نشریه علمی مدیریت اراضی/ جلد ۱۱ / شماره ۲ / ۱۴۰۲. ص۱۹۵-۲۰۸
https://doi.org/10.22092/lmj.2023.362257.332

آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پهنه‌های جنگلی با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: شهرستان آستارا)

صیاد اصغری سراسکانرود* و حسین شریفی طولارود

استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
s.asghari@uma.ac.ir
کارشناسی ارشد سنجش از دور و Gis، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، ایران.
hoseinsharifyrsgis@gmail.com

دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۲ و پذیرش: شهریور ۱۴۰۲

چکیده

با توجه به ثبت جنگل‌های هیرکانی در یونسکو، امروزه آگاهی از تغییرات و روند تخریب اراضی جنگلی جهت برنامه‌ریزی و مدیریت اراضی ملی امری ضروری است. هدف از این پژوهش، پایش تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی در شهرستان آستارا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سری لندست سنجنده‌های TM, OLI 1 & 2 مربوط به سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۲۲ است. در این پژوهش ابتدا تصاویر در روزهای با پوشش ابر کمتر از ۱۰ ٪ در سه بازه زمانی، در دو دوره انتخاب، سپس بر اساس روابط بین باندی شاخص پوشش گیاهی EVI تعریف شد. در ادامه با ترکیب شاخص‌ها نسبت به استخراج نقشه کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیان اقدام شد. نتایج ارزیابی صحت نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپا نقشه کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای سال‌های ۱۹۹۵ و ۲۰۲۲ به ترتیب برابر با ۸۹، ۹۲ ٪ و ۰/۸۶ و ۰/۷۵ است. نتایج بررسی تغییرات در شهرستان آستارا در بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۲ نشان داد که کاربری مسکونی به میزان ۷ ٪ یعنی ۲۹۵۴ هکتار افزایش یافته در مقابل کاربری اراضی مرتعی و کاربری اراضی کشاورزی به ترتیب ۱ و ۲ ٪ به میزان ۲۵۸ و ۹۹۷ هکتار کاهش یافته‌اند؛ اما یکی از کاربری‌های مهم کرانه خزری، پوشش جنگلی در سال ۱۹۹۵ دارای مساحت ۳۴۲۸۳ هکتار بوده است که ۸۰ ٪ سطح پوشش منطقه مورد مطالعه را در بر گرفته که در سال ۲۰۲۲ سطح این کاربری به ۳۲۵۲۲ هکتار برابر با ۷۶ ٪ می‌رسد که به میزان ۴ درصد برابر با ۱۷۶۱ هکتار کاهش یافته است. بر مبنای یافته‌های این پژوهش می‌توان اظهار نمود که سامانه گوگل ارث انجین با آرشیوی از تصاویر ماهواره‌ای مختلف می‌تواند به عنوان یک ابزار قوی و مناسب جهت پایش و مدیریت اراضی جنگلی باشد.

واژه‌های کلیدی: پوشش جنگلی، تخریب، سامانه گوگل ارث انجین، لندست، شاخص پوشش گیاهی

* – آدرس ایمیل نویسنده مسئول: s.asghari@uma.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

مقدمه

جنگل‌ها اصلی‌ترین منابع طبیعی کره خاکی محسوب می‌شوند و عملکرد آن‌ها نقش اساسی در نگهداری تعادل اکولوژیکی دارد (Mohamadi et al., 2010). یکی از اصلی‌ترین و مهم‌ترین سرمایه‌های ملی کشور و یکی از مهم‌ترین منابع طبیعی تجدیدشونده جنگل-ها هستند (Omrani, 2016). اغلب تغییرات ناسازگاری بر سیماهای سرزمین بر اثر فعالیت انسان است (Ghanbari & et al., 2020). شاید مهم‌ترین عاملی که چهره زمین را در خیلی از قسمت‌های دنیا تغییر داده، پاکسازی جنگل‌ها بوده است (Ebrahimyan, 2011)؛ که احیاء و بازسازی آن‌ها به راحتی میسر نیست که برای آن باید بهای گزاف و زمان زیادی صرف شود (Rezvani & Hashemzadeh, 2014) در طول قرن‌ها، جنگل‌ها به‌طور مرتب مورد استفاده بی‌رویه انسان بوده و با رشد جمعیت دنیا، به‌طور مداوم تبدیل و یا تغییر یافته‌اند (Ebrahimyan, 2011). با توجه به اهمیت موضوع منابع طبیعی و جنگل‌ها، لازم است که منابع موجود در کشور شناسایی و اطلاعات جامع و کافی در مورد آن‌ها گردآوری شود تا برنامه‌ریزی در سطح کلان با توجه به پتانسیل و منابع موجود در هر منطقه صورت گیرد، چرا که لازمه برنامه‌ریزی اصولی و مدیریت پایدار منابع طبیعی در اختیار داشتن اطلاعات دقیق و به هنگام است (Fatemitalab & et al., 2015). شناخت دقیق از روند تغییرات پوشش جنگلی برای برنامه‌های کاربردی و مدیریت منابع، همچنین ارزیابی خدمات زیست‌محیطی بسیار مهم است (Rostamzadeh & et al., 2017). امروزه فن‌آوری سنجش از دور به‌عنوان یک راهکار ارزشمند در جهت شناسایی منابع طبیعی، به‌ویژه در روند تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، در مناطق مختلف جهان به‌صورت علمی مورد استناد قرار می‌گیرد. سنجش‌ازدور یک فرصت بسیار عالی برای ارائه اطلاعات در رابطه با تغییرات پوشش جنگل در مقیاس‌های مناسب مکانی و زمانی فراهم می‌نماید که تأثیر بسزایی در مدیریت اراضی دارد (Narngifard, 2015 و Asghari & Ardashiri, 2020). روش‌های مختلفی برای پایش و ارزیابی پوشش-گیاهی و اراضی جنگلی با استفاده از علم سنجش از دور وجود دارد. یکی از روش‌ها بهره‌گیری از شاخص‌های پوشش‌گیاهی است. شاخص‌های پوشش‌گیاهی از پر کاربردترین نمونه‌های محاسبات باندی می‌باشند که به‌منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی، بررسی انواع پوشش‌گیاهی، وضعیت سبزینگی یک منطقه طی دوران‌های مختلف بکار می‌روند (Narngifard, 2015). این شاخص-ها یک ترکیب ریاضی از باندهای متعدد تصاویر رقومی ماهواره‌ای هستند که از اختلاف معنی‌دار بازتابش پوشش-گیاهی در طول موج‌های آبی، قرمز، سبز و مادون قرمز نزدیک استفاده می‌کنند (Matsushita, 2007). با توجه به اینکه تغییرات در کاربری اراضی در سطح وسیع و گسترده شکل می‌گیرد امروزه محققان مختلفی با تکیه بر قابلیت‌های سنجش از دور و در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای از روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی در پژوهش‌ها و پروژه‌های کاربردی به ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی – پوشش‌گیاهی ازجمله جنگل‌ها پرداخته‌اند؛ که به برخی از این پژوهش‌ها در خارج و داخل کشور اشاره می‌گردد: شیموزو و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از داده‌های سری زمانی لندست ۸ و سنتینل ۱ به آشکارسازی در جنگل‌های گرمسیری پرداختند. نتایج نشان داد که دقت کلی نقشه کاربری با استفاده از تصاویر لندست ۷۸/۳ ٪ و سنتینل ۷۵/۵ ٪ است که دقت ترکیب تصاویر لندست ۸، سنتینل ۱ برابر با ۸۳/۶ ٪ که بالاتر از دقت هر دو ماهواره است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ترکیب داده‌های سری زمانی لندست ۸ و سنتینل ۱ ارزش بالایی در آشکارسازی تغییرات بصورت بموقع و دقیق دارند. خلیله و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به پایش پوشش جنگل و آشکارسازی تغییرات جنگل در کشور مراکش با استفاده از سنجنده‌های TM، ETM+ و OLI ماهواره لندست ۵، ۷ و ۸ در بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که تغییر قابل توجهی در پوشش گیاهی در بازه زمانی ذکر شده رخ داده است. همچنین محققین بیان داشتند که تراکم در سال

۲۰۰۱ افزایش اما در سال ۲۰۱۵ به طور قابل توجهی کاهش یافته است. اوسی و همکاران (۲۰۱۹) ذخایر جنگلی کشور غنا را با استفاده از سامانه گوگل ارث انجین بصورت بلندمدت پایش نمودند. نتایج پژوهش با استفاده از تصاویر مختلف نشان داد که در بازه زمانی ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۸ مقدار ۶۶ ٪ از سطح جنگل‌ها کاسته شده همچنین پایش جنگل‌ها با تصاویر MODIS, LANDSAT از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ نشان داد که سطح جنگل‌ها به مقدار ۶۱ و ۴۷ ٪ کاهش پیدا کرده‌اند. تجزیه‌وتحلیل تغییرات در بازه زمانی بلندمدت نشان داد که در کشور غنا هر پنج سال میزان سطح جنگل‌ها به دلیل فعالیت‌های انسانی کاهش پیدا می‌کنند. فادلی و همکاران (۲۰۱۹) در کشور اندونزی تغییرات پوشش جنگلی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سامانه گوگل ارث انجین در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ بررسی کردند. محققین اظهار نمودند که سامانه گوگل ارث انجین[1] برای تجزیه‌وتحلیل سریع حجم زیادی از داده‌های سنجش‌ازدور و برآورد مساحت پوشش جنگلی در سال ۲۰۰۰ و تغییرات سالانه آن در اندونزی بسیار مؤثر است. لی و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تغییرات و اختلالات ایجاد شده جنگل را با استفاده از سری زمانی تصاویر لندست در کشور چین بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که نوسانات قابل توجهی بر اثر عوامل مختلفی از جمله آتش‌سوزی ۸۳/۳۳ ٪، بهره‌برداری۱۲/۲ حشرات ۲/۴ ٪ و در نهایت جاده‌سازی ۲ ٪ رخ داده است. طارق و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهشی تغییرات کاربری اراضی جنگلی را در بازه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ مدلسازی و پایش کردند. نتایج پژوهش نشان داد که مساحت جنگل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ از ۱۹۳۶۰ کیلومتر مربع (۲۶/۰ ٪) به ۱۸۷۸۴ کیلومتر مربع (۲۵/۲ ٪) کاهش یافت، در حالی که مساحت جنگل بدلیل پروژه یک میلیاردی درخت از ۱۸۶۴۰ کیلومتر مربع (۲۵/۰ ٪) به ۲۶۷۶۵ کیلومتر مربع (۳۵/۹ ٪) افزایش یافته است. هاشمی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی سطح پوشش جنگل‌های سیاه‌مرگی استان گیلان را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پایش کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ سطح اراضی جنگل‌ها به مقدار ۲۳۳/۵۵ هکتار کاهش یافته و همچنین سطح مراتع نیز کاهش یافته اما در عوض سطح کاربری اراضی دیمی و مراتع نیمه متراکم افزایش پیدا کرده است. همچنین دقت کلی نقشه‌های تولید شده برابر با ۹۵/۷۵ ٪ و ۹۵/۹۶ ٪ است. جوان و همکاران (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای میزان تخریب جنگل‌های هیرکانی را با استفاده از تصاویر لندست ۷ و ۸ آشکارسازی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که روند تخریب جنگل‌های هیرکانی در طی سه دوره زمانی ۱۳۷۹، ۱۳۸۸ و ۱۳۹۶ متفاوت بوده بطوری که هر چقدر به سمت سال ۱۳۹۶ می‌رویم میزان تخریب افزایش می‌یابد. سارلی و همکاران (۱۳۹۸) تغییرات پوشش گیاهی استان مازندران را طی باز ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۷ بررسی و با استفاده از مدل مارکوف پیش‌بینی نمودند. نتایج پژوهش نشان داد که نقشه کاربری تولید شده با روش درخت تصمیم‌گیری دارای دقت کلی ۹۱ ٪ و ضریب کاپای ۰/۸۸ است. امین املشی و همکاران (۱۳۹۸) سطح و تراکم تاج پوشش جنگل‌های استان گیلان را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ایی لندست ۸ در سال ۹۳ ارزیابی کردند. نتایج پژوهش نشان داد که دقت کلی و ضریب کاپای نقشه کاربری جنگل به ترتیب ۹۱/۸ ٪ و ۰/۸ بدست آمد. همچنین سطح پوشش جنگل‌های گیلان ۴۹۸ هزار و ۸۰۴ هکتار برآورد شد. از دیگر نتایج این پژوهش مشخص شدن تأثیر منفی تشابه طیفی بین باغ‌های کشاورزی و جنگل‌های تنک و نیمه انبوه است. فروتن و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی استان مازندران در بازه زمانی ۳۰ ساله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که در سنجه‌های سیمای سرزمین تعداد لکه، تراکم لکه، تراکم لبه و فاصله نزدیک‌ترین شباهت افزایش و اما شاخص NDVI کاهش یافته است. همچنین تحلیل کاربری اراضی در بازه زمانی نشان داد که پوشش گیاهی جنگل و مرتع کاسته شده و اما کاربری شهری به مراتب افزایش پیدا کرده است.

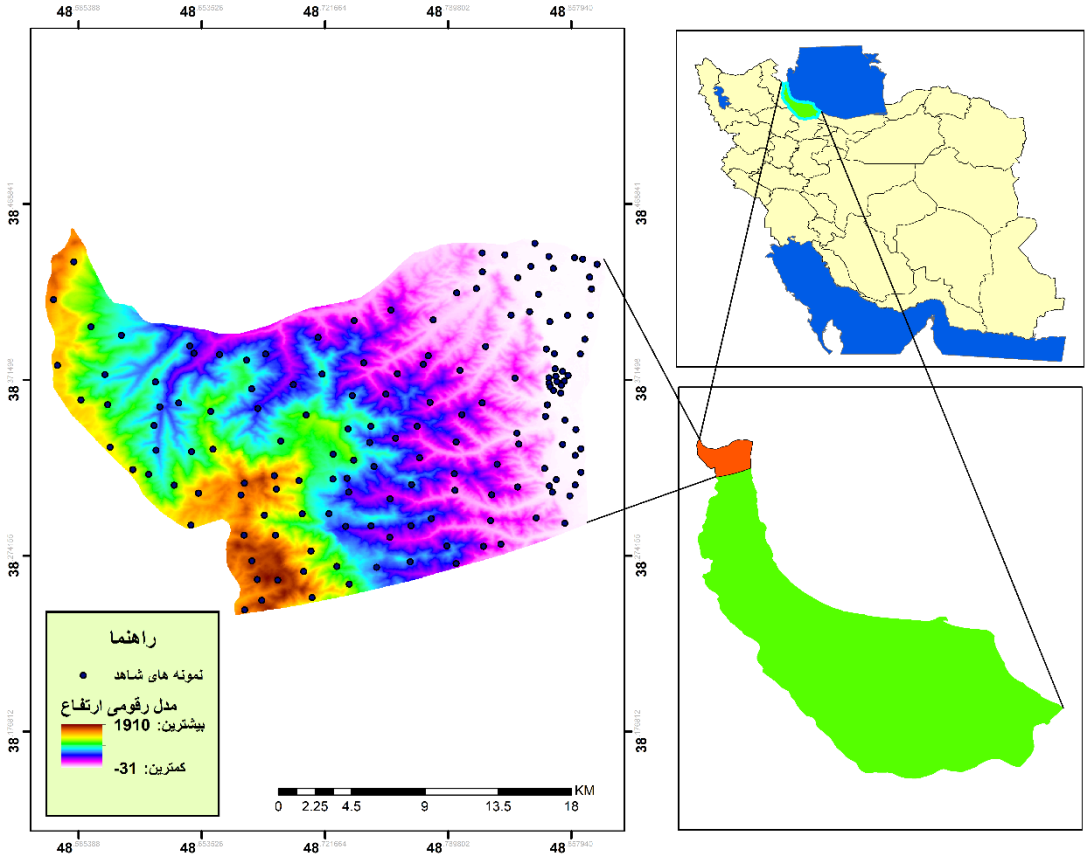
1- Google Earth Engine

عیسی‌زاده (۱۴۰۱) پهنه‌های جنگلی استان مازندران را در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ با استفاده از پروداکت‌های لندست در سامانه گوگل ارث انجین استخراج نمودند. نتایج این پژوهش نشان داد که بیشترین تغییرات در سال ۲۰۰۰ در قسمت‌های شمالی و شمال شرقی بوده است؛ اما تغییرات در سال ۲۰۰۶ در قسمت‌های شمالی، شمال شرقی و غربی بوده همچنین بیشترین تغییرات پهنه‌های جنگلی در سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۸ رخ داده است. اصغری و سرائی (۱۴۰۱) در پژوهشی به پایش و تحلیل تغییرات پوشش و کاربری اراضی جنگل به کشاورزی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سنجش‌ازدور در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ پرداخته و اظهار داشتند که سطح پوشش کاربری جنگل کاهش یافته اما کاربری شهری افزایش یافته، همچنین ضریب کاپا و دقت کلی (۹۸/۴۴ و ۹۷/۸۴) سال ۲۰۲۰ نسبت به سایر سال‌ها بیشتر است. رحیمی اجدادی و همکاران (۱۴۰۱) به آشکارسازی تغییرات پوشش گیاهی شهرستان تالش با استفاده از سنجش از دور پرداختند. نتایج پژوهش نشان داد که کاربری مسکونی در بازه زمانی ۲۰ ساله به‌شدت رشد کرده اما وسعت جنگل‌های متراکم ۴۵ ٪ کاهش اما وسعت کاربری جنگل تنک و نیمه انبوه افزایش یافته است. پیشینه پژوهش نشان می‌دهد مطالعات مختلفی در داخل کشور در زمینه پایش و ارزیابی تغییرات جنگل انجام شده است اما مطالعات کمتری با استفاده از کدنویسی و سامانه‌های تحت وب و داده‌های جدید انجام شده است لذا در این پژوهش برای اولین بار از سامانه گوگل ارث انجین برای پایش تغییرات جنگل‌ها با استفاده از الگوریتم-های یادگیری ماشین در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است. سامانه گوگل ارث انجین (GEE)، یک سامانه قدرتمند و قوی، تحت وب برحسب محاسبات ابری است که برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای استفاده می‌شود. نگاه به جنگل‌های ایران نشان می‌دهد که بخشی از جنگل‌های هیرکانی در استان گیلان جای دارند که به لحاظ صنعتی و تجاری از دیرباز مورد بهره‌برداری قرار گرفته اند اما امروزه با ثبت جهانی جنگل‌های هیرکانی، توجه به اکوسیستم‌های جنگلی برخلاف گذشته نیازمند برنامه‌ریزی و حفاظت به‌عنوان یک ذخیره‌گاه ژنتیکی است؛ بنابراین با توجه به اهمیت منابع طبیعی و اراضی جنگلی، در اختیار داشتن اطلاعات پایه اعم از نقشه تیپ‌های جنگلی، نقشه پراکنش جنگل‌ها جهت برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح منابع طبیعی امری ضروری است. از سویی با وجود تغییرات وسیع کاربری اراضی و افزایش شدت تخریب جنگل‌ها و تبدیل بخصوص اراضی جنگلی به کاربری کشاورزی، ضرورت تولید نقشه‌های پراکنش جنگل‌ها را در سال‌های مختلف افزایش می‌دهد. لذا این پژوهش سعی بر این دارد تا با استفاده از قابلیت‌های سامانه گوگل ارث انجین و الگوریتم-های یادگیری ماشین به پایش و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی در شهرستان آستارا به‌عنوان نقطه شروع پراکنش جنگل‌های هیرکانی در نواحی شمالی کشور در یک بازه زمانی ۲۷ ساله (۱۹۹۵ تا ۲۰۲۲) بپردازد.

مواد و روش

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش در شمال غربی استان گیلان، مساحت شهرستان آستارا ۳۴۴ کیلومتر مربع است که در مختصات جغرافیایی "۳۰ '۵۲ °۴۸ طول شرقی و در عرض شمالی "۰۰ '۲۶ °۳۸ است. این منطقه به‌عنوان اولین نقطه شروع جنگل‌های هیرکانی در استان گیلان است. بستر زمینی عرصه عموماً از انواع توف‌های آندزیتی و سنگ‌های آتشفشانی با نفوذپذیری خوب و عموماً اسیدی تشکیل شده است و تیپ غالب خاک منطقه، قهوه‌ی نیمه تکامل یافته تا تکامل یافته همراه با تیپ رانکر در مناطق سنگلاخی و مرتفع است (Noghreh Alizadeh, et al., 2020).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- The Geographical location of the study area

داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش با توجه به هدف تحلیل مکانی و پیاده‌سازی الگوریتم‌های یادگیری ماشین جهت پایش سری زمانی تغییرات جنگل‌ها از بستر تحت وب سامانه گوگل ارث انجین برای پردازش تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. در این سامانه آرشیوی از انواع داده‌های مکانی از جمله تصاویر ماهواره‌ایی بصورت تصحیح شده ارائه شده است. داده‌های مورد استفاده در این پژوهش برای بازه زمانی ۲۷ ساله با ابر کمتر از ۱۰٪ برای سال ۱۹۹۵ شامل داده‌های تصحیح شده لندست ۵ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر سطح Tier 1 با ردیف ۱۶۶ و ۱۶۷ و گذر ۳۳ و همچنین برای سال ۲۰۲۲ از تصاویر لندست ۸ و ۹ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر سطح Tier 1 با ردیف ۱۶۶ و گذر ۳۴ استفاده شده است همچنین در انتخاب تصاویر ماهواره‌ای سعی شده تصاویر با حداقل پوشش ابر و با بازه زمانی نزدیک در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد بدلیل حداکثر پوشش گیاهی یا اوج سبزینگی اراضی جنگلی استفاده گردید. مشخصات کامل تصاویر استفاده شده در این پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- تصاویر مورد استفاده در این پژوهش

Table 1- The images used in this research

ردیف	نوع سنجنده	تاریخ برداشت میلادی	تاریخ برداشت خورشیدی	ردیف و گذر
1	TM	1995.05.15	1374.02.05	167-33
2	TM	1995.06.25	1374.06.04	166-33
3	TM	1995.08.29	1374.06.07	166-33
4	OLI 1	2022.06.30	1401.04.09	166-34
5	OLI 2	2022.07.13	1401.04.22	166-34
6	OLI 2	2022.08.30	1401.06.08	166-34

پردازش تصاویر ماهواره‌ایی در سامانه گوگل ارث انجین

ابتدا با استفاده از کدنویسی مرز منطقه مورد مطالعه با فیلتر مکانی تعریف سپس فیلترهای زمانی براساس زمان اوج رویش اراضی جنگلی برای بازه زمانی مدنظر تعریف شد در این پژوهش با توجه به بهره‌گیری از قابلیت-های روابط بین باندی در شاخص‌ها جهت پایش اراضی جنگلی سعی شد تصاویر ماهواره‌ای برای هر کدام از سال‌ها بصورت ردیف و گذر براساس جدول ۱ انتخاب شود. بعد از فراخوانی تصاویر ماهواره‌ایی و انتخاب تصاویر مناسب براساس تابع تصاویر نهایی برش زده شد (Soltani & Mohamadnezhad, 2021). سپس برای هر کدام از سال-ها شاخص EVI در سه بازه زمانی استخراج شد. با توجه به شناخت منطقه مورد مطالعه شاخص پوشش گیاهی، اراضی جنگلی و سایر کاربری‌ها را به‌خوبی استخراج نمودند. در ادامه با توسعه کد نسبت به مدیریت هر کدام از شاخص‌های اجرا شده در بازه زمانی اولش، دوم و سوم برای هر کدام از سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ بصورت ترکیب رنگی اقدام شد. در ادامه با در اختیار داشتن شاخص‌ها نسبت به تعریف کلاس‌های کاربری و تهیه نقشه کاربری اراضی اقدام شد. پنج کلاس کاربری شامل پهنه‌های جنگل، اراضی کشاورزی، مناطق مسکونی، اراضی مرتعی و پهنه-های آبی با هدف بررسی پوشش پهنه‌های جنگلی مشخص شد. اولین مرحله در طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی، تعریف نمونه‌های تعلیمی برای هر کدام از کلاس‌های کاربری است. در این پژوهش با توجه به سامانه تحت وب نمونه‌های تعلیمی به‌صورت پراکنده و تصادفی از سطح پیکسل‌های خالص هر کاربری برداشت شد. با توجه به اینکه الگوریتم‌های مختلفی جهت طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی وجود دارد اما محققین در بسیاری از مطالعات از کارایی الگوریتم ماشین بردار پشتیبان نسبت به سایر الگوریتم‌ها اشاره کرده‌اند از جمله (Noghreh Alizadeh, et al., 2020). بنابراین در این پژوهش نیز با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده روش ماشین بردار پشتیبان نقشه کاربری اراضی برای هر کدام از سال‌ها استخراج شد. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی خروجی پردازش سامانه گوگل ارث انجین در گوگل درایو ذخیره شد. نتایج نقشه-های کاربری اراضی و پوشش جنگلی برای ارزیابی صحت، تحلیل‌های مکانی و بررسی تغییرات وارد نرم‌افزار ArcMap شد. لازمه هر نقشه کاربری اراضی بررسی و ارزیابی صحت آن است. برای تهیه نقشه واقعیت زمینی می‌توان از تصاویر، عکس‌ها و همچنین نقشه‌های کاربری مرجع در کنار برداشت داده‌های میدانی استفاده کرد. در این پژوهش با توجه به آشنایی با منطقه مورد مطالعه ابتدا با توجه به عدم دسترسی به منطقه با در اختیار داشتن تصاویر با قدرت تفکیک بالای نرم‌افزار گوگل ارث نسبت به برداشت نمونه‌های کنترلی اقدام شد. در نهایت با در اختیار داشتن نمونه‌های کنترلی صحت نقشه‌های کاربری اراضی برای هر کدام از سال‌ها با دقت کلی[2] و ضریب کاپا[3] ارزیابی شد. با استفاده از نرم‌افزار ArcGis نسبت به بررسی تغییرات و تحلیل کاربری‌ها در بازه زمانی ۲۲ ساله اقدام و تصحیحات روی نقشه‌ها جهت استخراج نقشه نهایی انجام شد.

جدول ۲- تعداد نمونه‌های تعلیمی و نمونه‌های کنترلی

Table 2- The number of training samples and control samples

ردیف	نوع کاربری	تعداد نمونه‌های برداشت شده از طریق Google Earth	تعداد نمونه‌های آموزشی
1	جنگل	70	160
2	کشاورزی	50	120
3	آبی	20	45
4	مسکونی	32	85
5	مرتعی	30	73

[2]- Overall accuracy

[3]- Kappa cafficient

با توجه به اینکه در اکثر مطالعات از شاخص عمومی و کاربردی نرمال شده NDVI[4] برای بررسی پوشش گیاهی استفاده می‌شود؛ اما در این پژوهش با در نظر گرفتن شرایط منطقه مورد مطالعه به لحاظ وجود جنگل‌های هیرکانی با طیف سبزینگی بالا و وجود اراضی شالیزار و همچنین بدلیل محدودیت‌هایی از جمله ۱- زود اشباع شدن و عدم توانایی تفکیک مقادیر متراکم پوشش گیاهی ۲- تحت تأثیر شرایط جوی بودن به‌خصوص زمانی که تصحیحات اتمسفری بر روی آن اعمال نشود ۳- تحت تأثیر خاک پس‌زمینه بودن (Yuan et al, 2007)؛ بنابراین سعی شده از شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته EVI[5] در این پژوهش استفاده شود.

شاخص EVI

شاخص پوشش گیاهی بهبودیافته برای بهبود شاخص NDVI به‌وسیله بهینه‌سازی سیگنال‌های پوشش گیاهی در محدوده شاخص سطح برگ با استفاده از انعکاس باند آبی توسعه یافته است (Huete et al., 1997). این شاخص از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

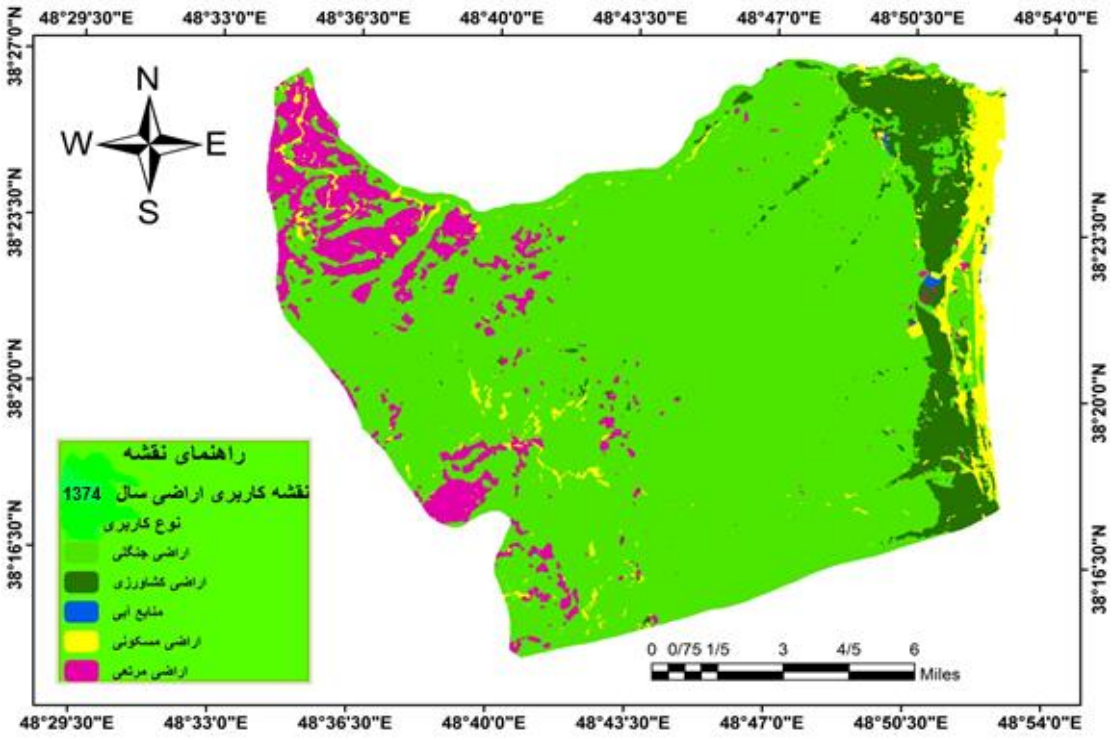
$$EVI = G \times \frac{PNIR-PRED}{PNIR+C1\times PRED-C2\times PBLUE+L} \quad (۱)$$

که در این شاخص G برابر با ۲/۵ مقدار L ضریب اصلاحی خاک برابر با یک و مقادیر c1 و c2 ضرایب ثابت‌اند که به ترتیب ۶ و ۷/۵ می‌باشند. در این رابطه علاوه بر باندهای قرمز و مادون‌قرمز نزدیک که در شاخص NDVI استفاده می‌شد از باند آبی نیز استفاده شده است که این امر باعث شده اثرات آئروسل‌ها در جو بر مقادیر طیفی باند قرمز بدلیل پخش ایجاد شده در دو باند قرمز و آبی حذف شود همچنین با بهره‌گیری ضریب اصلاح خاک در رابطه این شاخص، اثر پس‌زمینه خاک کاهش می‌یابد. علاوه بر این موارد دیر اشباع شدن این شاخص باعث بهتر نمایان شدن شرایط پوشش گیاهی متراکم می‌شود (li et al., 2009).

نتایج

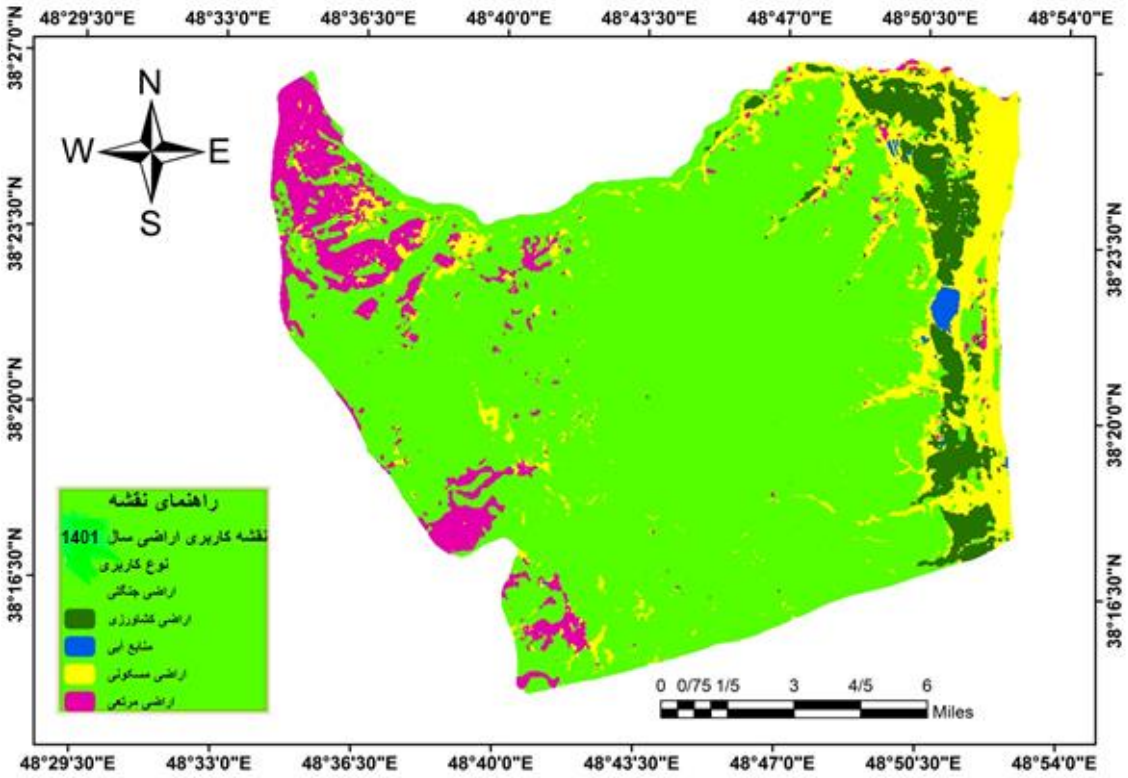
پس از تحلیل و بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی نیاز است صحت نقشه‌های طبقه‌بندی کاربری اراضی ارزیابی شود. در این راستا نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ با استفاده از نمونه‌های تست برداشت شده از سطح نرم‌افزار گوگل‌ارث بر اساس معمول‌ترین پارامتر دقت، از جمله دقت کلی[6] و ضریب کاپا[7] مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج ارزیابی صحت طبقه-بندی نظارت شده نشان می‌دهد که دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ به ترتیب برابر با ۸۹ و ۹۲ درصد و ۰/۸۶ و ۰/۷۵ است که نتایج بدست آمده قابل قبول است. همان‌طور که مشاهده می‌شود دقت کلی و ضریب کاپای نقشه کاربری اراضی سال ۱۴۰۱ از دقت و صحت نقشه کاربری اراضی سال ۱۳۷۴ بهتر و بالاتر است. علت اختلاف صحت در دو بازه زمانی تهیه نقشه کاربری اراضی با روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان بدلیل اختلاف قدرت تفکیک مکانی، طیفی و رادیومتریکی سنجنده‌های TM و OLI 1, OLI 2 است؛ بنابراین با در نظر گرفتن عوامل فوق انتخاب نمونه‌های تعلیمی خالص از سطح کاربری‌ها در دو بازه زمانی از سطح تصویر با خصوصیات متفاوت است و همین امر یکی دیگر از دلایل اختلاف صحت نقشه‌های کاربری اراضی در دو سال ذکر شده است. نقشه کاربری اراضی برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ با استفاده از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان روش طبقه‌بندی نظارت شده صورت گرفت شکل (۲ و ۳).

[4]- Normalized Difference Vegatation Index
[5]- Enhanced Vegatation Index
[6]- Overall accuracy
[7]- Kappa cafficient



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی سال ۱۳۷۴

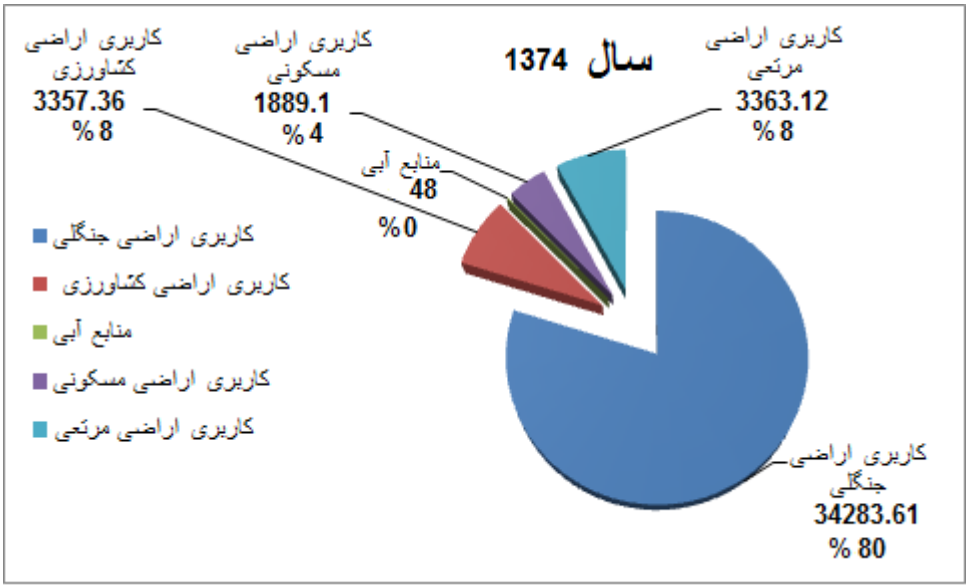
Figure 2- The Land use map and forest cover year 1995

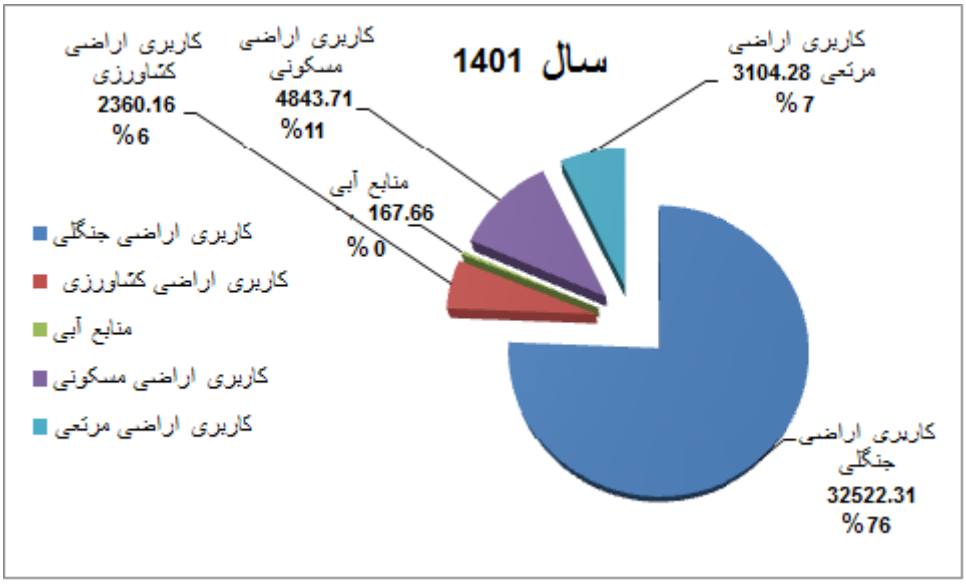


شکل ۳- نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی سال ۱۴۰۱

Figure 3- The Land use map and forest cover year 2021

برای بررسی تغییرات و تحلیل نقشه‌ها روند تغییرات کاربری اراضی، مساحت هر کدام از کاربری‌ها و میزان مساحت تغییر یافته برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ در محیط ArcMap ارزیابی شد شکل (۴) و جدول (۲). بررسی مساحت تغییرات کاربری اراضی در شکل (۴) و جدول (۲) نشان می‌دهد که سطح کاربری اراضی مسکونی در سال ۱۴۰۱ افزایش یافته است که از ۱۸۸۹/۱ هکتار در سال ۱۳۷۴ به ۴۸۴۳/۷۱ هکتار در سال ۱۴۰۱ رسیده است و روند تغییرات کاربری مسکونی بصورت افزایشی بوده که به میزان ۲۹۵۴/۶۱ هکتار افزایش یافته است. در بین کاربری‌های مورد مطالعه کاربری مسکونی بیشترین تغییر سطح را داشته که در مقابل، کاربری اراضی جنگلی در هر دو دوره بیشترین سطح کاربری اراضی را داشته که وسعت این کاربری در سال ۱۳۷۴ معادل ۳۴۲۸۳/۶۱ هکتار بوده که در سال ۱۴۰۱ معادل ۳۲۵۲/۳۱ هکتار بوده که به مقدار ۱۷۶۱/۳۰ هکتار کاهش یافته است. مساحت سایر کاربری‌ها از جمله کاربری کشاورزی در سال ۱۳۷۴ معادل ۳۳۵۷/۳۶ هکتار که در سال ۱۴۰۱ معادل ۲۳۶۰/۱۶ هکتار رسیده که به مقدار ۹۹۷/۲ هکتار کاهش یافته است. همچنین مساحت کاربری مرتعی در سال ۱۳۷۴ معادل ۳۳۶۳/۱۲ هکتار و در سال ۱۴۰۱ معادل ۳۱۰۴/۲۸ هکتار است که روند کاهی داشته که به میزان ۲۵۸/۸۴ هکتار کاهش یافته است. همچنین تحلیل بصری نتایج حاصل از طبقه‌بندی نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی در شکل‌های (۲ و ۳) و تغییرات مساحت کاربری اراضی در شکل (۴) نشان می‌دهد که کاربری پهنه‌های آبی در سال ۱۳۷۴ بدلیل پوشش علفی موجود در سطح تالاب باعث کاهش بازتاب این پدیده و در نتیجه کاهش سطح اشتغال این کاربری شده است. در ادامه می‌توان متذکر شد که کاربری شهری بدلیل افزایش جمعیت و ساخت‌وساز در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۳۷۴ افزایش‌یافته و در مقابل سطح پوشش پهنه‌های جنگلی به میزان قابل توجهی کاهش یافته است.





شکل ۴- مساحت درصد کاربری‌های اراضی در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱

Figure 4- The percentage area of Land use in the years 1995 & 2021

جدول ۲- مساحت نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ (هکتار)

Table 2- The Area of land use map and forest cover for the years 1995 and 2021 (hectares)

نوع کاربری	سال ۱۳۷۴ مساحت به هکتار	سال ۱۴۰۱ مساحت به هکتار
اراضی جنگلی	34283.61	32522.31
اراضی کشاورزی	3357.36	2360.16
منابع آبی	47.79	166.86
اراضی مسکونی	1889.1	4843.71
اراضی مرتعی	3363.12	3104.28

به‌صورت کلی نتایج میزان تغییر کاربری‌های اراضی در منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۳۷ ساله (۱۹۹۵ تا ۲۰۲۲) نشان می‌دهد که در سال ۱۳۷۴ در بین کاربری-های مورد بررسی، کاربری اراضی جنگلی ۸۰ درصد سطح منطقه مورد مطالعه را پوشش می‌دهد که در سال ۲۰۲۲، ۷۶ درصد سطح منطقه را در بر گرفته که به مقدار چهار درصد کاهش یافته است. همچنین کمترین سطح مربوط به کلاس کاربری پهنه‌های آبی است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت موضوع منابع طبیعی و جنگل-ها، لازم است که منابع موجود در کشور شناسایی و اطلاعات جامع و کافی در مورد آن‌ها گردآوری شود تا برنامه‌ریزی در سطح کلان با توجه به پتانسیل و منابع موجود در هر منطقه صورت گیرد، چرا که لازمه برنامه‌ریزی اصولی و مدیریت پایدار منابع طبیعی در اختیار داشتن اطلاعات دقیق و به هنگام است. در همین راستا به‌منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی شهرستان آستارا در بازه زمانی ۲۷ ساله ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۲ اقدام به تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سری لندست در سامانه گوگل ارث انجین و یادگیری ماشین شد. نتایج بدست آمده از نقشه کاربری اراضی و پوشش جنگلی شهرستان آستارا با استفاده از یادگیری ماشین نشان داد که از نظر ارزیابی، دقت و صحت بالایی برخوردار است به‌طوری‌که دقت کلی و ضریب کاپا برای سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۴۰۱ برابر با ۸۹، ۹۲ درصد و ۰/۷۵ و ۰/ ۸۶ است؛ بنابراین صحت داده‌های مکانی نشان می‌دهد که استفاده از سامانه گوگل ارث انجین به جهت پردازش

داده‌های ماهواره‌ای سری لندست در زمان‌های مختلف می‌تواند به‌عنوان یک ابزار مهم جهت پایش و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و پوشش جنگلی باشد. همچنین نتایج بررسی تغییرات نشان می‌دهد که کاربری اراضی مسکونی به‌طور قابل‌توجهی در سال ۱۴۰۱ نسبت به مساحت سال ۱۳۷۴ افزایش یافته است که در این ارتباط مساحت کاربری مسکونی از ۱۸۸۹/۱ هکتار در سال ۱۳۷۴ یعنی چهار درصد به ۴۸۴۳/۷۱ هکتار در سال ۱۴۰۱ یعنی ۱۱ درصد رسیده است که به میزان هفت درصد برابر با ۲۹۵۴/۶۱ هکتار افزایش یافته است. شهرستان آستارا با وجود منطقه آزاد بودن، ترانزیت جاده‌ای و همچنین تبدیل زمین‌های زراعی، مراتع و جنگل‌ها به اراضی مسکونی رشد و توسعه مناطق شهری افزایش چشمگیری داشته است. نتایج این بخش از پژوهش با نتایج اصغری و سرائی (۱۴۰۱) مبنی بر رشد و توسعه کاربری شهری و پیشی گرفتن رشد مساحت کاربری شهری نسبت به سایر کاربری‌ها مطابقت دارد؛ اما در مقابل یکی از پوشش‌های حیاتی و مهم کرانه‌های خزری، پهنه‌های جنگلی به‌شدت کاهش یافته است و ادامه تخریب آن اثرات نامطلوب زیستی را بدنبال خواهد داشت. به‌طوری‌که پوشش جنگلی در سال ۱۳۷۴ دارای مساحت ۳۴۲۸۳/۶۱ هکتار است که ۸۰ درصد سطح پوشش منطقه موردمطالعه را در بر گرفته که در سال ۱۴۰۱ سطح این کاربری به ۳۲۵۲۲/۳۱ هکتار برابر با ۷۶ درصد می‌رسد که به میزان چهار درصد برابر با ۱۷۶۱/۳۰ هکتار کاهش‌یافته است که با نتایج قنبری و شتایی (۱۳۸۹)، فاطمی طلب و همکاران (۱۳۹۴)، مهدوی و همکاران (۱۳۹۶)، مختاری و همکاران (۱۳۹۸)، محمود زاده و عزیز مرادی (۱۳۹۸)، جوان و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد. از دلایل عمده کاهش سطح پوشش جنگلی نزدیکی به مناطق شهری یا مسکونی در مناطق جلگه، تبدیل و تصرف این کاربری به اراضی مسکونی و کشاورزی است؛ اما در اراضی بالادست بدلیل وجود روستانشینان و دامداران پهنه‌های جنگلی بیشتر مورد بهره‌برداری قرار گرفته است که به دنبال آن تخریب پوشش جنگلی را ایجاد می‌کند همچنین بدلیل دسترسی و وجود جاده‌های عمومی میزان دسترسی مردم جهت تفریح و گردش و بعضاً قاچاق چوب نیز از دلایل دیگر تخریب جنگل است. در تحقیقات مشابه پیرباوقار (۲۰۱۵) تغییرات مکانی پوشش جنگلی و عوامل مؤثر بر تخریب جنگل‌های گیلان را در سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۳ بررسی کردند. یافته‌های پژوهش نشان داد که شیب عامل مؤثری در تخریب جنگل‌ها است بطوری که با افزایش شیب شدت تخریب کاسته می‌شود. قدس‌خواه دریایی و همکاران (۱۳۹۹) نیز عوامل تخریب جنگل‌های غرب گیلان را بررسی کردند. یافته‌های پژوهشگران نشان داد که عامل اصلی تخریب جنگل‌های منطقه عوامل انسانی بوده و شیب تأثیر متوسطی بر روند تخریب داشته همچنین سطح جنگل‌ها در بازه ۲۴ ساله به میزان ۵۷۴۴ هکتار کاهش یافته است. در تحقیق دیگر فروتن و اسلام‌زاده (۱۴۰۰) روند تغییرات پوشش گیاهی جنگلی و مرتعی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای بررسی کردند که بین افزایش سطح کاربری شهری و پوشش رابطه معکوسی وجود داشت بطوری که مساحت شهر نسبت به سال مبنا (۱۹۹۸ تا ۲۰۲۲) سه برابر معادل ۲۶ هزار هکتار افزایش یافته است. هم‌زمان با افزایش مساحت شهری، بیش از سه هزار هکتار از سطح پوشش جنگلی و مرتعی کاهش یافته است. همچنین محققین بیان داشتند که میزان بالای تخریب پوشش گیاهی بدلیل ساخت ویلا و گردشگر پذیر بودن منطقه مورد مطالعه است. کاربری اراضی کشاورزی در سال ۱۳۷۴ از ۳۳۵۷/۳۶ هکتار برخوردار بوده که هشت درصد از کل مساحت منطقه را داشته که در سال ۱۴۰۱ مساحت این کاربری ۲۳۶۰/۱۶ هکتار می‌رسد که شش درصد سطح کل منطقه را در بر می‌گیرد که به مقدار دو درصد برابر با ۹۹۷/۲ هکتار در بازه ۲۷ ساله کاهش پیدا کرده است. توزیع مکانی کاربری کشاورزی در نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش جنگلی نشان می‌دهد که طیف غالب گسترش این کاربری به سمت پوشش جنگلی و در ادامه تبدیل به کاربری شهری است. همچنین یکی دیگر از کاربری‌های کاهش‌یافته در بازه زمانی ۲۷ ساله (۱۳۷۴ تا ۱۴۰۱) کاربری اراضی مرتعی است.

مساحت کاربری اراضی مرتعی در سال ۱۳۷۴ مقدار ۳۳۶۳/۱۲ هکتار برآورد شده است که هشت درصد سطح کل منطقه را در اختیار داشته که در سال ۱۴۰۱ این کاربری دارای مساحت ۳۱۰۴/۲۸ هکتار است که هفت درصد سطح را در بر می‌گیرد بنابراین کاربری اراضی مرتعی یک درصد به میزان ۲۵۸/۸۴ هکتار کاهش یافته است. با توجه به تحلیل نقشه کاربری اراضی، شناخت و آگاهی از منطقه مورد مطالعه همچنین با در اختیار داشتن تصاویر با قدرت تفکیک بالای نرم‌افزار گوگل ارث سطح برگرفته کاربری اراضی مرتعی در اراضی بالادست مناطق کوهستانی است که از دلایل عمده تغییر کاربری و کاهش سطح کاربری اراضی مرتعی، نزدیکی بودن به مناطق روستایی و تبدیل کاربری اراضی مرتعی به کاربری کشاورزی جهت کشت و کار است. در مجموع روند تغییرات در منطقه مورد مطالعه به نوعی است که کاربری مسکونی بیشترین تغییرات بصورت افزایشی را دربر داشته است که نمایان گر کاهش سطح سایر کاربری‌ها و تبدیل آن به کاربری مسکونی است اما در مقابل سطح پوشش جنگل‌های شهرستان آستارا که جزئی از جنگل‌های هیرکانی است بیشترین کاهش را در روند تغییرات در منطقه مورد مطالعه داشته است که بیانگر تخریب پوشش گیاهی از نوع پوشش جنگلی است که ادامه روند تخریب آن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی را دربر خواهد داشت؛ که با نتایج جوان و حسنی مقدم (۱۳۹۶) مبنی بر کاهش و تخریب سطح جنگل مطابقت دارد؛ بنابراین نیاز است ابتدا بر اساس نقشه‌های کاربری و پوشش جنگل سطح پهنه‌های جنگلی برای ادارات و واحدهای مرتبط با منابع طبیعی شناخته و معرفی شود سپس با برنامه-ریزی نسبت به حفظ و حفاظت از پهنه‌های جنگلی اقدام شود تا از ادامه روند کاهش سطح پهنه‌های جنگلی و تخریب منابع طبیعی جلوگیری شود. از سویی با توجه به اینکه جنگل‌های هیرکانی ثبت جهانی یونسکو قرار گرفته‌اند اجرای موفق طرح کاداستر می‌تواند زمینه آگاهی از سطح این پوشش حیاتی را بیشتر از گذشته فراهم کند.

Reference

1. Ahmadi, M., & M. Narangifard. 2015. Quality assessment and detection of forest area changes using satellite images (Case study: Rustam, Fars). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 6(3): 87-100. (in Persian)
2. Asghaari Sereskanrod, S., & Aradashiri, A-A. 2020.. Prediction of land use change using CA-Markov: A Case Study of Yasuj City. Town & Country Planing, 12(2):): 407-430. (in Persian)
3. Amin Amlashi, M., & Kh. K. Mirakhorlou. 2019. Evaluation of area and canopy density of forests in the Guilan Province using satellite data. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 27(1): 100-111. (in Persian)
4. Ebrahimian, M. 2018. Investigating the Factors Affecting the Destruction of Forests and Promotion Strategies to deal with it from the point of view of the experts of the General Department of Natural Resources of Mazandaran Province, Master's Thesis, Tarbiat Modares University, Tehran. (in Persian)
5. Fatemti Talab, S. R., Madanipour Kermanshahi, M., and S. A. Hashemi. 2015. Estimating changes in forest cover in the Rudsar county by using neural network and maximum likelihood methods. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 6(2): 33-44. (in Persian)
6. Fadli, A. H. Kosugo, A. Ichii, K. and R. Ramli. 2108. Satellite -Based Monitoring of Forest Cover Change in Indonesia Using Google Earth Engine from 2000 to 2016. Journal of Physics: Conference Series, Volume 1317, The 3rd International Conference on Mathematics, Sciences, Education, and Technology 4–5 October 2018, Padang, Indonesia.
7. Foroutan, S., and N. islamzadeh. 2022. The Study of Mazandaran Province Forest and Rangeland Vegetation Changes Trend by Satellite Images. PEC 2022; 9 (19): 197-215. (in Persian)
8. Ghanbari, F., & Sh. Shataiee. 2010. Investigation on Forest Extend Change Using Aerial Photos and Aster Imagery (Case atudy: border forset in south and southwest of gorgan city). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 17(4): 1-18. (in Persian)

9. Gillespie, TW. Ostermann-Kelm, S. Dong, C. Willis, KS. Okin, GS. AND GM. MacDonald. 2018. Monitoring changes of NDVI in protected areas of southern California. Ecological Indicators. 88: 485-494.
10. Hashemi, S. A., Fatemi Talab, S. R., Kavousi Kalashmi, H., M. Madanipour Kermanshahi. 2016. Change detection in the forest cover of Siyahmezgi watershed of Guilan using LandSat images. Journal of RS and GIS for Natural Resources, 7(3): 78-88. (in Persian)
11. Huete, A. R. Liu, H. Q., Batchily, K. V. and W. J. D. A. Van Leeuwen. 1997. A comparison of Vegetation Indices Over a Global set of TM Images for EOS-MODIS. Remote sensing of Environment. 59(3): 440-451.
12. Haddadi, A., Sahibi, M.R., Mokhtarzadeh, M., and H.Fatahi. 2009. Presenting a combined method of supervised and unsupervised methods in the classification of remote sensing images. Iranian Journal of Remote Sensing & GIS, 1(3): 33-50. (in Persian)
13. Isazadeh, V. 1401. Extraction of Changes in Forest Areas Using the Landsat Forest product in the Google Earth Engine system (study area: Mazandaran province (2000-2018). 5th International Conference on Applied Research in Science and Engineering - Amsterdam. (in Persian)
14. Javan, F., Hasani Moghaddam, H., and H. Torabi. 2020. Evaluation Of Deforestation Process Using Artificial Neural Networks Algorithm (Case Study: Namin County Hazelnut Forests). Environment and Interdisciplinary Development, 5(69): 63-74. (in Persian)
15. Javan, F., and H. Hasani Moghaddam. 2016. Deforestation Detection of Hyrcania forest using satellite imagery and Support Vector Machine (Case study: Rezvanshahr County). Forest Strategic Quarterly Journal, second year, number 5: 1-11. (in Persian)
16. Khalile, L. Rhinane, H. Kaoukaya, A. and H. Lahlaoi. 2018. Forest Cover Monitoring and Change Detection in Nfifikh Forest (Morocco). Journal of Geographic Information System. . 10: 219-233.
17. Li, B. Tang, H. and D. Chen. 2009. Drought Monitoring Using the Modified Temperature/ Vegetation Dryness Index, 2nd International Congress on Image and Signal Processing. 17-19 Octber. 2009, China.
18. Li, Y. Wu, Zh. Xu, X. Fan, H. Tong, x. and J. Liu. 2021. Forest Disturbances and the Attribution Derived from Yearly Landsat Time Series Over 1990–2020 in the Hengduan Mountains Region of Southwest China. Forest. Ecosystem. 8, 73.
19. Mahdavi, A. 2017. Assessment of Forest Cover Change Trends and Determination of the main Physiographic Factors on Forest Degradation in Ilam Province (Case Study: Sirvan County). Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 15(1): 1-16. (in Persian)
20. Mahmoudzadeh, H., and M. Azizmoradi. 2020. Deforestation modeling using artificial neural network and GIS (Case study: forests of Khorramabad environs). Journal of RS AND GIS For Natural Resours (Journal OF Applied RS and GIS Techniques in Natural Resource Science), 10(4 (37): 74-90. (in Persian)
21. Matsushita. B. Wei, Y. Jin, c. Yuyichi, O. and Q. Guoyn. 2007. Sensitivity of the Enhanced Vegetation Index (EVI) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to Topographic effects: A case Study in high-Density Cypress Forest. Sensors.
22. Noghreh Alizadeh Deravi, B., Ghodskhah Daryaee, M., and A. HeYdari safari kouchi. 2020. Prioritization of forest degradation factors in West Gilan during 24-years, using remote sensing techniques. Physical Geography Quarterly, 13(49): 23-34. (in Persian)
23. Osei, J.D. Andam-Akorful, S.A. and E.M Osei Jnr. 2019. Long Term Monitoring of Ghana's Forest Reserves Using Google Earth Engine. Preprints 2019.
24. Omrani, b. 2016. Forest; Revival,Protection and Sustainable Development, the First National Conference on Protection and Protection of Arsbaran Forests, Tabriz. (in Persian).
25. Pirbavaghar, M. 2015. Deforestation Modelling Using Logistic Regression And GIS. Journal Of Forest Science. 61(5): 193-199.
26. Rezvani, M., and F. Hashemzadeh. 2013. Investigating the Effective Factors on Forest Degradation and Impact of Removing Livestock from District 14 of The Northern Forests of Iran: an environmental and economic perspective (Fuman). Journal of Wood and Forest Science and Technology, 20(3): 125-138. (in Persian)

27. Rostam Zadeh, H., Darabi, S., and H. Shahabi. 2017. Change detection of Oak forests using object-based classification of multitemporal Landsat imageries (Case study: forests of the northern province of Ilam). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 8(2), 92-110. (in Persian)
28. Sarli, R., G.R. Roshan, and G. Stefan. 2019. Evaluation and prediction of vegetation changes of Mazandaran, Iran from 2005 to 2017 using Markov chain method and Geographical Information Systems (GIS). Geographical Data, 28(111), 149-162. (in Persian)
29. Soltani, N & V. Mohamadnezhad. 2021. Efficiency of Google earth Engine (GEE) Platform in land use change assessment and predicting it using CA-Markov model (Case study of Urmia plain). RS & GIS for Natural Resources, 12(3), 101-114. (in Persian)
30. Sarai, b. and S. Asghari-Saraskanrod. 1400. Monitoring and Analysis of land Cover and Land use Changes from Forest to Agriculture Using Satellite Images and Remote Sensing (Case Study of Tankabon city), the Second International Conference and the Fifth National Conference on Protection of Natural Resources and Environment, Ardabil. (in Persian)
31. Tariq. A, Jiango. Y, Li. Q, Gao. J, Lu. L, Soufan. W, Almutairi. KF and M. Habib-Ur-Rahman. 2023. Modelling, Mapping and Monitoring of Forest Cover Changes, Using Support Vector Machine, Kernel Logistic Regression and Naive Bayes Tree Models with Optical Remote Sensing Data. Heliyon. Jan 26: 9(2)
32. Shimizu, K. Ota, T. Mizoue, N. and Y. Shigejiro. 2016. Forest Monitoring Using Time Series Satellite Images and Its Applications to Tropical Forests. 98(2): 79-89.

Remote Sensing Used to Detect Changes in Land Use and Forest Cover (A Case Study of Astara City)

S. Asghari Sareskanroud⁎ and H. Sharifi Tularoud

Professor, Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Iran.
s.asghari@uma.ac.ir

Msc remote sensing and GIS, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Iran.
hoseinsharifyrsgis@gmail.com

Received: May 2023 and Accepted: September 2023

Abstract

Given the significance of the Hyrcanian Forests, inscribed by the UNESCO as a world heritage site, it is essential to monitor the changes in and the devastation of the forest cover in this ecoregion for the planning and management of national lands. It is the objective of the present study to monitor changes in both land use and forest cover in Astara region using Landsat TM, OLI 1 & 2 sensors for the years 1995 and 2022. For this purpose, images captured on days with cloud covers of less than 10% were selected over three time intervals and the relevant enhanced Vegetation Index (EVI) values were determined based on Landsat inter-band relations. In the next stage, the index values were combined to derive the land use map using the support vector machine (SVM) algorithm. The results of accuracy evaluation showed that the overall accuracy and Kappa coefficients of the land use map for the year 1995 were equal to 89 and 92% and those for 2022 were 0.86 and 0.75%, respectively, indicating acceptable results. The results of land use changes in Astara city during the period from 1995 to 2022 showed that residential land use had increased by 7% equal to 2954 ha while rangeland and agricultural uses had decreased by 1 to 2% equal to 258 and 997 ha, respectively. However, an important land use along the Caspian coast line – that is, forest cover - stretched over an area of 34283 ha equal to 80% of the study area, which declined in 2022 to 32522 ha equal to 76%, showing a decrease of 4% equal to 1761 ha. It is clear that, owing to its rich archive of satellite images, the GEE system can be used as a strong and useful tool for monitoring and managing forest lands.

Keyword: Forest cover, Deforestation, Google Earth Engine, Landsat

⁎ - Corresponding author's email: s.asghari@uma.ac.ir