



Investigation of land use changes using object-oriented and pixel-based techniques (Case study: Firoozabad Khalkhal Basin)

Elhameh Ebadi¹, Fariba Esfandiari Darabad^{2✉}, Sayad Asghari Saraskanro³, Raouf Mostafazadeh⁴, Elham Mollanouri⁵

1. PhD Student, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran. E-mail: ebaddy@gmail.com
2. Corresponding author ,Professor, Department of Natural Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Iran. E-mail: fariba_sfandyary@yahoo.com
3. Professor, Department of physical Geography, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Iran. E-mail: s.asghari@uma.ac.ir
4. Associate Professor, Department of Natural Resources, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran. E-mail: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir
5. M.Sc. Department of physical Geography, Mohaghegh Ardabili Ardabil University, Ardabil, Iran. E-mail: e.mollanouri@gmail.com

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 18 June 2022

Revised: 31 October 2022

Accepted: 4 February 2023

Published: 19 April 2024

Keywords:

Object oriented, support vector machine, nearest neighbor, land use.

ABSTRACT

One of the important conditions for optimal use of land is obtaining information about land use patterns and their changes over time. Land use is usually defined based on human use of land, emphasizing the role of land in economic activities. Today, remote sensing technology is considered as the main element in land use monitoring. The aim of the current research is to extract land use maps for the years 2000 and 2021 in Firozabad Khalkhal region and to investigate the changes made in the studied time period in the region using the images of ETM and OLI sensors of Landsat satellite. Also, checking the capability of basic pixel and object-oriented methods for land use classification is another goal of this study. In the current research, the object-oriented technique s nearest neighbor algorithm and the vector machine method supporting the pixel-based algorithm have been used for land use classification. Then, to verify the accuracy of these two methods, the overall accuracy and Kappa coefficient were extracted. The results of this evaluation show the high accuracy of the object-oriented method in extracting land use classes. Based on the results of the detection of land use changes in the studied time period, the highest amount of changes occurred is related to the use of good pasture to poor pasture with a value of 51.72 square kilometers, followed by forest to good pasture with a value of 30.11 and the lowest changes It is related to the use of pasture and water with the amount of 0.03 square kilometers. The reasons for these changes can be the increase in population, climate changes and precipitation fluctuations and temperature increase. The use of more parameters such as scale, shape, compactness, color, texture, smoothness criterion and pattern for land use classification in the object oriented technique can be considered as an innovation of the present study.

Cite this article: Ebadi, E., Esfandiari Darabad, F., Asghari Saraskanro, S., Mostafazadeh, R., Mollanouri, E. (2024). Investigation of land use changes using object-oriented and pixel-based techniques Case study: Firoozabad Khalkhal Basin. *Journal of Geography and Planning*, 28 (87), 261-275



<https://doi.org/10.22034/gp.2023.52092.3014>

© The Author(s).

Publisher: University of Tabriz.

DOI: <https://doi.org/10.22034/gp.2023.52092.3014>

Introduction

Land use reflects the characteristics of interactions between humans and the environment and describes how humans use the earth for one or more purposes (Asghari et al., 2017: 161). One of the important conditions for optimal use of land is obtaining information about land use patterns and their changes over time. There are different methods in determining land use changes, each of which has advantages and disadvantages. The development of remote sensing technology, using data communication and other technologies, can determine different surface phenomena and laws through processing, analysis, recovery and reversal. revealing remote sensing data (Su et al, 2011:1). Satellite image data is one of the fastest and least expensive methods available to users to prepare a user map (Salehi et al., 2018: 106). Currently, remote sensing data is the best tool for land use studies, and most researchers use it to extract various types of land use maps. Based on this, in the present research, to achieve high classification accuracy, two pixel-based and object-oriented classification methods have been compared.

Data and Methods

Firuz Abad basin with an area of about 1599 square kilometers is located in the south of Ardabil province with a geographical position of 48 degrees 14 minutes to 48 degrees 32minutes east longitude and 37 degrees 25 minutes to 37 degrees 54minutes north latitude. In this research, Landsat, ETM, and OLI satellite images were prepared to identify the area, prepare a land use map, and examine the changes that occurred in the study area between 2000 and 2021. First, pre-processing was applied to the image; After relevant corrections and pre-processing, images were classified using the object-oriented method in eCognition software. Object-oriented classification is a process that relates land cover classes to image objects (Fiizizadeh et al., 2016). In general, object-oriented classification is one of the common methods for image classification, which, in addition to spectral information, can be used from various spectral and visual parameters such as; Texture, shape, tone, color and various spectral indices were used (Ebrahimi et al., 1397: 141). The basic pixel method is another land cover classification method in this study. In general, the structure of the base pixel classification algorithm can be summarized in two steps: the spectral clusters created in the feature space and the assignment of each pixel to a class (Hosaina et al., 2013: 94).

Results and Discussion

Classification of land use using the object-oriented method by the nearest neighbor algorithm and with the basic pixel technique, the support vector machine method in 7 classes of rainfed agriculture, irrigated agriculture, forest, poor pasture, good pasture, residential areas and water areas in every two years According to Shigi's method, the largest used area in 2000 is related to poor pasture with an area of 1190 square kilometers and the lowest used area is related to water areas with an area of 0.34 square kilometers. In 2021, the area of poor pasture use has decreased to 1000 square kilometers; In the basic pixel method, the highest area of use in the years 2000 and 2021 is related to weak pasture with an area of 1150 and 1043 square kilometers, respectively, and the lowest area is related to the use of water areas with an area of 1 and 1.90 square kilometers, respectively, in the years under study. Due to the high accuracy of object oriented classification, this technique has been used to reveal the changes from 2000 to 2021 in the studied area). According to the values, the highest amount of changes occurred during 21 years related to the use of good pasture to poor pasture with the amount of 51.72 square kilometers, and the least changes related to pasture to water with the amount of 0.03 square kilometers and rainfed agriculture to the areas It is blue with a value of 0.14 square kilometers. The changes that have occurred can cause the loss of the natural cover of the area and the increase of impervious levels, changes in the peak discharge and volume of runoff in the area. This issue can be due to various reasons, including incorrect and illegal human use of forests and pastures, or excessive livestock grazing.

Conclusion

It is necessary to extract accurate and up-to-date land use maps in various fields such as agricultural planning and performance forecasting, surface and underground water status and their management, lifestyle, etc. In this research, considering the importance of land use type, using the classification of land use in Firozabad Khalkhal region has been done by two pixel-based and object-oriented methods. To compare these two methods, Landsat satellite images of ETM sensor for 2000 and OLI sensor for 2021 have been prepared. In this research, among the basic pixel methods, the support vector machine algorithm was used, and to verify the accuracy of the round classification results of the basic pixel and object-oriented method, the overall accuracy and the kappa coefficient were estimated; Also, in this research, Change detection tool was used to estimate the land use changes that happened during 20 years in the studied area. The results of this algorithm have shown the change in all uses, the highest amount of changes occurred related to the use of good pasture to poor pasture with a value of 51.72 square kilometers and the lowest amount of changes occurred related to the use of pasture to water with

a value of 0.03 square kilometers. Is. The mentioned changes can have different causes; including excessive and illegal use of different lands. Also, the increase in population and human activities and a significant decrease in permeability due to construction can lead to a decrease in the level of underground water table and affect agricultural lands and other water uses in the region.



بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک شی گرا و پیکسل پایه (مطالعه موردی: حوضه فیروز آباد خلخال)

الهامه عبادی^۱، فریبا اسفندیاری درآباد^۲، صیاد اصغری سراسکانرو د^۳، رئوف مصطفی زاده^۴، الهام ملانوری^۵

۱. دانشجوی دکترا، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: ebaddy@gmail.com
۲. نویسنده مسئول، استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: fariba.darabad@gmail.com
۳. استاد جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: s.asghari@uma.ac.ir
۴. دانشیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: raoofmostafazadeh@uma.ac.ir
۵. کارشناسی ارشد گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران. رایانامه: mollanuri@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	از جمله شروط مهم برای بهره‌برداری بهینه از زمین، دستیابی به اطلاعاتی در ارتباط با الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان می‌باشد. کاربری اراضی، معمولاً بر اساس استفاده انسان از زمین، با تأکید بر نقش کاربردی زمین در فعالیت‌های اقتصادی تعریف می‌شود. امروزه فناوری سنجش از دور به‌عنوان عنصر اصلی در پایش کاربری اراضی به شمار می‌رود. هدف از پژوهش حاضر استخراج نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ در منطقه فیروز آباد خلخال و بررسی تغییرات ایجاد شده در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه در منطقه با استفاده از تصاویر سنجنده‌های ETM و OLI ماهواره‌ی لندست می‌باشد. همچنین بررسی قابلیت روش‌های پیکسل پایه و شی گرا جهت طبقه‌بندی کاربری اراضی هدف دیگر این مطالعه است. در پژوهش حاضر برای طبقه‌بندی کاربری اراضی از الگوریتم نزدیکترین همسایه تکنیک شی‌گرا و روش ماشین بردار پشتیبان الگوریتم پیکسل پایه استفاده شده است. سپس برای صحت‌سنجی این دو روش، صحت کلی و ضریب کاپا استخراج شد نتایج این ارزیابی نشان دهنده‌ی دقت بالای روش شی‌گرا در استخراج طبقات کاربری اراضی می‌باشد. براساس نتایج حاصله از آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در دوره زمانی مورد مطالعه، بیشترین میزان تغییرات اتفاق افتاده مربوط به کاربری مرتع خوب به مرتع ضعیف با مقدار ۵۱/۷۲ کیلومتر مربع و بعد آن جنگل به مرتع خوب با مقدار ۳۰/۱۱ است و کمترین تغییرات مربوط به کاربری مرتع به آب با مقدار ۰/۰۳ کیلومتر مربع می‌باشد. دلایل این تغییرات افزایش جمعیت، چرای بی رویه دام، استفاده نادرست و غیرقانونی از اراضی مختلف می‌باشد. استفاده از پارامترهایی بیشتری نظیر مقیاس، شکل، فشردگی، رنگ، بافت، معیار نرمی و الگو، برای طبقه‌بندی کاربری اراضی در تکنیک شی‌گرا می‌تواند به عنوان نوآوری مطالعه‌ی حاضر مد نظر قرار داد.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۸	
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۸/۰۹	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۵	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۳۱	
کلیدواژه‌ها: شی‌گرا، ماشین بردار پشتیبان، نزدیکترین همسایه، کاربری اراضی.	

استناد: عبادی، الهامه؛ اسفندیاری درآباد، فریبا؛ اصغری سراسکانرو د، صیاد؛ مصطفی‌زاده، رئوف؛ ملانوری، الهام (۱۴۰۳). بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از

تکنیک شی گرا و پیکسل پایه مطالعه موردی: حوضه فیروز آباد خلخال. *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۸ (۸۷)، ۲۶۱-۲۷۵.

<https://doi.org/10.22034/gp.2023.52092.3014>



مقدمه

کاربری اراضی منعکس کننده ویژگی‌های تعاملی بین انسان و محیط زیست و توصیف نحوه بهره‌برداری انسان برای یک یا چند هدف بر روی زمین است (اصغری و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۶۱). از جمله شروط مهم برای بهره‌برداری بهینه از زمین، به‌دست آوردن اطلاعات در ارتباط با الگوهای کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان است. کسب اطلاعات از نسبت و میزان توزیع مناطق مسکونی، کشاورزی، نواحی شهری و همچنین تغییرات این نواحی در طول زمان، جهت برنامه‌ریزی و قانون‌گذاری به منظور بهره‌برداری مناسب از زمین، کسب اطلاعات از نواحی و مناطق ضعیف و تحت فشار محیطی و ارزیابی توسعه ناحیه‌ای اهمیت به‌سزایی دارد (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶: ۷۴). تغییر کاربری و پوشش زمین یک پارامتر اساسی برای تعیین کمیت تغییرات در محیط طبیعی و اندازه‌گیری تأثیر فعالیت‌های انسانی است که این پارامتر به‌عنوان یکی از عوامل تعیین کننده و تأثیرگذار بر اکوسیستم جهانی است (Shen et al, 2020: 2). در واقع آشکارسازی تغییرات صورت گرفته در سیما و پستی بلندی‌های سطح زمین، اصول اولیه برای درک بهتر ارتباط، برهم کنش‌های انسان و پدیده‌های طبیعی به‌منظور مدیریت بهتر و استفاده اصولی‌تر از منابع زمین را مهیا می‌کند (Lu et al, 2014: 2366). همچنین تجزیه و تحلیل پویایی تغییرات کاربری اراضی در درازمدت برای درک و ارزیابی تغییرات مختلف در محیط مهم است که به دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند (کریم زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۰) تشخیص تغییر کاربری موثر و پوشش زمین در سال‌های اخیر به دلیل شیوه‌های مختلف کاربری زمین تحت رشد جمعیت و توسعه اقتصادی به یک نگرانی حیاتی در سراسر جهان تبدیل شده است (Paul et al, 2018: 30). در تعیین تغییرات کاربری اراضی روش‌های مختلفی وجود دارد که هر یک دارای مزایا و معایبی است، توسعه فناوری سنجش از دور، با استفاده از ارتباطات داده و سایر فناوری‌ها، می‌تواند پدیده‌ها و قوانین سطحی متفاوت را از طریق پردازش، تجزیه و تحلیل، بازیابی و معکوس کردن داده‌های سنجش از دور آشکار کند (Su et al, 2014: 1). داده‌های تصاویر ماهواره‌ای یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های در اختیار کاربران جهت تهیه نقشه کاربری اراضی است (صالحی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۶).

طبقه‌بندی کاربری یکی از مهم‌ترین موضوعات مطرح در بحث سنجش از دور است که صحت طبقه‌بندی و الگوریتم بکار رفته در طبقه‌بندی نقش مهمی را در کاربرد و ارزش نقشه‌های ایجاد شده، ایفا می‌کند؛ بنابراین صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به منظور استخراج نقشه کاربری اراضی به عنوان یک موضوع مهم در حوزه مطالعات محیط طبیعی همواره مطرح است (Brink et al, 2014: 61). الگوریتم‌های مورد استفاده در شناسایی تغییرات کاربری اراضی در تصاویر سنجش از دور به دو گروه پیکسل پایه و شی‌گرا تقسیم می‌شوند (Dronova, 2015: 6413). روش مبتنی بر پیکسل عمدتاً بر ویژگی طیفی تک تک پیکسل‌ها متکی است، در حالی که ویژگی‌های طیفی، فضایی، بافت، رنگ، شکل، هندسه، زمینه، عوارض زمینی و سایر ویژگی‌ها به طور جامع در روش مبتنی بر شی در نظر گرفته می‌شوند (shen et al, 2020: 2). روش شی‌گرا، از یک طرف برای ساخت یک مجموعه نمونه چند مقیاسی برای ارائه داده‌های آموزشی با دقت بالا برای آموزش مدل یادگیری عمیق استفاده می‌شود. از سوی دیگر، روش شی‌گرا، از پردازش پیکسل‌های مختلط در فرآیند طبقه‌بندی اجتناب می‌کند و ویژگی اشیاء طبقه بندی را در یادگیری عمیق افزایش می‌دهد. (jin et al, 2019: 3) در حال حاضر داده‌های سنجش از دور بهترین وسیله برای مطالعات کاربری اراضی بوده و اکثر محققان برای استخراج انواع نقشه‌های کاربری اراضی از آن استفاده می‌کنند. بر این اساس، در تحقیق حاضر برای دستیابی به دقت بالای طبقه‌بندی به مقایسه دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا پرداخته شده است.

اسلمی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای از روش‌های طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا جهت تهیه نقشه کاربری اراضی و پوشش اراضی در شهرستان‌های اردبیل، نمین و نیر استفاده کرده‌اند و در نهایت پس از بررسی نتایج، صحت کلی برای نقشه‌های حاصل از شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا را به ترتیب ۸۵/۶۸، ۸۹/۹۱ و ۹۴/۳۷ و مقدار کاپای آنها به ترتیب ۰/۸۸، ۰/۸۲ و ۰/۹۳ برآورد کردند که نشان دهنده برتری روش شی‌گرا در مقایسه با دو روش دیگر است. شنایی هویزه و زارعی (۱۳۹۵) در تحقیقی به بررسی تغییرات کاربری اراضی پرداختند. طبق نتایج آنها مساحت جنگل‌های انبوه و نیمه انبوه در طی این سال‌ها به مقادیر ۸/۴۸ و ۱۲/۲۶ درصد کاهش یافته و جای خود را به جنگل‌های تنک

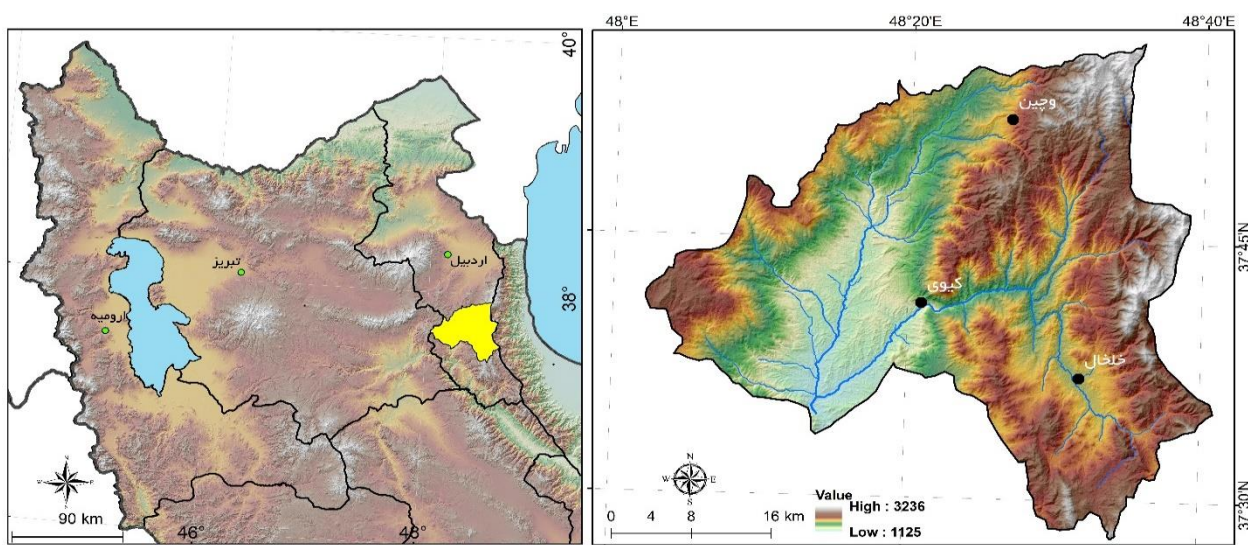
و مراتع داده‌اند. همچنین اراضی کشاورزی (زراعت دیم، زراعت آبی و باغات) به‌طورکلی ۱/۷۹ درصد کاهش و مناطق مسکونی نیز در این سال‌ها ۰/۱۹ درصد افزایش داشته‌اند. اندریانی و همکاران (۱۳۹۶)، به تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های شی‌گرا و زنجیره مارکف در حوضه آبریز زلیبیرچای واقع در آذربایجان شرقی و غربی پرداختند و نتایج طبقه‌بندی تصاویر نشان دهنده رشد مساحت کاربری‌های مسکونی، باغات و زراعت آبی به ترتیب ۱۵، ۴۲ و ۵۰ کیلومترمربع در طول ۲۸ سال است که این رشد نشان دهنده مصرف بالای آب در منطقه است. اصغری و همکاران (۱۳۹۸)، تحقیقی با عنوان استخراج نقشه کاربری اراضی با استفاده از مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا در شهر زنجان انجام داده‌اند. نتایج حاصل از طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا نشان داد که روش شی‌گرا با اعمال پارامترهای موثر در طبقه‌بندی و توسعه قوانین جهت اصلاح طبقه‌بندی با ضریب کاپای ۰/۹۵ درصد از نظر دقت در استخراج نقشه‌های کاربری اراضی نسبت به روش‌های پیکسل پایه دارای اولویت است. حاجی بیگلو و همکاران (۱۳۹۸)، تحقیقی با عنوان ارزیابی طبقه‌بندی نظارت شده شی‌گرا و پیکسل پایه در استخراج کاربری اراضی بر مبنای دو شاخص اختلاف کمی و مکانی در حوزه آبخیز گرگان‌رود انجام داده‌اند. این محققین الگوریتم ماشین‌بردار در روش طبقه‌بندی شی‌گرا را به عنوان الگوریتم مناسب در طبقه‌بندی کاربری اراضی به منظور مدیریت عرصه‌های منابع طبیعی در استان گلستان را پیشنهاد کرده‌اند. عابدینی و قلعه (۱۴۰۰)، مقاله‌ای با عنوان آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های شی‌گرا و پیکسل پایه در حوضه مردق چای انجام داده‌اند. بر اساس نتایج حاصله از آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی، بیشترین میزان تغییرات مربوط به کاربری مرتع متراکم به مرتع متوسط با مقدار ۳۵/۴۴۸، کاربری خاک به مرتع متوسط با مقدار ۲۷/۶۸۶ و مرتع متوسط به مناطق مسکونی با مقدار ۲۱/۳۴۷ کیلومترمربع می‌باشد. همچنین کمترین تغییرات مربوط به کاربری کوهستان به خاک با مقدار ۰/۰۱۵، مناطق مسکونی به مرتع متراکم با مقدار ۰/۰۲۳ و مرتع متراکم به خاک با مقدار ۰/۰۸۱ کیلومترمربع است. جانسون^۱ (۲۰۱۵)، به بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش زمین در حوزه‌ای از آمازون در برزیل با استفاده از دو روش پیکسل پایه و شی‌گرا پرداخته است. نتایج این تحقیق بیشترین دقت کلی با مقدار ۸۶/۸ درصد را برای الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان در طبقه‌بندی شی‌گرا نشان داد. دبس و همکاران^۲ (۲۰۱۷)، به ارزیابی دو روش طبقه‌بندی پیکسل پایه و شی‌گرا در میزان رشد درخت کائوچو با استفاده از الگوریتم‌های فاصله ماهالانویی، نزدیک‌ترین همسایه، درخت تصمیم‌گیری و ماشین‌بردار پشتیبان پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که طبقه‌بندی‌کننده‌های شی‌گرا بهتر از روش‌های پیکسل پایه هستند. نظم‌فر و جعفرزاده (۲۰۱۹)، به بررسی تغییر کاربری اراضی شهری با استفاده از روش طبقه‌بندی شی‌گرا پرداختند. هدف از پژوهش مقایسه هفت روش طبقه‌بندی با استفاده از سنجنده TM، SPOT5، OLI، Quick Bird است. نتایج این تحقیق نشان داد که نمونه برداری از نمونه‌های آموزشی با دقت مناسب در طبقه‌بندی گروه‌های موجود مفید می‌باشد.

نتایج حاصل از پژوهش محققین در مورد کاربری اراضی و تغییرات آن نشان دهنده اهمیت مطالعه در این زمینه می‌باشد. منطقه فیروز آباد خلخال واقع در استان اردبیل و شمال غرب ایران؛ به عنوان یک منطقه کوهستانی با اقلیم مدیترانه‌ای شناخته می‌شود. اما با توجه به تغییرات آب و هوایی، بخصوص در شمال غرب کشور، رضی و همکاران (۱۳۹۶)؛ و با توجه به اینکه کشاورزی، باغداری و دامداری جز و مشاغل اصلی منطقه خلخال به حساب می‌آید، و با توجه به نتایج پژوهش‌های صورت گرفته در رابطه با تغییرات کاربری اراضی و تاثیر آن بر محیط زیست و افزایش بهره‌وری از منابع گوناگون بویژه آب‌های زیرزمینی، بررسی کاربری اراضی و تغییرات آن در این منطقه ضروری است. بنابراین هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات کاربری صورت گرفته در بازه زمانی ۲۱ ساله (۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱) به دو روش پیکسل پایه و شی‌گرا است. در این مطالعه طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از روش پیکسل پایه و الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان به دلیل دقت بالای این الگوریتم؛ و روش شی‌گرا با استفاده از یکی از دقیق‌ترین الگوریتم‌ها یعنی نزدیکترین همسایه با اعمال پارامترهای مقیاس، شکل، فشردگی، رنگ، بافت، معیار نرمی، الگو و شکل صورت گرفته است.

داده‌ها و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوضه فیروز آباد با مساحت حدود ۱۵۹۹ کیلومتر مربع در جنوب استان اردبیل با موقعیت جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. از شهرهای مهم این محدوده فیروز آباد، خلخال و گیوی را می‌توان نام برد. این حوضه از شمال به حوضه‌ی آبریز قره سو و از غرب به حوضه‌ی آبریز رودخانه قرنقو و از شرق به رشته کوه‌های تالش و از جنوب به حوضه‌ی آبریز پایاب رودخانه‌ی قزل اوزن محدود می‌شود (رجبی و همکاران، ۱۳۹۴). شکل ۱ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور استان

داده‌های مورد استفاده

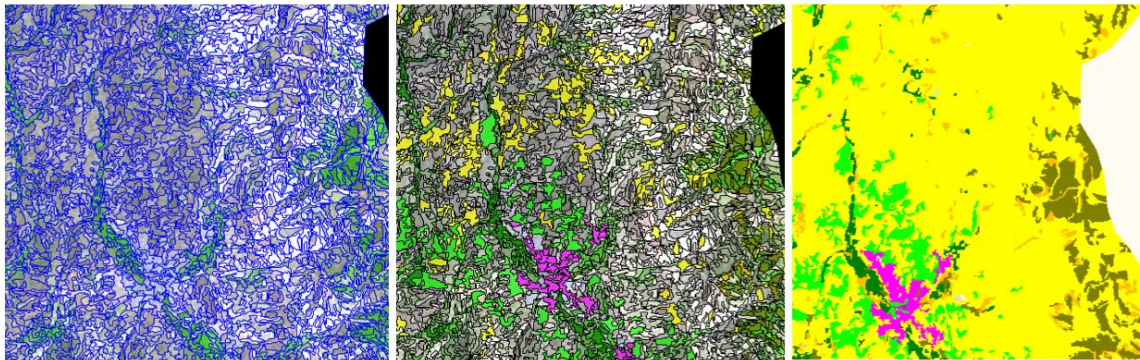
در این پژوهش، برای شناسایی منطقه و تهیه‌ی نقشه‌ی کاربری اراضی، تصاویر ماهواره لندست، سنجنده ETM و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ تهیه گردید مشخصات این تصاویر در جدول ۱ ذکر شده است.

جدول (۱). مشخصات تصاویر ماهواره‌ای

تاریخ	گذر	مسیر	نوع ماهواره
۲۰۰۰/۰۶/۰۵	۱۶۷	۳۴	لندست ۷
۲۰۲۱/۰۶/۰۷	۱۶۷	۳۴	لندست ۸

در این مطالعه ابتدا پیش پردازش‌هایی بر روی تصویر اعمال شد؛ به همین منظور با استفاده از روش FLAASH در نرم‌افزار ENVI تصاویر تصحیح گردید؛ سپس بعد از تصحیحات و پیش‌پردازش‌های مربوطه، طبقه‌بندی تصاویر با استفاده از روش شی‌گرا در نرم‌افزار eCognition انجام شد. طبقه‌بندی شی‌گرا فرآیندی است که کلاس‌های پوشش اراضی را به اشیاء تصویری ارتباط می‌دهد (فیضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۶). در این روش به جای آنکه هر یک پیکسل به یک کلاس بر اساس ویژگی‌های طیفی اختصاص پیدا کند، تصویر به بخش‌های مختلفی قطعه بندی شده که از لحاظ طیفی همگون و دارای ویژگی‌های مشابهی هستند به گونه‌ای که هر قطعه یک پدیده را پوشش می‌دهد از جمله ساختمان‌ها، راه‌ها، پوشش‌های گیاهی و غیره به‌طور کلی طبقه‌بندی شی‌گرا یکی از روش‌های رایج برای طبقه‌بندی تصویر بوده که علاوه بر اطلاعات طیفی می‌توان از

پارامترهای طیفی و بصری مختلفی همچون؛ بافت، شکل، تن، رنگ و شاخص‌های طیفی مختلف استفاده کرد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۱) (غفاری و همکاران، ۱۳۹۸: ۲۳۵۹). سگمنت‌سازی بخش مهمی از طبقه‌بندی شی‌گرا می‌باشد. به معنای گروهی از پیکسل‌های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (مانند ارزش عددی و بافت) مهمترین اشتراک معیار آنهاست. پیکسل‌های تصویر براساس شباهت‌ها و تفاوت‌های موجود میان آن‌ها در زمینه ویژگی‌های طیفی و شکلی و با در نظر گرفتن درجه‌ای از ناهمگنی مجاز در هر قطعه، به گروه‌هایی تقسیم می‌شوند که این قطعه‌ها یا شی‌های ساخته شده در گام بعدی به منظور شناسایی عوارض مورد نظر، کلاسیبندی می‌شوند. در واقع سگمنت‌سازی با تفکیک مکانی چندگانه یک روش بهینه‌سازی است که ناهمگنی متوسط پیکسل‌ها را به حداقل و همگنی مربوطه را به حداکثر می‌رساند (نظم فر و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۱۹). در پژوهش حاضر با استفاده از روش Multi Resolution Segmentation طبقه‌بندی انجام شده است. بعد از انجام طبقه‌بندی، کلاس‌ها به تصویر معرفی شده و سپس پارامترهای لازم مانند مقیاس، رنگ، فشردگی، شکل، الگو و معیار نرمی شکل به نرم‌افزار معرفی شدند (جدول ۲)؛ و با استفاده از تابع classification طبقه‌بندی انجام گرفت. شکل ۲ نحوه‌ی انجام طبقه‌بندی شی‌گرا با روش نزدیک‌ترین همسایه در قسمتی از منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



۱- قطعه بندی تصویر

۲- انتخاب نمونه های آموزشی

۳- طبقه بندی تصویر

شکل (۲). روند تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از روش شی‌گرا را نشان می‌دهد.

جدول (۲). پارامترهای مهم در طبقه بندی شی‌گرا

شاخص‌ها	پارامتر موثر	نوع کلاس						
		کشاورزی دیم	کشاورزی آبی	جنگل	مرتع خوب	مرتع ضعیف	مناطق آبی	مناطق مسکونی
NDVI	-	*	*	*	*	*		
میانگین	باند سبز		*	*	*			
	باند قرمز					*		*
	باند مادون قرمز		*	*	*	*	*	
انحراف معیار	باند سبز		*	*	*		*	*
	باند قرمز	*				*	*	*
	باند مادون قرمز		*	*	*		*	
هندسی	حداکثر اختلاف						*	*
	درجه روشنی	*			*	*		
	ضخامت					*		
	مساحت							*
	فشردگی	*	*			*		*

روش پیکسل پایه یکی دیگر از روش‌های طبقه‌بندی پوشش اراضی در این مطالعه است. به صورت کلی ساختار الگوریتم طبقه‌بندی پیکسل مبنا را می‌توان در دو مرحله خلاصه‌سازی کرد: خوشه‌های طیفی ایجاد شده در فضای ویژگی و اختصاص داده شدن هر یک از پیکسل‌ها به یک کلاس (حسینا و همکاران، ۲۰۱۳: ۹۴). طبقه‌بندی نظارت شده معمولاً به دنبال وجه تشابهی با پیکسل‌های معلوم هر کلاس می‌گردند. این پیکسل‌های معلوم را اشیاء نمونه تعلیمی می‌نامند. برای انجام طبقه‌بندی نظارت شده، انتخاب نمونه‌های تعلیمی مورد نیاز از کلاس‌های مختلف با شناخت از منطقه و با استفاده از اطلاعات جانبی و بر مبنای DN پیکسل‌های تصویر رنگی (RGB) تصاویر ماهواره لندست صورت گرفت. انتخاب این تصویر رنگی، صرفاً جهت شناسایی کلاس‌های مورد نظر و انتخاب بهینه نمونه‌های تعلیمی بود. برای این منظور در منطقه مورد مطالعه برای هر طبقه تعداد مناسبی نمونه تعلیمی به طور تصادفی با استفاده از بررسی‌های میدانی، تصاویر گوگل ارث و تصویر رنگی کاذب انتخاب شدند، و با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان^۱ که یک طبقه‌بندی کننده باینری (دوتایی) خطی است که برچسب‌های +۱ و -۱ را برچسب‌گذاری می‌کند (مختاری و نجفی، ۱۳۹۴: ۳۶) طبقه‌بندی پوشش اراضی بر روی تصاویر اعمال گردید.

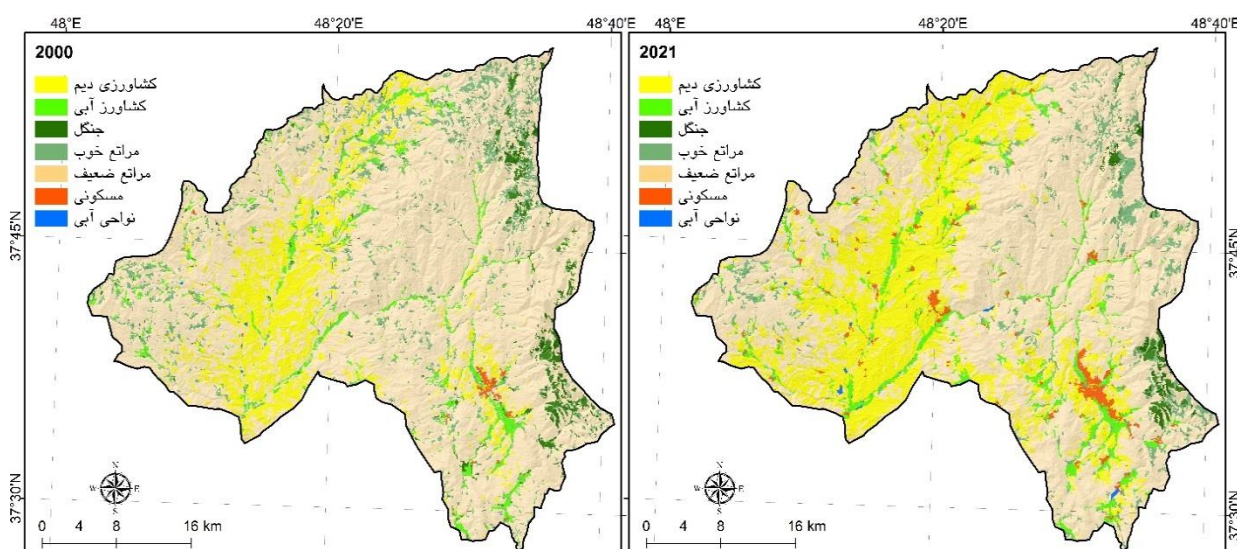
در ادامه به منظور ارزیابی نتایج طبقه‌بندی صورت گرفته از ضریب کاپا و صحت کلی برای بررسی دقت طبقه‌بندی نقشه‌ها استفاده شده است. سپس با استفاده از الگوریتم Change detection در نرم افزار ENVI میزان تغییرات حادث شده در بین کاربری‌های اراضی مختلف، از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ نقشه تغییرات کاربری اراضی تهیه گردید. آشکارسازی تغییرات فرآیندی است که امکان مشاهده و تشخیص تفاوت‌ها و اختلافات سری زمانی پدیده‌ها، عارضه‌ها و الگوهای سطح زمین را فراهم می‌کند. معمولاً، آشکارسازی تغییرات فرآیند ناشی از تشخیص مناطق تغییر یافته در دو تصویر و دو زمان متفاوت می‌باشد (اصغری و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۶۲). در نهایت به منظور استخراج نقشه‌های نهایی به نرم افزار ArcGIS انتقال داده شد و خروجی مورد نظر از این نرم افزار دریافت شد.

بحث و یافته‌ها

به منظور طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از روش شی‌گرا و الگوریتم نزدیک‌ترین همسایه، پس از تجزیه و تحلیل نتایج قطعه‌بندی با مقیاس‌های مختلف؛ در نهایت مقیاس ۷۰ برای تصویر سال ۲۰۰۰، مقیاس ۶۰ برای تصویر سال ۲۰۲۱ در نظر گرفته شد. با توجه به شکل ۳ و جدول ۳ بیشترین مساحت کاربری در سال ۲۰۰۰ مربوط به مرتع ضعیف با مساحت ۱۱۹۰ کیلومتر مربع و بعد آن کشاورزی دیم با مساحت ۱۹۷ کیلومتر مربع و کمترین مساحت کاربری هم مربوط به مناطق آبی با مساحت ۰/۳۴ کیلومتر مربع و مساحت مسکونی با مساحت ۴ کیلومتر مربع می‌باشد. در سال ۲۰۲۱ مساحت کاربری مرتع ضعیف به ۱۰۰۰ کیلومتر مربع کاهش یافته است و مساحت کشاورزی دیم به مساحت ۳۹۹ کیلومتر مربع افزایش یافته است و نیز کمترین مساحت کاربری در سال ۲۰۲۱ مربوط به مناطق آبی به مساحت ۱ کیلومتر مربع است که نسبت به سال ۲۰۰۰ مساحت آن در منطقه افزایش یافته است؛ و کاربری مسکونی به مساحت ۲۳ کیلومتر مربع افزایش یافته است که می‌تواند به دلیل گسترش شهرها و روستاها در اثر مهاجرت یا افزایش جمعیت باشد. قابل ذکر است کاربری مسکونی با مناطقی که در آن ساخت و سازی اتفاق افتاده و یا مناطق تجاری و صنعتی باهم در نظر گرفته شده که در صورت استفاده از تصاویری با کیفیت بالاتر مانند تصاویر ابرطیفی و تفکیک این مناطق از یکدیگر ممکن است نتایج متفاوتی حاصل شود.

جدول (۳). مساحت کاربری های استخراج شده با استفاده از روش شی‌گرا

نوع کاربری	سال ۲۰۰۰ (کیلومتر مربع)	سال ۲۰۲۱ (کیلومتر مربع)	روند تغییرات
کشاورزی دیم	۱۹۷	۳۹۹	افزایشی
کشاورزی آبی	۶۳	۸۳	افزایشی
جنگل	۳۶	۱۶	کاهشی
مرتع ضعیف	۱۱۹۰	۱۰۰۰	کاهشی
مرتع خوب	۱۰۶	۷۴	کاهشی
مناطق مسکونی	۴	۲۳	افزایشی
مناطق آبی	۰.۳۴	۱	افزایشی

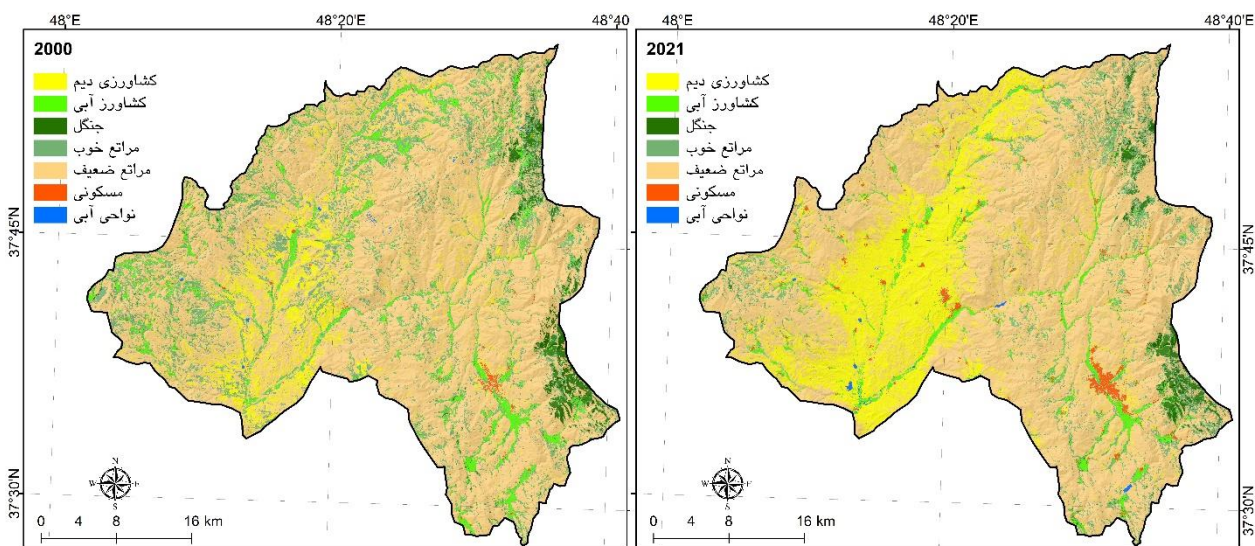


شکل (۳). نقشه طبقه بندی کاربری اراضی به روش شی‌گرا در سال ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱

در ادامه کار طبقه‌بندی کاربری اراضی به روش پیکسل پایه نیز انجام شد که با استفاده از این روش منطقه مورد مطالعه به هفت کلاس کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، جنگل، مرتع ضعیف، مرتع خوب، مناطق مسکونی و مناطق آبی طبقه‌بندی شد؛ و سپس روش‌های مختلف پیکسل پایه با هم مقایسه شد که در نهایت الگوریتم ماشین بردار (SVM) انتخاب شد؛ در این روش نیز با توجه به جدول و شکل ۴ بیشترین مساحت کاربری در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ مربوط به مرتع ضعیف به ترتیب با مساحت ۱۱۵۰ و ۱۰۴۳ کیلومتر مربع و کمترین مساحت مربوط به کاربری مناطق آبی به ترتیب با مساحت ۱ و ۱.۹۰ کیلومتر مربع در سال‌های مورد مطالعه است. قابل ذکر است یکی از عوامل افزایش مناطق آبی در منطقه می‌تواند احداث سد باشد.

جدول (۴). مساحت کاربری های استخراج شده با استفاده از روش پیکسل پایه

نوع کاربری	سال ۲۰۰۰ (کیلومتر مربع)	سال ۲۰۲۱ (کیلومتر مربع)	روند تغییرات
کشاورزی دیم	۱۴۳	۳۰۹	افزایشی
کشاورزی آبی	۶۰	۷۸	افزایشی
جنگل	۳۷	۲۶	کاهشی
مرتع ضعیف	۱۱۵۰	۱۰۴۳	کاهشی
مرتع خوب	۲۰۰	۱۲۲	کاهشی
مناطق مسکونی	۵	۱۷	افزایشی
مناطق آبی	۱	۱۹۰	افزایشی



شکل (۴). نقشه طبقه بندی کاربری اراضی به روش پیکسل پایه در سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱

جدول (۵). نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس بندی شده کاربری اراضی (شی‌گرا) سال ۲۰۰۰

نام کاربری	دقت کاربر (درصد)	دقت تولید کننده (درصد)	ضریب کاپا (%)	صحت کلی (%)
کشاورزی دیم	۹۵	۹۱		
کشاورزی آبی	۹۷	۹۲		
جنگل	۹۴	۹۲		
مرتع ضعیف	۹۶	۹۳	۹۳	۹۶
مرتع خوب	۹۵	۹۲		
مناطق مسکونی	۱۰۰	۹۴		
مناطق آبی	۱۰۰	۹۶		

جدول (۶). نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس بندی شده کاربری اراضی (شی‌گرا) سال ۲۰۲۱

نام کاربری	دقت کاربر (درصد)	دقت تولید کننده (درصد)	ضریب کاپا (%)	صحت کلی (%)
کشاورزی دیم	۹۵	۹۳		
کشاورزی آبی	۹۶	۹۲		
جنگل	۱۰۰	۹۳		
مرتع ضعیف	۹۷	۹۲	۹۵	۹۷
مرتع خوب	۹۰	۹۴		
مناطق مسکونی	۹۷	۹۵		
مناطق آبی	۱۰۰	۹۵		

با توجه به نتایج ارزیابی (جدول ۵ تا ۸) صحت کلی و ضریب کاپا با روش پیکسل پایه در سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۸۷ و ۹۱ درصد و در سال ۲۰۲۱ به ترتیب ۹۰ و ۹۲ درصد تخمین زده شده است. همچنین صحت کلی و ضریب کاپا با استفاده از روش شی‌گرا به دلیل استفاده از اطلاعاتی نظیر بافت، شکل، محتوا و موقعیت، علاوه بر اطلاعات طیفی در مقایسه با روش پیکسل پایه در طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای از کارایی بهتری برخوردار است؛ به طوری که عابدینی و قلعه (۱۴۰۰)؛ اصغری و همکاران (۱۳۹۷)، روستایی و همکاران (۱۳۹۸) و به قابلیت و دقت تکنیک شی‌گرا در استخراج نقشه‌ی طبقات کاربری اراضی اشاره کرده‌اند. همچنین اسلامی و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه خود علاوه بر اینکه قابلیت روش شی‌گرا را مطرح کرده‌اند، به احتمال خطا در روش پیکسل پایه، در طبقه بندی پیکسل‌هایی که در همپوشانی بین کلاس‌های مختلف واقع شده‌اند را نیز ذکر کرده‌اند. قابل ذکر است در مطالعه حاضر از اطلاعاتی نظیر، همسایگی کلاس‌ها، مقادیر باندها به منظور تفکیک واحدها استفاده شده است که بر دقت روش شی‌گرا افزوده است. البته دقت بالای تصویر OLI به کارگرفته شده در سال ۲۰۲۱ را در نتایج صحت سنجی و افزایش دقت روش شی‌گرا را نمی‌توان نادیده گرفت.

جدول (۷). نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس بندی شده کاربری اراضی (پیکسل پایه) سال ۲۰۰۰

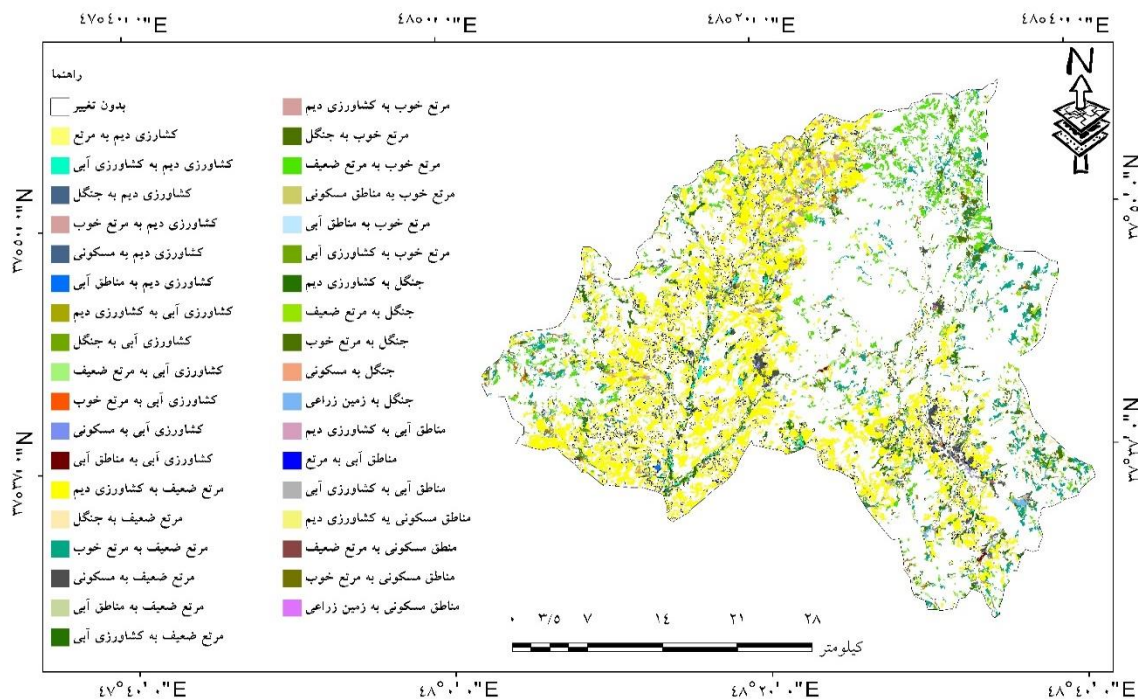
نام کاربری	دقت کاربر (درصد)	دقت تولید کننده (درصد)	ضریب کاپا (%)	صحت کلی (%)
کشاورزی دیم	۸۵	۸۰		
کشاورزی آبی	۸۶	۸۲		
جنگل	۸۸	۸۳		
مرتع ضعیف	۹۰	۸۱	۸۷	۹۱
مرتع خوب	۹۲	۸۹		
مناطق مسکونی	۹۳	۹۲		
مناطق آبی	۹۸	۹۳		

جدول (۸). نتایج ارزیابی دقت تصاویر کلاس بندی شده کاربری اراضی (پیکسل پایه) سال ۲۰۲۱

نام کاربری	دقت کاربر (درصد)	دقت تولید کننده (درصد)	ضریب کاپا (%)	صحت کلی (%)
کشاورزی دیم	۹۲	۸۶		
کشاورزی آبی	۹۰	۸۷		
جنگل	۹۴	۹۰		
مرتع ضعیف	۸۹	۸۴	۹۰	۹۲
مرتع خوب	۹۳	۸۸		
مناطق مسکونی	۹۶	۸۹		
مناطق آبی	۱۰۰	۹۹		

جدول (۹). مساحت کاربری های تغییر یافته در سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱

کاربری های تغییر یافته	مساحت (کیلومتر مربع)	کاربری های تغییر یافته	مساحت (کیلومتر مربع)
مرتع ضعیف به کشاورزی دیم	۲۵/۹۸	آب به مرتع ضعیف	۱/۵۸
مرتع ضعیف به کشاورزی آبی	۵/۲۷	آب به کشاورزی دیم	۵/۸۰
مرتع به جنگل	۰/۲۵	آب به کشاورزی آبی	۴/۲۲
مرتع به آب	۰/۰۳	مناطق مسکونی به مرتع ضعیف	۳/۶۹
مرتع به مسکونی	۲/۱	مناطق مسکونی به کشاورزی دیم	۴/۱
مرتع ضعیف به مرتع خوب	۲/۰۲	مناطق مسکونی به مرتع خوب	۰/۲
جنگل به مرتع ضعیف	۲۳/۴۰	کشاورزی آبی به مرتع ضعیف	۱۹/۶۹
جنگل به دیم	۱/۰۲	کشاورزی آبی به کشاورزی دیم	۱۲/۷۵
جنگل به زمین زراعی	۱۱/۷۵	کشاورزی آبی به مسکونی	۴/۸
جنگل به مرتع خوب	۳۰/۱۱	کشاورزی آبی به مناطق آبی	۰/۷۵
جنگل به مسکونی	۱/۲۲	کشاورزی آبی به مرتع خوب	۵/۴
مرتع خوب به مرتع ضعیف	۵۱/۷۲	کشاورزی دیم به مرتع	۱۹/۷۸
مرتع خوب به کشاورزی دیم	۱۵/۵۱	کشاورزی دیم به کشاورزی آبی	۴/۴۱
مرتع خوب به کشاورزی آبی	۱۱/۰۸	کشاورزی دیمی به مناطق آبی	۰/۱۴
مرتع خوب به جنگل	۰/۹۲	کشاورزی دیمی به مناطق مسکونی	۱/۵
مرتع خوب به مناطق آبی	۰/۱۲	کشاورزی دیم به مرتع خوب	۰/۲۶
مرتع خوب به مناطق مسکونی	۲/۷		



شکل (۵). نقشه‌ی تغییرات کاربری اراضی از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۲۱

با توجه به دقت بالای طبقه‌بندی شی‌گرا، از این تکنیک جهت آشکار سازی تغییرات از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ در منطقه مورد مطالعه استفاده شده است (جدول ۹). با توجه به مقادیر، بیشترین میزان تغییرات اتفاق افتاده در طی ۲۱ سال مربوط به کاربری مرتع خوب به مرتع ضعیف با مقدار ۵۱/۷۲ کیلومتر مربع، پوشش جنگلی به مرتع ضعیف با مقدار ۳۰/۱۱ کیلومتر مربع و مرتع ضعیف به کشاورزی دیم با مقدار ۲۵/۹۵ کیلومتر مربع است. همچنین کمترین تغییرات مرتبط با مرتع به آب با مقدار ۰/۰۳ کیلومتر مربع و کشاورزی دیمی به مناطق آبی با مقدار ۰/۱۴ کیلومتر مربع می‌باشد. تغییرات اتفاق افتاده می‌تواند باعث از بین رفتن پوشش طبیعی منطقه و افزایش سطوح نفوذ ناپذیر، تغییرات دبی اوج و حجم رواناب در منطقه شود؛ همان طوری که ریاحی و همکاران (۱۳۹۶) نیز اشاره کرده‌اند می‌تواند باعث ایجاد تخریب بسیار گسترده در منطقه شود. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته تبدیل و تخریب آشکار و قابل ملاحظه‌ای در برخی کاربری‌ها از جمله جنگل و مرتع در منطقه‌ی مورد مطالعه مشاهده می‌شود. این موضوع می‌تواند دلایل مختلفی از جمله استفاده نادرست و غیرقانونی انسان از جنگل‌ها و مراتع و یا چرای بی رویه دام را در بر داشته باشد. از طرفی با افزایش محسوس کاربری مسکونی در منطقه رویه رو هستیم که می‌تواند منجر به تغییرات قابل ملاحظه‌ای شود. به طوری که این مناطق با افزایش نفوذ ناپذیری و ایجاد گرما به دلیل مواد بکار رفته در این کاربری‌ها، نمی‌تواند در تبدیلات اشاره شده بی‌تأثیر باشد. همچنین از بین رفتن پوشش گیاهی و جنگل‌ها و کاهش میزان رطوبت خاک و در نتیجه کاهش اثر خنک‌کنندگی تبخیر می‌تواند منجر به افزایش دما شود (علوی پناه، ۱۳۹۸: ۹۰). افزایش زمین‌های کشاورزی دیمی و آبی در منطقه علاوه بر اینکه بر اینکه در اکثر مواقع حاصل از تخریب مراتع می‌باشد، نیازمند تامین آب جهت آبیاری هستند و از آنجایی که احتمال کمبود بارندگی در منطقه وجود دارد، مستلزم برداشت از منابع آبی دیگر بخصوص سطح سفره‌ی آب‌های زیرزمینی می‌باشد. همچنین نمی‌توان مساله‌ی تغییرات اقلیمی و تأثیر آن بر کاربری‌های مختلف در منطقه مورد مطالعه را نادیده گرفت. در همین رابطه یزدانی و همکاران (۲۰۲۱) افزایش مخاطرات طبیعی نظیر تغییرات اقلیمی و خشکسالی در استان اردبیل و متاثر بودن زراعت دیم این منطقه از کاهش بارندگی‌های تابستانی را مطرح کرده‌اند. رضی و همکاران (۱۳۹۶) نیز به تغییرات اقلیمی، بویژه در منطقه شمال غرب کشور اشاره کرده و گروه اقلیمی نیمه بیابانی سرد را در این منطقه در حال گسترش

دانسته‌اند. بررسی تغییرات صورت گرفته نشان می‌دهد برنامه‌ریزی چندان در رابطه حفظ و نگهداری یا حتی احیای برخی کاربری‌های مهم از جمله جنگل و مراتع خوب صورت نگرفته؛ چنان که تبدیلات بسیار ناچیزی از سایر اراضی به این دسته از کاربری‌ها مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

استخراج نقشه‌های کاربری اراضی دقیق و بروز در زمینه‌های مختلف از جمله پیش‌بینی عملکرد و برنامه‌ریزی کشاورزی، بررسی وضعیت آب‌های سطحی و زیرزمینی و مدیریت آن‌ها، سبک زندگی و ... ضروری است. این موضوع برای مناطقی مانند خلخال واقع در شمال غرب کشور که تحت تاثیر تغییرات اقلیمی و تخریب جنگل‌ها و مراتع است حیاتی است. طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای استخراج اطلاعات دقیق و قابل اعتماد کاربری اراضی به دلیل نوع تصویر، پیچیدگی چشم انداز و تنوع تکنیک‌های طبقه‌بندی تصویر، مورد بحث محققین می‌باشد.

در پژوهش حاضر با استفاده از دو روش پیکسل پایه و شی‌گرا طبقه‌بندی کاربری اراضی و استخراج تغییرات آن‌ها در منطقه فیروز آباد خلخال صورت گرفته است. جهت این کار از تصاویر ماهواره ای لندست سنجنده ETM برای سال ۲۰۰۰ و سنجنده OLI برای سال ۲۰۲۱ استفاده شده است. جهت طبقه بندی پیکسل پایه از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به دلیل دقت بالای این الگوریتم و برای طبقه بندی شی‌گرا از الگوریتم نزدیکترین همسایه استفاده شده است. در این راستا هفت کلاس کشاورزی دیم، کشاورزی آبی، جنگل، مرتع ضعیف، مرتع خوب، مناطق مسکونی و مناطق آبی انتخاب شدند. میزان صحت کلی و ضریب کاپا با استفاده از روش پیکسل پایه برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۹۱٪ و ۸۷٪ و برای سال ۲۰۲۱، ۹۲٪ و ۹۰٪، و با استفاده از روش شی‌گرا برای سال ۲۰۰۰ به ترتیب ۹۶٪ و ۹۳٪ و برای سال ۲۰۲۱، ۹۷٪ و ۹۵٪ تخمین زده شده است. نتایج نشان دهنده دقت بالای روش شی‌گرا در مقایسه با روش پیکسل پایه است. عملکرد بهتر روش شی‌گرا در استخراج طبقات کاربری اراضی ممکن است به دلایل مختلفی نسبت داده شود. استفاده از پارامترهای دیگری نظیر مقیاس، ضریب نرمی و فشردگی و شکل در کنار اطلاعات طیفی در افزایش عملکرد تکنیک شی‌گرا دخیل هستند. دقت نتایج زمانی که تعداد کلاس‌ها زیاد باشند بهتر مشخص می‌شود، طوری که تفکیک پیکسل‌ها در روش شی‌گرا به دلیل سگمنت سازی، راحت تر صورت گرفته و مشکل خطا در طبقه بندی برخی پیکسل‌ها که در روش پیکسل پایه به دلیل همپوشانی کلاسی رخ می‌دهد، در روش شی‌گرا به حداقل خواهد رسید. از طرفی نوع تصویر مورد استفاده نیز در افزایش دقت طبقه‌بندی بی‌تأثیر نیست. بنابراین استفاده از تصاویری با قدرت تفکیک بالاتر در کنار تکنیک شی‌گرا می‌تواند نتایج دقیق‌تر و قابل اعتمادتری را ارائه دهد. در مطالعه حاضر نتایج به دست آمده در مورد دقت طبقه بندی شی‌گرا با نتایج عابدینی و قلعه (۱۴۰۰)؛ اصغری و همکاران (۱۳۹۷) و اسلامی و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد. حاج بیگلو و همکاران (۱۳۹۸) نیز به قابلیت تکنیک شی‌گرا اشاره کرده و الگوریتم نزدیکترین همسایه را یکی از الگوریتم‌های مناسب کلاسه بندی کاربری اراضی معرفی کرده‌اند. نتایج بررسی تغییرات کاربری اراضی تغییر در همهی کاربری‌ها بویژه جنگل‌ها و مراتع را نشان داده است. بیشترین میزان تبدیلات کاربری مربوط به کاربری مرتع خوب به مرتع ضعیف با مقدار ۵۱/۷۲ کیلومتر مربع است و کمترین میزان تغییرات مرتبط با کاربری مرتع به آب با مقدار ۰/۰۳ کیلومتر مربع است. تغییرات ذکر شده علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد؛ از جمله چرای بی‌رویه دام‌ها و استفاده نادرست و غیرقانونی انسان از جنگل‌ها و مراتع. همچنین افزایش جمعیت و فعالیت‌های انسانی و کاهش چشمگیر نفوذپذیری در اثر ساخت و ساز می‌تواند منجر به کاهش سطح سفره‌ی آب‌های زیرزمینی شده و اراضی کشاورزی و سایر مصارف آب منطقه را تحت تاثیر خود قرار دهد. به طوری که اصغری و همکاران (۱۴۰۰) نیز به اهمیت بررسی کاربری اراضی اشاره کرده و منابع آبی را تحت تاثیر تغییرات کاربری اراضی دانسته‌اند.

بررسی نقشه‌های کاربری اراضی به عنوان راه‌گشای مدیریت و برنامه‌ریزی استفاده از اراضی، می‌تواند یکی از راه‌های مقابله با مخاطرات طبیعی باشد و آگاهی‌های لازم را در اختیار کارشناسان و برنامه‌ریزان قرار دهد. پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده از تصاویری با کیفیت بالاتر نظیر تصاویر World View در تلفیق با روش شی‌گرا در کنار سایر تکنیک‌ها و شاخص‌های

مطرح، استفاده شود. همچنین بررسی دقیق تر تغییرات مولفه‌های اقلیمی و تاثیر آن بر کاربری اراضی منطقه پیشنهاد دیگر این مطالعه است.

منابع

- ابراهیمی، حمید؛ رسولی، علی‌اکبر؛ احدپور، احمد (۱۳۹۷) مدل‌سازی تغییرات دینامیک کاربری اراضی با استفاده از پردازش شی‌گراتصاویر ماهواره ای و مدل CA-Markov مطالعه موردی شهر شیراز؛ فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی دوره ۲۷، شماره ۱۰۸، صص ۱۳۷-۱۴۹.
- اسلمی، فرنوش؛ قربانی، اردوان؛ سبحانی، بهروز؛ پناهنده، محسن (۱۳۹۴). مقایسه روش های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شی‌گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (کاربرد سنجش از دور و GIS در علوم منابع طبیعی)، دوره ۶، شماره ۳، صص ۱-۱۴.
- اصغری سراسکانرود، صیاد؛ خدابنده لو، بهروز؛ ناصری، احمد؛ مرادی، علی (۱۳۹۷). استخراج نقشه کاربری اراضی با استفاده از مقایسه الگوریتم های مختلف طبقه بندی پیکسل پایه و شی‌گرا؛ مطالعه موردی: شهر زنجان. فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) دوره ۲۸، شماره ۱۱۰، صص ۱۹۵-۲۰۸.
- اصغری سراسکانرود، صیاد؛ محمدنژاد، وحید؛ امامی، هادی. (۱۳۹۸). بررسی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روشهای پیکسل پایه و شی‌گرا و تحلیل اثرات تغییر کاربری ها بر فرسایش خاک (مطالعه موردی: شهرستان مراغه). پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، دوره ۸، شماره ۱، صص ۱۶۰-۱۷۸.
- اصغری سراسکانرود، صیاد؛ صفری، شیوا؛ ملانوری، الهام. (۱۴۰۰). تخمین سطح سفره‌های آب زیرزمینی متأثر از تغییرات کاربری اراضی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای GRACE جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره ۳۲، شماره ۴، صص ۸۶-۶۵.
- اندریانی، صفری؛ نیکجو، محمدرضا؛ رضائی مقدم، محمد حسین؛ مختاری، داوود. (۱۳۹۷). تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های شی‌گرا و زنجیره مارکف در حوضه آبریز زلیبیرچای واقع در آذربایجان شرقی و غربی. فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال ۱۶، شماره ۵۳، صص ۳۷-۵۰.
- حاجی بیگلو، محبوبه؛ بردی شیخ، واحد؛ معماریان، هادی؛ کمکی، بایرام (۱۳۹۸). ارزیابی طبقه‌بندی نظارت شده شی‌گرا و پیکسل پایه در استخراج کاربری اراضی بر مبنای دو شاخص کمی و مکانی در حوزه آبخیز گرگانرود. مجله سنجش از سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، سال دهم، شماره ۴، صص ۲۰-۱.
- روستایی، شهرام؛ مختاری، داوود؛ ولیزاده کامران، خلیل؛ خدائی قشلاق، لیلا. (۱۳۹۸). مقایسه روش پیکسل پایه (بیشترین شباهت) و شی‌گرا (ماشین بردار پشتیبان) در طبقه بندی کاربری اراضی (منطقه اهر - ورزقان) پژوهشهای ژئومورفولوژی کمی، دوره ۸، شماره ۱، صص ۱۲۹-۱۱۸.
- رضیعی، طیب. (۱۳۹۶). شناسایی رژیم های دمایی ایران با استفاده از روشهای چند متغیره. مجله ژئوفیزیک ایران، دوره ۱۱ شماره ۲، صص ۱۵-۳۵.
- ریاحی، محمد رضا؛ سلیمانی، کریم؛ موسوی، سید رمضان؛ بنی هاشم، معصومه. (۱۳۹۶). بررسی تاثیر تغییر کاربری‌اراضی بر دبی رودخانه با استفاده از مدل HEC-HMS (مطالعه موردی: حوضه آبخیز لکشا نکارود)، مجله پژوهش آب ایران، جلد ۱۱، صص ۳۳ - ۴۳.
- شنائی هویزه، مائده؛ زارعی، حیدر (۱۳۹۵). بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس). پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، دوره ۷ شماره ۱۴، صص ۲۳۷-۲۴۴.
- صالحی، ناهید؛ اختصاصی، محمد رضا؛ طالبی، علی (۱۳۹۸). پیش بینی روند تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره مارکوف. مطالعه موردی: حوزه آبخیز صفارود رامسر. نشریه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دوره ۱۰، شماره ۱، صص ۱۰۶-۱۲۰.
- عابدینی، موسی، قلعه، احسان. (۱۴۰۰). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک های شی‌گرا و پیکسل پایه مطالعه موردی: حوضه مردق چای. هیدروژئومورفولوژی، سال ۸، شماره ۲۷، صص ۱۸۲-۱۶۳.
- علوی پناه، کاظم. (۱۳۹۸). انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ۴، ۵۲۰ص.
- غفاری کندی، صدیقه؛ مرادی، حمیدرضا؛ مدرس، رضا. (۱۳۹۸). اثر تغییر کاربری اراضی بر سطح آب زیرزمینی در دشت‌های اصفهان - برخوار، نجف‌آباد و چادگان، تحقیقات آب و خاک ایران، دوره ۵۰، شماره ۹، صص ۲۳۷۱-۲۳۵۵.

فیضی‌زاده، بختیار، (۱۳۹۶). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی و اثرات آن بر سیستم فرسایش در حوضه‌ی سد علویان با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و GIS، مجله هیدروژئومورفولوژی، دوره ۳، شماره ۱۱، صص ۳۸-۲۱.

کریم‌زاده مطلق، زینب، لطفی، علی، پور منافی، سعید؛ احمدی‌زاده، سید سعیدرضا. (۱۴۰۱). ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل CA_Markov جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره ۳۳، شماره ۲، صص ۸۰-۶۳.
مختاری، محمد حسین، نجفی، احمد (۱۳۹۴). مقایسه روش‌های طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در استخراج کاربری‌های اراضی از تصاویر ماهواره ای لندست TM. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، دوره ۱۹، شماره ۷۲، صص ۳۵-۴۴.

نظم‌فر؛ حسین، جعفرزاده، جعفر (۱۳۹۸) بررسی کارایی روش‌های طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهری با استفاده از بهینه‌سازی مقیاس در پردازش شی-گرا (مورد: شهر اردبیل) فصلنامه پژوهش و برنامه ریزی شهری، سال ۱۰، شماره ۳۶، صص ۱۱۷-۱۲۷.

Ebrahimi, Hamid; Rasouli, Ali Akbar; Ahadpour, Ahmad (2018). Modeling dynamic land use changes using object-oriented processing of satellite images and the CA-Markov model: A case study of Shiraz city. Scientific-Research Quarterly of Geographic Information, Volume 27, Issue 108, pp. 137-149.

[In Persian]

Aslami, Farnoush; Ghorbani, Ardavan; Sobhani, Behrouz; Panahandeh, Mohsen (2015). Comparison of artificial neural network, support vector machine, and object-oriented methods in extracting land use and land cover from Landsat 8 images. Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources (Application of Remote Sensing and GIS in Natural Resource Sciences), Volume 6, Issue 3, pp. 1-14. [In Persian]

Asghari Saraskanoroud, Syed; Khodabandehloo, Behrouz; Naseri, Ahmad; Moradi, Ali (2018).

Extraction of land use maps using a comparison of various pixel-based and object-oriented classification algorithms: A case study of Zanzan city. Scientific-Research Quarterly of Geographic Information (Sepehr), Volume 28, Issue 110, pp. 195-208. [In Persian]

Asghari Saraskanoroud, Syed; Mohammadzadeh, Vahid; Emami, Hadi (2019). Investigating land use changes using pixel-based and object-oriented methods and analyzing the effects of land use changes on soil erosion (Case study: Maragheh County). Quantitative Geomorphology Research, Volume 8, Issue 1, pp. 178-160. [In Persian]

Asghari Saraskanoroud, Syed; Safari, Shiva; Malanouri, Elham (2021). Estimating the level of groundwater tables affected by land use changes using GRACE satellite data. Geography and Environmental Planning, Volume 32, Issue 4, pp. 86-65. [In Persian]

Andreyani, Soghra; Nikjou, Mohammad Reza; Rezaei Moghadam, Mohammad Hossein; Mokhtari, Davood (2018). Analyzing land use changes using object-oriented methods and Markov chain in the Zilbichay watershed located in East and West Azerbaijan. Geography and Development Quarterly, Year 16, Issue 53, pp. 37-50. [In Persian]

Hajibiglou, Mahbubeh; Bardi Sheikh, Vahid; Mohammadian, Hadi; Kamaki, Bayram (2019). Evaluating supervised object-oriented and pixel-based classification in extracting land use based on two quantitative and spatial indices in the Golestan River watershed. Journal of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources, Volume 10, Issue 4, pp. 1-20. [In Persian]

Roustai, Shahram; Mokhtari, Davood; Valizadeh Kamran, Khalil; Khodai Qashlaq, Leila (2019). Comparison of pixel-based (maximum similarity) and object-oriented (support vector machine) methods in land use classification (Ahar - Varzaghan region). Quantitative Geomorphology Research, Volume 8, Issue 1, pp. 129-118. [In Persian]

Razi, Tayeb (2017). Identifying temperature regimes in Iran using multivariate methods. Iranian Journal of Geophysics, Volume 11, Issue 2, pp. 35-15. [In Persian]

Riyahi, Mohammad Reza; Soleimani, Karim; Mousavi, Seyed Ramadan; Bani Hashem, Masoumeh (2017). Investigating the impact of land use changes on river discharge using the HEC-HMS model (Case study: Laksha Nakarud watershed). Iranian Water Research Journal, Volume 11, pp. 33-43. [In Persian]

- Shanani Hovizeh, Maedeh; Zarei, Heydar (2016). Investigating land use changes over two decades (Case study: Abolabbas watershed). *Watershed Management Research Journal*, Volume 7, Issue 14, pp. 237-244. [In Persian]
- Salehi, Nahid; Ekhtesasi, Mohammad Reza; Talebi, Ali (2019). Predicting trends in land use changes using the Markov chain model. Case study: Safaroud watershed in Ramsar. *Journal of Remote Sensing and Geographic Information Systems in Natural Resources*, Volume 10, Issue 1, pp. 106-120. [In Persian]
- Abedini, Mousa; Ghaleh, Ehsan (2021). Detecting land use changes using object-oriented and pixel-based techniques: A case study of the Mardq Chai watershed. *Hydrogeomorphology*, Volume 8, Issue 27, pp. 182-163. [In Persian]
- Alavi Panah, Kazem (2019). Tehran University Publications, 4th edition, 520 pages. [In Persian]
- Ghafari Kandari, Sediqeh; Moradi, Hamid Reza; Modarres, Reza (2019). The effect of land use changes on groundwater levels in the Isfahan-Borkhar, Najafabad, and Chadegan plains. *Iranian Water and Soil Research*, Volume 50, Issue 9, pp. 2371-2355. [In Persian]
- Feyzi Zadeh, Bakhtiar (2017). Modeling land use changes and their effects on the erosion system in the Alavian Dam watershed using remote sensing and GIS techniques. *Journal of Hydrogeomorphology*, Volume 3, Issue 11, pp. 38-21. [In Persian]
- Karimzadeh Motlagh, Zeinab; Lotfi, Ali; Pourmanafi, Saeed; Ahmadizadeh, Seyed Saeed Reza (2022). Assessment and prediction of land use changes using the CA_Markov model. *Geography and Environmental Planning*, Volume 33, Issue 2, pp. 80-63. [In Persian]
- Mokhtari, Mohammad Hossein; Najafi, Ahmad (2015). Comparison of support vector machine and artificial neural network classification methods in extracting land uses from Landsat TM satellite images. *Water and Soil Sciences (Agricultural and Natural Resources Sciences and Technologies)*, Volume 19, Issue 72, pp. 35-44. [In Persian]
- Nazmfar, Hossein; Jafarzadeh, Jafar (2019). Investigating the efficiency of satellite image classification methods in assessing urban land use changes using scale optimization in object-oriented processing (Case study: Ardabil city). *Urban Research and Planning Quarterly*, Year 10, Issue 36, pp. 117-127. [In Persian]
- Brink AB, Bodart C, Brodsky L, Defourney P, Ernst C, Donney F, Lupi A, Tuckova K. 2014. Anthropogenic pressure in East Africa—Monitoring 20 years of land cover changes by means of medium resolution satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 28: 60-69.
- Dibs H, Idrees MO, Alsahin GBA. 2017. Hierarchical classification approach for mapping rubber tree growth using per-pixel and objectoriented classifiers with SPOT-5 imagery. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(1): 21-30.
- Dronova I. 2015. Object-based image analysis in wetland research: A review. *Remote Sensing*, 7(5): 6380-6413.
- Eslami, A., S. Anvari, N. Karimi, and S. Mohammadi. 2022. "Application of Pixel-Based and Object-Based Approaches for LULC Mapping in Jiroft Region, S.E. Iran." *Ecopersia* 10(1): 71–83.
- Hussaina, M., Chen, D., Cheng, A., Wei, H., & Stenley, D. (2013). Change Detection from Remotely Sensed Images: From Pixel based to Object-based Approaches. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 80, 91–106.
- Jonsson L. 2015. Evaluation of pixel based and object based classification methods for land cover mapping with high spatial resolution satellite imagery, in the Amazonas, Brazil. <http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/8309939>.
- Jin1, J., Ye, P., Zhang, Z., Song, Z., Li1, M. 2019. Object-Oriented Method Combined with Deep Convolutional Neural Networks for Land-Use-Type Classification of Remote Sensing Images, *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-15.
- Paul S, 2, Li1 J, Wheate R, and Li1 Y. 2018. Application of Object Oriented Image Classification and Markov Chain Modeling for Land Use and Land Cover Change Analysis, *Journal of Environmental Informatics*, 31(1), 30-40.
- Lu D., Mausel P., Brondizio E., & Moran, E., (20014). Change detection techniques. *Int.J.RemoteSens.* 25(12), PP.2365-2401

- Nazmfar H, Jafarzadeh, J. 2019. Classification of Satellite Images in Assessing Urban Land Use Change Using Scale Optimization in Object-Oriented Processes (A Case Study: Ardabil City, Iran), *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-8 , [https://doi.org/10.1007/s12524-018-0850-7\(012345678](https://doi.org/10.1007/s12524-018-0850-7(012345678)
- Su X, Wu W, Li H, Han Y. 2014. Land-Use and Land-Cover Change Detection Based on Object-Oriented Theory, *International Symposium on Image and Data Fusion*, DOI: [10.1109/ISIDF.2011.6024300](https://doi.org/10.1109/ISIDF.2011.6024300)
- Shen G, Yang X, Jin Y, Luo S, Xu B, and Zhou Q. 2020. Land Use Changes in the Zoige Plateau Based on the Object-Oriented Method and Their Effects on Landscape Patterns, *Remote Sens*, 12(14). 1-30,
- Yazdani, Mohamad hasan et al. 2021. “Analyzing Climate Change and Its Effects on Drought and Water Scarcity (Case Study: Ardabil, Northwestern Province of Iran, Iran).” *Sustainable Water Resources Management* 7(2): 1–10. <https://doi.org/10.1007/s40899-021-00494-z>.