

Original Article



Land Use Change Detection Based on Satellite Images in the Haraz Watershed Plain

Fatemeh Shokrian^{1*} and Karim Solaimani²

Affiliation

1. Assistant Prof., Dep. of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2. Prof., Dep. of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

ABSTRACT

Introduction: One of the most important steps towards sustainable development is the protection of land integrity, so that a part of the land is changed annually for several reasons, and the withdrawal of such lands from the production path creates irreparable damages. Given the high intensity of land use change in Mazandaran province, including the Haraz plain, which represents a significant environmental issues at both macro and spatial scales, the monitoring and analysis of these changes can be considered a valuable tool for the management and planning of land use. Considering that Haraz plain has not been spared from the crisis of destructive land use changes in recent decades, the need to monitor, highlight and process these changes as one of the most important management factors in this region is confirmed.

Material and methods: In order to investigate land use changes, it is necessary to integrate a number of layers over a specific period of time. This research aims to investigate land use changes in Haraz Plain from 1980 to 2021. Therefore, Landsat data was employed to quantify the changes. By applying atmospheric, geometric, and radiometric corrections, image enhancement operations were performed and land use change maps were produced based on the supervised classification method, maximum likelihood algorithm and basis component analysis functions. The type of land use changes was determined from the difference function of the identification images and the accuracy of the maps using the overall accuracy test and the Kappa statistic.

Results and discussion: The results showed that from 1980 to 1990, the area of forest lands decreased by 4 km². The rangeland area also decreased from 450 to 436 km². From 2000 to 2010, the area of forest land decreased from 272 to 270 km² and rangeland decreased from 432 to 420 km². Finally, between 2011 and 2021, the area of forest lands decreased by 9 km² and the rangeland area decreased by 5 km². The results indicated a reduction in the area of forest and rangeland, accompanied by an increase in the area of agricultural land and residential areas.

Conclusion: The results obtained and the defined goals allow us to conclude that the area in question underwent changes in terms of its use during the considered statistical period (1980-2021). These changes were noticeable. Therefore, human factors interventions play a pivotal role in land use changes. The results of this study can assist planners in identifying the factors influencing land use changes and in making appropriate management decisions in the future.

Keywords: Remote sensing, Accuracy, Kappa coefficient, Mazandaran province.

Citation: Shokrian, F. and Solaimani, K., Land Use Change Detection Based on Satellite Images in the Haraz Watershed Plain, Iran J Remote Sens GIS. 16(1):113-128.





تغییرات کاربری اراضی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای در جلگه هراز

فاطمه شکران^{۱*} و کریم سلیمانی^۲

سمت

۱. استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲. استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

چکیده

سابقه و هدف: یکی از مهم‌ترین قدم‌ها به سمت توسعه پایدار حفاظت از تمامیت اراضی است؛ به طوری که سالیانه بخشی از اراضی، به دلایل متعدد، تغییر کاربری می‌یابند و خروج این‌گونه اراضی از مسیر تولید لطمات جبران‌ناپذیری در پی دارد. از آنجاکه شدت تغییر کاربری اراضی در استان مازندران، از جمله جلگه هراز، به‌منزله یکی از مهم‌ترین مسائل زیست‌محیطی، در مقیاس‌های کلان زمانی و مکانی رخ می‌دهد، بارسازی و پایش تغییرات کاربری به منظور شناخت اولیه و ارزیابی روند تغییرات آنها می‌تواند روشی مفید برای مدیریت و برنامه‌ریزی به‌شمار رود. با توجه به اینکه جلگه هراز، در دهه‌های اخیر، از بحران تغییرات مخرب کاربری اراضی در امان نبوده است، لزوم پایش، بارسازی و روندیابی این تغییرات یکی از مهم‌ترین فاکتورهای مدیریتی در این منطقه محسوب می‌شود.

مواد و روش‌ها: بررسی تغییرات کاربری اراضی نیازمند تلفیق لایه‌ها در بازه زمانی معین است. هدف این پژوهش بررسی تغییر کاربری‌های اراضی جلگه هراز از ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱ است. بر این اساس، برای سنجش تغییرات، از داده‌های لندست استفاده شد. با اعمال تصحیحات اتمسفری، هندسی و رادیومتری، عملیات بارسازی تصاویر اجرا و با بهره‌گیری از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، الگوریتم حداکثر احتمال و اعمال توابع تحلیل مؤلفه‌مبنا، نقشه‌ها تولید شدند. نوع تغییرات کاربری از تابع تفاضل تصاویر شناسایی و صحت نقشه‌ها، با استفاده از آزمون صحت کلی و آماره کاپا، تعیین شد.

نتایج و بحث: نتایج نشان داد، از ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰، چهار کیلومتر مربع از مساحت اراضی جنگلی کاسته شد و مساحت مراتع نیز از ۴۵۰ به ۴۳۶ کیلومتر مربع کاهش یافت. از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰، مساحت اراضی جنگلی از ۲۷۲ به ۲۷۰ کیلومتر مربع و مراتع نیز از ۴۳۲ به ۴۲۰ کیلومتر مربع رسیده است. در نهایت، طی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱، از مساحت اراضی جنگلی نه کیلومتر مربع و مرتع نیز پنج کیلومتر مربع کاسته شده است. نتایج بررسی روند تغییرات کاربری‌های اراضی منطقه حاکی از آن است که مساحت اراضی جنگلی و مرتعی کاهش یافته و به مساحت اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی افزوده شده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و اهداف تعریف شده، می‌توان اذعان کرد کاربری‌های منطقه، طی دوره آماری در نظر گرفته‌شده (۱۹۸۰-۲۰۲۱)، با تغییرات مساحت روبه‌رو بودند و تغییر محسوسی را نیز نشان دادند. بنابراین دخالت‌های عوامل انسانی نقش اصلی را در تغییرات کاربری اراضی دارد. این نتایج می‌تواند به برنامه‌ریزان، در شناخت عوامل مؤثر در تغییر کاربری و اتخاذ تصمیمات صحیح مدیریتی در سطوح گوناگون، کمک کند.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، صحت‌سنجی، ضریب کاپا، استان مازندران.

استناد: شکران، ف. و سلیمانی، ک.، تغییرات کاربری اراضی مبتنی بر تصاویر ماهواره‌ای در جلگه هراز، نشریه سنجش از دور و GIS ایران، سال ۱۶، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳: ۱۱۳-۱۲۸.



۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی باعث افزایش چشمگیر خطر بلایای طبیعی، در مقیاس جهانی، شده است و تهدید بزرگی برای انسان‌ها و اکوسیستم‌ها محسوب می‌شود (Zhu et al., 2022). علاوه بر بلایای طبیعی، تغییرات آب‌وهوایی و تغییرات کاربری زمین، ناشی از فعالیت‌های انسانی، نیز می‌تواند با کاهش عرضه خدمات اکوسیستمی برای انسان خطرهای زیست‌محیطی را افزایش دهد. با این حال درمقایسه با چارچوب ارزیابی ریسک در زمینه بلایای طبیعی، خطر اکولوژیکی تغییر کاربری زمین هنوز مفهومی جدید است و روش‌های ارزیابی دقیقاً تعریف نشده‌اند (Liang & Song, 2022). یکی از مهم‌ترین گام‌ها در مسیر توسعه پایدار، حفاظت از تمامیت اراضی است؛ سالیانه بخشی از بهترین بخش‌های کشور، به دلایل متعدد، تغییر کاربری می‌یابند و کاربری غیرکشاورزی پیدا می‌کنند و خروج این‌گونه اراضی، از مسیر تولید، لطمات جبران‌ناپذیری ایجاد می‌کند (Shayestehmand et al., 2019). این تغییرات، از دو دیدگاه خرد و کلان، درخور بررسی است. از نظر کلان، سیاست‌های دولت و عوامل اقلیمی و از نظرگاه خرد، ویژگی‌های فردی و اقتصادی کشاورزان در تغییر کاربری اراضی مؤثر است (Karbasi et al., 2018). در دهه‌های اخیر، تغییر کاربری/ پوشش زمین، به دنبال توسعه سریع اقتصادی، به کاهش شدید ارزش خدمات اکوسیستمی منجر شده است (Li et al., 2022). تغییرات زمین سبب لطمه زدن به امنیت غذایی و کاهش اشتغال شده و افزایش پدیده‌هایی همچون مهاجرت را نیز به دنبال دارد. از سوی دیگر، تشدید استفاده از زمین نیاز به سرمایه‌گذاری‌ها را در بهبود بازگرداندن حاصل‌خیزی به زمین، در پی دارد (Mohammad sharifi et al., 2020). رویه و سیاست برنامه‌ریزی کاربری زمین هنوز فاقد دیدگاهی است که تاریخچه منظر را متناسب با زمین، در نظر بگیرد (Franco & Magalhães, 2022). بنابراین با توجه به اینکه سطح زمین با سرعت بی‌سابقه‌ای

در حال تغییر است (Ellis et al., 2000) و تقریباً تمامی سطوح زمین تحت تأثیر تغییرات آب‌وهوایی و اختلالات گوناگون قرار گرفته است (Li et al., 2022)، سنجش از دور (Zhu et al., 2022)، به‌ویژه سنجش از دور ماهواره‌ای، می‌تواند با اندازه‌گیری‌های سینوپتیک و مکرر سطح زمین در سطوح گوناگون طیفی، مکانی و زمانی، اطلاعات ارزشمندی در اختیار قرار دهد (Roy et al., 2021). به‌تازگی تغییر پارادایمی، از تشخیص تغییر دو نقطه در زمان به نظارت و ردیابی تغییرات پیوسته در زمان، در جامعه سنجش از راه دور، مشاهده شده است و در نتیجه آن، استفاده از مشاهدات سری زمانی، با قابلیت بازیابی اطلاعات تغییر زمین جدید، محبوبیت بیشتری یافته است (Tang et al., 2020). علاوه بر این می‌توان اطلاعات تغییر زمین را تقریباً در زمان واقعی پایش کرد (Shang et al., 2020; Tang et al., 2020). با توجه به این مطالب، مطالعات گوناگونی در داخل و خارج از کشور انجام شده است. کریمیان^۱ و همکاران (۲۰۲۰) تغییرات کاربری اراضی دشت خان‌میرزا را با استفاده از الگوریتم‌های حداکثر احتمال، شبکه عصبی مصنوعی، حداقل فاصله و فاصله ماهالانویی و تصاویر سنجنده‌های TM، ETM و OLI طی سه دوره ۱۹۹۶، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶ پایش کردند. نتایج نشان داد مساحت کاربری‌های کشاورزی و مسکونی روند افزایشی داشته و از مساحت اراضی پست‌نمدار، مراتع، اراضی سنگی و لخت کاسته شده است. صی محمدی^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، برای بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در حوزه آبخیز دشت ماهی‌دشت در سه دوره ۱۹۸۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۶، از تصاویر لندست استفاده کردند. نتایج حاکی از آن بود که مساحت اراضی بدون پوشش و مسکونی افزایش چشمگیری داشت. مهدویان^۳ و همکاران (۲۰۲۲) تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با دمای سطح

1. Karimian
2. Seymohammadi
3. Mahdavian

محدود می‌شود. این منطقه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۴۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۲ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه شرقی امتداد دارد. در این منطقه، حدود ۹۸٪ اراضی کشاورزی به کشت برنج اختصاص دارد. کمینه ارتفاع حوضه ۳۰۰ متر و بیشینه آن ۵۶۱۰ متر است. متوسط مقدار بارندگی سالیانه، از کمینه مقدار ۳۲۰ میلی‌متر در بخش مرکزی تا بیشترین مقدار آن، یعنی ۱۰۶۹ میلی‌متر در بخش شرقی، در نوسان است (Kavian et al., 2017).

امروزه بیشتر داده‌های سنجش از دور به صورت رقومی ارائه می‌شوند و به مجموعه فرایندهای تجزیه و تحلیل رایانه‌ای داده‌های رقومی به منظور تشخیص اشیا و عوارض زمینی و ارزیابی آنها، پردازش رقومی تصاویر گفته می‌شود. رفع نقایص و خطاهای تصاویر خام دریافت شده از سنجنده‌ها طی مراحل انجام می‌شود که شامل تصحیحات رادیومتری، هندسی و اتمسفری است (Barati Ghahfarokhi et al., Roudgarmi et al., 2009). در پژوهش حاضر، پیش‌پردازش تصاویر شامل تصحیحات گوناگونی، از جمله هندسی و اتمسفری، می‌شود. از آنجاکه تصاویر مورد استفاده، به صورت خام، فاقد مختصات جغرافیایی واقعی‌اند، باید با کاربری‌های سطح زمین تطابق داده شوند. این فرایند از طریق نقاط کنترل واقعی، با استفاده از اسناد و مدارک درمورد دشت هراز، انجام شد. همچنین برای کنترل دقت تصحیح هندسی اعمال شده نیز روش انطباق لایه‌های عوارض خطی موجود در نقشه، همانند جاده‌ها و آبراهه‌ها، با تصاویر تصحیح شده به کار رفت.

تصحیح سیستماتیک پیش از قرار گرفتن تصاویر در دسترس کاربران انجام می‌شود اما تصحیح غیرسیستماتیک با زمین مرجع کردن تصاویر ماهواره‌ای و نمونه برداری دوباره از سوی کاربر انجام می‌شود. برای رفع خطای زاویه اختلاف خورشید و ارتفاع در داده‌های چندزمانه، آثار اتمسفر، توپوگرافی و خطاهای سنجنده روی داده‌های رقومی نیز رفع شد.

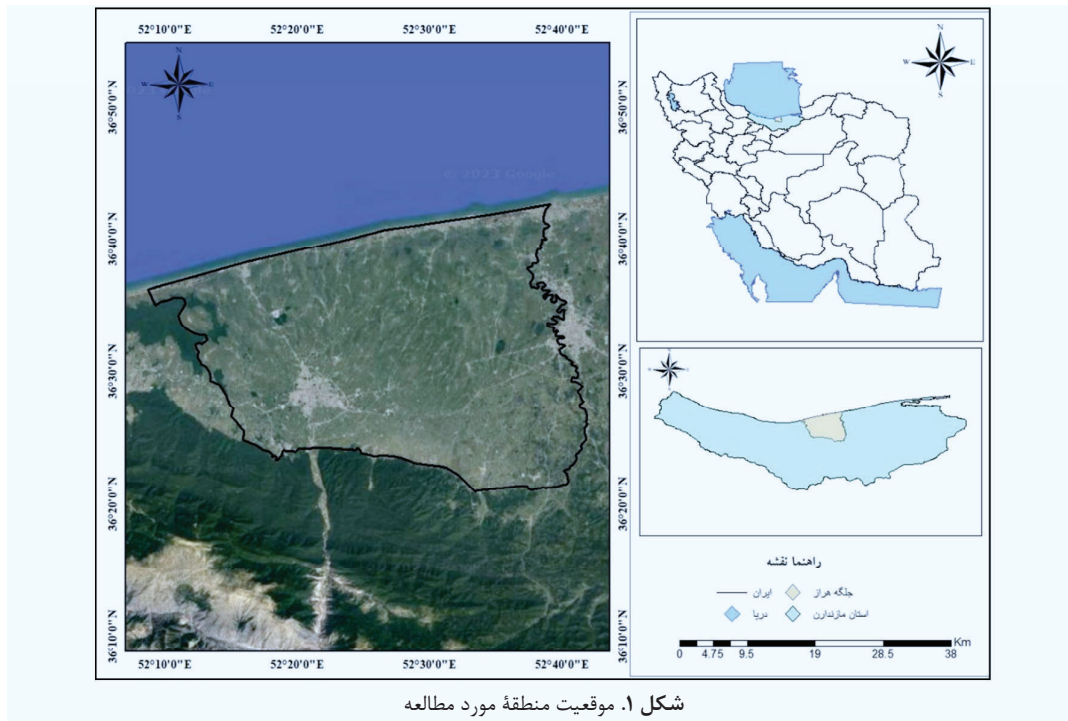
زمین و شاخص‌های پوشش گیاهی را در حوضه آبخیز گیوی‌چای استان اردبیل، پایش کردند. نتایج نشان داد جایگزینی پوشش گیاهی و جنگل‌ها با نواحی مسکونی عامل تبدیل خاک‌های مرطوب به سطوح نفوذناپذیر است که به کاهش تبخیر سطح منجر می‌شود. حاجی^۱ و همکاران (۲۰۲۲)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (سنجنده‌های TM و ETM+), تغییرات پوشش/ کاربری اراضی حوزه آبخیز روضه‌چای ارومیه را طی سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۵ ارزیابی و بیان کردند که سطح مراتع بیشترین درصد کاربری را به خود اختصاص داده است و طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵، از مساحت آن کاسته شده که نشان‌دهنده روند تخریب در منطقه، از طریق جایگزین شدن مراتع متوسط- فقیر و مرتع خوب با کاربری زراعت دیم است. در این راستا، استفاده از تکنیک‌های دانش سنجش از دور می‌تواند، در کاستن هزینه و زمان، به محققان کمک زیادی کند. این تحقیق نیز با هدف کشف و آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی جلگه هراز، تعیین طبقات کاربری اراضی منطقه و بررسی وضعیت تغییر کاربری با شرایط فیزیوگرافیک انجام شده است. منطقه هراز، از لحاظ کاربری اراضی و استفاده از زمین، شرایط متفاوتی دارد و با توجه به بررسی‌های انجام شده در گذشته، بیشترین تغییرات کاربری به مناطق مسکونی اختصاص داشته؛ در صورتی که در این منطقه، توسعه و تغییر کاربری زمین به غیر از مناطق مسکونی، به دلیل استفاده از مناطق جنگلی و مرتعی رخ داده است. بنابراین از آنجاکه پیش‌تر مطالعه‌ای در منطقه انجام نشده بود، در تحقیق حاضر، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات طی چهار دهه (۲۰۲۱-۱۹۸۰) ارزیابی شده است.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

دشت هراز در استان مازندران، با مساحت ۱۰۸۰۰۹ هکتار، از شمال به دریای خزر، از جنوب به کاری‌رود و کانال‌های آن، از شرق به بابل‌رود و از غرب به آله‌رود

1. Haji



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

۲-۲- بهبود کیفیت تصاویر^۱

ترکیب رنگی کاذب (FCC) برای به دست آوردن بهترین ترکیب رنگی کاذب، فاکتور شاخص بهینه (OIF)، طبق رابطه (۱) محاسبه می‌شود.

$$\text{OIF} = \frac{\sum_{i=1}^3 \delta}{\sum [C_i]} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این معادله، σ انحراف معیار و C_c ضریب همبستگی است. بهترین ترکیب رنگی متعلق به باندهای ۵، ۶ و ۷ است که ترکیب رنگ‌های کاذب FCC_{567} ، FCC_{576} ، FCC_{657} ، FCC_{675} ، FCC_{756} ، FCC_{765} را می‌سازد.

۲-۳- تبدیلات (ساخت شاخص‌ها، ادغام، PCI)

تبدیلات نسبت بانندی نیز روش مفیدی برای تشخیص عوامل روی زمین است. این روش تأثیرات توپوگرافی و سایه‌ها را از بین می‌برد و نویزها را کاهش می‌دهد. همچنین اختلاف و شدت تفاوت بین مقادیر روشنایی را افزایش می‌دهد و مرزها را بارزتر می‌کند. با شناخت ویژگی‌های انعکاسی پدیده‌ها از روی نمودار طیفی آنها

می‌توان، به کمک روش یادشده، پدیده‌های گوناگون را بارز کرد.

۲-۴- ارزیابی صحت

در تحقیق حاضر، از ضرایب صحت کلی^۲، ضریب کاپا^۳، صحت تولیدکننده، صحت کاربر، خطای Commission (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) و خطای Emission (ستون هر طبقه در ماتریس خطا)، به منظور بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده می‌شود. صحت کلی برابر است با نسبت تعداد پیکسل‌های به‌درستی طبقه‌بندی شده یک طبقه به کل پیکسل‌های به‌درستی طبقه‌بندی شده در تمامی طبقات و طبق رابطه (۲) به دست می‌آید.

$$OA = \frac{1}{N} \sum p_{ii} \quad \text{رابطه (۲)}$$

1. Saturation
2. Overall Accuracy
3. Kappa Coefficient

$$O_e = 1 - PA \quad \text{رابطه (۷)}$$

در این معادلات، خطای Commission (C_e) براساس دقت کاربر محاسبه می‌شود و معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع، متعلق به کلاس مورد نظر نیستند ولی طبقه‌بندی‌کننده آنها را جزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای Emission (O_e) بیانگر آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت زمینی، به کلاس مورد نظر متعلق‌اند ولی جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند (Arekhi & Niazi, 2010). در پژوهش حاضر، از داده‌های سنجندهٔ لندست-۷ و ۸ استفاده شد. تصاویر دریافت‌شده دارای خطاهایی بودند که در محیط نرم‌افزار ENVI 5.3، تصحیح و کاربری‌های موجود در منطقه، با استفاده از نمونه‌های آموزشی تعیین شدند. در ادامه، برای تعیین مساحت هریک از کاربری‌ها طی دوره‌های آماری تعیین‌شده در نرم‌افزار ArcGIS، نقشه‌های مورد نظر ایجاد شد.

تغییر اقلیم عاملی برای کاهش مقادیر بارش، تغییرات دمایی، تغییر وضعیت اراضی دیم، جنگل و مرتع به دیگر کاربری‌ها محسوب می‌شود (Seymohammadi et al., 2021). میانگین بارش سالیانه در منطقهٔ مورد مطالعه ۶۶۱/۳ میلی‌متر است که حداقل آن ۴۹۶/۴ میلی‌متر در سال ۱۳۸۹ و حداکثر آن ۸۰۶ میلی‌متر در سال ۱۳۸۳، در طول دورهٔ آماری (۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸)، روی داده است. دامنهٔ نوسانات بارندگی نیز در این ایستگاه زیاد است. تعداد روزهای بارش ایستگاه آمل نشان داد که میانگین تعداد روزهای بارش این ایستگاه، طی دورهٔ آماری، به ۱۱۲ روز می‌رسد و حداقل تعداد روزهای بارندگی در سال ۱۳۹۱، به مدت ۹۱ روز و حداکثر آن در سال ۱۳۸۱، به مدت ۱۲۷ روز است؛ ضمن آنکه ماه‌های اردیبهشت و آذر، با میانگین ۱۲ روز، بیشترین تعداد روزهای بارش را بین ماه‌های سال به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۲ نمودار تغییرات بارش سالیانه و فصلی را نشان می‌دهد.

OA صحت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum p_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطاست. به دلیل ایرادهای گرفته‌شده به صحت کلی، معمولاً در کارهای اجرایی که مقایسهٔ دقت طبقه‌بندی مورد توجه است، از شاخص ضریب کاپا استفاده می‌شود. ضریب کاپا میزان تطابق بین نتایج طبقه‌بندی و واقعیت را بیان می‌کند و تغییرات را با میزان خطا کاربر نشان می‌دهد (Richards, 1999). ضریب کاپا طبق رابطه (۳) محاسبه می‌شود.

$$KC = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} \quad \text{رابطه (۳)}$$

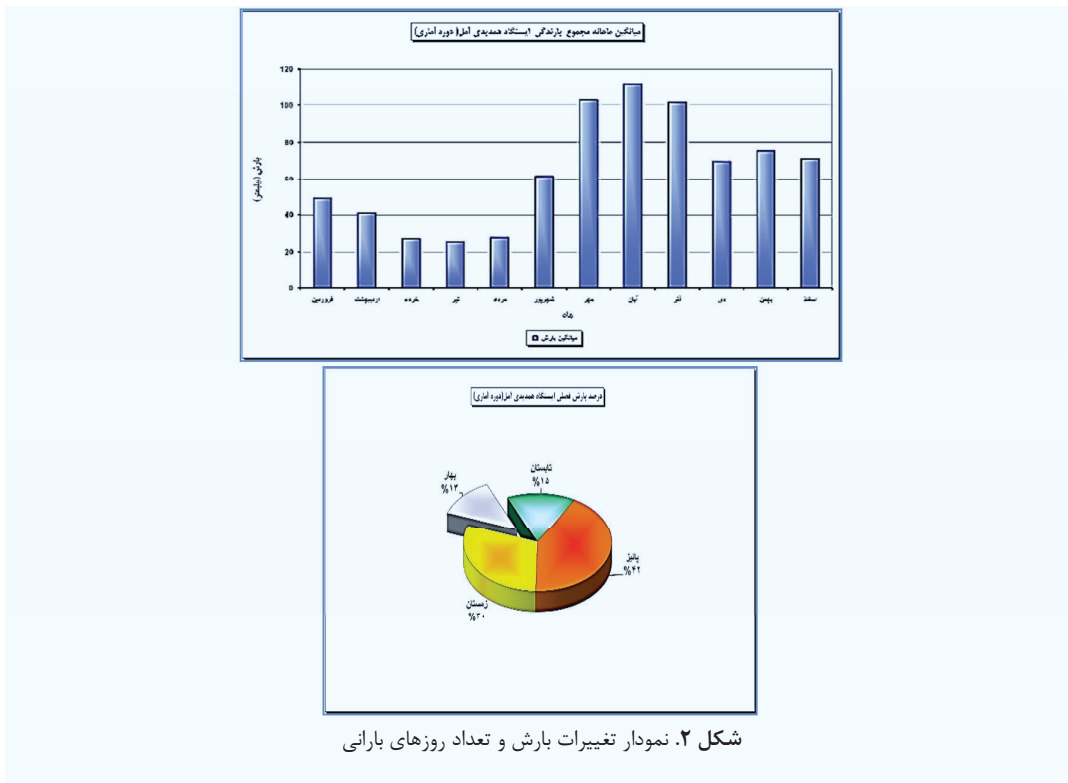
در این معادله، P_o درستی مشاهده‌شده و P_c توافق مورد انتظار است. دقت تولیدکننده عبارت است از احتمال اینکه یک کلاس، در تصویر کلاس‌بندی، در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر نیز احتمال آن است که یک کلاس مشخص در روی زمین، در همان کلاس، روی تصویر طبقه‌بندی‌شده قرار بگیرد؛ این موارد طبق روابط (۴) و (۵) محاسبه می‌شوند.

$$PA = \frac{t_a}{t_g} \times 100 \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$UA = \frac{t_a}{n_1} \times 100 \quad \text{رابطه (۵)}$$

PA درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، t_a تعداد پیکسل‌های به درستی طبقه‌بندی‌شده به منزلهٔ کلاس a، t_g تعداد پیکسل‌های کلاس a در واقعیت زمینی، UA درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر و n_1 تعداد پیکسل‌های کلاس a است. ماتریس خطا میزان تطابق هر کلاس طبقه‌بندی‌شده را با واقعیت زمینی نشان می‌دهد و در آن، می‌توان میزان قرارگرفتن نادرست یک طبقه را در طبقات دیگر مشاهده کرد. قطر ماتریس خطا درصد کلاس‌های به درستی طبقه‌بندی‌شده و سایر سلول‌های آن میزان خطای Commission (ردیف هر طبقه در ماتریس خطا) و خطای Emission (ستون هر طبقه در ماتریس خطا) را نشان می‌دهد که بدین صورت تعریف می‌شوند:

$$C_e = 1 - UA \quad \text{رابطه (۶)}$$



شکل ۲. نمودار تغییرات بارش و تعداد روزهای بارانی

۳- نتایج

افزوده شده است. در سال ۱۹۸۰، مساحت اراضی جنگلی ۲۷۹ کیلومترمربع بود و ده سال بعد، به ۲۷۵ کیلومترمربع رسید. مراتع نیز، از ۴۵۰ کیلومترمربع، به ۴۳۶ کیلومترمربع رسید (شکل ۳).

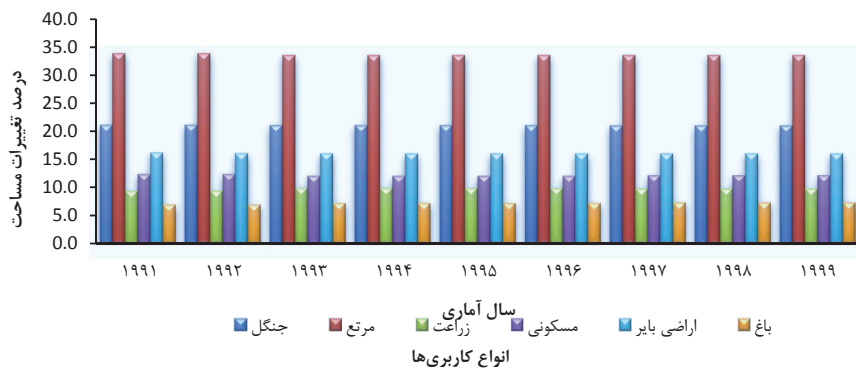
نتایج تغییرات کاربری طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۹ نشان داد که مساحت اراضی جنگلی، مرتعی و بایر کاسته و درمقابل، به مساحت مناطق مسکونی و زراعی



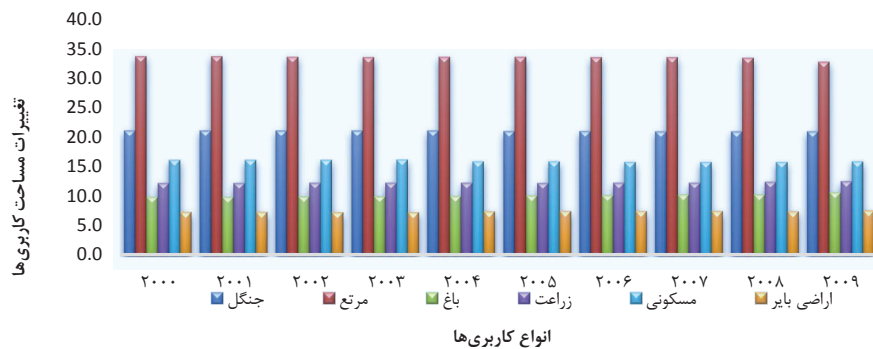
شکل ۳. نمودار درصد تغییرات مساحت کاربری‌های دشت هراز، طی سال‌های ۱۹۸۰-۱۹۸۹

طبق نتایج به دست آمده، طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۹ روند تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه، به صورت افزایش مساحت زمین‌های کشاورزی و مسکونی بوده است. به عبارتی، طی روند ده‌ساله، سه کاربری جنگل و مرتع و اراضی بایر با تغییراتی مواجه بود و مساحت این زمین‌ها روند کاهشی داشته است؛ یعنی اراضی جنگلی، در سال ۲۰۰۰، مساحتی برابر با ۲۷۲ کیلومتر مربع داشت و پس از گذشت ده سال، این مقدار به ۲۷۰ کیلومتر مربع رسید. مساحت مراتع نیز، از ۴۳۲ کیلومتر مربع، به ۴۲۰ کیلومتر مربع کاهش یافت (شکل ۵).

نتایج تغییرات کاربری‌ها طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ نشان داد برخی کاربری‌های منطقه، از جمله جنگل و مرتع، با تغییراتی روبه‌رو بوده و مانند ده سال اول، تاحدودی از مساحت آنها کاسته شده است؛ در مقابل، با افزایش جمعیت، مساحت کاربری مسکونی و زراعی دارای روندی صعودی بوده است. در سال ۱۹۹۰، مساحت اراضی جنگلی ۲۷۴ کیلومتر مربع بود اما، طی ده سال، به ۲۷۲ کیلومتر مربع رسید. مراتع نیز، از ۴۳۶ کیلومتر مربع، به ۴۳۲ کیلومتر مربع کاهش یافت (شکل ۴).



شکل ۴. نمودار درصد تغییرات مساحت کاربری‌های دشت هراز، طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۹

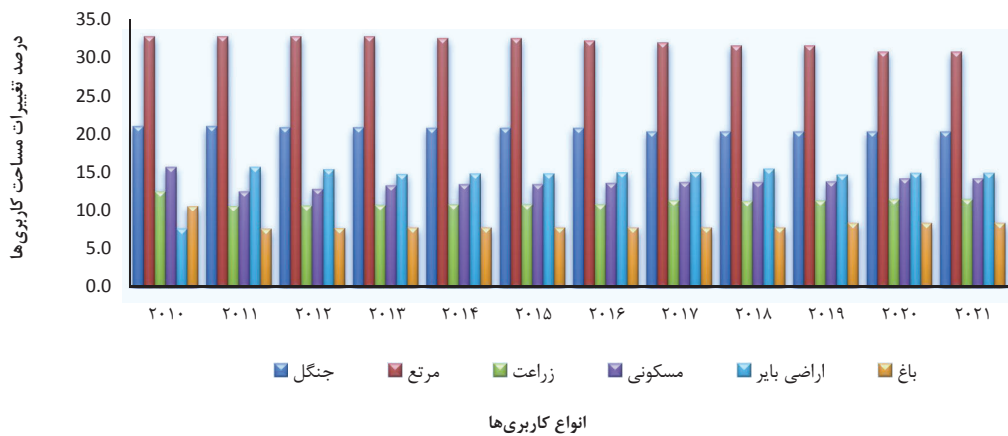


شکل ۵. نمودار درصد تغییرات کاربری‌های دشت هراز، طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۹

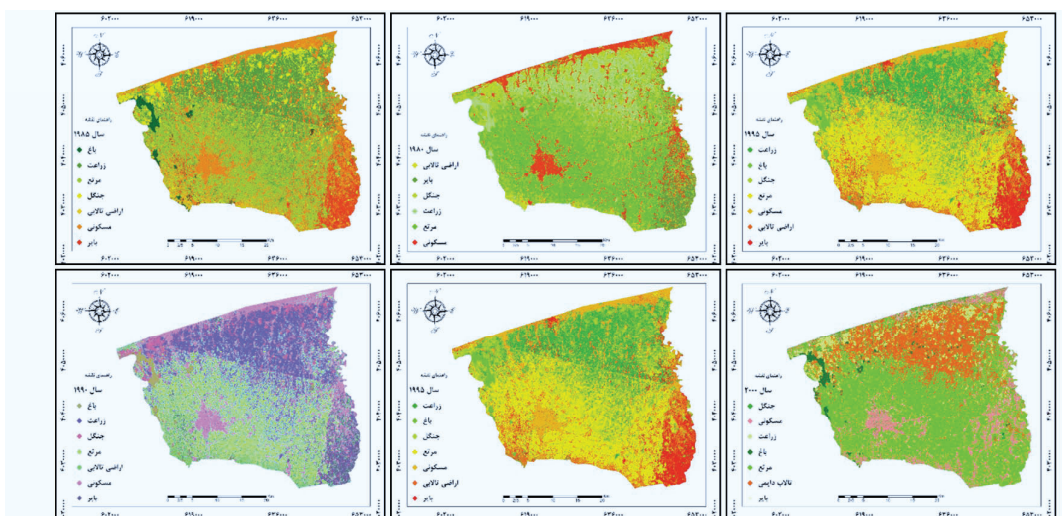
مساحت اراضی جنگلی ۲۷۰ کیلومترمربع بود اما با گذشت ده سال، این مقدار به ۲۶۱ کیلومترمربع رسید. مساحت مراتع نیز، از ۴۲۰ کیلومترمربع، به ۳۹۵ کیلومترمربع رسیده است. شکل ۶ تغییرات مساحت منطقه را نشان می‌دهد.

تغییرات کاربری دشت هراز در چهار دهه (۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱) بررسی و در شکل‌های ۳ تا ۶ ارائه شد. برای نمایش گرافیکی تغییرات، آخرین تغییرات منطقه براساس تصاویر ماهواره‌ای در شکل‌های ۷ و ۸ مشخص شده است.

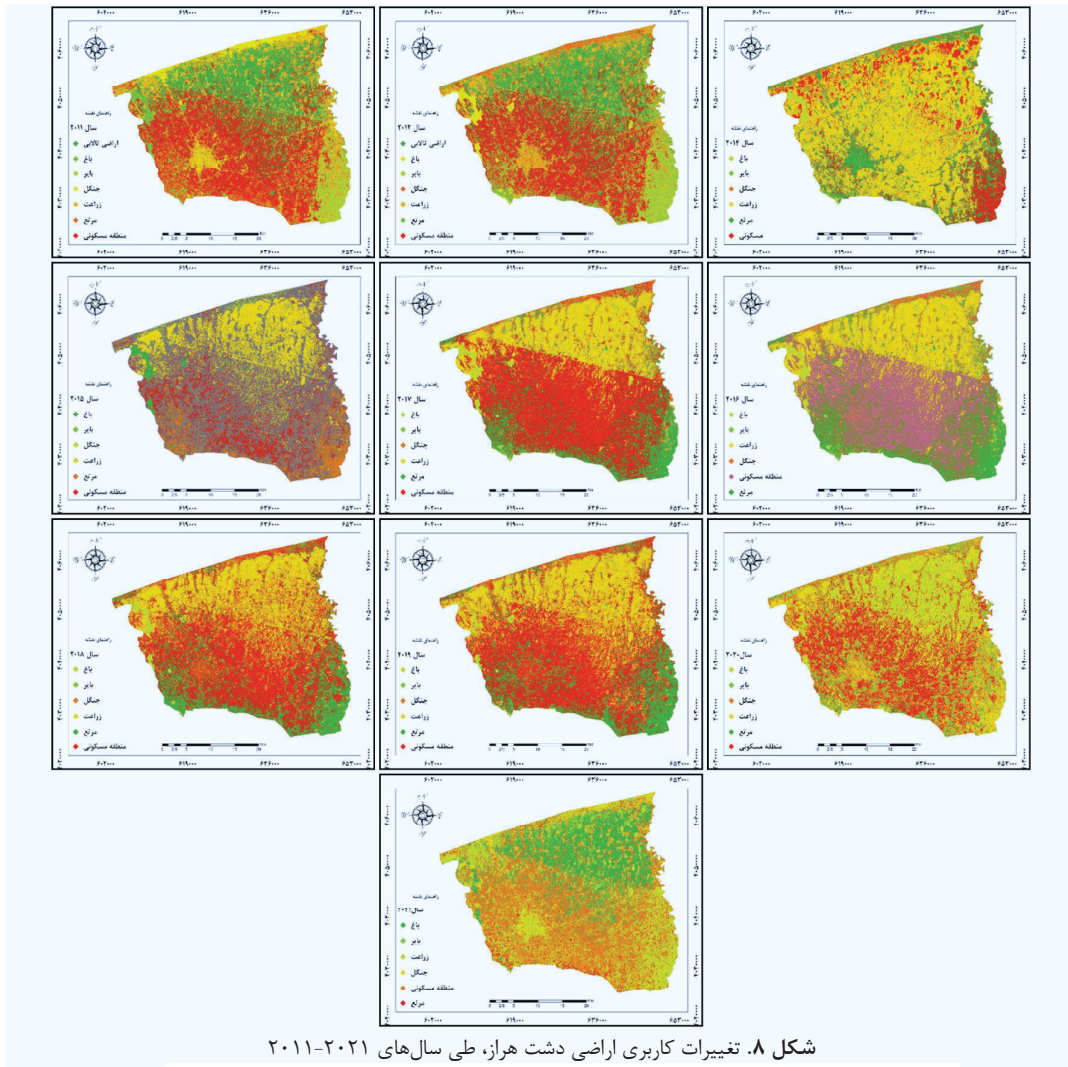
تغییرات کاربری اراضی دشت هراز در دهه چهارم (۲۰۱۰ تا ۲۰۲۱) نشان داد اراضی با کاربری مسکونی با شدت بیشتری درحال افزایش بوده است و درمقابل، مساحت اراضی مرتعی با روند صعودی رو به کاهش دارد؛ به گونه‌ای که طی ده سال، ۲۵ کیلومترمربع از مساحت مراتع (علفزار، منطقه سنگی، بایر و...) کم شده است. طی روند ده‌ساله، سه کاربری جنگل و مرتع و اراضی بایر با تغییراتی روبه‌رو بودند و مساحت آنها روند کاهشی داشته است؛ یعنی در سال ۲۰۱۱،



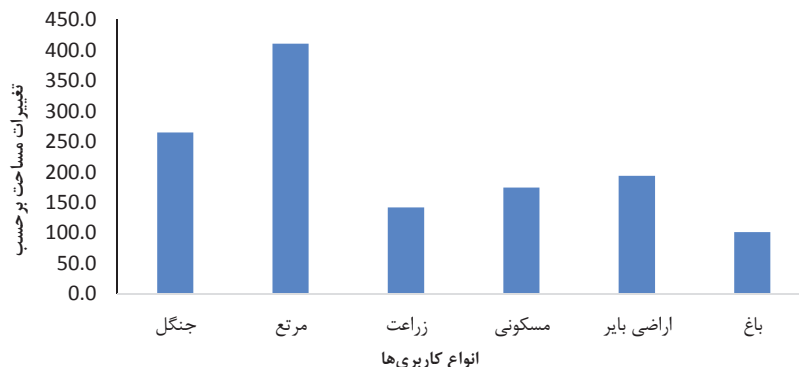
شکل ۶. نمودار درصد تغییرات کاربری‌های دشت هراز، طی سال‌های ۲۰۱۰-۲۰۲۱



شکل ۷. تغییرات کاربری اراضی دشت هراز، طی سال‌های ۱۹۸۰، ۱۹۸۵، ۱۹۹۰، ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰



شکل ۸. تغییرات کاربری اراضی دشت هراز، طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۲۱



شکل ۹. تغییرات مساحت کاربری اراضی دشت هراز، طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۲۱

جدول ۱. تغییرات مساحت کاربری‌های منطقه در سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۲۱

میانگین سالانه	۲۰۲۱	۲۰۲۰	۲۰۱۹	۲۰۱۸	۲۰۱۷	۲۰۱۶	۲۰۱۵	۲۰۱۴	۲۰۱۳	۲۰۱۲	۲۰۱۱	
۲۶۴/۷	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۱	۲۶۷	۲۶۷	۲۶۷	۲۶۸	۲۶۸	۲۷۰	جنگل
۴۱۰/۶	۳۹۵	۳۹۵	۴۰۵	۴۰۵	۴۱۰	۴۱۳	۴۱۷	۴۱۷	۴۲۰	۴۲۰	۴۲۰	مرتع
۱۴۱/۹	۱۴۸	۱۴۸	۱۴۶	۱۴۵	۱۴۶	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۸	۱۳۷	۱۳۶	زراعت
۱۷۴/۲	۱۸۳	۱۸۳	۱۷۸	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۵	۱۷۳	۱۷۳	۱۷۱	۱۶۵	۱۶۱	مسکونی
۱۹۳/۶	۱۹۲	۱۹۲	۱۸۹	۱۹۹	۱۹۳	۱۹۳	۱۹۱	۱۹۱	۱۹۰	۱۹۸	۲۰۲	اراضی بایر
۱۰۰/۹	۱۰۷	۱۰۷	۱۰۷	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۹	۹۸	۹۷	باغ

۳-۱- ارزیابی نقشه‌های کاربری (صحت‌سنجی)

براساس نتایج، مقدار کاپا بین ۰/۵ تا ۱ به‌دست آمد. هرچه مقدار این ضریب به ۱ نزدیک باشد، نقشه‌های تهیه‌شده صحت بیشتری دارند. مقادیر خطای هر یک از نقشه‌ها، در سال‌های گوناگون، در جدول ۲ نشان داده شده است. بیشترین مقدار ضریب کاپای به‌دست‌آمده در مورد نقشه‌های تهیه‌شده در سال‌های ۱۹۸۸، ۱۹۹۵، ۱۹۸۳، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ و کمترین مقدار خطای با ۰/۶۲ و ۰/۹۸، ۰/۹۷، ۰/۹۹، ۰/۹۸ و ۰/۹۸ است. کمترین مقدار ضریب کاپای حاصل‌شده در این پژوهش، در سال‌های ۱۹۸۲، ۱۹۸۳، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ و کمترین مقدار خطای با ۰/۶۲ و ۰/۹۸، ۰/۹۷، ۰/۹۹، ۰/۹۸ و ۰/۹۸ است. مطابق این نتایج، نقشه‌های تهیه‌شده دقت مناسبی براساس نمونه‌های طبیعی داشتند.

جدول ۲. نتایج صحت‌سنجی ضریب کاپا در کاربری اراضی دشت هراز، طی دوره آماری

ضریب / سال	۱۹۸۰	۱۹۸۱	۱۹۸۲	۱۹۸۳	۱۹۸۴	۱۹۸۵	۱۹۸۶	۱۹۸۷	۱۹۸۸	۱۹۸۹
ضریب / سال	۰/۷۱	۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۷۸
ضریب / سال	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۸۵
ضریب / سال	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۹۷	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹۱
ضریب / سال	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۵
ضریب / سال	۰/۸۹	۰/۸۵								
ضریب / سال	۰/۷۱	۰/۸۵	۰/۶۲	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۷۸
ضریب / سال	۰/۸۶	۰/۸۱	۰/۸۸	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۸۵
ضریب / سال	۰/۸۳	۰/۸۰	۰/۹۷	۰/۶۵	۰/۶۲	۰/۸۹	۰/۹۵	۰/۸۹	۰/۸۵	۰/۹۱
ضریب / سال	۰/۹۸	۰/۹۹	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۹۶	۰/۸۹	۰/۹۵
ضریب / سال	۰/۸۹	۰/۸۵								

۴- بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش در منطقه دشت هراز، طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱، برای آشکارسازی کاربری اراضی انجام شده و بدین منظور، از سنجنده لندست- ۸ و ۷ استفاده شده است. پس از انجام دادن تصحیحات روی تصاویر، نقشه‌های تغییرات تهیه شد. براساس تصحیحات انجام شده روی تصاویر لندست، دقت تهیه نقشه‌های کاربری افزایش یافت. هادیان^۱ و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشان دادند تصحیحات روی تصاویر سنجنده لندست باعث افزایش دقت، به‌ویژه در تهیه نقشه پوشش گیاهی می‌شود. پس از تصحیحات لازم، کاربری منطقه مطالعاتی از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰، طی یک دهه، در نرم‌افزار ENVI بررسی و کاربری‌های موجود شناسایی شد. از بین چند نوع کاربری شناسایی شده، سه کاربری جنگل و مرتع و اراضی بایر با توجه به تغییرات جمعیتی، روندی کاهشی با شیب کم داشته است؛ در این زمینه، عابدینی^۲ و همکاران (۲۰۲۲) بیان کردند تصحیحات روی تصاویر لندست سبب بهتر نشان دادن دقت عمل و شناسایی عوارض شده است. در دهه سوم، اراضی جنگلی در سال ۲۰۱۱، ۲۷۰ کیلومترمربع مساحت داشته ولی طی ده سال بعد به ۲۶۱ کیلومترمربع رسیده است. طبق تغییرات انجام شده و نقشه این تغییرات، می‌توان گفت دست‌کاری انسان در طبیعت افزایش یافته است. آرخی^۳ (۲۰۱۴) طی بررسی‌هایی اظهار کرد در سال ۱۴۰۰، درمقایسه با ۱۳۹۰، مساحت اراضی جنگلی کاهش و اراضی بایر افزایش داشته است. حیدری^۴ و همکاران (۲۰۱۶) نیز نشان دادند، پیش از احداث سد طالقان، منطقه طالقان دچار کاهش جمعیت بود و در پی آن، میزان اراضی مرتعی نیز بدون تغییر بود اما پس از احداث سد طالقان، زمین در این منطقه ارزش یافته و بر جمعیت فصلی افزوده شده است. ابراهیمی و احمدپور^۵ (۲۰۱۹) بیان کردند، در بازه بیست‌ساله، تغییر مساحت اراضی ساختمانی از ۳۸ کیلومترمربع در سال ۱۳۸۴ به ۱۴۲ کیلومترمربع در سال ۱۳۹۹ بوده که حاکی از رشد

شایان توجه اراضی مسکونی، در محدوده زمانی مورد بررسی است و تدوین برنامه‌های اصولی در زمینه بهبود مدیریت شهری را می‌طلبد. در سال ۱۹۹۱، اراضی جنگلی ۲۷۴ کیلومترمربع مساحت داشته اما طی ده سال بعد، به ۲۷۲ کیلومترمربع رسیده است. غیراز موارد کاهشی جنگل و مرتع‌ها، زمین‌های مسکونی و کشاورزی با افزایش مساحت روبه‌رو بودند. به‌عبارتی، طی روندی ده‌ساله، سه کاربری جنگل و مرتع و اراضی بایر (زمین‌هایی که کشت نمی‌شوند) دچار تغییراتی شدند و مساحت آن‌ها روند کاهشی داشته است. محمدشریفی^۶ و همکاران (۲۰۲۰) تأثیر متغیرهای سن، بعد خانوار، مساحت اراضی و تعداد افراد شاغل هر خانواده در بخش کشاورزی، اشتغال به کشاورزی به‌منزله شغل اصلی و مرغوبیت و حاصلخیزی اراضی را در تغییر کاربری اراضی کشاورزی، معنی‌دار و منفی شمردند. بهره‌مند پسکه و کاووسی کلاشمی^۷ (۲۰۲۰) مهم‌ترین پیشران تأثیرگذار در تغییر کاربری اراضی کشاورزی، در روستای بلگور استان گیلان را عامل حاکمیتی معرفی کردند و افزودند با تمرکز بر این مسئله، اصلاح و وضع قوانین جدید، می‌توان از روند صعودی تغییر کاربری اراضی کشاورزی در این روستا جلوگیری کرد. طبق پژوهش داداش‌پور و سالاریان^۸ (۲۰۱۵) تبدیل شدن اراضی ملی به کشاورزی، در منطقه ساری استان مازندران، میزان رشد منفی داشته اما میزان ساخت‌وساز و اراضی مسکونی در حال افزایش است. از دید کلالی‌مقدم^۹ (۲۰۱۵)، تغییر کاربری اراضی بیشتر متأثر از عوامل اقتصادی است تا دیگر عوامل؛ بنابراین با شناخت این عوامل، می‌توان راهکارهای

1. Hadian
2. Abedini
3. Arekhi
4. Heydari
5. Ebrahimi & Ahmadpour
6. Mohammad shariifi
7. Bahremand paske and Kavooosi Kalashami
8. Dadashpoor & Salarian
9. Kalalimoghddam

۶- منابع

- Abedini, M. & Mohammadzadeh Shishegaran, M., 2022, **Investigation of Land Use Changes and Its Relationship with Groundwater Level (Case Study: Mallard County)**, Environmental Hazards Management, 9(1), PP. 31-44.
- Amiri, F. & Tabatabaie, T., 2022, **The Effect of Land Use Change/Land Cover on Land Surface Temperature in the Coastal Area of Bushehr**, RS & GIS for Natural Resources, 13(2), PP. 130-147.
- Arekhi, S., 2014, **Prediction of Spatial Land Use Changes Based on LCM in a GIS Environment (A Case Study of Sarabeleh (Ilam), Iran)**, Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 12(1), PP. 1-19.
- Arekhi, S. & Niazi, Y., 2010, **Investigating Application of GIS and RS to Estimate Soil Erosion and Sediment Yield Using RUSLE (Case Study: Upper Part of Ilam Dam Watershed, Iran)**, Journal of Water and Soil Conservation, 17(2), PP. 1-27.
- Bahremand Paskeh, Z. & Kavooosi Kalashami, M., 2020, **Identification of Affecting Factors on Agricultural Land Use Change in Belgor Village, SowmehSara County**. Rural Development Strategies, 7(2), PP. 157-170.
- Barati Ghahfarokhi, S., Soltani Kopaei, S., Khajahuddin, S.J. & Raigani, B., 2009, **Investigation of Land Use Changes in Qale Shahrokh Basin Using Remote Sensing (1975 - 2002)**, Water and Soil Sciences, 13(47), PP. 349-365.
- Dadashpoor, H. & Salarian, F., 2015, **Analysis of the Impacts of Urban Sprawl on Land Use Changes in Sari City**, Geographical Urban Planning Research, 3(2), PP. 145-163.
- Delfan, E., Naghavi, H., Maleknia, R. & Nouredini, A., 2019, **Comparing the Capability of Sentinel 2 and Landsat 8 Satellite Imagery in Land Use and Land Cover Mapping Using Pixel-based and Object-based Classification Methods**, Desert Ecosystem Engineering Journal, 8(25), PP. 1-12.

مناسب در این زمینه پیشنهاد کرد. ملکی و توکلی صورت^۱ (۲۰۱۷) در صحت‌سنجی خود نشان دادند که قطعه‌بندی انجام‌شده، درمورد استخراج عوارض، درحد متناسبی است. نتایج صحت‌سنجی نیز نشان داد بیشتر تصاویر به‌دست‌آمده دارای ضریب کاپای بیشتر از ۰/۵ است و برای تشخیص عوارض منطقه، طی دوره آماری ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱، دقت مناسبی دارد. در این زمینه، دلفان^۲ و همکاران (۲۰۱۹) صحت و ضریب کاپای به‌دست‌آمده برای طبقه‌بندی کاربری اراضی منطقه بسطام استان لرستان، با استفاده از دو سنجنده سنتینل و لندست را دارای دقت مناسبی دانستند اما بیان کردند دقت سنتینل بیشتر است. سلیمانی‌نژاد^۳ و همکاران (۲۰۱۹) برای طبقه‌بندی معیارهای تعیین صحت، مشخص کردند دقیق‌ترین طبقه‌بندی درمورد مشخصه تاج‌پوشش (با صحت کلی ۰/۸۳ و ضریب کاپای ۰/۷۳) و سپس درمورد سطح مقطع (با صحت کلی ۰/۷۸ و ضریب کاپای ۰/۷۲) و تراکم (صحت کلی ۰/۶۹) و ضریب کاپای (۰/۷۵) انجام شده است. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و اهداف تعریف‌شده، می‌توان گفت که کاربری‌های منطقه، طی دوره آماری مورد نظر (۱۹۸۰-۲۰۲۱) با تغییرات مساحت روبه‌رو بودند و تغییر محسوسی را نیز نشان دادند. بنابراین دخالت عوامل انسانی نقش اصلی را در تغییرات کاربری اراضی داراست.

۵- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر منتج از طرح خاتمه‌یافته، با عنوان «بررسی تغییرات کاربری اراضی منطقه هراز با استفاده از داده‌های سنجش از دور»، با شماره قرارداد ۰۳-۱۴۰۰-۰۴ است. از حمایت مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه تقدیر و تشکر می‌شود.

1. Maleki & Tavakkoli Saboor
2. Delfan
3. Soleimannejad

- Ebrahimi, R. & Ahmadpour, A., 2019, **Modeling Dynamic Changes of Land Use with Object Based Image Analysis and CA-Markov Approach (Case Study: Shiraz City)**, Geophysical Data [Internet], 27(108), PP. 137-149.
- Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. & Ramankutty, N., 2010, **Anthropogenic Transformation of the Biomes, 1700 to 2000**, Glob. Ecol. Biogeogr., 19, PP. 589-606, <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x>.
- Franco, L. & Magalhães, M.R., 2022, **Assessing the Ecological Suitability of Land-Use Change, Lessons Learned from a Rural Marginal Area in South east Portugal**, Land Use Policy, 122, P. 106381.
- Hadian, F., Bashari, H., Jafari, R. & Soltani, S., 2014, **Comparison of Landsat5 (TM Sensor) and IRS-P6 (AWiFS Sensor) Satellite Images for Analyzing Rangeland Vegetation Types (Case Study: Semirom, Isfahan)**, Iranian Journal of Range and Desert Research, 21(1), PP. 176-187.
- Haji, K., Esmali-Ouri, A., Mostafazadeh, R. & Nazarnejad, H., 2022, **Assessment of Land Cover/Land Use Changes Using Object-Oriented Processing of Satellite Imageries (1985-2015) in the Rozechai Watershed of Urmia**, Jgs, 22(66), PP. 171-189.
- Heydari, S., Mehrabi, A.A., Mohseni Saravi, M. & Saedi, S., 2015, **Analysis of Land Use Changes Impacts and Demographic Changes (Case Study: Taleghan Barrier Surrounding Villages)**, Journal of Range and Watershed Management, 68(4), PP. 767-778.
- Kalali Moghadam, J., 2014, **Investigating Factors Affecting the Change of Agricultural Land (Case Study: Rural Areas of Rasht City)**, Journal of Reswarch and Rural Planning, 4(1(9)), PP. 49-33.
- Karbasi, A., Yazdankhah, B. & Mohammadzadeh, H., 2018, **Investigation of Factors Affecting on Land Use Change in Khorasan Razavi**, Journal of Environmental Studies, 44(1), PP. 99-111.
- Karimian, T., Amini, A., Bagheri, M. & Ghaiumi Mohammadi, H., 2020, **Land Use Change Monitoring Using Landsat Satellite Image Data (Case study: Khan Mirza Plain)**, Human Geograghy Researchquarterly, 52(2), PP. 419-436.
- Kavian, A., Zargoosh, Z., Jafarian jolodar, Z. & Darabi, H., 2017, **Modeling Land Use Changes in Haraz Watershed Using Logistic Regression and Markov Chain**, Journal of Natural Environmental, 70(2), PP. 397-412.
- Li, B., Yang, Zh., Cai, Y., Xie, Y., Guo, H., Wang, Y., Zhang, P., Li, B., Jia, Q., Huang, Y. & Qi, Z., 2022, **Prediction and Valuation of Ecosystem Service Based on Land Use/Land Cover Change: A Case Study of the Pearl River Delta**, Ecological Engineering, 179, P. 106612.
- Liang, Y. & Song, W., 2022, **Integrating Potential Ecosystem Services Losses into Ecological Risk Assessment of Land Use Changes: A Case Study on the Qinghai-Tibet Plateau**, Journal of Environmental Management, 318, P. 115607.
- Mahdavian, S., Zeinali, B. & Salahi, B., 2022, **Monitoring Land Use Changes and Its Relationship with Land Surface Temperature and Vegetation Index in the Southern Areas of Ardabil Province (Case Study: Kiwi Chay Catchment)**, Journal of RS and GIS for Natural Resources, 13(4), PP. 21-48.
- Tavakoli Sabour, S.M., & Maleki, M., 2017, **Terrain Feature Extraction from OLI Sensor Images**, Geographical Journal of Territory, 14(54), PP. 17-30.
- Clay, S.A., 2011, **GIS Applications in Agriculture, Volume three Invasive Sapecies**, 2011, Boca Raton, London and New York: CRC Press, PP.1-8.
- Mohammad Sharifi, M., Hayati, B., Pishbahar, E. & Dashti, G., 2020, **Factors Affecting on Agricultural Land Use Change in the Dezful County**, Journal of Agricultural Economics Research, 12(45), PP. 25-45.

- Richards, J.A., 1999, **Remote Sensing Digital Image Analysis**, Springer-Verlag, Berlin, 240.
- Roudgarmi, P., Khorasani, N., Monavari, M. & Nouri, J., 2009, **Environmental Impact Prediction Using Remote Sensing Images and Techniques**, Journal of Environmental Science And Technology, 11(1), PP. 161-172.
- Roy, D.P., Huang, H., Houborg, R. & Martins, V.S., 2021, **A Global Analysis of the Temporal Availability of PlanetScope High Spatial Resolution Multi-Spectral Imagery**, Remote Sens. Environ., 264, P. 112586.
- Seymohammadi, S., Tavakoli, M., Zarafshani, K., Mahdizadeh, H. & Amiri, F., 2021, **Investigation of the Process of Land Use Change in Mahidasht Plain Watershed Using Remote Sensing Images**, J. Sus. Dev. & Env, 2(2), PP. 56-70.
- Shang, R., Zhu, Z., Zhang, J., Qiu, S., Yang, Z., Li, T. & Yang, X., 2022, **Near-Real-Time Monitoring of Land Disturbance with Harmonized Landsats 7-8 and Sentinel-2 Data**, Remote Sens. Environ, 278, P. 113073.
- Shayestehmand, M., Hayati, B. & Haghjou, M., 2019, **Factors Affecting Agricultural Land Use Change in Tabriz City**, Agricultural Knowledge and Sustainable Production, 29(1), PP. 237-249.
- Soleimannejad, L., Eslam Bonyad, A., Naghdi, R. & Latifi, H., 2019, **Classification of Quantitative Attributes of Zagros Forest Using Landsat 8-OLI and Random Forest Algorithm (Case Study: Protected Area of Manesht Forests)**, Forest Research and Development, 4(4), PP. 415-434.
- Tang, X., Bullock, E.L., Olofsson, P. & Woodcock, C.E., 2020, **Can VIIRS Continue the Legacy of MODIS for Near Real-Time Monitoring of Tropical Forest Disturbance?**, Remote Sens. Environ, 249, P. 112024.
- Zhu, Zh., Qiu, Sh. & Ye, S., 2022, **Remote Sensing of Land Change: A Multifaceted Perspective**, Remote Sensing of Environment, 282, P. 113266.