



بررسی تغییرات گستره جنگل‌های مانگرو با استفاده از RS و GIS (بررسی موردی: مانگروهای استان هرمزگان)

داود مافی غلامی*، معصومه بهارلوئی و بیت‌الله محمودی

گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۸

مافی غلامی، د. بهارلوئی، م. و م. محمودی. ۱۳۹۶. بررسی تغییرات گستره جنگل‌های مانگرو با استفاده از RS و GIS (بررسی موردی: مانگروهای استان هرمزگان). فصلنامه علوم محیطی. ۱۵(۲): ۷۵-۹۲.

سابقه و هدف: اکوسیستم‌های مختلف ساحلی، به ویژه مانگروها، تقریباً به صورت دائمی و همزمان، در معرض تنش‌ها و آشفستگی‌های چندگانه محیطی (ژئولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک) قرار می‌گیرند و از نظر ویژگی‌های‌شان در طول زمان و مکان، متنوع هستند. نتیجه مستقیم وقوع این تنش‌ها و آشفستگی‌ها، کاهش وسعت و سلامتی مانگروها و به دنبال آن تشدید گرمایش جهانی و سایر تغییرات اقلیمی، کاهش کیفیت آب‌های ساحلی، کاهش تنوع زیستی و تخریب زیستگاه‌های ساحلی است. با توجه به این پیامدهای نامطلوب ناشی از کاهش وسعت مانگروها، اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی و فراهم آوردن زیرساخت‌های مطلوب برای جلوگیری یا کاهش گستره این اکوسیستم‌ها ضروری است. دستیابی به این هدف در گرو آگاهی و اطلاعات کافی و دقیق درباره روند تغییرات ایجادشده در مانگروها در طول زمان است که می‌تواند نقش مهمی در کارایی و موفقیت برنامه‌های احیا و توسعه آنها داشته باشد. بنابراین هدف این پژوهش بررسی تغییرات ایجادشده در گستره مانگروهای استان هرمزگان در یک دوره زمانی ۳۰ ساله است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش برای بررسی تغییرات گستره مانگروها در طول زمان، از تصاویر ماهواره لندست مربوط به مقاطع زمانی ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ استفاده شد. پیش‌پردازش‌های لازم بر روی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار Idrisi انجام گرفت و پس از استخراج نقشه‌های پوشش گیاهی مانگرو در مقاطع زمانی ذکرشده، تغییرات گستره مانگروهای زون‌های رویشگاهی خمیر، قشم، تیاب، سیریک و جاسک در نرم‌افزار ArcGIS تجزیه و تحلیل شد و مقادیر متوسط تغییرات وسعت رویشگاه‌ها در دو دوره زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰ و نیز تمام دوره ۳۰ ساله محاسبه و بررسی شد.

نتایج و بحث: نتایج این پژوهش نشان داد که در میان زون‌های رویشگاهی مورد بررسی (خمیر، قشم، تیاب، سیریک و جاسک)، زون رویشگاهی خمیر بیشترین مقدار متوسط کاهش وسعت (۴/۶۴- هکتار در سال) و زون رویشگاهی سیریک بیشترین مقدار متوسط افزایش وسعت (۲۳/۵ هکتار در سال) را در دوره ۳۰ ساله داشتند. نتایج همچنین نشان داد که در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶، زون‌های رویشگاهی سیریک و قشم به ترتیب بیشترین مقدار متوسط افزایش و کاهش وسعت را در میان زون‌های مورد بررسی داشتند (به ترتیب با مقادیر متوسط تغییرات وسعت برابر با ۳۲/۴۷ و ۲۱/۳۸- هکتار در سال). تجزیه و تحلیل تغییرات وسعت مانگروها در رویشگاه‌های مختلف نشان داد که به رغم کاهش وسعت کلیه رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰، رویشگاه سیریک دارای افزایش

* Corresponding Author. E-mail Address: mafigholami@nres.sku.ac.ir

قابل توجه وسعت در این دوره زمانی نسبت به دوره پیش از سال ۲۰۰۰ بود که دلیل آن جنگل‌کاری با گونه‌های حرا و چنندل در پهنه‌های گلی این رویشگاه در سال‌های اخیر بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج بررسی تغییرات گستره مانگروهای استان هرمزگان نشان داد که روند تغییرات گستره مانگروهای استان هرمزگان در طول دوره ۳۰ ساله از سواحل خلیج فارس به دریای عمان به صورت افزایشی بوده است که نشان‌دهنده تاثیر عوامل مختلف محیطی بر نحوه تغییرات وسعت مانگروهای استان در طی زمان است. در نهایت می‌توان گفت نتایج حاصل از این پژوهش می‌تواند با فراهم آوردن اطلاعات به‌روز و دقیق در زمینه تغییرات وسعت رویشگاهی استان هرمزگان به برنامه‌ریزی‌های اثربخش برای انجام اقدامات حفاظتی و احیای مانگروهای استان کمک قابل توجهی کند.

واژه‌های کلیدی: اکوسیستم‌های ساحلی، تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات گستره.

مقدمه

آلودگی نفتی و نیز فاضلاب حاوی مواد شیمیایی گوناگون که از محیط‌های شهری، صنعتی و کشاورزی مجاور به درون جنگل‌های مانگرو وارد شده‌اند (Binelli *et al.*, 2007). نتیجه مستقیم این آشفتگی‌ها، کاهش وسعت و سلامتی مانگروها، تشدید گرمایش جهانی و سایر تغییرات اقلیمی، کاهش کیفیت آب ساحلی، کاهش تنوع زیستی، تخریب زیستگاه‌های ساحلی و نیز نابودی بخش عمده‌ای از منابع مورد نیاز جوامع انسانی خواهد بود (Walters *et al.*, 2008).

با توجه به اینکه اکوسیستم‌های مانگرو همواره در معرض تهدیدات ناشی از وقوع مخاطرات طبیعی و انسانی ذکر شده قرار دارند، برنامه‌ریزی و فراهم آوردن ابزارهای مناسب برای کاهش اثرات آنها اجتناب‌ناپذیر است (Allen *et al.*, 2001). دستیابی به هدف فوق و کمک به اولویت‌بندی اقدامات مدیریتی و فراهم آوردن زیرساخت‌های مطلوب برای کاهش خطرات و یا پیامدهای ناشی از آنها، در گرو آگاهی و اطلاعات کافی و دقیق درباره روند تغییرات ایجادشده در این اکوسیستم‌ها در طول زمان است (Allen *et al.*, 2001). بررسی تغییرات ایجادشده در گستره مانگروها در طول زمان، سازمان‌ها و مدیران متولی را قادر به انتخاب گزینه‌های سازگار مناسب و راهکارهایی خواهد کرد که نقش مهمی در کارایی و

امروزه جنگل‌های مانگروی دنیا با وسعتی در حدود ۱۳۷/۷۶۰ کیلومتر مربع (Giri *et al.*, 2011)، منشا بیش از ۲۱ خدمت اکولوژیک و ۴۵ محصول طبیعی هستند (Duke *et al.*, 2007) و نقش مهمی در تامین رفاه انسانی در سطوح مختلف محلی، منطقه‌ای و جهانی دارند (Eggert and Olsson, 2009) با وجود اهمیت بالای این خدمات اکوسیستمی در تامین نیازهای انسانی، تخریب و از بین رفتن این رویشگاه‌های منحصر به فرد ساحلی در طول سه دهه گذشته در سراسر دنیا شدت یافته است، چنان که تاکنون بیش از ۵۰ درصد از جنگل‌های مانگرو جهان دچار تخریب و افت کیفیت شده‌اند و این روند همچنان ادامه دارد (FAO, 2016). اکوسیستم‌های مختلف ساحلی، به ویژه مانگروها، تقریباً به صورت دائمی و همزمان، در معرض تنش‌ها و آشفتگی‌های چندگانه محیطی (ژئولوژیک، فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک) قرار می‌گیرند و از نظر ویژگی‌های‌شان در طول زمان و مکان، متنوع هستند (Venter *et al.*, 2006; Halpern *et al.*, 2007). این آشفتگی‌ها تحت تاثیر عوامل طبیعی و انسان‌ساخت صورت می‌گیرد؛ مانند طوفان، بیماری، جنگل‌زدایی، تغییر لندفرم‌های ساحلی و توسعه زمین‌های زراعی و مناطق مسکونی، ایجاد کانال‌ها، توسعه تفرجگاه‌های ساحلی، آبریز پروری و اثرات مخرب ناشی از

دوره زمانی مورد بررسی قرار گرفت. به‌طور کلی امروزه تصاویر ماهواره‌ای به‌صورت گسترده‌ای برای پایش تغییرات مکانی و زمانی ایجاد شده در اکوسیستم‌های طبیعی گوناگون از جمله جنگل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. (Liu *et al.*, 2011) در پژوهشی تغییرات توزیع مکانی مانگرو در استان گوانگ دونگ واقع در جنوب چین را از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۰ بررسی کردند. در این پژوهش مجموعه‌ای از داده‌های کاربری اراضی و پوشش اراضی از طریق طبقه‌بندی نظارت‌شده و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در یک دوره زمانی تولید شد. به این ترتیب تغییرات پوشش مانگروها و رابطه آن با تغییرات رخ داده در وسعت اراضی پرورش میگو مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهشی که توسط Nguyen *et al.* (2013) انجام شد تغییرات مکانی و زمانی در وسعت مانگرو و همچنین تغییرات کاربری‌های پیرامون مانگرو در یک دوره ۲۰ ساله (۱۹۸۹ تا ۲۰۰۹) ارزیابی شد. در این تحقیق با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، نقشه تغییرات پوشش مانگروها به دست آمد و رابطه آن با میزان گسترش سایر کاربری‌های پیرامون مورد بررسی قرار گرفت. (Giri *et al.*, 2007) دینامیک تغییرات مانگروهای بنگلادش را در طول یک دوره ۲۳ ساله (۱۹۷۷ تا ۲۰۰۰) با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست انجام دادند. در این پژوهش تصاویر سه مقطع زمانی مربوط به سال‌های ۱۹۷۷، ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ پردازش و طبقه‌بندی شدند و تغییرات وسعت مانگروها در این سه مقطع زمانی نقشه‌سازی شد. همانند سایر نقاط جهان، در ایران نیز بررسی‌هایی درباره تغییرات وسعت مانگروها در رویشگاه‌های مختلف انجام شده است. (Sirajuddin *et al.*, 2012) در پژوهشی تاثیر نوسانات عناصر اقلیمی بر مساحت جنگل‌های حرا ایران در خلیج گواتر بررسی شد. هدف این پژوهش تعیین رابطه و تأثیر روند نوسانات عناصر اقلیمی با روند افزایش مساحت جنگل‌های حرا در خلیج گواتر بود. نتایج نشان داد که وضعیت کمی

موفقیت برنامه‌های حفاظت و توسعه جنگل‌های مانگرو داشته باشند و به‌عنوان بخشی از مدیریت یکپارچه زون ساحلی تضمین‌کننده تعادل میان بهره‌برداری اقتصادی و ارزش‌های فرهنگی و اولویت‌بندی تهدیدات موجود بوده و به رفع نیازمندی‌های مدیریتی، سازمانی و قانونی کمک می‌کند (Eslami-Andargoli *et al.*, 2009; Alongi *et al.*, 2015).

جنگل‌های مانگرو ایران نیز همانند سایر مانگروهای جهان در معرض تخریب ناشی از مخاطرات طبیعی و انسانی مختلفی مانند برداشت بیش از حد سرشاخه‌ها، شکار غیرمجاز، گردشگری بدون برنامه، توسعه برخی صنایع در پیرامون (لنج‌سازی، کارخانه گچ و سیمان)، ورود گونه‌های غیربومی (موش سیاه)، برداشت بدون برنامه گونه‌های مختلف آبزیان (توسط مشتأ و خوربند)، ورود فاضلاب شهری و صنعتی و آلودگی‌های نفتی قرار دارند. در کنار این عوامل، وجود برخی تنش‌های محیطی مانند خشک‌سالی‌های پی‌درپی، کاهش تخلیه آب و رسوبات مغذی، گرمای زیاد تابستان و کمبود بارش سالانه و حتی نفوذ طوفان‌های گرمسیری (مانند گونو) مانگروها را به اکوسیستمی حساس و به‌شدت نیازمند حفاظت تبدیل کرده است (Danehkar, 1385). وقوع انواع تنش‌ها و آشفتگی‌های ذکر شده بدون شک پیامدهای نامطلوبی را برای مانگروهای ایران به‌صورت تغییر در گستره و عملکردهای اکولوژیک آنها به همراه دارد که نتیجه آن افزایش آسیب‌پذیری و کاهش تاب‌آوری این اکوسیستم‌ها نسبت به عوامل مخرب محیطی است. بنابراین هدف این پژوهش نیز بررسی تغییرات ایجاد شده در گستره مانگروهای استان هرمزگان در یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) است. همچنین برای درک بهتر روند تغییرات ایجاد شده در گستره مانگروهای مورد بررسی، دوره زمانی ۳۰ ساله به دو بازه زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰ (به عنوان سال میانی دوره زمانی مورد بررسی) تقسیم شد و مقدار متوسط تغییرات وسعت این رویشگاه‌ها در این دو

وسعت بوده و تنها از وسعت زون رویشگاهی جاسک در همین دوره زمانی کاسته شده است و مانگروهای زون‌های رویشگاهی قشم و تیاب نیز دارای بیشترین میزان افزایش وسعت در میان کلیه زون‌های رویشگاهی مانگرو کشور در همین دوره زمانی بوده‌اند. نتایج همچنین نشان داد که میزان افزایش وسعت مانگروهای ایران از ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۰ بسیار کاهش یافته و مجموعاً ۳/۵ درصد بر وسعت مانگروهای کشور افزوده شده است. در نهایت، وسعت کلیه رویشگاه‌های مانگرو کشور تا سال ۲۰۰۸ دارای روند افزایشی بود؛ چنانکه وسعت مانگروهای کشور از سال ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۸ به میزان ۳۷/۸ درصد افزایش یافته است. (Mahdavi et al. (2003) در پژوهشی روند تغییرات کمی و کیفی جنگل‌های مانگرو منطقه حفاظت‌شده حرا بین قشم و بندر خمیر را بررسی کردند. در این تحقیق از عکس‌های هوایی سال‌های ۱۳۴۶ و ۱۳۷۳ استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مساحت جنگل‌های مانگرو زون رویشگاهی قشم منطقه در سال ۱۳۴۶ برابر با ۸۰۲۶ هکتار و در سال ۱۳۷۳، ۸۰۱۶ هکتار برآورد شد که نشان‌دهنده روند کاهش وسعت مانگروهای این رویشگاه در دوره زمانی ۲۷ ساله مورد بررسی بود. Hajjarian (2006) تغییرات کمی جنگل‌های مانگرو منطقه قشم با استفاده از عکس‌های هوایی و داده‌های ماهواره‌ای در یک دوره چهار ساله بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده آهنگ تغییرات متفاوت سطح جنگل‌های حرا در هر دوره بوده است؛ چنانکه که در سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۴۵ دارای روند کاهشی، در دوره زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ دارای روند افزایشی، در دوره زمانی ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ دارای روند کاهشی و در نهایت از ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۴ دارای روند افزایشی بوده‌اند. در این پژوهش، وجود تغییرات منطقه‌ای و جهانی ایجادشده در اثر محرک‌های مصنوعی به‌عنوان عامل تغییر در مقادیر مساحت مانگروها در دوره‌های زمانی مختلف بیان شده است. در پژوهشی که توسط Bazrafshan et al. (2016) انجام شد تاثیر رواناب و

جنگل‌های حرای خلیج گواتر طی دوره آماری مورد بررسی (۱۳۶۶-۱۳۸۷) دارای سیر صعودی هستند و وسعت جنگل‌ها از ۳۸۴ هکتار در سال ۱۳۶۶ به ۶۰۷ هکتار در سال ۱۳۸۷ افزایش یافته است. Khorani et al. (2016) تغییرات سطح جنگل‌های حرا را با توجه به نوسانات اقلیمی در زون‌های رویشگاهی خمیر و قشم بررسی کردند. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات سطح جنگل‌های مانگرو بین بندر خمیر و جزیره قشم و با توجه به نوسانات عناصر اقلیمی انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که سطح پوشش جنگل‌های حرا بین سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ دارای روند افزایشی (با مقدار متوسط افزایش وسعت برابر با ۳۳/۹۲ هکتار در سال) و بین سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۱ دارای روند کاهشی (با مقدار متوسط کاهش وسعت برابر با ۲۷ هکتار در سال) و در نهایت در دوره زمانی بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۹ دارای روند افزایشی (با مقدار متوسط افزایش وسعت برابر با ۴۵۰ هکتار در سال) بوده است. Taghizadeh et al. (2010) در پژوهشی پراکنش و آمیختگی اجتماعات جنگلی مانگرو در رویشگاه سیریک استان هرمزگان بررسی شد. نتایج بررسی پراکنش اجتماعات مانگرو در این رویشگاه نشان داد از سمت شرق به غرب رویشگاه، استقرار توده‌های چندل بیشتر می‌شود و با نزدیک شدن به خورهای بزرگ توده‌های چندل چیرگی بیشتری می‌یابند. توده‌های خالص حرا، توده‌های خالص چندل و توده‌های آمیخته به ترتیب ۲۷۲/۶، ۴۳/۹ و ۳۲۶/۷ هکتار مساحت دارند و در مجموع وسعت رویشگاه سیریک در این بررسی ۶۴۳/۲ هکتار است. Salehipour and Lak (2014) تغییرات وسعت مانگروهای ایران را در بازه زمانی ۳۵ ساله ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۸ بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که کلیه رویشگاه‌های مانگرو کشور در طول دوره زمانی مورد نظر دارای روند افزایش وسعت بودند. بر اساس نتایج این تحقیق کلیه رویشگاه‌های مانگرو ایران در دوره زمانی ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۹ دارای روند افزایشی

میناب، بندرعباس، خمیر، قشم و بندرلنگه در رویشگاه‌های مختلف توسعه یافته‌اند (شکل ۱). جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان بیشترین وسعت این اجتماعات را در کشور و نیز در کل حوزه خلیج فارس و آب‌های منطقه راپمی دارا بوده و متشکل از دو گونه حرا (*Avicennia marina*) و چندل (*Rhizophora mucronata*) هستند. در گستره یادشده توده‌های طبیعی به جز رویشگاه سیریک تماماً از اجتماعات خالص، نامنظم و ناهمسال درختان حرا پوشیده شده است و تنها در رویشگاه سیریک درختان چندل به صورت آمیخته با درختان حرا مشاهده می‌شود (Danehkar et al., 2007). در این پژوهش بر اساس نواحی تحت پوشش تصاویر ماهواره‌ای و نیز برای بررسی دقیق تغییرات مانگروها، حوزه‌های رویشگاهی مورد بررسی به ۵ زون (خمیر، قشم، تیاب، سیریک و جاسک) تقسیم‌بندی شدند و میزان تغییرات وسعت آنها بررسی شد.

در این تحقیق برای پایش تغییرات وسعت مانگروهای استان هرمزگان در چهار حوزه رویشگاهی خمیر، تیاب، سیریک و جاسک و در طول یک دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶)، از تعداد ۱۲ تصویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ استفاده شد که برای چهار حوزه رویشگاهی ذکرشده دارای ردیف/گذر به صورت ۱۵۸/۰۴۲، ۱۵۹/۰۴۱، ۱۵۹/۰۴۲ و ۱۶۰/۰۴۱ بودند. آنچه که سبب انتخاب تصاویر ماهواره لندست برای بررسی تغییرات مرزی مانگروها شد، محدودیت دسترسی به تصاویر ماهواره‌ای دارای قدرت تفکیک بالاتر بود. همچنین، برای بررسی نقشه‌سازی دقیق‌تر وسعت و تاج‌پوشش مانگروها از تصاویری استفاده شد که ضمن اینکه فاقد پوشش ابری بودند، آب دریا در حالت جزر قرار داشت و تاریخ دریافت تصاویر نیز در پایان فصل تابستان بود تا بدین ترتیب از تفاوت‌های فنولوژیکی ناشی از تغییر فصول جلوگیری شود. نخستین مرحله برای انجام تجزیه و تحلیل تصاویر، تصحیح هندسی آنها بود. هر چند که تصاویر لندست ۸ دقت هندسی مناسبی دارد، اما برای دستیابی

رسوب حوزه آبخیز بالادست بر تغییرات وسعت جنگل‌های مانگرو گابریگ در استان هرمزگان مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق برای پایش تغییرات تاج‌پوشش و مساحت مانگروها از تصاویر ماهواره‌ای لندست در یک دوره زمانی ۷ ساله (۱۹۹۳ تا ۲۰۱۰) استفاده شد. بر اساس نتایج این تحقیق، تغییرات تاج پوشش در دوره زمانی مورد نظر دارای روندهای افزایشی و کاهشی و تغییرات مساحت دارای روند افزایشی بود، چنانکه مقدار متوسط افزایش وسعت مانگروهای گابریگ-جاسک در دوره زمانی ۷ ساله برابر با ۰/۲۲ هکتار در سال به دست آمد.

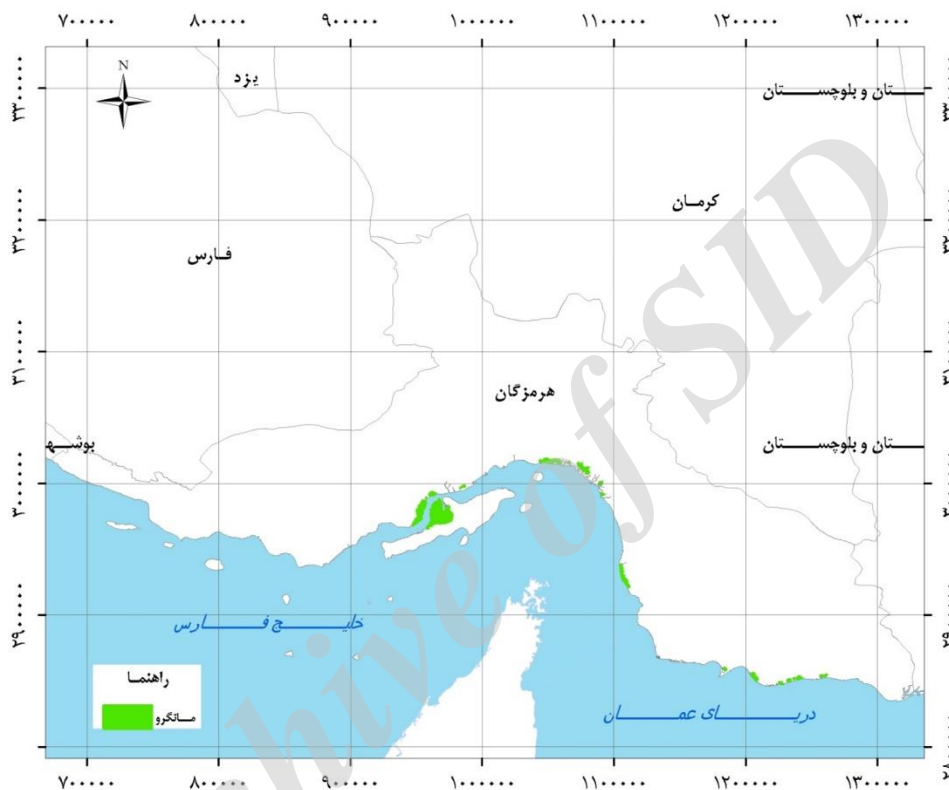
با وجود بررسی‌های انجام‌شده درباره تغییرات رخ داده در گستره مانگروهای ایران، تاکنون پژوهشی درباره تعیین مقدار متوسط تغییرات وسعت مربوط به تمامی مانگروهای استان هرمزگان و به تفکیک زون‌های رویشگاهی گوناگون انجام نشده است. همچنین، بررسی تحقیقات پیشین نشان‌دهنده روند نسبتاً سریع تغییرات در گستره مانگروهای ایران در طول زمان است که این امر لزوم انجام بررسی‌های جدید درباره پایش تغییرات وسعت این رویشگاه‌ها را در سالیان اخیر و با استفاده از داده‌های به‌روز نشان می‌دهد. بنابراین هدف این پژوهش نیز استفاده از جدیدترین تصاویر ماهواره‌ای برای پایش تغییرات وسعت مانگروهای استان هرمزگان به تفکیک حوزه‌های رویشگاهی گوناگون است.

مواد و روش‌ها

جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان با وسعتی برابر با ۱۰۰۲۵/۵۵ هکتار (بیش از ۹۰ درصد جنگل‌های مانگرو ایران)، در محدوده جغرافیایی حد فاصل عرض شمالی ۱۳° ۳۴' ۲۵" در گابریگ (شهرستان جاسک) تا ۱۰° ۵۴' ۲۷" در کولغان شهرستان بندرعباس و طول شرقی ۰۷° ۳۴' ۵۸" در هیمن شهرستان جاسک تا ۰۶° ۲۲' ۵۵" در شهرستان بندرلنگه و در ۷ شهرستان جاسک، سیریک،

ماهواره لندست ۸ مربوط به سال ۲۰۱۶ با مقدار خطای کمتر از یک پیکسل زمین مرجع شدند. در نهایت تصاویر تصحیح‌شده لندست ۸ برای تصحیح هندسی تصاویر سال ۲۰۰۰ و تصاویر سال ۲۰۰۰ برای مجموعه تصاویر سال ۱۹۸۶ مورد استفاده قرار گرفتند.

به حداکثر دقت هندسی تصاویر و نیز صحت بیشتر تجزیه و تحلیل تغییرات وسعت مانگروها، با کمک نرم‌افزار ایدرسی و ثبت مجموعاً ۲۴۰ نقطه کنترل زمینی با استفاده از GPS (که دارای پراکنش مناسب در سطح مناطق بودند و در تصاویر نیز قابل تشخیص بودند) تصاویر



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی مانگروهای استان هرمزگان

Fig. 1- The geographical location of mangroves of the Hormozgan province

انجام دقیق‌تر طبقه‌بندی و جداسازی پوشش گیاهی مانگروها از نواحی آبی و خشکی‌های پیرامون از شاخص گیاهی NDVI استفاده شد که یکی از بهترین و پرکاربردترین شاخص‌ها برای شناسایی سریع و ساده پوشش گیاهی سبز از سایر مناطق است (Seto and Fragkias, 2007; Vo et al., 2013). با در اختیار داشتن نقشه NDVI و نیز تهیه نقشه ترکیب رنگی کاذب باندهای سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک، طبقه‌بندی نظارت‌شده برای تمامی تصاویر انجام شد. همچنین برای تفکیک بهتر

به‌طور کلی در میان روش‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به‌عنوان یکی از کارآمدترین روش‌ها در استخراج پوشش گیاهی مانگروها از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی متوسط همانند تصاویر لندست است (Held et al., 2003; Giri et al., 2007; Nguyen et al., 2013). در این پژوهش نیز از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال برای طبقه‌بندی تصاویر و استخراج پوشش گیاهی مانگروها استفاده شد. برای بارزسازی تصاویر و کمک به

هوایی و تصاویر ماهواره‌ای کوئیک‌برد مربوط به سال‌های ۱۳۷۲ و ۱۳۸۰ استفاده شد. طبق تحقیق انجام شده توسط Nguyen *et al.* (2013)، روش نمونه‌برداری تصادفی طبقه‌بندی‌شده برای صحت‌سنجی نقشه‌های نهایی مورد استفاده قرار گرفت و دقت کاربر، دقت تولیدکننده، دقت کلی و ضریب کاپا برای نقشه‌های پوشش گیاهی مانگرو محاسبه شد. پس از تهیه نقشه‌های نهایی گستره مانگروها و با استفاده از توابع موجود در نرم‌افزار ArcGIS 10، مساحت مانگروها در سطح هر یک از رویشگاه‌ها در مقاطع زمانی ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ محاسبه شد و پس از آن، مقدار متوسط تغییر وسعت مانگروهای زون‌های مختلف در دو دوره زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ محاسبه و بررسی شد. در این تحقیق، برای تفسیر بیشتر نتایج مربوط به چگونگی تغییرات رخ داده در وسعت مانگروها در طول زمان، از نتایج سایر بررسی‌ها و نیز مصاحبه رودررو با افراد بومی و کارشناسان استفاده شد. بدین منظور با افرادی مصاحبه شد که دارای بیشترین سابقه سکونت در منطقه (سکونت بالای ۳۰ سال) بودند. بر این اساس با ۲۵ نفر با سنین ۵۰ تا ۶۰ سال مصاحبه رودررو و از نظرات ثبت‌شده برای تجزیه و تحلیل نتایج به‌دست‌آمده استفاده شد.

مانگروهای حاشیه‌ای و افزایش دقت کلی طبقه‌بندی، با انجام تفسیر چشمی تصاویر در مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ و تخصص تیم هدایت‌کننده پژوهش، مرزهای مانگروها با رقومی‌سازی دستی در محیط نرم‌افزار ArcGIS 10 استخراج شد. بررسی‌های گوناگون نشان داد که رقومی‌سازی دستی یکی از بهترین راهکارهای موجود برای استخراج مرزهای مانگروهای حاشیه‌ای به هنگام استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک متوسط است (Ellison and Zouh, 2012; Nguyen *et al.*, 2013). در نهایت، مرز استخراج‌شده برای تعیین دقیق‌تر گستره مانگروهای حاشیه‌ای مورد استفاده قرار گرفت. برای حذف پیکسل‌های منفرد و یا نویزهای موجود در نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی، فرآیند فیلترینگ استفاده شد و نقشه‌های به‌دست‌آمده به‌عنوان پوشش نهایی مانگروها صحت‌سنجی شد.

برای صحت‌سنجی نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی تصاویر سال ۲۰۱۶، تعداد ۲۱۰ نمونه زمینی با ابعاد ۳۰*۳۰ متر (۹۰۰ متر مربع) در سال ۲۰۱۶ از سطح و نیز مرزهای رو به دریا و رو به خشکی مانگروها برداشت شد. همچنین، برای صحت‌سنجی نقشه‌های حاصل از تصاویر مربوط به دیگر سال‌های دوره زمانی، از عکس‌های

جدول ۱- تغییرات وسعت زون‌های رویشگاهی مورد بررسی در مقاطع زمانی مختلف

Table 1. The extent of changes in habitat zones studied at different times

سال ۲۰۱۶ (هکتار) 2016 (ha)	سال ۲۰۰۰ (هکتار) 2000 (ha)	سال ۱۹۸۶ (هکتار) 1986 (ha)	وسعت (Extent) زون رویشگاهی Habitat zone
1521.36	1828.35	1660.6	خمیر Khamir
5539.68	5881.77	5343.75	قشم Qeshm
984.6	874.07	279.72	تیاب Tyab
919.62	400.1	482.31	سیریک Sirik
561.42	525.69	303.48	جاسک Jask

نتایج و بحث

ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی شده نشان داد که دقت کلی تمامی طبقه‌بندی‌های انجام شده بیشتر از ۹۲٪ بود. نتایج همچنین نشان داد که مقدار دقت کاربر و دقت تولیدکننده برای تمامی طبقه‌بندی‌های انجام شده روی تصاویر بیشتر از ۸۰ بودند که دقت بالای طبقه‌بندی انجام شده برای نقشه‌سازی گستره مانگروها را اثبات می‌کند. در واقع این نتایج نشان می‌دهد که تصاویر لندست از دقت قابل توجهی برای بررسی تغییرات وسعت مانگروها در طول زمان برخوردار هستند.

تجزیه و تحلیل سری زمانی تصاویر نشان داد که تغییرات وسعت مانگروها در زون‌های مختلف و در دوره‌های زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰ دارای مقدار افزایشی یا کاهش‌ی است (جدول ۱). در محدوده این تغییرات، مقادیر مقدار متوسط مثبت نشان‌دهنده روند افزایشی و مقادیر مقدار متوسط منفی بیان‌کننده روند کاهش‌ی وسعت مانگروها در دوره زمانی مورد نظر است (جدول ۲). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مانگروهای زون رویشگاهی خمیر در مقاطع زمانی ۱۹۸۶، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶ دارای تغییرات وسعت افزایشی و کاهش‌ی در فواصل زمانی میان مقاطع ذکر شده بودند (شکل ۲). به این ترتیب که زون رویشگاهی خمیر در دو بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۰۰ و ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ به ترتیب دارای میزان تغییرات وسعتی برابر با ۱۶۷/۷۵ و ۳۰۶- هکتار است (جدول ۱). این میزان تغییرات وسعت سبب شد تا مقدار متوسط تغییرات وسعت مانگروها در این زون رویشگاهی در دو دوره زمانی قبل و بعد از مقطع زمانی ۲۰۰۰ به ترتیب دارای مقادیر مثبت (افزایش وسعت) و منفی (کاهش وسعت) بوده و بر اساس تغییرات وسعت در دوره ۳۰ ساله، مقدار متوسط کلی تغییرات برابر با ۴/۶۴- هکتار در سال محاسبه شود (جدول ۲).

نتایج بررسی تغییرات وسعت مانگروها در زون رویشگاهی قشم نشان داد که وسعت این رویشگاه در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ نسبت به دوره قبل از آن به میزان

قابل توجهی کاهش یافته است؛ چنانچه پس از افزایش ۵۳۸ هکتاری در دوره زمانی پیش از سال ۲۰۰۰، در حدود ۳۴۲ هکتار از وسعت این رویشگاه در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ کاسته شده است (جدول ۱) (شکل ۲). بر اساس تغییرات وسعت در دو دوره زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰، مقدار متوسط تغییرات وسعت نیز در این دو دوره به ترتیب دارای مقادیر مثبت و منفی بود و برآیند تغییرات وسعت مانگروها در زون رویشگاهی قشم سبب شد تا مقدار متوسط تغییرات وسعت آن در دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) برابر با ۶/۵۳ هکتار در سال به دست آید (جدول ۲).

همانطور که نتایج نشان می‌دهد، زون رویشگاهی تیاب در هر دو دوره زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰ دارای افزایش وسعت است؛ چنانچه وسعت مانگروهای این زون رویشگاهی در دوره ۳۰ ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ به میزان ۷۰۵ هکتار افزایش یافته است (جدول ۱). نتایج همچنین نشان داد که میزان افزایش وسعت مانگروهای زون رویشگاهی تیاب در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ در حدود یک‌پنجم میزان افزایش وسعت آن در دوره زمانی قبل از سال ۲۰۰۰ بود (جدول ۲). میزان افزایش وسعت مانگروهای زون رویشگاهی تیاب در دو دوره زمانی قبل و بعد از مقطع زمانی ۲۰۰۰ سبب شد تا مقدار متوسط تغییرات وسعت مانگروها نیز در هر دو دوره دارای مقادیر مثبت و افزایشی باشد و بر اساس برآیند تغییرات وسعت نیز مقدار متوسط تغییرات وسعت برابر با ۲۳/۵ هکتار در سال به دست آمد که نشان‌دهنده روند افزایشی مانگروهای این رویشگاه است (جدول ۲).

بر اساس نتایج به دست آمده، از وسعت مانگروهای زون رویشگاهی سیریک در دوره زمانی قبل از سال ۲۰۰۰ کاسته شده و در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ با افزایش بیش از دو برابری در وسعت همراه بوده است (جدول ۱). برآیند تغییرات وسعت مانگروهای زون رویشگاهی سیریک در دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) در حدود ۴۳۷ هکتار به دست آمد که نشان‌دهنده افزایش وسعت قابل توجه مانگروهای این زون رویشگاهی است. میزان تغییرات وسعت

۸/۶ هکتار در سال به دست آید که نشان‌دهنده افزایش وسعت این رویشگاه است.

نتایج بررسی تغییرات وسعت رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان نشان داد که به استثنای زون رویشگاهی سیریک، مقدار متوسط تغییرات وسعت سالانه مانگروها در کلیه زون‌های رویشگاه‌های مورد بررسی در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ به میزان قابل‌توجهی کاهش یافته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، زون‌های رویشگاهی خمیر و قشم به ترتیب با داشتن بیشترین میزان کاهش وسعت در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ (به ترتیب با کاهش وسعتی برابر با ۳۰۶ و ۳۴۲ هکتار) در میان رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان، بیشترین مقدار متوسط کاهش وسعت سالانه را نیز داشتند (به ترتیب با مقدار متوسط تغییرات وسعت برابر با ۱۹/۱۹- و ۲۱/۳۸- هکتار در سال). در زون رویشگاهی تیاب نیز به‌رغم افزایش وسعت مانگروها در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ و نیز مقدار متوسط کلی تغییرات وسعت برابر با ۲۳/۵ هکتار در سال، مقدار متوسط تغییرات وسعت مانگروها از مقدار ۴۲/۴۵ هکتار در سال در دوره پیش از سال ۲۰۰۰ به ۶/۹۱ هکتار در سال در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ کاهش یافته است که نشان‌دهنده کاهش قابل‌توجه در روند افزایش وسعت مانگروها در این حوزه رویشگاهی در طی زمان است.

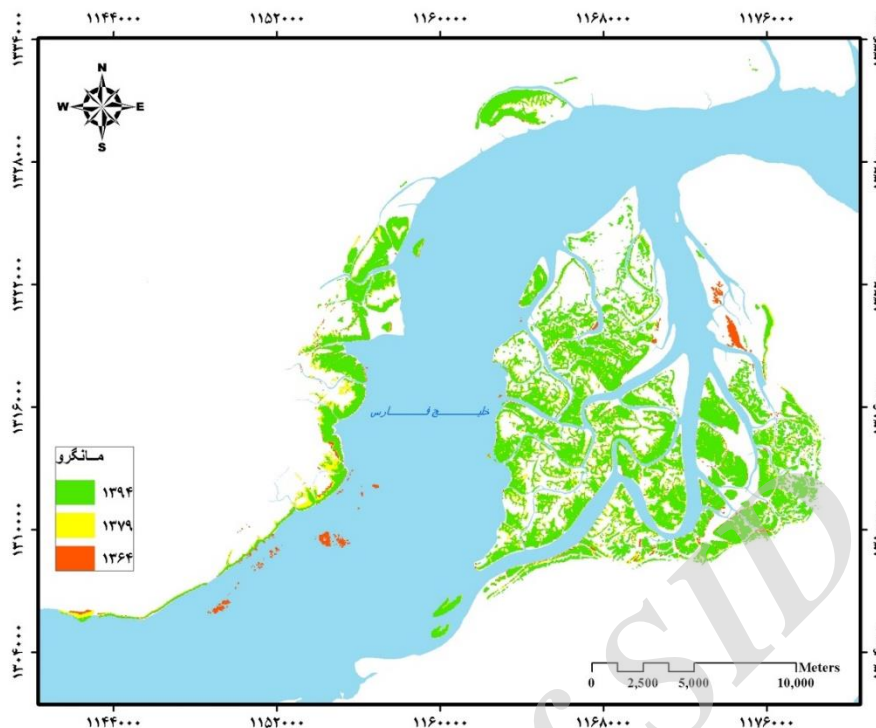
مانگروهای زون رویشگاهی سیریک سبب شد تا مقدار متوسط تغییرات وسعت در دوره زمانی قبل از سال ۲۰۰۰ دارای مقدار منفی (کاهشی) و در دوره پس از سال ۲۰۰۰ دارای مقدار مثبت (افزایشی) باشد (جدول ۲). همچنین، مقدار متوسط کلی تغییرات وسعت مانگروها در این زون رویشگاهی برابر با ۱۴/۵۸ هکتار در سال به دست آمد.

تجزیه و تحلیل نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده نشان داد که مانگروهای واقع در زون رویشگاهی جاسک با قرارگیری در سواحل حد فاصل میان مصب رودخانه‌های شهرنو و کاشی در سواحل دریای عمان، دارای افزایش وسعت در دو دوره زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰ هستند (جدول ۱). بر این اساس، میزان افزایش وسعت مانگروهای این زون رویشگاهی در دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) در حدود ۲۶۰ هکتار به دست آمد. همان‌طور که جدول (۲) نشان می‌دهد در زون رویشگاهی جاسک، مقدار متوسط افزایش وسعت مانگروها در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ به میزان قابل‌توجهی (تا حدود یک هفتم) نسبت به دوره زمانی قبل از سال ۲۰۰۰ کاهش یافته است که نشان‌دهنده روند کاهش وسعت این رویشگاه در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ است. برآیند تغییرات وسعت مانگروهای زون رویشگاهی جاسک سبب شد تا مقدار متوسط تغییرات وسعت مانگروهای این رویشگاه برای دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) برابر با

جدول ۲- مقدار متوسط تغییرات وسعت زون‌های رویشگاهی مورد بررسی در دوره‌های زمانی قبل و بعد از سال ۲۰۰۰

Table 2. The average extent of changes in habitat zones studied in the periods before and after 2000

دوره تغییرات وسعت The extent of changes زون رویشگاهی Habitat zone	مقدار متوسط تغییرات وسعت قبل از سال ۲۰۰۰ (هکتار) The average size changes before 2000 (ha)	مقدار متوسط تغییرات وسعت پس از سال ۲۰۰۰ (هکتار) The average size changes after 2000 (ha)	مقدار متوسط کلی تغییرات در دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) (هکتار) The average amount of change in the 30-year period (1986 to 2016) (ha)
خمیر Khamir	11.98	-19.19	-4.64
قشم Qeshm	38.43	-21.38	6.53
تیاب Tyab	42.45	6.91	23.50
سیریک Sirik	-5.87	32.47	14.58
جاسک Jask	15.87	2.23	8.6



شکل ۲- تغییرات گستره مانگروهای خمیر و قشم در دوره زمانی ۳۰ ساله
 Fig. 2- Changes of areas of mangroves of Khamir and Qeshm in the 30-year period

آلودگی‌های نفتی می‌توانند نقش موثری در تخریب و کاهش وسعت این رویشگاه‌ها داشته باشند (Daneshkar *et al.*, 2008; Mehrabian *et al.*, 2008). تمامی افراد محلی و نیز کارشناسان اداره کل منابع طبیعی استان هرمزگان که در مصاحبه شرکت کردند، بهره‌برداری بی‌رویه بومیان حاشیه جنگل‌های مانگرو را در تخریب این رویشگاه‌ها مقصر می‌دانستند، زیرا بومیان مناطق برای تامین خوراک دام، اقدام به سرشاخه‌زنی درختان می‌کنند.

نتایج نشان داد که مقدار متوسط افزایش وسعت مانگروهای واقع در زون رویشگاهی جاسک به میزان قابل توجهی در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ نسبت به دوره پیش از آن کاهش یافته است (از ۱۵/۸۷ هکتار در سال در دوره زمانی پیش از سال ۲۰۰۰ به ۲/۲۳ هکتار در سال در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰). در این مناطق، فرسایش رخساره‌های کم‌عمق دریایی و محیط خوری به‌ویژه در دهانه خورهای ایجادشده از

بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، عواملی مانند ایجاد تغییر نامطلوب در روند توزیع رسوب در محیط ساحلی در اثر ایجاد تاسیسات و سازه‌ها، بهره‌برداری بیش از حد از مانگروها برای مصارف سوختی و یا چرای دام‌ها، توسعه آبی‌پروری، آلاینده‌ها و اثرات اقلیمی مانند بالا آمدن سطح آب دریا به‌عنوان برخی از عوامل اصلی اثرگذار در روند کاهش وسعت جنگل‌های مانگرو در جهان عنوان شده است (Gilman *et al.*, 2007; Ellison and Zouh, 2012; Hai-Hoa *et al.*, 2013; Tran Thi *et al.*, 2014). در جنگل‌های مانگرو استان هرمزگان و به‌ویژه در مانگروهای رویشگاه‌های خمیر، قشم و تیاب نیز عوامل مختلفی مانند چرای دام، تهیه چوب سوختی و نیز مصالح ساختمانی، توسعه آبی‌پروری، ساخت اسکله، ترابری دریایی و رفت‌وآمد شناورها در محدوده مانگروها، توسعه برخی صنایع و معدن‌کاری در پیرامون مانگروها و ورود فاضلاب‌های صنعتی و خانگی از مناطق شهری مجاور و نیز

سال ۲۰۰۰ نسبت به دوره پیش از آن بودند. بررسی گزارشات و اسناد موجود نشان می‌دهد که در دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۹ گستره‌ای به مساحت ۶۴۸ هکتار از پهنه‌های گلی واقع در زون رویشگاهی سیریک با گونه‌های حرا و چنل جنگل کاری شده است. این وسعت بالای جنگل کاری در زون رویشگاهی سیریک دلیل اصلی افزایش وسعت قابل توجه این رویشگاه در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ نسبت به دوره زمانی پیش از آن است.

مقادیر متوسط تغییرات وسعت محاسبه شده برای رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان در این تحقیق با نتایج سایر بررسی‌های انجام شده در این رویشگاه‌ها قابل مقایسه است. (Khorani et al., 2016) متوسط تغییرات وسعت مانگروهای زون‌های رویشگاهی خمیر و قشم را در دوره ۲۵ ساله ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۹ برابر با ۱۸/۲۸ هکتار در سال به دست آوردند که نشان‌دهنده روند افزایشی وسعت مانگروهای این رویشگاه‌ها است در حالی که در این پژوهش متوسط تغییرات وسعت برای دو رویشگاه فوق در دوره زمانی ۳۰ ساله (۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶) برابر با ۰/۹۵ بود که کمتر از مقدار متوسط محاسبه شده توسط خورانی و همکاران است. (Salehipour and Lak, 2014) بیان کردند که در دوره زمانی ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۸ کلیه رویشگاه‌های مانگرو ایران دارای روند افزایش وسعت بوده‌اند در حالی که این پژوهش نشان داد که در مقطه زمانی پس از سال ۲۰۰۰ زون‌های رویشگاهی خمیر و قشم دچار کاهش وسعت شده و مقدار متوسط تغییرات وسعت مانگروها در زون رویشگاهی خمیر در طول دوره ۳۰ ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴ دارای مقداری منفی و یا کاهش وسعت است. تغییرات وسعت مانگروهای زون رویشگاهی قشم توسط (Hajjarian, 2006) در دوره زمانی پس از سال ۱۳۸۰ به صورت افزایشی بیان شده است که مخالف با نتایج این تحقیق است. همانطور که نتایج این پژوهش نشان

رودخانه‌ها حاکم است و منجر به پیشروی واحدهای محیط‌های خوری و کم عمق ساحلی به سمت خشکی شده است. در حوضه‌های آبخیز مجاور دریای عمان نیز رودخانه جگین جاری است که با وجود تشکیلات زمین‌شناسی زودفرسای زون مکران، از نظر رسوب‌گذاری یکی از مهمترین رودخانه‌های استان محسوب می‌شود. سرشاخه‌های فرعی رودخانه جگین از دامنه‌های جنوبی کوه‌های مکران و بشارگرد سرچشمه می‌گیرند. این رودخانه با دارا بودن رژیم سیلابی، حجم بالایی از رسوبات را به هنگام ریزش‌های جوی با خود حمل می‌کند. اما احداث سد جگین در سال ۲۰۰۸ در مسیر رودخانه جگین، سبب کاهش حجم قابل توجهی از رسوب ورودی به نواحی ساحلی توسط این رودخانه شده است؛ چنانکه مقدار حجم رسوب سالانه ورودی به این سد برابر با ۵/۲ میلیون متر مکعب است. بدون شک احداث این سد سبب تغییر دینامیک رسوبی نواحی ساحلی پایین دست شده است و می‌تواند یکی از عوامل تاثیرگذار در پسروی مانگروهای این ناحیه باشد؛ چنانچه بررسی‌های گوناگون نیز نشان داده احداث سد بر مسیر جریان رودخانه‌ها می‌تواند با افزایش و یا کاهش حجم آب و بار رسوبی رودخانه‌ها سبب تغییر کمیت و کیفیت مانگروها شود (Dahdouh-Guebas et al., 2005; Koedam and Dahdouh-Guebas, 2008; Ellison and Zouh, 2012). این امر اهمیت انجام بررسی‌های بیشتر در مورد تاثیر احداث سد جگین بر وقوع پسروی در مانگروهای واقع در سواحل دریای عمان را نشان می‌دهد.

نتایج این تحقیق نشان داد که در بین کلیه زون‌های رویشگاهی مورد بررسی، مانگروهای زون رویشگاهی سیریک بر خلاف مانگروهای سایر رویشگاه‌های استان هرمزگان، دارای افزایش قابل توجه در مقدار متوسط تغییرات وسعت در دوره زمانی پس از

داد، مانگروه‌های زون رویشگاهی جاسک به‌رغم کاهش مقدار متوسط افزایش وسعت در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰ نسبت به دوره پیش از آن، دارای روند افزایش وسعت در تمامی دوره زمانی ۳۰ ساله ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۶ (۸/۶ هکتار در سال) است. (Bazrafshan *et al.*, 2016). نیز در دوره زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۰ روند تغییرات وسعت مانگروه‌های زون رویشگاهی جاسک را افزایشی دانستند.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، تجزیه و تحلیل تغییرات ایجادشده در گستره مانگروها در طول زمان به‌عنوان یکی از پیش‌نیازهای اصلی در طبقه‌بندی میزان آسیب‌پذیری این اکوسیستم‌ها نسبت به عوامل محیطی گوناگون، به‌ویژه پیامدهای حاصل از تغییر اقلیم مطرح است (Gilman *et al.*, 2007; Ellison and Zouh, 2012). همچنین، با بررسی روند تغییرات وسعت مانگروها در طی زمان می‌توان اقدامات لازم برای احیا و توسعه این اکوسیستم‌ها را اولویت‌بندی کرد. بنابراین در این پژوهش نیز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و طی یک دوره زمانی ۳۰ ساله روند تغییرات وسعت مانگروه‌های استان هرمزگان بررسی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در میان زون‌های رویشگاهی مورد بررسی (خمیر، قشم، تیاب، سیریک و جاسک)، زون رویشگاهی خمیر بیشترین مقدار متوسط کاهش وسعت (۴/۶۴- هکتار در سال) و زون رویشگاهی سیریک بیشترین مقدار متوسط افزایش وسعت (۲۳/۵ هکتار در سال) را در دوره ۳۰ ساله داشتند. نتایج همچنین نشان داد که در دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶، زون‌های رویشگاهی سیریک و قشم به ترتیب بیشترین مقدار متوسط افزایش و کاهش وسعت را در میان زون‌های مورد بررسی داشتند (به ترتیب با مقادیر متوسط تغییرات وسعت برابر با ۳۲/۴۷ و ۲۱/۳۸- هکتار در سال).

تجزیه و تحلیل تغییرات وسعت مانگروها در رویشگاه‌های مختلف نشان داد که با وجود کاهش وسعت کلیه رویشگاه‌های مانگرو استان هرمزگان در دوره زمانی پس از سال ۲۰۰۰، رویشگاه سیریک دارای افزایش قابل توجه وسعت در این دوره زمانی نسبت به دوره پیش از سال ۲۰۰۰ بود که دلیل آن جنگل‌کاری با گونه‌های حرا و چنندل در پهنه‌های گلی این رویشگاه در سال‌های اخیر بوده است. گفتنی است که محاسبه مقادیر متوسط تغییرات وسعت مانگروها در رویشگاه‌های مختلف تابع دوره زمانی مورد بررسی، قدرت تفکیک مکانی داده‌های سنجش از دوری و توان تفسیر این داده‌ها توسط کاربر است. از این رو در بررسی‌های مختلف مقادیر متفاوتی برای متوسط تغییرات مساحت مانگروه‌های زون‌های رویشگاهی مختلف به دست آمده است. این تفاوت موجود در تغییرات محاسبه‌شده حتی برای رویشگاه‌های یکسانی که در یک دوره زمانی مشابه، اما توسط داده‌های سنجش از دوری متفاوت مورد بررسی قرار می‌گیرند، وجود دارد.

در نهایت می‌توان گفت نتایج حاصل از این پژوهش با فراهم آوردن اطلاعات به‌روز و دقیق درباره تغییرات وسعت زون‌های رویشگاهی استان هرمزگان می‌تواند به برنامه‌ریزی‌های اثربخش برای انجام اقدامات حفاظتی و احیای مانگروه‌های استان هرمزگان کمک شایانی کند. پیشنهاد می‌شود که برای بررسی دقیق‌تر روند تغییرات وسعت مانگروه‌های استان هرمزگان و نیز سایر رویشگاه‌های مانگرو ایران، از سری داده‌های سنجش از دوری با قدرت تفکیک مکانی بالاتر و به تفکیک هر یک از سال‌های دوره زمانی مورد نظر استفاده شود. از این راه می‌توان به نتایج دقیق‌تر و با جزئیات بیشتر در مورد تغییرات وسعت مانگروها در طول دوره‌های زمانی بلندمدت دست یافت.

منابع

- Allen, J.A., Ewel, K.C. and Jack, J., 2001. Patterns of natural and anthropogenic disturbance of the mangroves on the Pacific Island of Kosrae. *Wetlands Ecology and Management*. 9, 291-301.
- Alongi, D.M., 2015. The impact of climate change on mangrove forests. *Current Climate Change Reports*. 1, 30-39.
- Bazrafshan O., Ahmadi, S. and Khurani, A., 2016. Effect of runoff and sediment of watershed on mangroves forest area changes. *Environment Erosion Researches*. 6(21), 88-102. (In Persian with English abstract).
- Binelli, A., Sarkar, S.K., Chatterjee, M., Riva, C., Parolini, M., Bhattacharya, B. and Satpathy, K.K., 2007. Concentration of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in sediment cores of Sundarban mangrove wetland, northeastern part of Bay of Bengal (India). *Marine Pollution Bulletin*. 54, 1220-1229.
- Concheddaa, G., Durieuxb, L. and Mayauxa, P., 2008. An Object-Based method for mapping and change analysis in mangrove ecosystems, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 63, 578- 589.
- Dahdouh-Guebas, F., Jayatissa, L.P., Di Nitto, D., Bosire, J.O., LoSeen, D. and Koedam, N., 2005. How effective were mangroves as a defense against the recent tsunami? *Current Biology*. 15, 443-447.
- Danehkar, A., Hasheni, A., Varasteh, R., Fadakar, S. and Sharifipour, R., 2008. The spatial analysis of environmental sensitivity of coastal areas in Hormozgan province. The department of the environment, Hormozgan province, 180p. (In Persian with English abstract).
- Danehkar, A., Mahmoudi, B. and Hashemi, A., 2007. Management Plan and development of mangrove forests in the Hormozgan province, Department of Natural Resources, Hormozgan province, 200 p. (In Persian with English abstract).
- Duke, N.C., Meynecke, J.O., Dittmann, S., Ellison, A.M., Anger, K., Berger, U. and Dahdouh-Guebas, F., 2007. A world without mangroves? *Science*. 317, 41-42.
- Eggert, H. and Olsson, B., 2009. Valuing multi-attribute marine water quality. *Marine Policy*. 33, 201-206.
- Ellison, J.C. and Zouh, I., 2012. Vulnerability to climate change of mangroves: assessment from Cameroon, central Africa. *Biology*. 1, 617-638.
- Eslami-Andargoli, L., Dale, P.E.R., Sipe, N. and Chaseling, J., 2009. Mangrove expansion and rainfall patterns in Moreton Bay, southeast Queensland, Australia. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 85, 292-298.
- FAO., 2016. State of the world's forests (SOFO) in 2016. Forests and agriculture: land use challenges and opportunities. FAO, 125P.
- Giri, C., 2016. Observation and monitoring of mangrove forests using remote sensing: Opportunities and challenges. *Remote Sensing*. 8(9), 783-788.
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L.L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T. and Duke, N., 2011. Status and

distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*. 20, 154-159.

Giri, C., Pengra, B., Zhu, Z., Singh, A. and Tieszen, L.L., 2007. Monitoring mangrove forest dynamics of the Sundarbans in Bangladesh and India using multi-temporal satellite data from 1973 to 2000. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 73, 91-100.

Hai-Hoa, N., McAlpine, C., Pullar, D., Johansen, K. and Duke, N.C., 2013. The relationship of spatial-temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam. *Ocean and Coastal Management*. 76, 12-22.

Hajjarian, M., 2006. Check quantitative changes mangrove forest island using aerial photographs and satellite data over a period of forty years. Forestry master's thesis. Department of natural resources, Tehran university, Karaj, 124 p. (In Persian with English abstract).

Halpern, B.S., Selkoe, K.A., Micheli, F. and Kappel, C.V., 2007. Evaluating and ranking the vulnerability of global marine ecosystems to anthropogenic threats. *Conservation Biology*. 21, 1301-1315.

Held, A., Ticehurst, C., Lymburner, L. and Williams, N., 2003. High resolution mapping of tropical mangrove ecosystems using hyperspectral and radar remote sensing. *International Journal of Remote Sensing*. 24, 2739-2759.

Khorani, A., Bineiaz, M. and Amiri, H.R., 2016. Mangrove forest area changes due to climatic changes (Case study: forest between the port and the Khamir island). *Journal of Aquatic Ecology*. 5, 100-111. (In Persian with English abstract).

Koedam, N. and Dahdouh-Guebas, F., 2008. Ecological quality changes precede changes in quantity in mangrove forests. *Science. E-Letter*, 2 October 2008.

Liu, K., Li, X., Shi, X. and Wang, S.G., 2011. Monitoring mangrove forest changes using remote sensing and GIS data with decision-Tree learning. *Wetlands*. 28, 336-346.

Mahdavi, A., Zubairy, M. and Namiranian, M., 2003. The trend of qualitative and quantitative changes Qeshm Mangrove forests using aerial photos from 1346 and 1373. *Iranian Journal of Natural Resources*. 3, 386-377. (In Persian with English abstract).

Mehrabian, A., Naqinezhad, A., Mahiny, A.S., Mostafavi, H., Liaghati, H. and Kouchezkadeh, M., 2009. Vegetation mapping of the Mond protected area of Bushehr province. *Journal of Integrative Plant Biology*. 51, 251-260.

Murray, M.R., Zisman, S.A., Furley, P.A., Munro, D.M., Gibson, J., Ratter, J., Bridgewater, S., Minty, C.D. and Place, C.J., 2003. The mangroves of Belize part 1. Distribution, composition and classification, *Forest Ecology and Management*. 174, 265-279.

Nfotabong-Atheull, A., Din, N. and Dahdouh-Guebas, F., 2013. Qualitative and quantitative characterization of mangrove vegetation structure and dynamics in a pre urban setting of Douala (Cameroon): An approach using air-borne imagery. *Estuaries and Coasts*. 36, 1181-1192.

Nguyen, H.H., McAlpine, C., Pullar, D., Johansen, K. and Duke, N.C., 2013. The relationship of spatial-temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam. *Ocean and Coastal*

Management. 76, 12-22.

Nguyen, T.P., Tong, V.A., Quoi, L.P. and Parnell, K.E., 2016. Mangrove restoration: establishment of a mangrove nursery on acid sulphate soils. *Journal of Tropical Forest Science*. 275-284.

Proisy, C., Degenne, P., Anthony, E.J., Berger, U., Blanchard, E., Fromard, F. and Lo Seen, D., 2016. A multiscale simulation approach for linking mangrove dynamics to coastal processes using remote sensing observations. *Journal of Coastal Research*. 75, 810-814.

Sadeghi, A., 2006. Assessment of changes in the density and area of Sirik and Jask mangrove forest habitats in a period of 50 years using aerial photographs. Forestry master's thesis. Department of Natural Resources, Islamic Azad University, science and research branch of Tehran. (In Persian with English abstract).

Salehipour Milani, A. and Lak, R., 2014. Monitoring the extent of mangrove forests in the southern coast of Iran. In proceedings in the 1st international congress of earth sciences, 13th February, Tehran, Iran. pp. 145-157. (Key paper).

Seto, K.C. and Fragkias, 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.

Singh, S.K., Srivastava, P.K., Gupta, M., Thakur, J.K. and Mukherjee, S., 2014. Appraisal of land use/land cover of mangrove forest ecosystem using support vector machine. *Environmental Earth Sciences*. 71, 2245-2255.

Sirajuddin, F., 2012. The effect of fluctuations in the climate of the area's mangrove forests Iran

(Case Study: Guatre Bay). Physical Geography Master's thesis in climatology trends in environmental planning. University of Sistan and Baluchestan. 110 p. (In Persian with English abstract).

Taghizadeh, A., Danehkar, A., Kamrani, E. and Mahmoudi, B., 2010. Mangrove forest communities in Hormozgan province. *Journal of Forest of Iran*. 1, 25-34.

Tran Thi, V., Tien Thi Xuan, A., Phan Nguyen, H., Dahdouh-Guebas, F. and Koedam, N., 2014. Application of remote sensing and GIS for detection of long-term mangrove shoreline changes in Mui Ca Mau, Vietnam. *Biogeosciences*. 11, 3781-3795.

Venter, O., Brodeur, N.N., Nemiroff, L., Belland, B., Dolinsek, I.J. and Grant, J.W.A., 2006. Threats to endangered species in Canada. *Bioscience*. 56, 903-910.

Vo, Q.T., Oppelt, N., Leinenkugel, P. and Kuenzer, C., 2013. Remote sensing in mapping mangrove ecosystems-an object-based approach, *Remote Sensing*. 5, 183-201.

Walters, B.B., Rönnbäck, P., Kovacs, J.M., Crona, B., Hussain, S.A., Badola, R. and Dahdouh-Guebas, F., 2008. Ethnobiology, socio-economic and management of mangrove forests: a review. *Aquatic Botany*. 82, 220-236.

Zhang, K., Thapa, B., Ross, M. and Gann, D., 2016. Remote sensing of seasonal changes and disturbances in mangrove forest: a case study from South Florida. *Ecosphere*. 7(6), 201-209.





Mapping area changes of mangroves using RS and GIS (Case study: mangroves of Hormozgan province)

Davood Mafi Gholami*, Masoumeh Baharlouii and Beytollah Mahmoudi

Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Earth Sciences, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

Received: 2017.03.08

Accepted: 2017.08.24

Mafi Gholami, D., Baharlouii, M. and Mahmoudi, B., 2017. Mapping Area Changes of Mangroves using RS and GIS (Case study: Mangroves of Hormozgan Province). *Environmental Sciences*. 15(2): 75-92.

Introduction: Different coastal ecosystems, especially mangroves, are exposed permanently and almost simultaneously to multiple environmental stresses and disturbances (geological, physical, chemical and biological) which are varied in terms of their characteristics over time and space. The direct result of these stresses and disturbances is the reduction in area and health of mangroves and the subsequent exacerbation of global warming and other consequences of climate change, reduced coastal water quality, loss of biodiversity and degradation of coastal habitats. Considering the adverse consequences arising from the reduction in mangrove forest area, prioritizing management actions and providing appropriate infrastructure is essential to prevent a decrease in the extent of these ecosystems. Achieving this goal depends on having accurate and sufficient information and knowledge about the process of changes in the extent of mangrove forest habitats over time which can play an important role in the efficiency and success of rehabilitation programmes and the development of these ecosystems. Hence, the aim of this study was to investigate the long-term changes occurred in areas of mangrove forest of Hormozgan Province.

Materials and methods: In this study, Landsat images from 1986, 2000, and 2016 were used to study changes in the extent of mangroves over time. The necessary pre-processing was done on images using Idrisi software. After extraction of the mangrove vegetation maps in the aforementioned years, changes in mangroves of the Khamir, Qeshm, Tiab, Sirik and Jask habitats were analyzed in ArcGIS software and the average values of areas of mangroves were calculated for two periods, namely pre- and post- 2000, and during a 30-year period.

Results and discussion: The accuracy assessment of the classified images showed that the overall accuracy was equal to 92%. The results also showed that among the zones investigated (Khamir, Ghesh, Tiab, Sirik and

* Corresponding Author. *E-mail Address:* mafigholami@nres.sku.ac.ir

Jask), Khamir habitat zone had the highest average annual value of area reduction (equal to -4.64 h/yr) and Sirik habitat zone had the highest average annual value of area expansion (equal to 23.5 h/yr) during the 30-year period. The results also showed that during period of 2000-2016, Sirik and Qeshm zones had the highest average value of expansion and reduction in area, respectively (equal to 32.47 and -21.38 h/yr, respectively). Analysis of mangrove area changes in different habitats showed that, despite the reduction in the extent of all mangroves in the period after 2000, the mangroves of Sirik habitat had significant increase in area in this period compared to the period before 2000 which was due to forestation with *Avicenna* and *Rhizophora* in the mud flats of this habitat in recent years.

Conclusions: The results of the study of changes in the areas of mangroves of Hormozgan Province showed that the trend of change the in area covered by the mangroves of Hormozgan Province over a 30-year period has been increasing from the coasts of the Persian Gulf to the Oman Sea; this indicates the impact of various environmental factors affecting the changes in the extent of the mangroves of the province. Finally it can be said that the results of this study, by providing up-to-date and accurate information about areas changes of mangrove habitat in Hormozgan Province, can help significantly to the planning of effective actions to protection and restoration of these habitats.

Keywords: Coastal ecosystems, Satellite images, Extent changes.