نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال ششم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸.
صفحات ۵۳ تا ۶۸

# بررسی عوامل تهدید جنگل‌های حرا به کمک داده های دورسنجی

**بهزاد رایگانی،[۱] استادیار، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست.**

**دریافت مقاله : ۱۳۹۶/۱۰/۱۶ پذیرش نهایی:۱۸/۰۴/۱۳۹۸**

**چکیده**

**جنگل‌های حرا از منابع مهم و میراث با ارزش طبیعی هستند که نقش ارزنده‌ای در حفظ اکوسیستم ساحلی داشته و مکانی ایده آلی برای حمایت از اجزای شبکه‌های غذایی در دریا محسوب می‌شوند. با این‌حال به دلیل رشد سریع جمعیت، برنامه‌ریزی ضعیف و توسعه اقتصادی ناهماهنگ این جنگل‌ها در معرض تخریب هستند. این مطالعه با هدف بررسی روند کاهش پوشش گیاهی جنگل‌های حرا و شناسایی عوامل تخریب‌کننده این نواحی در منطقه حفاظت شده حرا صورت گرفته است. بدین منظور تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ سنجنده OLI مربوط به سال ۲۰۱۵ و تصاویر سنجنده $ETM^{+}$ در سال ۲۰۰۱ برای این جنگلها دریافت گردید و چهار روش پایش تغییر بر روی این تصاویر اعمال شد. روش‌های پایش تغییر مورداستفاده در این مطالعه شامل روش‌های مقایسه پیکسل به پیکسل به‌صورت تفاضل، نسبت‌گیری و رگرسیون و مقایسه پس از طبقه‌بندی بوده‌اند. بر همین اساس مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر مورد بازدید میدانی قرار گرفت و جهت ارزیابی دقت روش‌های پایش تغییر، پس از برداشت واقعیات زمینی که از طریق بازدید میدانی و تصاویر ماهواره‌ای به دست آمد، دقت کل و ضرایب کاپا تعیین شد و مشخص گردید روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با دقت کلی ۹۳٪ و کاپای بیش از ۰/۹ بیشترین دقت را در آشکارسازی تغییرات دارد. پس از آن روش تفاضل با آستانه دو برابر انحراف معیار با کاپا ۰/۷۶ و دقت کلی ۸۲٪ بالاترین دقت را نشان داد. همچنین بررسی‌های میدانی نشان داد قاچاق سوخت و ریزش ترکیبهای نفتی بخصوص گازوئیل به درون آب و چرای مستقیم شتر از حرا مهمترین عوامل تخریب این جنگلها به شمار می‌روند. در پایان پس از بررسی میزان تخریب این مناطق به‌منظور احیاء و بازسازی اولویت‌بندی شدند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد در صورتیکه از فن سنجش از دور به صورت علمی بهره‌برداری شود، می‌توان به راحتی در شناسایی عوامل تهدید جنگلهای حرا و اولویت بندی پروژه های احیائی از آن استفاده نمود.**

**واژه های کلیدی: تعیین تغییرات سنجش‌ازدوری، روش جبری تعیین تغیرات، مقایسه پس از طبقه‌بندی، تعیین آستانه‌ی تغییر.**

[۱] . نویسنده مسئول: Email: bhz.ray@gamil.com

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

**مقدمه**

جنگل‌های حرا با تولید روزانه ۲/۵ گرم کربن در هر مترمربع یکی از پرتولیدترین اکوسیستم‌ها بـر روی زمـین هسـتند. مواد غذایی و تولید اولیه بالا به همراه آب کم عمق باعث شده این اکوسیتمها مکانی ایـده آل بـرای حمایـت از اجـزای مختلف شبکه‌های غذایی در انواع محیط‌های آبی باشند و خدمات زیادی را برای جوامع ارائه کنند، از آن جملـه فـراهم آوردن زیستگاه‌های مهم پرندگان و ماهی‌ها، حفظ کیفیت آب، کاهش فرسایش خط ساحلی، جلوگیری از سیل، تعـدیل اقلیم و حمایت از فعالیت‌های اقتصادی مانند شکار، ماهیگیری و تفرج را می‌تـوان نـام بـرد (Simard et al., ۲۰۰۸). بـا این‌حال این جنگل‌ها به دلیل رشد سریع جمعیت، برنامه‌ریزی ضعیف و توسعه اقتصـادی ناهماهنـگ در معـرض خطـر شدید هستند. افزایش مشکلات جنگل‌های حرا در سطح جهان یک مشکل جدی در اکوسیستم‌های سـاحلی محسـوب می‌شود. متأسفانه این جنگل‌ها تحت تأثیر سکونت‌گـاه‌هـای انسـان، آلـودگی‌هـا، طوفـان‌هـا و امـواج دریـا قـرار دارنـد (Vaiphasa et al., ۲۰۰٦). تاکنون حدود ۳۵٪ از جنگل‌های حرا از بین رفته‌اند و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ ایـن تخریب به حدود ۶۰٪ برسد. کاهش تنوع زیستی، از بین رفـتن منـابع آب شـیرین، رسـوبگذاری بـر روی صـخره‌هـای مرجانی و اسیدی شدن خاکهای ساحلی، کم شدن پایداری و ثبات خط ساحلی، رها شـدن کـربن بیشـتر در اتمسـفر و کاهش ماهی‌های تجاری، از جمله مهمترین اثرات تخریب و ناپدید شدن جنگلهـای حـرا اسـ ت (Simard etal., ۲۰۰۸). این مشکلات موجب افزایش تقاضا برای تولید نقشه‌های تفصیلی جنگل‌های حرا در سطح گونه‌هـا و تنـوع آن‌هـا بـرای پایش اکوسیستم‌های این جنگل‌ها شده است به‌طوری‌که سازمان‌های بین‌المللی و دولتی به‌طورجدی در پی برنامه‌هایی برای اندازه‌گیری وسعت این بوم‌سازگان مهم هستند (Vaiphasa et al., ۲۰۰٦).

امروزه برای مدیریت مؤثر منابع دانستن وسعت و موقعیت منـابع و اینکـه در طـول زمـان چگونـه تغییـر کـرده‌انـد، ضروری است (Congalton and Green, ۲۰۰۸). بـدین ترتیـب اکنـون مطالعـات بـوم‌شـناختی هـم نیازمنـد داده‌هـای بیوفیزیکی و زیستگاهی در طول زمان برای نواحی مشخص است، چیزی که سنجش‌ازدور آن را به‌راحتی فراهم می‌کند (Kerr and Ostrovsky, ۲۰۰۳). سنجش‌ازدور نمای گسترده‌ای از سیمای سرزمین فراهم می‌کنـد کـه در طـول زمـان مهیا است و این امر، سنجش‌ازدور را به ابزار مهمـی در پـایش و مـدیریت منـابع بـدل کـرده اسـت ( Kennedy et al., ۲۰۰۹). در میان برنامه‌های سنجش‌ازدوری، آشکارسازی تغییرات (Change Detection)، نقـش تعیین‌کننـده‌ای در ایـن زمینـه دارد (Gandhi et al., ۲۰۱۵; Pham and Yoshino, ۲۰۱۵; Xiaolu and Bo, ۲۰۱۱). آشکارسـازی تغییـرات، فرآیند استخراج، تحلیل و تعریف اطلاعـات تغییـر از تصـاویر مـاهواره‌ای اسـت (Xiaolu and Bo, ۲۰۱۱). آشکارسـازی تغییرات سنجش‌ازدوری می‌تواند ابزاری مناسب را برای پایش جنگل‌های وسیع حرا که اغلـب به‌سـختی قابل‌دسترسـ ی هستند، فراهم کند (Chen et al., ۲۰۱۳; Jahari et al., ۲۰۱۱; Kuenzer et al., ۲۰۱۱). آشکارسازی تغییرات سـنجش از دوری به راحتی تغییرات کاهشـی و تخریـب را نمایـان مـی‌سـازد ( Afify, ۲۰۱۱; Gandhi et al., ۲۰۱۵; Lu et al., ۲۰۰۸; Xiaolu and Bo, ۲۰۱۱) از اینرو شناسـایی عامـل تهدیـد و نیـروی محرکـه تخریـب و مـدیریت مخـاطرات در اکوسیستم حرا امکان پذیر است (Chen et al., ۲۰۱۳; Kuenzer et al., ۲۰۱۱) و حتی نسبت بـه بررسـی معمـول ایـن شناسایی آسان‌تر است زیرا بجای بررسی کل ناحیه مطالعاتی می‌توان برخی مناطق تخریب یافته را بررسی نمود.

متاسفانه در ایران جنگل‌های حرا کمتر مورد اهمیت قرار گرفته‌اند و اطلاعات ناچیزی از میزان تخریـب ایـن جنگلهـا و روند اکوسیستمی در آنها وجود دارد. همچنین شیوه بررسی تغییرات دورسنجی در این جنگل‌ها هنـوز استانداردسـازی نشده است. بنابراین در این پژوهش سعی شده است به کمک روشهای سنجش از دوری آشکارسازی تغییـرات، تخریـب در جنگلهای حرا در منطقه حفاظت شده حـرا مشـخص شـود و بـر همـان اسـاس بـه کمـک بازدیـد میـدانی عوامـل تهدیدکننده این اکوسیستم مشخص شوند.

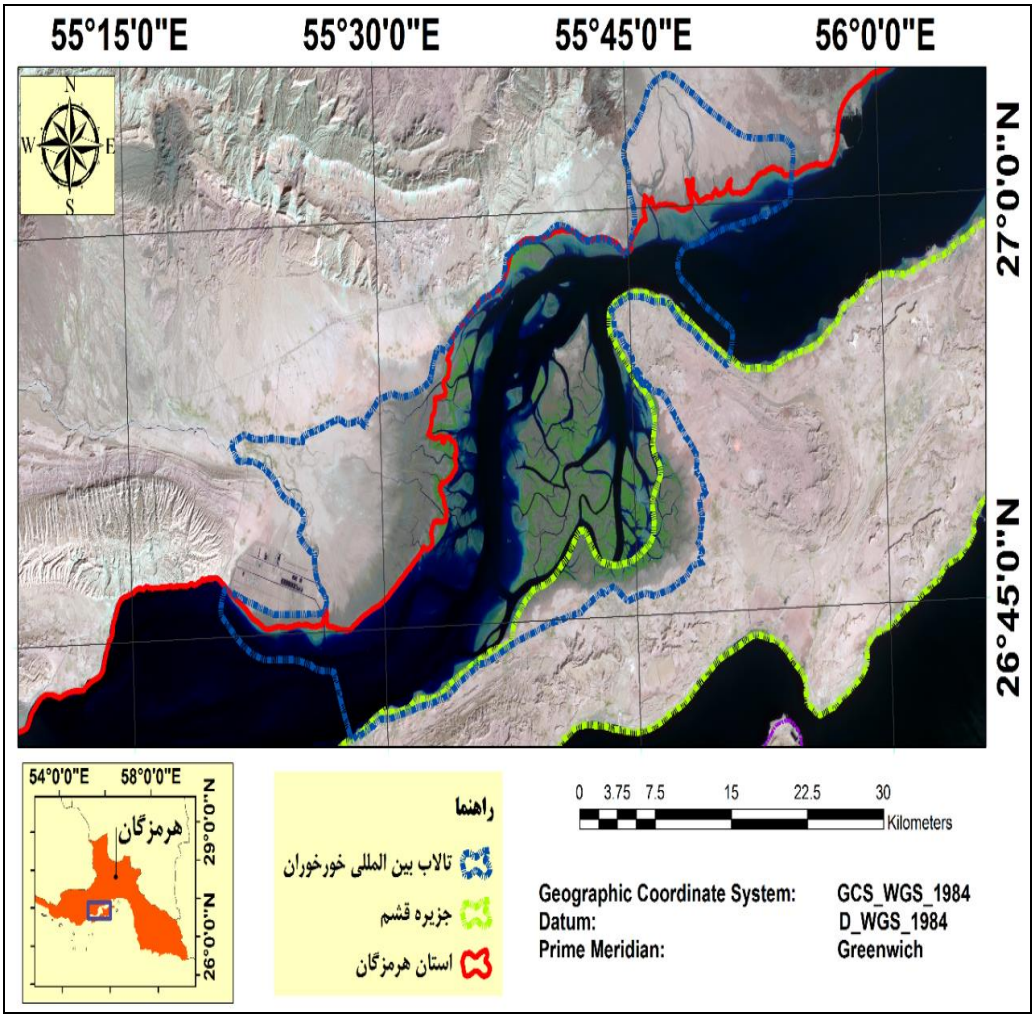
[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

## داده‌ها و روش کار

### الف) منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان چهار منطقه حفاظت شده با پوشش جنگلی حرا دارد. از این میان منطقه حفاظت‌شده حـرا، در فاصـله بین شمال جزیره قشم و بندر خمیر قرار گرفته است که از نظر کیفیت جزء بهترین جنگل‌های حرا محسوب مـی‌شـود، بنابراین تخریب جنگلهای این ناحیه در تغییر اکوسیستم منطقه بسیار تاثیرگذار خواهـد بـود. ایـن جنگل‌هـا در اقلـیم نیمه‌حاره‌ای با بارش ۱۰۰-۳۰۰ میلی‌متر در سال و ارتفاع هم‌تراز سطح دریا و یا حداکثر ۶ متر بالاتر از سطح دریا قـرار گرفته‌اند. این تالاب بر اساس آخرین مرز پیشنهادی اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان بیش از ۱۰۰ هزار هکتار وسعت دارد (Rayegani, ۲۰۱٦). شکل ۱ موقعیت منطقه حفاظت شده حرا نسبت به اسـتان هرمزگـان و جزیـره قشم را نشان می‌دهد.



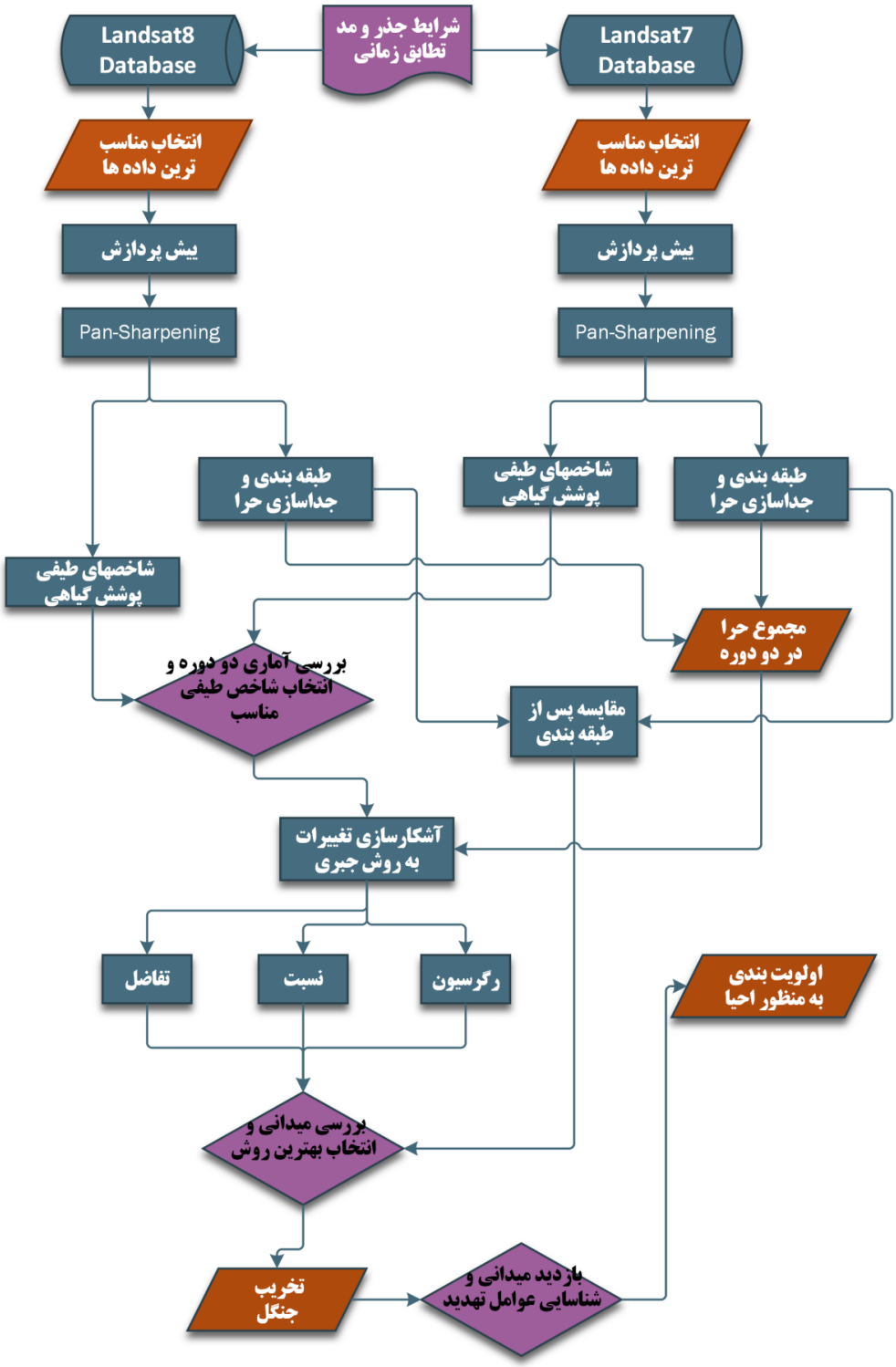

**شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه**

### ب- روش مطالعه

شکل ۲ روش کلی این پژوهش را نشان می‌دهد. در ادامه هر یک از بخشهای تحقیق تشریح خواهد شد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]




**شکل ۲: روند کلی روش مطالعه**

**ب-۱) تهیه داده ها و انتخاب دوره زمانی**

بر اساس مذاکراتی که با کارشناسان اداره کل حفاظت محیط زیست انجام شد، مشخص گردید تغییرات در منطقه حفاظت شده حرا در دهه اخیر شتاب گرفته است و عرض تغییرات در برخی نواحی کمتر از ۲۰ متر است. از این‌رو به دلیل نیاز به آرشیو طولانی مدت و قدرت تفکیک کمتر از ۲۰ متر داده‌های سنجنده OLI و $ETM^+$ که دارای باند پانکروماتیک ۱۵ متری می‌باشند، برای این مطالعه مناسب تشخیص داده شدند. همچنین با بررسی آرشیو این دو

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

سنجنده و دوره زمانی بررسی میدانی، سال ۲۰۰۱ و ۲۰۱۵ جهت دریافت داده انتخاب شدند (سنجنده +ETM از ۲۰۰۳ با مشکل از دست‌رفتن اطلاعات روبروه است).

میزان جزرومد در زمان برداشت تصاویر ماهواره‌ای یکی از مشکلات و محدودیت‌های هر تحقیقی در زمینه بررسی جنگل های حرا است. میزان جزرومد بر مساحت‌های تخمین زده شده سطح پوشش حرا تأثیرگذار است و تمامی تحقیقاتی که در مورد جنگل‌های حرا انجام شده با این عامل محدود کننده روبه‌رو بوده‌اند (Carney et al., ۲۰۱٤; Lee and Yeh, ۲۰۰۹; Pham and Yoshino). بنابراین در این مطالعه، تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده مربوط به سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۰۱ به گونه‌ای انتخاب شده‌اند که در مقایسه دو تصویر مربوط به دو مقطع زمانی ضمن نزدیکی تاریخ سالیانه، هر دو در وضعیت یکسان از منظر جزر یا مد قرار داشته باشند. همچنین پیش تحلیل‌های اولیه بر روی تصاویر نشان داد با تلفیق تصاویر مربوط به یک سال به صورت بیشینه، کمینه و میانه عددی آشکارسازی تغییرات (Jensen, ۲۰۰۵) با خطا مواجه می‌گردد. بر این اساس سعی شد تصاویری در تحلیل نهایی مورد استفاده قرار گیرند که ضمن داشتن وضعیت جزر ، پوشش گیاهی حرا نیز در اوج توان فنولوژیکی قرار داشته باشد. با توجه به درجه حرارت، جزر و مد و بررسی دیداری تصاویر لندست مشخص شد، بهترین زمان برای مقایسه فصل زمستان و حدود ماه اسفند است. بنابراین تصاویر زمستانه دارای جزر در هر زمان از منطقه مطالعاتی تهیه شده‌اند، بر این اساس داده سنجنده OLI مربوط به تاریخ ۲۰۱۵/۰۲/۱۴ و سنجنده $ETM^+$ مربوط به تاریخ ۲۰۰۱/۳/۳ انتخاب و تهیه شد.

**ب-۲ ) پیش‌پردازش داده‌های سنجش از دوری**

سامانه‌های سنجش از دور بی نقص عمل نمی‌کنند. همچنین اتمسفر، زمین، آب و خاک، مواد مرکبی هستند که اجازه نمی‌دهند دستگاه‌های سنجش از دور که محدودیتهایی در توان طیفی، مکانی، زمانی و رادیومتری دارند، آنها را به خوبی ثبت کنند. در نتیجه در پروسه دریافت داده، خطاهایی وارد می‌شود که می‌تواند کیفیت داده جمع‌آوری شده توسط سنجنده را کاهش دهد. دو نوع خطای معمول در داده سنجش از دوری، خطاهای رادیومتریک و خطاهای هندسی (geometric) هستند. در تصحیح رادیومتری (Radiometric correction) تلاش می‌شود دقت اندازه‌گیری‌های بازتابندگی، انتشار یا پراکنش طیفی ثبت شده توسط سامانه سنجش از دور بهبود داده شود. در تصحیح هندسی (Geometric Correction) هدف درست بودن مکان اندازه‌گیری‌های بازتابندگی، انتشار و پراکنش یا متناسب بودن مکان آنها با سایر اطلاعات جغرافیایی یا سیستمهای تصمیم‌گیری مکانی می‌باشد (Jensen, ۲۰۰۵; Koch and Mather, ۲۰۱۳). در این پژوهش با توجه به چندزمانه بودن بررسی، تصحیح اتمسفری مطلق و استخراج مقادیر بازتابندگی(Jensen, ۲۰۰۵) به کمک افزونه ATCOR (Al-Fares, ۲۰۱۳; Campbell and Wynne, ۲۰۱۱; Jensen, ۲۰۰۵□ □□□□□ □□ □□., ۲۰۱۲) در نرم‌افزار ERDAS IMAGINE ۲۰۱٤ صورت پذیرفت. به منظور تصحیح هندسی داده سنجنده به روز OLI به کمک نقاط کنترل زمینی تصحیح هندسی شد (Jensen, ۲۰۰۵; Koch and Mather, ۲۰۱۳) و سپس داده سنجنده $ETM^+$ به آن ثبت داده شد (Jensen, ۲۰۰۵).

**ب-۳ ) بارزسازی و پردازش داده‌های ماهواره‌ای**

**ب-۳-۱) افزایش قدرت تفکیک مکانی تصاویر ماهواره‌ای (Pan Sharpening)**

در این پژوهش از داده‌های سنجنده $ETM^+$ و OLI استفاده شده است که هر دو قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر دارند. در این سنجنده‌ها یک باند پانکروماتیک با قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر وجود دارد که می‌تواند جهت بهبود قدرت تفکیک مکانی سایر باندها بکار برده شود. این بارزسازی معمولاً با نام ادغام قدرت تفکیک (Resolution Merge) یا بهبود قدرت تفکیک توسط باند پانکروماتیک (Fusion) شناخته می‌شود (Jensen, ۲۰۰۵). روشهای زیادی جهت بهبود قدرت تفکیک مکانی توسط باند پانکروماتیک وجود دارد که در این پژوهش ابتدا چند تصویر با روش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت روش ادغام بروی (Brovey Resulotion Merge) (Jensen, ۲۰۰۵; Jong and Meer, ۲۰۰٤; Li

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

(et al., ۲۰۰۸; Liang et al., ۲۰۱۲) برگزیده شد. تبدیل بروی به عنوان یکی از موفق‌ترین تکنیک‌های ادغام با پایه ریاضی به حساب می‌آید که با جمع و تفریق باندهای ورودی را نرمال می‌سازد (Pohl and van Genderen, ۲۰۱٦). این روش ادغام به این علت انتخاب شد که با مقایسه هیستوگرام تصویر خروجی آن در ناحیه جنگل‌های حرا با هیستوگرام تصویر اصلی، اختلاف ناچیزی مشاهده شد. به دلیل اهمیت شکل هیستوگرام در نتیجه روش عملیات جبری این روش مناسب تشخیص داده شد. در نهایت در مورد داده‌های $ETM^+$ و OLI به منظور تشخیص بهتر جنگل‌های حرا از سایر عوارض موجود، باند پانکروماتیک با سایر باندهای موجود با این روش ادغام شد. با این روش باندهای چند طیفی، قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر را بدست آوردند و در ادامه تحلیلهای از این باندهای چند طیفی بهبودیافته استفاده گردید.

**ب-۳-۲ ) اعمال شاخص‌های پوشش گیاهی**

در دورسنجی، تفسیر و تشخیص عوارض گوناگون بر اساس ویژگی‌های و رفتارهای مختلف طیفی آن‌ها است( Lyon et al., ۱۹۹۸). ازاین‌رو شناخت دقیق این‌گونه رفتارها ضروری به نظر می‌رسد. گیاهان به دلیل داشتن یک سری مواد خاص در برگ‌های خود، رفتارهای ویژه‌ای در باندهای مختلف از خود نشان می‌دهند که در متمایز ساختن آن‌ها از سایر عوارض کمک بسیاری می‌کند (Rogan et al., ۲۰۰۲). حتی می‌توان از این ویژگی‌ها برای تشخیص گیاهان از یکدیگر و تعیین نوع آن‌ها نیز استفاده کرد، چراکه هر نوع گیاه در نگاهی دقیق‌تر دارای ویژگی‌های طیفی خاص خود است. علاوه بر این در کنار ویژگی‌های طیفی، گیاهان دارای ویژگی‌های زمانی مختلفی نیز هستند که می‌تواند در تشخیص آن‌ها از یکدیگر به ما کمک کند. در این تحقیق، به منظور بارزسازی تصاویر، شاخص‌های طیفی مختلف پوشش گیاهی که متداول در مطالعات پوشش گیاهی می‌باشند ( Barati et al., ۲۰۱۱; Giri et al., ۲۰۰۷; Liu et al., ۲۰۰۸; Lu et al., ۲۰۰٤) مانند NDVI، MCARI، PVI، MTVI۱ و MTVI۲ بر روی تصاویر اعمال شدند و پس از بررسی ظاهری نحوه نمایش جنگل‌های حرا و استخراج پارامتر آماری ضریب تغییرات آن در تصاویر تولیدشده، عملکرد آنها در طبقه‌بندی نظارت نشده، از بین انواع شاخص‌های طیفی گیاهی، شاخص NDVI و سپس MTVI۱ از سایر شاخص‌ها عملکرد بهتری نشان دادند. بر همین اساس شاخص NDVI که در مطالعات مشابه کارآمد نشان داده بود ( Lee and Yeh, ۲۰۰۹; Liu et al., ۲۰۰۸; Lyon et al., ۱۹۹۸) در ادامه تحلیل‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

**ب-۴ ) بررسی تغییرات پوشش گیاهی**

**ب-۴-۱ ) بررسی تغییرات پوشش گیاهی در ۱۵ سال اخیر**

آشکارسازی تغییرات سنجش از دوری در این پژوهش به دو روش صورت پذیرفت: مقایسه پس از طبقه بندی (Post-Classification Comparison) و مقایسه پیکسلی با عملیات جبری (Image Algebra Change Detection) ( Ilsever and Unsalan, ۲۰۱۲; Jensen, ۲۰۰۵; Li et al., ۲۰۰۸). در هر دو روش از خروجی روش ادغام بُرّوی استفاده شد تا بررسی‌ها در قدرت تفکیک بالاتر انجام شود و توان تشخیص تغییرات افزایش یابد. ابتدا طبقه حرا با استفاده از تصاویر چندطیفی بهبود یافته (خروجی بروی) به روش هیبرید و ترکیب دو روش طبقه‌بندی نظارت شده و نظارت نشده (Jensen, ۲۰۰۵) بر اساس شناختی که از منطقه مطالعاتی وجود داشت در هر دوره مورد بررسی جدا شد و بر همین اساس روش مقایسه پس از طبقه بندی انجام شد. سپس از لایه حرا در هر دو دوره یک ماسک مجموع به روش بولین "یا" (OR) حاصل شد. با توجه به تاثیر آب در فرآیند آشکارسازی تغییرات به روش جبری، این ماسک در استخراج پارامترهای آماری بکار گرفته شد تا هیستوگرام حاصل تابع جبری، نرمال شود. برای آشکارسازی تغییرات از سه روش تفاضل، نسبت‌گیری و رگرسیون استفاده شد (Eastman, ۲۰۱۲; Jensen, ۲۰۰۵). در روش تفاضل تصویر NDVI تاریخ دوم (OLI) از تصویر NDVI تاریخ اول ($ETM^+$) کم شد (Eastman, ۲۰۱۲; Jensen, ۲۰۰۵; Lu et al., ۲۰۰٤) و ماسک حرا بر روی آن اعمال شد تا از هیستوگرام مقادیر میانگین و انحراف معیار صرفاً مربوط به پوشش حرا استخراج شود. برای جداسازی تغییرات واقعی از تغییرات طبیعی (Eastman, ۲۰۱۲) سه آستانه مرسوم در این قبیل مطالعات در نظر

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

گرفته شد ($\mu \pm 2\sigma; \mu \pm 3\sigma; \mu \pm 1.5\sigma$) تا در بازدید میدانی برترین آستانه انتخاب شود. در روش نسبت‌گیری نتیجه حاصل از تقسیم تاریخ دوم بر تاریخ اول دارای ابهام است و اعداد تفسیر غیرخطی دارند. به عنوان مثال عدد ۱ در تصویر خروجی نشان می دهد که تغییری وجود نداشته است، در صورتیکه عدد ۲ نشان می‌دهد تاریخ دوم دو برابر تاریخ اول ارزش پیکسلی داشته، ولی عدد ۰/۵ نشان می دهد، تاریخ اول دوبرابر تاریخ دوم ارزش داشته است. بنابراین تفکیک تغییرات در این روش با اعداد خام مشکل خواهد بود. اما اگر از خروجی لگاریتم گرفته شود، برای سه عدد ۰/۵، ۱ و ۲ مثال به ترتیب خروجی ۰/۶۹-، ۰ و ۰/۶۹ بدست می آید که قابل تفسیرتر می باشد (Eastman, ۲۰۱۵). بنابراین در این مطالعه در روش نسبت‌گیری پس از تقسیم تصویر NDVI تاریخ دوم (OLI) از تصویر NDVI تاریخ اول برای خطی‌سازی، از داده‌ها لگاریتم گرفته شد (Eastman, ۲۰۱۲; Eastman, ۲۰۱۵) و همانند روش اول مقادیر آماری بر اساس اعمال ماسک حرا بدست آمد. در این روش نیز سه آستانه برای تغییر واقعی لحاظ شد. در روش رگرسیونی تصویر NDVI تاریخ دوم(جدیدتر) از روی تصویر NDVI تاریخ اول(قدیمی‌تر) به کمک معادله رگرسیون خطی شبیه-سازی شد. بدین منظور از خروجی طبقه‌بندی، منطقه حرا به عنوان ماسک جدا شد. سپس در این ناحیه ماسک، به کمک معادله رگرسیون خطی، NDVI تاریخ دوم به عنوان متغیر وابسته و NDVIتاریخ اول به عنوان متغیر مستقل در معادله رگرسیونی قرار گرفتند (Y=bX+a) و در نهایت به کمک ضرایب رگرسیون NDVIتاریخ دوم از NDVIتاریخ اول بازسازی یا شبیه‌سازی شد. سپس تصویر NDVI شبیه‌سازی شده از تصویر NDVI زمان دوم کم شد. همانند دو روش تفاضل و نسبت‌گیری برای تعیین آستانه‌ها از ماسک حرا استفاده و سه آستانه در نظر گرفته شد. در هر سه روش حد پایین آستانه به عنوان تخریب حرا در نظر گرفته شده است (مثال $\mu - 2\sigma$).

**ب-۵ بازدید میدانی، ارزیابی دقت و شناسایی عوامل تهدید**

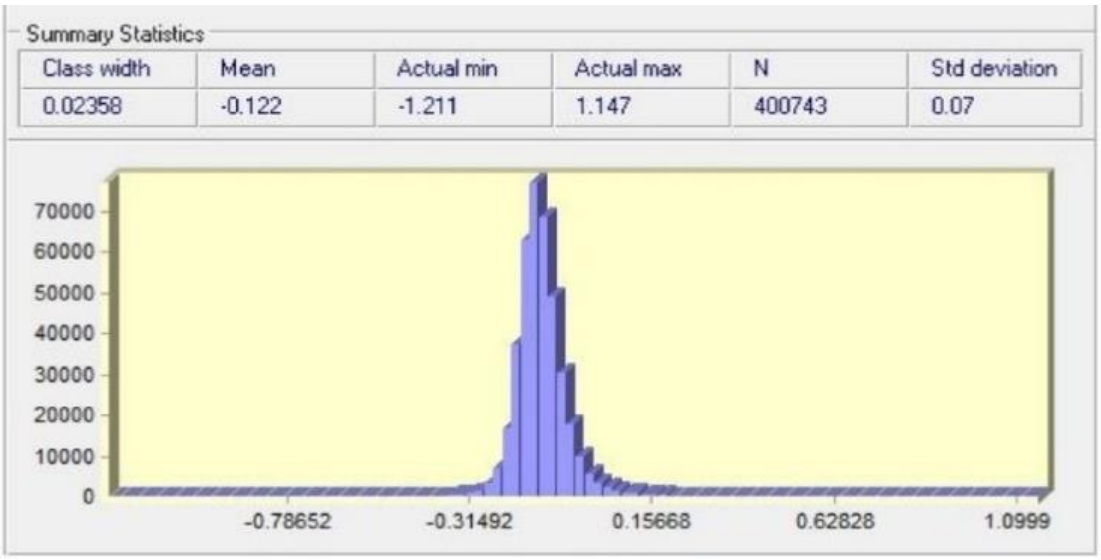
در این مطالعه به روش تصادفی لایه‌بندی شده (Random Stratified Sampling) ۱۲۰ نقطه در منطقه حفاظت شده حرا انتخاب شد (Congalton and Green, ۲۰۰۸). بدین منظور مطابق توضیحات بند ب-۴، تصویر بهبودیافته ۱۵ متری +ETM و OLI طبقه‌بندی شدند و تغییرات جنگل حرا در آنها مشخص شد، سپس ۴۰ نقطه در هر کلاس (بدون تغییر، کاهشی، و افزایشی) به صورت تصادفی پیاده سازی شد. این نقاط بر اساس بازدید میدانی از منطقه مطالعاتی و برای نقاطی که به دلیل صعب‌العبور بودن امکان بازدید نداشتند با تفسیر چشمی تصاویر ماهواره‌ای لندست و گوگل (بر اساس تجربه‌ای که از بازدید میدانی بدست آمده بود)، تحلیل شدند، تا داده‌های مرجع جهت تشکیل ماتریس خطا بدست آید. سپس ماتریس خطا تشکیل و دقت کل و ضریب کاپا جهت مشخص شدن بهترین روش و انتخاب آستانه مناسب تغییرات واقعی حرا بدست آمد (Campbell and Wynne, ۲۰۱۱; Congalton and Green, ۲۰۰۸; Jensen, ۲۰۰۵). بر همین اساس بهترین روش و آستانه مطلوب آشکارسازی تغییرات جنگلهای حرا مشخص گردید. آستانه‌ای برای تغییرات در عملیات جبری انتخاب شد که خروجی آن در هر یک از سه روش دقت کلی و کاپای کل بیشتری نشان داده یود. پس از مشخص شدن بهترین روش، نقشه تغییرات جنگلهای حرا با آن روش تهیه شد و مناطق تخریب یافته مورد بازدید میدانی قرار گرفتند تا عوامل تخریب شناسایی شوند و بر این اساس اولویت نواحی برای اجرای پروژه-های احیاء مشخص گردید.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

**شرح و تفسیر نتایج**

نتایج ارزیابی صحت نشان داد روش تفاضل با آستانه دو برابر انحراف معیار از روشهای دیگر عملیات جبری دقت بالاتری دارد (کاپا ۰/۷۶ و دقت کلی ۸۲٪). با اعمال ماسک حرا، خروجی تابع تفاضل، شکل نرمال نشان داد (شکل ۳) بنابراین شرط لازم جهت استفاده از این روش تامین شده بود (Jensen, ۲۰۰۵) و دقت ارزیابی نیز مناسب نشان داد. در مورد روشهای دیگر عملیات جبری مقدار کاپا کمتر از ۰/۷ بدست آمد و هیستوگرام توضیح دادهها در آنها بر خلاف روش تفاضل (شکل ۳)، کامل نرمال نبود. با این وجود روش مقایسه پس از طبقهبندی با دقت کلی بیش از ۹۳٪ و کاپای بیش از ۰/۹ بالاترین دقت را در روشهای آشکارسازی تغییرات نشان داد، بنابراین در بررسی نهایی و اولویتبندی مناطق از این روش استفاده شد.

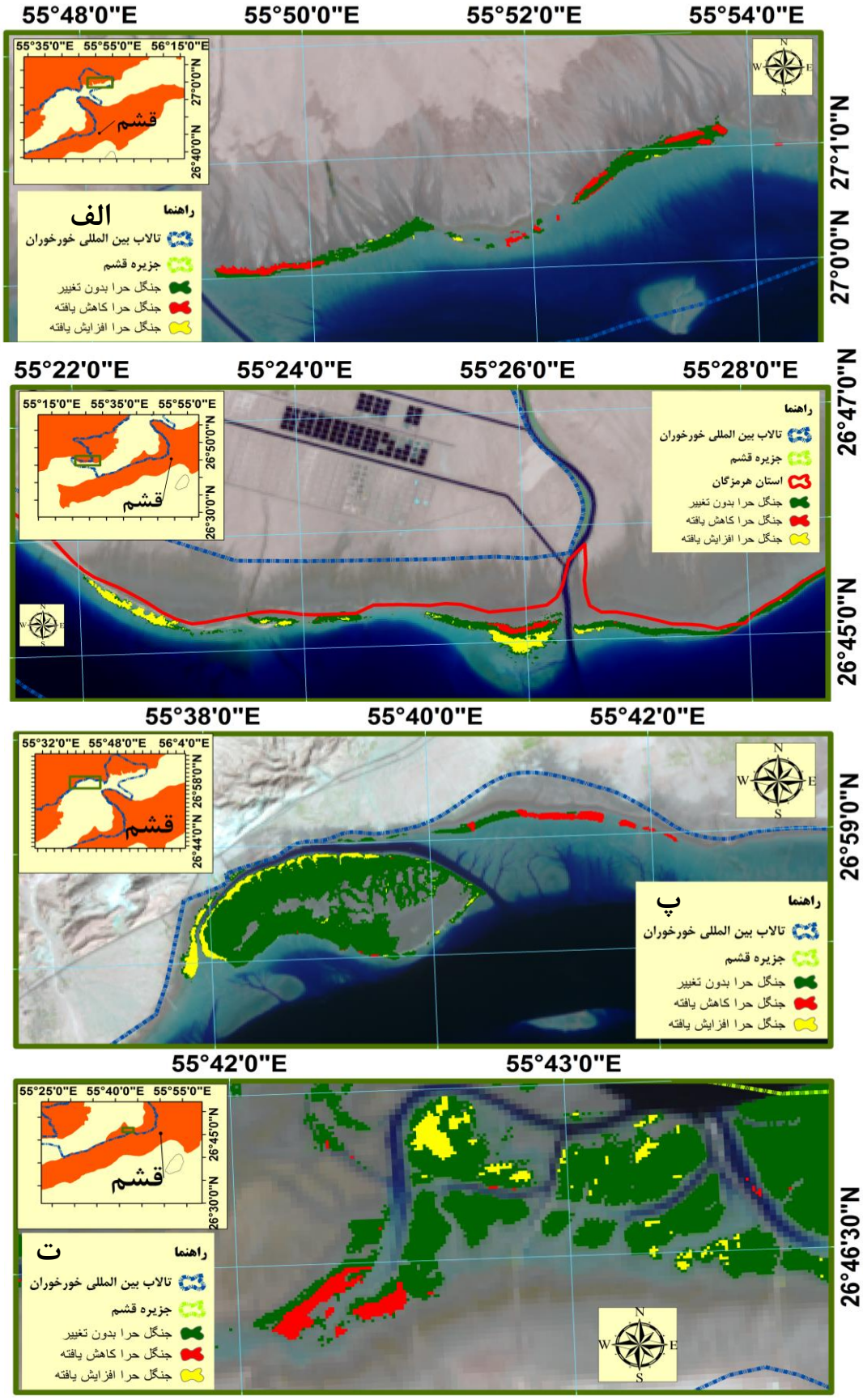



**شکل ۳: توزیع ارزشها در روش تفاضل**

بر اساس روش آشکارسازی تغییرات به روش مقایسه پس از طبقهبندی بیش از ۱۹۰ هکتار از جنگلهای حرا بین سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ تخریب یافته است. نقشههای ارائه شده در شکل ۴ مناطق اصلی تخریب یافته جنگل حرا در منطقه حفاظت شده حرا را نشان میدهد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]




**شکل ۴: نقشه‌های مناطق اصلی تخریب یافته حرا به روش مقایسه پس از طبقه بندی**

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

با اینکه بر اساس نتایج این مطالعه میزان تخریب قابل ملاحظه نیست ولی این تخریب در برخی از اکوسیستمها جدایی جمعیتی ایجاد نموده (شکل ۴ بخش الف و پ) و جمعیت حاضر را در خطر انقراض قرار داده است( Falk et al., ۲۰۰۶)، بنابراین ضرورت دارد، عوامل تهدید شناسایی و اولویت اجرا پروژه‌های احیا در این مناطق مشخص شود.

**الف-تهدیدها و مخاطرات**

در جهان بیشترین علت تخریب جنگلهای حرا برداشت و جنگل‌زدایی برای تامین سوخت و هیزم( Carney et al., ۲۰۱۴) و فعالیتهای پرورش میگو و تغییرات کاربری(Chen et al., ۲۰۱۳; Giri et al., ۲۰۱۵; Nguyen et al., ۲۰۱۳) می‌باشد. با این وجود شرایط منطقه باعث شده است تهدیدهای جنگلهای حرا در این منطقه متفاوت باشد.

**الف-۱ )چرای دام به‌خصوص شتر**

در سال‌های اخیر، فشارهای ناشی از رشد جمعیت و بروز خشکسالی‌های متعدد در منطقه حفاظت‌شده حرا موجب شده که میزان برداشت محلی از این جنگل‌ها افزایش یابد. علوفه چینی از شاخ و برگ درختان حرا از عادی‌ترین این مصارف است. در منطقه‌ی حفاظت‌شده حرا، دامداران محلی برای تأمین علوفه مورد نیاز دام‌های خود از سرشاخه‌های درختان حرا استفاده می‌کنند. در بعضی از قسمت نزدیکی روستاها به جنگل سبب شده است که گله‌های شتر نیز خود را به جنگل برسانند و از سرشاخه‌ها تغذیه کنند. سرشاخه و برگ درختان حرا علاوه بر خوش خوراک بودن، دارای ارزش غذایی معادل یونجه و جو برای حیوانات است. متأسفانه چرای مستقیم دام از جنگل‌های حرا نقش مخرب‌تری از علوفه چینی دستی دارد زیرا دام ریشه‌های حرا را با لگدکوبی می‌شکند یا به زیر خاک فرو می‌برد از آن‌رو با وجود حتی چرا سبک دام به دلیل حذف عامل تنفسی جنگل خشکیدگی وسیعی را تجربه خواهد کرد. شکل ۴ بخش ت تخریب مشاهده شده در اثر چرا شتر و قاچاق سوخت است که در ادامه به آن اشاره خواهد شد. شکل ۵ تصاویر تخریب پوشش گیاهی بر اثر چرای شتر را در منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهند.

**الف-۲ )قاچاق سوخت به ویژه گازوئیل**

افزایش رشد بیکاری و به تبع آن افزایش فقر در منطقه و وابستگی مردم محلی از لحاظ اقتصادی به این مناطق، اختلاف قیمت سوخت در ایران با کشورهای همسایه و قیمت جهانی آن منجر به افزایش فعالیت‌های اقتصادی جدید برای کسب درآمد مانند قاچاق سوخت به ویژه گازوئیل شده است. به دلیل ترس از نیروی‌های انتظامی و نبود قانون برای

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

جلوگیری از این اقدام ریزش سوخت در آب و جریمه‌های مربوطه باعث می‌شود اغلب قاچاقچیان سوخت در موارد احساس خطر کل، مخزن سوخت خود را در دریا و بعضاً در نزدیک جنگل‌های حرا تخلیه نمایند که این کار در دفعات طولانی موجب آسیب رساندن به ریشه‌های درختان حرا و خشک شدن آنها می‌شود. در صورتی که این سوخت‌ها به دور از جنگل‌های حرا نیز تخلیه شوند، زمان زیادی جهت خودپالایی دریا از آلودگی مشتقات نفت نیاز است و این آلودگی می‌تواند از طریق جریان باد و آب به سوی جنگل‌های حرا آورده می‌شوند و یا به صورت لکه‌های نفتی موجب آلودگی محیط آبی و از بین رفتن فون و فلور قسمتی از جنگل‌های حرا خواهد شد. شکل ۶ تصاویر نابودی جنگل‌های حرا را بر اثر قاچاق سوخت یا نشت سوخت در اثر تردد در دریا نشان می‌دهند. شکل ۴ بخشهای الف، پ و ت همگی تحت تاثیر قاچاق سوخت قرار گرفته‌اند.

**الف-۳ ) پساب‌های ناشی از استخرهای پرورش میگو**

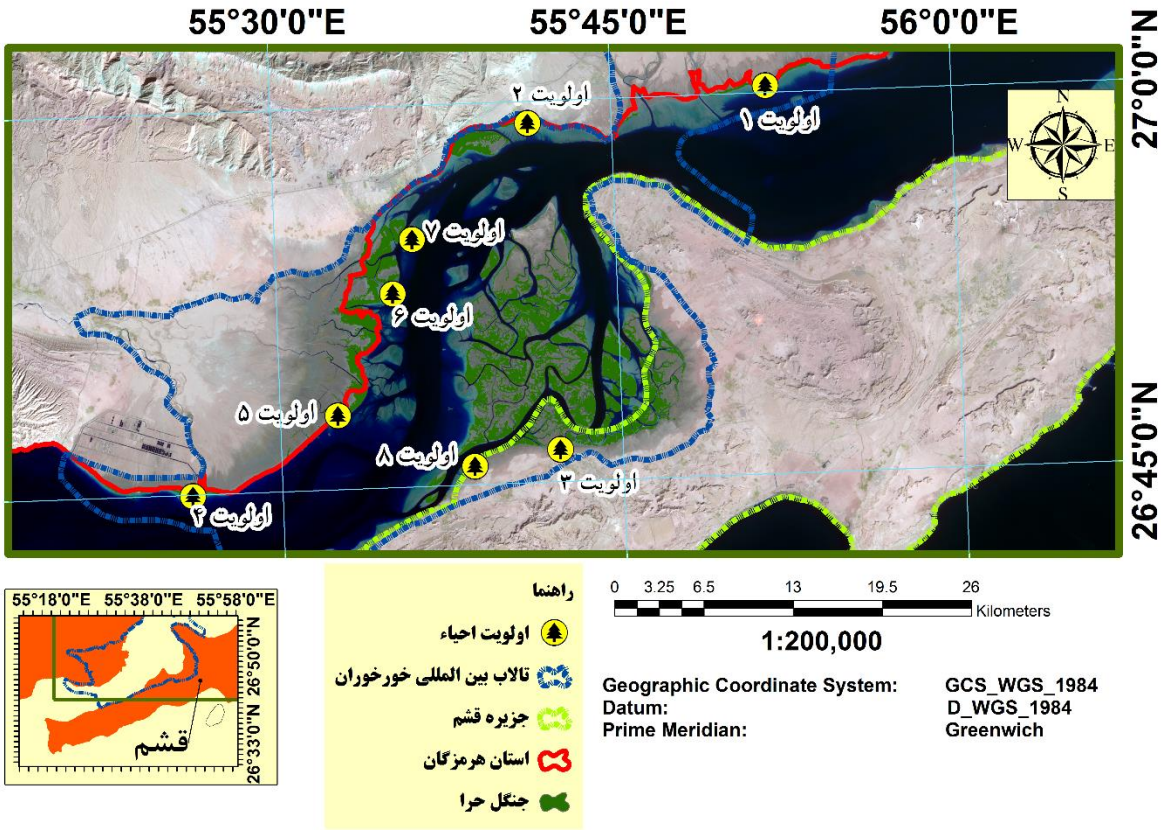
مطالعات مختلف نشان داده است که پسآب پرورش میگو می‌تواند به جنگل‌های حرا آسیب برساند( Nguyen et al., ۲۰۱۳) هر چند در این مطالعه اغلب در حاشیه استخرهای پرورش میگو کاهش چشمگیر جنگل دیده نشد ولی همانگونه که در شکل ۴ بخش ب مشاهده می‌شود کاهش حرا در پایین دست یک استخر پرورش میگو مشهود است.

**ب) اولویت‌بندی پوشش گیاهی تخریب یافته به منظور احیا و بازسازی**

در این پروژه، اولویت‌بندی مناطق جنگلی تخریب یافته بر اساس میزان برخورداری از اهمیت منطقه‌ای، مساحت تخریب، جدایی جمعیت به دلیل میزان تخریب(Falk et al., ۲۰۰۶) و میزان تنک شدن جنگل در ۱۵ سال اخیر انجام گرفت. شکل ۷ نقشه اولویت‌بندی مناطق تخریب یافته جهت اجرای پروژه‌های احیا را نشان می‌دهد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]




## نتیجه‌گیری

بر اساس بررسی این مطالعه، بهترین روش آشکارسازی تغییرات در جنگلهای حرا استفاده کردن از شیوه مقایسه پس از طبقه‌بندی می‌باشد. بر اساس نتایج روش مقایسه پس از طبقه‌بندی با دقت کلی ۹۳٪ و کاپای بیش از ۰/۹ بیشترین دقت را در آشکارسازی تغییرات نشان می‌دهد. پس از آن روش تفاضل با آستانه دو برابر انحراف معیار با کاپا ۰/۷۶ و دقت کلی ۸۲٪ بالاترین دقت را نشان داد.

مطابق با نتایج مقایسه پس از طبقه‌بندی، بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۵ در حدود ۱۹۰ هکتار از جنگل‌های حرا در منطقه حفاظت شده حرا از بین رفته است. بنابراین ضرورت دارد تخریب در این جنگل‌ها کنترل شود.

### الف: کنترل تخریب و احیا جنگل‌های حرا

پوشش جنگل‌های حرا در مقیاس‌های متفاوتی در سراسر دنیا روبه کاهش هستند و این روند نیز در ایران در سه منطقه‌ی سیستان و بلوچستان، هرمزگان و بوشهر متفاوت است. بنابراین می‌توان بیان کرد که در داخل کشور بسته به عوامل اثرگذار طبیعی یا انسانی این مقادیر در مناطق مختلف میزان کاهش متفاوتی داشته است. با توجه به بررسی‌های به‌عمل آمده مهم‌ترین عامل کاهش پوشش گیاهی جنگل‌های حرا، آلودگی نفتی، تغییر کاربری زمین(توسعه کشاورزی، توسعه استخر پرورش میگو و سدسازی)، برداشت از پوشش گیاهی این مناطق یا چرای دام، تردد لنج و قایق‌های تندرو، صید و ساخت‌وسازهای انسانی است (Rayegani, ۲۰۱٦).

پایش تغییرات سطح آب دریا، پایش تغییرات وسعت جنگل‌ها و همچنین بررسی روند توسعه و دخالت‌های مستقیم انسان در نواحی ساحلی جهت آشکارسازی روند تغییرات گذشته این جنگل‌ها و پیش‌بینی آینده تغییرات آن‌ها و همچنین اتخاذ سیاست‌های مناسب جهت جلوگیری از روند نابودی آن‌ها الزامی است. این داده‌ها را می‌توان در بانک داده ذخیره نمود و اطلاعات بنیادی و نقشه‌های تصویری را در اختیار تصمیم‌سازان قرارداد.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]
[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

بازسازی مناطق آسیب‌دیده، تخریب‌شده و یا رهاشده در اثر اعمال انسانی نیز می‌بایست در اولویت‌های مدیریتی این جنگل‌ها قرار گیرد. علاوه بر این، بهبود وضعیت معیشتی جوامع بومی نیز می‌تواند نقش بسیار مؤثری در این زمینه داشته باشد تا به‌این‌ترتیب نیاز این جوامع به برداشت الوار، قاچاق سوخت، تخریب به‌منظور افزایش اراضی زیر کشت محصولات کشاورزی، پرورش میگو، استفاده از سرشاخه‌ها به‌عنوان علوفه دام و غیره مرتفع گردد و تخریب به حداقل رسد.

**ب: راهکارهای احیا**

با توجه به شناختی که در بازدیدهای میدانی از منطقه مطالعاتی بدست آمد می‌توان جهت جلوگیری از تخریب بیشتر و احیا زیست‌بوم‌های حرا این موارد را توصیه نمود:

۱- کنترل چرای شتر و تعیین ظرفیت برداشت دستی علوفه دستی

- نادیده گرفتن نیاز مردم محلی به‌خصوص در شرایط حاد اقتصادی می‌تواند تعلیف مستقیم و پنهانی دام را در جنگل‌های حرا تشدید کند. با توجه به اثر مستقیم لگدکوبی دام بر خشک شدن حرا برای جلوگیری از تخریب بیش از پیش جنگل‌های حرا ضرورت دارد ضمن تهیه دقیق ظرفیت تولید هر بخش و تدوین دستورالعمل شیوه برداشت از جنگل حرا، پروانه‌های بهره‌برداری دستی علوفه در اختیار دامداران قرار گیرد و شرایط تنبیه‌ای و جریمه‌ای در صورت مشاهده خشکیدن حرا برای دامداران تعریف شود.
- ضرورت دارد برداشت ازسرشاخه‌ها به منظور تعلیف دام خصوصاً شتر در فصول خشک سال جلوگیری شود.

۲- جلوگیری از قاچاق سوخت

- در بخش‌هایی که تغییرات کاهشی شدید دیده شده است و به خشکی نزدیک است باید مدیریت منطقه دقیق‌تر باشد یا پاسگاه‌های جدید محیط‌بانی احداث شود. در حال حاضر تنها یک محیط‌بان در بخش منطقه حفاظت شده حرا بخش جزیره قشم در حال فعالیت است که ضرورت دارد جهت جلوگیری از چرا مستقیم شتر از جنگل حرا یا ورود غیرقانونی به آن‌ها تعداد محیط‌بانان افزایش چشم‌گیری پیدا کند.

۳- کاشت گونه

با شروع پروژه‌های جنگل‌کاری در منطقه حفاظت شده حرا، پوشش گیاهی جنگل‌های حرا افزایش یافته است و در مناطقی که چرای دام از بین رفته یا کاشت دستی حرا انجام شده، بازگشت به شرایط بهتر در این زیست‌بوم‌ها مشهود است(شکل ۴). در تمامی موارد مشاهده شده در منطقه کاشت دستی حرا موفقیت آمیز نشان داده و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری هرمزگان در جنگل‌کاری مصنوعی، پروژه های موفقی را در استان هرمزگان پشت سر گذاشته است و روند افزایشی سطح پوشش جنگل‌های حرا طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ در بسیاری از موارد ناشی از این فعالیت‌ها است که توصیه می شود در مناطق تخریب شده کاشت هر چه سریع تر صورت پذیرد.

۴-کنترل بر استخرهای پرورش میگو

در این تحقیق با قطعیت در مورد تخریب حرا در اثر پساب استخرهای پرورش میگو نمی‌توان نظر داد و نیاز به پژوهش تکمیلی در این زمینه احساس می‌شود با این وجود توصیه می شود جهت کاهش آثار مخرب احتمالی این فعالیت‌ها صورت پذیرد:

- تعیین استاندارد مناسب و قطعی برای پساب خروجی استخرهای پرورش میگو.
- نظارت مستمر و لازم بر فعالیت اینگونه استخرها، الزام مالکان به رعایت استانداردهای خروجی پساب
- اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی مناسب برای مالکان استخرهای پرورش میگو.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

۵- احیاء و بازسازی رویشگاه‌های آلوده به مواد نفتی

- پیشگیری از رسیدن نفت و فرآوردهای نفتی به رویشگاه‌های حرا از طریق ایجاد مسیرهای جایگزین تردد کشتی‌ها و قایق‌ها.
- برداشت نفت از سطح آب و عملیات لایه‌گیری و جمع‌آوری نفت در آبراهه‌های موجود در جنگل‌های حرا و سپس کشت مجدد در این مکان‌ها.

## سپاسگزاری

بدین وسیله از اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان که منابع مالی این پروژه را تامین نمودند، جناب آقای مهندس قاسمی معاون محترم فنی اداره کل حفاظت محیط زیست استان هرمزگان که در تمامی مراحل این پروژه همراه و پشتیبان طرح بوده‌اند و جناب آقای سرودی محیطبان محترم قشم که در بازدیدهای میدانی به تیم پروژه کمکهای شایانی نمودند، تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از سرکار خانم مهندس رحیمی و خانم مهندس آریامند به خاطر تلاشهای بیشمارشان در انجام این پروژه صمیمانه تشکر می‌شود.

## منابع

Afify, H.A. ۲۰۱۱. Evaluation of change detection techniques for monitoring land-cover changes: A case study in new Burg El-Arab area. *Alexandria Engineering Journal*, **۵۰**: ۱۸۷-۱۹۵.

Al-Fares, W. ۲۰۱۳. Historical land use/land cover classification using remote sensing : a case study of the Euphrates River Basin in Syria

Barati, S.; B. Rayegani; M. Saati; A. Sharifi, and M. Nasri. ۲۰۱۱. Comparison the accuracies of different spectral indices for estimation of vegetation cover fraction in sparse vegetated areas .*The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, **۱٤**: ٤۹-٥٦.

Campbell, J.B., and R.H. Wynne. ۲۰۱۱. *Introduction to remote sensing*. Guilford Press, New York.

Carney, J.; T.W. Gillespie, and R. Rosomoff. ۲۰۱٤. Assessing forest change in a priority West African mangrove ecosystem: ۱۹۸٦–۲۰۱۰. *Geoforum*, **۵۳**: ۱۲٦-۱۳۵.

Chen, C.-F.; N.-T. Son; N.-B. Chang; C.-R. Chen; L.-Y. Chang; M. Valdez; G. Centeno; C. Thompson, and J. Aceituno. ۲۰۱۳. Multi-Decadal Mangrove Forest Change Detection and Prediction in Honduras, Central America, with Landsat Imagery and a Markov Chain Model. *Remote Sensing*, **۵**: ٦٤۰۸.

Congalton, R.G., and K. Green. ۲۰۰۸. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices*. CRC press ,

Eastman, J. ۲۰۱۲. *IDRISI Selva Tutorial*

Eastman, J.R. ۲۰۱۵. TerrSet Tutorial. *Clark Labs Clark University: Worcester, MA, USA*

Falk, D.A.; M.A. Palmer, and J.B. Zedler. ۲۰۰٦. *Foundations of restoration ecology*. Island Press Washington, DC ,

Gandhi, G.M.; S. Parthiban; N. Thummalu, and A. Christy. ۲۰۱۵. Ndvi: Vegetation Change Detection Using Remote Sensing and Gis–A Case Study of Vellore District. *Procedia Computer Science*, **۵۷**: ۱۱۹۹-۱۲۱۰.

Giri, C.; J. Long; S. Abbas; R.M. Murali; F.M. Qamer; B. Pengra, and D. Thau. ۲۰۱۵. Distribution and dynamics of mangrove forests of South Asia. *Journal of environmental management*, **۱٤۸**: ۱۰۱-۱۱۱.

Giri, C.; B. Pengra; Z. Zhu; A. Singh, and L.L. Tieszen. ۲۰۰۷. Monitoring mangrove forest dynamics of the Sundarbans in Bangladesh and India using multi-temporal satellite data from ۱۹۷۳ to ۲۰۰۰. *Estuarine, coastal and shelf science*, **۷۳**: ۹۱-۱۰۰.

Ilsever, M., and C. Unsalan. ۲۰۱۲. Two-dimensional change detection methods : remote sensing applications

Jahari, M.; S. Khairunniza-Bejo; A.R.M. Shariff, and H.Z.M. Shafri. ۲۰۱۱. Change detection studies in Matang mangrove forest area, Perak. *Pertanika J. Sci. Technol*, **۱۹**: ۳۰۷-۳۲۷.

Jensen, J.R. ۲۰۰۵. *Introductory digital image processing : a remote sensing perspective*. (۳rd ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

Jong, S.M.d., and F.v.d. Meer. ۲۰۰٤. *Remote sensing image analysis : including the spatial domain*. Kluwer Academic, Dordrecht ; London.

Kennedy, R.E.; P.A. Townsend; J.E. Gross; W.B. Cohen; P. Bolstad; Y. Wang, and P. Adams. ۲۰۰۹. Remote sensing change detection tools for natural resource managers: Understanding concepts and tradeoffs in the design of landscape monitoring projects. *Remote sensing of environment*, ۱۱۳: ۱۳۸۲-۱۳۹٦.

Kerr, J.T., and M. Ostrovsky. ۲۰۰۳. From space to species: ecological applications for remote sensing. *Trends in Ecology & Evolution*, ۱۸: ۲۹۹-۳۰۵.

Koch, M., and P. Mather. ۲۰۱۳. *Computer processing of remotely-sensed images : an introduction*. Wiley, Hoboken, N.J.

Kuenzer, C.; A. Bluemel; S. Gebhardt; T.V. Quoc, and S. Dech. ۲۰۱۱. Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. *Remote Sensing*, ۳: ۸۷۸.

Lee, T.-M., and H.-C. Yeh. ۲۰۰۹. Applying remote sensing techniques to monitor shifting wetland vegetation: A case study of Danshui River estuary mangrove communities, Taiwan. *Ecological engineering*, ۳۵: ٤۸۷-٤۹٦.

Li, Z.; J. Chen, and E. Baltsavias. ۲۰۰۸. *Advances in photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences: 2008 ISPRS congress book*. CRC Press ,

Liang, S.; X. Li, and J. Wang. ۲۰۱۲. *Advanced remote sensing:: Terrestrial Information Extraction and Applications*. (۱st ed.). Academic Press, Amsterdam ; Boston.

Liu, K.; X. Li; X. Shi, and S. Wang. ۲۰۰۸. Monitoring mangrove forest changes using remote sensing and GIS data with decision-tree learning. *Wetlands*, ۲۸: ۳۳٦-۳٤.٦

Lu, D.; M. Batistella, and E. Moran. ۲۰۰۸. Integration of Landsat TM and SPOT HRG images for vegetation change detection in the Brazilian Amazon. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, ۷٤: ٤۲۱.

Lu, D.; P. Mausel; E. Brondizio, and E. Moran. ۲۰ .۰٤Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, ۲۵: ۲۳٦۵-۲٤۰۱.

Lyon, J.G.; D. Yuan; R.S. Lunetta, and C.D. Elvidge. ۱۹۹۸. A change detection experiment using vegetation indices. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, ٦٤.۱۵۰-۱٤۳ :

Nguyen, H.-H.; C. McAlpine; D. Pullar; K. Johansen, and N.C. Duke. ۲۰۱۳. The relationship of spatial–temporal changes in fringe mangrove extent and adjacent land-use: Case study of Kien Giang coast, Vietnam. *Ocean & coastal management*, ۷٦: ۱۲-۲۲.

Pham, T.D., and K. Yoshino. Mangrove Mapping and Change Detection Using Multi-temporal Landsat imagery in Hai Phong city, Vietnam

Pham, T.D., and K. Yoshino ۲۰۱۵. Mangrove Mapping and Change Detection Using Multi-temporal Landsat imagery in Hai Phong city, Vietnam. In, *International Symposium on Cartography in Internet and Ubiquitous Environments*

Pohl, C., and J. van Genderen. ۲۰۱٦. *Remote Sensing Image Fusion: A Practical Guide*. CRC Press ,

Rayegani, B. ۲۰۱٦. Monitoring Hormozgan Mangrove forest changes in the past three decades and prioritizing of degraded ecosystems in order to carry out restoration projects. In (p. ۲۸۰). Department of Environment: College of Environment

Rogan, J.; J. Franklin, and D.A. Roberts. ۲۰۰۲. A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery. *Remote sensing of environment*, ۸۰: ۱٤۳-۱۵٦.

Simard, M.; V.H. Rivera-Monroy; J.E. Mancera-Pineda; E. Castañeda-Moya, and R.R. Twilley. ۲۰۰۸. A systematic method for ۳D mapping of mangrove forests based on Shuttle Radar Topography Mission elevation data, ICEsat/GLAS waveforms and field data: Application to Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Remote sensing of environment*, ۱۱۲: ۲۱۳۱-۲۱٤٤.

Vaiphasa, C.; A.K. Skidmore, and W.F. de Boer .۲۰۰٦ .A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, ٦۱: ۱-۱۰.

Xiaolu, S., and C. Bo. ۲۰۱۱. Change detection using change vector analysis from Landsat TM images in Wuhan. *Procedia Environmental Sciences*, ۱۱: ۲۳۸-۲٤٤.

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]

[ Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28 ]

[ DOI: 10.29252/jsaeh.6.2.53 ]