

روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه حفاظت شده مانشت و قلا رنگ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای

ناهید جعفریان^۱، جواد میرزایی^{۲*} و امید کرمی^۳

۱- دانشجوی دکتری علوم زیستی جنگل، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

پست الکترونیک: j.mirzaei@mail.ilam.ac.ir

۳- دانش آموخته دکتری علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۴/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۱۴

چکیده

هدف از این پژوهش پیش‌بینی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه حفاظت شده مانشت و قلا رنگ در استان ایلام با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (تصاویر TM سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۸ و OLA سال ۱۳۹۳) است. پس از تصحیح هندسی و اتمسفریک در این تصاویر ماهواره‌ای، چهار کاربری زراعت، باغ، مرتع و جنگل در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد. برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای از مقایسه روش‌های حداکثر احتمال و نزدیکترین همسایه و برای شناسایی تغییرات کاربری از روش‌های مقایسه بعد از طبقه‌بندی، تفاوت شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و تفاوت تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده شد. پیش‌بینی تغییرات کاربری در سال ۱۴۰۳ با استفاده از مدل تلفیقی سلولی خودکار و زنجیره مارکوف انجام شد. به‌طور کلی طبقه‌بندی تصاویر مورد استفاده با روش حداکثر احتمال صحت بیشتری را نسبت به روش نزدیک‌ترین همسایه ارائه کرده است. براساس نتایج طبقه‌بندی طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۶۳ کاهش در سطح اراضی مرتعی و جنگل و افزایش در اراضی باغی و زراعی مشاهده شد. در روش مقایسه پس از طبقه‌بندی بیشترین تغییرات در طی دوره ۱۳۶۳-۱۳۷۸ مربوط به تبدیل جنگل به زراعت، در دوره ۱۳۷۸-۱۳۹۳ مربوط به تبدیل جنگل به مرتع بود. پیش‌بینی تغییرات برای سال ۱۴۰۳ نشان داد که اراضی زراعی ۱/۱۰ درصد، باغی ۰/۵۲ درصد افزایش و سطح مراتع و جنگل‌ها به ترتیب ۰/۷۶ درصد و ۰/۸۶ درصد کاهش می‌یابد. براساس نتایج استفاده از تصاویر لندست در تلفیق با مدل مارکوف در مدلسازی تغییرات کاربری اراضی از صحت و دقت بالایی برخوردار است و می‌تواند در تصمیم‌گیری و مدیریت منطقه مؤثر باشد.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، نزدیک‌ترین همسایه‌ها، حداکثر احتمال، زنجیره مارکوف، ایلام.

مقدمه

فناوری‌های جدید سبب توانمندی انسان در تغییر محیط‌زیست به‌منظور تأمین نیازهای خود شده است (Abdollah Pour Hassan Kiyade et al., 2016). این امر منجر به تخریب، جداافتادگی و تکه تکه شدن بوم‌سازگان طبیعی، یکنواختی ترکیب گونه‌ها، تغییر در جریان انرژی و چرخه مواد، تغییرات کاربری و افزایش روند بیابان‌زایی در

تغییر در پوشش زمین و کاربری اراضی سابقه‌ای به اندازه تاریخ بشر دارد که در سال‌های اخیر شدت این تغییرات بیشتر شده است. این تغییرات نشان‌دهنده رابطه بین فعالیت‌های انسانی و فرایندهای محیط‌زیستی در طول زمان و مکان می‌باشد (Hao et al., 2015). افزایش جمعیت و گسترش

پیش‌بینی تغییرات کاربری را در آینده میسر می‌کند که با این پیش‌بینی می‌توان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیر مناسب هدایت کرد (Brown et al., 2002; Hathout, 2002).

در سال‌های اخیر تحقیقات بسیاری در زمینه پیش‌بینی روند و بررسی تغییرات کاربری در مناطق مختلف انجام شده است که می‌توان به مطالعات Taheri و همکاران (۲۰۱۹) در شهر شاندیز، Rahi و همکاران (۲۰۱۷) در حوزه سمل بوشهر، Amini Parsa و Nejadi (۲۰۱۶) منطقه حفاظت‌شده دیزمار در داخل کشور اشاره کرد. همچنین در خارج از کشور می‌توان به بررسی تغییرات کاربری اراضی و تغییر پوشش زمین در کشمیر توسط Alam و همکاران (۲۰۱۹) و بررسی تغییرات ذخیرگاه جنگلی گامباری در نیجریه توسط Adedeji و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد.

مناطق حفاظت‌شده هسته اصلی حفاظت از تنوع‌زیستی می‌باشند (Abdollah Pour Hassan Kiyade et al., 2016). بنابراین برای مدیریت و حفاظت از این مناطق، باید مطالعات و بررسی‌های میدانی بیشتری در این مناطق انجام شود. منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلا رنگ که در مجاورت شهر ایلام قرار دارد به علت ویژگی‌هایی مانند آب و هوای منحصربه‌فرد، چشم‌اندازهای زیبا و تنوع گیاهی بالا از اهمیت محیطی زیستی بسزایی برخوردار است (Jafari, 2005). با وجود انجام پژوهش‌هایی در منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلا رنگ، هنوز کار علمی جامع با هدف بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری پوشش در این منطقه انجام نشده است. از این رو این پژوهش با هدف پیش‌بینی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در این منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه حفاظت‌شده مانشت و قلا رنگ در شمال استان ایلام بین چهار شهرستان ایلام، سیروان، چرداول و ایوان قرار گرفته است. این منطقه با وسعتی حدود ۳۰ هزار هکتار در محدوده جغرافیایی ۴۶ درجه، ۲۰ دقیقه و ۳۱ ثانیه تا ۴۶ درجه، ۳۸

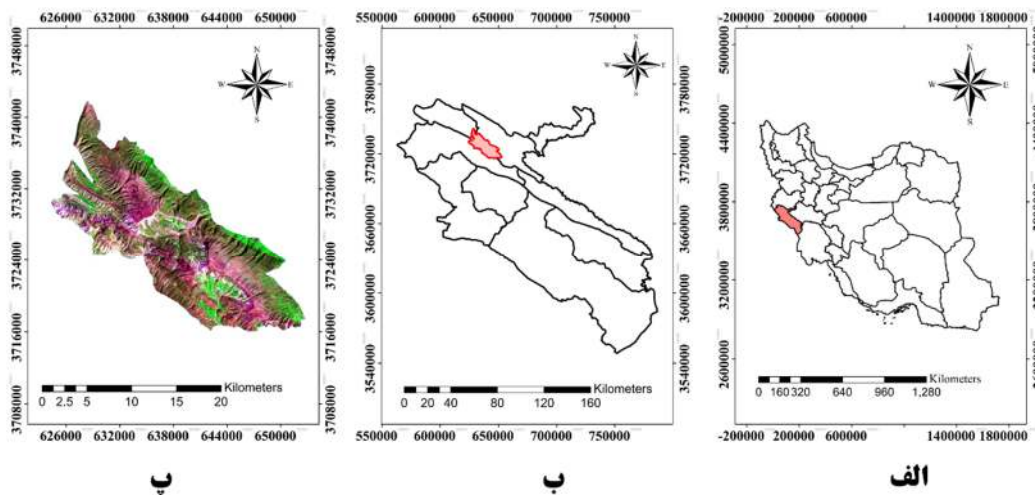
مناطق مختلف شده است (Lubowski, et al., 2006; Zhang et al., 2004).

تغییرات کاربری موجب بروز آثار منفی بر روی منابع اکولوژیکی (کاهش کیفیت آب و هوا، تغییر در اقلیم منطقه، از بین رفتن تنوع‌زیستی)، فیزیکی (کاهش کمی و کیفی منابع آب، فرسایش خاک و کاهش کیفیت سرزمین) و کاهش منابع اقتصادی-اجتماعی، کاهش سطح جنگل‌ها و مراتع، تبدیل جنگل به اراضی کشاورزی، مسکونی، صنعتی و یا تغییر در یک کاربری ویژه مانند دگرگونی در وضعیت مراتع در نتیجه فعالیت‌های انسانی می‌شود (Abdollah Pour Hassan Kiyade et al., 2016; Mosayebi and Maleki, 2014; Lubowski et al., 2006; Zhao et al., 2006). از آنجایی که تغییر کاربری پوشش اراضی یکی از مهمترین مسائل محیط‌زیستی در جهان است (Mubea et al., 2010). بنابراین بررسی روند تغییرات پوشش جنگلی و اراضی برای برنامه‌های کاربردی، مدیریت و ارزیابی آثار و خدمات محیط‌زیستی این تغییرات ضروریست (Griffiths et al., 2014).

در گذشته برای بررسی تغییرات کاربری اراضی از روش‌های سنتی، وقت‌گیر و پرهزینه با دقت کم مانند نقشه‌های زمینی استفاده می‌شد. اما امروزه با پیشرفت فناوری و توسعه علم سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) می‌توان به مطالعه بررسی تغییرات کاربری در دوره‌های زمانی مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، روش‌های تحلیل فضایی و فناوری‌های سنجش از دور با بیشترین دقت پرداخت (Wang, et al., 2013; Mousavi, 2011). سنجش از دور به‌عنوان یکی از مهمترین ابزارها برای پایش کاربری اراضی و مدیریت منابع طبیعی است (Mohammadzadeh Asl et al., 2010). با استفاده از این فن می‌توان به آشکارسازی تغییرات با استفاده از تصاویر چندزمانه و پردازش آنها با سرعت و دقت بالا پرداخت. فناوری سنجش از دور با به‌کارگیری داده‌های طیفی و چندزمانه با صرف زمان و هزینه کم، اطلاعات ارزشمندی را برای درک و پایش الگوهای پوشش زمین ارائه می‌دهند (Mombini and Asgari, 2019). علاوه بر این مدل زنجیره مارکوف امکان

ایستگاه سینوپتیک ایلام، زمستان با ۴۵ تا ۵۰ درصد پرباران‌ترین فصل سال است. رژیم بارندگی در این منطقه، مدیترانه‌ای است. میانگین دمای روزانه منطقه ۹/۸ درجه سانتی‌گراد و میانگین بیشترین و کمترین دمای ثبت شده در منطقه به ترتیب ۱۸/۴ و ۶ درجه سانتی‌گراد است (Jafari, 2007).

دقیقه و ۴۵ ثانیه طول شرقی و ۳۳ درجه، ۳۴ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۳ درجه، ۴۸ دقیقه و ۳۲ ثانیه عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). دامنه تغییرات ارتفاع منطقه بین ۱۱۰۵ تا ۲۶۵۰ متر از سطح دریاست. میانگین بارندگی سالیانه محدوده این منطقه حفاظت‌شده برابر ۶۳۲ میلی‌متر و براساس داده‌های هواشناسی



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (الف: موقعیت استان ایلام در کشور، ب: موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان ایلام، ب: منطقه مورد مطالعه)

زمانی مورد نظر پرداخته شد و در نهایت با استفاده از مدل تلفیقی سلولی خودکار- زنجیره مارکوف (CA-Markov) به پیش‌بینی روند تغییرات پرداخته شد. مراحل انجام تحقیق در شکل ۲ نمایش داده شده است.

داده‌های مورد مطالعه

برای استخراج تصاویر ابتدا تصاویر ماهواره لندست از سایت earthexplor.usgs.gov در دوره‌های زمانی مناسب انتخاب و دانلود شد. تصاویر انتخاب شده مربوط به سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۸ و ۱۳۹۳ بودند که به علت توان طیفی و مکانی مناسب و قدمت سری‌های زمانی در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند. جزئیات تصاویر مورد استفاده در جدول ۱ نمایش داده شده است.

روش تحقیق

در این پژوهش ابتدا اطلاعات مورد نیاز در مورد منطقه مورد مطالعه و مطالعات انجام شده مشابه با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی جمع‌آوری شد. سپس برای تجزیه و تحلیل اطلاعات، تصاویر ماهواره‌ای استخراج و از روش‌های نرم‌افزاری برای پردازش آنها استفاده شد. به این صورت که پس از بررسی خطاهای هندسی و اتمسفریک در تصاویر مورد استفاده، با استفاده از دو روش حداکثر احتمال و نزدیک‌ترین همسایه نقشه طبقات کاربری اراضی مربوط به هر دوره زمانی مورد بررسی تهیه و با بررسی صحت نتایج، دو روش با هم مقایسه شدند. سپس با استفاده از سه روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل شاخص پوشش گیاهی (NDVI) و تفاضل تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) به کشف و بررسی تغییرات کاربری در دوره‌های



شکل ۲- نمودار مراحل اجرای تحقیق

جدول ۱- تصاویر استخراج شده برای پیش بینی و بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه

تعداد باندها	سنجنده	ماهواره	تاریخ اخذ شده
۷	TM	لندست ۵	۱۳۶۳/۰۲/۲۶
۷	TM	لندست ۵	۱۳۷۸/۰۲/۲۰
۱۱	OLI	لندست ۸	۱۳۹۳/۰۲/۱۳

زراعت و باغ) با شناخت از منطقه و بررسی های میدانی، تصاویر رنگی مرکب و تصاویر گوگل ارث با در نظر گرفتن وسعت هر کاربری انتخاب شد. به منظور طبقه بندی تصاویر هر دوره زمانی، پس از انتخاب بهترین ترکیب باندی، طبقه بندی با استفاده از روش حداکثر احتمال (Maxilike) و نزدیکترین همسایه (KNN) انجام شد. روش حداکثر احتمال یکی از رایج ترین فرایندها برای طبقه بندی تصاویر سنجش از دور است. در این طبقه بندی توزیع ارزش بازتابی در هر نمونه تعلیمی به وسیله یک تابع تراکم احتمال نشان داده می شود. در این طبقه بندی احتمال اینکه هر سلول متعلق به یک کاربری باشد بررسی و سلول به کاربری با بالاترین احتمال عضویت اختصاص داده می شود (Arkhi and Isfahani, 2017).

پیش پردازش تصاویر ماهواره ای
تصحیح هندسی و اتمسفریک

بررسی خطاهای هندسی تصاویر با استفاده از ۸۰ نقاط کنترل زمینی با پراکنش مناسب در سطح منطقه و در مکان هایی مانند آبراهه ها و جاده ها انجام و بر روی تصاویر اعمال شد. تصحیح اتمسفریک نیز با استفاده از تکنیک کاهش پیکسل های تاریک با فرض اینکه پیکسل های تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را داشته اند، انجام شد (Naghibi et al., 2009).

طبقه بندی تصاویر

در این پژوهش با توجه به هدف مطالعه، انتخاب نمونه های تعلیمی برای طبقه بندی کاربری های مختلف (جنگل، مرتع،

استفاده شد. میزان تغییرات از هر کاربری به کاربری دیگر در طی دوره‌های مورد مطالعه محاسبه شد. برای این منظور از سه روش مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل شاخص NDVI و تفاضل PCA استفاده شد.

مقایسه پس از طبقه‌بندی یکی از مرسوم‌ترین و بهترین روش‌های کشف تغییرات است، در ابتدا تصاویر ماهواره‌ای مربوط به هر دوره طبقه‌بندی شده و بعد با مقایسه نتایج حاصل از طبقه‌بندی و تفسیر تغییرات طبقات مختلف در دوره‌های مختلف پرداخته شد.

تفاضل شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) مربوط به هر سه دوره به صورت مجزا محاسبه شد و بعد تفاضل شاخص پوشش گیاهی برای دوره‌ها به دست آمد (Arkhi and Fathi Zadeh, 2013). این روش به منظور بررسی تغییرات در پوشش گیاهی مفید می‌باشد (Singh, 1989) که می‌تواند تفاوت‌های موجود در پاسخ طیفی عارضه‌های مختلف را مورد تأکید قرار دهد و اثرهای توپوگرافی، باد و باران را کاهش دهد (Lu et al., 2004). حساس‌ترین بخش در روش کشف تغییرات اختلاف تصاویر، تعیین سطح آستانه برای تعیین مرز تغییرات و بدون تغییرات است. به منظور تعیین سطح آستانه، با استفاده از یکسری نقاط کنترل زمینی (۸۰ نقطه) مقادیر NDVI (دامنه و میانگین) دو طبقه جنگل و غیر جنگل در مناطقی که در دو دوره بدون تغییر باقی مانده‌اند، استخراج گردید و بدین ترتیب نقشه مناطق بدون تغییر تولید شد و با توجه به آن سطح آستانه تعیین گردید. بدین ترتیب که ابتدا میانگین و انحراف معیار شاخص NDVI در نقاطی که در طی دوره زمانی مورد نظر تغییر نکرده است، محاسبه شد و در نهایت با اضافه و کم کردن یک برابر انحراف معیار (Macleod and Congalton, 1998) و دو برابر انحراف معیار (Virk and King, 2006) از میانگین محاسبه شده (Mean±1sd and 2sd)، حد آستانه دو کلاسه تغییر و عدم تغییر محاسبه شد و بر اساس آن شاخص NDVI طبقه‌بندی مجدد گردید. فرمول محاسبه شاخص پوشش گیاهی (NDVI) (Pandya et al., 2000).

روش نزدیکترین همسایه (k Nearest Neighbors) یکی از بهترین و پرکاربردترین الگوریتم‌های دسته‌بندی است که از آن استفاده گسترده‌ای در کاربردهای مختلف می‌شود. این روش، یکی از روش‌های ناپارامتریک برای طبقه‌بندی است. در این نوع طبقه‌بندی طبقه‌ای که بیشترین تعداد را در بین تعداد مشخصی (k) از پیکسل‌های معلوم حول پیکسل مورد نظر دارد، به پیکسل مجهول نسبت داده می‌شود (Aci et al., 2010).

ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی

ارزیابی صحت نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از محاسبه صحت کلی و ضریب کاپا (رابطه ۱ و رابطه ۲) انجام شد. البته هر چه مقادیر این شاخص‌ها بیشتر باشد نشان‌دهنده صحت بالاتر طبقه‌بندی تصاویر است. محاسبه صحت کلی به وسیله تقسیم مجموع پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به مجموع کل پیکسل‌های طبقه‌بندی شده بدست می‌آید.

(رابطه ۱)

$$O. M = \frac{\sum_{i=1}^c E_{ij}}{N}$$

که در آن c تعداد کلاسه‌ها، N تعداد پیکسل‌های معلوم، E اعضای قطری ماتریس خطا و O.A صحت کلی طبقه‌بندی می‌باشد.

ضریب کاپا نیز از رابطه زیر به دست می‌آید (Heidarizadi and Mohamadi, 2016).

(رابطه ۲)

$$Kappa = \frac{p_0 - p_c}{1 - a_c} \times 100$$

توافق مورد انتظار است. pc درستی مشاهده و po که در آن

کشف تغییرات کاربری اراضی در طی دوره‌های زمانی مورد بررسی

برای شناسایی تغییرات کاربری اراضی از نرم‌افزار ادریسی

زنجیره مارکوف به منظور تعیین احتمال تبدیل هر طبقه کاربری به کاربری دیگر به کار برده می‌شود. این زنجیره برای تعیین احتمال تغییر به دو نقشه کاربری اراضی به‌عنوان ورودی‌های مدل نیاز دارد که این داده‌ها از پردازش تصاویر ماهواره‌ای بدست می‌آیند (Mitsova et al., 2011). در این مطالعه از نقشه‌های کاربری سال‌های ۱۳۶۳ و ۱۳۷۸ برای پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی در سال ۱۳۹۳ به‌منظور میزان دقت این روش در پیش‌بینی برای آینده استفاده شد و از نقشه سال ۱۳۶۳ و ۱۳۹۳ برای پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی در سال ۱۴۰۳ استفاده شد. اجرای تجزیه زنجیره مارکوف در محیط نرم‌افزار ادریسی انجام شد.

نتایج

نتایج طبقه‌بندی تصاویر در دوره‌های مورد مطالعه

نتایج بررسی صحت و دقت نقشه‌ها با استفاده از ضریب کاپا و صحت کلی نشان داد که ضریب کاپا و صحت کلی در روش حداکثر احتمال در تمامی سال‌های مورد نظر بیشتر بوده و روش مناسب‌تری است (جدول ۲).

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad (\text{رابطه ۳})$$

که در این رابطه، NIR باند طول موج مادون قرمز نزدیک و RED باند طول موج قرمز است.

تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) با مترام کردن اطلاعات در تصویر به تفسیر داده‌های ماهواره‌ای کمک می‌کند و در حذف اطلاعات زائد کاربرد فراوانی دارد. البته هرچه واریانس طیفی در یک تصویر بیشتر باشد، دامنه اطلاعات تصویر بیشتر خواهد بود (Noori, 2005). در این مطالعه ابتدا PCA تصویر هر دوره محاسبه شد و بعد تفاضل PCA بین دوره‌های مختلف به‌دست آمد (Arkhi and neyazi, 2009). به‌منظور تعیین سطح آستانه تغییرات، مؤلفه اول و دوم در حالت یک زمانه و مؤلفه‌های سوم و چهارم در حالت دو زمانه در نظر گرفته شدند و همانند روش قبل دو آستانه کشف تغییرات تعیین شدند.

پیش‌بینی روند آینده با استفاده از روش مارکوف و مدل زنجیره مارکوف

پیش‌بینی روند تغییرات کاربری برای سال‌های آینده با استفاده از مدل زنجیره مارکوف و مدل سلول خودکار مارکوف انجام شد (Heidarizadi and Mohamadi, 2016). تجزیه

جدول ۲- ارزیابی صحت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده در دوره‌های زمانی مختلف با روش‌های مختلف

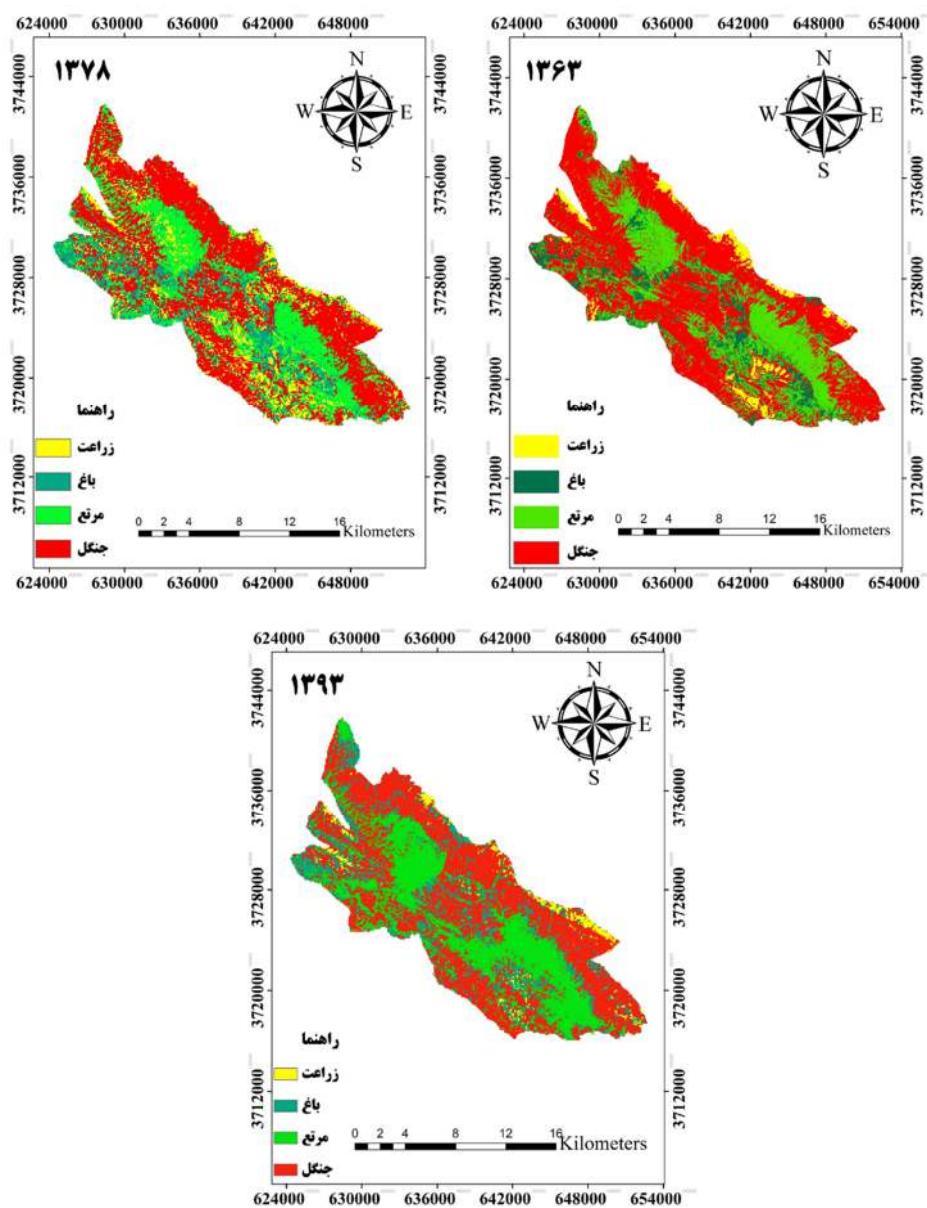
صحت کلی	ضریب کاپا	روش طبقه‌بندی	سال
۰/۹۶	۰/۹۳	حداکثر احتمال	سال ۱۳۶۳
۰/۸۱	۰/۶۸	نزدیکترین همسایه	
۰/۷۳	۰/۵۳	حداکثر احتمال	سال ۱۳۷۸
۰/۶۶	۰/۴۵	نزدیکترین همسایه	
۰/۸۵	۰/۷۳	حداکثر احتمال	سال ۱۳۹۳
۰/۶۸	۰/۵۲	نزدیکترین همسایه	

۱۲/۸۳ درصد باغ، ۲۷/۶۲ درصد مرتع و ۵۳/۷۵ درصد به جنگل متعلق بود (جدول ۳). در سال ۱۳۹۳، ۷/۲۲ درصد از سطح منطقه به زراعت، ۱۳/۷ درصد به باغ، ۲۶/۷۹ درصد به مرتع و ۵۲/۲۹ درصد به جنگل تعلق داشت (جدول ۳).

براساس نتایج در سال ۱۳۶۳، ۴/۶۳ درصد از مساحت منطقه را کاربری زراعت، ۱۰/۴۴ درصد را باغ، ۲۸/۹۷ درصد را مرتع و ۵۵/۹۶ درصد را جنگل تشکیل داده بود (جدول ۳). در سال ۱۳۷۸، ۵/۸ درصد منطقه زراعت،

جدول ۳- مساحت کاربری اراضی در دوره‌های مورد مطالعه

۱۳۹۳		۱۳۷۸		۱۳۶۳		نوع کاربری
مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	مساحت (درصد)	مساحت (هکتار)	
۷/۲۲	۲۱۱۸/۴۸	۵/۸	۱۶۹۹/۳۳	۴/۶۳	۱۳۵۸/۵۶	زراعت
۱۳/۷	۴۰۱۶/۵۷	۱۲/۸۳	۳۷۶۲/۳۵	۱۰/۴۴	۳۰۶۱/۱۳	باغ
۲۶/۷۹	۷۸۵۲/۴۳	۲۷/۶۲	۸۰۹۸/۱۸	۲۸/۹۷	۸۴۹۱/۳۵	مرتع
۵۲/۲۹	۱۵۳۲۸/۱۶	۵۳/۷۵	۱۵۷۵۵/۷۸	۵۵/۹۶	۱۶۴۰۴/۶۰	جنگل



شکل ۳- تصاویر طبقه‌بندی شده با استفاده از روش حداکثر احتمال در سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۸، و ۱۳۹۳

نتایج بررسی صحت و دقت نقشه‌های تغییرات کاربری‌ها در دوره‌های مختلف نشان‌دهنده صحت مناسب کشف تغییرات با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی است (جدول ۴ و ۵). در دوره ۱۳۶۳-۱۳۷۸ بیشترین تغییرات از کل مساحت منطقه مربوط به تغییرات کاربری جنگل به زراعت (۵/۷۹ درصد) و کمترین تغییرات مربوط به تبدیل کاربری زراعت به مرتع (۰/۴۷ درصد) بود. همچنین نتایج نشان داد که ۳۹/۴۱ درصد از اراضی جنگل، ۱۶/۹۹ درصد از کاربری مرتع، ۵/۷۵ درصد از کاربری باغ و ۲/۱ درصد از اراضی زراعی بدون تغییر مانده است (شکل ۴).

یافته‌های این پژوهش نشان داد که سطح اراضی زراعی و باغ در سال ۱۳۷۸ نسبت به سال ۱۳۶۳ افزایش و سطح جنگل و مراتع کاهش یافته است. همچنین براساس نتایج در سال ۱۳۹۳ نسبت به ۱۳۷۸ نیز سطح اراضی باغی و زراعی افزایش و سطح مراتع و جنگل کاهش یافته است (جدول ۳). همچنین براساس نتایج طی دوره ۱۳۶۳-۱۳۹۳ میزان کاهش مرتع و جنگل به ترتیب ۲/۱۸ و ۳/۶۷ درصد و افزایش باغ و زراعت ۳/۲۶ و ۲/۵۹ درصد بود. تصاویر مربوط به نتایج حاصل از طبقه‌بندی در شکل ۳ ارائه شده است. کشف تغییرات به روش مقایسه پس از طبقه‌بندی

جدول ۴- میزان تغییرات کاربری‌های اراضی بر حسب درصد و مساحت در دوره ۱۳۶۳-۱۳۷۸

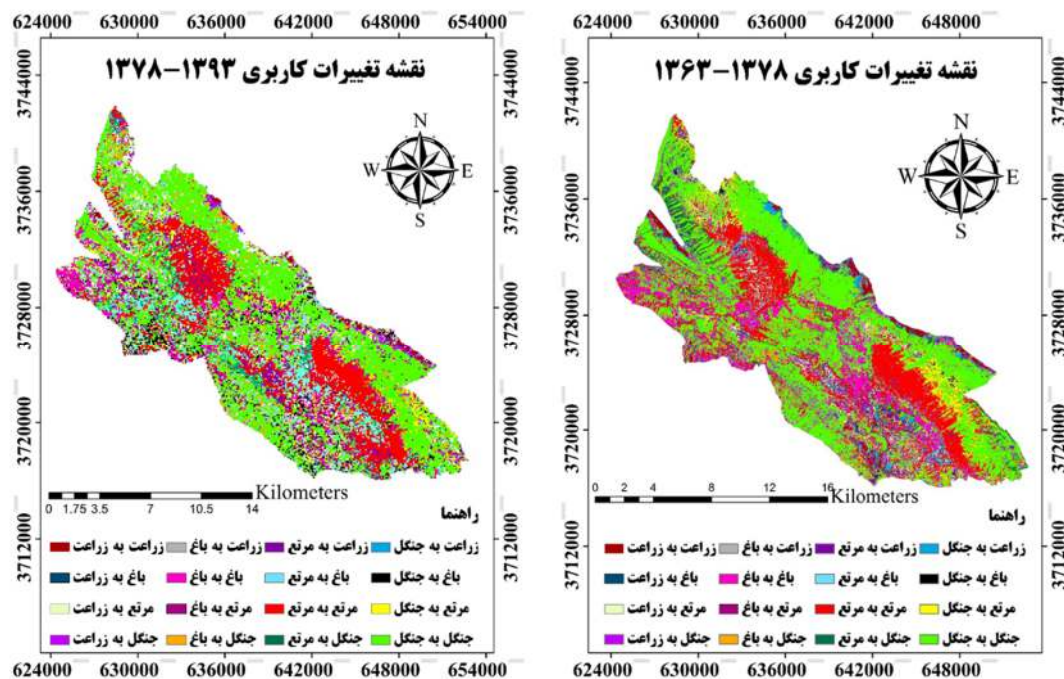
زراعت	باغ	مرتع	جنگل
۲/۱	۰/۵۶	۰/۴۷	۱/۵۲
(۶۱۲/۶۲ هکتار)	(۱۶۸/۴۳ هکتار)	(۱۳۶/۷۱ هکتار)	(۴۴۵/۸۹ هکتار)
۱/۴۵	۵/۷۵	۲/۸۱	۰/۶۳
(۴۲۶/۶۱ هکتار)	(۱۶۸۵/۳۷ هکتار)	(۸۲۴/۴۸ هکتار)	(۱۸۴/۰۷ هکتار)
۳/۳۰	۳/۸۱	۱۶/۹۹	۴/۹۲
(۹۶۷/۲۲ هکتار)	(۱۱۱۷/۷۳ هکتار)	(۴۹۷۹/۹۸ هکتار)	(۱۴۴۳/۲۸ هکتار)
۵/۷۹	۵/۵۵	۴/۹۴	۳۹/۴۱
(۱۶۹۶/۰۲ هکتار)	(۱۶۲۵/۶۷ هکتار)	(۱۴۴۷/۹۱ هکتار)	(۱۱۵۵۳/۶۵ هکتار)

جدول ۵- میزان تغییرات کاربری‌های اراضی بر حسب درصد و مساحت در دوره ۱۳۷۸-۱۳۹۳

زراعت	باغ	مرتع	جنگل
۲/۵۶	۱/۰۶	۰/۲۴	۱/۶۳
(۷۴۹/۴۴ هکتار)	(۳۱۲/۲۵ هکتار)	(۷۱/۳۹ هکتار)	(۴۷۷/۵۹ هکتار)
۰/۰۹	۲/۶۸	۳/۶۴	۱/۸۱
(۲۸/۳۱ هکتار)	(۷۸۵/۴۷ هکتار)	(۱۰۶۶/۹۰ هکتار)	(۵۲۹/۷۹ هکتار)
۴/۹۱	۳/۷۲	۱۶/۹۵	۳/۸۵
(۱۴۳۸/۹۶ هکتار)	(۱۰۸۹/۲۹ هکتار)	(۴۹۶۸/۵۳ هکتار)	(۱۱۲۹/۵۹ هکتار)
۴/۲۹	۴/۱۳	۸/۵۳	۳۹/۹۱
(۱۲۵۸/۶۷ هکتار)	(۱۲۰۹/۷۵ هکتار)	(۲۴۹۹/۸۲ هکتار)	(۱۱۶۹۹/۸۹ هکتار)

داد (جدول ۵). در این دوره زمانی ۱۶/۹۵ درصد از مراتع، ۳۹/۹۱ درصد از جنگل، ۲/۶۸ درصد از اراضی باغی و ۲/۵۶ درصد از اراضی زراعی بدون تغییر مانده است (شکل ۴).

همچنین نتایج نشان داد در دوره ۱۳۷۸-۱۳۹۳ تبدیل کاربری جنگل به مرتع ۸/۵۳ درصد در سطح منطقه بیشترین و تبدیل باغ به زراعت به میزان ۰/۰۹ درصد کمترین میزان را نشان



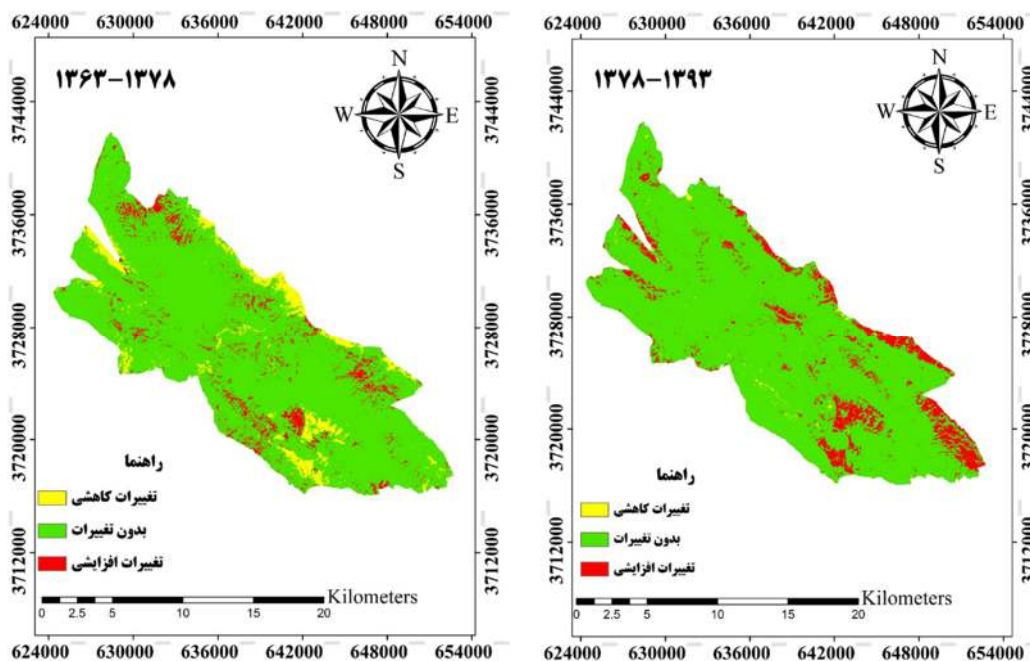
شکل ۴- نقشه‌های تغییرات کاربری در دوره‌های مورد مطالعه (۱۳۶۳-۱۳۷۸ و ۱۳۷۸-۱۳۹۳)

تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه را بهتر نشان داده است (جدول ۶). شکل ۵ نشان می‌دهد که پوشش گیاهی در بیشتر منطقه بدون تغییر مانده که این مسئله فقط نشان می‌دهد که در این منطقه پوشش گیاهی وجود داشته است یا خیر.

کشف تغییرات با استفاده از تفاضل شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) ارزیابی به دست آمده نشان داد که ضریب کاپا و صحت کلی در آستانه دوم حاصل از تفاضل دوره‌های مختلف بیشتر بود و

جدول ۶- ارزیابی صحت کلی و ضریب کاپا نقشه‌های به دست آمده برای شاخص پوشش گیاهی بین دوره‌های زمانی مختلف

دوره زمانی	آستانه	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۳۶۳-۱۳۷۸	آستانه ۱	۰/۲۵	۰/۶۲
	آستانه ۲	۰/۳۸	۰/۸۵
۱۳۷۸-۱۳۹۳	آستانه ۱	۰/۲۳	۰/۶۵
	آستانه ۲	۰/۳۱	۰/۷۹



شکل ۵- نقشه‌های تفاضل شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) در دوره‌های زمانی مورد مطالعه (۱۳۶۳-۱۳۷۸ و ۱۳۷۸-۱۳۹۳)

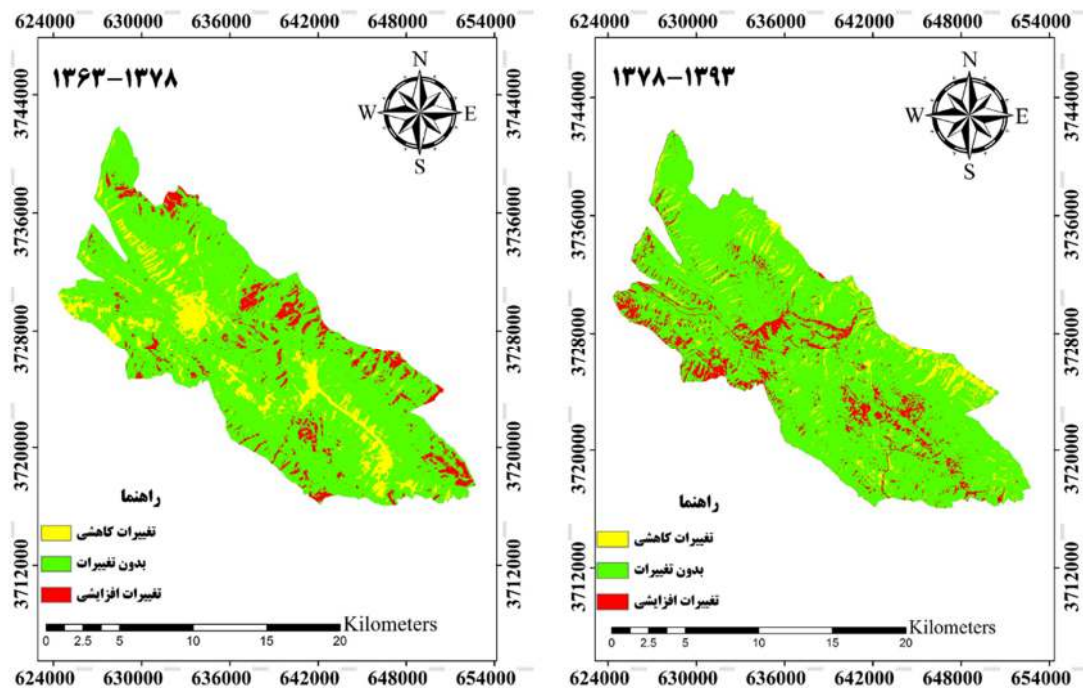
جدول ۷- ارزیابی صحت کلی و ضریب کاپا برای تجزیه مؤلفه‌های PCA بین دوره‌های زمانی مختلف

۱۳۷۸-۱۳۹۳		۱۳۶۳-۱۳۷۸		حد آستانه	نام باند
صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا		
۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۰۱	آستانه ۱	باند ۱
۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۹۱	۰/۰۱	آستانه ۲	
۰/۷۴	۰/۰۲	۰/۶۶	۰/۲۲	آستانه ۱	باند ۲
۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۸۸	۰/۵۱	آستانه ۲	
۰/۵۲	۰/۰۳	۰/۳۲	-۰/۰۴	آستانه ۱	باند ۳
۰/۶۹	-۰/۰۳	۰/۷۰	-۰/۰۴	آستانه ۲	
۰/۳۹	-۰/۱۳	۰/۵۵	-۰/۰۱	آستانه ۱	باند ۴
۰/۵۷	-۰/۱۴	۰/۸۲	-۰/۰۱	آستانه ۲	

باند ۲، ۳ و ۴ صحت کلی در آستانه دوم حاصل از تفاضل دوره‌های مختلف بیشتر بود و تغییرات رخ داده در منطقه مورد مطالعه را بهتر نشان داده است (جدول ۷).

کشف تغییرات با استفاده از تفاضل تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA)

ارزیابی به‌دست‌آمده نشان داد که در همه دوره‌ها در باند اول ضریب کاپا و صحت کلی در آستانه ۱ و ۲ مشابه بود. در



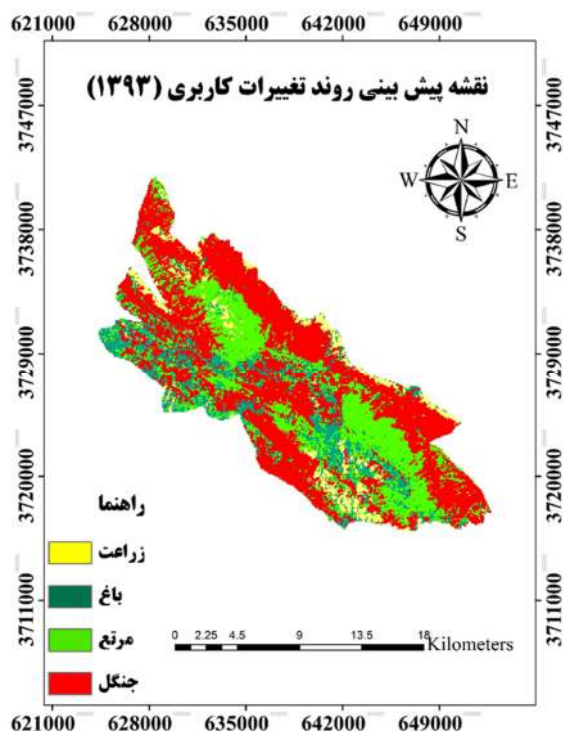
شکل ۶- نقشه تفاضل تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) حاصل از باند سوم و آستانه دوم در دوره‌های زمانی مطالعه شده (۱۳۶۳-۱۳۷۸ و ۱۳۷۸-۱۳۹۳)

بودند (جدول ۸). نتایج حاصل از پیش‌بینی روند تغییرات در سال ۱۳۹۳ با نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر در سال ۱۳۹۳ تفاوت چندانی نداشت (جدول ۳). به طوری که سطح زراعت ۰/۰۸ درصد، سطح باغ ۰/۲۸ درصد، سطح مرتع ۰/۱۰ درصد و سطح جنگل ۰/۱۰ درصد اختلاف بین پیش‌بینی روند و طبقه‌بندی انجام شده وجود داشت که نشان از دقت بالای مدل زنجیره مارکوف در پیش‌بینی روند تغییرات آینده دارد.

پیش‌بینی روند آینده تغییرات با استفاده از مدل زنجیره مارکوف دقت طبقه‌بندی‌ها در همه دوره‌ها به طور کلی بالاتر از ۷۰ درصد در روش حداکثر بود که در مدل مارکوف برای پیش‌بینی روند آینده مناسب بود. نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری برای سال ۱۳۹۳ نشان داد که سطح اراضی زراعی ۷/۱۴ درصد، سطح باغ ۱۳/۹۸ درصد، مراتع ۲۶/۶۹ درصد و سطح جنگل‌ها ۵۲/۱۹ درصد

جدول ۸- مساحت طبقات کاربری اراضی/پوشش زمین حاصل از مدل سلول‌های خودکار- مارکوف (۱۳۹۳)

کاربری	کشاورزی	باغ	مرتع	جنگل
مساحت (هکتار)	۲۰۹۳/۸۴	۴۰۹۸/۸۸	۷۸۲۳/۴۸	۱۵۲۹۹/۴۴
مساحت (درصد)	۷/۱۴	۱۳/۹۸	۲۶/۶۹	۵۲/۱۹



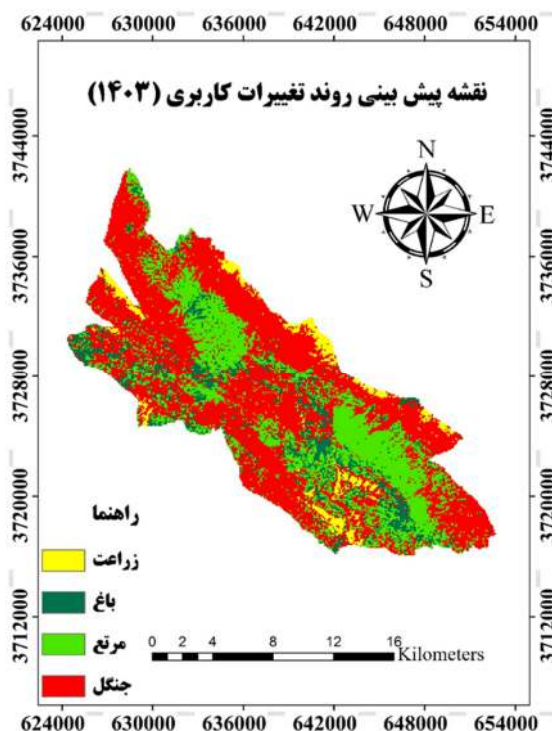
شکل ۷- نقشه پیش‌بینی روند تغییرات کاربری (۱۳۹۳)

همچنین نتایج نشان داد که سطح مراتع و جنگل‌ها در سال ۱۴۰۳ نسبت به ۱۳۹۳ به ترتیب ۰/۷۶ و ۰/۸۶ درصد کاهش خواهد یافت (جدول ۹).

نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری برای سال ۱۴۰۳ نسبت به سال ۱۳۹۳ نشان داد که اراضی زراعی از ۷/۲۲ درصد در سال ۱۳۹۳ (جدول ۳) به ۸/۳۲ درصد و سطح باغ از ۱۳/۷ درصد به ۱۴/۲۲ درصد در سال ۱۴۰۳ افزایش می‌یابد.

جدول ۹- مساحت طبقات کاربری اراضی/پوشش زمین حاصل از مدل سلول‌های خودکار- مارکوف (۱۴۰۳)

کاربری	کشاورزی	باغ	مرتع	جنگل
مساحت (هکتار)	۲۴۳۹/۹۱	۴۱۶۹/۸۸	۷۶۲۹/۰۶	۱۵۰۷۶/۷۹
مساحت (درصد)	۸/۳۲	۱۴/۲۲	۲۶/۰۳	۵۱/۴۳



شکل ۸- نقشه پیش‌بینی روند تغییرات کاربری (۱۴۰۳)

بحث

سطح باغ در این دوره می‌تواند به علت برنامه‌های حمایتی دولت و نیز رویکرد برخی مردم در احداث باغ‌های شخصی باشد. همچنین افزایش اراضی زراعی و کاهش اراضی مرتعی می‌تواند به دلیل تبدیل اراضی مرتعی به زراعی و توسعه کشاورزی برای تأمین غذای مورد نیاز باشد (Heidarizadi and Mohamadi, 2016). تخریب جنگل‌ها و مراتع در بیشتر نقاط جهان به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه نیز به علت افزایش جمعیت و رعایت نکردن اصول اکولوژیکی امری قابل مشاهده است (Mosayebi and Maleki, 2014). از دیگر دلایل کاهش سطح جنگل‌ها در سال ۱۳۷۸ نسبت به ۱۳۶۳ می‌توان عدم وجود گازکشی در مناطق روستایی و استفاده از هیزم و مشکلات اقتصادی-اجتماعی جنگل‌نشینان شامل درآمد کم و زغال‌گیری اشاره کرد. همچنین زوال جنگل‌های بلوط به علت پدیده خشکیدگی و وجود ریزگردها را نیز از جمله عوامل کاهش جنگل‌ها در این منطقه دانست. در این پژوهش برای آشکارسازی تغییرات از روش مقایسه

بر اساس نتایج، نقشه‌های کاربری اراضی در این مطالعه از دقت خوب و بالایی برخوردار بودند که نشان‌دهنده توانایی بالای تصاویر ماهواره لندست است. همچنین روش حداکثر احتمال دارای صحت و ضریب کاپای بیشتری نسبت به روش نزدیکترین همسایه در طبقه‌بندی تصاویر برای تهیه نقشه کاربری اراضی است که تغییرات به‌دست‌آمده از این روش به واقعیت زمینی نزدیکتر است. نتیجه مطالعه Akbari و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان داد که دقت روش حداکثر احتمال بیشتر از سایر روش‌ها بود. به‌طوری‌که از بین روش‌های موجود برای طبقه‌بندی نظارت شده، الگوریتم حداکثر احتمال یکی از دقیق‌ترین و پرکاربردترین روش‌های نظارت شده است که بر مبنای احتمالات استوار است (Mazaheri et al., 2013).

نتایج حاصل از پردازش تصاویر ماهواره‌ای نشان داد که در سال ۱۳۷۸ نسبت به سال ۱۳۶۳ سطح اراضی کشاورزی و باغ افزایش و مرتع و جنگل کاهش یافته است. افزایش

انسانی بر مراتع، چرای زودرس و بیشتر از ظرفیت مراتع، مالکیت اراضی و مسائل اجتماعی اشاره کرد (Rahi *et al.*, 2017). نتایج مطالعه Taheri و همکاران (۲۰۱۸) در بررسی و پیش‌بینی تغییرات کاربری با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای کاهش سطح مراتع را نشان داد. کاهش سطح مراتع و افزایش سطح اراضی زراعی نشان‌دهنده تبدیل پوشش طبیعی به زمین کشاورزی و کاربری با ارزش پایین‌تر و تخریب منطقه است (Fathizad *et al.*, 2018). همچنین نتایج پیش‌بینی روند آینده حکایت از کاهش سطح جنگل‌ها دارد که همسو با نتایج مطالعه Amini Parsa و Ndnejadi (۲۰۱۶) و Yaghobi و همکاران (۲۰۱۹) است. کاهش سطح جنگل می‌تواند به علت تخریب انسان در طبیعت شامل قطع درختان به منظور تأمین نیاز سوخت، آفات و بیماری‌ها و وجود پدیده ریزگردها باشد. کاهش سطح جنگل‌ها و مراتع در سال‌های آینده می‌تواند آثار منفی بر منابع طبیعی و محیط‌زیست منطقه داشته باشد. البته کاهش سطح کاربری جنگل بیانگر کاهش توان اکولوژیک و زیستی اکوسیستم در اثر مدیریت نامناسب است. افزایش اراضی باغی در سال‌های آینده نیز می‌تواند به علت افزایش جمعیت و تلاش آنها برای افزایش مایحتاج غذایی باشد. به طوری که به وجود آمدن همچنین تغییراتی در فرسایش منطقه نقش مؤثری دارد، زیرا پوشش گیاهی طبیعی حذف شده و بر اثر فعالیت‌های انسانی رسوبات بیشتری در اختیار چرخه فرسایش قرار می‌گیرد (Feizizadeh, 2018).

بر اساس نتایج این پژوهش تغییرات قابل توجهی در منطقه رخ داده است. این امر می‌تواند به علت ضعف و ناکارآمدی رهیافت‌های مدیریتی حفاظتی در مناطق حفاظت‌شده باشد. از آنجایی که تغییرات در زمینه مدیریت مناطق حفاظت‌شده از اهمیت خاصی برخوردار است، بنابراین باید در سیاست‌های حفاظتی و برنامه‌ریزی‌های این مناطق تجدیدنظر شود. از این رو تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، بررسی و پیش‌بینی تغییرات در مقیاس زمانی و مکانی به‌ویژه در مناطق حفاظت‌شده سبب افزایش شناخت از منطقه و تلاش در جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی مناسب برای کنترل تغییرات و اجرای برنامه‌های مدیریتی و سیاست‌گذاری‌های مناسب امری

بعد از طبقه‌بندی استفاده شد که یکی از پرکاربردترین روش‌های آشکارسازی تغییرات است. در این روش ماهیت تغییرات از یک طبقه به طبقه دیگر به راحتی قابل شناسایی است (Coppin and Bauer, 1996). روش مقایسه پس از طبقه‌بندی اثرهای جوی سنجد و محیط‌زیستی بین تصاویر چند زمانه را به حداقل می‌رساند و سبب ایجاد یک ماتریس کامل از اطلاعات تغییرات محیطی می‌شود (Lu *et al.*, 2004). همچنین با استفاده از این روش می‌توان از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و طیفی مختلف استفاده کرد (Akbari *et al.*, 2016). تغییرات پوشش اراضی در دوره ۱۳۷۸-۱۳۶۳، ۵/۷۹ درصد از سطح جنگل‌ها به زراعت تبدیل شده بود که دلیل این تغییر می‌تواند ناشی از نیاز انسان برای تأمین مواد غذایی و در نتیجه تخریب جنگل و تبدیل آن به اراضی زراعی باشد. تبدیل اراضی جنگلی و مرتعی به کشاورزی باعث تخریب اراضی با پوشش طبیعی و فرسایش خاک می‌شود (Falahatkar *et al.*, 2016). مطالعه Mohammadi و همکاران (۲۰۱۵) نیز حکایت از تغییر و تبدیل کاربری جنگل به کشاورزی داشت. Nazari Samani و همکاران (۲۰۱۳) نیز تبدیل جنگل به کشاورزی را یکی از مشکلات تغییر کاربری در آفریقا دانستند. مطالعه Alban و همکاران (۲۰۱۸) در مناطق گرمسیری جنوب میانمار نشان‌دهنده تبدیل ۳۹ درصد از مساحت کل جنگل‌ها به کشاورزی بود که همسو با این پژوهش می‌باشد. همچنین نتایج برای دوره ۱۳۹۳ - ۱۳۷۸ نشان داد که بیشترین تغییرات در منطقه، مربوط به تبدیل اراضی جنگلی به مرتع بوده است که نشان از تخریب جنگل در منطقه مورد مطالعه است.

مقایسه پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در سال ۱۴۰۳ نسبت به سال ۱۳۹۳ نشان داد که اراضی زراعی به میزان ۱/۱۰ درصد افزایش می‌یابد که همسو با مطالعات yaghobi و همکاران (۲۰۱۹)، Rahi و همکاران (۲۰۱۷)، Amini Parsa و Ndnejadi (۲۰۱۶) و Farajollahi و همکاران (۲۰۱۵) است. با توجه به افزایش جمعیت و نیاز انسان برای تأمین منابع غذایی خود این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. همچنین پیش‌بینی روند تغییرات در سال ۱۴۰۳ نشان داد که سطح مراتع ۰/۷۶ درصد کاهش می‌یابد. از دلایل کاهش مراتع می‌توان به تأثیر عوامل

- Journal of Environmental Management, 59: 247-263.
- Coppin, P. and Bauer, M. 1996. Digital Change Detection in Forest Ecosystems with Remote Sensing Imagery. *Remote Sensing*, 13:207-234.
- Fathizad, H., zare, M., Karimi, H. and Khanamani, A. 2018. Spatio-temporal Modeling of Landscape Changes using Markov Chain Compilation Model and Automated Cells (Case Study: Arid and Semi-Arid Area Dehloran). *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 8(1): 11-26 (In Persian).
- Falahatkar, S., Hosseini, S.M., Salman Mahini, AS. and Ayubi, Sh. 2016. Forecasting Land Use Changes Using the LCM Model. *Journal of Environmental Research*, 7(13): 163-174 (In Persian).
- Farajollahi, A., Askari, H.R., Awnak, M., Mahboobi, M.R. and Salman Mahini, AS.R. 2015. Monitoring and Forecasting of Spatial and Temporal Changes in Land Use / Land Coverage (Case Study: Maraveh Tapeh Region, Golestan). *Journal of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources*, 6(4): 1-14 (In Persian).
- Feizizadeh, B. 2018. Modeling Land Use Changes and Its Impacts on Erosion System in Alavian Dam Area Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of Hydrogeomorphology*, 11: 21-38.
- Griffiths, P., Kuemmerle, T., Baumann, M., Radeloff, V.C., Abrudan, I.V., Lieskovsky, J., Munteanu, C., Ostapowicz, K. and Hostert, P. 2014. Forest disturbances, forest recovery, and changes in forest types across the Carpathian ecoregion from 1985 to 2010 based on Landsat image composites. *Remote Sensing of Environment*, 151: 72-88.
- Guan, D., Li, H.; Inohae, T.; Su, W.; Nagaie, T. and Hokao, K. 2011. Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markovmodel. *Ecological Modelling*, 222(20-22): 3761-3772.
- Hao, C., Zhang, J., Li, H., Yao, F., Huang, H. and Meng, W. 2015. "Integration of Multinomial-Logistic and Markov-Chain Models to Derive Land-Use Change Dynamics. *Journal of Urban Planning and Development*, 141(3), 05014017.
- Hathout, S. 2002. The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal Environmental Management*, 66: 229-238.
- Heidarizadi, H. and Mohamadi, A. 2016. Predicting the Land Use Change Using Markov- Cellular automata Model in Mehran Plain. *Desert ecosystem engineering journal*, 5(10): 57-68 (In Persian).
- Jafari, M. 2005. Environmental Image of Manasht and Gharangang Protected Area, Ilam Publications Office of Environmental Protection.
- Jafari, M. 2007. Environmental Image of Manasht and Gharang Protected Area. Ilam Publications Office of Environmental Protection Publications, Ilam.

ضروریست. درغیراین صورت با توجه به روند تغییرات آینده بسیاری از عرصه‌های جنگلی ارزشمند از بین خواهند رفت.

منابع مورد استفاده

- Abdollah Pour Hassan Kiyade, A., Khan Mohammadi, M., Naderi, S. and Jahdi, R. 2016. Environmental Monitoring of Temporal Changes - Land Use Location in Boujak National Park Using Remote Sensing and GIS. M.Sc. thesis, University of Guilan, 88p.
- Aci, M., Inan, C. and Avci, M. 2010. A hybrid classification method of k nearest neighbor, Bayesian methods and genetic algorithm. *Expert Systems with Applications*, 37(7): 5061-5067.
- Akbari, A., Zanganeh Asadi, M.A. and Toghi Moghaddam, A. 2016. Monitoring Land Use Changes Using Different Methods of Statistical Education Theory in Neyshabur. *Journal of Geographical Space Preparation, Golestan University Journal*, 6(20): 35-50 (In Persian).
- Adedeji, O.H., Tope-Ajayi, O.O. and Abegunde, O.L. 2015. Assessing and Predicting Changes in the Status of Gambari Forest Reserve, Nigeria Using Remote Sensing and GIS Techniques. *Journal of Geographic Information System*, 7:301-318.
- Amini Parsa, V. and Nandnejadi, A. 2016. Application of CA-Markov Model in Predicting Dynamics of Protected Areas Land Structure (Case Study: Deismar Conservation Area). *Natural Geography Research*, 48(4): 661-674 (In Persian).
- Alban, J.D.T., Connette, J. M., Oswald, R. and Webb, E.L. 2018. ICombined Landsat and L-Band SAR Data Improves Land Cover Classification and Change Detection in Dynamic Tropical Landscapes. *Remote Sens*, 10(306): 1-28, <https://doi.org/10.3390/rs10020306D>.
- Alam, A., Bhat, M.S. and Maheen, M. 2019. Using Landsat satellite data for assessing the land use and land cover change in Kashmir valley, *GeoJournal*, <https://doi.org/10.1007/s10708-019-10037-X>.
- Arkhi, S. and neyazi, E. 2009. Evaluation of Different Remote Sensing Methods for Monitoring Land Use Change (A Case Study of Ilam darashar. *Iranian Journal of Rangeland and Wildlife Research*, 17(1): 74-93 (In Persian).
- Arkhi, S. and Fathi Zadeh, H. 2013. Comparison of Different Methods of Land Use Change Detection in Dehloran Desert Area of Ilam Province. *Journal of Desert Ecosystem Engineering*, 2(1): 65-80 (In Persian).
- Arkhi, S. and Isfahani, M. 2017. Video Training of Idrissi Selva Software. Golestan University Press, 336p.
- Brown, D.G., Pijanowski, B. C. and Duh, J.D. 2000. Modeling the relationships between land use and land cover on private lands in the Upper Midwest, USA.

- 1(3): 62-74 (In Persian).
- Nazari Samani, A.S.A., Heravi, H., Panahi M. and Jafari Shalamzar, M. 2013. Impact of Land Use Change and Precipitation Changes on Sediment Production in Taleghan Watershed. *Rangeland and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources*, 66(1): 157-165 (In Persian).
- Noori, S. 2004. Determination of the best vegetation indexes for assessing Mazandaran rangeland, Master thesis, Tarbiat Modarres University, 128p.
- Noori, Q. 2005. Determination of best vegetation indices for rangeland assessment of Mazandaran, M.Sc., Tarbiat Modares University, 128p.
- Pandya, M., Navalgund, R. and Dadhwal, V.K. 2000. Effect of WiFS viewing geometry on crop reflectance: a simulation study using SAIL model. *International Journal of Remote Sensing*, 21(9): 1931-1938.
- Rahi, Gh., Kavian, A., Soleimani, K., Nazari Samani, A.A. and Pourghasemi, H.R. 2017. Land use Changes Modelling using Satellite Data and Markov Chain (case study: Samal Watershed in Bushehr province). *Journal of Desert Ecosystem Engineer Research*, 6(17): 15-26.
- Singh, A. 1989. Digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10: 989-1003.
- Taheri, F., Rahnama, M.R., Kharazmi, A.A. and Chickpeas, B. 2019. Survey and Forecasting of Land Use Changes Using Multi-Time Satellite Data in Shandiz City (1984-2009). *Journal of Geography and Development*, 127: 50-142 (In Persian).
- Virk, R. and King, D. 2006. Comparison of techniques for forest change mapping using Landsat data in Karnataka, India. *Geocarto International*, 21(4): 9p.
- Wang, D., Gong, J., Chen, L., Zhang, L., Song, Y. and Yue, Y. 2013. Comparative analysis of land use/cover change trajectories and their driving forces in two small watersheds in the western Loess Plateau of China. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 21: 241-252.
- Yaghobi, S., Faramarzi, M., Karimi, H. and Sarvarian, J. 2019. Simulation of land-use changes in relation to changes of groundwater level in arid rangeland in western Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(3): 1637-1648.
- Zhang, L., Wu, j., Zhen, Y. and Shu, J. 2004. A GIS-based gradient analysis of urban landscape pattern of Shanghai metropolitan area, China. *Journal of landscape and Urban planning*, 69: 1-16.
- Zhou, D.; Lin, Z. and Liu, L. 2012. Regional land salinization assessment and simulation through cellular automaton-Markov modeling and spatial pattern analysis. *Science of the Total Environment*, 439: 260-274.
- Lu, D., Mausel, P., Brondi'zio, E. and Moran, E. 2004. Change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 25(12): 2365-2407.
- Lubowski, R.N., Vesterby, M., Bucholtz, S., Baez, A. and Roberts, M.J. 2006. Major Uses of Land in the United States, 2002. *Economic Information Bulletin*.
- Macleod, R.D. and Congalton, R. 1998. A Quantitative comparison of change-detection algorithms for monitoring Eelgrass from Remotely Sensed data, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 64(3): 207-216.
- Mazaheri, M.R., Esfandiari, M., Masih Abadi, M.H. and Kamali, A. 2013. Detecting temporal land use changes using remote sensing and GIS techniques (Case study: Jiroft, Kerman Province). *Journal of Applied RS and GIS Techniques in Natural Resource Science*, 4(2) (In Persian).
- Mitsova, D., Shuster, W. and Wang, X. 2011. A cellular automata model of land cover change to integrate urban growth with open space conservation, *Landscape and Urban Planning*, 99(2): 141-153.
- Mubea, T., Ngigi, G., Mundia Jomo, C.N. and W Kenyatta, K. 2010. Assessing Application of Markov chain Analysis in Municipality. *University of agriculture and technology jagst*, 12(2): markov analysis126144.
- Mohammadzadeh Asl, R., Rasouli, A.S. and korshed dost, A. M. 2010. Survey of Land Use Change in Ghar Ghashlagh Wetland Using Satellite Image Processing Technique. M.Sc., Remote Sensing and GIS, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Tabriz, 100p.
- Mohammadi, M.E., Amiri, M. and dastoran, C. 2015. Modeling Land Use Changes in Ramian County in Golestan Province. *Journal of Space Planning and Preparation*, 19(4): 141-158 (In Persian).
- Mombini, M. and Asgari, h.R. 2019. Monitoring, Investigation and Forecasting of Spatial Changes in Land/Land Use Using Markov Chain Model (Case Study: Shooshtar-Khuzestan). *Journal of Geographical Information*, 27(105): 35-47 (In Persian).
- Mosayebi, M. and Maleki. M. 2014. Change detection in land use using remote sensing data and GIS (Case study: Ardabil county). *RS and GIS for Natural Resources*, 5(1) (In Persian).
- Mousavi, S.A. 2011. Evaluation of vegetation change trends using remote sensing data in the Hamoun Wetland. M.Sc., Desertification, Faculty of Natural Resources, University of Zabol, 152p.
- Naghibi, S.J., H.Habibian, S. and Habibian, S.M.R., 2009. Determination of Optimum Vegetation Indices for Vegetation Cover Percentage Modelling, Using Satellite Spectral Reflectance. *Journal of Plant Ecophysiology*, Azad University of Arsanjan Branch,

The trend of land use change in Manasht - Ghalarang protected area using satellite imagery

N. Jafareiyan¹, J. Mirzaei^{2*} and O. Karami³

1- Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran.

2* - Corresponding author, Department of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran

E-mail: j.mirzaei@mail.ilam.ac.ir

3- Faculty of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran.

Received: 04.03.2020

Accepted: 01.07.2020

Abstract

The aim of this study was to predict and investigate the trend of land use change in Manasht - Ghalarang protected area in Ilam province using Landsat satellite imagery (L5 TM-1984, L5TM-1999, L8 OLA-2014). After geometric and atmospheric correction on satellite images, four land uses including agriculture, garden, pasture and forest were identified in the study area. Comparison of maximum likelihood (MLC) and nearest neighbor (KNN) methods was used to classify satellite images, and post-classification comparison methods, the difference of vegetation index (NDVI) and principal component analysis (PCA) differences were used to identify land use changes. Prediction of land use changes in 2024 was performed using the automated fusion cell and Markov chain model. In general, the classification of images used by the MLC method provided a higher probability of accuracy than the nearest neighbor method. According to the classification results, during the period 1984–2014, a decreases in rangelands and forests and an increase in gardens and agricultural lands were observed. In the comparative method, after classification, most of the changes during the period 1984-1999 were related to the conversion of forests to agriculture, while in period of 1999-2014 were related to the conversion of forests to pasture. Forecasts of changes for 2024 showed that agricultural land-uses increased by 1.10%, garden by 0.52% and rangelands and forests decreased by 0.76% and 0.86 %, respectively. Based on the results, the use of Landsat images in combination with the Markov model in modeling land use change, had high accuracy and can be effective in decision-making and management of the region.

Key words: Remote Sensing, Nearest Neighbors, Maximum likelihood, Markov Chain, Ilam.