

## بررسی تغییرات وسعت رویشگاه مانگرو (مطالعه موردی: خور گواتر در استان سیستان و بلوچستان)

افشین دانه‌کار<sup>۱\*</sup>، ملیحه عرفانی<sup>۲</sup>، غلامرضا نوری<sup>۳</sup>، حسین عقیقی<sup>۴</sup>، محمدرضا مروی مهاجر<sup>۵</sup> و طاهره اردکانی<sup>۶</sup>

<sup>۱</sup> دانشیار گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۲</sup> مربی گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

<sup>۳</sup> استادیار گروه جغرافیای طبیعی دانشکده جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

<sup>۴</sup> دانشجوی دکتری رشته سنجش از دور در دانشگاه نیوساوت ویلز، استرالیا

<sup>۵</sup> استاد گروه جنگلداری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

<sup>۶</sup> مربی گروه محیط زیست مجتمع آموزش عالی اردکان

(تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۳، تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۲)

### چکیده

هدف از این بررسی پایش تغییرات وسعت و تراکم رویشگاه مانگرو در خور گواتر در دوره زمانی ۴۹ ساله (۱۳۳۶ تا ۱۳۸۵) است. این رویشگاه تنها از گونه حرا (*Avicennia marina*) تشکیل و در منتهی الیه جنوب شرقی استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. در این تحقیق از عکس‌های هوایی ۱:۵۵.۰۰۰ و ۱:۲۰.۰۰۰ سال‌های ۱۳۳۶ و ۱۳۴۵، عکس ماهواره‌ای Corona سال ۱۳۴۴، تصاویر ماهواره‌ای لندست سنجنده‌های TM و ETM مربوط به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۰، تصاویر ماهواره‌ای IRS سال ۱۳۸۵ و تصاویر ماهواره‌ای Quickbird سال ۱۳۸۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که در این دوره، روند تغییرات وسعت این جنگل‌ها یکنواخت نبوده، اما برآیند تغییرات مثبت و وسعت آنها از ۱۰۱/۱۹ به ۱۴۹/۱۸ هکتار رسیده است. چنین تغییراتی با نرخ رشد متوسط ۰/۹۸ هکتار در کل دوره مورد بررسی همراه است. عمده این افزایش مربوط به سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ است. به‌طور کلی می‌توان گفت که تا قبل از سال ۱۳۴۵ فرآیند غالب رخ داده در وسعت این جنگل‌ها، کاهش در هر دو طبقه تراکمی (تنک و انبوه) بوده و بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ افزایش به‌ویژه در طبقه کم‌تراکم مشاهده می‌شود و پس از آن تا سال ۱۳۸۵ روند تغییرات کند و منفی بوده است.

واژه‌های کلیدی: رویشگاه مانگرو، خور گواتر، استان سیستان و بلوچستان، سنجش از دور.

## مقدمه و هدف

مانگروها گیاهان چوبی‌اند که در حد فاصل خشکی و دریا در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری زیست می‌کنند (Kathiresan & Bingham, 2001). اهمیت اکولوژیک جنگل‌های مانگرو بیش از آن است که تا به امروز شناخته شده است. این جنگل‌ها سیمای ویژه مناطق ساحلی‌اند که سیستم ریشه‌های آنها موجب پایداری رسوبات می‌شود، انرژی امواج را کاهش می‌دهند و برای شمار زیادی از موجودات زنده زیستگاه و پناهگاه ایجاد می‌کنند (Rodríguez & Feller, 2004). علاوه بر اهمیت بوم‌شناختی، این جنگل‌ها فواید اقتصادی فراوانی در سطوح مختلف جهانی، منطقه‌ای و به‌ویژه محلی دارند، به‌همین دلیل جوامع علمی سعی در پویایی‌شناسی و کارکردشناسی آنها دارند (Ahmed & Abdel-Hamid, 2007). نرخ تخریب رویشگاه مانگرو در برخی مناطق گرمسیری به‌علت فعالیت‌های انسانی مانند گسترش سریع استخرهای پرورش میگو برای صادرات، افزایش یافته که موجب نگرانی محیط زیستی چشمگیری در میان نهادهای عمومی و توسعه‌ای شده است (Pillay, 2004). با وجود تحقیقات فراوان انجام‌گرفته روی مانگروها، تصمیم‌گیران هنوز درک اندکی در مورد اهمیت و خدمات این اکوسیستم‌ها دارند و همچنان تخریب و نابودی آنها گزارش می‌شود (Kathiresan & Bingham, 2001). در پنجاه سال گذشته، تقریباً یک سوم از جنگل‌های مانگرو در جهان از دست رفته است (Alongi, 2002). کشورهایی همچون پاناما، نیکاراگوئه، مکزیک، مارتینیک، گرنادا، جامائیکا، هندوراس، ترینادا و توباگو، کلمبیا، اکوادور، برزیل، ایالات متحده و پرو تا سال ۲۰۰۰ با کاهش وسعت جنگل‌های مانگرو مواجه بوده‌اند. این درحالی است که تغییر وسعت مانگروها در برخی کشورها تغییرات معنی‌داری نداشته است، به‌طور مثال می‌توان پورتوریکو، گینه فرانسه، مونتسرات<sup>۱</sup> و سنت لوشیا<sup>۲</sup> را نام برد. در تعداد محدودی از کشورها وسعت رویشگاه‌های مانگرو افزایش یافته که بنگلادش (FAO, 2003)، تالاب‌های رودخانه ماری در جنوب استرالیا (De Boer, 2002)، خلیج‌های Kachchh, Gijarat و بخش‌هایی از غرب

هندوستان (Singh, 2003)، جنگل‌های مانگرو واقع در امتداد سواحل دریای سرخ در مصر (Ahmed & Abdel-Hamid, 2007)، جزیره Al Sammalyah واقع در خلیج فارس (Essa et al., 2006) و جنگل‌های مانگرو تالاب‌های رودخانه‌های Mary (Hosking et al., 2001) نمونه‌هایی از آن است. به‌طور کلی، جنگل‌های مانگرو در جهان با سرعت ۱ تا ۲ درصد در سال رو به کاهش هستند و این نرخ رو به رشد است؛ به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که ۹۰ درصد کل جنگل‌های مانگرو در آنجا واقع شده‌اند (Duke et al., 2007). پاسخ جنگل‌های مانگرو به تغییر شرایط محیطی در مقیاس زمانی کوتاه مورد توجه برخی پژوهشگران (Souza Filho, 2006; Essa et al., 2006) قرار گرفته و نتایج بررسی‌های آنها نشان داده است که جنگل‌های مانگرو علاوه بر آسیب‌پذیری زیاد در اثر عوامل محرک خارجی که موجب کاهش سطح آنها می‌شود، پتانسیل زیادی برای رشد و گسترش در صورت مهیا بودن شرایط محیطی یا دخالت‌های مستقیم و غیرمستقیم انسانی دارند.

تحقیقات انجام‌گرفته در ایران مانند صفا ایسنی (۱۳۸۵) در جنگل‌های مانگرو حوزه کولقان، تیاب و کلاهی، حجاریان (۱۳۸۴) در قشم و بندر خمیر و صادقی (۱۳۸۴) در جنگل‌های مانگرو جاسک و سیریک، افزایش وسعت را در دوره‌های گذشته نشان داده‌اند. صفا افزایش وسعت جنگل‌های مانگرو را در محدوده مورد بررسی خود از سال ۱۳۳۶ از ۶۸۵/۳۶ هکتار به ۱۶۹۸/۰۳ هکتار در سال ۱۳۸۴ گزارش کرد که نرخ رشد آن ۲۱/۶۵ هکتار در سال است. صادقی این افزایش را از سال ۱۳۳۶ تا ۱۳۷۳ در سیریک ۵۳/۰۴ هکتار برآورد کرد که میانگین رشد سالیانه آن ۱/۴۳ هکتار بوده است و در جاسک این رقم ۱۴/۵۶ هکتار با رشد سالیانه ۰/۳۹ هکتار تعیین شد. حجاریان مقدار افزایش جنگل‌های مانگرو منطقه قشم را از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۰، ۵۰۰ هکتار برآورد کرد که متوسط نرخ افزایش سالانه این جنگل‌ها ۱۴/۷۱ هکتار بوده است.

رویش‌های مانگرو ایران در سواحل خلیج فارس و دریای عمان در مناطق متعددی حد فاصل عرض‌های شمالی ۱۱° تا ۲۵° و ۵۲° تا ۲۷° در کرانه سه استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر گسترش یافته‌اند. تمامی جنگل‌های مانگرو در ایران

1- Montserrat (قلمرویی از بریتانیا در حوزه کارائیب)

2- Saint Lucia (کشوری در حوزه کارائیب)

کاربری‌های اطراف خلیج گواتر شامل سایت پرورش میگوی گواتر، اسکله گواتر، ناحیه صنعتی پسابندر و روستاهای گواتر و کلانی است. سایت پرورش میگو در غرب خور گواتر قرار دارد و از سال ۱۳۷۷ شروع به فعالیت کرده است. آب آن از طریق رودخانه باهو کلات به وسیله شش کانال تهیه شده و پساب آن به خور گواتر تخلیه می‌شود. اسکله گواتر در نزدیکی جنگل واقع شده و فاقد سکوی پهلوگیری شناورهای بزرگ است. نزدیک‌ترین ناحیه صنعتی به منطقه مورد بررسی، منطقه صنعتی پسابندر است که بیش از ۱۰ کیلومتر با جنگل فاصله دارد. روستای گواتر یا شهرک گواتر (روستای هان) با فاصله حدود چهار کیلومتر از جنگل و روستای کلانی نیز با فاصله تقریبی ۸/۵ کیلومتری در اطراف جنگل واقع شده است.

- داده‌های مورد استفاده

با توجه به در دسترس نبودن اطلاعات طولانی‌مدت یک سنجنده در کشور، در این تحقیق از اطلاعات موجود استفاده شد. عکس‌های هوایی مورد استفاده مربوط به سال ۱۳۳۶ با مقیاس ۱:۵۵۰۰۰ و سال ۱۳۴۵ با مقیاس ۱:۲۰۰۰۰، عکس ماهواره‌ای سال ۱۳۴۴ ماهواره تجسسی-جاسوسی Corona با اندازه تفکیک مکانی ۵ متر، داده‌های سنجنده‌های TM و ETM ماهواره Lansat (مربوط به سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۸۰) به ترتیب با اندازه تفکیک ۳۰ متر برای تصاویر چند طیفی و ۱۵ متر برای تصویر پانکروماتیک، داده‌های ماهواره IRS (۱۳۸۵) با اندازه تفکیک مکانی ۲۳ متر برای تصاویر LISS-III و ۵/۸ متر برای تصویر پانکروماتیک و همچنین تصاویر QuickBird (۱۳۸۵) با اندازه تفکیک مکانی ۰/۶۱ متر برای تصویر پانکروماتیک و ۲/۴ متر برای تصاویر چندطیفی بود. عکس‌های هوایی به صورت دیاپوزیتو بود که توسط سازمان نقشه‌برداری با اندازه تفکیک ۲۸ میکرون اسکن شد.

- تصحیح هندسی

پس از بررسی کیفیت هندسی و رادیومتری تصاویر، از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ به شماره 8240-II برای تصحیح هندسی استفاده شد. ابتدا تصویر IRS-PAN با کمک نقشه توپوگرافی و با استفاده از روش نقاط کنترل

به دلیل اهمیت اکولوژیکی و حساسیت به آلاینده‌ها، جزء مناطق حساس دریایی هستند و در یکی از طبقات مناطق تحت حفاظت قرار دارند (دانه‌کار، ۱۳۷۷). خلیج گواتر حد فاصل ایران و پاکستان دربرگیرنده سه خور واجد درختان مانگرو است. خور گواتر، غربی‌ترین خور این خلیج بوده و در بخش ایرانی آن واقع شده است (دانه‌کار، ۱۳۸۵).

این تحقیق با هدف بررسی وسعت، الگوی توزیع و تغییرات مکانی- زمانی جنگل‌های مانگرو خور گواتر طی نیم قرن اخیر با استفاده از داده‌های سنجش از دور و GIS انجام گرفت. انتخاب این منطقه برای بررسی به دلیل ناشناخته بودن منطقه، با توجه به ارزش‌های بالای اکولوژیک و اهمیت آن به عنوان یکی از مناطق حساس دریایی، یکی از تالاب‌های کمتر شناخته شده ایران در فهرست رامسر و بخشی از منطقه حفاظت‌شده گاندو صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

- محدوده مورد بررسی

این پژوهش در جنگل‌های مانگرو بخش ایرانی خلیج گواتر در خور گواتر به انجام رسیده است. خلیج گواتر با مساحت ۴۱۵/۹۴ کیلومتر مربع در منتهی‌الیه شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان در عرض شمالی ۱° ۲۵ تا ۱۲° ۲۵ و طول شرقی ۳۴° ۶۱ تا ۴۷° ۶۱ قرار گرفته است. ۶۹/۴ درصد این خلیج در محدوده مرزهای سیاسی پاکستان و ۳۰/۶ درصد وسعت آن در ایران قرار دارد. این خلیج از طریق شش شاخه با خشکی در ارتباط است که سه شاخه آن نام‌های خور باهو، مصب رودخانه باهو کلات و خور گواتر، در محدوده مرزهای استان سیستان و بلوچستان قرار دارند. این خلیج بخشی از تالاب بین‌المللی و منطقه حفاظت‌شده گاندو به‌شمار می‌آید و ارزش‌های اکولوژیک منحصر به فردی دارد (دانه‌کار، ۱۳۸۵). رویشگاه مانگرو در منطقه مورد بررسی به‌طور خالص از گونه درختی حرا (*Avicennia marina*) تشکیل شده است که با دو گونه هالوفیت علفی همراهی می‌شوند. جنگل‌های این محدوده طبیعی بوده و عملیات جنگلکاری تا کنون در آن صورت نگرفته است.

روش تلفیقی است که برای جدیدترین تصاویر از برداشت‌های میدانی نیز استفاده شد. شایان ذکر است که قبل از تدقیق مرزها در روش بصری، به بازسازی<sup>۲</sup> تصویر اقدام شد که با استفاده از روش ادغام<sup>۳</sup> کردن داده‌های با قدرت تفکیک مکانی زیاد با داده‌های چندطیفی انجام گرفت. روش استفاده‌شده برای ادغام، تحلیل مؤلفه‌های اصلی<sup>۴</sup> بود. ادغام کردن علاوه بر افزایش اطلاعات تصویر حاصل نسبت به تصاویر اولیه، تفسیر بصری برای داده‌ها را آسان‌تر کرد. در نهایت در نقشه‌های حاصل، طبقات غیرجنگل یکپارچه و به‌عنوان اراضی فاقد جنگل منظور شدند.

- بررسی تغییرات وسعت جنگل‌های مانگرو

برای بررسی تغییرات مساحت جنگل‌های مانگرو محدوده مورد بررسی حد فاصل سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۸۵، نقشه مناطق رویشی تهیه شد. هر منطقه محدوده‌ای از جنگل را در تمام داده‌های مورد استفاده شامل می‌شد که بر اساس سیمای ظاهری، وضعیت آبراهه‌ها و یکپارچگی اجتماعات درختی از دیگر مناطق قابل تفکیک بود. هر منطقه کد منحصر به فردی داشت و به این ترتیب امکان مقایسه وسعت جنگل و طبقات تراکمی آن در نقشه طبقه‌بندی-شده حاصل از تفسیر عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای امکان‌پذیر شد.

- برآورد صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی

تصویر QuickBird طبقه‌بندی‌شده با داشتن قدرت تفکیک زیاد و انجام تفسیر رقومی و چشمی و همچنین بهره بردن از برداشت‌های میدانی به‌عنوان نقشه واقعیت زمینی در نظر گرفته شد و بر اساس آن نقشه طبقه‌بندی‌شده IRS از نظر صحت ارزیابی شد. در مورد دیگر داده‌های مورد استفاده با توجه به قدیمی بودن آنها و نبود چنین اطلاعات دقیق مکانی، امکان ارزیابی صحت طبقه‌بندی وجود ندارد.

زمینی<sup>۱</sup>، معادله درجه اول و نمونه‌گیری مجدد نزدیک‌ترین همسایه زمین مرجع شد. در ادامه دیگر داده‌ها با مرجعیت تصویر IRS-PAN تصحیح شدند. سیستم مختصات مورد استفاده در این تحقیق UTM WGS84 است.

- تعیین پراکنش جنگل‌های مانگرو

برای تعیین جنگل‌های مانگرو روی عکس‌های هوایی از شیوه تفسیر بصری روی داده‌های اسکن‌شده استفاده شد. به‌این منظور عکس‌های هوایی پس از تصحیح هندسی و بهبود کنتراست، در نرم‌افزار ERDAS Imagin 8.4 تفسیر شد. در این کار از اطلاعات شکل، تن، بافت و الگوی درختان مانگرو استفاده شد، زیرا مشخصات مانگروها متفاوت از پوشش هالوفیت‌های اطراف و دیگر پدیده‌هاست. پس از استخراج مرز جنگل، تراکم تاج‌پوشش در محدوده‌های جنگلی طبقه‌بندی شد و این مناطق به دو طبقه انبوه و تنک تقسیم شد، علت این مسئله کشیدگی مناطق جنگلی در امتداد رودخانه‌ها و پراکنده بودن آنهاست که امکان تشخیص طبقات خردتر را محدود می‌ساخت. علاوه بر این چون هدف مقایسه مساحت مناطق جنگلی در دوره‌های مختلف زمانی بود، طبقات باید به گونه‌ای انتخاب می‌شد که امکان طبقه‌بندی آن در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده تا حد امکان به یک اندازه باشد. عکس ماهواره‌ای Corona نیز همانند عکس‌های هوایی به شیوه بصری تفسیر شد.

برای تفسیر داده‌های ماهواره‌ای TM، ETM، IRS و Quickbird، از طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده شد. این کار با کمک نمونه‌های تعلیمی با استفاده از طبقه‌بندی‌کننده حداکثر تشابه انجام گرفت. به دلیل تنوع بازتاب پدیده‌های غیرجنگل، علاوه بر جنگل تنک و انبوه، پدیده‌های آب، اراضی مرطوب، شوره‌زارها و اراضی بایر نیز به‌عنوان طبقات موضوعی در نظر گرفته شد. نرمال بودن توزیع DN‌ها در نمونه‌های تعلیمی از طریق بررسی میانگین و انحراف معیار آنها و رؤیت هیستوگرام و همچنین همپوشانی کلاسه‌ها بررسی و نمونه‌های تعلیمی در صورت لزوم بازبینی شد. در ادامه، نقشه طبقه‌بندی‌شده حاصل با تفسیر بصری بهبود یافت، بنابراین روش مورد استفاده برای طبقه‌بندی تصاویر،

2- Enhancement

3- Fusion

4- Principal Component Analysis

1- Ground Control Point (GCP)

## نتایج

بررسی کیفی تصاویر ماهواره‌ای از نظر وجود خطاهای رادیومتری نشان داد که تصاویر از کیفیت لازم برخوردارند و خطای رادیومتری آنها قابل اغماض است.

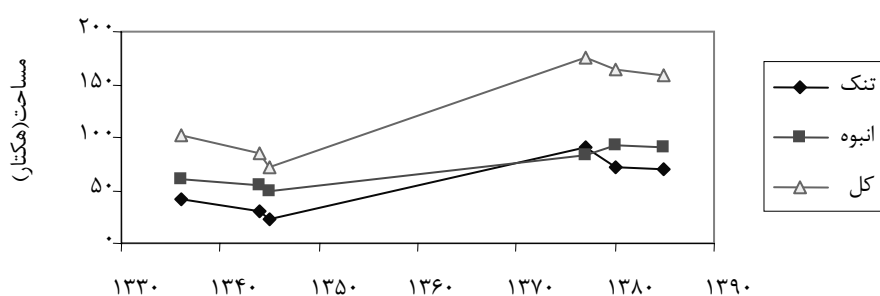
تصحیح هندسی کلیه عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای با خطای RMS کمتر از ۰/۵ پیکسل به خوبی انجام شد.

صحت کلی و ضریب کاپا نقشه طبقه‌بندی شده حاصل از تفسیر تصویر IRS در مقایسه با تصویر QuickBird طبقه‌بندی شده به ترتیب ۹۷/۱۹ درصد و ۰/۹۱ به دست آمد. صحت تولیدکننده و کاربر به ترتیب برای طبقه تنک ۹۲/۸۶ و ۸۱/۲۵ درصد و برای طبقه انبوه ۹۵/۴۵ و ۸۹/۳۶ درصد بود.

وسعت جنگل و طبقات تراکمی بر اساس هر یک از داده‌های مورد استفاده در جدول ۱ آمده است. شکل ۱ نیز روند این تغییرات را نشان می‌دهد. مقایسه وسعت جنگل‌های مانگرو در ابتدای دوره مورد بررسی و انتهای آن حاکی از افزایش وسعت این جنگل‌هاست، با وجود این روند کلی تغییرات مساحت تنها در دوره زمانی بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ افزایش نشان می‌دهد و قبل و بعد از این دوره، روند تغییرات مساحت رو به کاهش است. بین سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۴۴ کاهش وسعت توده‌های مانگرو در هر دو طبقه تراکمی وجود داشته و در کل ۱۵/۹۸ هکتار از اراضی جنگلی در طول این دوره با درصد تغییرات سالیانه ۱/۹۷- درصد از بین رفته است. بیشترین کاهش درصد تغییرات سالیانه در هر دو طبقه تراکمی در تمام دوره‌های

مورد بررسی، بین سال‌های ۱۳۴۴ تا ۱۳۴۵ رخ داده است و هر ساله ۱۳/۲۶ هکتار از اراضی جنگلی کاهش سطح داشته که ۷/۵۶ هکتار مربوط به توده‌های تنک و ۵/۷۰ هکتار از توده‌های انبوه بوده است. از آن پس تا سال ۱۳۷۷ درصد تغییرات، روند مثبتی را در پیش گرفته و سالانه ۴/۴۷ درصد به وسعت جنگل‌ها به‌ویژه در طبقه تنک افزوده شده است، شایان ذکر است که بیشترین رشد سالیانه در این دوره زمانی رخ داده و هر ساله ۳/۲۲ هکتار به وسعت جنگل‌های مانگرو افزوده شده است. از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۵ روند کلی تغییرات آهسته و در آخرین دوره تقریباً ثابت مانده است، به‌طوری‌که از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ وسعت جنگل‌ها اندکی روند کاهشی داشته که این کاهش تنها مربوط به طبقه کم‌تراکم بوده است. در این سال‌ها وسعت طبقه انبوه کمی افزایش داشته است.

بر اساس تصاویر ETM و QuickBird در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ سالانه ۱/۸۴ درصد کاهش (معادل ۱۵/۱۴ هکتار) نشان می‌دهد، در حالی که در این سال‌ها نرخ کاهش سالانه برآورد شده برای وسعت این جنگل‌ها با استفاده از تصاویر IRS مقدار ۰/۶۱ است. با توجه به اینکه قدرت تفکیک مکانی باند پانکروماتیک و باندهای طیفی تصاویر QuickBird بیشتر از تصاویر IRS است، امکان تفکیک پدیده‌ها و مرز آنها چه در تفسیر چشمی و چه در تفسیر رقومی بیشتر است و علت تفاوت برآورد وسعت توده‌های جنگلی به‌دست‌آمده از تصاویر مذکور را می‌توان به آن نسبت داد.



شکل ۱- روند تغییرات وسعت تراکم‌های مختلف رویشگاه مانگرو در خور گواتر دوره‌های مورد بررسی

هر دو طبقه تراکمی مواجه بودند. در فاصله یک سال از سال ۱۳۴۴ تا ۱۳۴۵ نیز همانند دوره قبل بیشتر منطقه‌ها با کاهش وسعت جنگل در هر دو طبقه مواجه بودند.

مقدار و درصد تغییرات وسعت جنگل‌های مانگرو در هر منطقه رویشی و در هر دوره زمانی برای طبقات تنک و انبوه در جدول ۱ درج شده است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده بین سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۴۴ بیشتر منطقه‌ها با کاهش سطح در

بیشترین افزایش درصد تغییرات سالیانه در منطقه ۶ رخ داده است، ولی از نظر وسعت توده‌های افزوده‌شده، منطقه‌های ۴ و ۵ بیشترین افزایش را در طول این دوره داشته‌اند. تغییر عمده در توده‌های پرتراکم کاهش وسعت مناطق جنگلی در منطقه ۷ است (شکل ۲).

بررسی تغییرات هر منطقه نشان‌دهنده افزایش یا کاهش وسعت جنگل و هر یک از توده‌های تراکمی است، اما نشان نمی‌دهد که وسعت افزوده‌شده به یک طبقه تراکمی، به تبدیل مناطق غیرجنگلی به جنگل مربوط است یا تبدیل از یک طبقه تراکمی به طبقه دیگر. برای نشان دادن این مسئله از ماتریس تغییرات استفاده شد. بدیهی است که علاوه بر دو طبقه تراکمی، طبقه دیگری به‌عنوان غیر جنگل نیز باید وارد ماتریس شود. نتایج ماتریس تغییرات در جدول ۲ آورده شده است.

تغییر چشمگیر در این دوره مربوط به منطقه ۴ با ۵۵/۱۸ درصد کاهش سالیانه است. از سال ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ تمامی منطقه‌ها در طبقه تنک با افزایش سطح روبه‌رو بودند. منطقه ۶ بین این سال‌ها به‌ترتیب دارای ۳/۴۱ و ۲۰/۶۰ هکتار توده جنگلی تنک و انبوه شده است. از نظر توسعه وسعت توده‌های جنگلی منطقه ۴ بین این سال‌ها بیشترین افزایش را نشان داد. بیشترین افزایش در وسعت طبقه انبوه در این دوره در مناطق ۴ و ۶ رخ داده است. بعد از سال ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰، تمام منطقه‌ها در طبقه تنک با کاهش وسعت مواجه بوده‌اند که در این بین منطقه ۵ بیشترین کاهش وسعت (۵/۹۸ هکتار) را به خود اختصاص داده است. وسعت طبقه انبوه جنگل در این بازه زمانی افزایش یافته است. در آخرین دوره زمانی مورد بررسی (۱۳۸۵-۱۳۸۰) در طبقه تنک، بر اساس تصاویر IRS و Quickbird بیشترین کاهش وسعت در منطقه ۲ و

جدول ۱- مقدار تغییرات وسعت (هکتار) در طبقه‌های تراکمی و در مناطقی مختلف

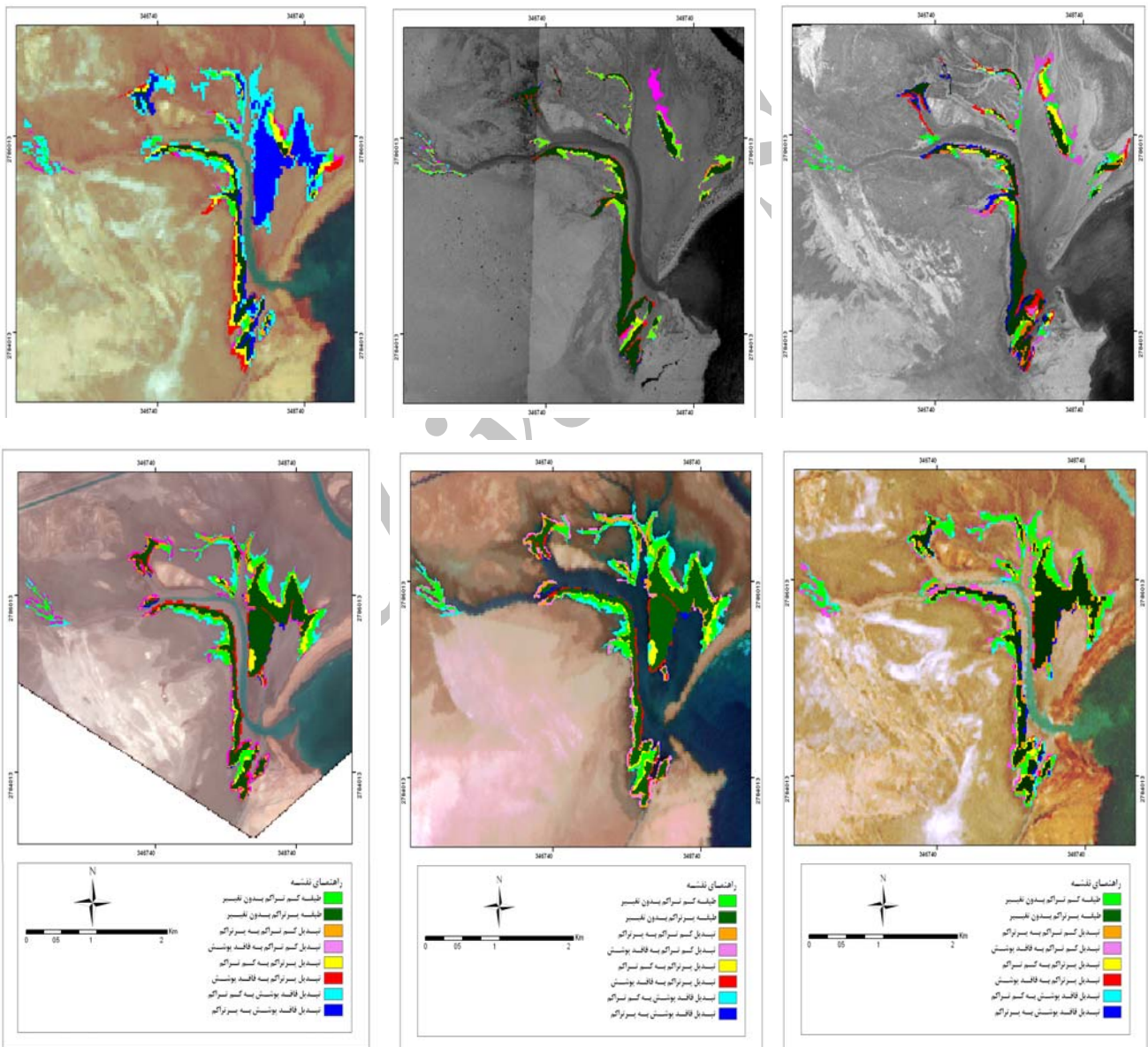
دوره‌های زمانی	۱۳۳۶-۱۳۴۴			۱۳۴۴-۱۳۴۵		۱۳۴۵-۱۳۷۷		۱۳۷۷-۱۳۸۰		۱۳۸۰-۱۳۸۵ (بر اساس کوئیک‌برد)		شماره منطقه	طبقه تراکمی	
	وسعت در	وسعت در	درصد تغییرات	وسعت در	درصد تغییرات	وسعت در	درصد تغییرات	وسعت در	درصد تغییرات	وسعت در	درصد تغییرات			
۱	۳/۶۱	۳/۲۹	-۱/۱۰	۳/۰۴	-۷/۶۷	۷/۴۷	۴/۵۵	۶/۷۶	-۳/۱۸	۶/۱۸۹	۵/۴۴	-۳/۹۰	تنک	
۲	۱/۰۵	۱/۳۳	۳/۳۱	۱/۱۵	-۱۳/۴۰	۱۰/۰۵	۲۴/۰۵	۷/۹۷	-۶/۹۰	۱/۸۶	-۱۵/۳۴	۱/۴۵		-۱۶/۳۶
۳	۴/۸۹	۴/۱۷	-۱/۸۵	۳/۵۴	-۱۵/۰۷	۱۳/۳۰	۸/۶۱	۱۰/۹۱	-۵/۹۹	۱۱/۰۴	۰/۲۴	۱۰/۲۵		-۱/۲۱
۴	۱۵/۵۶	۱۲/۰۹	-۲/۷۸	۵/۴۲	-۵۵/۱۸	۲۷/۸۱	۱۲/۹۱	۲۳/۱۹	-۵/۵۴	۲۷/۶۸	۳/۸۷	۲۵/۱۶		۱/۷۰
۵	۵/۱۵	۴/۰۹	-۲/۵۶	۴/۴۸	۹/۴۳	۱۲/۳۱	۵/۴۷	۶/۳۴	-۱۶/۱۸	۹/۸۸	۱۱/۱۷	۸/۰۷		۵/۴۴
۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۴۱	-	۰/۹۱	-۲۴/۴۴	۲/۵۷	۳۶/۴۰	۱/۹۰		۲۱/۸۷
۷	۱۰/۶۶	۶/۱۵	-۵/۲۹	۵/۹۳	-۳/۵۹	۱۷/۱۲	۵/۹۰	۱۵/۴۳	-۳/۲۹	۹/۷۸	-۷/۳۳	۸/۲۳		-۹/۳۳
کل	۴۰/۹۲	۳۱/۱۲	-۲/۹۹	۲۳/۵۶	-۲۴/۳۰	۹۱/۴۷	۹/۰۱	۷۱/۵۰	-۷/۲۸	۶۹/۶۹	-۰/۵۱	۶۰/۵۱	-۳/۰۷	
۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	انبوه	
۲	۵/۲۵	۴/۷۷	-۱/۱۵	۴/۲۳	-۱۱/۲۹	۵/۲۲	۰/۷۳	۶/۷۶	۹/۸۵	۸/۷۱	۵/۷۵	۸/۰۹		۳/۹۳
۳	۴/۰۶	۱/۸۶	-۶/۷۷	۱/۵۲	-۱۸/۲۶	۲/۲۲	۱/۴۴	۲/۴۳	۳/۲۱	۴/۷۷	۱۹/۲۱	۴/۳۸		۱۶/۰۱
۴	۱۳/۲۳	۶/۹۰	-۵/۹۸	۷/۳۲	۶/۰۷	۲۶/۰۹	۸/۰۱	۲۸/۴۳	۳/۰۰	۲۸/۸۹	۰/۳۲	۲۷/۶۶		-۰/۵۴
۵	۷/۸۴	۹/۸۸	۳/۲۶	۸/۱۸	-۱۷/۲۴	۸/۵۱	۰/۱۲	۱۱/۱۰	۱۰/۱۷	۹/۰۲	-۳/۷۵	۹/۲۸		-۳/۲۷
۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۲۰/۶۰	-	۲۲/۱۷	۲/۵۵	۱۹/۷۹	-۲/۱۵	۱۹/۹۲		-۲/۰۳
۷	۲۹/۸۹	۳۰/۶۲	۰/۳۰	۲۷/۱۳	-۱۱/۴۰	۲۰/۸۱	-۰/۷۳	۲۱/۹۲	۱/۷۷	۱۸/۴۶	-۳/۱۵	۱۹/۳۴		-۲/۳۵
کل	۶۰/۲۷	۵۴/۰۹	-۱/۲۸	۴۸/۳۹	-۱۰/۵۳	۸۳/۴۴	۲/۲۶	۹۲/۸۲	۳/۷۵	۸۹/۶۴	-۰/۶۹	۸۸/۶۷	-۰/۸۹	
کل	۱۰۱/۱۹	۸۵/۲۱	-۱/۹۷	۷۱/۹۵	-۱۵/۵۶	۱۷۴/۹۱	۴/۴۷	۱۶۴/۳۲	-۲/۰۲	۱۵۹/۳۳	-۰/۶۱	۱۴۹/۱۸	-۱/۸۴	

جدول ۲- ماتریس تغییرات وسعت (هکتار) بین سال‌های مختلف

تنگ	انبوه	فاقد جنگل	تنگ	انبوه	فاقد جنگل	تنگ	انبوه	فاقد جنگل
۱۳۴۴	۱۳۳۶	۱۳۴۴	۱۳۴۵	۱۳۴۵	۱۳۴۴	تنگ	انبوه	فاقد جنگل
۱/۷۷	۲/۹۷	۱۹/۴۳	۵/۰۲	۹/۳۶	۱۶/۷۵			
۰/۷۹	۴۶/۲۸	۱/۳۳	۹/۳۶	۳۷/۹۶	۶/۷۶			
	۴/۸۴	۱۰/۳۷	-	۱۳/۳۲	۱۶/۷۱			
۱۳۷۷	۱۳۴۵	۱۳۷۷	۱۳۸۰	۱۳۴۵	۱۳۷۷	تنگ	انبوه	فاقد جنگل
۱۱/۹۴	۱۰/۰۸	۴۹/۳۰	۶۱/۱۲	۱۷/۰۴	۱۳/۳۴			
۵/۶۳	۷۱/۲۸	۱۵/۹۱	۵۸/۸۳	۲۰/۹۴	۳/۶۶			
	۲/۰۸	۲۶/۱۳		۱۰/۴۳	۶/۵۶			
۱۳۸۰	۱۳۸۰	۱۳۸۰	۱۳۸۵	۱۳۸۰	۱۳۸۵	تنگ	انبوه	فاقد جنگل
۱۶/۶۱	۹/۴۳	۳۴/۲۲	۲۰/۰۴	۱۱/۷۹	۳۷/۸۷			
۲/۰۳	۷۲/۴۹	۱۴/۰۰	۳/۰۸	۷۲/۶۳	۱۳/۸۶			
	۱۰/۸۳	۲۳/۳۶		۸/۴۱	۱۹/۷۷			

(بر اساس تصویر  
Quickbird)

(بر اساس تصویر  
IRS)



شکل ۲- تغییرات بین سال‌های ۱۳۳۶ تا ۱۳۴۴ (الف)، ۱۳۴۴ تا ۱۳۴۵ (ب)، ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ (ج)، ۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰ (د)، ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵ (ه) بر اساس کوئیک برد و ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۵ بر اساس IRS

## بحث

و تصویر Corona نیز تغییر کاربری خاصی را در این سال‌ها اطراف جنگل‌ها نشان نمی‌دهد.

بین سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۷۷ افزایش به‌ویژه در طبقه تنک مشاهده شده و پس از آن تا سال ۱۳۸۵ روند تغییرات کند بوده است. مقایسه منطقه‌های بالادست و پایین‌دست خور گواتر نشان می‌دهد که توده‌های جنگلی بالادست از گستره کوچک‌تر و تغییرات وسعت کمتری برخوردار بوده‌اند. بیشترین گستره‌های جنگلی افزوده‌شده در شرق رودخانه بوده و بیشترین کاهش در مناطق پیرامونی و لبه رو به خشکی رخ داده است.

مقایسه توان تفکیک مکانی و طیفی تصاویر IRS و Quickbird، قابلیت زیاد تصویر Quickbird را نسبت به IRS برای تفکیک اراضی جنگلی و طبقات تراکمی آن به شیوه رقومی و چشمی آشکار ساخت.

بی‌شک تغییرات در وسعت جنگل‌های مانگرو در پاسخ به تغییر شرایط محیطی صورت گرفته است که تغییرات در مساحت این جنگل‌ها در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت یک‌ساله (۱۳۴۴ تا ۱۳۴۵) و سه‌ساله (۱۳۷۷ تا ۱۳۸۰) نشان‌دهنده واکنش سریع آنها به تغییرات محیطی است. این موضوع در نتایج تحقیقات برخی محققان نیز تأیید شده است (Souza Filho, 2006; Essa et al., 2006).

سایت پرورش میگوی گواتر، اسکله گواتر، ناحیه صنعتی پسابندر و روستاهای گواتر و کلانی، کاربری‌های اطراف خلیج گواتر هستند. اسکله گواتر فاقد سکوی پهلوگیری شناورهای بزرگ است و تأثیر چندان بر جنگل‌ها ندارد. این جنگل‌ها از ناحیه صنعتی و مراکز توسعه روستایی دورند و تنها مردم بومی از آنها به‌منظور تعلیف دام (شتر) استفاده می‌کنند، بنابراین تأثیر این عامل نیز منتفی است. به‌نظر می‌رسد که مهم‌ترین کاربری اطراف خلیج گواتر سایت پرورش میگوی گواتر باشد که احتمالاً با تغییر در چرخه هیدرولوژیک منطقه موجب عدم توسعه یا رشد منفی جنگل‌های مانگرو به‌ویژه در توده‌های جنگلی واقع در غرب خور گواتر بعد از سال ۱۳۷۷ شده است. شایان ذکر است که در محدوده منطقه مورد بررسی تا کنون جنگلکاری صورت نگرفته است. به هر حال، افزایش وسعت جنگل‌های مانگرو در کل دوره مورد بررسی از ۱۰/۱۹ به ۱۴۹/۱۸ مشهود

وجود خطاهای تفسیر در تعیین مرز مناطق جنگلی و طبقات تراکمی آنها، خطاهای هندسی باقی‌مانده در عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای که تصحیح هندسی شده‌اند و خطای طبقه‌بندی ناشی از تشابه بازتاب جنگل و پدیده‌های مجاور آن، به‌ویژه پوشش گیاهی شورپسند اطراف جنگل، از منابع عمده خطا در تهیه نقشه‌های گستره‌های جنگل به‌شمار می‌روند. علاوه بر این به‌دلیل استفاده از داده‌های مختلف با ویژگی‌های متفاوت طیفی، درجه تفکیک زمینی و غیره، امکان استفاده از یک روش ثابت برای تعیین گستره جنگل و طبقات تراکمی آن برای همه داده‌ها، امکان‌پذیر نبود و با وجود تفاوت در ماهیت داده‌ها، یکسان کردن اندازه پیکسل‌ها نیز مناسب به‌نظر نمی‌رسید، بنابراین در این تحقیق سعی شد تا حد امکان برای هر یک از داده‌ها با توجه به ویژگی‌هایش دقیق‌ترین گستره جنگل به‌دست آید. استفاده از روش تلفیقی برای داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان بهترین روش توسط دیگر محققان چون پورشکوری الهده و همکاران (۱۳۸۷)، رفیعیان و همکاران (۱۳۸۵) و Wang et al. (2004) نیز تأیید شده است.

صحت کلی ۹۷/۱۹ درصد به‌دست‌آمده برای نقشه جنگل حاصل از تصویر تلفیقی تصاویر ماهواره‌ای IRS نشان داد که این تصاویر قابلیت لازم برای تهیه نقشه جنگل را دارند. الگوهای مکانی توزیع جنگل‌های مانگرو، ویژگی مهمی در پویایی‌شناسی جوامع مانگرو محسوب می‌شوند. برای نشان دادن ناهمگنی مکانی و زمانی فرایندهای تأثیرگذار بر گستره رویشی این جنگل‌ها صرف نظر از نوع فرایند، باید تاریخچه رشد مانگروها را دانست، بنابراین پایش وضعیت پوشش گیاهی الزامی است. پایش تغییرات انجام‌گرفته در ۴۹ سال اخیر حاکی از تغییرات چشمگیر در وسعت و تراکم این جنگل‌ها در خور گواتر است.

به‌طور کلی می‌توان گفت که تا قبل از سال ۱۳۴۵ فرایند غالب رخ‌داده در وسعت این جنگل‌ها، کاهش در هر دو طبقه تراکمی بوده است. علت این کاهش با توجه به نبود داده‌های تاریخی مشخص نیست. بررسی عکس‌های هوایی



عوامل مختلف در گذشته و حال است و روند و رشد و وضعیت آینده آنها را نشان می‌دهد. از نتایج این پژوهش می‌توان برای بررسی روابط بین الگوهای مکانی پراکنش جنگل‌های مانگرو با فرایندهای بیوژئوشیمیایی، چرخش عناصر غذایی، داده‌های هیدرولوژیکی و بررسی تغییرات اقلیم در تحقیقات آینده استفاده کرد که به مدیریت پایدار این جنگل‌ها کمک خواهد کرد.

انجام پژوهش‌های تکمیلی برای تعیین عوامل مؤثر بر این تغییرات توصیه می‌شود.

### منابع

پورشکوری اله‌ده، فرخ، علی‌اصغر درویش‌صفت و علی خلیل‌پور، ۱۳۸۷. تفکیک مرز شمالی جنگل‌های خزری با استفاده از تصاویر چندزمانه ماهواره‌ای، فصلنامه منابع طبیعی ایران، ۶۱(۱): ۷۲-۵۷.

حجاریان، مرضیه، 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، ۱۲۳ ص.

دانه‌کار، افشین، ۱۳۷۷. مناطق حساس دریایی ایران، فصلنامه محیط زیست، ۲۴: ۳۸-۲۸.

دانه‌کار، افشین، ۱۳۸۵. شناسایی و پهنه‌بندی مناطق حساس ساحلی استان سیستان و بلوچستان، اداره کل منابع طبیعی استان سیستان و بلوچستان، ۲۵۸ ص.

رضایی بنفشه، مجید، هاشم رستم‌زاده و بختیار فیضی‌زاده، ۱۳۸۶. بررسی و ارزیابی روند تغییر سطوح جنگل با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی جنگل‌های ارسباران ۲۰۰۵-۱۹۸۷)، پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۱۵۹-۱۴۳.

رفعیان، امید، علی‌اصغر درویش‌صفت و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۸۵. تعیین تغییرات گستره جنگل‌های شمال کشور بین سال‌های ۷۳ تا ۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM+ (مطالعه موردی در جنگل‌های بابل)، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۰ (۳) (ب): ۲۸۶-۲۷۷.

است. چنین تغییراتی با نرخ رشد متوسط ۰/۹۷ هکتار در کل دوره مورد بررسی همراه است. این افزایش در نقاط دیگر جهان نیز ثبت شده است که به‌طور مثال می‌توان به تحقیقات (Ahmed & Abdel-Hamid (2007) در جنگل‌های مانگرو واقع در امتداد سواحل دریای سرخ در مصر، (Essa et al. (2006) در جزیره Al Sammalyah واقع در خلیج فارس، (Hosking et al. (2001) در جنگل‌های مانگرو تالاب‌های رودخانه‌ای Mary در جنوب استرالیا (FAO (2003) در بنگلادش، (De Boer (2002) در تالاب‌های رودخانه ماری در جنوب استرالیا و (Singh (2003) در خلیج‌های Kachchh و Gijarat و بخش‌هایی از غرب هندوستان اشاره کرد. مطالعات ذکر شده برخی از مهم‌ترین دلایل افزایش وسعت جنگل‌های مانگرو را تغییر در رسوبگذاری، افزایش دما، بالارفتن سطح آب دریاها و غیره برشمردند.

تحقیقات انجام‌گرفته در ایران نیز افزایش وسعت را در دوره‌های گذشته نشان داده‌اند (صفا ایسنی، ۱۳۸۵؛ حجاریان، ۱۳۸۴؛ صادقی، ۱۳۸۴)، به‌طوری‌که صفا نرخ رشد جنگل‌های مانگرو حوزه کولقان، تیاب و کلاهی را ۲۱/۶۵ هکتار در سال گزارش کرد. حجاریان متوسط نرخ افزایش سالانه جنگل‌های مانگرو منطقه قشم را ۱۴/۷۱ هکتار و صادقی میانگین رشد سالیانه این جنگل‌ها را در سیریک ۱/۴۳ هکتار و در جاسک ۰/۳۹ هکتار تعیین کرد. در هر صورت، افزایش در وسعت این جنگل‌ها در ایران بیش از آنکه دلیل بر اعمال حفاظتی بهتر باشد، ناشی از تغییرات منطقه‌ای و جهانی ایجادشده در اثر محرک‌های مصنوعی است. اثرهای مثبت و منفی چنین تغییراتی در گستره جنگل‌های مانگرو جهان هنوز در حال بررسی است. در منطقه مورد بررسی اگرچه داده‌های لازم برای بررسی علت افزایش وسعت جنگل‌ها، مانند داده‌های اقلیمی، تحولات رسوبگذاری و تغییر سطح تراز آب در دسترس نیست، اما روند این تغییرات از وضعیت کلی جهانی متفاوت نخواهد بود. احتمالاً وجود پهنه‌های گلی بین جزر و مدی گسترده در اطراف این جنگل‌ها و برطرف شدن عوامل محدودکننده رشد (که دلیل مستقیم انسانی ندارد)، امکان گسترش آنها را فراهم آورده است. روند تغییرات این جنگل‌ها بیان‌کننده مجموعه پیچیده‌ای از روابط متقابل

- Kathiresan, K. & B.L. Bingham, 2001. Biology of mangrove ecosystems, *Advances in marine biology*, 40: 81-251.
- Pat S. Chavez, Jr., 1996. Image- based atmospheric correction- Revisited and improved, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 62 (9): 1025-1036.
- Pillay, T.V.R., 2004. Aquaculture and the environment, Blackwell publishing, second edition, 31-38.
- Rodringuez, W. & I.C. Feller, 2004. Mangrove landscape characterization and change in Twin Cays, belize using aerial photography and IKONOS satellite data, *Atoll reserch Bulletin*, 513, 24pp.
- Singh, H.S., 2003. Vulnerability and adaptability of Tidal forests in response to climate change in India, *Indian forester*, 129(6): 749-756.
- Schroeder, T.A., W.B. Cohen, C. Song, M.J. Canty & Z. Yang, 2006. Radiometric correction of multi-temporal Landsat data for characterization of early successional forest patterns in western Oregon, *Remote Sensing of Environment*, 103: 16-26.
- Souza Filho, P.W.M., 2006. Using mangrove as a geological indicator of coastal changes in the Braganca macrotidal flat, Brazilian Amazon: a remote sensing data approach, *Ocean & Coastal Management*, 49(7-8): 462- 475.
- Wang, L., W.P. Sousa & P. Gong, 2004. Integration of object- based and pixel- based classification for mapping mangroves with IKONOS imagery, *International Journal of Remote Sensing*, 25(24): 5655-5668.
- صادقی، ایمان، 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 تحقیقات، تهران. ۸۰ ص.
- صفا ایسنی، هنگامه، ۱۳۸۵. مدیریت زیست‌محیطی جنگل‌های مانگرو حوزه تیب و کلاهی بر اساس ساختار و تغییرات رویشگاه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات، اهواز، ۸۷ ص.
- مسگری، سعید، ۱۳۸۱. بررسی روند تغییر سطوح جنگل‌ها با استفاده از GIS و سنجش از دور، طرح پژوهشی دانشکده فنی، دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، ۱-۳ ص.
- Ahmed, E.A & K.A. Abdel-Hamid, 2007. Zonation Pattern of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* along the Red Sea Coast, Egypt, *World Applied Sciences Journal*, 2 (4): 283-288.
- Alongi, D.M., 2002. Present state and future of the world's mangrove forests, *Environmental Conservation*, 29: 331-349.
- De Boer, W.F., 2002. The rise and fall of the mangrove forests in Maputo Bay, Mozambique, *Wetlands Ecology and Management*, 10(4): 313-322.
- Duke, N.C., J.O. Meynecke, S. Dittmann, A.M. Ellison, K. Anger, U. Berger, S. Cannicci, K. Diele, K.C. Ewel, C.D. Field, N. Koedam, S.Y. Lee, C. Marchand, I. Nordhaus & F. Dahdouh-Guebas, 2007. A World Without Mangroves?, *Science*, 317(5834): 41 - 42.
- Essa, S., R. Loughland, M.E. Khogali & A. Darwish, 2006. Overlay analysis of GIS Layers from an Integrated Geospatial Database to Evaluate Changes on AL Sammalyah Island, available online: [[http://www.gisdevelopment.net/proceedings/mapmid/dleeast/2006/natural%20resource%20management/m06nat\\_35.htm](http://www.gisdevelopment.net/proceedings/mapmid/dleeast/2006/natural%20resource%20management/m06nat_35.htm)].
- FAO, 2003. State of the Worlds Forest (SOFO), 2003. Part 1: The situation and developments in the forest sector, available online: <http://www.fao.org/docrep/005/y7581e/y7581e04.htm>.
- Hosking, E.J., C.S. Bach, R.J. Applegate, R.A. Karfs & J.F. Wallace, 2001. Mangrove monitoring using sequences of Landsat imagery in the MaryRiver wetlands, *Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 5: 2241-2243.

## Detection of mangrove vegetation area changes at Govater Creek in Sistan & Baluchestan province

A. Danehkar<sup>\*1</sup>, M. Erfani<sup>2</sup>, G.R. Nori<sup>3</sup>, H. Aghighi<sup>4</sup>, M.R. Marvi Mohajer<sup>5</sup> and T. Ardakani<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Associate Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

<sup>2</sup>Scientific Member, Faculty of Natural Resources, Zabol University, I.R. Iran

<sup>3</sup>Assistant Prof., Faculty of Geography and Environmental Planning, University of Sistan & Baluchestan, I. R. Iran

<sup>4</sup>PhD student, School of Surveying and Spatial Information Systems, The University of New South Wales, Australia

<sup>5</sup>Prof., Faculty of Natural Resources, University of Tehran, I. R. Iran

<sup>6</sup>Scientific Member, Faculty of Natural Resources, Ardakan High Educatin Campus, I. R. Iran

(Received: 3 July 2011, Accepted: 12 March 2012)

### Abstract

Govater Creek is one of the creeks in Govater Bay at the end of east southern of Sistan and Baluchestan Province. Mangrove's communities in this bay only consist of grey mangrove (*Avicennia marina*). In order to study the changes of mangrove vegetation area and density in Govater Creek from 1957 to 2006 (for 49 years) aerial photos with scales of 1:55000 and 1:20000 in 1957 and 1966, Corona satellite image in 1965, Landsat satellite image TM/ETM related to 1998 and 2001, IRS satellite image in 2006 and QuickBird satellite image in 2006 were used. Results showed that the changes rate of mangrove's forest for this period has not been uniform but changes have been positive and area was changed from 101.19 to 149.18 ha. This change has average growing rate of 0.98 ha per year. The most of changes is related to years between 1966 until 1998. Generally we can conclude that before 1966, decreases have been in both density class (i.e. dense and sparse) and from 1966 to 1998, increases is observed specially in low density class and then until 2006 trend of changes has been slow and negative.

**Key words:** Mangrove vegetation, Govater Creek, Govater Bay, Sistan & Baluchestan province, Remote sensing and GIS.