



Hakim Sabzevari University

Arid Regions Geographic Studies

Homepage: jargs.hsu.ac.ir

P- ISSN: 2228-7167

E- ISSN: 2981-1910



Modelling Land-use Changes using MDC, MD and ML Algorithms (Case Study: Midawood-Dalon Watershed)

Mojgan Entezari¹ | Heeva Elmizadeh² | Mahshid Moavi³

1. Corresponding Author, Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran. m.entezari@geo.ui.ac.ir

2. Department of Geology, Faculty of Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Sciences and Technology, Khorramshahr, Iran. elmizadeh@kmsu.ac.ir

3. Department of Natural Geography, Faculty of Geographical Sciences and Planning, Isfahan University, Isfahan, Iran. m.moavi2018@gmail.com

Article Information

Research Paper

Vol: 15
No: 58
P: 1-16
Received: 2024-01-22
Revised: 2024-03-02
Accepted: 2024-03-04
Published: 2025-02-01

Keywords:

- Minimum distance from the mean
- Maximum likelihood
- Midawood-Dalon watershed
- Supervised classification
- Mahalanovis distance

Cite this Article:

Entezari, Mojgan., Elmizadeh, Hiva & Moavi, Mahshid. (2025). Modelling land use changes using MDC, MD and ML algorithms (case study: Midawood-Dalon watershed). *Journal of Arid Regions Geographic Studies* 15(58): 1-16. doi: 10.22034/jargs.2024.437151.1086

Publisher: Hakim Sabzevari University

© The Author(s)



Abstract

Aim: This research aims to model land-use changes using the MDC, MD, and ML algorithms technique.

Materials & Methods: Landsat 5 and 8 satellite images were used to compare the MDC, MD, and ML algorithms in five classes between 1987 and 2021 and estimate the model's accuracy. This was done using the overall accuracy coefficient, kappa coefficient, manufacturer's accuracy, user's accuracy, and addition and omission error.

Finding: With the change of land-use to residential areas in 2021 compared to 1987, not only were agricultural lands damaged, but it also caused a change in the bed of the studied basin. The flood discharge at the outlet of the basin is reduced, and due to the change and encroachment of the riverbed, the width of the basin decreases. As a result, the capacity of the flood to pass decreases, and the flood intensifies.

Conclusion: The area of residential areas in 1987 compared to 2021 (from 0.08 to 3.12)) has increased, which has led to instability among the land uses of the studied area. Such changes and developments can have negative effects on the environment and natural resources of the Midawood-Dalon basin. They will cause the spread of risks and damages caused by natural disasters such as river flooding. Also, by comparing the overall accuracy coefficient and the Kappa coefficient, for 1987, the maximum likelihood algorithm with the overall accuracy coefficient (33.34) and Kappa coefficient (0.13), and for 2021, the Mahalanovis distance algorithm with the overall accuracy coefficient (55.29) and Kappa coefficient (0.45) with higher accuracy than other methods.

Innovation: The land-use changes that have taken place have caused the inappropriate dispersion of land-use (rainy land, pastures, water resources) and human areas in such a way that a part of the basin area has changed use due to the city's physical growth.

[10.22034/jargs.2024.437151.1086](https://doi.org/10.22034/jargs.2024.437151.1086)

Extended Abstract

1. Introduction

Land-use in a general sense, is the type of land-use in the current state, which includes all land use in different sectors of agriculture, natural resources, and industry. In other words, it includes all the activities in the region, such as allocating land to rainfed and irrigated agricultural activities, residential areas, forests, pastures, mines, industrial facilities, and the like, which requires identifying these resources with strong techniques. With recent sensor and satellite technology advances, remote sensing has reduced the cost and time compared to other mapping methods. In the meantime, the classification of satellite images is widely used in processing remote sensing data. Due to their superior features, such as wide coverage, repeatability, and continuous updating, satellite images can be considered the first option in recognizing and preparing land-use. Also, remote sensing technology provides suitable facilities for preparing land-use maps. The value and functionality of these maps depend on their accuracy and accuracy, and one of the most essential information natural resource managers need is land-use maps.

2. Materials and methods

In order to model the Mahalanoui Distance (MDC) algorithm in land-use changes and compare this technique with the minimum distance from the mean (MD) and maximum likelihood (ML) algorithms from satellite images provided by the United States Geological Survey (USGS). Landsat 5 and 8 satellites were prepared and used for 1987 and 2021, respectively. The images in pass number 166 and 167 and row number 038 include the scope of the research; the pre-processing stage is always considered one of the most important stages in processing satellite images. This stage includes the preparation of images for processing. Due to geometric distortions in remote sensing images, the pre-processing steps include geometric and atmospheric correction. By performing atmospheric corrections of two images and confirming the reference ground of the images using the image-vector method, the images were mosaiced with each other and then based on the border of the Midwood-Dallon basin, the images from the previous stage were cut and used as final images. Since one of the goals of the research is to investigate two time periods of land use in the Dalon Midavoud basin, the required images were selected among the available images that have the least cloud cover, the most amount of greenness in the plants and trees in the study area and the dates of the images are close to each other in a month. Also, ENVI 5.6 and GIS 10.8 software have been used to process and digitize these images. Five land-use classes were determined in the study area, including irrigated agriculture, pasture, rainfed lands, and residential and water areas. Supervised classification was done on them. In the continuation of the research, by preparing the output maps of the desired algorithms, the comparison of the MDC supervised classification model method, the minimum distance from the average, and the maximum probability have been discussed.

3. Discussion and results

By comparing the extracted results, it can be concluded that the area of agricultural and water lands in 2021 compared to 1987 has decreased from 35.44 to 2.80 (declining state). The residential area in 2021, compared to 1987, from 0.08 to 3.12, has increased (rising state), which leads to instability among the land uses of the studied area. Unwise human actions and environmental interventions cause unprincipled environmental changes, problems, and instability. One of the obvious reasons for this is population expansion. Along with the expansion of the population, the conversion of agricultural lands into residential areas and road construction has increased. The land-use change to residential areas has not only damaged agricultural lands but also changed the studied basin's bed width and water depth. With the change of the riverbed, the flood discharge at the outlet of the basin is reduced, and due to the change and encroachment of the riverbed, the width of the basin decreases; as a result, the capacity of the flood to pass decreases, and when the flood occurs, it intensifies the flood. In addition, land use changes have caused the inappropriate dispersion of land use (rainfed lands, pastures, water resources) and human (residential) areas in such a way that a part of the surrounding area of the basin leads to the physical growth of the city and in other parts of the basin, the horizontal expansion of the city is evident.

4. Conclusion

The results show that land-use changes in the Midawood-Dalon basin primarily harm agricultural and garden use. With the changes in land-use, the potential and fertility of agricultural land have been lost. Using agricultural land for urban construction has caused the soil type, erosion, land slope, soil depth and texture, irrigation, drainage, and water retention capabilities to be less capable. Secondly, with the changes in the water area of the studied basin, its width has decreased, which results in the aggravation of flood risks. In the third degree, it leads to a qualitative and favorable change in the water resources of the

Midawood-Dalon basin. These changes in 2021 are much more visible and tangible than the period of 1987. Also, the research findings show that the most obvious factors of land-use changes in the two time periods of the Midawood-Dalon basin are human activities that have caused many changes in land use, the increase of residential areas, and the expansion of rainfed lands. Due to the reduction of agricultural lands and pastures, they have devastating effects. Such changes and developments can have negative effects on the environment and natural resources of the Midawood-Dalon basin. They will cause the spread of risks and damages caused by natural disasters such as river flooding. Furthermore, the Mahalanoi Distance Model (MDC) is one of the suitable algorithms for evaluating and monitoring land use changes. This technique is highly accurate in extracting and producing the map of land-use changes, which can show the type and intensity of changes and the stability and instability of the region.

5. Acknowledgment & Funding

The manuscript did not receive a grant from any organization.

6. Conflict of Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper. The authors declare no conflict of interest.



مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم های MD، MDC و ML (مطالعه موردی: حوضه آبخیز میداوود-دالون)

مژگان انتظاری^۱✉، هیوا علمی زاده^۲، مهشید معاوی^۳

- ۱- نویسنده مسئول، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. m.entezari@geo.ui.ac.ir
- ۲- گروه زمین شناسی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، شهر خرمشهر، ایران. elmizadeh@kmsu.ac.ir
- ۳- گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران. m.moavi2018@gmail.com

چکیده:

هدف: هدف این پژوهش مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک الگوریتم های MD، MDC، ML در حوضه آبخیز میداوود-دالون است.

مواد و روش ها: در این مطالعه جهت مقایسه مدل الگوریتم های MD، MDC، ML در پنج کلاس در بازه زمانی ۱۹۸۷ و ۲۰۲۱ از تصاویر ماهواره ای لندست ۵ و ۸ استفاده شد و برآورد ارزیابی دقت مدل ها با استفاده از ضریب صحت کلی، ضریب کاپا، دقت تولیدکننده، دقت کاربر، خطای اضافه، خطای حذف انجام گردید.

یافته ها: نتایج این پژوهش نشان داد با تغییر کاربری اراضی به مناطق مسکونی بازه ی ۲۰۲۱ نسبت به سال ۱۹۸۷، نه تنها به زمین های کشاورزی آسیب وارد شده؛ بلکه سبب تغییر در بستر حوضه مورد مطالعه نیز شده است. با تغییر بستر رودخانه کاهش دبی سیلاب در خروجی حوضه صورت می گیرد که به دلیل تغییر و تصرف بستر رودخانه عرض حوضه کمتر می شود در نتیجه ظرفیت عبور سیلاب کمتر گشته و سیل را تشدید می کند.

نتیجه گیری: بر مبنای یافته های تحقیق می توان عنوان کرد که مساحت اراضی کشاورزی (از ۳۵/۴۴ به ۲/۸۰) و آبی (از ۴۰/۳۹ به ۷/۹۱) سال ۱۹۸۷ نسبت به سال ۲۰۲۱ کمتر شده و مساحت مناطق مسکونی سال ۱۹۸۷ نسبت به سال ۲۰۲۱ (از ۰/۰۸ به ۳/۱۲) بیشتر گردیده است که ناپایداری در بین کاربری های محدوده مورد مطالعه را به همراه داشته است. چنین تغییر و تحولاتی علاوه بر این که می توانند اثرات منفی بر محیط زیست و منابع طبیعی حوضه میداوود-دالون داشته باشند. باعث گسترش خطرات و خسارات ناشی از بلایای طبیعی مانند طغیان رودخانه و سیلاب خواهند شد. همچنین با مقایسه ضریب صحت کلی و ضریب کاپا، برای سال ۱۹۸۷، الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب صحت کلی (۳۳/۳۴) و ضریب کاپا (۰/۱۳) و برای سال ۲۰۲۱ الگوریتم فاصله ماها لانویی با ضریب صحت کلی (۵۵/۲۹) و ضریب کاپا (۰/۴۵)، دقت بالاتری نسبت به سایر روش ها داشته اند.

نوآوری و کاربرد نتایج: تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته باعث پراکندگی نامناسب کاربری اراضی (اراضی دیم، مراتع، منابع آبی) و مناطق انسانی شده است، به گونه ای که قسمتی از محدوده حوضه، در اثر رشد فیزیکی شهر دچار تغییر کاربری شده است.

اطلاعات مقاله

مقاله پژوهشی

شماره:	۱۵
دوره:	۵۸
صفحه:	۱-۱۶
تاریخ دریافت:	۱۴۰۲/۱۱/۰۲
تاریخ ویرایش:	۱۴۰۲/۱۲/۱۲
تاریخ پذیرش:	۱۴۰۲/۱۲/۱۴
تاریخ انتشار:	۱۴۰۳/۱۱/۱۳

کلیدواژه ها:

- حداقل فاصله از میانگین
- حداکثر احتمال
- حوضه آبخیز میداوود-دالون
- طبقه بندی نظارت شده
- فاصله ماها لانویس

نحوه ارجاع به این مقاله:

انتظاری، مژگان، علمی زاده، هیوا، معاوی، مهشید. (۱۴۰۲). مدل سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از الگوریتم های MD، MDC، ML (مطالعه موردی: حوضه آبخیز میداوود-دالون). مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۱۵(۵۸): ۱-۱۶. doi: 10.22034/jargs.2024.437151.1086

ناشر: دانشگاه حکیم سبزواری



© نویسنده (گان).



10.22034/jargs.2024.437151.1086

۱- مقدمه

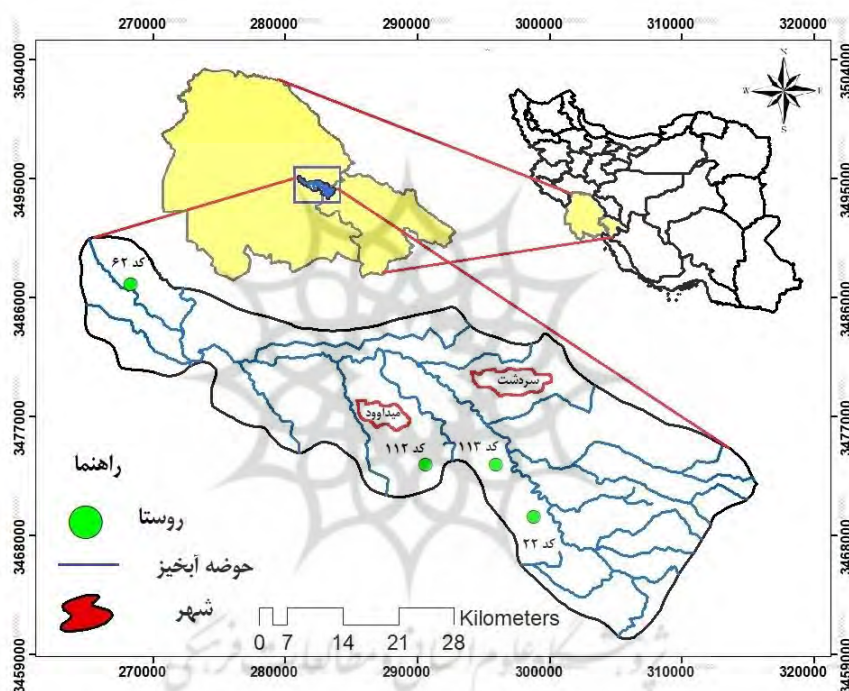
کاربری اراضی در مفهوم کلی به نوع استفاده از زمین در وضعیت موجود گفته می‌شود که دربرگیرنده‌ی همه کاربری در بخش‌های مختلف کشاورزی، منابع طبیعی و صنعت می‌شود. به عبارت دیگر شامل تمام فعالیت‌های موجود در منطقه یا ناحیه مانند تخصیص اراضی به فعالیت‌های زراعی دیم و آبی، مناطق مسکونی، جنگل، مرتع، معدن، تأسیسات صنعتی و همانند آن است که نیاز به شناسایی این منابع با تکنیک قوی و مناسب است (Nazarneshad et al., 2018). با پیشرفت‌های اخیر در فناوری حس گر و ماهواره، امروزه بهره‌گیری از سنجش از دور موجب کاهش هزینه و زمان در مقایسه با دیگر روش‌های نقشه‌برداری شده است. در این میان طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به طور گسترده‌ای در پردازش داده‌های سنجش از دور مورد استفاده قرار می‌گیرد. تصاویر ماهواره‌ای با توجه به ویژگی‌های برتر خود مانند پوشش وسیع، قابلیت تکرار و به هنگام شدن مداوم می‌توانند به عنوان گزینه نخست در بحث شناخت و تهیه کاربری اراضی مطرح باشد (Afrasinei, 2017; Nakhai Nezhadfar, 2017). تکنولوژی سنجش از دور، امکانات مناسبی را برای تهیه نقشه‌های کاربری در اختیار قرار می‌دهد. ارزش و قابلیت کارایی این نقشه‌ها به میزان صحت و دقت آن‌ها بستگی دارد و یکی از ضروری‌ترین اطلاعات مورد نیاز مدیران منابع طبیعی، نقشه‌های کاربری اراضی است (Zakiri Nezhad et al., 2022). مدیریت کاربری اراضی به عنوان ابزار اصلی و مهم برای کنترل تغییرات در مقیاس فضایی و زمانی مختلف است (Lal et al., 2015). تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی، فرایندی در حال گسترش است که به وسیله اقدامات انسانی، هدایت می‌شود و در بسیاری از موارد، تغییراتی که انسان‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، هدایت می‌کند (Hosseini et al., 2019). به گونه‌ای که استفاده از زمین و تغییر پوشش زمین یک منطقه حاصل تلفیق جنبه‌های طبیعی و اقتصادی-اجتماعی، سیاسی و عملکرد آن‌ها توسط انسان در زمان است. تغییرات پوشش کاربری زمین بیشتر تحت تأثیر افزایش و کاهش رشد جمعیت در سیستم است که متأثر از توسعه اقتصادی و عوامل فیزیکی از جمله توپوگرافی، وضعیت شیب، نوع خاک و آب‌وهوا است (Tewabe & Fentahun, 2020).

در چند دهه‌ی اخیر بسیاری از محققان مطالعات خود را بر روی تغییرات کاربری اراضی متمرکز کرده‌اند که از جمله نظر نژاد و همکاران، درویشی و همکاران با تحلیل تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ به این نتیجه رسیدند که کاربری اراضی می‌تواند ناشی از اثر مستقیم و شدت حضور بیش‌تر انسان در تعیین الگوی پراکنش مکانی آن‌ها در مقایسه با سایر کاربری‌ها باشد. با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و همچنین با کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی دما روند افزایشی داشته است (Nazarneshad et al., 2018; Darvishi et al., 2018). ذاکری نژاد و همکاران با مقایسه دقت انواع روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده برای تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز علامرودشت) نشان دادند الگوریتم‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین، فاصله ماحالانویی و سطوح موازی به ترتیب با صحت کلی ۸۸/۳۲، ۷۲، ۵۳/۳، ۷۶/۶۵ و با ضریب کاپا ۰/۸۷، ۰/۷۳، ۰/۴۵ است و در نهایت، روش حداکثر احتمال با صحت کلی ۸۸/۳۲ و ضریب کاپا ۰/۸۷ دقیق‌ترین روش برای تهیه نقشه کاربری اراضی است (Zakiri Nezhad et al., 2022). پاندیان و همکاران تغییرات کاربری اراضی منطقه تاملیل نادو کشور هند را در دو بازه‌ی زمانی مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد در بازه‌های زمانی مورد نظر در پژوهش، تغییرات عمده در کاربری اراضی ایجاد شده است که از آن جمله می‌توان به تغییرات اراضی با کاربری کشاورزی که از ۲۳/۹ درصد به ۲۶/۳ درصد کاهش یافته و درصد زمین‌های بایر که از ۴۳/۹ درصد به ۵۴ درصد افزایش یافته است، اشاره کرد (Pandian et al., 2014). کاظمی و همکاران، رودریگز و همکاران، هاشم و همکاران با طبقه‌بندی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ نشان دادند تغییر کاربری زمین بر تنوع زیستی و اکوسیستم اثر گذاشته و تسریع نرخ گسترش شهرها باعث ایجاد تغییرات فراوانی در کاربری اراضی مناطق شده است (Rodríguez et al., 2018; Kazemi et al., 2017; Hashim et al., 2022). به همین دلیل، این پژوهش با هدف مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک الگوریتم MDC^1 (مطالعه موردی: حوضه میداوود-دالون) انجام شده است.

۲- مواد و روش

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

حوضه میداوود-دالون در استان خوزستان و کهگیلویه و بویر احمد واقع شده است که بیشترین مساحت حوضه، در استان خوزستان قرار گرفته است (شکل ۱). منطقه‌ی مورد مطالعه دارای آب و هوای معتدل است. میزان بارندگی سالانه در این حوضه حدود ۳۶۷/۵ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت حدود ۲۲/۴ درجه سانتی‌گراد است. ویژگی‌های ژئومورفولوژی آن به گونه‌ای بارز از وضعیت زمین-ساختی منطقه پیروی کرده است. از نظر توپوگرافی، روند این بخش از زاگرس، (زاگرس چین‌خورده)، شمال غربی-جنوب شرقی است؛ شکل حوضه آبخیز کشیده است. و آبراهه‌های اصلی آن به‌طور عمده از روندهای گسلی و شکستگی موجود پیروی کرده‌اند. بر این اساس، رودخانه میداوود-دالون در پاره‌ای از مسیر به شکل رودخانه در امتداد محور چین‌ناویدی و در بخشی از مسیر به‌صورت رودخانه عرضی^۱ جریان می‌یابد و بیشترین ریزش‌ها و لغزش‌ها در محل تلاقی گسل‌ها و در کرانه چپ حوضه میداوود-دالون اتفاق می‌افتد (Mirzaee et al., 2023).



شکل ۱. حوضه آبخیز میداوود-دالون

۲-۲- روش پژوهش

به‌منظور مدل‌سازی الگوریتم فاصله‌ماهلانویی (MDC^2) در تغییرات کاربری اراضی و مقایسه این تکنیک با الگوریتم‌های حداقل فاصله از میانگین (MD^3) و حداکثر احتمال (ML^4) از تصاویر ماهواره‌ای که توسط سازمان زمین‌شناسی ایالات متحده (USGS) از ماهواره لندست ۵ و ۸ به‌ترتیب در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۲۱ تهیه شده، استفاده گردید. تصاویر در شماره گذر ۱۶۶ و ۱۶۷ و شماره ردیف ۰۳۸ محدوده‌ی پژوهش را در بر می‌گیرند جدول (۱). مرحله‌ی پیش پردازش همواره به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مراحل در پردازش تصاویر ماهواره‌ای مطرح است (Raiti Shawazi et al., 2018). این مرحله شامل آماده‌سازی تصاویر برای پردازش است.

۱. منظور از رودخانه‌های عرضی همان تنگ‌ها و Ruiz ها هستند که در این حالت رودخانه در دو حالت پیشین رود و تحمیل‌رود، تاق‌دیس را قطع کرده است.

2. Mahalanobis Distance

3. Minimum distance from the average

4. Maximum Likelihood

با توجه به وجود اعوجاج هندسی در تصاویر سنجش از دور، در این تحقیق اقدامات انجام شده در مرحله‌ی پیش‌پردازش شامل تصحیح هندسی و اتمسفری است. با انجام تصحیحات اتمسفری دو تصویر و تأیید زمین مرجع بودن تصاویر با استفاده از روش تصویر- وکتور، تصاویر با یکدیگر موزاییک شدند و سپس بر اساس مرز حوضه میداوود-دالون، تصاویر حاصل از مرحله قبل برش داده شده و به عنوان تصاویر نهایی برای انجام تحقیق انتخاب شدند (Rezaee et al., 2021).

از آنجایی که یکی از اهداف پژوهش، بررسی دو بازه‌ی زمانی کاربری اراضی حوضه دالون-میداوود است، تصاویر مورد نیاز به‌گونه‌ای از میان تصاویر در دسترس انتخاب شدند که دارای کم‌ترین پوشش ابر، بیشترین میزان سبز بودن در گیاهان و درختان موجود در محدوده‌ی مطالعاتی و تاریخ تصاویر از نظر ماه به هم نزدیک هستند. همچنین جهت پردازش و رقومی‌سازی این تصاویر از نرم‌افزارهای ENVI5.6 و GIS10.8 استفاده شده است. با توجه به نمونه‌برداری انجام شده، پنج کلاس کاربری در منطقه مورد مطالعه مشخص شد که شامل کشاورزی آبی، مرتع، اراضی دیم، مناطق مسکونی و پهنه‌های آبی^۱ بود و طبقه‌بندی نظارت شده بر روی آن‌ها انجام گردید. در ادامه پژوهش، با تهیه خروجی نقشه‌های الگوریتم‌های مورد نظر به مقایسه روش مدل طبقه‌بندی نظارت شده MDC، حداقل فاصله از میانگین و حداکثر احتمال پرداخته شده است، که در جدول (۳)، به شرح روش‌های طبقه‌بندی پژوهش پرداخته شده است (Rezaee et al., 2021).

جدول ۱. مشخصات ماهواره‌های مورد استفاده در پژوهش

قدرت تفکیک زمانی	قدرت تفکیک مکانی	تاریخ تصویربرداری	ردیف / گذر	سایت	سنجنده	ماهواره
۱۸ روز	۲۸/۵ متر در ۲۸/۵ متر	۱۹۸۷/۶/۲۰	۰۳۸/۱۶۶	USGS	TM	Landsat 5
۱۶ روز	۲۸/۵ متر در ۲۸/۵ متر	۲۰۲۱/۶/۲۱	۰۳۸/۱۶۷	USGS	OLI	Landsat 8

جدول ۲. پارامترهای ورودی مدل FLAASH تصاویر لندست ۵ و ۸ (بازه‌های زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۱)

پارامترهای ورودی در مدل FLAASH	
معرفی تصاویر استخراج از ماهواره‌های لندست ۵ و ۸	مشخصات تصاویر (تاریخ، زمان، ردیف و گذر)
تعیین محل خروجی مدل	ارتفاع ماهواره
تعیین نوع سنجنده‌های ماهواره‌های مورد استفاده	مختصات جغرافیایی مرکز تصاویر
Dem منطقه مورد مطالعه	انتخاب مدل اتمسفری جهت تصحیح اتمسفری تصاویر
اندازه پیکسل تصاویر	انتخاب مدل آتروسول جهت حذف اثرات آتروسول‌ها

جدول ۳. شرح روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده پژوهش (Rostami Radeh et al., 2022).

الگوریتم	شرح الگوریتم
فاصله ماهالانویس	طبقه‌بندی فاصله ماهالانویس، نظیر روش کمترین فاصله است. در این روش، اساس باز هم شبیه روش کمترین فاصله است؛ اما نه کمترین فاصله اقلیدسی، بلکه از کمترین فاصله اقلیدسی، بلکه از کمترین فاصله ماهالانویسی استفاده می‌کند.
حداقل فاصله از میانگین	پس از تعیین متوسط ارزش طیفی پیکسل، فاصله هر پیکسل طبقه‌بندی نشده با پیکسل‌های میانگین مقایسه می‌شود و پیکسل مورد نظر به کلاسی اختصاص می‌یابد که کمترین فاصله را با میانگین دارد.
حداکثر احتمال	میزان کمی واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه و از همین خاصیت، برای ارتباط پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود.

در ادامه، ارزیابی دقت مدل‌ها با استفاده از ضریب صحت کلی^۲، ضریب کاپا^۳، دقت تولید کننده^۴، دقت کاربر^۵، خطای اضافه^۶، خطای حذف^۷ انجام شد. دقت تولیدکننده، اندازه‌گیری مقدار طبقه‌بندی صحیح و احتمال قرارگرفتن یک پیکسل در تصویر طبقه‌بندی

۱. منظور از پهنه‌های آبی بستر رودخانه، جویبار و کانال‌های آبی است.

2. Overall Accuracy
3. kappa coefficient
4. Producer Accuracy
5. User Accuracy
6. Commission
7. Omission

شده در همان طبقه بر روی زمین است، رابطه (۱). در حالی که دقت کاربر احتمال قرارگرفتن یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده است. صحت کلی میانگینی از دقت طبقه‌بندی است که تقسیم مجموع تعداد پیکسل‌هایی که به درستی طبقه‌بندی شده‌اند بر کل پیکسل‌ها را نشان می‌دهد، رابطه (۲). در حالی که خطای اضافه شده بر اساس دقت کاربر محاسبه می‌شود، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع به کلاس مورد نظر تعلق ندارد، ولی در طبقه‌بندی جز آن کلاس خاص قرار می‌گیرند. رابطه (۳)، خطای حذف شده، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع به کلاس مورد نظر تعلق دارد، ولی در طبقه‌بندی جز آن کلاس خاص قرار نگرفته است، رابطه (۴). (Rostami Radeh et al., 2022).

$$PA=ta/ga*100$$

رابطه (۱)

$$UA=ta/n1*100$$

رابطه (۲)

PA درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، ta تعداد پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به‌عنوان کلاس ga و a تعداد پیکسل‌های کلاس a در واقعیت زمینی، UA درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر و n تعداد پیکسل‌های کلاس a در نتیجه طبقه‌بندی است (Rostami Radeh et al., 2022).

$$C_a=1UA$$

رابطه (۳)

$$Q_e=1-PA$$

رابطه (۴)

C_e : خطای لحاظ شده‌ای است که بر اساس دقت کاربر محاسبه می‌شود،

O_e : خطای حذف شده مربوط به درصد پیکسل‌ها است (Rostami Radeh et al., 2022).

محاسبه ضریب کاپا روشی است که به‌صورت گسترده اجرا می‌شود و به‌عنوان معیار استاندارد دقت طبقه‌بندی تعریف می‌شود. ضریب کاپا، میزان دقت را برخلاف روش دقت کلی بر اساس تمام پیکسل‌هایی که درست و غلط طبقه‌بندی شدند محاسبه می‌نماید (Feng et al., 2020). با توجه به این که طبقه‌بندی نظارت شده یک فرآیند آماری است، از دقت کلی که برابر است با تعداد پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در یک کلاس به پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده در تمامی کلاس‌ها هست، استفاده شده است رابطه (۵). به‌علاوه، ضریب کاپا، پارامتری برای اندازه‌گیری بین داده‌های صحت‌سنجی و داده‌های دسته‌بندی شده توسط کاربر است که مقدار آن اگر بین ۰/۸ تا ۱ باشد، بیانگر تطابق کامل بین داده‌های طبقه‌بندی شده و داده‌های صحت‌سنجی (مشاهده شده) است (Rwanga et al., 2017).

$$OA=\frac{1}{N}\sum P_{ij}$$

رابطه (۵)

در رابطه (۵)، OA بیانگر دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های مورد استفاده در طبقه‌بندی و P_{ij} جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطاست. ضریب کاپا نیز تطابق بین طبقه‌بندی و واقعیت زمینی را نشان می‌دهد که از طریق رابطه (۶) محاسبه می‌شود.

$$Kappa=\frac{Po-Pc}{1-Pc}*100$$

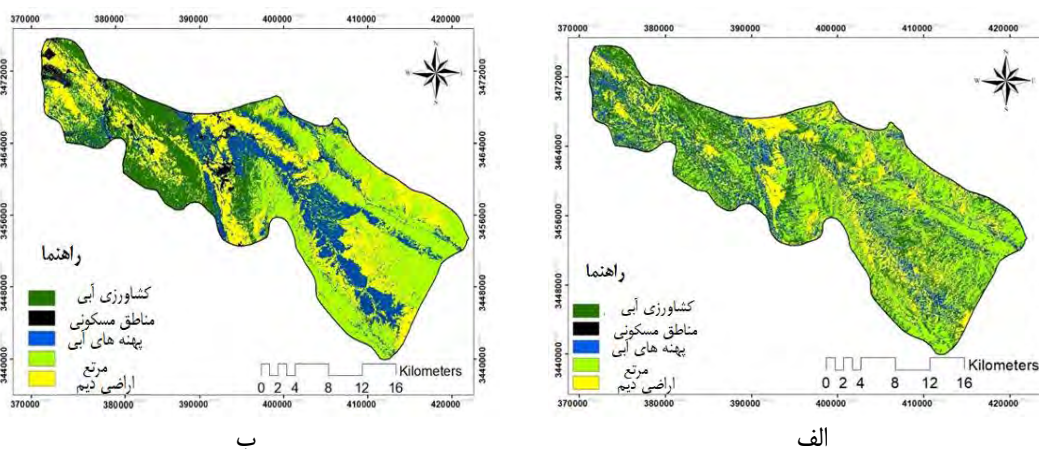
رابطه (۶)

در رابطه (۶)، Po بیانگر درستی مشاهده شده و Pc بیانگر توافق مورد انتظار است. حالت ایده‌آل برای مقدار ضریب کاپا عدد (۱) است و چنانچه این مقدار برابر (۰) باشد، طبقه‌بندی کاملاً تصادفی و اگر منفی به‌دست بیاید نشان‌دهنده خطا در طبقه‌بندی است (Hussain, 2021 & Karuppannan).

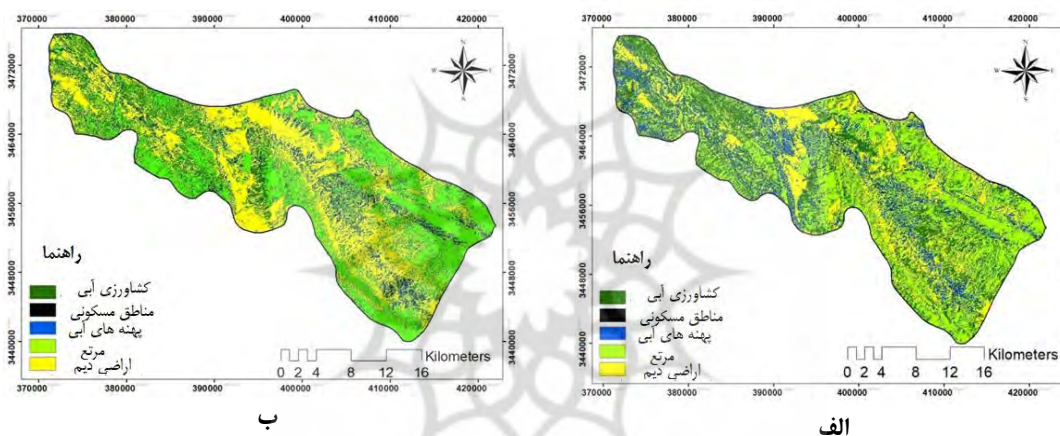
۳- یافته‌ها

استفاده و کاربرد نقشه کاربری اراضی در زمینه‌های مختلف، می‌تواند قابلیت و محدودیت‌های این داده‌ها را مشخص کند. برای ارزیابی دقت و صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده به روش‌های مختلف، با قطع دادن هر یک از نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی و تشکیل ماتریس خطا، از دقت کلی و صحت متوسط استفاده می‌شود (Rostami Radeh et al., 2022). انتخاب روش به هدف مطالعه و داده‌های در دسترس بستگی دارد. از متداول‌ترین تکنیک‌های مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی، روش‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل فاصله ماهالانویس، حداقل فاصله از میانگین، حداکثر احتمال هستند. بر همین اساس نقشه تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در پنج کلاس تهیه شد که به‌ترتیب در (شکل‌های ۲-۴) آورده شده است. در نقشه

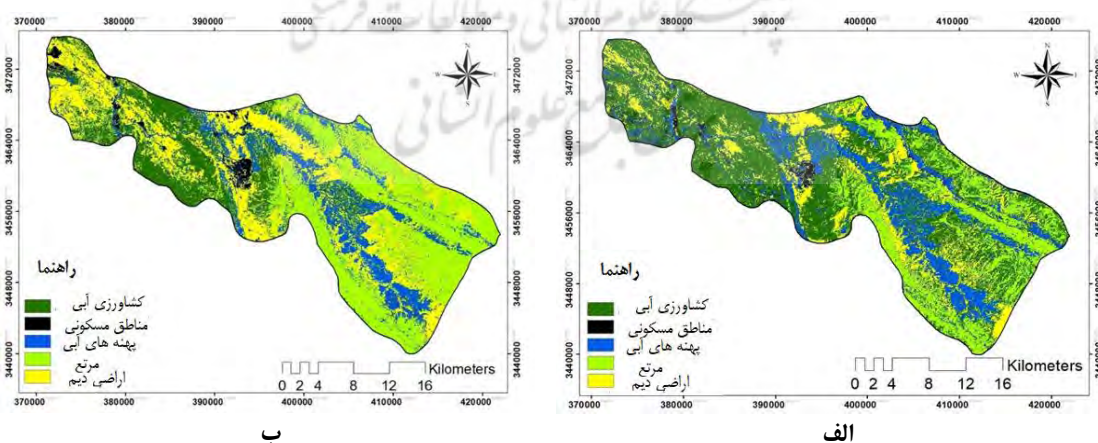
مدل الگوریتم MDC توزیع درصد مساحت پارامترهای کاربری اراضی نسبت به الگوریتم‌های حداقل فاصله از میانگین و حداکثر احتمال در بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷ و ۲۰۰۰ با اختلاف نسبتاً کمتری برخوردار است.



شکل ۲. نقشه طبقه‌بندی شده با پنج کلاس کاربری با استفاده از الگوریتم فاصله‌ی ماحالانویی الف: سال ۱۹۸۷ ب: سال ۲۰۲۱



شکل ۳. نقشه طبقه‌بندی شده با پنج کلاس کاربری با استفاده از الگوریتم حداقل فاصله از میانگین الف: سال ۱۹۸۷ ب: سال ۲۰۲۱



شکل ۴. نقشه طبقه‌بندی شده با پنج کلاس کاربری با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال الف: سال ۱۹۸۷ ب: سال ۲۰۲۱

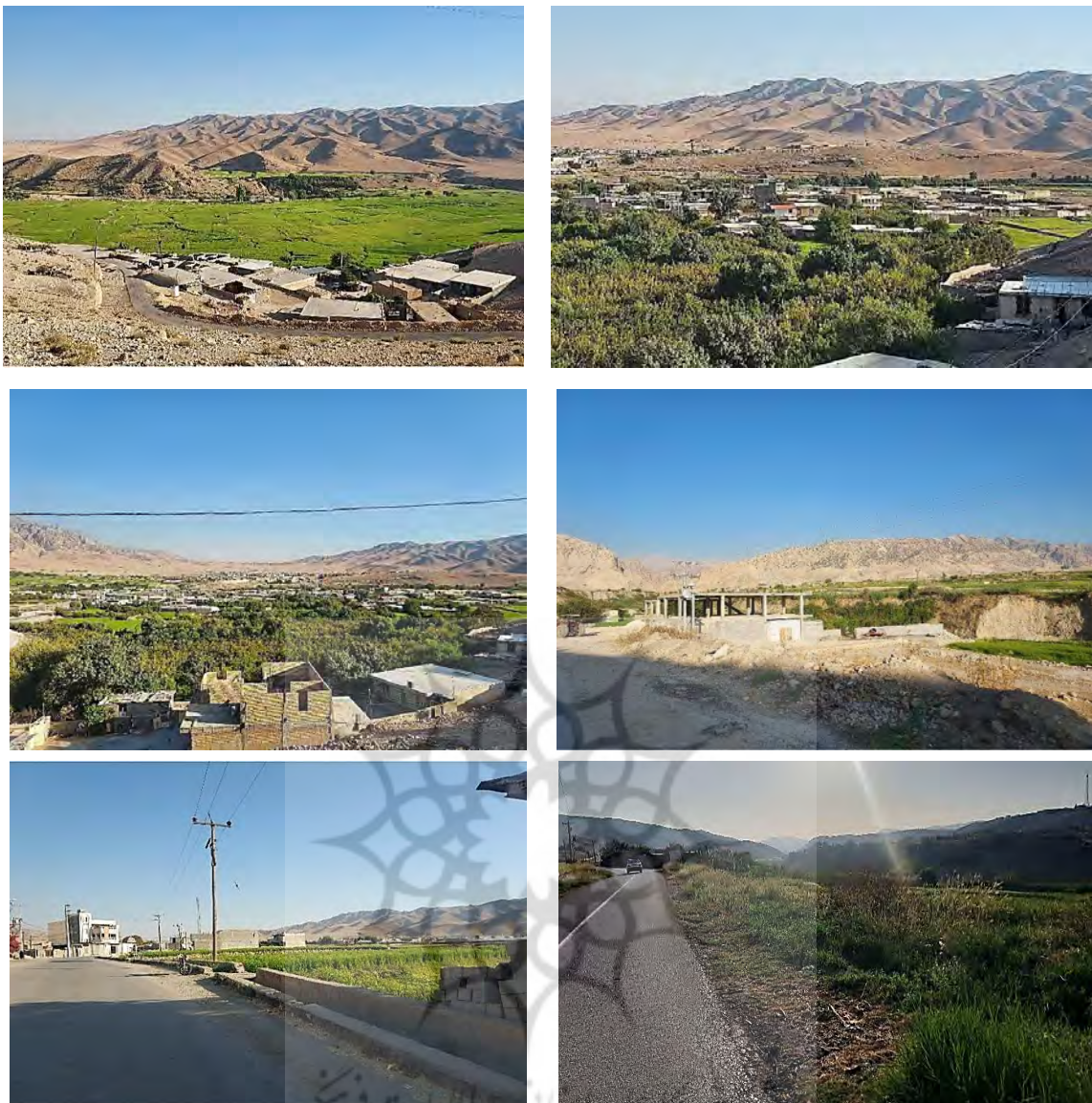
بر اساس نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده سال ۱۹۸۷، بیشترین درصد مساحت الگوریتم فاصله‌ی ماحالانویی کاربری پهنه‌های آبی با ۴۰/۳۹ درصد و کم‌ترین کاربر مناطق مسکونی ۱/۲۰، در الگوریتم حداقل فاصله از میانگین بیشترین درصد مساحت پهنه‌های

آبی ۳۲/۶۷، مرتع ۳۲/۶۷ و کمترین مناطق مسکونی ۰/۰۸، در الگوریتم حداکثر احتمال بیشترین درصد مساحت، اراضی کشاورزی ۳۵/۴۴ و کمترین درصد مساحت، مناطق مسکونی ۱٪ هستند. برای سال ۲۰۲۱، بیشترین درصد مساحت الگوریتم فاصله ماها لانویی، اراضی دیم با ۲۵/۹۱ و کمترین کاربر مناطق مسکونی ۳/۱۲، در الگوریتم حداقل فاصله از میانگین بیشترین درصد مساحت، کاربر مرتع ۷۰/۲۱ و کمترین مناطق مسکونی ۱/۰۹، در الگوریتم حداکثر احتمال بیشترین درصد مساحت، مرتع ۲۹/۸۸ و کمترین درصد مساحت، مناطق مسکونی ۲/۱۸ هستند. با مقایسه نتایج الگوریتم‌ها، نوع و شدت تغییرات حوضه و کاهش پایداری و گسترش ناپایداری پارامترها (پنج کلاس مورد نظر در پژوهش) محدوده مورد مطالعه در مدل الگوریتم MDC در فاصله زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۱ به صورت نسبتاً تدریجی و در الگوریتم‌های حداقل فاصله از میانگین و حداکثر احتمال به شکل شتابی صورت گرفته است (جدول ۴). با مقایسه نتایج استخراج شده می‌توان نتیجه گرفت که مساحت اراضی کشاورزی و آبی سال ۲۰۲۱ نسبت به سال ۱۹۸۷ از ۳۵/۴۴ به ۲/۸۰ کمتر شده (حالت نزولی) و مساحت مناطق مسکونی سال ۲۰۲۱ نسبت به سال ۱۹۸۷ از ۰/۰۸ به ۳/۱۲ بیشتر گردیده است (حالت صعودی) که ناپایداری در بین کاربری‌های محدوده مورد مطالعه به همراه دارد که با یافته‌های رستمی‌زاده و همکاران و نیز پاندیان و همکاران رابطه دارد (Rostamizad et al, 2022; Khalaji, 2021; Pandian et al: 2014). با مقایسه نتایج الگوریتم‌های نوع و شدت تغییرات حوضه و کاهش پایداری و گسترش ناپایداری پارامترها (پنج کلاس) محدوده مورد مطالعه در مدل الگوریتم MDC در فاصله زمانی ۱۹۹۷ تا ۲۰۲۱ به صورت نسبتاً تدریجی و در الگوریتم‌های حداقل فاصله از میانگین و حداکثر احتمال به شکل شتابی صورت گرفته است. همچنین، با مقایسه نتایج مطالعات فنگ و همکاران، چن و کای و بیلوین و همکاران در شمال حوضه رویه ساخت مناطق مسکونی و محو زمین‌های کشاورزی که منجر به تضاد بین کشاورزی و محیط‌زیست می‌شود حاکم است و شرط لازم برای توسعه پایدار منطقه و هماهنگ بودن کاربری اراضی به صورت یکسان در محدوده مورد مطالعه برقرار نیست که با نتایج داده‌های پژوهش همخوانی دارد (Feng et al., 2020; Chen & Cai., 2022; Beillouin et al., 2022).

جدول ۴. درصد مساحت کاربری‌های استخراج شده با استفاده از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده در سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۲۱

فاصله ماها لانویی		حداقل فاصله از میانگین		حداکثر احتمال	
۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱
کاربری اراضی					
۲۸/۰۱	۱۹/۱۱	۳۲/۶۶	۲/۸۰	۳۵/۴۴	۱۸/۶۲
اراضی کشاورزی					
۱/۲۰	۳/۱۲	۰/۰۸	۱/۰۹	۱	۲/۱۸
مناطق مسکونی					
۴۰/۳۹	۱۹/۴۸	۳۲/۶۷	۷/۹۱	۳۳/۰۱	۲۰/۰۲
پهنه‌های آبی					
۳۷/۶۰	۲۴/۳۸	۳۲/۶۷	۷۰/۲۱	۲۹/۴۷	۲۹/۸۸
مرتع					
۲/۸۰	۲۵/۹۱	۱/۲۰	۱۷/۹۹	۱/۰۸	۲۹/۳۰
اراضی دیم					
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
درصد					

اقدامات و دخالت‌های نابخردانه انسان در محیط سبب تغییرات غیراصولی محیطی، مشکلات زیست‌محیطی و بروز ناپایداری می‌شود. از علل آشکار این امر می‌توان به گسترش جمعیت اشاره کرد. به موازات گسترش جمعیت، تبدیل اراضی کشاورزی به مناطق مسکونی و همچنین جاده‌سازی فزونی گرفته است. با تغییر کاربری اراضی به مناطق مسکونی نه تنها به زمین‌های کشاورزی آسیب وارد شده بلکه سبب تغییر در بستر حوضه مورد مطالعه نیز شده است. با تغییر بستر رودخانه کاهش دبی سیلاب در خروجی حوضه صورت می‌گیرد که به دلیل تغییر و تصرف بستر رودخانه عرض حوضه کمتر می‌شود در نتیجه ظرفیت عبور سیلاب کمتر گشته و در زمان وقوع سیلاب، سیل را تشدید می‌کند. به علاوه، تغییرات کاربری اراضی صورت گرفته باعث پراکندگی نامناسب کاربری اراضی (اراضی دیم، مراتع، منابع آبی) و مناطق انسانی (مسکونی) شده است، به گونه‌ای که قسمتی از اطراف محدوده حوضه، رشد فیزیکی شهر را در پی دارد و در قسمت‌های دیگر از حریم حوضه گسترش افقی شهر مشهود است (شکل ۵).



شکل ۵. تبدیل زمین‌های کشاورزی به مناطق مسکونی و راه‌سازی (منبع نگارندگان).

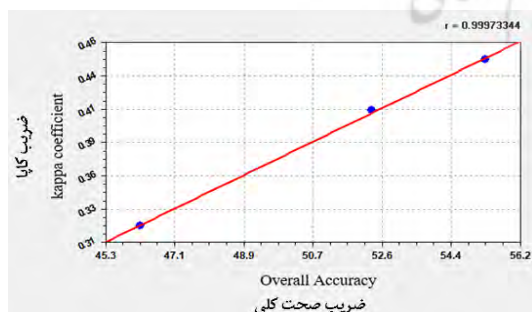
با توجه به جدول ۵ شاخص‌های ارزیابی دقت برای الگوریتم‌های طبقه‌بندی بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷ در سه الگوریتم‌های مورد استفاده در پژوهش، دقت تولید کننده در کاربر مرتع ۱۰۰ و دقت حذف صفر است. برای سال ۲۰۲۱، از بین الگوریتم‌ها، مدل حداکثر احتمال و از پارامترهای مورد نظر، اراضی کشاورزی حداکثر دقت حذف ۹۸/۱۳ و حداقل دقت کاربر ۹/۰۹ محاسبه شده است. در ادامه نتایج، با مقایسه ضریب صحت کلی و ضریب کاپا الگوریتم‌های طبقه‌بندی بازه‌ی زمانی ۱۹۸۷ روش الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب صحت کلی (۳۳/۳۴) و ضریب کاپا (۰/۱۳) نسبت به دو روش دیگر با دقت بالایی برخوردار هست. همچنین، ضریب همبستگی، ضریب صحت کلی و ضریب کاپا (۰/۸۶) که ارتباط بالایی این دو پارامتر را نشان می‌دهد. در ادامه، روش الگوریتم فاصله ماهالانویی با ضریب صحت کلی (۵۵/۲۹) و ضریب کاپا (۰/۴۵)، دقت بهتری بالایی را نسبت به سایر روش‌ها دارد. ضریب همبستگی، ضریب صحت کلی و ضریب کاپا این بازه‌ی زمانی برابر با (۰/۹۹) که سطح بالایی از ارتباط پارامترهای مورد نظر را نشان می‌دهد (جدول ۶ شکل ۶).

جدول ۵. محاسبه شاخص‌های ارزیابی دقت برای الگوریتم‌های طبقه‌بندی سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۲۱

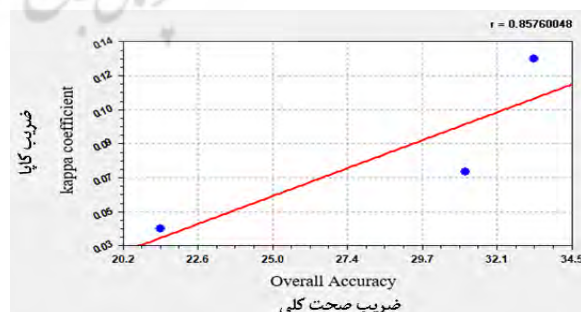
دقت تولید کننده		دقت کاربر		دقت اضافه		دقت حذف		الگوریتم	کاربری
۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱		
۱۴/۷۷	۱۰/۲۸	۳۲/۵۰	۳۹/۲۹	۶۷/۵۰	۶۰/۷۱	۸۵/۲۳	۸۹/۷۲	فاصله ماهالانویس	اراضی کشاورزی
۳۸/۸۹	۹۲/۷۱	۱۷/۵۰	۴۸/۱۱	۸۲/۵۰	۵۱/۸۹	۶۱/۱۱	۷/۲۹		مناطق مسکونی
۳۶/۵۶	۸۱/۴۴	۷۲/۳۴	۶۹/۳۰	۲۷/۶۶	۳۰/۷۰	۶۳/۴۴	۱۸/۵۶		پهنه‌های آبی
۱۰۰	۴۶/۴۶	۳/۱۳	۶۸/۶۶	۹۶/۸۸	۳۱/۳۴	۰	۵۳/۵۴		مرتج
۶۰/۷۱	۵۰/۹۸	۲۴/۶۴	۴۸/۶۰	۷۵/۳۶	۵۱/۴۰	۳۹/۲۹	۴۹/۰۲		اراضی دیم
۶/۸۲	۱۷/۷۶	۱۶/۶۷	۱۷/۷۶	۸۳/۳۳	۵۴/۷۶	۹۳/۱۸	۸۲/۲۴	حداقل فاصله از میانگین	اراضی کشاورزی
۰	۱۸/۷۵	۰	۱۸/۷۵	۱۰۰	۶۶/۶۷	۱۰۰	۸۱/۲۵		مناطق مسکونی
۲۳/۶۶	۴۱/۲۴	۵۵	۴۱/۲۴	۴۵	۳۹/۳۹	۷۶/۳۴	۵۸/۷۶		پهنه‌های آبی
۱۰۰	۸۴/۸۵	۲/۶۳	۸۴/۸۵	۹۷/۷۳	۵۱/۱۶	۰	۱۵/۱۵		مرتج
۷۸/۵۷	۶۵/۶۹	۲۰/۹۵	۶۵/۶۹	۷۹/۰۵	۵۹/۸۸	۲۱/۴۳	۳۱/۳۴		اراضی دیم
۱۸/۱۸	۱/۸۷	۲۵/۴۰	۱/۸۷	۷۴/۶۰	۹۰/۹۱	۸۱/۸۲	۹۸/۱۳	حداکثر احتمال	اراضی کشاورزی
۲۲/۲۲	۸۹/۵۸	۱۱/۴۳	۸۹/۵۸	۸۸/۵۷	۵۸/۴۵	۷۷/۷۸	۱۰/۴۲		مناطق مسکونی
۳۴/۴۱	۷۵/۵۶	۷۸/۰۵	۷۵/۵۶	۲۱/۹۵	۳۰/۴۸	۶۵/۵۹	۲۴/۷۴		پهنه‌های آبی
۱۰۰	۴۷/۴۷	۹/۰۹	۴۷/۴۷	۹۰/۹۱	۲۸/۷۹	۰	۵۳/۵۳		مرتج
۸۲/۱۴	۵۲/۹۴	۲۹/۴۹	۵۲/۹۴	۷۰/۵۱	۴۶/۵۳	۱۷/۸۶	۴۷/۰۶		اراضی دیم

جدول ۶. مقادیر ضریب صحت کلی و ضریب کاپا الگوریتم‌های طبقه‌بندی در سال ۱۹۸۷ و ۲۰۲۱

ضریب صحت کلی		ضریب کاپا		الگوریتم
۱۹۸۷	۲۰۲۱	۱۹۸۷	۲۰۲۱	
۳۱/۵۸	۵۵/۲۹	۰/۱۴	۰/۴۵	فاصله ماهالانویس
۲۲/۳۷	۴۶/۱۹	۰/۰۴	۰/۳۲	حداقل فاصله از میانگین
۳۳/۳۴	۵۲/۳۰	۰/۱۳	۰/۴۱	حداکثر احتمال



ب



الف

شکل ۶. ضریب همبستگی ضریب صحت کلی و ضریب کاپا روش‌های طبقات نظارت شده الف: در سال

۱۹۸۷ و ب: در سال ۲۰۲۱

۴- بحث و نتیجه گیری

تلفیق تکنیک های سنجش از دور و سیستم های اطلاعات جغرافیایی در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در بازه های مختلف بسیار کارآمد و مفید هستند. با مقایسه الگوریتم های طبقه بندی نظارت شده، بر اساس نقشه های کاربری اراضی تهیه شده سال ۱۹۸۷، بیشترین درصد مساحت، در الگوریتم فاصله ماها لانوئی کاربری پهنه آبی ۴۰/۳۹ و کمترین درصد مساحت در الگوریتم حداقل فاصله از میانگین، کاربری مناطق مسکونی ۰/۰۸ و برای سال ۲۰۲۱ بیشترین درصد مساحت، کاربری پهنه آبی ۷۰/۲۱ و حداقل درصد مساحت، کاربری مناطق مسکونی ۱/۰۹ در الگوریتم حداقل فاصله از میانگین به خود اختصاص دادند. همچنین، با مقایسه ضریب صحت کلی و ضریب کاپا، برای سال ۱۹۸۷، الگوریتم حداکثر احتمال با ضریب صحت کلی ۳۳/۳۴ و ضریب کاپا ۰/۱۳ و برای سال ۲۰۲۱ الگوریتم فاصله ماها لانوئی با ضریب صحت کلی ۵۵/۲۹ و ضریب کاپا ۰/۴۵ با دقت بالاتری نسبت به سایر روش ها داشته اند. نتایج نشان می دهد تغییرات کاربری اراضی حوضه آبخیز میداوود- دالون در درجه اول به کاربری زراعی و باغی آسیب وارد می کند. با تغییرات کاربری اراضی، استعداد و حاصلخیزی زمین های کشاورزی از بین رفته است. استفاده از زمین های کشاورزی برای ساخت و سازهای شهری باعث شده فرسایش پذیری، شیب زمین، آبیاری و زهکشی حوضه آبخیز میداوود- دالون، از توانایی کمتر برخوردار باشد و در درجه دوم با تغییرات پهنه آبی حوضه مورد مطالعه، عرض بستر آن کمتر شده که نتیجه آن تشدید مخاطرات سیل می گردد. در درجه سوم منجر به تغییر کیفی و مطلوب منابع آبی حوضه میداوود- دالون می گردد. این تغییرات در بازه های زمانی ۲۰۲۱ بسیار مشهود و ملموس تر از بازه های زمانی ۱۹۸۷ است. همچنین، یافته های پژوهش گویای این مطلب است که مشهودترین عامل تغییرات کاربری اراضی در دو بازه های زمانی حوضه میداوود- دالون فعالیت های انسانی است که باعث تغییرات گسترده ای در کاربری اراضی شده است، افزایش مناطق مسکونی و گسترش اراضی دیم و به تبع کاهش اراضی کشاورزی و مراتع اثرات ویران کننده ای را در پی دارند. چنین تغییر و تحولات علاوه بر این که می توانند اثرات منفی بر محیط زیست و منابع طبیعی حوضه میداوود- دالون داشته باشند. باعث گسترش خطرات و خسارات ناشی از بلایای طبیعی مانند طغیان رودخانه و سیلاب خواهند شد. همچنین، مدل فاصله ماها لانوئی (MDC)، یکی از الگوریتم های مناسب در جهت ارزیابی و پایش تغییرات کاربری اراضی است. این تکنیک در استخراج و تولید نقشه های تغییرات کاربری دارای دقت بالایی است که می تواند نوع و شدت تغییرات و پایداری و ناپایداری منطقه را نمایان کند.

۵- سپاس گذاری

از حمایت های معنوی دانشگاه اصفهان در انجام این پژوهش تشکر می گردد.

۶- فهرست منابع

- اسماعیلی، فاطمه، و ایلانلو، مریم. (۱۴۰۰). مدل سازی تغییرات کاربری اراضی بر پایه زنجیره مارکوف در روش LCM (نمونه موردی: شهررامهرمز). آمایش محیط، ۱۴(۵۴)، ۱۴۷-۱۶۶. doi: 20.1001.1.2676783.1400.14.54.7.5::۱۶۶-۱۴۷
- حسینی، سید بهروز، صارمی، علی، نوری قیداری، محمد حسین، صدقی، حسین، فیروزفر، علیرضا. (۱۳۹۹). طبقه بندی کاربری اراضی و تعیین الگوی تغییرات سال های ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۶ با استفاده از داده های سنجنده OLI. آب و خاک، ۳۴(۱)، ۵۵-۷۱. doi: 10.22067/jsw.v34i2.74878
- خلجی، صبا. (۱۴۰۰). اثرات تغییر کاربری اراضی بر برنامه ریزی کاربری زمین. پژوهش های مکانی فضایی، ۵(۳) (پیاپی ۱۹)، ۵-۱۸. doi: 2001001.1.25386050.1400.1400.19.1.2.۱۸
- درویشی، شادمان، رشید پور، مصطفی، سلیمانی، کریم. (۱۳۹۸). بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره ای مطالعه موردی: شهرستان مریوان. نشریه جغرافیا و توسعه، ۱۷(۵۴)، ۱۴۳-۱۶۲. doi: 10.22111/gdij.2019.4361
- ذاکری نژاد، رضا، وثوقی، شیوا، انتظاری، مژگان، (۱۴۰۱). مقایسه دقت انواع روش های طبقه بندی های نظارت شده برای تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز علامرودشت)، پژوهش های فرسایش محیطی، (۴۶) ۲: ۱۲-۲۰. صص ۱۴۵-۱۳۸. doi: 20.1001.1.22517812.1401.12.2.4

- رستمی‌زاد، قباد، خان‌بابایی، زهرا، طهمورث، محمد، (۱۴۰۱)، ارزیابی صحت الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده برای استخراج نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز تهم)، پژوهش‌های فرسایش محیطی، (۴۸) ۴: ۱۲، صص ۱۵۷-۱۴۱. doi: 20.1001.1.22517812.1401.12.4.7.8
- رضائی، روح‌اله، قدوسی، جمال، حسنی، امیرحسام، ارجمندی، رضا، وفایی‌نژاد، علیرضا. (۱۳۹۹). طبقه‌بندی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: آبخوان دشت قزوین). فضای جغرافیایی. ۲۰ (۷۲): ۱۸۵-۲۰۴. <http://doi.geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3728-fa.html>
- رعیتی‌شوازی، منیره، کرم، امیر، غفاریان‌المیری، حمیدرضا، سپهر، عادل. (۱۳۹۷). مقایسه کارایی برخی الگوریتم‌های طبقه‌بندی در مطالعه تغییرات لندفرم‌های بیابانی دشت یزد-اردکان. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، ۶(۱)، ۵۷-۷۳. doi: 20.1001.1.22519424.1396.6.1.4.1
- 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. هیدروژئومورفولوژی، ۴(۱۱)، ۲۱-۳۸. doi: 20.1001.1.23.833254.1396.4.11.2.3
- محمدپور، پگاه، ارجمندی، رضا، حسنی، امیرحسام، قدوسی، جمال. (۱۴۰۱). طبقه‌بندی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست (مطالعه موردی: دشت ری). انسان و محیط زیست، ۲۰(۳)، ۲۷۹-۲۹۷. doi: 20.1001.1.15625532.1401.20.3.19.2
- میرزایی‌ارجنکی، سید یحیی، امیری، رقیه، چت‌سازان، منوچهر، ندری، آرش. (۱۴۰۲). ارزیابی آبخوان دشت میداود-دالون در سناریوهای مختلف مدیریتی با استفاده از مدل ریاضی. نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران، ۱۳(۴)، ۳۰۸-۳۱۱. doi: 10.22125/iwe.2023.173303
- نخعی‌نژاد فرد، سارا، غلامی، حمید، اکبری، داوود، تلفر، ماتیو، رضایی، مرضیه. (۱۳۹۷). مقایسه روش‌های مختلف طبقه‌بندی کاربری اراضی با رویکرد بهره‌گیری از باند حرارتی در استان خراسان جنوبی. مدیریت بیابان، ۶(۱۱)، ۶۵-۸۱. doi: 10.22034/jdmal.2018.32324
- نظرنژاد، حبیب، حسینی، مرتضی، مصطفی‌زاده، رئوف. (۱۳۹۸). تحلیل تغییرات کاربری اراضی حوزه آبخیز بالانچای با استفاده از سنجش‌های سیمای سرزمین. نشریه جغرافیا و توسعه، ۱۷(۵۴)، ۷۵-۹۰. doi: 10.22111/gdij.2019.4360
- یوسفی، صالح، تازه، مهدی، میرزایی، سمیه، مرادی، حمیدرضا، توانگر، شهلا. (۱۳۹۳). مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور). سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۵(۳)، ۶۷-۷۶.

References

- Afrasinej, G., Melis, M., Buttau, C., Bradd, J., & Arras, C. (2017). Assessment of remote sensing-based classification methods for change detection of salt-affected areas (Biskra area, Algeria). *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(1): <http://dx.doi.org/10.1117/1.JRS.11.016025>.
- Chen, Liting ; Cai, Haisheng., (2022). Study on land use conflict identification and territorial spatial zoning control in Rao River Basin, Jiangxi Province, China, *Ecological indicators*, 2022, Vol.145, p.109594, Article 109594. doi: 10.1016/j.ecolind.2022.109594.
- Cui, Fengqi ; Wang, Bojie ; Zhang, Qin ; Tang, Haiping ; De Maeyer, Philippe ; Hamdi, Rafiq ; Dai, Luwei, (2020). Climate change versus land-use change—What affects the ecosystem services more in the forest-steppe ecotone?. *The Science of the total environment*, 2021, Vol.759, p.143525. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.143525 .
- Darvishi, S., rashidpour, M., & soleimani, K. (2019). Analysis of Land Use Role in the Formation of Thermal Islets of Marivan County Using Landsat Satellite Images. *Geography and Development*, 17(54), 143-162. doi: 10.22111/gdij.2019.4361. [In Pershin].
- ESMAEILI, FATEMEH, & ILANLOO, MARYAM. (2021). Modeling Land Use Changes Based on Markov Chain in LCM(A Case Study of Ramhormoz). *ENVIRONMENTAL BASED TERRITORIAL PLANNING (AMAYESH)*, 14(54), 147-166. doi: 20.1001.1.2676783.1400.14.54.7.5. [In Pershin].
- Feizizadeh, B. (2017). Modeling the Trends of the Land Use/Cover Change and Its Impacts on the Erosion System of the Allavian Dam Based on the Remote Sensing and GIS Techniques. *Hydrogeomorphology*, 4(11), 21-38. doi :20.1001.1.23833254.1396.4.11.2.3. . [In Pershin].
- Feng, Yongjiu ; Chen, Shurui ; Tong, Xiaohua ; Lei, Zhenkun ; Gao, Chen ; Wang, Jiafeng. (2020). Modeling changes in China's 2000–2030 carbon stock caused by land use change, *Journal of cleaner production*, 2020, Vol.252, p.119659. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119659>.

- Gilani, Hammad ; Ahmad, Adeel ; Younes, Isma ; Abbas, Sawaid, (2022). Impact assessment of land cover and land use changes on soil erosion changes (2005–2015) in Pakistan. *Land degradation & development*, 2022, Vol.33 (1), p.204-217. <https://doi.org/10.1002/ldr.4138>.
- Hashim, Bassim Mohammed ; Al Maliki, Ali ; Sultan, Maitham A. ; Shahid, Shamsuddin ; Yaseen, Zaher Mundher, (2022). Effect of land use land cover changes on land surface temperature during 1984–2020: a case study of Baghdad city using landsat image, *Natural hazards (Dordrecht)*, 2022, Vol.112 (2), p.1223-1246. doi: 10.1007/s11069-022-05224.
- HOSSEINI, S.B., SAREMI, A., Noori Gheydari, M.H., SEDGHI, H., & FIROOZFAR, A.R.. (2020). Land Use Classification and Determining the Pattern of Changes for 2014-2017, using OLI Sensor's Data. *JOURNAL OF WATER AND SOIL (AGRICULTURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY)*, 34(1), 55-71. doi: 10.22067/jsw.v34i2.74878. **[In Pershin]**.
- Hussain, s., and Karuppannan, s. (2021), Land use/land cover changes and their impact on land surface temperature using remote sensing, technique in district Khanewal, Punjab Pakistan. <https://doi.org/10.1080/24749508.2021.1923272>.
- Kezemi, M. A., & Nohegar, Mirdady, M. Y, (2017). Selecting the best classification method inland use mapping using Landsat 8 satellite OLI sensor data (Case study of Paradise Lost Watershed, Fars Province), *Quarterly of Iranian Natural Ecosystems*, 8(1), 79-97. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W18-77-2019>.
- khalaji, S. (2021). Effects of land use change on land use planning Effects of land use change on land use planning. *Journal of Space and Place Studies*, 1400(19), 5-18. doi.: 20.1001.1.25386050.1400.1400.19.1.2. **[In Pershin]**.
- Lal A.M., and Margret Anouncia S. (2015). Semi-supervised change detection approach combining sparse fusion and constrained k means for multi-temporal remote sensing images The Egyptian. *Journal of Remote Sensing and Space Sciences*. 18: 279–288 <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.10.002>.
- Mirzaee, S. Y., Amiri, R., Chitszan, M., & Nadri, A. (2023). Evaluation of Maydavood_Dallan Aquifer in Various Management Scenarios Using a Mathematical Model. *Irrigation and Water Engineering*, 13(4), 308-311. doi: 10.22125/iwe.2023.173303. **[In Pershin]**.
- mohammadpour, P., Arjmandi, R., Hasani, A. H., & Ghoddousi, J. (2022). Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Rey Plain). *Human & Environment*, 20(3), 279-297. doi . 201.1001.1015625532.140120.3.19.2 **[In Pershin]**.
- Nakhaee Nezhad Fard, S., Gholami, H., Akbari, D., Telfer, M., & Rezaei, M. (2018). Comparing Different Methods of Land use Classification Using the Thermal Band (Case study: Southern Khorasan province). *Desert Management*, 6(11), 65-81. doi: 10.22034/jdml.2018.32324. **[In Pershin]**.
- Nazarneshad, H., hosseine, M., & mostafazadeh, R. (2019). Analysis of Land Use Change in Balanjchai Watershed (Urmia) Using Landscape Metrics. *Geography and Development*, 17(54), 75-90. doi: 10.22111/gdij.2019.4360. **[In Pershin]**.
- Pandian, M., Rajagopal, N., Sakthivel, G., Amrutha, D.E., (2014). Land use and land cover change detection using remote sensing and GIS in parts of Coimbatore and Tiruppur districts, Tamil Nadu, India. *International Journal of Remote Sensing & Geoscience*, Vol. 3 (1), pp. 15-20.
- Raiti Shawazi, Munira, Karam, Amir, Ghaffarian Malmiri, Hamidreza, Sepehr, Adel. (2018). Comparison the performance of some classification algorithms in study of desert landforms changes in Yazd-Ardakan plain. *Quantitative Geomorphological Research*, 6(1), 57-73. doi: 20.1001.1.22519424.1396.6.1.41. **[In Pershin]**.
- Rezaee R, Qodusi J, Hasani A, Arjmandi R, Vafaeinejad A. (2021). Classification and Assessment of the land use changes using Landsat satellite imagery (Case Study: Qazvin plan's Aquifer2021; 20 (72) :185-204. URL: <http://geographical-space.iau-ahar.ac.ir/article-1-3728-fa.html>. **[In Pershin]**.
- Rodríguez Echeverry, J., Echeverría, C., Oyarzún, C., Morales, L., (2018). Impact of land-use change on biodiversity and ecosystem services in the Chilean temperate forests. *Landscape Ecology*, Vol. 33, pp 439-453. doi: 10.1007/s10980-018-0612-5.
- Rostamizad G, khanbabaei Z, Tahmoreth M.(2022). Assessing the Accuracy of Supervised Classification Algorithms for Land ulUse Map Extraction (Study Area: Taham Watershed). *E.E.R.* 2022; 12 (4) :141-157. doi: 20.1001.1.22517812.1401.12.4.7.8. **[In Pershin]**.
- Rwanga, s., Ndambuki, J. M. (2017). Accuracy Assessment of Land Use/Land Cover Classification Using Remote Sensing and GIS. *International Journal of Geosciences*, v(8): 611-622. doi: 10.4236/ijg.2017.84033.
- Schulte to Bühne, Henrike ; Tobias, Joseph A. ; Durant, Sarah M. ; Pettorelli, Nathalie, (2021). Improving Predictions of Climate Change–Land Use Change Interactions. *Trends in ecology & evolution (Amsterdam)*, 2021, Vol.36 (1), p.29-38.

- Tewabe, D., & Fentahun, T. (2020). Assessing land use and land cover change detection using remote sensing in the Lake Tana Basin, Northwest Ethiopia, *Cogent Environmental Science*, 6, 1-11. <https://doi.org/10.1080/23311843.2020.1778998>.
- Tewierik, S.A ; Cammeraat, E.L.H ; Gupta, J ; Artzy-Ranup, Y.A, (2021). Reviewing the Impact of Land Use and Land-Use Change on Moisture Recycling and Precipitation Patterns. *Water resources research*, 2021, Vol.57 (7), p.n/a. doi: 10.1029/2020WR029234.
- Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaee, S., Moradi, H. R., & Tavangar, S. (2014). Comparison of different classification algorithms in satellite imagery to produce land use maps (Case study: Noor city). *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 5(3), 67-76. **[In Pershin]**.
- Zakerinezhad R, vosooghy S, Entezari M. Comparison of Accuracy of Difference Supervised Classification Methods for Land Use Mapping (Case Study: Alamarvdasht Watershed). *E.E.R.* 2022; 12 (2) :138-153. doi:20.1001.1.22517812.1401.12.2.4.1 . **[In Pershin]**.

