی هر دو تصویر در زمان جزر از منطقه مورد مطالعه برداشت شده‌اند. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های به‌دست آمده، با کاهش سطح جنگل‌ها روبه‌رو بودیم که با توجه به بررسی‌های انجام شده در جهان نیز کاهش این جنگل‌ها در حال وقوع است و مهم‌ترین عامل در منطقه حفاظت شده حرا آلودگی نفتی، تغییر کاربری اراضی (توسعه کشاورزی، توسعه استخراج پرورش میگو و سدسازی)، برداشت از پوشش گیاهی این مناطق، تردد لنج و قایق‌های تندرو، صید و ساخت و سازهای انسانی است به‌طوری‌که ۴۰ روستا در حاشیه منطقه حفاظت شده حرا قرار دارد که از این تعداد ۳ روستا در داخل منطقه حفاظت شده ساخته شده است. اقلیم منطقه و تغییرات جهانی آب و هوا نیز دلایلی برای کاهش این منطقه حساس و مهم تلقی می‌شوند. مدیریت در این مناطق ضعیف است، نتایج به‌دست آمده از این پژوهش گواه این امر است. توسعه راه‌ها، استفاده بدون ظرفیت‌یابی و طرح‌ریزی تفرجی نمونه‌ای از مدیریت ضعیف این مناطق می‌باشند. طرح‌های جنگل‌کاری در این مناطق با گونه (*Avicennia marina*) سال‌هاست که در ایران انجام می‌شود ولی تولید و کاشت حرا با همان روش سنتی جنگل‌کاری در حال اجراست. لذا نیاز مبرمی به یک برنامه جامع و مشخص برای حفظ و توسعه این جنگل‌ها در ایران وجود دارد و برای تدوین یک برنامه جامع در رابطه با جنگل‌کاری و توسعه جنگل‌های مذکور نیاز به تحقیقات وسیع و گسترده است و از همه مهم‌تر نتیجه تحقیقات می‌بایست کاربردی باشد (غلامی و ابراهیم، ۱۳۸۲). انجام چنین تحقیقات کاربردی می‌تواند در برنامه‌ریزی مدیریتی برای حفاظت از جنگل‌های حرا مؤثر باشد و می‌تواند نقش و فعالیت‌های انسانی و طبیعی را نشان دهد. از جمله پیشنهاد‌های مدیریتی که می‌توان به آن‌ها اشاره نمود، سنجش مستمر از مساحت این جنگل‌ها از طریق داده‌های ماهواره‌ای به عنوان شاخصی در ارزیابی خسارت در برنامه‌ریزی مدیریتی برای حفاظت بهترین و اتخاذ تصمیمات درست، استفاده از روش‌های مدرن جهت حصول نتایج بهتر در طرح‌های جنگل‌داری است و گردشگری با

برنامه‌ریزی و پایدار در این مناطق که علاوه بر ایجاد اشتغال و درآمدزایی برای مردم بومی می‌توان از جنگل حرا به‌وسیله‌ی خود مردم حفاظت کرد و آموزش و افزایش سطح دانش مردم بومی که وارثان این منطقه هستند در مورد اهمیت و تهدیدات جنگل‌های حرا از عوامل بسیار مهم در حفاظت و افزایش قدرت مدیریتی است. به‌طور کلی این پژوهش می‌تواند، بیانگر تغییرات زیاد کاربری اراضی این منطقه طی دوره ۱۲ ساله باشد. بیش‌ترین تغییرات مربوط به اراضی بایر بوده است به‌طوری‌که قسمت عمده تغییرات آن مربوط به تبدیل اراضی جزر و مدی به اراضی بایر می‌باشد. اراضی جزر و مدی کاهش چشم‌گیری داشته است. از آن‌جایی که بخشی از منطقه را پوشش جنگلی در بر گرفته است این کاربری نیز دارای تغییرات زیادی بوده است. روند تغییرات در جهت کاهش اراضی جنگلی بوده که قسمت عمده آن مربوط به تبدیل کاربری جنگلی به اراضی بایر می‌باشد و هم‌چنین سطح اراضی پهنه آبی در دوره زمانی مورد مطالعه کاهش یافته است.

منابع

- امیری، س.، سجادی، ژ. و صدوق‌نینی، س.، ۱۳۸۳. کاربرد شاخص‌های گیاهی حاصل از داده‌های ماهواره‌ای IRS در تعیین سطح جنگل‌های حرای نایبند در مجاورت تأسیسات نفتی پارس جنوبی. علوم محیطی سال هشتم، شماره اول، صفحات ۶۹-۸۴.
- براتی‌قهفرخی، س.، سلطانی‌کوپایی، س.، خواجه‌الدین، ج. و رایگانی، ب.، ۱۳۸۸. بررسی تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از سنجش از دور، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۷ (۱): ۳۴۹-۳۶۵.
- بنیادی، ا. ا. و حاجی‌قادر، ط.، ۱۳۸۶. تهیه نقشه جنگل‌های طبیعی استان زنجان با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ ماهواره لندست ۷، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۴۲ (۱۱): ۶۲۷-۶۳۸.
- تقوی‌مقدم، ا. و قنوتی، ع.، ۱۳۸۵. پایش تغییرات پوشش گیاهی جنگل‌های مانگرو خلیج فارس با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی منطقه حفاظت شده حرای بندرعباس). اولین کنفرانس اقیانوس‌شناسی خلیج فارس و نهمین کنفرانس علوم و فنون دریایی ایران، صفحات ۵۲-۶۳.
- حجاریان، م.، ۱۳۸۴. بررسی تغییرات کمی جنگل‌های مانگرو منطقه قشم با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای در یک دوره ۴۰ ساله. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- حسینی، س. ز.، ۱۳۸۱. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای لندست ETM⁺ در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی چمستان مازندران). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۲۰ ص.
- دانه‌کار، ا.، ۱۳۷۷. مناطق حساس دریایی ایران، فصلنامه محیط‌زیست، شماره ۲۴، صفحات ۳۸-۲۸.
- صادقی، ا.، ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات سطح و تراکم جنگل‌های مانگرو در حوزه دریای عمان با استفاده از عکس‌های هوایی (منطقه جاسک و سیریک). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- صفای‌سنی، ه.، ۱۳۸۵. مدیریت زیست‌محیطی جنگل‌های مانگرو حوزه تباب و کلاهی بر اساس ساختار و تغییرات رویشگاه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.
- عرفانی، م.، دانه‌کار، ا.، نوری، غ. و اردکانی، ط.، ۱۳۸۹. بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات جهانی وسعت جنگل‌های مانگرو. مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافی‌دانان جهان اسلام، ایران - زاهدان.
- علوی‌پناه، س. ک. و مسعودی، م.، ۱۳۸۰. تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM و سیستم اطلاعات جغرافیایی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، شماره ۸ (۱): صفحات ۷۶-۶۵.
- غلامی، م. و ابراهیم، ح.، ۱۳۸۲. جنگل‌های مانگرو (حرا)، انتشارات ره‌شهر، بخش اول، صفحه ۳۸.

Adeel, Z. and Pomeroy, R., 2002. Assessment and management of mangrove ecosystems in developing countries. Trees-Structure and Function, 16: 235-238.

Alongi, D. M., 2008. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76: 1-13.

- Alongi, D. M., 2002.** Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29: 331-349.
- Carrasquilla-Henao, M., González Ocampo, H. A., Luna González, A. and Rodríguez Quiroz, G., 2013.** Mangrove forest and artisanal fishery in the southern part of the Gulf of California, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 83: 75-80.
- Carney, J., Gillespie, T. W. and Richard Rosomoff R., 2014.** Assessing forest change in a priority West African mangrove ecosystem: 1986-2010. *Geoforum*, 53: 126-135.
- Duke, N. C., Wilson N., Mackenzie, J. and Hai Hoa, N., 2010.** Report on Assessing Mangrove Forests, Shorelines Conditions and Feasibility of REDD for Kien Giang Province, Vietnam. 137 p.
- FAO, 2002.** Yearbook of Fishery Statistics. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Finlayson, C. M., Davidson, N.C., Spiers, A. G. and Stevenson, N. J., 1999.** Global wetland inventory_ current status and future priorities. *Marine and Freshwater Research*, 50: 717-727.
- GAO, J., 2004.** A comparative study on spatial and spectral resolutions of satellite data in mapping mangrove forests. *International journal of remote sensing*, 20 (14): 2823-2833.
- Giri, C., Long, J., Sawaid, A. R. Mani, M., Faisal, M. Q., Pengra, B. and Thau D., 2014.** Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asiaq. *Journal of Environmental Management*, PP.1-11.
- Heumann, B. W., 2011.** Satellite remote sensing of mangrove forests: Recent advances and future opportunities. *Progress in Physical Geography*, 35: 87.
- Jensen, J. R., 2007.** Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Pearson Hall, 592 p.
- Kathiresan, K. and Rajendran, N., 2005.** Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine. Coastal and Shelf Science*, 65: 601-606.
- Kathiresan K., Bingham B. L., 2001.** Biology of mangroves and mangroves Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40: 81-251.
- Letchumy, B. M., and MdSaid, M., 2009.** Land Use Land Cover Change Detection Using Remote Sensing Application for Land Sustainability. *International Conference on Fundamental and Applied Sciences, (ICFAS 2012)*.
- Lee, T. M. and Yeh, H.C., 2009.** Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: a case study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan. *Ecological Engineering*, 35(4): 487-496.
- Longley, P. A., 2002.** Geographical information systems: will developments in urban remote sensing and GIS lead to 'better' urban geography? *Progress in Human Geography*, vol 26, 2: 231-239.
- Mendez, F. J. and Losada, I. J., 2004.** An empirical model to estimate the propagation of random breaking and non-breaking waves over vegetation fields. *Coastal Engineering*, 103 (2): 103-118.
- Munyati, Ch., 2004.** Use of principal component analysis (PCA) of remote sensing images in wetland change detection on the Kafue flats, Zambia. *Geocarto International*, 19 (3): 11-22.
- Nguyen, H. H., McAlpine, C., Pullar, D., Kasper, J. and Duke Norman, C., 2013.** The relationship of spatial etemporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam. *Ocean and Coastal Management*, 76: 12-22.
- OtengAmoako, A. A., Louppe, D., Brink, M., Lemmens, R. H. M.J., Oyen, L. P. A. and Cobbinah, J.R., 2008.** International Tropical Timber Organization (ITTO), (PROTA) and Dutch Government. DGIS, Prota, 7(1): Timbers/Bois d'œuvre 1. [CD-Rom]. PROTA, Wageningen, Netherlands.
- Paez-Osuna, F., 2001.** The environmental impact of shrimp aquaculture: causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 28: 131-140.
- Pattanaik, C. and Prasad, N., 2011.** Assessment of aquaculture impact on mangroves of Mahanadi delta (Orissa), East coast of India using remote sensing and GIS. *Ocean and Coastal Management*, 54: 789-795.
- Prenzel, B., 2004.** Remote sensing-based quantification of land-cover and land-use change for planning. *Progress in Planning*, 61:281-300.

- Rakotomavo, A. and Ois Fromard F., 2010.** Dynamics of mangrove forests in the Mangoky River delta, Madagascar, under the influence of natural and human factors. *Forest Ecology and Management*, 259: 1161–1169.
- Rashvand, S., 1997.** Study of the Structure of Mangrove Forests of Boushehr Province. Master's Degree Thesis, Gorgan University of Plant Sciences and Natural Resources.
- Rivera-Monroy, V. H., Twilley, R. R., Medina, E., Moser, E. B., Botero, L., Francisco, A. M. and Bullard, E., 2004.** Spatial variability of soil nutrients in disturbed riverine mangrove forests at different stages of regeneration in the San Juan River Estuary. Venezuela. *Estuaries*, 27: 44-57.
- Safiari, S. H., 2002.** Mangrove Forests – Iranian Mangrove Forests, Institute for Research on Forests and Pastures, 2: 384-423.
- Suzuki, T., Zijkema, M., Burger, B., Meijer, M. and Narayan, S., 2011.** Wave dissipation by vegetation with layer schematization in SWAN. *Coastal Engineering*, 59: 64-70.
- Spencer, T. and Mo"ller, I., 2013.** Mangrove systems. In: Schroder, J.F. (Ed.), *Treatise on Geomorphology*, vol. 10. Academic Press, San Diego, pp. 360-391.
- Saito, Y. and Alino, P.M., 2008.** Region conditions. In: Mimura, N. (Ed.), *Asia-Pacific coasts and Their Management: States of Environment*. Springer, Nether lands, pp. 255-331.
- Setoa, K. C. and Fragkiase, M., 2007.** Mangrove conversion and aquaculture development in Vietnam: A remote sensing-based approach for evaluating the Ramsar Convention on wetlands. *Global Environmental Change*, 17: 486-500.
- Tamin, N. M., Zakainah, R., Hashim, R. and Yin, Y., 2011.** Establishment of *Avicennia marina* mangroves on accreting coastline at Sungai Haji Dorani, Selangor, Malaysia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 94 (4): 98-109.
- Thu, P. M. and Populus, J., 2007.** Status and changes of mangrove forest in Mekong Delta: Case study in Tra Vinh, Vietnam. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 71: 98-109.
- Valiela, I., Bowen, J.L. and York, J.K., 2001.** Mangrove forests: one of the world's threatened major tropical environments. *Bioscience*, 51: 807–815.
- Wang, Y., Bonyng, G., Nugranad, J., Traber, M., Ngusaru, A., Tobey, J., Hale, L., Bowen, R. and Makota, V., 2003.** Remote sensing of mangrove change along the Tanzania coast. *Marine Geodesy*, 26: 35-48.
- www.doe.ir.**