

آشکارسازی تغییرات پوشش جنگلی به‌روش شیء‌گرا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در حوزه آبخیز ایلگنه‌چای جنگل‌های ارسباران

جمشید یاراحمدی^{۱*}، قباد رستمی‌زاد^۲، حسین ساعی^۳

^۱ استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران (رایانامه نویسنده مسئول: yarahmadi@itc.nl)
^۲ استادیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان زنجان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زنجان، ایران
^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد پردیس بین‌المللی ارس، دانشگاه تبریز

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۰۶

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۲۴

چکیده

با توجه به تغییرات وسیع کاربری‌ها و تخریب جنگل در سال‌های اخیر، تولید نقشه گستره جنگل و بررسی روند تغییرات آن در دوره‌های زمانی مشخص، ضروری است. هدف از این تحقیق آشکارسازی تغییرات چهل‌هزار هکتار پوشش جنگلی منطقه ارسباران در بازه زمانی ۱۲ ساله (۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳) در دو مقطع شش ساله بر اساس تفسیر رقومی تصاویر لندست ETM⁺ سال ۲۰۰۱، IRSP6-LISSIII سال ۲۰۰۷ و لندست ۸ سال ۲۰۱۳ بوده است. تفسیر رقومی تصاویر ماهواره‌ای و طبقه‌بندی آنها با استفاده از روش طبقه‌بندی شیء‌گرا در محیط نرم‌افزاری eCognition صورت گرفته است که از الگوریتم نزدیکترین همسایه جهت استانداردسازی تصاویر ماهواره‌ای استفاده شد. بر اساس اطلاعات حاصله از نمونه‌های تعلیمی و مشخصات طیفی سگمنت‌ها، طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در ۹ کلاس مجزا انجام گرفت. آشکارسازی تغییرات پوشش جنگلی بر اساس مقایسه مساحت هر یک از کلاس‌های تفکیکی در تصاویر پردازش شده ماهواره‌ای بوده است. نتایج ارزیابی صحت کلی طبقه‌بندی برای تصاویر منطقه مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳ به ترتیب ۹۴/۸، ۹۵ و ۹۶ درصد بود که حاکی از دقت بالای روش شیء‌گرا در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. به استناد نتایج حاصله، در مجموع ۲۷/۳۳ درصد از سطح پوشش جنگلی حوضه آبریز ایلگنه‌چای در دوره ۱۲ ساله اخیر کاهش یافته است.

واژه‌های کلیدی: آشکارسازی، کاربری جنگل، شیء‌گرا، ارسباران.

مقدمه

فاصله و چگونگی نمایش داده‌ها، بر طبقه‌بندی سری‌های زمانی سنجش از راه دور تأثیر می‌گذارند. آشکارسازی تغییرات سطح جنگل‌های ارسباران در طول دو دوره زمانی ۱۲ ساله و همچنین مدل‌سازی و پیش‌بینی چگونگی تخریب پوشش جنگلی منطقه توسط نصیری و همکاران (۱۳۹۸) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مدل‌سازی نشان داد که متغیرهای فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی، ارتفاع و شیب رابطه مستقیمی با کاهش سطح اراضی جنگلی داشتند، در حالی که بین کاهش اراضی جنگلی با متغیرهای فاصله از جنگل و جهت، رابطه معکوس وجود داشت.

نتایج بررسی تغییرات پوشش جنگلی با استفاده از تکنیک‌های پردازش شیء‌گرا در استان ایلام نشان داد که تمام دهستان‌های این استان با پدیده جنگل‌زدایی مواجه بوده و تغییر گسترده کاربری جنگل (۴۲ درصد) در کل منطقه رخ داده است (رستم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). با استفاده از تصاویر لندست در بازه زمانی ۲۷ ساله، تغییرات پوشش اراضی شهرستان کلیبر، به‌ویژه پوشش جنگلی از طریق تکنیک‌های فازی شیء‌گرا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شهرستان کلیبر در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷،

نظارت بر تغییرات سطح جنگل، نیازمند سیستم‌های خودکار برای تجزیه و تحلیل داده‌های حجیم سنجش از دور است. داده‌های ماهواره‌ای، به‌عنوان سریع‌ترین و کم هزینه‌ترین روش‌ها، به منظور تهیه نقشه پوشش اراضی، در اختیار پژوهشگران قرار دارند. با توجه به تغییرات وسیع کاربری‌ها و تخریب جنگل در سال‌های اخیر، تولید نقشه گستره جنگل و بررسی روند تغییرات آن در دوره‌های زمانی مشخص، ضروری است. تشخیص تغییرات پوشش سطح جنگل‌ها برای بسیاری از کاربردها از قبیل مدیریت عملیات کشاورزی، حیطه‌های اکولوژیکی، طرح‌های هیدرولوژی و حفاظت منابع جنگلی بسیار حائز اهمیت است و از این طریق می‌توان در روند مدیریت علمی جنگل و فرآیند جنگل‌زدایی از اطلاعات به هنگام استفاده کرد. در یک مطالعه در جنوب فرانسه توسط Khiali و همکاران (۲۰۱۹) روش بدون نظارت برای تجزیه و تحلیل داده‌های SITS¹ در سطح شیء به منظور آشکارسازی شباهت درونی و بین مناطق مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی آنها نشان داد دو عامل مهم اندازه‌گیری

¹ satellite image time series

آشکارسازی تغییرات پوشش جنگلی حوزه آبخیز ایلگنه‌چای بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳ در دو دوره زمانی شش ساله از طریق روش شیء‌گرا و استفاده از سری‌های زمانی تصاویر ماهواره‌ای انجام شود.

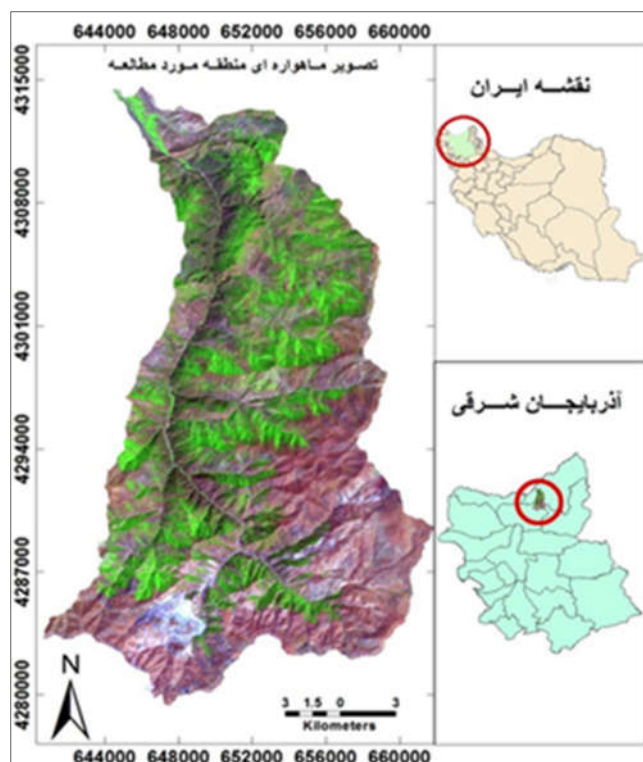
روش‌ها

منطقه مورد بررسی

ایلگنه‌چای یکی از زیر حوزه‌های آبخیز رودخانه ارس در منطقه ارسباران می‌باشد. وسعت منطقه حدود ۴۰۷۷۰ هکتار، ارتفاع آن ۳۲۹ الی ۲۹۲۹ متر از سطح دریا می‌باشد. قسمت اعظم آن در شهرستان کلپیر واقع شده که از قسمت جنوبی به شهرستان اهر و معدن مس سونگون و از شمال به رودخانه ارس منتهی می‌شود. مختصات جغرافیایی مرکز حوضه "۱۲' ۴۸' ۳۸° شمالی تا "۴۹' ۴۴' ۴۶° شرقی می‌باشد (شکل ۱). این منطقه از سال ۱۳۵۵ به‌عنوان ذخیره‌گاه زیست‌کره تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط زیست قرار گرفته است.

شاهد روند کاهش اراضی با پوشش جنگلی و مرتعی درجه یک بوده و از سوی دیگر، زمین‌های مرتعی درجه دو، بایر و سطح اراضی مسکونی افزایش یافته است که این امر بیانگر روند کلی تخریب اراضی در منطقه از طریق جایگزینی مراتع درجه یک و جنگلی با سایر کاربری‌ها نظیر مراتع درجه دو و اراضی بایر و مسکونی است. همچنین نتایج این بررسی نشان داد در بازه زمانی ۲۷ ساله، سطح اراضی جنگلی در این شهرستان به‌میزان ۱/۵ درصد معادل ۱۰۷ کیلومتر مربع کاهش یافته است (پیشنماز احمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

با توجه به تغییرات گسترده کاربری اراضی و تخریب منابع طبیعی به‌ویژه جنگل‌ها در سال‌های اخیر، تهیه نقشه محدوده جنگل و بررسی روند تغییرات آن در دوره‌های زمانی مختلف ضروری است. رویشگاه‌های جنگلی ارسباران که در گذشته سطح وسیعی از منطقه را دربر می‌گرفت، به‌دلیل تغییرات کاربری، اکنون سطح کمتری از منطقه را شامل می‌شود. لذا در این پژوهش سعی شده است



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش بررسی

تعلیمی و نقاط کنترل استفاده شد. جهت پردازش

رقومی تصاویر ماهواره‌ای نیز از نرم‌افزارهای ENVI و eCognition 8.7 استفاده گردید.

پیش پردازش

پیش‌پردازش تصاویر مورد نظر از قبیل تصحیحات هندسی و رادیومتریک در محیط نرم‌افزاری ENVI انجام گرفت. اولین مرحله در تحلیل شیء‌گرا سگمنت‌سازی می‌باشد که در اینجا، از روش سگمنت‌سازی چند تفکیکه^۲ استفاده شد.

در این تحقیق از ۶ باند (باندهای ۱ تا ۵ و باند

۷) ماهواره‌ای لندست سال ۲۰۰۱ سنجنده ETM⁺،

چهار باند با تفکیک مکانی ۲۴ متری از ماهواره

IRSP6-LISS-III سال ۲۰۰۷ و ۶ باند (باندهای ۲

تا ۷) ماهواره‌ای لندست ۸ سال ۲۰۱۳ سنجنده

OLI^۱ استفاده شده است. تمامی تصاویر لندست

دارای قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متری هستند.

تصحیحات هندسی تصاویر بر اساس اطلاعات

نقشه‌های توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ انجام گرفته است.

از برنامه Google-Earth و GPS برای تهیه نقاط

² Multi resolution Segmentation

¹ Operational Land Imager (OLI)

نرم‌افزار eCognition برای سگمنت‌سازی چند تفکیکه از شاخصه‌های مقیاس، رنگ، شکل، نرمی، فشردگی و وزن‌های متناسب برای هر یک از باندهای تصویری استفاده می‌نماید (جدول ۱). این شاخصه‌ها در ترکیب با هم می‌توانند این امکان را فراهم آورند که بتوان با ایجاد تغییرات در هر یک از آنها انواع مختلف و بی‌شماری از سگمنت‌سازی چند تفکیکه، در شرایط متفاوت را داشت و شیء‌های تصویری همگنی در قدرت تفکیک و اندازه‌های اختیاری ساخت.

جدول ۱- وزن معیارهای مورد استفاده در سگمنت‌سازی

تصویر	رنگ	شکل	فشردگی	نرمی	مقیاس
۲۰۰۱	۰/۷	۰/۳	۰/۶	۰/۳	۷
۲۰۰۷	۰/۸	۰/۲	۰/۶	۰/۴	۹
۲۰۱۳	۰/۷	۰/۳	۰/۶	۰/۳	۱۱۰

بعد از بررسی اولیه اشیاء تصویری و با در نظر گرفتن این موضوع که در مرحله اول طبقه‌بندی کل تصویر مد نظر است، در تصاویر منطقه مورد مطالعه ۹ کلاس بستر رود، روستاها، معدن، اراضی بایر، مرتع، زراعت آبی، زراعت دیم، جنگل متراکم و جنگل تنک برای طبقه‌بندی در نظر گرفته شد.

تحلیل بافت

تحلیل شیء‌گرای اشیاء و نمونه‌های تصویری نشان داد شاخصه بافت بهترین تفکیک و شناسایی را بین پوشش جنگل با سایر کاربری‌ها فراهم می‌آورد. برای تحلیل بافت در این تحقیق از ماتریس هم‌رخداد سطوح خاکستری (GLCM) استفاده گردید.

¹ Entropy

² Rectangular

طبقه‌بندی و نتیجه بهترین طبقه‌بندی اول نیز استفاده می‌گردد.

پایداری طبقه‌بندی اختلاف در درجه عضویت بین بهترین طبقه‌بندی اول و بهترین طبقه‌بندی دوم کلاس ارزیابی شده برای شیء‌های تصویری را نمایان می‌سازد و نتیجه بهترین طبقه‌بندی اول نشانگر بالاترین درجه عضویت یا نزدیکترین فاصله از یک نمونه می‌باشد. در مرحله پس‌پردازش، نتایج به محیط سیستم اطلاعاتی منتقل و نقشه‌های پوشش جنگلی بعد از ادغام کلاس‌های جنگل تنک و متراکم و همچنین ادغام سایر کلاس‌ها تحت کلاس پوشش غیرجنگل، استخراج شد. با انجام عملیات هم‌پوشانی نقشه‌های تغییرات تولید گردید و مقادیر سطوح تغییر یافته محاسبه شد.

یافته‌ها و تحلیل‌ها

بر اساس معیارهای مندرج در جدول (۱)، مناطق همگن در قالب سگمنت‌ها به تفکیک هر کدام از تصویر ماهواره‌ای مورد استفاده برای محدوده حوضه آبریز ایلگنه‌چای انجام گرفت که نتایج آن در شکل (۲) نشان داده شده است. بر این اساس، تصویر سال ۲۰۰۱ به ۲۲۳۶۳ سگمنت، تصویر سال ۲۰۰۷ به ۱۸۹۷۶ سگمنت و تصویر سال ۲۰۱۳ به ۲۲۲۰۹ سگمنت تقسیم گردید.

مبنای شاخص (OIF^۱) انتخاب شده است. بر این اساس، ترکیب باندی تصاویر لندست (۳-۴-۵) و تصویر IRS سال ۲۰۰۷ (۲-۳-۴) انتخاب گردید. در ادامه، از روش نزدیکترین همسایه استاندارد^۲ برای طبقه‌بندی شیء‌گرا استفاده شده است.

طبقه‌بندی با تابع نزدیکترین همسایه هم، برای طبقه‌بندی از نمونه‌های آموزشی استفاده می‌نماید و به اشیاء بر اساس دوری و نزدیکی به اشیاء نمونه در فضای عوارض، طبق منطق فازی ارزش‌های عضویت بین صفر و یک در هر یک از کلاس‌ها را می‌دهد و در نهایت در مرحله غیرفازی سازی شیء به کلاسی که بیشترین ارزش عضویت را در آن کسب کرده تعلق می‌گیرد.

در این تحقیق شیب تابع، ۰/۲ در نظر گرفته شد و از عملگر مینیمم برای تابع نزدیکترین همسایه استفاده شده و تصاویر منطقه در سال‌های ۲۰۰۱، ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳ طبقه‌بندی شدند.

صحت‌سنجی

ارزیابی صحت، آخرین مرحله طبقه‌بندی تصویر در هر روشی می‌باشد. در تحلیل شیء‌گرا علاوه بر روش‌های معمول ارزیابی صحت طبقه‌بندی از دو عامل دیگر یعنی پایداری

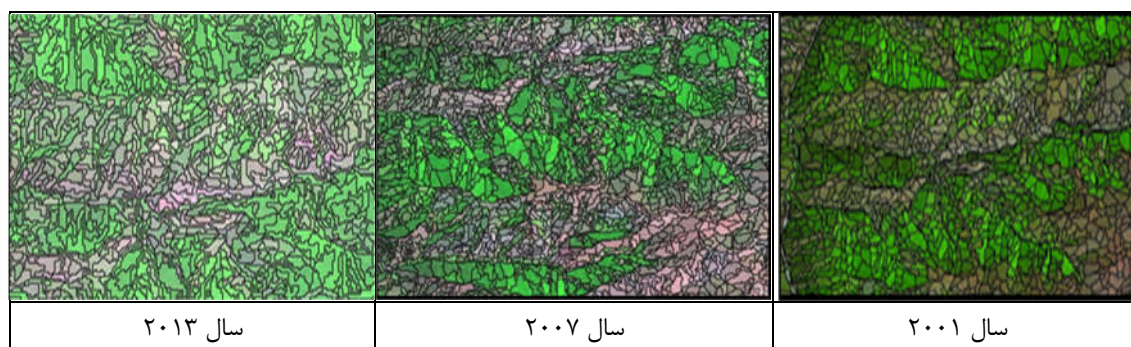
^۱ Optimum Index Factor

^۲ Standard Nearest Neighbor

بعد از سگمنت‌سازی تصاویر منتخب با استفاده از خصوصیات اشیاء و تعریف نقاط تعلیمی اقدام به تشکیل ماتریس تفکیک کلاس‌های کاربری گردید و نتایج آن در جداول (۲) ارائه شده است. کلاس کاربری جنگل‌های تنک و متراکم دارای بیشترین تفکیک نسبت به سایر کلاس‌ها می‌باشند. علت این تفکیک‌پذیری بالا را می‌توان تحت تأثیر استفاده از چندین عامل مربوط به بافت از جمله انтропоیی، همگنی، همبستگی، کنتراست و ناهمگنی ذکر کرد. این نتایج با پارامترهای موثر در

سیگمنت‌سازی و تفکیک‌پذیری کلاس‌های مختلف کاربری در تحقیقات Akcay و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت دارد.

در مرحله استخراج خصوصیات سگمنت‌ها مشاهده گردید ارزش بافت بیشترین تمایز را برای مناطق پوشش جنگلی با سایر کاربری‌ها ایجاد می‌نماید، در حالی که جنگل تنک و متراکم با توجه به شباهت در بافت و سایر خصوصیات دارای تفکیک کمتری در مقایسه با سایر کاربری‌ها می‌باشند.



شکل ۲- قسمتی از تصویر سگمنت‌سازی شده

جدول ۲- میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌های کاربری اراضی نسبت به هم در تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۱۳

کلاس کاربری	بستر رود	بایر	جنگل تنک	جنگل متراکم	معدن	مرتع	مسکونی	زراعت آبی
بایر	۱۴/۳۰	۰						
جنگل تنک	۳۷/۳۵	۵۹/۸۴	۰					
جنگل متراکم	۴۱/۵۵	۶۱/۷۵	۹/۱۱	۰				
معدن	۳۵/۶۰	۷۳/۶۰	۵۸/۴۱	۶۱/۴۷	۰			
مرتع	۱۲/۰۹	۴۲/۰۲	۳۱/۹۵	۳۲/۷۷	۴۵/۵۴	۰		
مسکونی	۸۷/۷۱	۳۶/۴۰	۱۰۵/۴۴	۹۹/۰۱	۳۹/۶۹	۶۹/۲۴	۰	
زراعت آبی	۲۳/۵۴	۳۱/۵۰	۲۱/۹۷	۲۵/۰۸	۸۷/۸۹	۱۵/۳۷	۵۴/۷۹	۰
زراعت دیم	۲۹/۱۴	۳۴/۹۳	۲۹/۸۱	۴۶/۷۵	۵۶/۲۹	۲۳/۹۰	۵۲/۳۰	۱۱/۲۶

نمونه‌های بیشتر برداشت شده از برنامه Google-Earth خطای ناشی از این موضوع تأثیر کمتری در نتایج نهایی طبقه‌بندی داشته باشد.

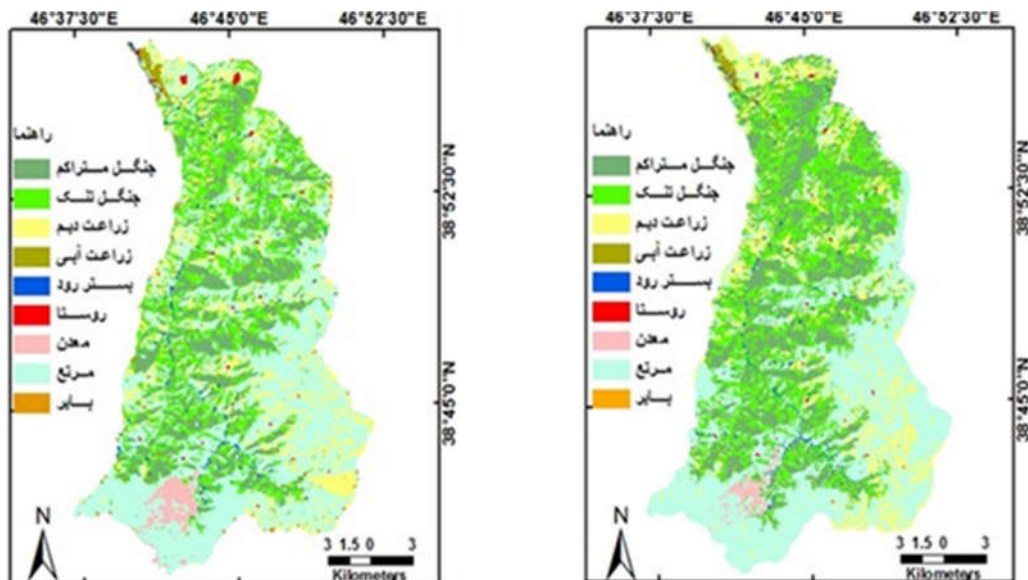
دقت نتایج طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای بر اساس اطلاعات ۱۷۰ نقطه از ۳۰۰ نقطه کنترل زمینی که با استفاده از GPS و برنامه Google-Earth تهیه شده ارزیابی گردید و نتیجه آن در جدول (۳) ارائه شده است. در این جدول، به غیر از مقادیر شاخص کاپا و صحت کلی که مربوط به همه کلاس‌ها می‌باشد، بقیه پارامترها مربوط به دو کلاس جنگل‌های متراکم و تنک می‌باشد. نتایج این جدول بیانگر دقت بالای نتایج طبقه‌بندی کلاس‌های کاربری مورد بحث بالاخص دو کلاس مربوط به جنگل است.

در این تحقیق، از شاخص گیاهی استاندارد شده (NDVI) به‌عنوان باند کمکی در ترکیب باندی برای تشخیص هرچه بهتر کاربری‌های اراضی استفاده شد. این شاخص تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای را در متمایز نمودن مراتع از سایر کاربری‌ها به‌خصوص در تصویر مربوط به سال ۲۰۱۳ که در اوایل تابستان اخذ شده بود، داشت.

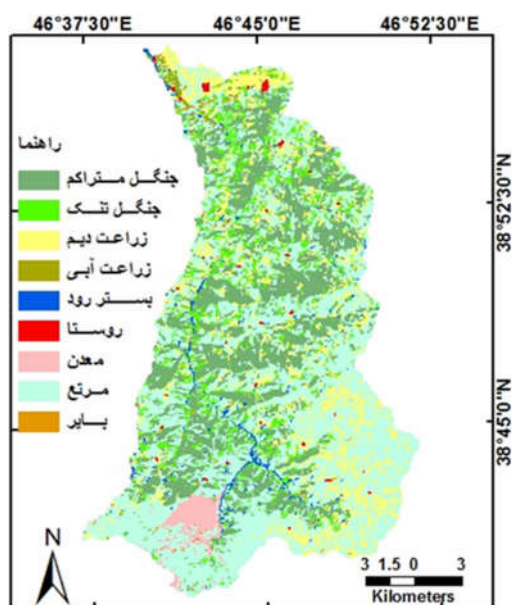
کیفیت مراتع و اراضی دیم و آبی در تصویر سال ۲۰۱۳ مربوط به اواسط تیر ماه با دو تصویر بعدی که مربوط به اوایل شهریور بودند اندکی متفاوت بود، چون در اوایل شهریور اراضی زراعی برداشت شده و مرتع کیفیت اولیه خود را ندارد که سعی شد با استفاده از خصوصیات شکل و بافت و همچنین بررسی‌های میدانی بیشتر و استفاده از

جدول ۳- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی جنگل‌های متراکم و تنک

۲۰۱۳		۲۰۰۷		۲۰۰۱		تصویر کلاس نوع ارزیابی
تنک	متراکم	تنک	متراکم	تنک	متراکم	
۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۱	۰/۱	پایداری طبقه‌بندی
۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹	۰/۸۹	۰/۸۸	بهترین طبقه‌بندی اول
%۹۷/۱	%۹۸/۵	%۹۷/۱	%۹۲/۷	%۹۴/۴	%۱۰۰	دقت کاربر
%۹۷/۱	%۹۷/۱	%۹۵/۸	%۹۸/۵	%۹۵/۷	%۹۷/۱	دقت تولید کننده
۰/۹۵		۰/۹۴		۰/۹۴		شاخص کاپا
%۹۵/۹۷		%۹۵/۱		%۹۴/۸۲		صحت کلی



شکل ۳- نقشه کاربری اراضی ایلگنه‌چای در سال ۲۰۰۱ شکل ۴- نقشه کاربری اراضی ایلگنه‌چای در سال ۲۰۰۷



شکل ۵- نقشه کاربری اراضی ایلگنه‌چای در سال ۲۰۱۳

و نسبت تغییرات این کلاس‌ها محاسبه شد که نتیجه آن در جدول (۴) ارائه شد. همان طوری که پیداست سطح پوشش جنگل‌های انبوه در دوره اول (۲۰۰۷-۲۰۰۱)

برای نمایش بهتر تغییرات سطح مناطق جنگلی در حوزه آبریز ایلگنه‌چای، کلاس‌های کاربری جنگل انبوه و تنک از سایر کاربری‌های تفکیک شد و مساحت تحت پوشش هر کدام از آنها

حدود ۱۷ درصد کاهش پیدا کرد (شکل‌های ۳ و ۴). در حالی که در دوره دوم (۲۰۰۷-۲۰۱۳) کاهش سطح این جنگل‌ها کمتر از دوره اول شد و به ۴/۵ درصد رسید (شکل‌های ۴ و ۵). پوشش جنگل‌های تنک منطقه نیز در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۳ نسبت به سال ۲۰۰۱ روند کاهشی نشان می‌دهد.

مقدار کاهش سطح این جنگل‌ها در دوره اول (۲۰۰۱-۲۰۰۷) حدود ۱۵/۸ درصد محاسبه شد در حالی که در دوره دوم تحقیق، کاهش سطح آنها افزایش یافت و به حدود ۱۷ درصد رسید.

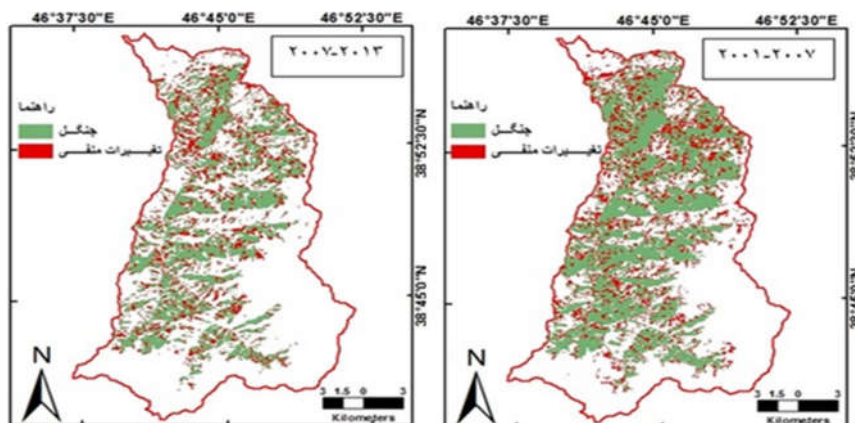
مقایسه سطح مناطق جنگلی با سایر کاربری‌ها در شکل ۶ نشان داده شد. مساحت مناطق جنگلی در سال ۲۰۰۱ میلادی، ۴۵/۸۹ درصد کل کاربری‌ها و در سال ۲۰۰۷ در حدود ۳۸/۳۵ درصد کل کاربری‌ها و در سال ۲۰۱۳ حدود ۳۴/۱۷ درصد از کل کاربری‌ها را تشکیل می‌داد (شکل ۶).

مقایسه نتایج حاصل از نقشه‌ها نشانگر این است که بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۷، حدود ۱۶/۴۳ درصد و بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۳ معادل ۱۰/۹ درصد از پوشش جنگلی حوزه آبریز ایلگنه‌چای کاهش پیدا کرده است.

در کل در طی دوره ۱۲ ساله مورد مطالعه، ۲۷/۳۳ درصد از پوشش جنگلی منطقه کم شده است. یا به عبارتی دیگر، به‌طور متوسط در هر سال ۲/۲۷ درصد تخریب در کاربری پوشش جنگلی منطقه رخ داده است.

جدول ۴- نسبت مساحت پوشش جنگلی حوزه آبریز ایلگنه‌چای به سایر کاربری‌ها

کاربری / سال	۲۰۰۱		۲۰۰۷		۲۰۱۳	
	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار
جنگل‌های انبوه	۲۲/۴	۹۱۳۵/۷۷	۱۸/۵۷	۷۵۷۱/۵	۱۷/۷۴	۷۲۳۳/۵
درصد تغییرات	-۱۷/۱۰				-۴/۵	
جنگل‌های تنک	۲۳/۵	۹۵۷۸/۴۵	۱۹/۷۸	۸۰۶۷/۷۵	۱۶/۴۳	۶۷۰۰
درصد تغییرات	-۱۵/۸				-۱۶/۹۴	



شکل ۶- نقشه تغییرات سطح مناطق جنگلی در حوضه ایلگنه چای در بازه زمانی ۱۲ ساله

توصیه ترویجی

۲- نتایج صحت کلی طبقه‌بندی برای تصویر

۲۰۰۱ برابر ۹۴/۸۲، تصویر ۲۰۰۷ برابر ۹۵/۱ و

تصویر ۲۰۱۳ برابر ۹۵/۹۷ درصد به‌دست آمد

که حاکی از مطلوب بودن روش شیء‌گرا نسبت

به روش پیکسل پایه و توان بالای آن در

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد. با توجه

به اهمیت حفاظت از مناطق جنگلی ارسباران و

دسترسی آسان به سری زمانی تصاویر به‌روز

دورسنجی با تفکیک مکانی مناسب، پیشنهاد

می‌شود که به‌صورت دوره‌ای سطح جنگل‌های

این منطقه با استفاده از داده‌های دورسنجی و

به روش پردازشی شیء‌گرا پایش گردد.

۱- نتایج این تحقیق نشان داد که سطح پوشش

جنگلی این منطقه در دوره ۱۲ ساله بررسی،

۲۷/۳۳ درصد کاهش داشته است. به‌عبارت

دیگر، به‌طور متوسط حدود ۲/۲۷ درصد در هر

سال از سطح جنگل‌های این منطقه کاسته شده

است. ادامه آن می‌تواند آسیب جدی به سطح

پوشش جنگلی حوزه آبخیز ایلگنه‌چای وارد

نموده و تعادل زیستی منطقه را به‌هم بزند.

بنابراین، لازم است اقدامات حفاظتی جنگل در

این منطقه بیش از پیش مورد توجه قرار

گیرد.

منابع

- پیشنماز احمدی، م.، محمدزاده، ک. و حجازی، س.ا. ۱۳۹۶. ارزیابی الگوی تغییرات پوشش جنگلی با استفاده از تکنیک‌های فازی شیء‌گرا (مطالعه موردی: شهرستان کلیبر). فصلنامه جغرافیا و پایداری محیط، ۷ (۲۵): ۹۵-۱۱۱.
- رستم‌زاده، ه.، دارابی، ص. و شهابی، ه. ۱۳۹۶. آشکارسازی تغییرات جنگل بلوط با استفاده از طبقه‌بندی شیء‌گرای تصاویر چندزمانه لندست (مطالعه موردی: جنگل‌های شمال استان ایلام). سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی)، ۸ (۲ (پیاپی ۲۷)): ۹۲-۱۱۰.
- نصیری، و.، درویش صفت، ع.ا.، شیروانی، ا.، عواطفی و همت، م. ۱۳۹۸. آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات گستره جنگل‌های ارسباران با استفاده از مدل‌های رگرسیون لجستیک-زنجیره مارکوف و مدل ژنومد، فصلنامه فضای جغرافیایی، ۱۹ (۶۵): ۷۱-۱۸۹.
- Akcaay, O., Avsar, E., Inalpulat, M., Genc, L. and Cam, A. 2018. Assessment of Segmentation Parameters for Object-Based Land Cover Classification Using Color-Infrared Imagery. ISPRS International Journal of Geo-Information 7 (11), 424; <https://doi.org/10.3390/ijgi7110424>
- Khiali, L., Ndiath, M., Alleaume, S.amuel, Ienco, D., Ose, K. and Teisseire, M. 2019. Detection of spatio-temporal evolutions on multi-annual satellite image time series: A clustering based approach. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 74: 103-119.

