



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و سوم، ویژه‌نامه ۱، ۱۳۹۵
<http://jwfst.gau.ac.ir>

مقایسه دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی در ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های حراء با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست در منطقه حفاظت شده گاندو استان سیستان و بلوچستان

*ابراهیم تقوی مقدم^۱، شهرام بهرامی^۲ و الهه اکبری^۳

^۱دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری، دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه حکیم سبزواری،

^۲عضو هیئت علمی دانشگاه حکیم سبزواری و دانشجوی دکتری سنجش از دور، دانشگاه تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

چکیده

سابقه و هدف: آگاهی از تغییرات سطح جنگل‌ها همواره یکی مهمترین اقدامات و ملاحظات زیست‌محیطی در جهان محسوب می‌شود. جنگل‌های حراء (مانگرو) از بکرترین و زیباترین چشم‌اندازهای ساحلی ایران محسوب می‌شود. قطع درختان حراء، تغییر کاربری سواحل جنگلی به تأسیسات، آلودگی نفتی و تغییر در هیدرودینامیک دریا-ساحل از مهمترین عوامل تهدیدکننده این ذخایر گیاهی محسوب می‌شود. تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های پردازش تصاویر ابزار بسیار دقیقی برای پیمایش و ارزیابی تغییرات سطوح جنگلی محسوب می‌شود. هدف این تحقیق ارزیابی کارایی دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی به منظور کشف و شناسایی تغییرات پوشش جنگلی منطقه حفاظت شده گاندو در استان سیستان و بلوچستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها: منطقه حفاظت شده گاندو در منتهی الیه جنوب شرقی ایران و در بخش ایرانی خلیج گواتر قرار گرفته است و به واسطه وجود پوشش جنگل‌های حراء و زیستگاه تمساح پوزه کوتاه ایرانی از ارزش زیست‌بومی فوق‌العاده‌ای برخوردار است. در این تحقیق از اطلاعات و نقشه‌های توپوگرافی،

*مسئول مکاتبه: e.taghavi@hsu.ac.ir

تصاویر سنجنده‌های ETM^+ , tm , mss ماهواره لندست، سال‌های ۱۹۷۲-۱۹۹۵ و ۲۰۱۵ مربوط به منطقه تحقیق و الگوریتم‌های (طبقه‌بندی‌کننده)، حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی استفاده شد. برای ارزیابی صحت هر کدام از طبقه‌بندی‌ها با استفاده از دستگاه GPS به صورت تصادفی اقدام به جمع‌آوری نقاط حقایق زمینی شده و با پیاده‌سازی نقاط کنترل برداشت شده، پارامترهای آماری ارزیابی صحت خطا شامل ضریب کاپا و صحت کلی محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان می‌دهد نقشه حاصل از اجرای الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی دارای صحت کلی ۹۸/۳۲ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۷۸۱ و نقشه حاصل از اجرای الگوریتم حداکثر احتمال دارای صحت کلی ۹۲/۴۵ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۰۱ می‌باشند. در نتیجه نتایج حاصل از به‌کارگیری الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی نسبت به نتایج الگوریتم حداکثر احتمال در تهیه نقشه پوشش زمین دقیق‌تر می‌باشد.

نتیجه‌گیری: طبق نتایج تحقیق اگر چه استفاده از الگوریتم شبکه عصبی، صحت بالاتری در مقایسه با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال ارایه می‌دهد لکن روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نیز با توجه به صحت طبقه‌بندی ۹۲/۴۵ درصد، روش مطلوبی در ارزیابی تغییرات محسوب می‌شود. در نهایت طبق محاسبات انجام شده مشخص شد سطح مجموع جنگل‌های متراکم و پراکنده حراء در منطقه در سال ۱۹۷۲ به میزان ۰/۲۴ کیلومتر مربع بوده که این مقدار در سال ۱۹۹۵ به ۱/۴ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۵ به ۴/۲ کیلومتر مربع رسیده است. در حالت کلی روند افزایش سطح جنگل‌ها در مقیاس جهانی از تحولات اقلیمی نشات می‌گیرد ولی در ناحیه مذکور عوامل متعددی چون بالا آمدن سطح اساس دریای عمان و پیشروی آب در خلیج گواتر و به تبع آن افزایش سطح زمین‌های گلی شرایط مساعدی را برای رویش و گسترش جنگل‌های مانگرو ایجاد نموده است. لذا هرگونه برنامه‌ریزی در مورد مدیریت منطقه ساحلی و مدیریت حیات وحش و جامعه گیاهی منطقه حفاظت شده گاندو باید براساس ملاحظات طبیعی و زیست‌محیطی باشد به نحوی که با حفظ میراث طبیعی بتوان از حداکثر امکانات طبیعی جهت بالابردن سطح معیشت ساکنین این منطقه دور افتاده از کشور استفاده نمود.

واژگان کلیدی: تغییرات پوشش زمین، تصاویر ماهواره‌ای، جنگل‌های حراء، حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، گاندو

مقدمه

حراء (مانگرو^۱) گیاهان چوبی هستند که در حد فاصل خشکی و دریا در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری زیست می کنند (۱۸). جنگل های حراء فواید اکولوژیک بیشماری دارند به طوری که سیستم ریشه ای آن ها باعث پایداری رسوبات می شود و اجتماعات آن ها انرژی امواج را کاهش می دهد و در مقابل زیستگاه و پناهگاه برای شمار زیادی از موجودات زنده ایجاد می کند (۳۱). علاوه بر اهمیت بوم شناختی، این جنگل ها دارای فواید اقتصادی فراوانی در سطوح مختلف جهانی، منطقه ای و به خصوص محلی هستند، به همین دلیل جوامع علمی سعی در ارزیابی روند تغییرات آن ها به منظور مدیریت محیط و توسعه پایدار دارند (۱). به طور کلی تغییر یکی از ویژگی های طبیعی بوم سازگان^۲ در سطح زمین و واکنشی از سوی اجزاء یک بوم سازگان جهت سازگاری با الگوهای اقلیمی و فضایی چون وقایع تکتونیکی و گردش عمومی جریان های اقلیمی و اقیانوسی می باشد (۳). همه بوم سازگان به خصوص نواحی ساحلی تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی قرار گرفته و از نظر ابعاد، شدت و روند دارای تغییرات متفاوتی هستند و تأثیر به سزایی در معیشت انسان دارند (۴). عوامل متعددی در کاهش و یا افزایش سطح جنگل های حراء نقش دارند. به طور کلی عوامل طبیعی و اقلیمی باعث افزایش سطح جنگل های حراء و عوامل انسانی باعث تخریب و کاهش سطح جنگل ها شده است (۲۷). در بین عوامل انسانی توسعه شهری، آبیاری پروری، معدن کاری و بهره کشی مفرط برای الوار، ماهی، سخت پوستان و نرم تنان، سد زدن بر روی رودخانه ها و توسعه توریسم باعث کاهش سطح جنگل های حراء شده است (۲۶). علاوه بر این، تغییر در فاکتورهایی نظیر دمای هوا، یخبندان، بارندگی، مانسون، طوفان، رسوبگذاری و شوری، به طور مستقیم بر روی بوم سازگان های حراء تأثیر می گذارند (۳۶). در برخی نواحی جنگل های حراء به شدت از تغییرات اقلیمی تأثیر پذیرفته اند، و طبق برآوردها، افزایش وسعت جنگل ها گزارش شده است (۱۳)، مناطقی مانند بنگلادش، تالاب های رودخانه ای Mary در جنوب استرالیا و همین طور بخش هایی از غرب هندوستان (۳۳) که در معرض تغییرات کمربند همگرایی استوایی قرار دارند از این جمله اند (۱۳). همچنین بالا آمدن سطح اقیانوس ها به همراه افزایش دمای آب باعث ایجاد خورهای کم شیب شده که زمینه را برای رشد و توسعه جنگل های مانگرو فراهم نموده است. در توپوگرافی حراء های مصبی، در اثر رسوبگذاری و یا حرکات تکتونیک شیب منطقه کاهش

1- Mangrove
2- Ecosystems

پیدا کرده و با افزایش میزان بارندگی زمینه برای استقرار حراها مهیا و باعث افزایش وسعت جنگل‌های حراء شود (۳۳). علاوه بر این انجام پروژه‌های احیاء و استقرار مجدد حراها در برخی از مناطق جهان موجب افزایش وسعت این جنگل‌ها شده است (۴). بوم‌سازگان‌های حراء در ایران به واسطه دارا بودن منابع حساس بیوفیزیکی، اهمیت زیستگاهی و پرورشگاهی، غذای جانداران و وجود گونه‌های در معرض خطر و کمیاب، حساسیت به آلاینده‌ها، کندی ترمیم و مشکلات ناشی از پاکسازی آلاینده‌ها در ردیف یکی از مهم‌ترین مناطق حساس دریائی ایران قرار دارند (۱۱). لذا آگاهی از روند تغییرات این جنگل‌های بکرو زیبا در نوار ساحلی جنوب کشور امری ضروری است. با توجه به گستردگی جنگل‌های حراء در منطقه ساحلی جنوب، ارزیابی وسعت جنگل‌های حراء با این پراکنش بسیار سخت و پرهزینه است. بدین منظور از تکنیک‌های سنجش از دور و استفاده از تصاویر چندزمانه ماهواره‌ای که می‌تواند حجم عظیمی از اطلاعات را در اختیار محقق بگذارد توصیه می‌شود (۳۷). مطالعات زیادی در مورد تغییرات کمی و کیفی جنگل‌های مانگرو در جهان انجام شده است، از جمله: فورمارد و همکاران (۲۰۰۴) تغییرات ۵۰ ساله جنگل‌های حراء در گویان فرانسه را با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره اسپات^۱ مورد پایش قرار داده و تغییرات ایجاد شده در خط ساحلی منطقه را در اثر گسترش جنگل‌های حراء، تغییرات اقلیمی و تغییر فرآیند رسوبگذاری ساحلی می‌دانند (۱۴). اینگرام و همکاران (۲۰۰۵) نیز از داده‌های سنجش از دور برای پیش‌بینی سطح مقطع و تراکم تنه در جنگل‌های گرمسیری جنوب ماداگاسکار استفاده کردند. آن‌ها ارتباط سطح مقطع را با شاخص $NDVI$ ^۲ و تابش اندازه‌گیری شده در باندها ۳، ۴، ۵ و ۷ سنجنده $ETM+$ ^۳ را با استفاده از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی (ANN) بررسی کردند (۱۷). لوسیانا و همکاران (۲۰۰۷) در منطقه‌ای در ترکیه تغییرات جنگل‌ها منطقه‌ای را با وسعت ۱۷۷۸ کیلومتر مربع به کمک داده‌های ETM و TM مورد ارزیابی قرار داد (۲۰). پلینینجر (۲۰۱۲)، با استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های کاربری ۱:۲۰۰۰۰ سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۰۹ به بررسی تغییرات دو ناحیه جنگلی شمال آلمان پرداخته است و تغییر کاربری جنگل‌ها به مرتع و مناطق صنعتی و مسکونی را به‌عنوان مهم‌ترین تغییر در منطقه معرفی می‌کند (۲۸). باگاوات (۲۰۱۳) تغییرات کاربری اراضی محدوده متروپلیتن کاتماندو نپال را با استفاده

1- Spot

2- Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

3- Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه مورد بررسی قرار داده است (۱۰). سنگا و همکاران (۲۰۱۴) تغییرات پوشش زمین جنگل‌های حراء منطقه ساحلی زنجبار تانزانیا را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۰۰-۲۰۱۱ ماهواره لندست مورد بررسی قرار داده و تغییر کاربری عرصه‌های جنگل حراء را به کشت برنج از ۲۶۲ هزار هکتار در سال ۲۰۰۱ به ۸۶ هزار در سال ۲۰۱۱ می‌داند (۳۲). هینا و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از تکنیک‌های سنجش از راه دور چون طبقه‌بندی نظارت شده به پایش تغییرات جنگل‌های حراء‌های دلتای رودخانه سند در پاکستان پرداخته و روند گسترش جنگل‌های حراء را در راستای رسوبات دلتای رودخانه از ۸۶۰ کیلومتر مربع در سال ۲۰۰۹ به ۱۰۶۸ کیلومتر مربع در سال ۲۰۱۵ برآورد نموده است (۱۶). در زمینه آشکارسازی تغییرات^۱ و تعیین سطح جنگل‌ها در ایران: امینی و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تغییرات جنگل‌های آرمده شهرستان بانه در خلال سال‌های ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ با استفاده از روش‌های سنجش از دور نموده است (۵). سفیانیان (۲۰۰۹) به کشف و بازبایی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان با استفاده از مدل آشکارسازی بردار تغییرات^۲ CVA در یک دوره یازده ساله نموده است (۳۴). آرخی و همکاران (۲۰۱۰) به مطالعه روش‌های مختلف سنجش از دور در پایش تغییرات کاربری ارضی حوضه دره شهر ایلام پرداخته و روش تفاضل پوشش گیاهی و تحلیل مؤلفه‌های اصلی را روش‌های مناسبی برای کشف تغییرات معرفی نموده است (۹). نیازی و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی نقشه کاربری ارضی حوضه سد ایلام را تهیه و روش شبکه عصبی را نسبت به روش حداکثر احتمال روش دقیق‌تری می‌داند (۲۴). امیری و همکاران (۲۰۱۰) با استفاده از شاخص‌های گیاهی و اعمال آن بر روی تصاویر ماهواره‌ای IRS هندوستان، سطح رویش جنگل‌های حراء نایبند در مجاورت تاسیسات نفتی پارس جنوبی برآورد نموده است (۶). ماهینی و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تصویر ۲۰۰۱ ماهواره لندست به طبقه‌بندی مناطق جنگلی استان گلستان با روش حداکثر احتمال پرداخته و استفاده از این روش را بدین منظور مناسب می‌داند (۲۱). رنجبرنژاد و همکاران (۲۰۱۳) تغییرات جنگل گیلداغی استان گلستان را با استفاده از روش‌های سنجش از دور تعیین نموده‌اند (۳۰). میرزایی و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تغییرات پوشش اراضی استان مازندران با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) و سنجه‌های سیمای سرزمین برای سال‌های ۱۳۶۳-۱۳۸۹ پرداخته است و

1- Change Detaction

2- Change Vector Analysis

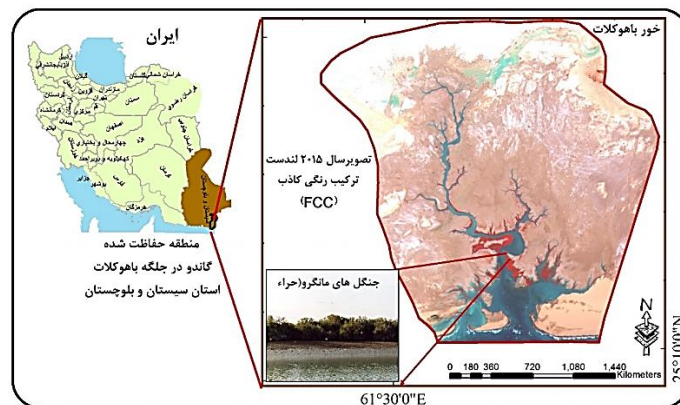
تغییر شدید کاربری جنگل به کاربری مسکونی، کشاورزی و مرتع را منطقه هشدار داده است (۲۳). مهدوی و همکاران (۲۰۱۴) به ارزیابی انواع روش‌های آشکارسازی تغییرات کاربری ارضی / پوشش گیاهی جنگل‌های حفاظت شده مانشت ایلام پرداخته و با استفاده از روش‌های تفاضل تصاویر، تفاضل *NDVI*، تحلیل مؤلفه‌های اصلی، تفاضل تسلدکپ و تفاضل باندها، روش تفاضل باند مادون‌قرمز را به‌عنوان دقیق‌ترین روش پیشنهاد می‌کند. اکثر محققین از جمله ربیعی (۲۰۰۳) (۲۹)، نیازی (۲۰۱۰) (۲۴) روش حداکثر احتمال روش دقیقی نسبت به سایر روش‌ها می‌دانند و عنوان می‌کنند در روش حداکثر احتمال کاربر باید دقت کند که داده‌ها برای طبقه‌بندی باید دارای توزیع نرمال باشد. هدف این تحقیق ارزیابی تغییرات سطح جنگل‌های حراء خور باهو قسمت جنوبی منطقه حفاظت شده گاندو واقع در منتهی الیه جنوب شرقی کشور با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS است. بدین منظور از الگوریتم‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی استفاده و پس از بررسی نتایج حاصله از این الگوریتم‌ها، بهترین روش انتخاب و مبنای تحلیل تغییرات سطوح جنگل‌های حراء منطقه قرار گرفت. منطقه حراء گاندو جزء ذخایر ملی کشور محسوب می‌شود که دارای ارزش‌های اکولوژیک منحصر به فردی به نحوی که تنها زیستگاه تمساح پوزه کوتاه ایرانی است که در کنوانسیون رامسر ۱۹۷۱ به‌عنوان پارک ملی گاندو ثبت شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: منطقه مورد مطالعه در بخش ایرانی خلیج گواتر در خور باهو با مساحت ۲۳۰/۵۴ کیلومتر مربع در منتهی الیه شرقی سواحل استان سیستان و بلوچستان بین ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱۰ دقیقه تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد ۱۹ دقیقه عرض شمالی و ۶۱ درجه سانتی‌گراد ۲۸ دقیقه تا ۶۱ درجه سانتی‌گراد ۴۰ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است (شکل ۱). ۶۹/۴ درصد خلیج گواتر در محدوده مرزهای سیاسی کشور پاکستان و ۳۰/۶ درصد وسعت آن در ایران قرار دارد. این خلیج از طریق ۶ شاخه با خشکی در ارتباط است که سه شاخه آن با 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 حفاظت شده گاندو^۱ به شمار می‌آید و دارای ارزش‌های اکولوژیک منحصر به فردی

۱- گاندو نام تمساح پوزه کوتاه ایرانی است که تنها در ایران زندگی می‌کند.

است (۱۱). تالاب بین‌المللی خلیج گواتر و خور باهو در ۸۵ کیلومتری چابهار قرار دارد و جزو تالاب‌های ساحلی- دریایی طبقه‌بندی شده است و ۶۰ کیلومتر از رودخانه باهو کلات را نیز دربر- می‌گیرد. جنگل‌های حرا و اجتماعات پرندگان آبی و کنار آبی از منابع زیستی مهم این تالاب محسوب می‌شوند. میانگین بارش منطقه بر اساس اطلاعات ۳۰ ساله سازمان هواشناسی کشور برابر با ۱۱۴ میلیمتر و متوسط دما سالانه آن معادل ۲۶/۵ درجه سانتی‌گراد است. متوسط سالانه حداکثر مطلق حرارت و برودت در این منطقه به ترتیب ۳۰/۱ و ۲۲/۳ درجه سانتی‌گراد است (سازمان هواشناسی کشور ۱۳۹۴). اقلیم منطقه مطابق روش دومارتن خشک تعیین شده است (۱۱). اجتماعات حراء در منطقه مورد مطالعه به‌طور خالص از گونه درختی حرا (*Avicennia marina*) تشکیل شده است که با دو گونه هالوفیت علفی همراه می‌شوند. محدوده مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. انتخاب این منطقه برای تحقیق به دلیل ناشناخته بودن منطقه، وجود ارزش‌های بالای اکولوژیک و اهمیت آن به‌عنوان یکی از مناطق حساس دریایی بوده است.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه در استان سیستان و بلوچستان، نواحی قرمز رنگ جنگل‌های حراء می‌باشد.

Figure 1. Location of the study area in Sistan-Baluchistan province, red areas are mangrove forests.

در این تحقیق پس از انتخاب منطقه و طراحی چارچوب تحقیق به‌منظور آشکارسازی تغییرات پوشش زمین و سطوح جنگل در منطقه حفاظت شده گاندو از نقشه‌های توپوگرافی شیت NG-41,10,9 مربوط به نقشه چابهار، تصاویر ماهواره‌ای با مشخصات مندرج در جدول ۱ و نرم‌افزارهای

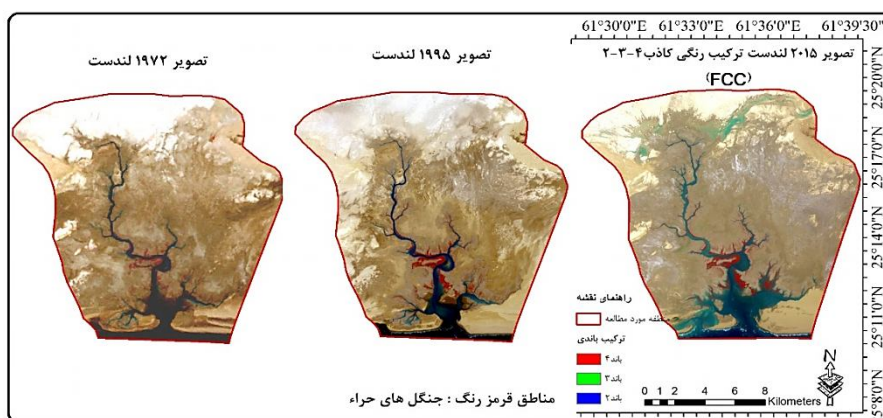
محاسبه و تحلیل‌های جغرافیایی و سنجش‌ازدور به‌عنوان ابزار تحقیق استفاده شد. از آنجایی که منطقه مورد مطالعه در پهنه اقلیمی حاره و جنب حاره واقع شده است محدودیت فصلی و تغییرات ماهانه آن قابل چشم‌پوشی است ولی با این حال تمامی تصاویر منتخب از پنج ماه اول سال می‌باشد. قبل از انجام هرگونه پردازش بصری و رقومی تصاویر ماهواره‌ای باید اقدام به شناسایی و حذف نویزها و ایرادات داده‌های موجود نمود که نوع و نحوه انجام این عملیات بسته به عوامل مختلفی چون هدف مطالعه و نوع داده‌های مورد استفاده متغیر است (۱۵).

جدول ۱- مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق.

Figure 2. Features satellite images used in research.

تصویر image	سنجنده Sensor	تاریخ میلادی Data/ ad	تاریخ به شمسی Data/ Helical	شماره گذر pass	شماره ردیف row	قدرت تفکیک رادیومتری Radiometric resolution(bit)
landsat 1	mss	25/11/1972	04/09/1351	160	35	8
landsat4	tm	26/11/1995	05/09/1354	160	35	8
landsat6	etm+	22/03/2015	03/01/1394	160	35	5=8, 1=16

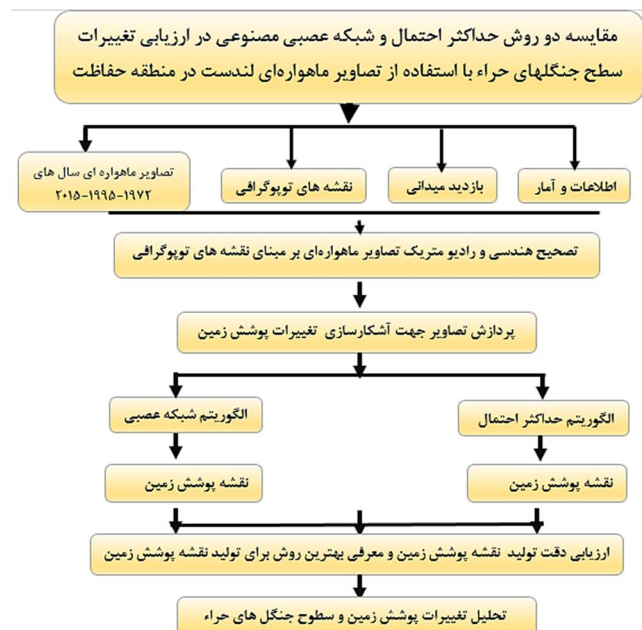
جهت بارسازی تصویر و تفکیک‌پذیری تصویر ترکیب رنگی کاذب (FCC) استفاده شد شکل ۲ تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۲- تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در تحقیق (مأخذ: نگارندگان)

Figure 2. Satellite images used in research.

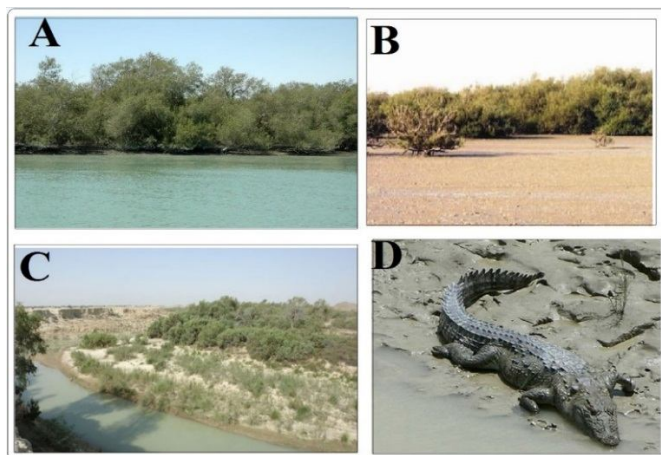
مراحل انجام تحقیق در شکل ۳ آورده شده است. پس از انجام پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای و تفسیر بصری عوارض و سطوح، ۷ طبقه مشخص و متمایز از پوشش زمین در منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. مناطق انتخاب شده به نحوی صورت گرفت که بتواند تفکیک‌پذیری خوبی از زمین شکل‌ها ارائه دهد.



شکل ۳- نمودار فرآیند تحقیق.

Figure 3. Chart research process.

مهم‌ترین اقدام در طبقه‌بندی پوشش زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای انتخاب نمونه‌ها بر اساس بررسی‌های میدانی، استفاده از دستگاه طیف‌سنج برای هر عرصه و همچنین بازبینی تصاویر با رزولوشن بالا می‌باشد. براین اساس طبقات تعریف شده و نمونه‌های تعلیمی برای مدلسازی انتخاب و ترسیم شدند (شکل ۴). در ادامه با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی نقشه پوشش زمین تولید شد. مهم‌ترین مرحله در تولید نقشه پوشش زمین صحت‌سنجی و بررسی اعتبار نقشه‌های تولید شده است که این مهم با استفاده از ارزیابی دقت نسبی و ضریب کاپا انجام شد. در نهایت با معرفی دقیق‌ترین روش، نقشه‌های پوشش زمین برای ۳ سال تحقیق تولید و تغییرات رخ داده در منطقه تحقیق مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفت.



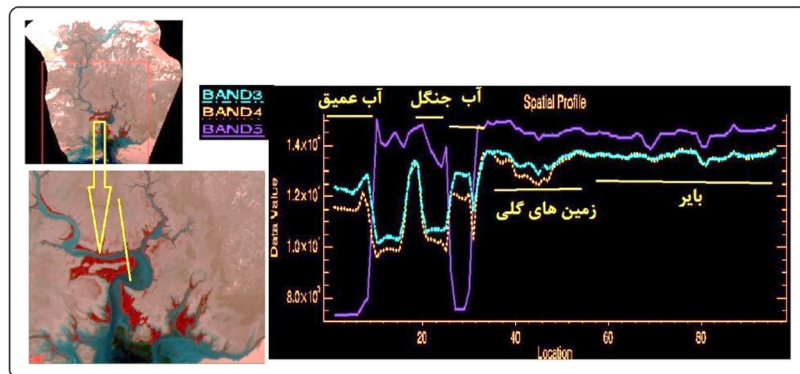
شکل ۴- حیات گیاهی و جانوری منطقه حفاظت شده گاندو (C-D) و برداشت‌های میدانی از پوشش‌های متراکم و پراکنده حراء و اراضی گلی منطقه (A-B).

Figure 4. Plant and animal life protected area Gando (C-D) and land cover dense and sparse Harra' spite selected for classification (A-B).

پیش پردازش و پردازش بصری تصاویر ماهواره‌ای: پیش‌پردازش تصاویر در این تحقیق طی دو مرحله انجام شد عموماً به دلیل حرکت ماهواره و زمین در هنگام تصویربرداری خطاهایی بر روی تصویر انجام می‌شود. این خطاها شامل جابه‌جایی، اعوجاج و چرخش و غیره که این خطا با استفاده از نقشه و یا برداشت میدانی مختصات بادستگاه موقعیت‌یاب جهانی^۱ و به‌طور کلی تصحیح هندسی تصویر انجام می‌شود. در این تحقیق ابتدا با توجه به نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای نقاط مشخصی انتخاب سپس مختصات آن دستگاه GPS تعیین و به‌عنوان نقاط کنترل زمینی (GCP)^۲ جهت تصحیح هندسی استفاه شد. با استفاده از ۱۵ نقطه کنترل و متوسط (مجذور میانگین مربعات خطا)^۳ ۰/۰۱ تا ۰/۰۲ و اعمال روش نزدیکترین همسایه^۴ تصحیح هندسی بر روی تک تک تصاویر تحقیق انجام شده‌است، اولین اثر اتمسفر بر روی تصاویر ماهواره‌ای کاهش تباین و کنتراست و در نتیجه ضعیف شدن عملیات آشکارسازی است. در مرحله بعد جهت کاهش خطاهای اتمسفری و

- 1- GPS
- 2- Ground control point
- 3- RMSE (root-mean-square error)
- 4- Nearest Neighborhood

راديو متریک این تصاویر با روش کاهش تیرگی^۱ (کاهش تأثیر طول موج بلند در تصاویر) و سطح مسطح^۲ (نرمال نمودن تصاویر بر مبنای ارتفاع) تصحیح شدند و در نهایت محدوده تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای جداسازی شد به منظور افزایش تباین و وضوح بیشتر تصویر سال ۲۰۱۵ از باند ۸ پانکروماتیک جهت عملیات فیوژن^۳ استفاده شد. همچنین جهت بارزسازی تصویر به منظور تشخیص عارضه‌ها در همه تصاویر از شاخص مطلوبیت استفاده شده به نحوی که باندهایی که ضریب همبستگی کمتر و واریانس بالاتری داشتند انتخاب شد. شکل ۵ ترکیب رنگی کاذب (FCC) و منحنی طیفی باندهای ۳,۴,۵ تصویر سال ۲۰۱۵ لندست را نشان می‌دهد.



شکل ۵- پروفیل طیفی و تصویر کاذب FCC باند ۵۴۳ برای تفکیک طبقه‌ها.

Figure 5. The spectral profiles and false image (FCC) 543 band for separation of classes.

طبقه‌بندی تصاویر: برای انجام طبقه‌بندی نظارت شده^۴ با توجه به نمونه‌های تعلیمی انتخاب شده از تصاویر رنگی کاذب و انجام بازدیدهای میدانی، تعدادی از نمونه‌های تعلیمی از انواع پوشش زمین به شرح جدول ۲ شناسایی شدند. همچنین مساحت نمونه‌های تعلیمی انتخاب شده در تصویر ۲۰۱۵ آورده شده است که بر اساس نقاط برداشت شده با دستگاه مختصات جهانی و همچنین تصاویر با دقت بالا انتخاب شده است. هر کدام از این نمونه‌ها مورد آزمایش تفکیک‌پذیری شد و اگر میزان

- 1- Dark Subtract
- 2- Flat Field
- 3- Image Fusion
- 4- Supervised Classification

تفکیک‌پذیری قابل قبول نبود دوباره این فرآیند تکرار شده است تا نمونه‌های موردنظر به‌درستی مبین طبقات ما باشد.

جدول ۲- تعریف نمونه‌ها برای طبقه‌بندی.

Table 2. Sample definition for classification.

شماره	طبقه	ویژگی‌ها	نمونه‌های انتخابی در
Number	Class	Propertice	تصویر سال ۲۰۱۵ به متر
			Training area n selected in 2015 (m)
1	جنگل متراکم Dense forests	پوشش جنگل‌های حراء متراکم در دهانه خورها و با سن تقریبی بالای ۵ سال Dense mangrove forests in estuaries with age of over 5 years	112
2	جنگل پراکنده Semi-dense forests	جنگل‌های حراء نیمه متراکم و پراکنده با سن تقریبی ۱-۵ سال Semi-dense mangrove forests and scattered with age of 1-5 years	75
3	مراتع Grasslan	بوته زارها، گیاهان نمک دوست و جلبک‌ها Shrubbery, herbs and halophytes algae	92
4	زمین‌های بایر Bare land	زمین‌های لخت بدون پوشش گیاهی و نمکزارها Bare land without vegetation and salt marsh	238
5	زمین‌های گلی spits	زمین‌های مرطوب تحت تأثیر جذر و مد و زمین‌های با سطح آب زیرزمینی spits and land Affected by tidal and High groundwater levels	216
6	آب‌های کم عمق Shallow water	آب‌های با عمق تقریبی کمتر از ده متر depth waters <10 m	156
7	آب‌های عمیق Deepwater	آب‌هایی با عمق بالا ده متر depth waters >10 m	198

در انتخاب نمونه‌های تعلیمی باید دقت شود که این نمونه‌ها به عنوان نماینده هر کدام از طبقات هستند و کاربر با استفاده از تصاویر با دقت بالا و بازدید میدانی از انتخاب آن‌ها مطمئن باشد. جهت بالا بودن ضریب تفکیک‌پذیری توصیه می‌شود نمونه‌های تعلیمی بیش از ۳ درصد منطقه را پوشش دهد (۲). برای ارزیابی کمی تفکیک‌پذیری طبقه‌ها در نمونه‌های آموزشی از شاخص واگرایی تبدیل شده^۱ استفاده شد. جهت اختصار در جدول ۳ حداقل و حداکثر تفکیک‌پذیری طبقات نسبت به دیگر طبقه‌ها در هر تصویر طبقه‌بندی شده آورده شده است که همان‌طور که مشاهده می‌شود به‌دلیل بهتر بودن کیفیت تصویر مبنا و همچنین مشاهدات میدانی محققین، بهترین تفکیک‌پذیری در نقشه طبقه‌بندی شده سال ۲۰۱۵ می‌باشد. در نهایت طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از دو الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی انجام گرفت.

1- Transformed Divergence

جدول ۳- تفکیک پذیری نمونه‌های انتخاب شده برای طبقه‌بندی در سال‌های ۱۹۷۲-۲۰۱۵.

Table 3. Breakdown of selected classes in years 1972-2015.

تصویر image	متوسط تفکیک پذیری Medium Separability	حداقل تفکیک پذیری Minimum Separability	حداکثر تفکیک پذیری Maximum Separability
1972	1.9443522	1.89944333	2
1995	1.9693223	1.93242773	2
2015	1.9962431	1.98938037	2

روش‌های آشکارسازی تغییرات: روش‌های آشکارسازی تغییرات بشمارند ولی در این میان دو الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی و روش حداکثر احتمال از بهترین و دقیق‌ترین الگوریتم‌های سنجش از دوری هستند که می‌تواند طبقه‌بندی مناسبی را از سطوح ارائه دهند. در این تحقیق با توجه به ماهیت روش‌های یاد شده در به‌کارگیری دسته‌ای از اطلاعات، از این دو روش جهت ارزیابی تغییرات سطوح جنگل‌های حراء استفاده شد.

روش حداکثر احتمال: روش حداکثر احتمال (بیشترین شباهت) از شناخت شده‌ترین و پرکاربردترین روش‌های طبقه‌بندی اطلاعات در زمره روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده می‌باشد. در این روش احتمال اینکه یک پیکسل به تمامی کلاس‌ها تعلق داشته باشد محاسبه شده و به کلاس با بیشترین احتمال تعلق می‌گیرد (۲۲). به این منظور فرض بر این گذاشته می‌شود که داده‌های نمونه تعلیمی با توزیع نرمال برازش دارند. در حقیقت نمونه‌های تعلیمی باید معرف آن کلاس باشند. در نتیجه باید نقاط تعلیمی به تعدادی باشد که خصوصیات نمونه‌ها در آن به صورت دقیق و کامل آورده شده باشد (۳۷). برای انجام این روش ابتدا بایستی تمامی مراحل پیش پردازش انجام شده و نمونه‌برداری از منطقه نیز انجام شده باشد سپس نمونه‌های تعلیمی بر روی تصاویر انتخاب و روش حداکثر احتمال به کار برده شود.

روش شبکه عصبی: ساختار و عملکرد ANNs از مغز انسان تقلید می‌کند و از تعدادی اجزای ساختاری ساده، اما با یک ارتباط پیچیده که به عنوان نرون با نود شناخته می‌شوند، تشکیل شده است (۳۵). انواع مختلفی از روش‌های شبکه عصبی از جمله شبکه عصبی پرسپترون چند لایه MLP^۱، شبکه عصبی توابع اساسی شعاعی RBF^۲ و غیره وجود دارد. از اواخر دهه ۱۹۸۰ شبکه عصبی

1- Multi- Layer Perceptron

2- Radial Basis Function

مصنوعی برای آنالیز داده‌های سنجش از دور در کاربردهای گوناگون مانند طبقه‌بندی پوشش اراضی، آشکارسازی ابر و برآورد محصولات کشاورزی و پوشش گیاهی استفاده می‌شود (۳۸) شبکه‌های عصبی مصنوعی روش مطلوبی برای طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی به شمار می‌آید زیرا برای انواع داده‌ها در مقیاس‌های آماری گوناگون قابل استفاده است (۲۴).

طراحی و ساخت یک شبکه بر طبقه‌بندی بسیار تأثیرگذار است. در حالت کلی هیچ قانون و راهنمایی برای تعیین تعداد لایه و گره‌های پنهان وجود ندارد (۳۹)، و به‌طور معمول بر اساس آزمایش‌ها و تجربه‌های پیشین تعیین می‌شود (۱۷) به‌طور کلی سه مرحله در طبقه‌بندی شبکه عصبی وجود دارد مرحله اول، فرآیند آموزشی با استفاده از داده‌های ورودی است. مرحله دوم، فاز اعتبارسنجی است که موفقیت مرحله آموزشی و صحت شبکه را مشخص می‌کند و مرحله آخر، طبقه‌بندی است که نقشه طبقه‌بندی شده پوشش یا کاربری را ایجاد می‌کند (۳۹).

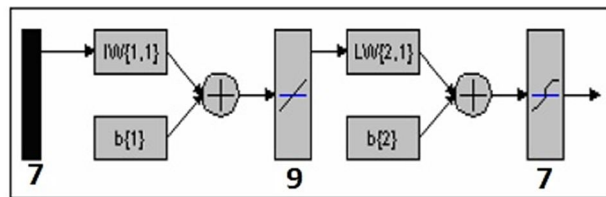
نرخ خطا وابسته به خطای آموزش شبکه می‌باشد که بر اساس مجذور میانگین مربعات خطا محاسبه می‌شود:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_p \sum_k (t_{pk} - o_{pk})^2}{P \times N}} \quad \text{رابطه ۱}$$

برای اجرای شبکه عصبی، یک لایه پنهان و تعداد متفاوتی از پیکسل‌های آموزشی و آزمایشی در هر طبقه و نرخ آموزش، مورد آزمون قرار گرفت تا تعداد بهینه‌ی آن‌ها برای بالا بردن صحت طبقه‌بندی انتخاب شود. همچنین تعداد گره‌های پنهان با کمک نرم‌افزار و بر اساس تعداد باند معرفی شده در لایه ورودی، خود به خود تعیین می‌شود (۳۸). همچنین برای انتخاب شبکه بهینه و اجرای صحیح طبقه‌بندی، مقادیر متفاوتی برای شاخص‌های شبکه همچون یادگیری، گشتاور و میزان تکرار در نظر گرفته شد و صحت آن‌ها مورد آزمون قرار گرفت تا مناسب‌ترین مقادیر برای این مطالعه شناسایی شود. در نهایت مقادیری برای این شاخص‌ها انتخاب شد که موجب افزایش صحت و کاهش خطای طبقه‌بندی شود (۲۴).

در این تحقیق جهت طبقه‌بندی داده‌ها به روش شبکه عصبی از یک شبکه MLP با یک لایه پنهان و ۷ نرون ورودی ۹ نرون میانی و ۷ نرون خروجی استفاده شده است (شکل ۶) که تعداد نرون‌های ورودی همان تعداد باندهای تصویر ماهواره‌ای است و تعداد نرون خروجی همان طبقات منتخب

پوشش زمین است. مسئله اساسی در هر شبکه عصبی مصنوعی، آموزش شبکه است. تعداد تکرار در شبکه عصبی بسیار اهمیت دارد، تا بتواند بهترین گشتاور را برای طبقه‌بندی انجام دهد (۳۸). شکل هشت روند آموزش شبکه با داده‌های آموزشی را نشان می‌دهد.



شکل ۶- طراحی شبکه عصبی مورد استفاده در تحقیق.

Figure 6. Neural network design used in research.

ارزیابی صحت طبقه‌بندی: روش‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی بیشماراند و محققین برای انتخاب بهترین روش نیازمند یک معیار هستند که دقت روش استفاده شده را مورد آزمایش قرار دهند و تا زمانی که دقت یک روش مورد بررسی قرار نگیرد نقشه حاصل از آن قابل استناد نیست از مهمترین این معیارها می‌توان به صحت کلی^۱، دقت کاربر^۲ و ضریب کاپا^۳ نام برد. دقت کلی (رابطه ۲) از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه زیر به دست می‌آید. دقت کلی طبقه‌بندی که بیانگر میزان اعتبار طبقه‌بندی انجام شده است و در نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بایستی بیش از ۸۵ درصد باشد (۷).

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_{ij} \quad \text{رابطه ۲}$$

دقت کاربر^۴ احتمال طبقه‌بندی یک کلاس خاص مطابق با همان کلاس در نقشه واقعیت زمینی را بیان می‌کند. به بیان دیگر نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به مجموع پیکسل‌های یک سطر (طبقه) به درصد می‌باشد (۲۲). ضریب کاپا، تکنیک چند متغیره گسسته‌ای است به این صورت که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای

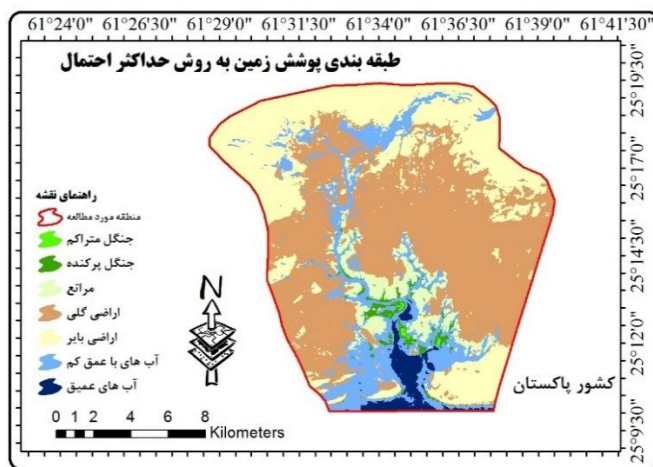
-
- 1- Overall accuracy
 - 2- User's accuracy
 - 3- Kappa coefficient
 - 4- User accuracy

تصمیم‌گیری آماری مورد استفاده قرار می‌گیرد. شاخص k یا ضریب کاپا در واقع معرف اختلاف بین توافق واقعی در داده‌های مرجع و یک طبقه‌بندی کننده خودکار و همچنین یک توافق بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده تصادفی است که بر اساس رابطه ۳ تعریف می‌شود (۷).

$$\text{رابطه ۳} \quad \text{kappa} = \frac{p_0 - pc}{1 - pc} \times 100$$

نتایج و بحث

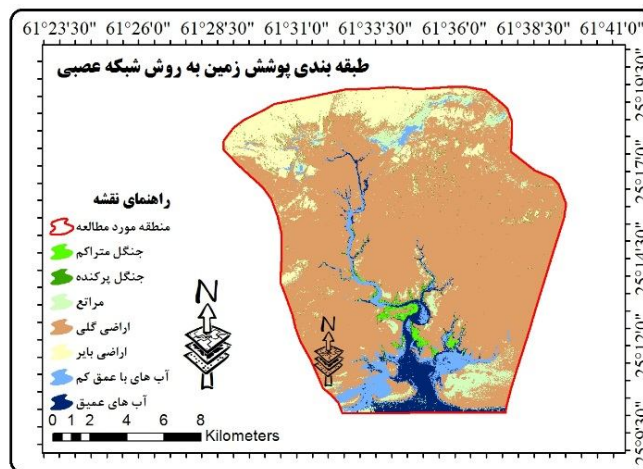
پس از انتخاب نمونه‌های تعلیمی از طبقه‌بندی حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی پوشش زمین استفاده شد. این طبقه‌بندی به‌عنوان یک روش پارامتریک، از نمونه‌های تعلیمی برداشت شده از منطقه جهت برآورد پراش، همپراش و احتمال طبقات استفاده می‌کند و با توجه به بردار میانگین داده‌ها و با توجه به قانون احتمالات سعی می‌کند نمونه‌های تعلیمی از توزیع نرمالی برخوردار باشد (۱۲). پس از طبقه‌بندی با روش حداکثر احتمال از فیلتر اکثریت^۱ برای منسجم کردن داده‌ها و طبقات نقشه پوشش زمین و سطوح جنگلی تولید شد (شکل ۷).



شکل ۷- طبقه‌بندی به روش حداکثر احتمال برای سال ۲۰۱۵.

Figure 7. Classification maximum likelihood method for year 2015.

سپس با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی نقشه طبقه‌بندی پوشش زمین تولید شد. در این تحقیق از روش پرسپترون چند لایه استفاده می‌شود. پس از تهیه نقشه مانند روش قبل از فیلتر اکثریت با ابعاد پیکسل 3×3 جهت انسجام داده‌ها استفاده شد و نقشه طبقه‌بندی پوشش زمین به روش شبکه عصبی مصنوعی تولید شد (شکل ۸).



شکل ۸- نقشه طبقه‌بندی پوشش زمین به روش شبکه عصبی مصنوعی برای سال ۲۰۱۵.

Figure 8. Map of land cover classification using artificial neural network for year 2015.

ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده: برای بیان صحت یک نقشه به صورت کمی می‌توان آن را پیکسل به پیکسل با واقعیت زمینی و نتایج را در جدولی به نام ماتریس خطا درج نمود (۱۷). در این تحقیق جهت ارزیابی صحت روش‌های استفاده شده از هر طبقه تعداد ۲۰-۳۰ نقطه زمینی به‌عنوان نمونه‌های مرجع انتخاب و موقعیت مکانی آن توسط دستگاه مختصات یاب جهانی برداشت شد سپس ضریب کاپا^۱ و صحت کلی^۲ نقشه‌های تولیدی بر اساس این نمونه‌ها محاسبه شد در جدول ۴ با توجه به مناسب بودن تصویر ۲۰۱۵ محاسبه صحت طبقه‌بندی نقشه‌های تولیدی به‌عنوان نمونه آورده شده است.

1- Kappa Coefficient

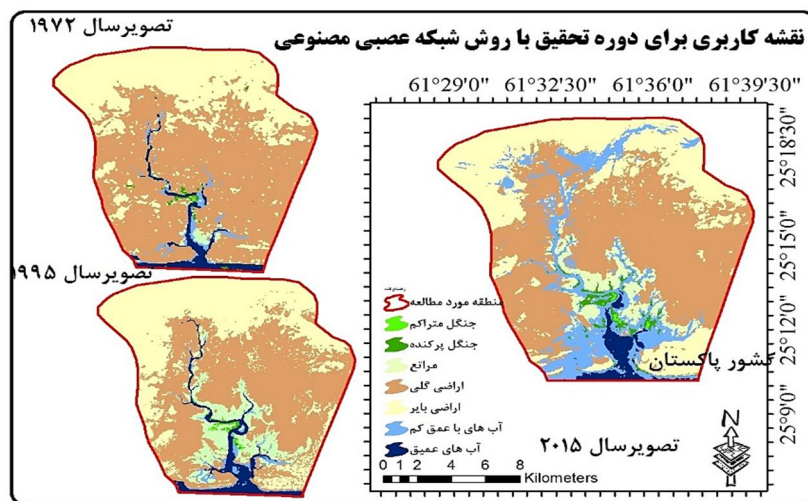
2- Overall accuracy

جدول ۴- تعیین صحت نقشه‌های حاصل از طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۵.

Table 4. Determine the accuracy of classified maps satellite imagery of 2015.

دقت کاربر	صحت کلی	ضریب کاپا	روش
User accuracy	Overall accuracy	Kappa Coefficient	Method
81.2066	92.45%	0.901	حداکثر احتمال Maximum Likelihood
87.521	98.32%	0.9881	شبکه عصبی مصنوعی Artificial Neural Network

پس از ارزیابی دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده مشخص شد نقشه حاصل از به‌کارگیری الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی با دقت کلی ۹۸/۳۲ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۷۸۱ و نقشه حاصل از به‌کارگیری الگوریتم حداکثر احتمال با دقت کلی ۹۲/۴۵ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۰۱ می‌باشد در نتیجه الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی روش مناسب‌تری جهت تهیه نقشه پوشش زمین نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال می‌باشد. به‌این ترتیب از این روش به‌عنوان مبنای تحلیل تغییرات پوشش زمین و سطوح جنگل‌های حرا در منطقه استفاده شد. در ادامه با استفاده از روش شبکه عصبی مصنوعی نقشه پوشش زمین برای سال‌های ۱۹۷۲ و ۱۹۹۵ نیز تولید و تحلیل‌های آماری بر روی آن‌ها انجام شد.



شکل ۹- تهیه نقشه پوشش زمین برای سال‌های ۱۹۷۲، ۱۹۹۵ و ۲۰۱۵.

Figure 9. Land cover map for 1972, 1995 and 2015.

پس از منسجم کردن داده‌ها با استفاده از عملگر اکثریت درصد و مساحت هریک از طبقه‌ها محاسبه شد (شکل ۹). در نهایت تغییرات حادث شده در ۳ دوره تحقیق استخراج و مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت (جدول ۵).

جدول ۵- میزان تغییرات عرصه‌ها در خلال سال‌های ۱۹۹۵، ۱۹۷۲-۲۰۱۵.

Table 5. Changes areas in years 1972, 1995-2015.

نوع تغییر Type change ±	مقدار تغییر Amount change KM ²	مساحت سال ۲۰۱۵ Area 2015 KM ²	نوع تغییر Type change ±	مقدار تغییر Amount change KM ²	مساحت سال ۱۹۹۵ Area 1995 KM ²	مساحت سال ۱۹۷۲ Area 1972 KM ²	نوع طبقه Class -	شماره no -
Increase	0.07271	1.006	Increase	0.83969	0.93329	0.0936	جنگل متراکم Dense forests	1
Increase	2.7311	3.204	Increase	0.3241	0.4729	0.1489	جنگل پراکنده Semi-dense forests	2
Decrease	-7.0161	14.7293	Increase	17.5176	21.744	4.224	مراتع Grassland	3
Decrease	-20.3236	64.3735	Increase	-0.22261	84.69719	84.918	زمین‌های بایر Bareland	4
Increase	0.8093	107.799	Decrease	-19.98599	106.99	126.974	زمین‌های گلی spits	5
Increase	28.35	32.1695	Decrease	-0.74881	3.81959	4.5684	آب‌های کم عمق Shallow water	6
Decrease	-4.6251	6.3981	Increase	2.2824099	11.023999	8.74079	آب‌های عمیق Deepwater	7
	229.67278			229.67278	229.67278		مجموع	

طبق بررسی‌های انجام شده مشخص شد سطح مجموع جنگل‌های متراکم و پراکنده حراء در منطقه در سال ۱۹۷۲ به میزان ۰/۲۴ کیلومتر مربع بوده که این مقدار در سال ۱۹۹۵ به ۱/۴ کیلومتر مربع و در سال ۲۰۱۵ به ۴/۲۰ کیلومتر مربع رسیده است. همچنین سطح سایر عرصه‌ها به خصوص مراتع و اراضی بایر روند کاهشی داشته و به نفع جنگل‌های پراکنده و متراکم حراء کم شده است. با توجه به شیب کم منطقه و همچنین روند بالا آمدن سطح اساس دریاها امید آن می‌رود سطح جنگل‌های حراء منطقه رون افزایشی داشته باشد. گیاهان مرتعی در منطقه نیز در ارتباط به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در حال رشد و توسعه می‌باشد که اغلب این مراتع با گذشت زمان جای خود را به

جنگل‌های حراء می‌دهد. طبق بررسی‌های انجام شده مشخص شد تکنیک‌های سنجش از دور ابزار بسیار دقیقی جهت تولید نقشه‌های پوشش زمین و پایش تغییرات سطح جنگل‌ها می‌باشد و برای افزایش دقت تولید می‌توان برای پشتیبانی از اطلاعات و اطمینان از صحت آن‌ها از روش‌های ارزشیابی خطا استفاده نمود. ولی آنچه که مسلم است دقت کاربر در انتخاب نمونه‌ها و بازبینی یافته‌ها با واقعیت زمینی بسیار مهم و ضروری است. با توجه به نتایج تحقیق روش شبکه عصبی مصنوعی با دقت کلی ۹۸/۳۲ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۷۸۱ و روش حداکثر احتمال با دقت کلی ۹۲/۴۵ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۰۱ می‌باشد در نتیجه روش شبکه عصبی مصنوعی روش مناسب‌تری جهت تهیه نقشه پوشش زمین نسبت به حداکثر احتمال می‌باشد. علی‌رغم دقت بالای روش حداکثر احتمال تحقیقات علمی واتس ۲۰۰۱ (۳۸)، اینگرام ۲۰۰۵ (۱۷)، نیازی و همکاران ۸۹ (۲۴) آرخی و ادیب نژاد ۹۰ (۸) و ماهینی و همکاران ۹۱ (۲۱) نشان‌دهنده دقیق‌تر بودن روش شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش حداکثر احتمال می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

هدف از این تحقیق مقایسه و ارزیابی کارایی دو الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال و شبکه عصبی مصنوعی جهت ارزیابی تغییرات سطوح جنگل‌های حراء منطقه حفاظت شده گاندو است می‌باشد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد نقشه حاصله از الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی با دقت کلی ۹۸/۳۲ درصد و ضریب کاپا ۰/۹۷۸۱ الگوریتم مناسب‌تری نسبت به الگوریتم حداکثر احتمال است. به طور کلی به دلیل این‌که الگوریتم شبکه عصبی بر مبنای ویژگی‌ها و ساختار شبکه خود کار می‌کند و علاوه بر آن هر رشته عصبی در ترکیب داده‌ها بسیار دقیق عمل می‌کند، لذا این روش ضمن کاهش خطا در فرآیند طبقه‌بندی امکان جداسازی صحیح طبقات را در پروژه‌های کاربردی فراهم می‌کند. طبق نتایج اگر چه استفاده از الگوریتم شبکه عصبی، صحت بالاتری در مقایسه با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال ارایه می‌دهد لکن روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال نیز با توجه به صحت طبقه‌بندی ۹۲/۴۵ درصد، روش مطلوبی در ارزیابی تغییرات محسوب می‌شود. بر این مبنای آنچه که به‌عنوان تغییرات به‌وجود آمده در طی ۴۲ سال دوره تحقیق در منطقه، حاکی از بالا آمدن سطح اساس دریای عمان و پیشروی آب در خلیج گواتر می‌باشد که در درازمدت باعث افزایش سطح خشکی‌ها در منطقه شده که به نوبه خود باعث افزایش سطح پوشش جنگل‌های حراء منطقه حفاظت شده گاندو شده است. در

تمامی تعاریف حراها جزء گیاهان جذرو مدی اطلاق می‌شوند این گیاهان مناطق کم شیب، مسطح، با دامنه جذرو مدی وسیع و بدون تلاطم و طوفان را ترجیح می‌دهند (۱۹). با توجه به رسوب‌گذاری رودخانه‌های ساحلی در منطقه به‌خصوص رودخانه باهوکلالات و از سوی دیگر بالا آمدن سطح اساس دریای عمان و عبور آب از خلیج‌های امگایی منطقه به سمت جلگه باهوکلالات تمامی شرایط برای ایجاد و رشد گیاه حراء در منطقه فراهم است. همچنین با توجه به شیب منطقه اراضی گلی منطقه رو به افزایش است. طبق آنچه که عنوان شد هر گونه برنامه‌ریزی در مورد مدیریت منطقه ساحلی و مدیریت حیات وحش و جامعه گیاهی منطقه حفاظت شده گاندو باید براساس ملاحظات طبیعی و زیست‌محیطی باشد نحوی که با حفظ میراث طبیعی منطقه بتوان از حداکثر امکانات منطقه جهت بالابردن سطح معیشت ساکنین این منطقه دور افتاده از کشور اقدامات مناسبی برداشته شود.

تشکر و قدردانی

با تشکر از سازمان محیط‌زیست استان سیستان و بلوچستان و مردم خونگرم نگور و دلگان

منابع

1. Ahmed, E., and Abdel-Hamid, K.A. 2007. Zonation Pattern of Avicennia marina and Rhizophora along the Red Sea Coast, Egypt. World Applied Sciences Journal 2(4): 283-288
2. Alavipannah, K. 2011. Application of remote sensing in the Earth sciences, Third Edition, published by Tehran University (In Persian).
3. Alongi, D.M. 2008 Mangrove forests: Resilience, protection from tsunamis, and responses o global climate change, Estuarine, Coastal and Shelf Science 76. 1e13.
4. Alongi, D.M. 2002. Present state and future of the world's mangrove forests. Environmental Conservation, Volume 29: 331-349.
5. Amini, M.R., Shataee Joybari, Sh., Moaieri, M.H., and Ghazanfari, H. 2009. Deforestation modeling and investigation on related physiographic and human factors using satellite images and GIS (Case study: Armerdeh forests of Baneh). Iranian Journal of Forest and Poplar Research. 16(3): 431-443. (In Persian)
6. Amiri, S.N., Sajadi, J., and Sadough, S.H. 2011. Application of vegetation indices derived from irs data for detecting the avicennia forest ar near the south pars oil apparatus journal of environmental science vol 8, no 1 autumn 2011. (In Persian)
7. Anderson, J.R., Hardy, E., Roach, J.T., and Witmer, W.E. 1976. A land use and

- land cover classification system for use with remote sensing data. USGS professional paper 964. (pp. 138–145). Reston, Virginia' U.S. Geological Survey.
8. Arekhi, S., and Adibnejad, M. 2011. Efficiency assessment algorithms, support vector machines to classify land use and desertification of pasture research, the eighteenth year, No. 3(44). (In Persian)
 9. Arekhi, S., and Niyazi, Y. 2010. Comparing Various Techniques for Land Use Change Detection Using RS and GIS (Case Study: Daresher Catchment Ilam Province), Journal of Applied RS and GIS Techniques in Natural Resources Science. 1: 1-61-77. (In Persian)
 10. Bhagawat, R. 2013. Application of Remote Sensing and GIS, Land Use/Land Cover Change In Kathmando Metropolitan City, Nepal Journal of Theoretical and Applied Information Technology Vol. 3 P 2-7.
 11. Danekar, A. 1998. Iranian marine sensitive areas, environmental Quarterly, No. 24, Pp: 38-28. (In Persian)
 12. De Jong, S.M., and Van Der Meer, F.D. 2005. Remote sensing image analysis: including to, spatial domain springer 359p.
 13. FAO. 2003. State of the World's Forest (SOFO). Part 1: The situation and developments in the forest sector. 2003. available online
 14. Fromard, F., Vega, C., and Proisy, C. 2004. Half a century of dynamic coastal change affecting mangrove shorelines of French Guiana. A case study based on remote sensing data analyses and field surveys Marine Geology 208 (2004) 265–280.
 15. Ghezelsoufa, M., and Alavipanah, K. 2009. The application of visual interpretation of satellite data to detect changes in the coastline; Geomatics Conference 1388. (In Persian)
 16. Hina, M., Afsar, Sh., Zamir, U.B., and Kazmi, J. 2015. Application of Comparative Remote Sensing Techniques for Monitoring Mangroves in Indus Delta, Sindh, Pakistan.
 17. Ingram, J.C., Dawson, T.P., and Whittaker, R. 2005. Mapping tropical forest structure in south eastern Madagascar using remote sensing and artificial neural networks. Remote Sensing of Environment 94: 491–507.
 18. Kathiresan, K., and Bingham, B.L. 2001. Biology of mangrove ecosystems. Advances in marine biology vol. 40: 81-251.
 19. Lewis, R.R. 2005. Ecological Engineering for Successful Management and Restoration of Mangrove Forests. Ecological Engineering, 24, Pp: 403-418.
 20. Luciana, P., Bolland, E.A., Ellis, B., and Henry, L. 2007. Land use dynamics and landscape history in La Montaña, Campeche, Mexico. Landscape and Urban Planning 82 n: 198–207.
 21. Mahini, R., Azade, N., Fegghi, J., and Riazie, B. 2012. Classification of forest areas in Golestan province maximum likelihood method using images of Pierre

- sate period etm + 2001 issue of Science, Technology and the Environment, Volume XIV, No. 3 Fall 91. (In Persian)
22. Mather, P.M. 1999. Computer processing of remotely sensed images. 2nd Edition. Tylor & Wiely & sons.
 23. Mirzaee, M., Riahi, A., Mahini, R., and Gholamalifard, M. 2012. Land cover changes in Mazandaran province with land use measures Sinai between 1363 to 1389, Journal of Applied Ecology. (In Persian)
 24. Niazy, Y., Ekhtesasi, M.R., MalkiNejad, H., Hissaini, Z., and Morshedi, J. 2010. Comparing the maximum likelihood method and artificial neural network in land use map (Case Study: Ilam dam basin) Geography and Development, No. 20, Winter (In Persian)
 25. Odum, E.P., and Barrett, G.W. 2004. Fundamentals of Ecology, fifth ed. Brooks-Cole, Belmont, CA, 598p.
 26. Parente, M.L., Hisle, U., Monteiro, L., Marques e Souza, G., and Drude de Lacerda. L. 2006. Changes in mangrove extension along the Northeastern Brazilian coast (1978-2003). ISME/GLOMIS Electronic Journal. Volume 5, No. 1.
 27. Pillay, T. 2004. Aquaculture and the environment. Blackwell publishing. Second edition. Pp: 31-38.
 28. Plieninger, T. 2012. Monitoring directions and rates of change in trees outside forests through.
 29. Rabiee, H., Ziyaian, P., and Alimohammadi, A. 2005. Explore and restore the land use changes and cover the city with the help of remote sensing and geographic information systems, lecturer in the Humanities Journal, Volume 9, Number 4, and Winter 2005.
 30. Ranjbarnejad, P., Shataei, Sh., and Salmanmahiny, A. 2013. Comparative study of change detection methods for forest extent changes using TM and ETM+ imagery, Journal of Wood and Forest Science and Technology, Vol. 20. (In Persian)
 31. Rodringuez, W., and Feller, I. 2004. Mangrove landscape characterization and change in Twin Cays, Belize using aerial photography and IKONOS satellite data. Atoll research Bulletin. no. 513. National Museum of National History. U.S.A.
 32. Senga, H.O., Kihupi, N.I., and Evaristo, L. 2014. Land cover changes along the coastal marine ecosystems of Zanzibar journal of Asian scientific research, 4(2): 83-98.
 33. Singh, H.S. 2003. Vulnerability and adaptability of Tidal forests in response to climate change in India. Indian forester (Indian for.), Vol. 129, no 6, Pp: 749-756.
 34. Soffianian, A. 2009. Review of land use changes in detection techniques using vector changes during the years 1366 to 1377 Journal of Water and Soil Science

- 164(49): 153p. (In Persian)
35. Strobl, R.O., and Forte, F. 2007. Artificial neural network exploration of the influential factors in drainage network derivation. *Hydrological processes*. 21: 2965–2978.
36. Tiempo, 2007. Climate and mangrove ecosystem. www.cru.uea.ac.uk/cru/tempos/issue10/mangrove.htm
37. Tso, B., and Mather, P.M. 2009. *Classification Methods for Remotely Sensed Data*. Chapter 2-3. 2 ed., Taylor and Francis Pub., America.
38. Watts, D. 2001. Land Cover flapping by Combinations of Multiple Artificial Neural Networks, MSc. Thesis, Department of Geometrics Engineering, University of Cal.
39. Wijaya, A. 2005. Application of multi-stage Classification to Detect Illegal Logging with the Use of multi-source Data, MSc. Thesis, ITC, Enscheda, The Netherlands.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (1), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Compare the maximum likelihood and artificial neural networks evaluate the changes using Landsat satellite images in mangrove forests in the Gando protected area, Sistan-Baluchistan province

***E. Taghavi Moghadam¹, Sh. Bahrami² and E. Akbari³**

¹Ph.D. Student in Geomorphology, Sabzevari Hakim University, Sabzevar,

²Associate Prof., in Geomorphology, Hakim Sabzevari University, Sabzevar,

³Educator Remote Sensing of Hakim Sabzevari University and PhD Student
Remote Sensing Tehran University

Received: 08/17/2015 ; Accepted: 03/05/2106

Abstract

Background and objectives: Awareness of forest area changes has always been one of the world's most important environmental actions. Mangrove forests are the rarest and most beautiful coastal landscapes in Iran. Logging of mangrove, coastal forest use change on infrastructure, oil pollution and changes in hydrodynamics of the sea-coast is the most important factor threatening these plant resources. Satellite imagery and image processing techniques are the highly accurate tools for navigation and Evaluate changes in forest areas. The purpose of this study is to evaluate the efficiency of maximum likelihood and artificial neural networks to detect changes in forest of cover in Gando protected area, Sistan and Baluchistan province.

Materials and methods: Gando is a protected area in the far south-eastern Iran, in the Persian part of goiter Gulf is very important. Because there a tremendous ecological value so mangrove forest cover and habitat for crocodiles Iranian short nozzle. This research is used of information and topographic maps, images sensors, tm, mss, ETM + Landsat, the years 1972-1995 and 2015, and algorithms (classifiers), maximum likelihood and artificial neural network. To evaluate the accuracy of classifications used GPS devices and set ground control points and randomly and the accuracy of error is calculated with statistical parameters such as kappa coefficient and total accuracy.

*Corresponding author: e.taghavi@hsu.ac.ir

Results: The results show a map of the neural network algorithm is an overall accuracy of 98.32 % and kappa coefficient maximum likelihood algorithm is applied 0.9781 and maps of the overall accuracy of 92.45% and kappa coefficient 0.901. The result is more accurate results than using artificial neural network algorithm compared to maximum likelihood algorithm results in land cover mapping.

Conclusion: According to the results, although the use of neural network algorithm, higher accuracy compared with maximum likelihood classification method offers classified Nevertheless, the method of maximum likelihood classification accuracy of 45/92 % is a good method to evaluate changes. According to calculations, dense forests of mangroves scattered in the region in 1972 at a rate of 4.2 square kilometers has found that the amount of change in 1995 and in 2015 to 1.4 square kilometers to 2.4 square kilometers. In general, the gains in forest area affected by global-scale climate changes. But the area has an impact on many factors such as rising sea levels and the progress of the water to the shore of the Sea of Oman and consequently increases the muddy surface which has created favorable conditions for the growth and expansion of mangrove forests. Therefore, any planning of coastal zone management and the management of wildlife and vegetation of the Gando protected natural area is should be based on and environmental and natural considerations. So that to preserve the natural heritage of the region to exploit the maximum possibilities of the region to improve the livelihood of the inhabitants of this remote region of the country.

Keywords: Changes in land cover, Satellite images, Mangroves, Maximum likelihood, Neural networks, Gando