Physical Social Planning Open Access

Summer (2024) 9(2): 33-52

: 10.30473/PSP.2024.71571.2730

ORIGINAL ARTICLE

Monitoring Changes in Land Use and Land Cover Using Satellite Imagery (Case Study: Kuhpayeh-Segzi Sub-basin in Central Iran)

Mostafa Taleshi[1], Shahbakhti Rostami[2], Behruz Gharani Arani[3], Amanallah Taromi[4]

1. Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran.
4. Ph.D. Student in Department of Geography, Payame Noor University, Tehran, Iran.

Correspondence
Mostafa Taleshi
Email: m_taleshi@pnu.ac.ir

Received: 14/Jun/2024
Accepted: 01/Sep/2024

How to cite

Taleshi, M.; Rostami, Sh.; Gharani Arani, B.; Taromi. A. (2024). Monitoring Changes in Land Use and Land Cover Using Satellite Imagery (Case Study: Kuhpayeh-Segzi Sub-basin in Central Iran), Physical Social Planning, 9 (2), 34, 33-52.
(DOI: 10.30473/psp.2024.71571.2730)

ABSTRACT

Land is the basis of most human activities, production systems, and achieving sustainable development. On the other hand, with social and economic changes and unconventional resource exploitation, land instability conditions are intensifying. Measuring land use changes requires examining issues such as land use system, land cover, and monitoring patterns. Land use and land cover patterns, by providing monitoring and understanding the process of changes in the exploitation system through the use of remote sensing techniques, facilitate the possibility of reforming and changing policymaking, optimal management, and future planning of environmental resources. The aim of the present study is to monitor the changes in the LULC system in the Kuhpayeh-Segzi sub-basin using satellite images in the period 2000 to 2023 and update spatial information. The results of the evaluation of the land use and land cover maps using the Decision Tree Algorithm indicate an increase in the area of more than 97% of built-up land, 173% of rangeland, 230% of irrigated areas, 72% of agricultural land, and a decrease in the area of more than 14% of barren land. In this process, 913 hectares of barren land, 244 hectares of rangeland, 44 hectares of agricultural land, and 0.155 hectares of irrigated areas have been converted into built-up land. Sustainability of environmental resources, especially reducing the trend of land use and land cover change and stabilizing the exploitation system, requires the implementation of optimal resource management and the application of land protection models with the participation and empowerment of local rural communities.

KEYWORDS

Monitoring, Land Use, Land Cover, Kuhpayeh-Segzi Sub-basin, Decision Tree Algorithm, Central Iran.

Copyright © 2024 The Authors. Published by Payame Noor University.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

برنامه‌ریزی توسعه کالبدی

سال نهم، شماره دوم، پیاپی سی و چهارم، تابستان ۱۴۰۳ (۵۲-۳۳)

DOI: 10.30473/PSP.2024.71571.2730

«مقاله پژوهشی»

پایش تحولات نظام کاربری و پوشش زمین با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای (مورد مطالعه: زیرحوضه آبریز کوهپایه-سگزی در ایران مرکزی)

مصطفی طالشی[۱]، شاه‌بختی رستمی[۲]، بهروز قرنی آرانی[۳]، امان‌اله طارمی[۴]

۱. استاد گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۳. استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

۴. دانشجوی دکتری گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

نویسنده مسئول: مصطفی طالشی

رایانامه: m_taleshi@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۱

استناد به این مقاله:

طالشی، مصطفی؛ رستمی، شاه‌بختی؛ قرنی آرانی، بهروز؛ طارمی، امان‌اله (۱۴۰۳). پایش تحولات نظام کاربری و پوشش زمین با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای (مورد مطالعه: زیرحوضه آبریز کوهپایه-سگزی در ایران مرکزی)، فصلنامه علمی برنامه-ریزی توسعه کالبدی، ۹ (۲)، ۳۴، ۳۳-۵۲.

(DOI: 10.30473/psp.2024.71571.2730)

چکیده

زمین بستر تمامی فعالیت‌های انسان و یکی از نهادهای اثربخش در نظام‌های تولید و دستیابی به پایداری توسعه به‌شمار می‌رود. از سوی دیگر با بروز تحولات اجتماعی و اقتصادی در جوامع انسانی و بهره‌برداری نامتعارف از منابع، شرایط ناپایداری زمین تشدید می‌یابد. سنجش تحولات بهره‌برداری از زمین با موضوعاتی همچون نظام کاربری زمین و پوشش اراضی و الگوهای پایش همراه است. الگوهای کاربری زمین و پوشش اراضی، با فراهم‌سازی پایش و شناخت روند تحولات نظام بهره‌برداری از طریق بکارگیری فنون سنجش از دور، امکان اصلاح و تغییر سیاست‌گذاری، مدیریت مطلوب و آینده‌نگاری منابع محیطی را تسهیل می‌نماید. هدف این پژوهش، پایش تحولات نظام LULC در زیرحوضه آبریز کوهپایه-سگزی با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای در دوره زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۳ میلادی (۱۳۷۹-۱۴۰۲ خورشیدی) و به‌روزرسانی اطلاعات مکانی است. نتایج ارزیابی نقشه‌های نظام کاربری و پوشش اراضی با بهره‌گیری از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری نشانگر افزایش وسعت بیش از ۹۷ درصد اراضی ساخته‌شده، ۱۷۳ درصد اراضی مرتع، ۲۳۰ درصد عرصه‌های آبی، ۷۲ درصد اراضی کشاورزی و کاهش وسعت بیش از ۱۴ درصد از اراضی بایر است. البته ۹۱۳ هکتار از اراضی بایر، ۲۴۴ هکتار از اراضی مرتع، ۴۴ هکتار از اراضی کشاورزی و ۰/۱۵۵ هکتار از عرصه‌های آبی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است. پایداری منابع محیطی به‌ویژه کاهش روند تغییر کاربری و پوشش اراضی و تثبیت نظام بهره‌برداری مستلزم اعمال مدیریت مطلوب از منابع با بکارگیری الگوهای حفاظت از زمین با مشارکت و توانمندسازی جوامع محلی روستایی است.

واژه‌های کلیدی

پایش، کاربری زمین، پوشش اراضی، زیر حوضه آبریز کوهپایه-سگزی، الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، ایران مرکزی.

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۳ ©. ناشر این مقاله، دانشگاه پیام نور است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

مقدمه

جغرافیا علم مطالعه ویژگی‌های سطح زمین و روابط بین پراکندگی‌های انسانی و فیزیکی است (مونخوسه، ۲۰۱۷: ۱۵۲) و با در نظر داشتن فعالیت‌ها و رفتارهای انسانی در سطح زمین، معنا می‌یابد (منافی‌آذر و جلالیان، ۱۳۹۴، ۷) و به عبارتی مطالعات جغرافیایی به شناخت روابط بین پراکندگی‌ها/انسان و محیط می‌پردازد. این مجموعه محیطی-انسانی به منزله نظام مکانی-فضایی همواره در تغییر، مورد توجه جغرافیدانان قرار دارد و از آنجا که تغییرات اجتماعی در بستر مکان، اما در گذر زمان شکل می‌گیرد، در بررسی‌های جغرافیایی نه تنها مکان و فضا، بلکه زمان نیز از اهمیتی ویژه برخوردار است. به‌عبارتی دیگر مطالعات جغرافیدان در شناخت مکانی با رعایت اصول نگرش سیستمی بر پرسش‌های همچون نحوه شکل‌گیری، پیدایش و استقرار پدیده‌های جغرافیایی در مکان، چگونگی اثرگذاری و اثربخشی نیروهای مؤثر و در نهایت با مدیریت فضایی پدیده‌ها چگونه به پایداری مکانی و فضایی پدیده‌های جغرافیایی می‌انجامد.

حوزه‌های روستایی به عنوان قاعده نظام سکونت و فعالیت ملی، نقش اساسی در توسعه ملی- منطقه‌ای ایفا می‌کند، زیرا توسعه پایدار سرزمینی در گرو پایداری نظام روستایی به عنوان زیر نظام تشکیل‌دهنده نظام سرزمین است. البته پایداری فضاهای روستایی در ابعاد مختلف می‌تواند نقش مؤثری در توسعه منطقه‌ای و ملی ایفا نماید؛ در این ارتباط نقش نواحی روستایی در تولید محصولات کشاورزی و لزوم حفظ محیط زیست و بهره‌برداری بهینه از منابع طبیعی، از ضرورت‌های برنامه‌ریزی توسعه روستایی محسوب می‌شود (رضوانی، ۱۳۹۰: ۷).

کشاورزی عمده‌ترین فعالیت اقتصادی در بسیاری از مناطق روستایی است و بیشتر خانوارها مستقیماً از طریق این بخش امرار معاش می‌کنند (توحیدی مقدم و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس نتایج مطالعات، ۷۵ درصد تولیدات کشاورزی در ایران از روستاهای کوچک به دست می‌آید و علی‌رغم تنوع‌پذیری فعالیت‌های اقتصادی در بخش شهری و پیشرفت فعالیت‌های غیرکشاورزی، هنوز نقش بخش کشاورزی در فرآیند توسعه نمایان‌تر است که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به تأمین موادغذایی، کمک به توسعه سایر بخش‌ها از طریق ایجاد مازاد اقتصادی، تأمین سرمایه در رشد اقتصادی، تأمین منابع ارزی، ذخیره نیروی کار، بازار کالاهای اساسی اشاره نمود (شکوری، ۱۳۹۳، ۸)؛ لذا با توجه به ارتباط تنگاتنگ بخش کشاورزی و سکونتگاه‌های روستایی، ضروریست که برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های مطلوب همراه با آینده‌نگاری در حیطه مسائل مرتبط با سکونتگاه‌های روستایی به منظور دستیابی به توسعه و پایداری، به‌نحوی شایسته انجام پذیرد.

در راستای تعمیق و بسط حوزه علمی و سیاست‌گذاری توسعه محلی-منطقه‌ای، یکی از مهم‌ترین موضوعات به‌ویژه از دیدگاه جغرافیایی، توسعه پایدار سکونتگاه‌های روستایی است (برزگر، نظری و ریاحی، ۱۴۰۱)، که در دهه‌های اخیر علاقه‌مندی به این مفهوم افزایش یافته است. البته پایداری سکونتگاه‌های روستایی، از یک‌سو با مقوله کاربری زمین و بخشی دیگر به ارتقاء کارکردهای اقتصادی-اجتماعی و فضایی مربوط است. بدین‌ترتیب نقش‌آفرینی زمین جزئی از تمامی فعالیت‌های انسان است و به منزله ابزار اساسی دستیابی به تولید و توسعه بشمار می‌رود. به عبارت دیگر با افزایش تقاضا برای بهره‌برداری از زمین ضرورت توجه به آگاهی‌های محیطی نیز افزایش می‌یابد تا در پی آن موضوع پایداری تسهیل، ارتقاء و نهادینه شود (افتخاری و همکاران، ۱۳۹۳، ۲۹۰). با بررسی نحوه بهره‌برداری از زمین و منابع طبیعی هر کشور، می‌توان آینده آن ملت را پیش‌بینی کرد؛ بهره‌برداری پایدار از زمین و نهاده‌های کشاورزی، شاخص مهمی در فرآیند تولید به حساب می‌آید و عمیقاً بر شیوه معیشت تولیدکنندگان تأثیرگذار است (دوردیان و درودیان، ۱۳۹۶) بنابراین مدیریت خردمندانه فضا و به‌ویژه کاربری زمین و پوشش اراضی[1] مستلزم درک تعاملات فعالیت‌های انسانی در محیط طبیعی است و شناخت تغییرات و تحولات آن به منظور نظارت و حفظ محیط یکی از اصول بنیادین پایداری توسعه قلمداد می‌شود.

در شناخت‌شناسی منابع محیطی، موضوعات و اصطلاحات «کاربری زمین» و «پوشش اراضی» اغلب مترادف با یکدیگر به کار می‌روند، در صورتی که آن‌ها از هم قابل تفکیک است. کاربری زمین به نحوه استفاده از زمین و اکوسیستم آن اشاره دارد و درحالی‌که پوشش زمین شامل ویژگی‌های فیزیکی سطح زمین از جمله گیاهان، آب، خاک و سایر عناصر، اعم از عناصر طبیعی و انسانی است. الگوهای LULC در هر حوضه و ناحیه مورد مطالعه، تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند شرایط اجتماعی-اقتصادی و محیطی قرار دارند (هالدار و همکاران، ۲۰۲۳). تغییر پوشش اراضی، به طورکلی شامل تغییرات در ویژگی‌های زمین است که شامل ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی است. درحالی‌که تغییر کاربری زمین، تغییر در نحوه استفاده و یا مدیریت برخی از قسمت‌های زمین توسط انسان است (بونونو و همکاران، ۲۰۲۳).

تغییرات LULC، معمولاً به دو صورت قابل ارزیابی و توجه است؛ دسته اول، تغییرات به واسطه عوامل طبیعی نظیر فرسایش، نیروهای تکنوتیکی، وقوع سیلاب است (قدیمی، پاپزن و امینی، ۱۳۹۷) و گروه دوم متأثر از فعالیت‌های انسان بر روی زمین است. در الگوی LULC، پویایی و تغییرات آن، متغیرهایی مهم هستند که تأثیرات جدی بر محیط و فرآیندهای محیطی می‌گذارند (جلالیان، شوقی و عزیزپور،

1. Land use & Land Cover (LULC)

۱۳۹۹) و ارزیابی روند تغییرات آن، فرآیندی است که به ایجاد درک صحیحی از نحوه تعامل انسان و محیط زیست منجر می‌شود (سلطانی‌مقدس، صلاحی اصفهانی، ۱۳۹۵، ۱۴۵)، بدین‌ترتیب آگاهی از اطلاعات به‌روز الگوی LULC و به موازات آن تغییرات آنها در طول زمان، به منظور برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری در راستای استفاده بهینه از زمین، شناسایی نواحی تحت فشار محیطی و ارزیابی توسعه ناحیه‌ای، اهمیت بسیاری دارد (احمدیان و عبداله، ۱۳۹۶).

در این راستا، ارزیابی تحولات با بهره‌گیری از الگوی LULC در دهه‌های اخیر برای دست‌اندرکاران برنامه‌ریزی سرزمین، اندیشه‌ورزان توسعه پایدار و کارشناسان منابع طبیعی پذیرفته شده و موضوع گسترش شتابان تحولات نظام کاربری اراضی به یکی از چالش‌های اساسی سرزمینی درآمده است (طالشی و همکاران، ۱۳۹۸)، البته شناخت این تحولات مکانی در نظام کاربری زمین در مادرشهرهایی همچون اصفهان به صورت چشمگیری بروز و ظهور یافته (جلالیان و همکاران، ۱۳۹۴) و (قرنی، طارمی و نوروزی، ۱۳۹۸) و به دنبال کمبودها و نقصان برنامه‌ریزی مناسب در سکونتگاه‌های روستایی به‌ویژه در استان‌های نوار ساحلی خزری و پیرامون مادرشهرهای دیگر همچون تهران، اصفهان، تبریز و همدان این فاجعه تشدید یافته که اراضی با تناسب بسیار بالا و کیفیت خوب به ساخت‌وسازهای غیرضروری و توسعه نامناسب شهرها اختصاص یافته است (مهدوی، ۱۳۹۶: ۱۷۳). بدین‌ترتیب اهمیت نهاده زمین به عنوان یکی از عناصر اصلی این فرآیند، بهره‌برداری بی‌رویه و ناپایدار از آن می‌تواند پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و محیط زیستی جبران‌ناپذیری را برای جوامع انسانی در سطوح مختلف به وجود آورد. البته تشخیص به‌موقع و دقیق این تغییرات، پایه و اساس درک بهتر روابط و مناسبات میان انسان و محیط‌طبیعی را فراهم می‌سازد (شنانی هویزه و زارعی، ۱۳۹۵). به همین‌جهت و به‌منظور ارتقای سطوح و نیل به خودکفایی در تولید محصولات کشاورزی و نیز دستیابی به توسعه پایدار سکونتگاهی، در گام نخست باید به صیانت از منابع آب و خاک به شدت توجه شود و با توجه به محدودیت این منابع، با برنامه‌ریزی‌های اصولی و آینده‌نگاری و با بهره‌گیری از شیوه‌های نوین علمی، ضمن پیشگیری از تغییرات نامطلوب LULC، تحولات این فرآیند، به‌شیوه شایسته مدیریت شود.

در مطالعات جغرافیایی بر مبنای نگرش نظام‌وار هر ناحیه جغرافیایی به منزله نظامی (سیستم) باز تلقی می‌شود که روستاها و شهرها به عنوان دو عنصر اصلی نظام سکونتگاهی، ساختار و کارکردهایی دارند که به واسطه اثر متقابل محیط طبیعی و گروه‌های انسانی تکوین می‌شوند. این سکونتگاه‌ها به تدریج طی گذشت زمان و برحسب دخالت عوامل و نیروهای مختلف درونی و بیرونی دستخوش تغییر و تطور می‌شوند (نظری و همکاران،۱۴۰۰). اما اصولاً زمین و اکوسیستم طبیعی، ظرفیت و توان مشخصی برای تغییر چه در پوشش و چه در کاربری آن دارد و فشار بیش از توان، نظم درونی آن را مختل می‌سازد و سازوکار طبیعی و تولیدی آن را از بین خواهد برد. حال چنانچه از میان رویکردهای متفاوت و ممکن، در هم‌زیستی با طبیعت و در یک زمان واحد، یک رویکرد، ضمن برآورده نمودن احتیاجات انسانی، آثار تخریب محیطی کمتری داشته باشد، پایدارتر خواهد بود؛ اما پیش‌بینی‌ها برای سال ۲۰۳۰ نشان می‌دهد، چنانچه نرخ تغییرات به همین منوال ادامه یابد، روند تخریب و فرسایش این مواهب طبیعی به طور تصاعدی افزایش خواهد یافت (طالشی و رحیمی‌پور، ۱۳۹۶).

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان بیان نمود که با توجه به اهمیت و تحولات چشمگیر نظام LULC، امروزه می‌بایست اقدامات اساسی مدیریتی و سیاست‌گذاری با تدوین چشم‌اندازها و آینده‌نگاری مطلوب در سطوح مختلف لحاظ شوند و پیش‌نیاز اصلی، شناسایی روندهای گذشته، پایش محیطی و شناخت وضع موجود نظام LULC است که بهره‌گیری از فنون سنجش از دور به طرز چشمگیری کارساز است.

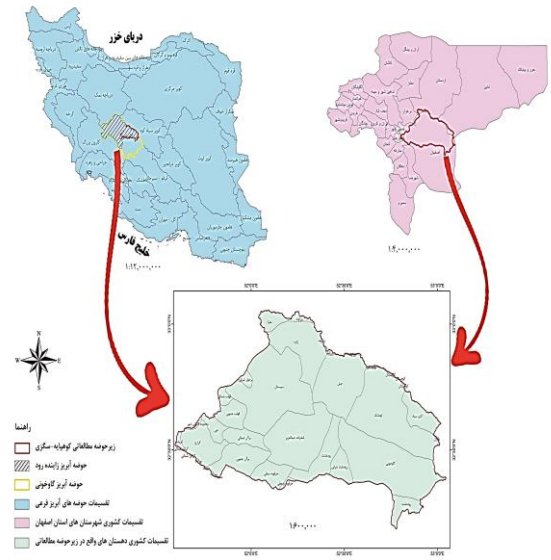
در این زمینه تاکنون مطالعاتی به صورت ملی و بین‌المللی انجام پذیرفته است که به مواردی از آن‌ها اشاره می‌شود: در پژوهش محمدپور و همکاران (۱۴۰۱) از تصاویر لندست ۵ و ۸ و الگوریتم حداکثر احتمال همسایگی، بهره‌گیری و اذعان شد که در دشت ری، وسعت اراضی بایر روندی کاهشی و وسعت اراضی کشاورزی و مسکونی روندی افزایشی داشته‌اند. حسینی، افراخته و عزیزپور (۱۴۰۱) در مطالعه خود با بهره‌گیری از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری بیان داشته‌اند که در دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۹، در دهستان زبرخان شهرستان نیشابور وسعت اراضی زراعی، ساخته‌شده و مرتع روند افزایشی و وسعت اراضی بایر و باغ روند کاهشی داشته است. جواهری و تراهی (۱۴۰۰) با بهره گیری از داده‌های سنجنده TM، ETM+ و OLI و روش شبکه عصبی برای طبقه‌بندی، اذعان می‌دارند که در دوره زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۹ در شهرستان کامیاران، اراضی جنگلی و مراتع غنی و مشجر روند کاهشی و اراضی مسکونی، پهنه‌های آبی و باغات روند افزایشی داشته‌اند. مهرابی (۱۳۹۸) بیان می‌دارد که به منظور مدیریت بهینه منابع طبیعی، آگاهی از روند تغییرات پوشش گیاهی ضروری است. وی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و روش درخت تصمیم‌گیری و شاخص‌های طیفی به پایش تغییرات پوشش گیاهی در شهرستان انار پرداخته و روند کاهشی با شدت بالا و تخریب در باغات پسته به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی را عنوان نموده است. اندریانی و همکاران (۱۳۹۷) با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و مدل شیءگرا به استخراج و کشف تغییرات کاربری اراضی در حوضه آبریز زیلبیرچای پرداخته‌اند و این تغییرات را با مدل زنجیره مارکوف تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی کرده‌اند. نتایج این مطالعه حاکی از رشد مساحت کاربری‌های مسکونی، باغات و زراعت

در طول ۲۸ سال است. جلالیان و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه خود با عنوان تحلیل خزش شهری و تحولات کاربری اراضی در محدوده شهر ارومیه و اصفهان بیان می‌دارند که روند تبدیل زمین‌های کشاورزی و روستایی پیرامون با شدت ادامه یافته است. سنجری و برومند (۱۳۹۲) با استفاده از تکنیک سنجش از دور به پایش تحولات طی سه دهه در منطقه زرند استان کرمان پرداخته و اذعان داشته‌اند که اراضی بایر و اراضی رسوبی به اراضی باغی و مناطق مسکونی و صنعتی تغییر یافته‌اند به نحوی که وسعت اراضی باغی طی ۲۹ سال ۲۸۹۳/۵ هکتار افزایش، و وسعت اراضی بایر ۱۵۷۲/۷ هکتار کاهش یافته است و در صورتی که این روند افزایش یابد به بروز اثرات منفی و محیط‌زیستی منجر خواهد شد. طبق نتایج مطالعه کوئک‌بائو و همکاران (۲۰۲۴) انتقال عظیمی از اراضی کشاورزی به اراضی مسکونی صورت پذیرفته و در نتیجه گسترش اراضی مسکونی، وسعت اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی، اراضی مرتع و اراضی بایر کاهش یافته است و پیش‌بینی می‌شود که در مدت ۳۰ سال آینده وسعت اراضی ساخته‌شده ۱۰ برابر گسترش یابد. پاتل و همکاران (۲۰۲۴) بیان می‌دارند در دوره زمانی ۱۰ ساله اراضی کشاورزی به میزان ۱۳/۷۴ درصد و اراضی بایر به میزان ۴/۷۸ درصد کاهش یافته است و رشد شهرنشینی به کاهش پوشش گیاهی منجر خواهد شد. بیساگ و همکاران (۲۰۲۴) با بهره‌گیری از الگوریتم حداکثر احتمال به تجزیه و تحلیل تحولات فضایی-زمانی LULC در حوضه هدنا از شمال شرقی الجزایر پرداخته‌اند و بیان داشته‌اند بافت شهری با هزینه اراضی کشاورزی تکامل یافته است و نتایج نشان می‌دهد که در این دوره زمانی وسعت اراضی ساخته‌شده ۱۵۰ درصد افزایش یافته است. تیلاهون و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه خود به تحلیل مکانی-زمانی از میزان و روند تغییرات LULC در حوضه آبریز گیلگل‌گیبه جنوب غرب اتیوپی پرداخته‌اند. در این مطالعه با بهره‌گیری از داده‌های لندست چندطیفی در دوره ۲۰ ساله و الگوریتم‌های حداکثر احتمال، ضمن شناخت میزان کاهش و تخریب اراضی کشاورزی و عوامل مؤثر، راهکارهای متناسب به منظور نیل به معیشت پایدار روستایی ارائه شده است. بالا و نبی‌دار (۲۰۲۴) با بهره‌گیری از فنون سنجش از دور و GIS در دوره زمانی۳۰ ساله به پایش تحولات در منطقه فریدآباد هند پرداخته‌اند و بیان می‌دارند که اراضی زراعی قابل کشت ۱۸/۴ درصد کاهش یافته و به افزایش ۷ درصد دمای سطح زمین منجر شده است. یائو و وو (۲۰۲۳) بیان می‌دارند که چین، شهرنشینی سریعی را تجربه کرده که در الگوهای روابط کاربری زمین شهر و روستا تغییرات چشمگیری را باعث شده است. در این مطالعه ویژگی‌های مکانی-زمانی سکونتگاه‌های روستایی با استفاده از داده‌های سنجش از راه دور بررسی و مساحت تبدیل سایر کاربری‌ها به سکونتگاه‌های روستایی بالغ بر ۱۳۸۲ کیلومتر مربع برآورد شده که بیش از ۷۸ درصد آن از زمین‌های زراعی و ۱۶ درصد آن از جنگل‌ها بوده است. هایلو و همکاران (۲۰۲۳) ضمن تأکید بر اهمیت نقش برنامه‌ریزی کاربری اراضی در ارتقای بوم‌سازگان بیان می‌دارند با مقایسه طرح‌های کاربری اراضی سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۱ مشاهده شد که به ترتیب ۶۸، ۶۲/۸ و ۴۸/۸ و ۳۵/۲ درصد از اراضی کشاورزی سبز شهری، آب‌ها و جنگل‌های پیشنهادی به سازه‌های ساخته‌شده تبدیل شده‌اند. روند مشابهی در مقایسه سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۲۳ مشاهده شد که به ترتیب ۴۱، ۲۵، ۵۲/۱ و ۵۹ درصد از اراضی کشاورزی، جنگلی، سبز شهری و آب‌ها به سازه‌های ساخته‌شده تبدیل شده‌اند. تامیرات و همکاران (۲۰۲۳) با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره‌ای و الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان به پایش تحولات LULC طی سال‌های ۱۹۸۴ الی ۲۰۲۱ در حوضه رودخانه آکاکی اتیوپی پرداخته و بیان می‌کند که ۵۱/۳ درصد از اراضی زراعی این حوضه به کاربری‌های دیگر تغییر یافته‌اند. بائودین و دی‌فونگ (۲۰۲۳) بیان می‌کنند که در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی الگوهای LULC تغییر یافته و زمین‌های کشاورزی آسیب دیده‌اند. در این مطالعه با بهره‌گیری از روش حداکثر احتمال و داده‌های ماهواره لندست، تحولات نظام LULC در دوره زمانی ۲۰ساله بررسی شده که نتایج حاکی از آن است که بیشترین سهم از کاربری کشاورزی به ساخت‌وساز بوده است. لیانگ و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه خود به تجزیه و تحلیل الگوهای LULC در هنگ‌کنگ پرداخته و نشان می‌دهند که شهرنشینی به تبدیل گسترده زمین‌های کشاورزی به سکونتگاه‌های انسانی غیرکشاورزی منجر شده است. مطالعه ژوو و همکاران (۲۰۲۰) طی دوره۲۰ ساله در روستاهای چین، بیانگر بیش از ۸۰ درصد توسعه اراضی ساخته‌شده و اشغال اراضی زیرکشت است. همچنین در مطالعات پژوهشگرانی همچون استانکویچ و همکاران (۲۰۱۴)، شویونگ و همکاران (۲۰۱۳)، شارما و همکاران (۲۰۱۳)، چن‌گوانگ و آنوار (۲۰۱۲)، پووجا و همکاران (۲۰۱۱)، اوتوکی و بلاسچک (۲۰۱۰) و قوس و همکاران (۲۰۱۰) به برتری نتایج حاصل از روش درخت تصمیم‌گیری تاکید شده است.

بنابراین علاوه بر روش‌شناسی پژوهش‌های مرتبط، تأکید بر روش و الگوریتم، شناخت تحولات نظام LULC در دهه‌های گذشته و شناخت وضعیت موجود آن و موضوع اهمیت اتخاذ راهکارها و سیاست‌گذاری‌های متناسب مدیریتی به منظور صیانت از منابع آب و خاک و مهار روند تحولات همواره مورد توجه بوده است. در همین ارتباط قلمرو مکانی این پژوهش نیز در دهه‌های اخیر به صورت چشمگیر تحت تاثیر تحولات بوده و موضوع روزآمدی اطلاعات مکانی کاربری و پوشش اراضی بسیار ضروری است. در ادامه یکی از اهداف مهم این پژوهش پایش تحولات LULC در زیرحوضه آبریز کوهپایه-سگزی و ارائه اطلاعات به‌هنگام است.

داده‌ها و روش کار

قلمرو مکانی این پژوهش براساس حوضه‌های آبریز تعریف شده است، زیرا حوضه‌های آبریز به لحاظ شرایط اکولوژیک و اجتماعی–اقتصادی از همگنی مطلوبی برخوردار است و از نظر علوم محیطی در تحلیل‌های کاربری و پوشش اراضی و در علوم برنامه‌ریزی به عنوان واحد برنامه‌ریزی پذیرفته شده است. قلمرو این پژوهش محدوده زیرحوضه آبریز کوهپایه–سگزی در کلان حوزه ایران مرکزی است. این زیرحوضه با شناسه (۴۲۰۱) در طبقه‌بندی وزارت نیرو دارای مساحتی بالغ بر ۶۵۹۱ کیلومتر مربع است که ۴۸۸۵ کیلومتر مربع آن را دشت و مابقی را ارتفاعات تشکیل می‌دهد (وزارت نیرو، ۱۴۰۰، ۴).



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی زیرحوضه مطالعاتی کوهپایه–سگزی

این زیرحوضه مطالعاتی از لحاظ تقسیمات سیاسی–اداری، در حریم استان اصفهان و شامل محدوده‌هایی از شهرستان‌های اصفهان، اردستان، برخوار، شهرضا، فلاورجان، مبارکه و نائین است (شکل ۱). مجموع نقاط روستایی دارای سکنه در محدوده این زیرحوضه مطالعاتی، ۲۲۳ روستا با جمعیتی بالغ بر ۱۰۱۸۶۴ نفر و ۱۶۰۸ خانوار است (سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان اصفهان، ۱۴۰۰، ۱۶۱). بیش از ۹۱ درصد نقاط روستایی این زیرحوضه در شهرستان اصفهان استقرار یافته است.

روش تحقیق در پژوهش حاضر، توصیفی–تحلیلی است. به منظور بهره‌گیری از فنون سنجش از دور، تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سنجنده‌های ETM+ و OLI لندست ۷ و ۸ در ماه‌های گرم سال با حداقل پوشش ابری از سامانه سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا[1] به شرح زیر (جدول ۱) دریافت شد.

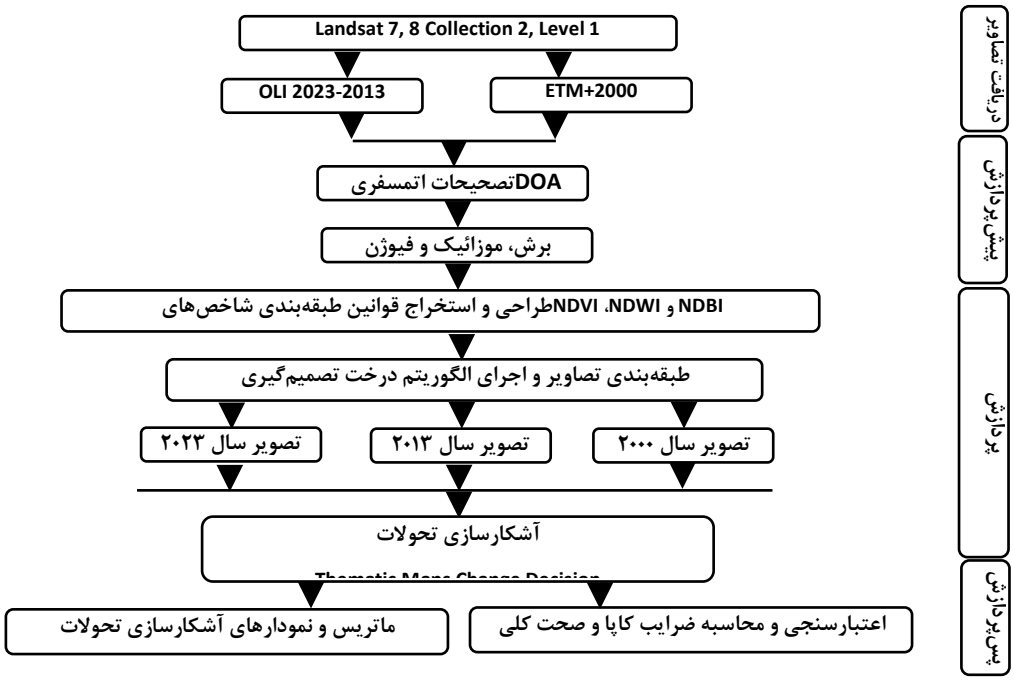
جدول ۱. مشخصات داده‌های تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در پژوهش

ماهواره	سنجنده	تاریخ برداشت میلادی	تاریخ برداشت شمسی	ردیف گذر
لندست ۷	ETM+	۲۰۰۰/۰۵/۱۵	۱۳۷۹/۰۲/۲۶	۱۶۴۰۳۷
		۲۰۰۰/۰۵/۱۷	۱۳۷۹/۰۲/۲۸	۱۶۲۰۳۸
		۲۰۰۰/۰۶/۲۵	۱۳۷۹/۰۴/۰۵	۱۶۳۰۳۸
		۲۰۰۰/۰۶/۲۵	۱۳۷۹/۰۴/۰۵	۱۶۳۰۳۷
لندست ۸	OLI	۲۰۱۳/۰۶/۲۱	۱۳۹۲/۰۳/۳۱	۱۶۳۰۳۷
		۲۰۱۳/۰۶/۲۱	۱۳۹۲/۰۳/۳۱	۱۶۳۰۳۸
		۲۰۱۳/۰۶/۲۸	۱۳۹۲/۰۴/۰۷	۱۶۴۰۳۷
		۲۰۱۳/۰۶/۲۸	۱۳۹۲/۰۴/۰۷	۱۶۴۰۳۸
		۲۰۲۳/۰۶/۱۷	۱۴۰۲/۰۳/۲۷	۱۶۳۰۳۷
		۲۰۲۳/۰۶/۱۷	۱۴۰۲/۰۳/۲۷	۱۶۳۰۳۸
		۲۰۲۳/۰۶/۲۴	۱۴۰۲/۰۴/۰۳	۱۶۴۰۳۷
		۲۰۲۳/۰۶/۲۴	۱۴۰۲/۰۴/۰۳	۱۶۴۰۳۸

تصاویر دریافتی مربوط به کالکشن شماره دو و سطح یک داده‌های ماهواره‌های لندست است. از نرم‌افزار ENVI 5.6 برای تحلیل و تفسیر رقومی اطلاعات ماهواره‌ای و بررسی و اندازه‌گیری ارزش‌های رقومی آن‌ها استفاده شد. نقطه قوت و تمایز این نرم‌افزار، توانایی بالا آن در پردازش تصاویر ماهواره‌ای به‌ویژه تحلیل‌های طیفی و وجود کتابخانه‌های طیفی گسترده است. همچنین به منظور تهیه نقشه‌های LULC و گام‌های تکمیلی از نرم‌افزار ARC MAP 10.6.1 بهره‌گیری شد. پایش تحولات LULC، آماده‌سازی و تحلیل داده‌ها طی ۳ مرحله پیش‌پردازش، پردازش و پس‌پردازش داده‌ها اجرا شد (شکل ۲). پیش‌پردازش‌ها شامل انجام تصحیحات هندسی، رادیومتریکی و اتمسفری است. داده‌های سنجنده‌های ماهواره‌ای به عنوان داده‌های خام، خطا دارد که از سکو، سنجنده و محیط ناشی می‌شود. بسیاری از این خطاها در ایستگاه‌های گیرنده تصحیح و تصاویر تحت عنوان

1. United States Geological Survey (USGS)

داده‌های استاندارد در اختیار کاربران قرار می‌گیرند (مخدوم و همکاران، ۱۳۹۰، ۱۰۸).



شکل ۲. فرآیند پایش و آشکارسازی تحولات LULC

طبق آخرین اطلاعیه USGS از سال ۲۰۲۲، تصاویر لندست در قالب کالکشن دو و در دو سطح ارائه می‌شود. در داده‌های سطح یک، تصحیحات هندسی و رادیومتریکی و در سطح دو، تمامی تصحیحات اعمال شده است. در این پژوهش از داده‌های سطح یک بهره‌گیری و تصحیحات اتمسفری روی آن اعمال شد. یکی از متداول‌ترین روش‌های نسبی تصحیحات اتمسفری، روش DOS[1] است. با توجه به قرارگیری محدوده مورد مطالعه در چند تصویر مجزا، می‌بایست فرآیند موزائیک انجام گردد و دیتاست واحد تنظیم کرد که در این پژوهش با استفاده از روش Seamless این فرآیند اجرا شد. در گام بعدی فرآیند فیوژن اجرا و پیکسل سایز تصاویر به متر کاهش یافته است. در مرحله پردازش، اطلاعات از داده‌های اولیه استخراج و اصطلاحاً طبقه‌بندی می‌شود، بدین‌معنا که پیکسل‌هایی با رفتار طیفی مشابه به یک طبقه تعمیم داده می‌شود (بیساگ و همکاران، ۲۰۲۴).
روش‌های طبقه‌بندی شامل دو نوع روش نظارت‌نشده و نظارت‌شده است. در روش نظارت‌نشده، نرم‌افزار با استفاده از الگوریتم بر اساس تشابه‌های طیفی، طبقه‌بندی را انجام می‌دهد و در روش نظارت‌شده، کاربر طبقات مدنظر را تعریف می‌نماید (تمفلی و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۹۷).

در مرحله پردازش داده‌ها، با بهره‌گیری از تصاویر تصحیح‌شده و تصاویر نرم‌افزار گوگل ارث، طبقات LULC محدوده مطالعاتی در قالب طبقات پنجگانه «اراضی ساخته‌شده، اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی، اراضی مرتع، عرصه‌های آبی، اراضی بایر و بدون پوشش» شناسایی و استخراج شد. به منظور طبقه‌بندی، نمونه‌ها به صورت پراکنده از مناطق همگن برداشت شد. در این پژوهش جهت تهیه نقشه‌های طبقه‌بندی، از الگوریتم درخت تصمیم‌گیری[2]، بهره برده و براساس نمونه‌های برداشت‌شده، فرآیند طبقه‌بندی صورت گرفت. الگوریتم درخت تصمیم‌گیری از روش‌های شناخته‌شده، پرکاربرد و معتبر است که در آن ابتدا یک فرض مطرح شده و سپس شروطی برای اجرای قوانین آن در یک ساختار سلسله مراتبی تنظیم می‌شود. در راستای طراحی الگوریتم درخت تصمیم‌گیری، از شاخص‌های پوشش گیاهی[3]، آب[4] و ساخت‌وساز انسانی[5] به منظور تفکیک و استخراج اطلاعات تصاویر بهره‌گیری شد.یکی از شاخص اساسی مورد استفاده در فرآیند طبقه‌بندی، شاخص آب است. هدف اصلی این شاخص،

1. Dark Object Subtraction

2. Decision Tree Classifier
3. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)
4. Normalized Difference Water Index (NDWI)
5. Normalized Difference Built-up Index (NDBI)

شناسایی پهنه‌های آبی است و بدین صورت تعریف می‌شود (مک فیترز، ۲۰۱۳):

$$NDWI= (GREEN – NIR) / (GREEN + NIR)$$

یکی دیگر از شاخص‌های اساسی و کارآمد در مطالعات سنجش از دور، شاخص پوشش گیاهی است. مقادیر مختلف این شاخص، گویای پوشش‌های مختلف است (می‌جرینک و همکاران، ۲۰۰۷: ۴۴) و بدین صورت تعریف می‌شود:

$$NDVI= (NIR – RED) / (NIR + RED)$$

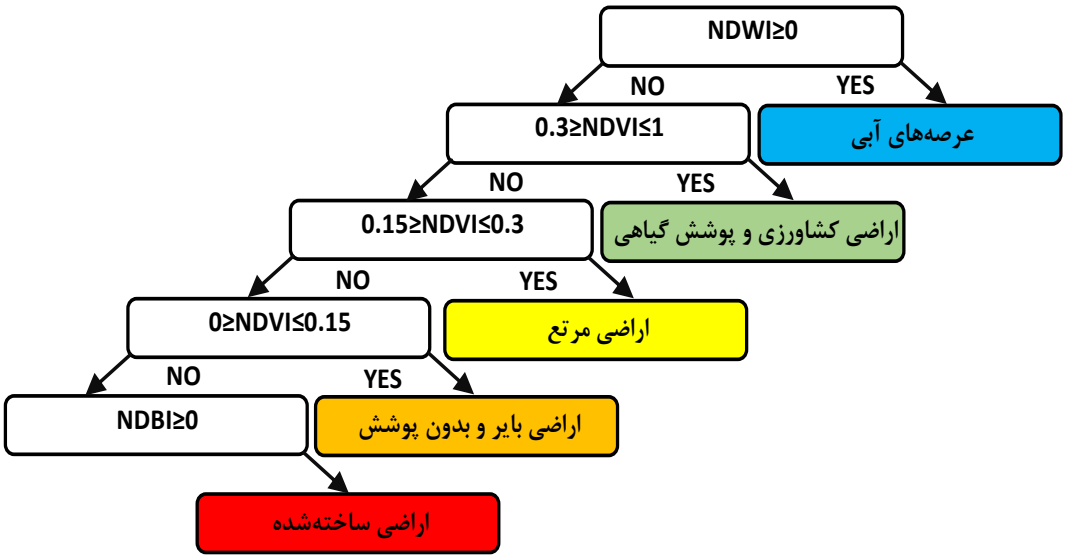
از دیگر شاخص‌های طیفی کارآمد، شاخص ساخت‌وساز انسانی است. بهره‌گیری از این شاخص به تفکیک بخشی از اطلاعات مربوط به مناطق ساخته‌شده منجر می‌شود (رودونگ و همکاران، ۲۰۱۸) و بدین صورت تعریف می‌شود:

$$NDBI= (MIR – NIR) / (MIR + NIR)$$

نهایتاً به صورت درختی و در پنج سطح تصمیم‌گیری به طبقه‌بندی پنجگانه مورد نظر این پژوهش دست یافته‌ایم (شکل ۳) و فرآیند آشکارسازی تحولات، بر اساس روش Thematic Maps Change Decision صورت گرفت و در گام سوم مربوط به پس‌پردازش به اعتبارسنجی نتایج حاصل از پردازش داده‌ها اقدام شد. از آنجا که برای اعتبارسنجی، محاسبه ضریب صحت کلی[1] و ضریب کاپا[2] به صورت جامعی مورد پذیرش عموم قرار دارد، در این پژوهش برای هر یک از سال‌ها، این مقادیر ارزیابی شد. مقادیر صحت کلی و ضریب کاپا گویای مناسب‌بودن طبقه‌بندی پژوهش است (جدول ۲).

جدول ۲. مقادیر ضرایب اعتبارسنجی

	۲۰۰۰	۲۰۱۳	۲۰۲۳
صحت کلی	۹۰	۹۳	۹۲
ضریب کاپا	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۱

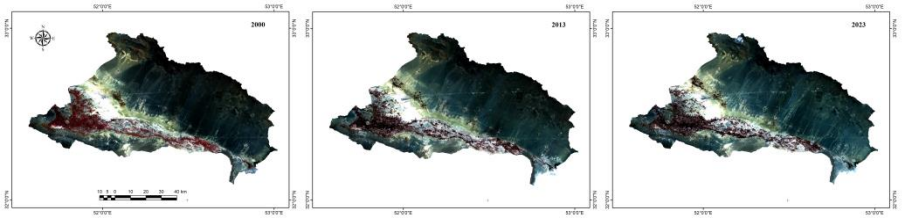


شکل ۳. فرآیند اجرای الگوریتم درخت تصمیم‌گیری

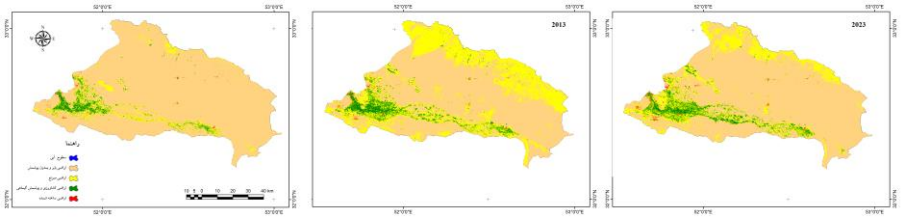
1. Overall Accuracy
2. Kappa Coefficient

شرح و تفسیر نتایج

به منظور استخراج اطلاعات نخست باندهای تصاویر با یکدیگر ترکیب شد. شکل ۴ تصاویر ماهواره‌ای محدوده مطالعاتی در دوره‌های زمانی پژوهش و شکل ۵ نقشه‌های طبقه‌بندی شده LULC در این محدوده را نشان می‌دهد.



شکل ۴. تصاویر ماهواره‌ای زیرحوضه مطالعاتی کوهپایه–سگزی



شکل ۵. تصاویر طبقه‌بندی شده LULC زیرحوضه مطالعاتی کوهپایه–سگزی

آشکارسازی میزان تحولات در طبقات مختلف تصاویر با بهره‌گیری از جدول‌بندی متقاطع و بر مبنای پیکسل انجام شد (جداول ۳ الی ۵) و در نمودارهای تحولات طبقات، مساحت سطح پیکسل به هکتار تبدیل و ارائه شده است.

تحولات طبقات در دوره اول تحلیل مکانی-زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۳ (۱۳۷۹–۱۳۹۲)

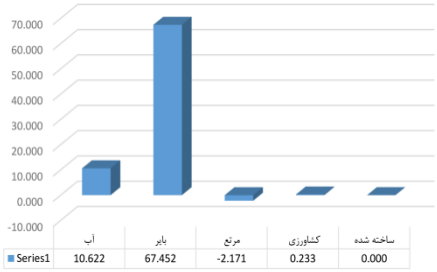
جدول ۳. جدول‌بندی متقاطع طبقات تصویر سال ۲۰۰۰ (ستون‌ها) و تصویر سال ۲۰۱۳ (سطرها)

	آب	بایر	مرتع	کشاورزی	ساخته‌شده	Class Total
آب	۱۳۷	۱۱۰۳	۲۴	۳	۰	۱۲۶۷
بایر	۲۳۳	۵۲۹۵۱۵۰	۶۱۹۴۲	۵۶۸۱	۰	۵۳۶۳۰۰۶
مرتع	۵۲	۲۲۸۸۵۱۴	۳۶۰۰۵۶	۷۶۲۸۵	۰	۲۷۲۴۹۰۷
کشاورزی	۰	۸۴۹۷۵	۱۴۷۹۵۷	۱۵۵۸۸۹	۰	۳۸۸۸۲۱
ساخته‌شده	۰	۴۴۲۸	۱۷۰۵	۲۸۳	۱۵۸۹۹	۲۲۳۱۵
Class Total	۴۲۲	۷۶۷۴۱۷۰	۵۷۱۶۸۴	۲۳۸۱۴۱	۱۵۸۹۹	۸۵۰۰۳۱۶
Class Changes	۲۸۵	۲۳۷۹۰۲۰	۲۱۱۶۲۸	۸۲۲۵۲	۰	۰
Image Difference	۸۴۵	-۲۳۱۱۱۶۴	۲۱۵۳۲۲۳	۱۵۰۶۸۰	۶۴۱۶	۰

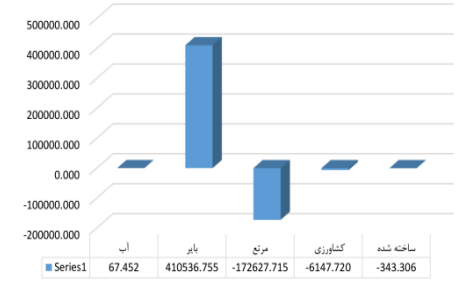
* توضیح: جداول ۳ الی ۵ بر مبنای پیکسل و اشکال ۶ الی ۲۰ بر مبنای هکتار و علامت منفی به منزله کاهش پیکسل سایز و مساحت است.

با توجه به نتایج (شکل‌های ۶ الی ۱۰) قابل ملاحظه است که در دوره زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۳، ۱۰/۶۲۲هکتار از عرصه‌های آبی، ۴۱۰۵۳۶/۷۵۵ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش، ۲۷۹۱۵/۳۹۸ هکتار از اراضی مرتع، ۱۲۰۸۶/۱۸۵ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش

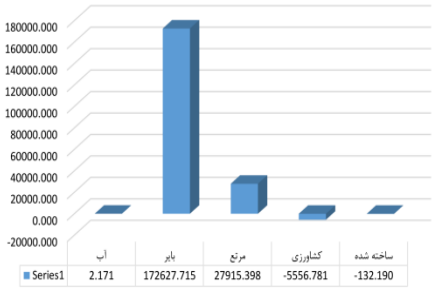
گیاهی و ۱۲۳۲/۶۶۱ هکتار از اراضی ساخته‌شده ثابت و بدون تغییر بوده است. در این دوره، ۲/۱۷۱ هکتار از عرصه‌های آبی به اراضی مرتع تغییر یافته‌اند.



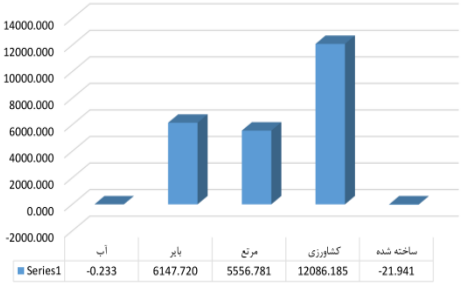
شکل ۶. تحولات طبقات به عرصه‌های آبی



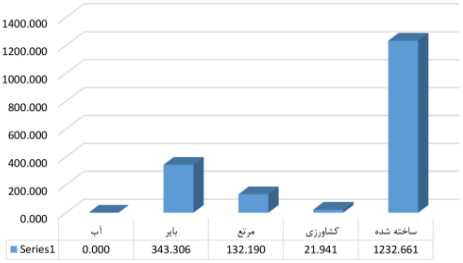
شکل ۷. تحولات طبقات به اراضی بایر و بدون پوشش



شکل ۸. تحولات طبقات به اراضی مرتع



شکل ۹. تحولات طبقات به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی



شکل ۱۰. تحولات طبقات به اراضی ساخته‌شده

همچنین بالغ بر ۶۷/۴۵۲ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش و ۰/۲۳۲ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی به عرصه‌های آبی تغییر یافته‌اند و در مجموع در دوره زمانی اول، عرصه‌های آبی از ۳۲/۶۵۰ به ۹۸/۱۸۵ هکتار و بالغ بر ۲۰۰ درصد افزایش یافته است. حجم چشمگیری از این تحولات مربوط به جریان رودخانه زاینده‌رود است که در دهه‌های اخیر به صورت فصلی و موقتی جاری می‌شود و بنابراین سطوح طبقات اراضی بایر و بدون پوشش، اراضی مرتع و عرصه‌های آبی متغیر است. در رابطه با اراضی بایر و بدون پوشش، قابل ملاحظه است که از این طبقه، ۱۷۲۶۲۷/۷ هکتار به اراضی مرتع، ۶۱۴۷/۷۲۰ هکتار به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۳۴۳/۳۰۶ هکتار به اراضی ساخته‌شده، تغییر یافته است و در مجموع در دوره زمانی اول، اراضی بایر و بدون پوشش از ۵۹۵۰۹۶/۵۲۷ به ۴۱۵۸۹۷/۹۵۴ هکتار و قریب بر ۴۰ درصد کاهش یافته است.

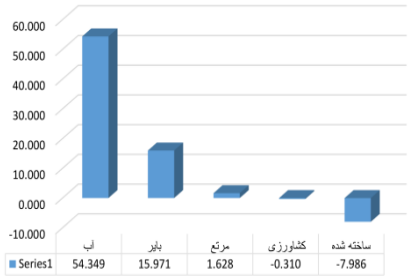
در رابطه با اراضی مرتع در این دوره زمانی می‌توان بیان نمود که از این طبقه ۵۵۵۶/۷۸ هکتار به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و بالغ بر ۱۳۲/۱۹۰ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته و در مجموع از ۴۴۳۳۳/۰۳ به ۲۱۱۲۸۳/۴۰۲ هکتار افزایش یافته و بالغ بر ۳۷۶ درصد افزایش یافته است که این افزایش وسعت به صورت چشمگیری از تغییر اراضی بایر و بدون پوشش بوده است. همچنین در این دوره بالغ بر ۲۱/۹۴۱ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است. در دوره زمانی اول، اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی از ۱۸۴۶۸/۷۰۲ به ۳۰۱۵۴/۳۹۲ هکتار

افزایش یافته و بالغ بر ۶۳ درصد افزایش یافته است که حجم عمده این افزایش وسعت، ناشی از تغییر و تحول اراضی بایر و بدون و پوشش و اراضی مرتع است. در این دوره، اراضی ساخته شده از ۱۲۳۲/۸۲۳ به ۱۷۲۹/۸۰۰ هکتار و بالغ بر ۴۰ درصد افزایش یافته است که ناشی از تغییر در اراضی بایر و بدون پوشش، مرتع و کشاورزی و پوشش گیاهی بوده است.

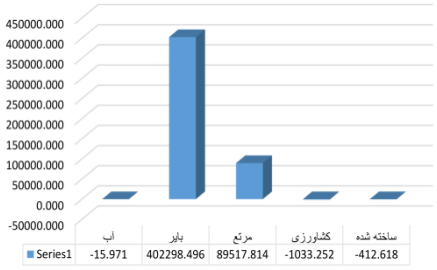
تحولات طبقات در دوره دوم تحلیل مکانی-زمانی ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۳ (۱۳۹۲-۱۴۰۲)

جدول ۴. جدول‌بندی متقاطع طبقات تصویر سال ۲۰۱۳ (ستون‌ها) و تصویر سال ۲۰۲۳ (سطرها)

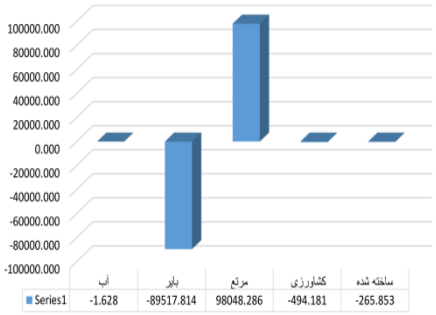
	آب	بایر	مرتع	کشاورزی	ساخته‌شده	Class Total
آب	۷۰۱	۵۹۳	۸۷	۶	۰	۱۳۸۷
بایر	۳۸۷	۵۱۸۸۸۹۲	۱۳۰۰۳۶۸	۹۱۱۵	۰	۶۴۹۸۷۶۲
مرتع	۶۶	۱۴۵۷۵۷	۱۲۶۴۶۳۸	۱۵۰۰۱۱	۰	۱۵۶۰۴۷۲
کشاورزی	۱۰	۲۲۴۴۲	۱۵۶۳۸۵	۲۲۹۴۵۹	۰	۴۰۸۲۹۶
ساخته‌شده	۱۰۳	۵۳۲۲	۳۴۲۹	۲۳۰	۲۲۳۱۵	۳۱۳۹۹
Class Total	۱۲۶۷	۵۳۶۳۰۰۶	۲۷۲۴۹۰۷	۳۸۸۸۲۱	۲۲۳۱۵	۸۵۰۰۳۱۶
Class Changes	۵۶۶	۱۷۴۱۱۴	۱۴۶۰۲۶۹	۱۵۹۳۶۲	۰	۰
Image Difference	۱۲۰	۱۱۳۵۷۵۶	−۱۱۶۴۴۳۵	۱۹۴۷۵	۹۰۸۴	۰



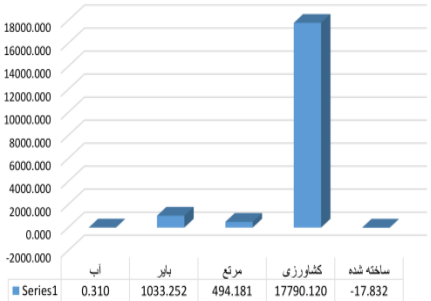
شکل ۱۱. تحولات طبقات به عرصه‌های آبی



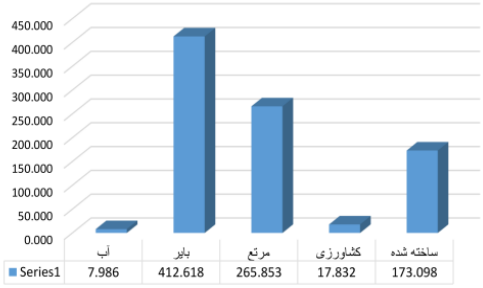
شکل ۱۲. تحولات طبقات به اراضی بایر و بدون پوشش



شکل ۱۳. تحولات طبقات به اراضی مرتع



شکل ۱۴. تحولات طبقات به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی



شکل ۱۵. تحولات طبقات به اراضی ساخته‌شده

با توجه به نتایج (شکل‌های ۱۱ الی ۱۵) قابل ملاحظه است که در دوره زمانی ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۳، ۵۴/۳۴۹ هکتار از عرصه‌های آبی، ۴۰۲۲۹۸/۴۹۶ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش، ۹۸۰۴۸/۲۸۶ هکتار از اراضی مرتع، ۱۷۷۹۰/۱۲۰ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۱۷۳/۰۹۸ هکتار ار اراضی ساخته‌شده ثابت و بدون تغییر بوده است.

در این دوره زمانی بالغ بر ۱۵/۹۷۱ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش و ۱/۶۸۲ هکتار از اراضی مرتع به عرصه‌های آبی و نیز از این طبقه ۰/۳۱۰ هکتار به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۷/۹۸۶ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته‌اند. در مجموع در دوره زمانی دوم، عرصه‌های آبی از ۹۸/۱۸۵ به ۱۰۷/۵۷۰ هکتار و بالغ بر ۹ درصد افزایش یافته است.

در این دوره ۸۹۵۱۷/۸۱۴ هکتار از اراضی مرتع به اراضی بایر و بدون پوشش تغییر یافته‌اند و نیز از وسعت اراضی بایر و بدون پوشش، بالغ بر ۱۰۳۳/۲۵۲ هکتار به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۴۱۲/۴۱۸ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته‌اند و به صورت کلی اراضی بایر، از ۴۱۵۸۹۷/۹۵۴۳ به ۵۰۳۹۶۸/۳۸۷۵ هکتار و بیش از ۲۱ درصد افزایش یافته است.

در این دوره اراضی مرتع از ۲۱۱۲۸۳/۴۰۲۶ به ۱۲۰۹۹۰/۰۷۰۹ هکتار کاهش یافته و حجم عظیم این تحولات به اراضی بایر و بدون پوشش مربوط بوده است. پس از آن ۴۹۴/۱۸۱ هکتار از اراضی مرتع به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۲۶۵/۸۵۳ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است و در مجموع این طبقه قریب بر ۴۳ درصد کاهش یافته است.

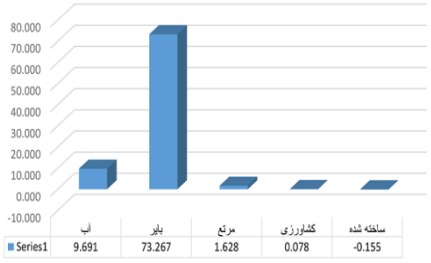
در این دوره، ۱۷/۸۳۲ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته و در مجموع اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی از ۳۰۱۵۴/۳۹۲۸۴ هکتار به ۳۱۶۶۳/۸۵۷۴۸ هکتار و بیش از ۵ درصد افزایش یافته است.

در دوره زمانی دوم، اراضی ساخته‌شده از ۱۷۲۹/۸ به ۲۴۳۳/۸۴۹ هکتار و بیش از ۴۰ درصد افزایش یافته که این افزایش ناشی از تغییر اراضی بایر و بدون پوشش، مرتع، کشاورزی و پوشش گیاهی و عرصه‌های آبی بوده است.

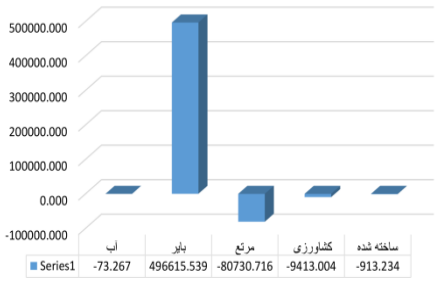
تحولات طبقات در دو دوره تحلیل مکانی-زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۳ (۱۴۰۲-۱۳۷۹)

جدول ۵. جدول‌بندی متقاطع طبقات تصویر سال ۲۰۰۰ (ستون‌ها) و تصویر سال ۲۰۲۳ (سطرها)

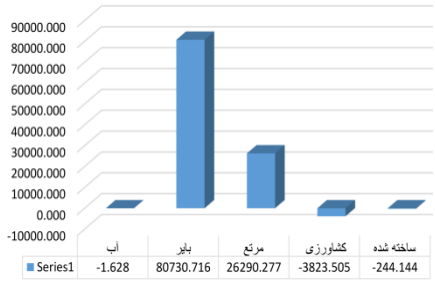
	آب	بایر	مرتع	کشاورزی	ساخته‌شده	Class Total
آب	۱۲۵	۱۲۰۹	۴۶	۷	۰	۱۳۸۷
بایر	۲۶۴	۶۴۰۵۴۰۴	۸۲۰۹۵	۱۰۹۹۹	۰	۶۴۹۸۷۶۲
مرتع	۲۵	۱۱۲۳۳۶۹	۳۳۹۰۹۵	۹۷۹۸۳	۰	۱۵۶۰۴۷۲
کشاورزی	۶	۱۳۲۴۰۹	۱۴۷۲۹۹	۱۲۸۵۸۲	۰	۴۰۸۲۹۶
ساخته‌شده	۲	۱۱۷۷۹	۳۱۴۹	۵۷۰	۱۵۸۹۹	۳۱۳۹۹
Class Total	۴۲۲	۷۶۷۴۱۷۰	۵۷۱۶۸۴	۲۳۸۱۴۱	۱۵۸۹۹	۸۵۰۰۳۱۶
Class Changes	۲۹۷	۱۲۶۸۷۶۶	۲۳۲۵۸۹	۱۰۹۵۵۹	۰	۰
Image Difference	۹۶۵	-۱۱۷۵۴۰۸	۹۸۸۷۸۸	۱۷۰۱۵۵	۱۵۵۰۰	۰



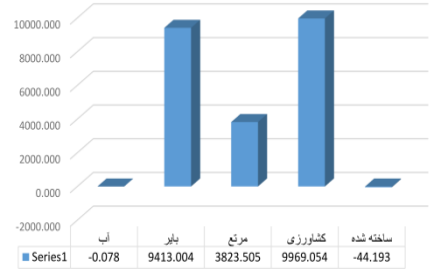
شکل ۱۶. تحولات طبقات به عرصه‌های آبی



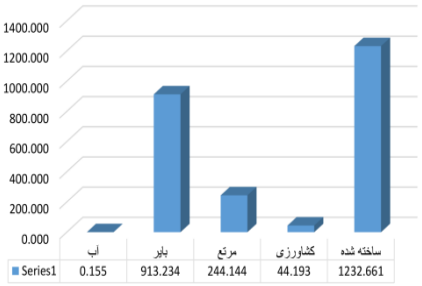
شکل ۱۷. تحولات طبقات به اراضی بایر و بدون پوشش



شکل ۱۸. تحولات طبقات به اراضی مرتع



شکل ۱۹. تحولات طبقات به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی



شکل ۲۰. تحولات طبقات به اراضی ساخته‌شده

با توجه به نتایج (شکل‌های ۱۶ الی ۲۰)، در دوره بیست‌وسه ساله، عرصه‌های آبی از ۳۲/۶۵۰ هکتار به ۱۰۷/۵۶۹۶ هکتار افزایش یافته است. نتایج حاکی از تغییر ۷۳/۲۶۷ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش، ۱/۶۲۸ هکتار از اراضی مرتع و ۰/۰۷۸ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی به عرصه‌های آبی است. همچنین در این دوره ۰/۱۵۵ هکتار از مساحت عرصه‌های آبی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است و در مجموع در سال ۲۰۲۳ نسبت به سال ۲۰۰۰ بیش از ۲۲۹ درصد افزایش و از ۳۲/۶۵۰ هکتار به ۱۰۷/۵۶۹ هکتار افزایش یافته است.

در دوره بیست‌وسه ساله، اراضی بایر و بدون پوشش روندی کاهشی داشته و از ۵۹۵۰۹۶/۵۲۷۷ هکتار به ۵۰۳۹۶۸/۳۸۷۵ هکتار در سال ۲۰۲۳ کاهش یافته است، به‌نحوی که ۸۰۷۳۰/۷۱ هکتار به اراضی مرتع، ۹۴۱۳/۰۰۴ هکتار به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی، ۹۱۳/۲۳۴ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است و در مجموع در سال ۲۰۲۳ نسبت به سال ۲۰۰۰ بیش از ۱۵ درصد کاهش یافته است.

در این دوره زمانی اراضی مرتع از ۴۴۳۳۳/۰۳ هکتار به ۱۲۰۹۹۰/۰۷ هکتار و به عبارتی بیش از ۱۷۳درصد افزایش یافته که میزان چشمگیری از این افزایش وسعت ناشی از تغییر اراضی بایر به اراضی مرتع بوده است. همچنین ۳۸۲۳/۵۰۵ هکتار از اراضی مرتع به اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و نیز ۲۴۴/۱۴۴ هکتار به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است.

در دوره زمانی بیست‌وسه ساله به‌صورت کلی اراضی کشاورزی از ۱۸۴۶۸/۷۰۲۸۱ هکتار به ۳۱۶۶۳/۸۵۷۴۸ و به عبارتی بیش از ۷۰ درصد افزایش یافته که حجم عمده این افزایش وسعت ناشی از تغییر اراضی بایر و بدون پوشش و پس از آن مربوط به تغییر اراضی مرتع بوده است. همچنین در این دوره، ۴۴/۱۹۳ هکتار از اراضی کشاورزی

و پوشش گیاهی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است. در این دوره، به‌صورت کلی مساحت طبقه اراضی ساخته‌شده از ۱۲۳۲/۸۲۳۸۱۸ هکتار به ۲۴۳۳/۸۴۹۸۳۹ هکتار و به عبارتی بیش از ۹۷ درصد افزایش یافته است. به‌نحوی که ۹۱۳/۲۳۴ هکتار از اراضی بایر و بدون پوشش، ۲۴۴/۱۴۴ هکتار از اراضی مرتع، ۴۴/۱۹۳ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی و ۰/۱۵۵ هکتار از عرصه‌های آبی به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته است.

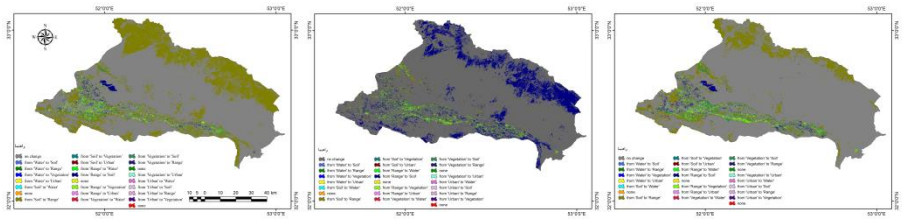
بر اساس جدول ۶، در ۶۵۹۱۶۳/۷۳۵۳ هکتار از مساحت کل محدوده مورد مطالعه، در دوره زمانی بیست‌وسه ساله طبقات LULC به شدت دستخوش تغییر و تحول بوده است. به‌نحوی که اراضی ساخته‌شده و عرصه‌های آبی در دوره‌های زمانی روندی افزایشی داشته است. اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی در دوره زمانی اول روند افزایشی و در دوره زمانی دوم نسبت به دوره اول، افزایش چشمگیری نداشته است. اراضی بایر در دوره بیست‌وسه ساله روندی کاهشی را نشان می‌دهد در صورتی‌که در دوره زمانی دوم روندی افزایشی داشته است. این رابطه در اراضی مرتع نیز قابل مشاهده است، به‌نحوی که این طبقه در دوره بیست‌وسه ساله روندی افزایشی داشته در صورتی‌که در دوره زمانی دوم روندی کاهشی را نشان می‌دهد. لذا ارائه آمار و بررسی نتایج در دوره‌های زمانی مختلف و به صورت مجزا در هر طبقه کاملاً ضروری به نظر می‌رسد.

به منظور اشراف کامل بر میزان تحولات طبقات نمودارهای توصیفی در شکل ۲۱ به صورت مجزا و همچنین نقشه‌های آشکارسازی تحولات در شکل ۲۲ ارائه می‌شود.

شکل ۲۱. تحولات طبقات پنجگانه پژوهش در دوره‌های زمانی پژوهش (هکتار)

جدول۶. مساحت طبقات LULC در دوره‌های زمانی پژوهش (هکتار)

	۲۰۰۰	۲۰۱۳	۲۰۲۳
عرصه‌های آبی	۳۲/۶۵۰۹۰۷۶	۹۸/۱۸۵۳۸۹۶	۱۰۷/۵۶۹۶۱۷۲
اراضی بایر و بدون پوشش	۵۹۵۰۹۶/۵۲۷۷	۴۱۵۸۹۷/۹۵۴۳	۵۰۳۹۶۸/۳۸۷۵
اراضی مرتع	۴۴۳۳۳/۰۳۰۰۷	۲۱۱۲۸۳/۴۰۲۶	۱۲۰۹۹۰/۰۷۰۹
اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی	۱۸۴۶۸/۷۰۲۸۱	۳۰۱۵۴/۳۹۲۸۴	۳۱۶۶۳/۸۵۷۴۸
اراضی ساخته‌شده	۱۲۳۲/۸۲۳۸۱۸	۱۷۲۹/۸۰۰۱۲	۲۴۳۳/۸۴۹۸۳۹
کل مساحت	۶۵۹۱۶۹/۷۳۵۳	۶۵۹۱۶۹/۷۳۵۳	۶۵۹۱۶۹/۷۳۵۳



۲۰۰۰ الی ۲۰۱۳ ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۳ ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۳

شکل ۲۲. تحولات طبقات LULC در دوره‌های زمانی پژوهش در زیرحوضه آبریز کوهپایه–سگزی

بحث و نتیجه‌گیری

امروزه در راستای سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی‌های مطلوب به منظور توسعه ملی و منطقه‌ای، پایش نظام LULC یکی از پیش‌نیازهای ضروری است. نتایج پایش نظام LULC در زیرحوضه آبریز کوهپایه–سگزی حاکی از حجم چشمگیر تحولات در دوره زمانی پژوهش است به‌نحوی که اراضی ساخته‌شده در دوره زمانی بیست‌وسه ساله قریب بر ۱۰۰ درصد افزایش یافته است. این تحولات به طور عمده در نواحی غربی و در مجاورت محدوده شهر اصفهان و در دهستان‌های جی، کرارج، برآن شمالی و جنوبی، قهاب شمالی و جنوبی رخ داده‌اند و به صورت پراکنده در امتداد رودخانه زاینده‌رود به سمت نواحی شرقی در حال گسترش است. افزایش پهنه‌ها و اراضی ساخته‌شده، فارغ از مجاز و غیرمجاز بودن، به معنای تغییرات LULC است که این مهم به کاهش دیگر طبقات در طی دوره‌های زمانی مختلف منجر شده است و چنانچه این پدیده به شیوه شایسته مدیریت نشود، در دهه‌های پیش‌رو به سرعت به نواحی مجاور اشاعه پیدا می‌کند و پخش می‌شود. لذا از اساسی‌ترین چالش‌ها و مسائل پیش‌روی مدیران و برنامه‌ریزان این زیرحوضه را می‌توان در راستای مدیریت این نوع از تغییرات دانست. چرا که با توجه به آنچه پیش از این بیان شد این نوع تغییر و تحولات غالباً از عوامل انسانی ناشی از آن است و به ازدست‌رفتن و نابودی منابع منجر می‌شود. البته چنانچه این فرآیند به نحوی مطلوب و براساس نیازسنجی‌ها مدیریت شود، می‌تواند به بروز آثار مطلوب و مثبت بینجامد.

در این زیرحوضه مطالعاتی در سالیان اخیر با توجه به تغییرات اقلیمی و محدودیت در منابع آب سطحی و زیرزمینی، رودخانه زاینده‌رود به صورت موقتی و فصلی براساس نیاز جامعه کشاورزان غرب و شرق شهرستان اصفهان جاری می‌شود و مساحت پهنه‌های آبی در این زیرحوضه بدین دلیل متغیر است. چنین محدودیتی در دسترسی به منابع آب، عدم تمایل کشاورزان به ادامه فعالیت در این حیطه در پی دارد و با مدیریت نامناسب منابع، بهره‌برداران و مصرف‌کنندگان نیز به فعالیت‌های پربازده و کم مشغله‌تر گرایش پیدا می‌کنند و براین‌اساس از دیگر الزامات اساسی در این زیرحوضه، برنامه‌ریزی مطلوب و آینده‌نگاری روند این فرآیند و شناسایی پیشران‌های کلیدی مؤثر بر آن است.

همچنین وسعت اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی در دوره زمانی اول بیش از ۶۳ درصد و در دوره زمانی دوم قریب به ۵ درصد افزایش یافته است. ذکر این نکته حائز اهمیت است که تحولات اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی صرفاً به معنای کاربری زراعی در محدوده مطالعاتی نیست. در این زیرحوضه آبریز، علاوه بر ۴۴/۱۹۳ هکتار از اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی که به اراضی ساخته‌شده تغییر یافته، میزان قابل توجهی به کاربری‌های تفریحی و باغ ویلا تغییر یافته و از قابلیت بهره‌برداری زراعی آن‌ها کاسته شده است. تغییر و تحولات اراضی کشاورزی و پوشش گیاهی به باغ‌ویلاها در چشم‌انداز پیش‌رو، تغییرات اساسی در شیوه زندگی، مدگرایی و فاصله طبقاتی را در جوامع روستایی به‌دنبال دارد و این بدان معناست که در سالیان پیش‌رو فعالیت کشاورزی، محدود و فعالیت‌های اقتصادی پربازده جایگزین آن می‌شود و جوانان به ادامه این فعالیت تمایل کمتری نشان می‌دهند. اساسی‌ترین معضل این تغییر در آن است که این نوع تغییر شیوه و نوع فعالیت، عموماً به صورت کوتاه مدت مفید واقع می‌شود و پس از گذشت مدت زمانی اندک می‌تواند به چالشی اساسی تبدیل شود و در واقع از اوج بازدهی خود فاصله گیرد و نهایتاً به ضرر و زیان و تحت الشعاع قرار گرفتن معیشت جوامع روستایی و کشاورزان منجر شود.

همچنین در دوره زمانی بیست‌وسه ساله وسعت اراضی بایر و بدون پوشش بیش از ۱۴ درصد کاهش یافته و وسعت اراضی مرتع بیش از ۱۷۰ درصد افزایش یافته است، اما ذکر این نکته ضروری است که چنانچه سطوح تحولات به صورت دو دوره مجزا بررسی شود؛ نتایج متفاوتی را می‌توان ملاحظه نمود، به‌نحوی‌که در دوره اول اراضی مرتع بیش از ۳۷۰ درصد افزایش یافته، اما در دوره دوم بیش از ۴۳ درصد کاهش یافته، و نیز اراضی بایر و بدون پوشش در دوره اول قریب بر ۳۰ درصد کاهش یافته و در دوره دوم، بیش از ۲۱ درصد افزایش یافته است. پراکندگی میزان تحولات اراضی بایر و بدون پوشش به صورت چشمگیری در نقاط غربی و در امتداد رودخانه

زاینده‌رود به سمت نواحی شرقی است و پراکندگی تحولات اراضی مرتع غالباً به صورت یکنواخت در سطح محدوده مطالعاتی قابل ملاحظه است. بنابراین، به‌منظور مقابله با پدیده بیابان‌زایی و نیز حفاظت از اراضی مرتع، ضروری است روند تحولات اصلاح و کنترل شود. از اساسی‌ترین کانون‌های خیزش گردوغبار به‌ویژه در این زیرحوضه مطالعاتی، بستر رودخانه زاینده‌رود، محدوده تالاب گاوخونی و اراضی بدون پوشش حاشیه نقاط شهری و روستایی به‌ویژه در نواحی شرقی است و در این‌باره، حفظ، نگهداری و ترمیم اراضی مرتع و مقابله با پدیده بیابان‌زایی از ضروریات در این قلمرومکانی است. یافته‌های این پژوهش به صورت کلی با نتایج مطالعات پژوهشگرانی همچون جلالیان و همکاران (۱۳۹۴)، قرنی آرانی، طارمی و نوروزی (۱۳۹۸) و قدیمی، پاپزن و امینی (۱۳۹۷) همخوانی دارد و با نتایج مطالعات پژوهشگرانی همچون محمدپور و همکاران (۱۴۰۱)، حسینی، افراخته و عزیزپور (۱۴۰۱)، جواهری و تراهی (۱۴۰۰)، اندریانی و همکاران (۱۳۹۷) هم راستاست و همانطور که بیان شد نکته قابل توجه در یافته‌های این پژوهش گسترش شتابان اراضی ساخته شده در دوره زمانی بیست‌وسه ساله و کاهش چشمگیر اراضی مرتع و متقابلاً افزایش چشمگیر اراضی بایر در دهه اخیر به نسبت دوره زمانی پیشین است که با توجه به آنچه بیان گردید و با در نظر داشتن معکوس شدن روند تحولات به‌ویژه در رابطه با اراضی مرتع و بایر، پیشگیری و اصلاح این روند امری ضروری و الزامی است. از کلیدی‌ترین پیشران‌های مؤثر بر روند تحولات نظام LULC در این زیرحوضه مطالعاتی می‌توان به مواردی همچون «فساد اداری و باندبازی سازمان‌ها و برخی مدیران اجرایی و ذیربط، ناهماهنگی میان سازمان‌های مرتبط، بازدارنده نبودن قوانین تغییر کاربری و انتزاعی بودن قوانین و عدم تناسب و کارایی با توجه به زمان و مکان، ضعف در برنامه‌ریزی و مدیریت روستایی و ضعف در سیاست‌گذاری مدیریت یکپارچه منابع آب و زمین» اشاره نمود؛ شناسایی و تبیین پیشران‌های مؤثر بر روند این فرآیند و تفکیک پیشران‌های کلیدی آن نیازمند بهره‌گیری از فنون و روش‌های اصولی مبتنی بر نیازسنجی‌هاست که نویسندگان به صورت مجزا در پژوهشی بدان پرداخته‌اند و برای ممانعت از اطاله نوشتار از پرداختن به آن در این مقاله پرهیز شده است.

بنابراین با توجه به حجم تحولات کاربری و پوشش اراضی در ناحیه پژوهش دهستان‌های غربی و در نزدیکی نقاط شهری، ضروریست که پیشران‌های مؤثر شناسایی و با توجه به آن، به منظور دستیابی به الگوی پایدار، برنامه‌ریزی‌ها همراه با آینده‌نگاری و مدیریت یکپارچه صورت پذیرد. از سوی دیگر در نظر داشتن اثرات مثبت و منفی این فرآیند، از شروط اصلی هر نوع از برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری کالبدی–فضایی است و شناخت کافی از آن به‌منظور مدیریت مطلوب و بهره‌گیری بهینه از منابع، الزامی است.

بدین‌ترتیب پیشنهادهای کاربردی و پژوهشی ذیل برای سیاست‌گذاران و مدیران اجرایی شایان توجه است:

- تهیه اطلاعات به‌هنگام از تحولات نظام LULC در دوره‌های زمانی مربوط به تنظیم چشم‌انداز؛
- شناسایی پیشران‌های مؤثر بر تحولات نظام LULC با در نظر داشتن رویکرد مکانی–زمانی؛
- تدوین، تنظیم و اجرای قوانین پیشگیرانه در راستای حفاظت مطلوب از منابع آب و خاک؛
- آینده‌نگاری تحولات LULC در راستای پایداری سکونتگاه‌های روستایی با نگرش سیستمی.

References

Ahmadian, R; & Abdolah. B. (2017). Introducing the land use classification methods in Regional Planning and presentation of an appropriate pattern for Iran. Journal of Urban Studies. 9(30), 35-47. (in Persian)

Andareiani, S; Nikgoo, M. R; Rezaei Moghaddam, M. H; & Mokhtari. D. (2018). Analysis of Land Use Change Using Object Oriented and Markov Chains in the Zilberhay Basin in East Azarbaijan and West. Geography and Development. 16(53), 37-50. http://doi.org/10.22111/GDIJ.2018.4149 (in Persian)

Barzegar, S; Nazari, A. H; & Riahi. F. (2023). Analysis of environmental sustainability in rural areas (Case study: central part of Behshahr city. Journal of Regional Planning. 12(47), 243-258. http://doi.org/10.30495/JZPM.2022.5375. (in Persian)

Bao Thien, B.; & Thi Phoung, V. (2023). Assessing the impact of Land Use/ Land Cover changes on agricultural Land in the Red River Delta, Vitnam. Journal Vegetos.(37). http://doi.org/10.1007/s42535-023-00769-0.

Bala, S.; & Nabi Dar, S. (2024). Dynamics of Land use, Land cover and its impact on Land surface temperature: a study of

Faridabad District, India. Geo Journal, 30(89). http://doi.org/10.1007/s10708-024-11011-y.

Bununu, Y. A.; Bello, A. & Ahmed, A. (2023). Land cover, Land use, Climate change and Food security. Sustainble Earth Reviews. (16): 1-16. http://doi.org/10.1186/s42055-023-00065-4.

Bissag, B.; Yebdri, D. & Kessar, C. (2024). Spatiotemporal change analysis of LULC using remote sensing and CA-ANN approach in the Hodna basin, NE of Algeria. Journal Physics and Chemistry of the Earth. (133): 103535. https://doi.org/10.1016/j.pce.2023.103535.

Chen Guang, X.; & Anwar, A. (2012). Based on the Decision Tree Classification of Remote Sensing Image Classificaion Method Application. Applied Mechanics and Materials. (316-317): 193-196. http://doi.org/AMM.316-317.193.

Doroudian H. R; & Doroudian A. (2018). Social and Ecological Impacts of Agricultural Land Use Change. Journal of land Management (Soil and Water sci.), 7. 81-97. https://doi.org/10.22092/lmj.2018.115849 (in persian)

Eftekhari, A. R; Badri, S. A; & Sojasi Qeidari. H. (2014). Theoretical Foundations of Physical Planning of rural areas. Tehran, Islamic Revolution Housing Foundation. (in Persian)

Ghadimi, S. A. R; Papzen, A. H; Amini. A. (2018). Investigating the process of agricultural land use change and its impact on the components of sustainable development (Case study: Zayandeh River Basin, Isfahan Province). Agricultural education and extension research quarterly, 3, 41-58. (in Persian)

Gharani Arani, B; Taromi, A. A; & Norouzi. A. (2019). Investigating the Drivers of Rural Agricultural Land use Change to Villa Gardens: A Case Study of South Baraan and Kararaj Rural Districts in Isfahan County. Journal of Rural Research, 10(2), 294-309, http://doi.org/10.22059/jrur.2019.277593.1340. (in Persian)

Ghose, M.K.; Pradhan, R. & Ghose, S.S. (2010).Decision Tree Classification of Remotely Sensed Satellite Data using Spectral Separability Matrix. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA). (1): 93-101. http://doi.org/10.14569/IJACSA.2010.010516.

Haldar, S.; Mandal, S. Bhattacharya, S. & Paul, S. (2023). Dynamicity of Land Use/Land Cover (LULC) An analysis from peri-urban and rural neighbourhoods of Durgapur Municipal Corporation (DMC) in India. Regional Sustainability. (4): 150-172, https://doi.org/10.1016/j.regsus.2023.05.001.

Hailu, T.; Assefa, E. & Zeleke, T. (2023).Land Use planning implementation and its effect on the ecosystem in Addis Ababa, Ethiopia. Journal Enviromental Challenges, (13): 1-19. http://doi.org/10.1016/j.envc.2023.100798.

Hosseini, N; Afrakhteh, H; & Azizpour. F. (2022). Understanding Land Use Changes in Zebarkhan Rural Area Using Analysis of Satellite Images in ENVI Environment. Journal Physical Social Planning. 7(3), 15-32. https://doi.org/10.30473/psp.2022.57325.2424. (in Persian)

Jalalian, H; Shoghi, M; & Azizpour. F. (2021). Spatial Congestion in Rural Areas around Tehran Metropolitan, Case Study: Roudbar Qasran. Journal Spatial Planning. 10(4), 86-112. http://doi.org/10.22108/SPPL.2020.120281.1453. (in Persian)

Jalalian, H; Ziaian, P; Darouei, P; & Karimi. Kh. (2013). Analysis of urban creep and land use changes (Comparative studies of the cities of Urmia and Isfahan). Physical Space Planning Quarterly, 4, 73-98. (in Persian)

Javaheri, S; & Torahi. A .A. (2021). Detection of land use changes using satellite imagery during the period 1984-2019 (Case study of

Kamyaran city). Journal of GIS & RS Application in Planning. 12(1), 41-56. http://doi.org/20.1001.1.26763508.1400.12.1.3.4. (in Persian)

Liang, J.; De tong, J. & Li, X. (2022). Planning control over rural land transformation in Hong Kong: A remote sensing analysis of spatio-temporal land use change patterns. Journal Land Use Policy. (119). http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2022.106159.

Mahdavi. M. (2018). An Introduction to Rural Geography in Iran. Tehran. Samt. (in Persian)

Makhdoum, M. F; Darvishsefat, A. A; Jafarzadeh, H; & Makhdoum. A .F. (2011). Enviromental Evaluation and Planning by Geographic Information System. Tehran. University of Tehran Press. 6th Edition. (in Persian)

Manafi Azar, R; & Jalalian. H. (2015). Space Economy. Tehran. Acadmic jahad. Kharazmi. (in Persian)

Management and planning organization of Isfahan province. (2020). Statistical yearbook of Isfahan province 2019. First edition. Publication of the country's program and budget organization. (in Persian)

McFeeters, S. K. (2013). Using the Normalized Difference Water Index (NDWI) within a Geogrphic Information System to Detect Swimming Pools for Mosquite Abbatment: A Practical Approach. Journal Remote Sensing. (5): 3544 - 3561. http://doi.org/10.3390/rs5073544.

Mehrabi. A. (2019). Monitoring of vegetation changes (Pistachio gardens) using decision tree processing of multi-spectral satellite images, Case study: Anar city (Kerman province). Geography and Development. 17(56), 21-38. https://doi.org/10.22111/GDIJ.2019.4881 (in Persian)

Meijerink, A.M.J.; Bnnert, D. Batelaan, O. Lubczynski, M.W. & Pointet, T. (2007). Remote Sensing Applications to Groundwater; Published in 2007 by the United Nations Educational. Scientific and Cultural Organization 7, Place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP (France), No (16).

Ministry of Energy, Isfahan Regional Water Company. (2020). Statistical report on the sources and uses of surface and underground water in the study area of Koohpayeh-Segzi (4201). Published by Iran Water Resources Management Company, Ministry of Energy. (in Persian)

Mohammadpour, P; Arjmandi, R; Hassani, A. H; & Ghodusi. J. (2022). Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Rey Plain). Journal Environment and Human. 62, 279-297. (in Persian)

Monkhouse, F.J. (2017). A Dictionary of Geography. Publishsed by Routledge. London and New York. 2nd ed. Library of congress Catalog Number:2007031522. ISBN 13: 978-0-202-36131-4 (pbk)

Nazari, A. H; Rostami, Sh; Taleshi, M; & Khoran. M. (2021). The Role of Government Policies in Strengthening Urban-Rural Links and its Impact on Structural-Functional Developments in Rural Housing in Marivan Township. Journal of Physical Development Planning, 6, 29-50. http://doi.org/10.30473/PSP.2021.51152.2253 (in Persian)

Otukei, J. R.; & Blaschke, T. (2010). Land Cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. (125): 27-31. http://doi.org/10.1016/j.jag.2009.11.002.

Patel, A.; Vyas, D. Chaudhari, N. Patel, R. Patel, K. & Mehta, D. (2024). Novel approach for the LULC change detection using GIS & Google Earth Engine through spatiotemporal analysis to evaluate the urbanization growth of Ahmedabad city. Journal Results in Engineering.

(21):101788. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.101788.

Pooja, A.P.; Hayanth, J. & Shivaprakash, K. (2011). Classification of RS data using Decision Tree Approach. International Journal of Computer Applications. (23): 0975 - 8887.

Quoc Bao, P.; Sk Ajim, A. Farhana, P. Vo Van, O. Lariyah, M.S. Bojan, D. Vlado, C. Sanja, Š. & Nguyen Nguyet, M. (2024). Multi-Spectral remote sensing and GIS-based analysis fordecadal land use land cover changes and future predictionusing random forest tree and artificial neural network. Advances in Space Research. (74): 17-47, https://doi.org/10.1016/j.asr.2024.03.027.

Rezvani, M. R. (2012). An Introduction to Rural Development Planning in Iran. Tehran.Ghoomes. (in Persian)

Rudong, X.; Jin, L. & Jianhui, X. (2018). Extraction of High –Precicion Urban Impervious Surfaces from Sentinel-2 Multispectral Imagery via Modified Linear Spectral Mixture Analysis. Journal Sensors. (18): 1-15. http://doi.org/10.3390/s18092873.

Sanjari, S; & Boroomand. N. (2013). Land use/cover change detection in last three decades using remote sensing technique (Case study: Zarand region, Kerman province). Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science. 4(1), 57-67. http://isj.iup.ir/index.aspx?pid=95744&jid=186. (in Persian)

Shakoori. A. (2014). Agricultural Development Policies in Iran. Tehran. Samt. (in Persian)

Shanani Hoveyzeh, S. M; & Zarei. H. (2015). Investigation of Land Use Changes During the Past Two Last Decades (Case Study: Abolabas Basin). Journal of Watershed Management Research. 7(14), 237-244. https://doi.org/10.29252/jwmr.7.14.244. (in Persian)

Sharma, R.; Ghosh, A. & joshi, P. K. (2013). Decision tree approach for classification of remotely sensed satellite data using open source support. Journal of Earth System Sicence. (122): 1237-1247. https://doi.org/10.1007/s12040-013-0339-2.

Shuyong, M.; Xingiel, Z. & Yulun, A. (2013). Remoe Sensing Image Classification Based on Decision Tree in the Karst Rocky Desertification Areas: A Case Study of Kaizuo Township. Journal of Earth System Scince. (122): 1237-1247. https://ideas.repec.org/a/ags/asagre/183274.html.

Stankevich, S.; Levashenko, V. & Zaitseva, E. (2014). Multispectral Satellite Imagery Classificaiton using a Fuzzy Decision Tree. Journal Cammucations. (1): 109-113. http://doi.org/10.26552/com.C.2014.1.109-113

Soltani Moqadas, R; & Salahi Esfahani. G. (2016). Enviromental Planning in Rural Region. Tehran. Payame Noor University. (in Persian)

Taleshi, M; & Rahimi Pour Sheikhani Nejad. M. A. (2018). Modeling sustainable allocation of land use in the rural areas of east Gilan. Space Economy and Rural Development Quarterly, 4,119-146. http://serd.khu.ac.ir/article-1-2962-fa.html (in Persian)

Taleshi, M; Rostami, S.H; Aliakbari, E; & Vejdani. H. R. (2019). Explaining the Fundamental Eeffective Factors ofL Use Changes: A political Eecology Approach (Case Study: Hamedan County). Journal Physical Social Planning. 4(2), 95-110. https://doi.org/10.30473/psp.2019.6070. (in Persian)

Tamirat, H.; Argaw, M. & Tekalign, M. (2023). Support vector machine based spatiotemporal land use land cover change analysis in a complex urban and rural landscape of Akaki River cathments, a suburb of Addis Ababa, Ethiopia. Journal Heliyon. (9). http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023. e22510.

Tempfli, K.; Kerle, N. Huurneman, G.C. & Jansen, L.L.F. (2009). Principles of

Remote Sensing. Published by the international institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). The Netherlands.

Tilahun, Z.A.; Bizuneh, Y.K. & Mekonnen, A.G. (2024). A Spatio–temporal analysis of the magnitude and trend of Land Use / Land Cover changes in Gilgel Gibe Catchment, Southwest Ethopia. Journal Heliyon. (10): 1-21. http://doi.org/10.1016. j.heliyon.2024.e24416.

Tohidimoghadam, A.; PourSaeed, A.R. Bijani, M. & Eshraghi Samani, R. (2023). Towards farmer's livelihood resilience to climate change in Iran: A systematic review. Journal Enviromental and Sustainability Indicators. (19): 100266. https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100266

Yao, X.; & Wo, D. (2023). Spatiotemporall change and Influencing Factors of Rural settlements in the Middle Reaches of the Yangtze River Region 1990-2020. Journal Land. (12): 1-23. http://doi.org/10.3390/Land12091741, 1-23.

Zhou, Y.; Li, X. & Liu, Y. (2020). Land use change and driving factors in rural China during the period 1995-2015. Journal Land Use Policy. (99): 105048. http://doi.org/10.1016/j.