



Modeling and forecasting land use changes using logistic regression method in LCM model

Fateme Sahragard¹ , Elham Yousefi ^{*2} , Mahmoud Moshgani³

1- MSc in Land use planning, Department of environment, Faculty of natural resources and environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

Email: fateme.sahragard@birjand.ac.ir

2- (*Corresponding author) Assistant professor, Department of environment, Faculty of natural resources and environment, University of Birjand, Birjand, Iran.Email: e_yusefi_31@birjand.ac.ir

3- Assistant professor, Department of environment, Faculty of natural resources and environment, University of Birjand, Birjand, Iran.

Email: moshganim@birjand.ac.ir

Article Info

Date of receive:

2024/10/12

Date of last review:

2024/12/17

Date of accept:

2024/12/26

Date of online publication:

2024/12/26

Keywords:

Land use changes,
Remote sensing,
Khusuf county,
Markov chain

Extended Abstract

Introduction

In urban lands, decision makers and planners need accurate information about land cover. Remote sensing data is one of the valuable and valuable information sources for identifying land covers and their changes. Land use changes are one of the most critical global problems. This process has many effects on the environment. One of the important effects of land use changes is the change in hydrological conditions. Land use changes are one of the most apparent effects of human intervention on the planet and can affect human health and ecological systems. Considering the ever-increasing changes in land use and the need for managers to be aware of the changes and transformations that have occurred for policy-making and solution-thinking to solve the existing problem, it seems necessary to reveal the changes in order to determine the process of changes over time. On the other hand, predicting and modeling future changes is also essential to know the quantity and quality of possible future changes. The model means the facts that exist in a system, or it can be said that it is a simplified representative of the whole system. Land use change models are tools to support analyses related to the factors and consequences of repeatable land use changes and complement our existing mental abilities in analyzing land use change and making more informed decisions. The spatial modeling of land use changes is a technique for understanding land use change processes in terms of location and amount of change. The land use change modeler (LCM) provides a detailed analysis of land changes by creating maps of use changes, diagrams, transitions of use class, and their flow. ... ► Page 158

How to Cite:

Sahragard, F. Yousefi, E. Moshgani, M. (2025). Modeling and forecasting land use changes using logistic regression method in LCM model. Scientific - Research Quarterly Geographical Data (SEPEHR). 34(134), 157-173.

The modeling steps include: examining changes, modeling transfer potential, modeling land cover changes, and assessing the correctness of modeling. In this regard, the purpose of this study is to investigate the land use changes in Khosuf county during the years (2008-2022) and to predict the land use changes in the studied area, using the logistic regression method in the LCM model.

Materials & Methods

Khosuf county consists of two parts: the central part and the Mazhan plain. In Khoor wetland, one of the most giant desert reeds in South Khorasan province, is also located in this county. This area has a permanent vegetation cover and is a habitat for migratory birds in the winter season, as well as a source of fodder and water for the herders of the area. For this purpose, the land use map was revealed for the studied area for the three years of 2008, 2013 and 2022. The accuracy of the maps was evaluated by the error matrix method. In this method, three sub-models of barren to agriculture, barren to residential and agriculture to barren land use transfer rate and four variables including: digital model of height, distance from road, distance from residential areas and distance from agricultural land for a calibration period of 2008-2013 are used. Using the Markov chain, the changes of each user were determined, and finally, the land use maps for 2022 were predicted using a complex prediction model.

Results & Discussion

During this period, the most changes during the studied period included the conversion of barren lands to agricultural use. After running the models, the results of the 2022 simulation were compared with the ground reality map. After ensuring the accuracy of the model and considering the accuracy of the modeling, the prediction of the land use map for the year 2040 was made. Based on this, in 2040, land use changes will be more in agricultural and residential uses. The projected area for these uses will be 10488.18 hectares for agricultural use, 750.04 hectares for urban use, and 1932.15714 hectares for barren use.

Also, in this study, the trend of changes in the Khoor wetland was examined and analyzed. As it was said,

Khooor wetland is one of the most extensive desert reeds in South Khorasan province and also the most extensive reeds of Lut desert in Iran, which has a vegetation cover of sedum with brackish water. NDVI index was used to investigate its condition. The vegetation area of Khooor wetland in 2008 was 117.75 hectares, which has decreased to 70.83 hectares in 2022. Also, the prediction of the vegetation area of Khooor wetland for the year 2040 was 48.48 hectares.

Conclusion

In this research, a land change modeler was used to model the land use changes of Khosuf county. The variables that were used in this research included: distance from agricultural land, distance from residential areas, and distance from the road, and also the sub-models obtained in this research were barren transfer, agricultural transfer, and residential transfer. Based on the results of the land cover maps of 2008 and 2013 in this study, it was shown that agricultural lands have increased the most over time, followed by residential areas. It should be noted that according to the studies done, the green index is mainly related to agricultural lands or artificial factors, not pastures and reeds, which is not of much value in terms of the environment, the green cover of the agricultural land. For the accuracy and efficiency of the model and the benefits of the model, based on this analysis, it was determined that the green cover area of Khooor wetland decreased to 46.92 hectares between 2008 and 2022. It was also predicted for the year 2040 that if the change process continues as in the past, the green cover area of the lagoon will reach 48.48 hectares. Due to the recent drought and water shortages, land use changes cannot be continued because these changes cause water to be taken from wells and reservoirs, and with the continuation of the drought, there will be pressure on the static level of underground water. Bring and prevent the runoff from entering the estuary lagoon and cause irreparable damage to the environment, so these drastic changes in land use must be managed, and agriculture should be replaced with low-water crops and new irrigation methods.



صفحات ۱۷۳ - ۱۵۷

فصلنامه علمی - پژوهشی

اطلاعات جغرافیایی (سپهر) دوره ۳۴، شماره ۱۳۴، تابستان ۱۴۰۴



مقاله پژوهشی

<https://doi.org/10.22131/sepehr.2024.2042564.3100>

مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM



محمود مشگانی^۳



الهام یوسفی رویات^{۲*}



فاطمه صحراگرد^۱

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران
fateme.sahragard@birjand.ac.ir

۲- (*نویسنده مسئول) استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران e_yusefi_31@birjand.ac.ir

۳- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه بیرجند، بیرجند، ایران moshganim@birjand.ac.ir

چکیده

تغییرات کاربری اراضی یکی از آشکارترین اثرات مداخله انسان بر روی کره زمین است و می تواند بر سلامت انسان و سیستم های بوم شناختی تأثیرگذار باشد. مدل سازی مکانی تغییرات کاربری زمین، فنی برای درک فرایندهای تغییر کاربری زمین از نظر محل و مقدار تغییر است. از این رو، تحقیق حاضر با هدف بررسی تغییرات کاربری اراضی شهرستان خوسف در استان خراسان جنوبی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک انجام شد. به این منظور، تصاویر ماهواره ای منطقه مورد مطالعه در سه دوره ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ تهیه و نقشه کاربری اراضی آشکارسازی و صحت نقشه ها با روش ماتریس خطا ارزیابی شد. سپس سه زیر مدل؛ انتقال کاربری بایر به کشاورزی، بایر به مسکونی و کشاورزی به بایر و چهار متغیر شامل: مدل رقومی ارتفاع، فاصله از جاده، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از اراضی با کاربری کشاورزی برای یک دوره واسنجی ۲۰۱۳-۲۰۰۸ مورد استفاده قرار گرفت. سپس روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM برای مدل سازی تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار گرفت و با استفاده از زنجیره مارکوف تغییرات هر کاربری مشخص شد و در نهایت نقشه های کاربری اراضی برای سال ۲۰۲۲ با استفاده از مدل پیش بینی سخت پیش بینی شد. در این مدت بیشترین تغییرات در طی دوره مورد مطالعه شامل تبدیل اراضی بایر به کاربری کشاورزی بوده است. بعد از اجرای مدل ها نتایج حاصل از شبیه سازی ۲۰۲۲ با نقشه واقعیت زمینی مورد مقایسه قرار گرفت و پس از اطمینان از دقت مدل و با توجه به صحت مدل سازی پیش بینی نقشه کاربری اراضی برای سال ۲۰۴۰ انجام شد. بر این اساس در سال ۲۰۴۰ مساحت پیش بینی شده برای کاربری کشاورزی ۱۰۴۸۸/۱۸ هکتار، کاربری شهری ۷۵۰/۰۴ هکتار و کاربری بایر برابر با ۱۵۷۱۹۳۲/۱۴ هکتار تعیین شد. بنابراین می توان گفت کارایی استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM در مدل سازی تغییرات در منطقه مورد مطالعه تأیید شد.

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۷/۲۱

تاریخ آخرین بازنگری:

۱۴۰۳/۰۹/۲۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۰/۰۶

تاریخ انتشار:

۱۴۰۳/۱۰/۰۶

واژه های کلیدی:

تغییرات کاربری؛

سنجش از راه دور؛

شهرستان خوسف؛

زنجیره مارکوف

استناد به این مقاله:

صحراگرد، ف؛ یوسفی رویات، الف؛ مشگانی، م (۱۴۰۴) مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM؛ فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۳۴ (۱۳۴)، ۱۵۷-۱۷۳

۱- مقدمه

زمین به عنوان یک سرمایه طبیعی است که انسان حیات اجتماعی خود را از راه تغییر روی آن شکل می دهد. در اراضی شهری تصمیم گیران و برنامه ریزان نیاز به اطلاعات دقیق در مورد پوشش اراضی دارند (Arekhi & Niyazi, 2009). یکی از منابع اطلاعات مؤثر، مفید و قابل کاربرد در شناسایی پوشش های زمین و تغییرات آن، داده های سنجش از دور است (عزیزی قلاتی و همکاران، ۲۰۱۶). با استفاده از داده های چندزمانه سنجش از دور با کمترین زمان و هزینه می توان نسبت به استخراج کاربری های اراضی اقدام نمود و سپس با مقایسه آن در دوره های زمانی مختلف نسبت تغییرات را ارزیابی کرد. با توجه به تغییرات روزافزون کاربری اراضی و ضرورت آگاهی مدیران از چگونگی تغییر و تحولات رخ داده در سیاست گذاری و چاره اندیشی برای رفع مشکل موجود آشکارسازی تغییرات برای مشخص کردن روند تغییرات در طول زمان ضروری به نظر می رسد (Park et al., 2005). از سوی دیگر پیش بینی و مدل سازی تغییرات آینده نیز برای آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده اهمیت دارد. مدل به معنی واقعیت هایی است که در یک سیستم وجود دارد یا می توان گفت نماینده ساده شده ای از کل سیستم است (کبیر، ۱۳۸۵). مدل های تغییر کاربری اراضی به عنوان ابزارهایی برای حمایت از تحلیل های مرتبط با عوامل و پیامدهای تغییرات کاربری اراضی تکرارپذیر و مکمل توانایی های ذهنی موجود ما در تجزیه و تحلیل تغییر کاربری اراضی و تصمیم گیری آگاهانه تر هستند (Verburg & Veldkamp, 2004).

آگاهی از کمیت و کیفیت تغییرات احتمالی آینده نیازمند پیش بینی و مدل سازی تغییرات آینده است. برای برآورد تغییرات کاربری اراضی (LULC) به کمک داده های ماهواره ای روش های زیادی ارائه شده است (Coppin et al., 2004; Singh, 1989). تغییر کاربری و پوشش زمین موضوع مهمی است که محیط جهانی، تغییرات آب و هوا و توسعه

پایدار را تحت تأثیر قرار می دهد. این تشخیص و پیش بینی، یک فرایند پویا است و عوامل محرک آن به تدوین سیاست کاربری مؤثر زمین و برنامه ریزی مناسب برای شرایط محلی کمک می کند، بنابراین از توسعه اجتماعی-اقتصادی محلی و حفاظت از محیط زیست جهانی حمایت می کند (Li et al., 2020). داده های ماهواره ای یکی از سریع ترین و کم هزینه ترین روش های تهیه نقشه کاربری است که در اختیار محققان قرار دارد (Pal & Mather, 2005). مدل سازی تغییر کاربری زمین (LCM) به وسیله ایجاد نقشه های تغییرات کاربری، نمودار، انتقال طبقه کاربری و جریان آن ها تجزیه و تحلیل دقیقی از تغییرات زمین فراهم می کند. مراحل مدل سازی شامل: بررسی تغییرات، مدل سازی قابلیت انتقال، مدل سازی تغییرات پوشش سرزمین و ارزیابی درستی مدل سازی است (غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۳).

فرخزاده و همکاران (۱۴۰۲) به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی در منطقه گهواره استان کرمانشاه از مدل LCM استفاده کردند. پس از پایش تغییرات کاربری های مختلف طی دو دوره (۱۳۶۵-۱۳۷۸) و (۱۳۹۷-۱۳۷۸) انجام و صحت سنجی مدل و در نهایت نقشه اراضی مربوط به سال ۱۴۰۷ تهیه شد. با استفاده از مدل پیش نتایج طی دوره اول و دوم به ترتیب ۳۰ و ۴۲ درصد از سطح اراضی جنگلی کاسته شده ۲۶ و ۳۷ هکتار اراضی کشاورزی و ۸۰ و ۳۲ درصد و اراضی مسکونی اضافه شده است.

بهی و همکاران (۱۴۰۰) به مدل سازی توزیع پوشش گیاهی به روش رگرسیون لجستیک براساس متغیرهای محیطی در حوضه ملای فهله فیروزآباد استان فارس پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده بافت خاک درصد ماده آلی رس، درصد آهک اسیدیته، درصد شیب و ارتفاع بیشترین نقش را در پراکنش رویشگاه های مورد مطالعه دارند. نتایج نشان داد که روش رگرسیون لجستیک قادر به پیش بینی دقیق توضیح بیشتر گونه های گیاهی در منطقه است.

موجود در مورد تهدیدهای محیط زیستی، موضوع بررسی تغییرات کاربری اراضی و پوشش سرزمین، مورد توجه ویژه کارشناسان محیط زیست قرار گرفته است. البته باید توجه داشت که تنها تغییرات کاربری اراضی نباید مورد توجه قرار بگیرد بلکه باید توزیع و ترکیب لکه های هر کاربری نیز براساس اصول و شاخص های سیمای سرزمین مورد بررسی قرار گیرد (Yousefi et al., 2014 & Larijani et al., 2014). بنابراین اطلاع از تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی برای برنامه ریزان و مدیران حائز اهمیت است. طبق این قاعده استفاده از روش های آشکارسازی تغییرات برای مشخص نمودن شیوه تغییرات باگذشت زمان ضروری است که باتوجه به عدم انجام مطالعه مشابه در منطقه مورد مطالعه انجام این مطالعه مورد نیاز است. همچنین به دلیل وجود تالاب خور در مرز منطقه مورد مطالعه، اهمیت آشکارسازی تغییرات در این منطقه بیشتر نیز می شود؛ بنابراین، هدف از مطالعه حاضر، بررسی تغییرات کاربری اراضی در شهرستان خوسف طی سال های (۲۰۲۲-۲۰۰۸) و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه، به روش رگرسیون لجستیک در مدل LCM است.

۲- داده و روش

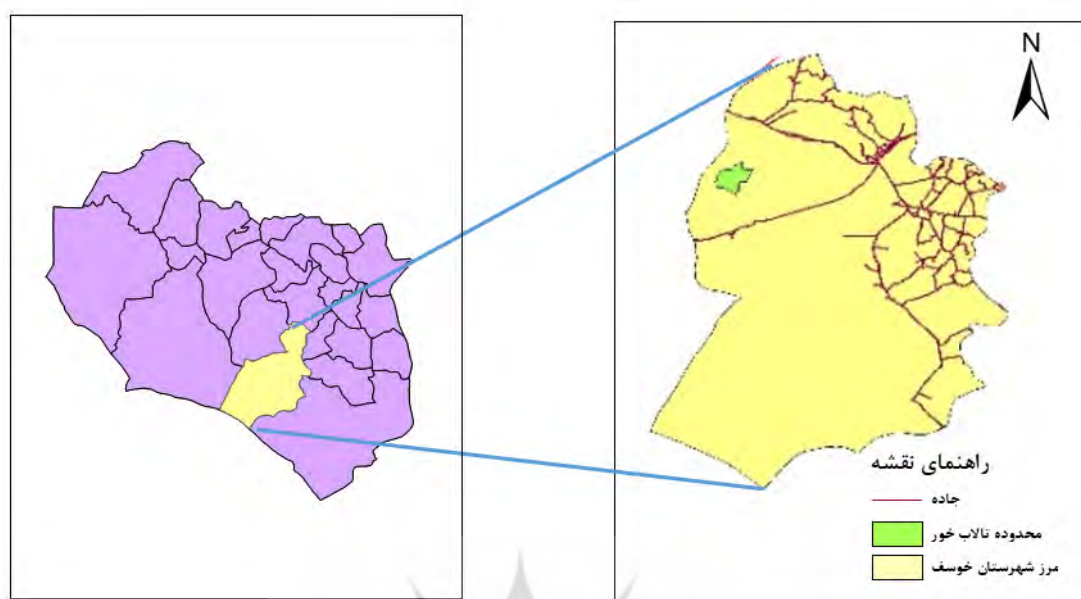
شهرستان خوسف از دو بخش مرکزی و جلگه ماژان تشکیل شده است. بیشتر مساحت خوسف را در نیمه غربی و جنوبی مناطق خشک و بایر فرا گرفته است. اما بخش های شرقی و تا حدودی شمالی آن به دلیل قرارگیری در منطقه ای کوهپایه ای و کوهستانی، آب و هوایی خنک تر دارند. براساس تقسیم بندی کوپن، خوسف دارای آب و هوای گرم و خشک است. معمولاً شش ماه از سال باران نمی بارد، در نتیجه در تابستان بسیار گرم و زمستان بسیار سرد و خشک است (صدیقیان و همکاران، ۱۴۰۰). تالاب خور یکی از بزرگ ترین نیزارهای کویری استان خراسان جنوبی نیز در این شهرستان واقع شده است. این منطقه دارای پوشش گیاهی دائمی گز بوده و زیستگاه پرندگان مهاجر در فصل زمستان و همچنین

درخش و اردکانی (۱۴۰۰) به شبیه سازی روند تغییرات کاربری اراضی شهر گچساران با استفاده از مدل سلول های خودکار پرداختند. نتایج بیانگر رشد فزاینده کاربری شهری طی زمان به ویژه در نیمه شمالی شهر و کاهش کاربری طبیعی و بوم شناختی و به ویژه اراضی کشاورزی و مرتعی بود و مطابق پیش بینی خروجی مدل، در سال ۲۰۴۴، در حدود ۷۰٪ وسعت منطقه مورد مطالعه را کاربری شهری به خود اختصاص خواهد داد.

ساردوئی و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تغییرات کاربری اراضی دشت جیرفت در دوره حال و آینده با نگاهی بر تناسب کاربری اراضی کشاورزی پرداختند. در این پژوهش مدل سازی نیروی انتقال بر اساس روش رگرسیون لجستیک و متغیرهای مدل رقومی ارتفاع، شیب، جهت، زمین شناسی، فاصله از گسل، فاصله از جاده، فاصله از رودخانه، فاصله از شهر، شاخص NDVI انجام گرفت و برای پیش بینی تغییرات کاربری اراضی در دوره آتی از زنجیره مارکوف استفاده شد. همچنین در داخل کشور، نصیری و همکاران (۱۳۹۶)، زارع و همکاران (۱۳۹۱)، گلدوی (۱۳۹۰)، کامیاب و همکاران (۱۳۸۹) و امینی و همکاران (۱۳۸۷) کارایی مدل سازی تغییرات کاربری به روش رگرسیون لجستیک را مورد بررسی قرار دادند.

در مطالعات خارج از کشور هوو و همکاران (۲۰۲۲) در تجزیه و تحلیل کاربری زمین از رگرسیون لجستیک برای ایجاد سطح احتمال تغییرات کاربری زمین براساس نقشه کاربری اراضی و نقشه های شش عامل محرک (فاصله از جاده های اولیه، فاصله از جاده های فرعی، فاصله تا منبع آب، فاصله تا منطقه مسکونی، ارتفاع و شیب) استفاده کردند.

همچنین یو کائو و همکاران (۲۰۲۰) به مدل سازی رشد فضایی شهری با استفاده از رگرسیون لجستیک و اتوماتای سلولی در شهر هانگژو پرداختند. آرسنجی و همکاران (۲۰۱۲) و وهانگ و فانگ (۲۰۱۳) نیز برای مدل سازی تغییرات کاربری از روش رگرسیون لجستیک استفاده کردند. همانطور که مشخص شد، در دهه های اخیر، نگرانی های



نگاره ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

سرزمین، دارای یک محیط نرم افزاری جامع است که اساساً برای حل مسائل مرتبط با تبدیلات در کاربری اراضی و نیازهای تحلیلی خاص برای حفظ تنوع زیستی طراحی و تولید شده است. این نرم افزار توسط شرکت Clark Labs در آمریکا تهیه و ارائه شده است.

مدل سازی و پیش بینی روندهای آتی در تغییر کاربری زمین به عنوان ابزاری برای تصمیم گیری تبدیل شده است (El Haj et al., 2023). برای مدل سازی قابلیت انتقال قبل از هر کاری باید زیر مدل ها مشخص شدند. زیرمدل ها در مدل سازی تغییرات کاربری اراضی شامل یک یا گروهی از تبدیلات کاربری هستند که محرک های اساسی تغییرات را مشخص می کنند (Pérez-Vega et al., 2012). در این مرحله از انجام پژوهش سه زیرمدل برای مدل سازی قابلیت تبدیل در نظر گرفته شد. زیرمدل ها عبارتند از: زیرمدل انتقال بایر، انتقال کاربری کشاورزی و انتقال کاربری مسکونی. متغیرها نیز ممکن است به صورت استاتیک یا دینامیک به مدل افزوده شوند. متغیرهای استاتیک جنبه های اساسی مناسب برای مطالعه انتقالات را نمایان می کنند و در طول زمان ثابت می مانند. متغیرهای دینامیک، که به زمان وابسته

منبع تأمین علوفه و آب برای دامداران منطقه است (گزارش جامع وضعیت مناطق چهارگانه تحت مدیریت حفاظت محیط زیست استان خراسان جنوبی، ۱۴۰۰).

برای مطالعه دینامیک کاربری اراضی نقشه هایی در اختیار قرار گرفت، که در زمان های مختلف وضعیت کاربری اراضی را انعکاس داد. طبقه بندی تصاویر ماهواره ای را می توان مهم ترین جزء تشریح داده های ماهواره ها به شمار آورد (زبیری و مجد، ۱۳۸۲). در این تحقیق به منظور تهیه نقشه های پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه از داده های سنجنده OLS ماهواره لندست ۵-۴ مربوط به سال ۲۰۰۸ و سنجنده OLI لندست ۸ مربوط به سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ استفاده شده است. این تصاویر از سایت earth explorer دریافت شد و بر روی آن ها پردازش های لازم برای آماده سازی تصاویر به منظور استخراج اطلاعات و تهیه نقشه پوشش اراضی با نرم افزار env5.3 صورت گرفت. برای طبقه بندی از روش نظارت شده و تصاویر ماهواره ای از روش نمونه برداری تصادفی در کل سطح حوضه استفاده شد و با استفاده از روش طبقه بندی شبکه عصبی، سه طبقه کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه به دست آمد. نرم افزار مدل سازی تغییرات

باشد ضریب کاپا ۱- است. اگر پیکسل ها ۵۰ درصد تغییر کنند ضریب کاپا صفر است (Eastman, 2006; Khoi& Murayama, 2010). بعد از پیش بینی نقشه سال ۲۰۲۲ برای صحت سنجی در نرم افزار Terrset ضریب کاپا گرفته شد. تحلیل زنجیره مارکوف تغییرات کاربری زمین را از یک دوره به دوره دیگر توضیح می دهد و از آن به عنوان ابزاری اساسی برای نقشه سازی تحولات آینده استفاده می شود. این اقدام با توسعه ماتریس احتمال انتقال تغییرات کاربری زمین از زمان ۱ به زمان ۰ صورت می گیرد و به عنوان پایه ای برای تهیه نقشه های دوره های آینده به کار می رود (Eastman, 2006). در این روش، نقشه کاربری تهیه شده از تصویر ماهواره ای سال ۲۰۲۲ به عنوان واقعیت زمینی در نظر گرفته شده است. سپس، صحت نقشه های کاربری اراضی پیش بینی با این نقشه واقعیت زمینی مقایسه شده و ارزیابی شده اند.

۳- بحث و یافته های تحقیق

تهیه نقشه کاربری اراضی: نقشه کاربری اراضی سال های ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ در نگاره (۲) نشان داده شده است. نتایج دقت کلی برای نقشه های آشکار سازی شده در جدول (۱) قابل مشاهده است.

۳-۱- ارزیابی صحت نقشه های کاربری اراضی

واقعیت زمینی متداول ترین روش برای برآورد کمی دقت طبقه بندی است. در این روش تعدادی از پیکسل ها به عنوان نمونه انتخاب می شوند و با نتایج طبقه بندی مورد مقایسه قرار می گیرند. پس از طبقه بندی کاربری زمین و تهیه نقشه با سه طبقه اراضی بایر، مسکونی و اراضی کشاورزی برای سال های ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ با استفاده از طبقه بندی نظارت شده و با روش حداکثر احتمال؛ نتایج آن با نقشه واقعیت زمینی (Google Earth) مورد مقایسه قرار گرفتند. در جدول (۱) نتایج دقت کلی برای سال های ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ ارائه شده است.

هستند مثل نزدیکی به توسعه یا زیرساخت های موجود، در طول دوره های زمانی مختلف محاسبه می شوند. متغیرهای مستقل برای مدل سازی با استفاده از ارزیابی از طریق ضریب همبستگی کرامر انتخاب می شوند. این ضریب همبستگی متغیرهای مستقل را در یک زمان با طبقه بندی موضوعی نقشه کاربری اراضی مقایسه می کند (Eastman, 2012). خروجی مدل، ضریب هایی بین صفر و یک خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بالاتر از ۰/۵ ارزش ۱ (تخریب) و کمتر از ۰/۵ ارزش صفر (بدون تخریب) می دهد و نقشه بولین تخریب را تولید می کند. رگرسیون لجستیک با این فرض به کار می رود که احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی ها لگاریتمی پیروی می کند و مقدار آن توسط رابطه (۱) تخمین زده می شود.

$$P(Y = 1|X) = \exp(\sum BX) / 1\exp(\sum BX)$$

رابطه (۱)

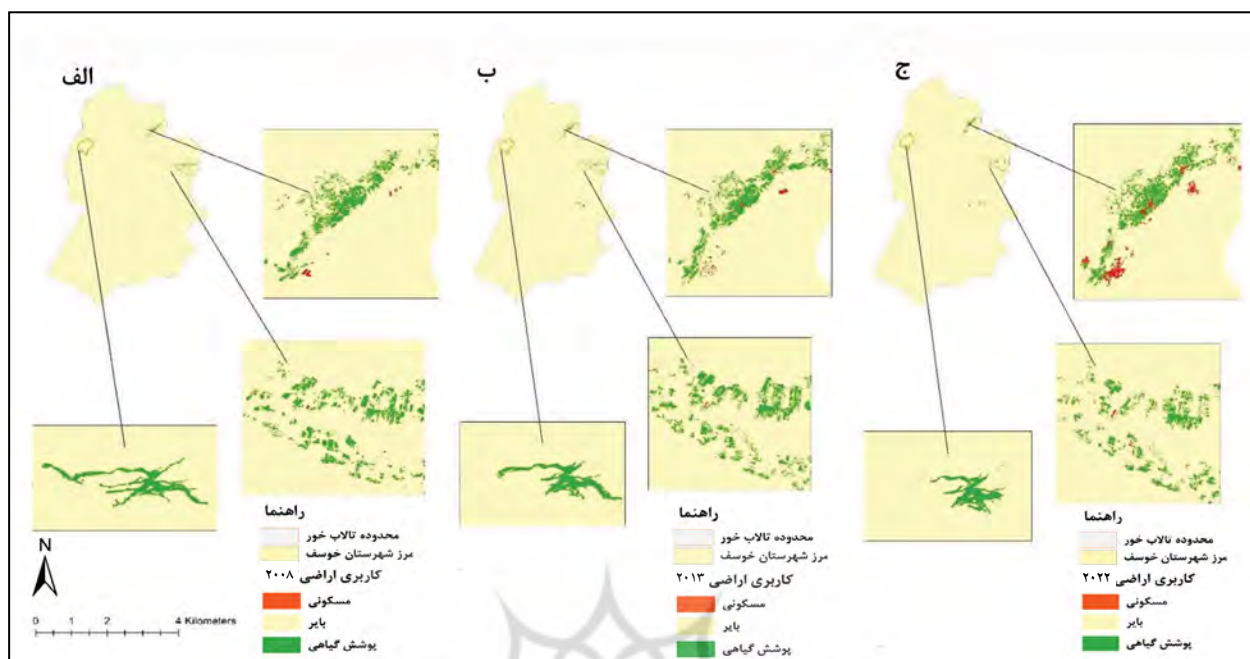
که در آن: P (احتمال یک بودن متغیر وابسته)، X متغیر مستقل، B (پارامتر برآورد شده)، Y (متغیر وابسته) هستند. برای تعیین ارزیابی صحت از شاخص کاپا که در نرم افزار ادریسی با اجرای ماژول Validate قابل محاسبه است، استفاده می شود. شاخص کاپا یکی از پارامترهای آماری است که دقت نقشه های تولیدی را نمایان می کند (رابطه ۲). کاپا استاندارد یا KIA نیز نشان دهنده دقت بین دو نقشه واقعی و پیش بینی است. هرچه مقدار کاپا بیشتر باشد، دقت بیشتری در پیش بینی واقعیت دارد (فلاحی کار و همکاران، ۱۳۹۵).

$$Kappa = \frac{po - pc}{1 - pc} \times 100$$

رابطه (۲)

که در آن: po: درستی مورد مشاهده، pc: توافق مورد انتظار هستند.

نمایه توافق کاپا از ۱- تا ۱+ است که تشابه بین دو تصویر را نشان می دهد. ضریب کاپا ۱ یعنی دو تصویر کاملاً مشابه هستند اگر دو تصویر کاملاً باهم فرق داشته



نگاره ۲: نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی؛ (الف) سال ۲۰۰۸، (ب) سال ۲۰۱۳ و (ج) نقشه واقعیت ۲۰۲۲

جدول ۱: ارزیابی دقت الگوریتم حداکثر احتمال در طبقه‌بندی کاربری اراضی در تصویر ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲

سال	برآورد صحت	دقت کلی
۲۰۲۲	۹۰/۵۷	
۲۰۱۳	۸۵/۴۳	
۲۰۰۸	۸۳/۸۵	

اینکه کاربری کشاورزی در طی دوره مورد مطالعه بیشترین رشد را دارا بوده است، با استفاده از گزینه Ganis and losses مقدار کاهش و افزایش کاربری‌ها به کاربری کشاورزی به دست آمد که براین اساس در طی زمان ۱۷۹۰/۶۴ هکتار کاهش، ۳۰۹۴/۹۲ هکتار افزایش و ۲۶۱۳۱۳۹/۲۹ هکتار بدون تغییر بوده است.

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود طی سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۸ کاربری کشاورزی ۱۳۰۱/۹۵ هکتار افزایش،

۳-۲- نتایج حاصل از پایش تغییرات

در طی دوره مطالعاتی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ کاربری‌ها در شهرستان خوسف، دچار تغییرات زیادی شده است. بیش‌ترین تغییرات مربوط به کاربری کشاورزی بوده که در سال ۲۰۱۳ نسبت به سال ۲۰۰۸، ۱۳۶۲ هکتار افزایش وجود داشته و بعد از آن کاربری مسکونی از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ به مقدار ۹۶ هکتار افزایش را داشته است. همچنین ۱۴۵۸ هکتار از اراضی بایر کاهش یافته است. باتوجه به

جدول ۲: مساحت کاربری‌ها در سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲

طبقه	کاربری	مساحت در سال ۲۰۰۸ (هکتار)	مساحت در سال ۲۰۱۳ (هکتار)	مساحت در سال ۲۰۲۲ (هکتار)
۱	کشاورزی	۴۳۲۰/۳	۵۶۲۲/۲	۷۲۰۵/۸
۲	مسکونی	۱۱۷/۲	۲۱۱/۷	۵۷۲/۰۱
۳	بایر	۱۵۷۸۸۹۳/۰۸	۱۵۷۷۴۶۸/۸	۱۵۷۵۵۳۶/۷۷

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (زمستان)

مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش ... / ۱۶۵

در شمال شرقی منطقه که بیشترین تبدیل به کاربری مسکونی اتفاق افتاده، شیب به نسبت اطراف خیلی کمتر است و یکی از پارامترهای مناسب برای استقرار کاربری شهری به شمار می رود. همچنین سایر پارامترها مانند نزدیکی به زمین های کشاورزی موجود، نزدیکی به خطوط انتقال نیرو، جاده ها و... از سایر پارامترهای مهم در ایجاد کاربری شهری در این بخش است. همان طور که در نگاره (۳) مشخص است در شرق منطقه بیشترین تبدیل به کاربری کشاورزی اتفاق افتاده است.

۳-۴- قابلیت انتقال

۳-۴-۱- انتخاب متغیرها

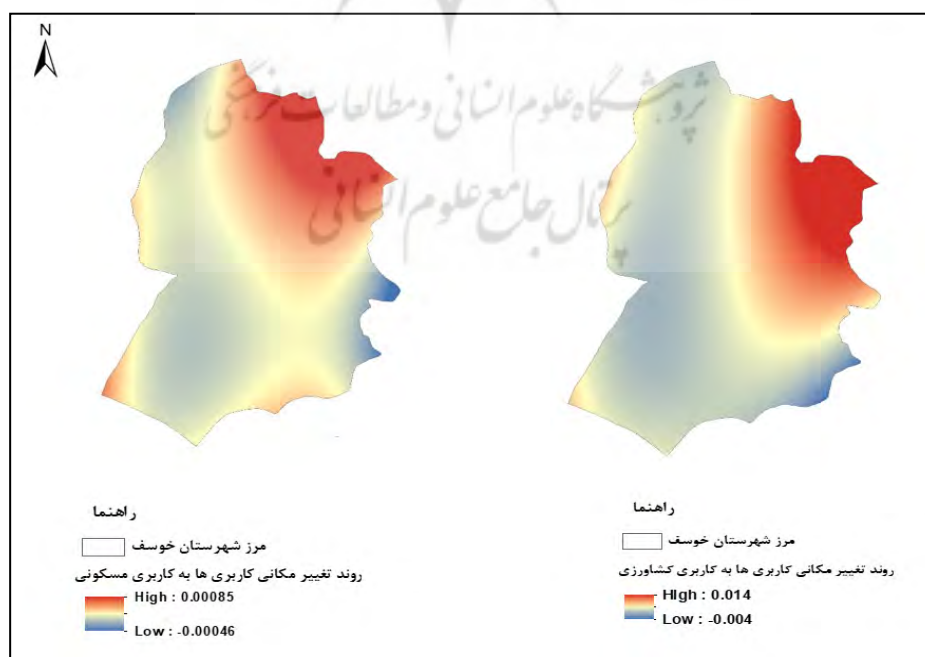
برای مدل سازی قابلیت انتقال پس از انتخاب زیر مدل ها، با ارزیابی متغیرها از طریق ضریب همبستگی کرامر، چهار متغیر برای وقوع تغییرات مختلف شامل: فاصله از زمین های کشاورزی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده و شیب انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفتند که در نگاره (۴) نتایج آن قابل مشاهده است.

کاربری مسکونی نیز ۹۴/۴۹ هکتار افزایش و کاربری بایر ۱۴۲۴/۲۸ هکتار کاهش یافته است. همچنین با استفاده از تب Change Analysis در نرم افزار Idris می توان میزان تغییر مساحت زیر مدل ها را متوجه شد که بر این اساس ۳۳۱۱/۳۷ هکتار از کاربری بایر به کشاورزی تبدیل شده و ۱۶۰/۳۸ هکتار از زمین های بایر به مسکونی تبدیل شده اند.

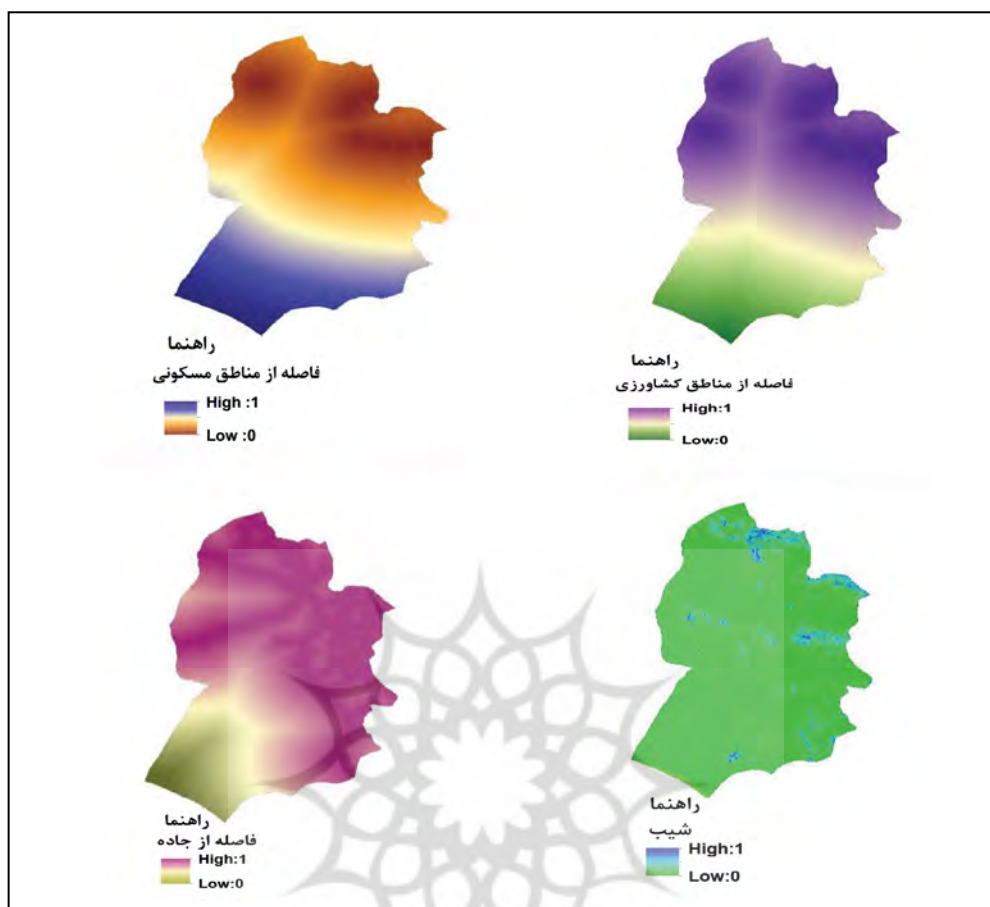
۳-۳- روند مکانی تغییرات

روند مکانی تغییرات این فرصت را فراهم می کند که بتوان به الگوی تغییرات جامعیت بخشید. این نقشه نواحی را که بیشترین تغییرات در آن رخ داده و قابلیت ایجاد تغییر در آن ها را نشان می دهد.

در این مطالعه روند مکانی تغییرات از انواع کاربری ها به مسکونی، بایر و کشاورزی تهیه شد. همانطور که در نگاره (۳) مشاهده می شود در شمال شرق شهرستان خوسف بیشترین تبدیل به کاربری مسکونی اتفاق افتاده است. همچنین در مورد کاربری کشاورزی بیشترین تغییرات در بخش شرقی بوده است.



نگاره ۳: روند مکانی تغییرات طی سال های ۲۰۱۳-۲۰۰۸



نگاره ۴: نقشه‌های فازی شده متغیرهای مستقل وارد شده به مدل LCM

ضریب کرامر در مدل می‌تواند شاخصی از همبستگی متغیرها یا کاربری‌های موجود باشد، بنابراین، در پیش‌بینی بهتر تغییرات کاربری می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. ضریب کرامر شایستگی متغیر را برای ورود به مدل برای پیش‌بینی تغییرات در آینده مشخص می‌کند. به‌طوری‌که اگر این ضریب بالاتر از ۰/۱۵ باشد می‌تواند وارد مدل‌سازی شود و اگر ضریب بالاتر از ۰/۴ باشد، به‌این معناست که متغیر قدرت بالایی در توصیف تغییراتی که در منطقه مورد مطالعه رخ داده، دارد و نشان می‌دهد تأثیرگذاری این متغیر در تغییرات رخ داده بسیار بالا است. ضرایب کرامر چهار متغیر فوق‌الذکر در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳: ضرایب کرامر برای متغیرهای تأثیرگذار در سال‌های ۲۰۱۳-۲۰۰۸

متغیر / کاربری	کشاورزی	مسکونی	بایر	ضریب کلی
فاصله از زمین‌های کشاورزی	۰/۵۷۸۲	۰/۰۵۱۰	۰/۵۷۰۹	۰/۴۱۰۵
فاصله از مناطق مسکونی	۰/۲۵۵۱	۰/۳۶۶۴	۰/۲۷۵۹	۰/۳۱۵۷
فاصله از جاده	۰/۱۷۲۵	۰/۱۰۶۳	۰/۱۰۹۱	۰/۱۵۲۰
شیب	۰/۱۰۶۳	۰/۰۲۵۰	۰/۱۰۹۱	۰/۰۷۷۲

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (س)

مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش ... / ۱۶۷

آمد؛ بنابراین نتیجه گرفته می شود که نتایج دارای صحت قابل قبولی هستند.

۳-۶- پیش بینی تغییرات آینده با روش زنجیره مارکوف

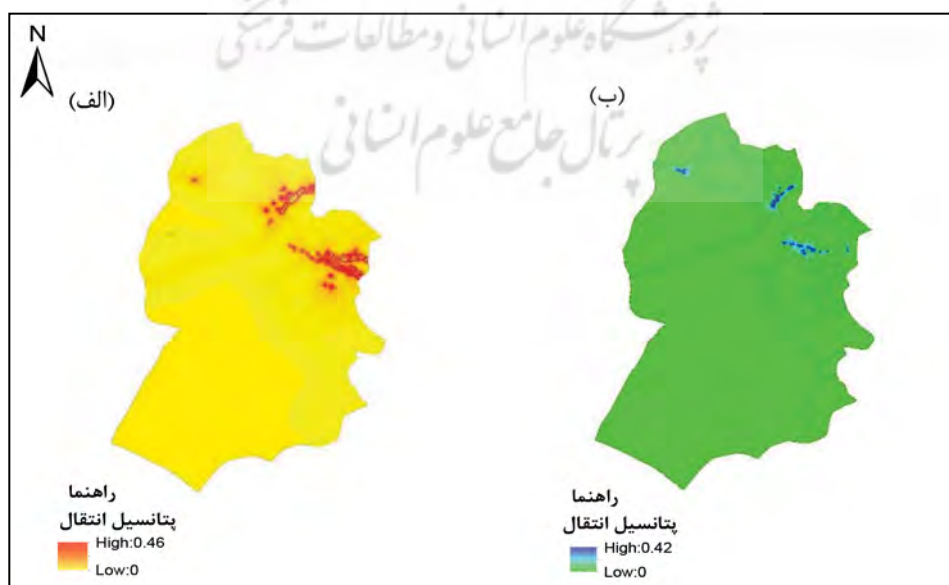
بعد از تهیه نقشه های قابلیت تبدیل کاربری زمین با روش رگرسیون لجستیک با استفاده از روش زنجیره مارکوف پیش بینی سخت نقشه کاربری اراضی مربوط به سال ۲۰۲۲ انجام شد که در نگاره (۶-الف) قابل مشاهده است. همچنین نقشه مربوط به واقعیت زمینی سال ۲۰۲۲ در نگاره (۶-ب) قابل مشاهده و مقایسه است. میزان تغییرات کاربری ها در جدول (۴) ارائه شده است.

در این مطالعه ضریب کاپا ۰/۹۶۳۶۲۸ به دست آمد که این عدد به ۱+ نزدیک است و این نشان دهنده این است که پیش بینی انجام شده از صحت بالایی برخوردار است. با توجه به این که نقشه پیش بینی شده سال ۲۰۲۲ با نقشه واقعیت زمینی سال ۲۰۲۲ مطابقت قابل قبولی دارد پس این نشان دهنده این است که پیش بینی از صحت بالایی برخوردار است در نتیجه برای پیش بینی سال ۲۰۴۰ از دو نقشه مربوط به سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۲ استفاده شد (نگاره ۷).

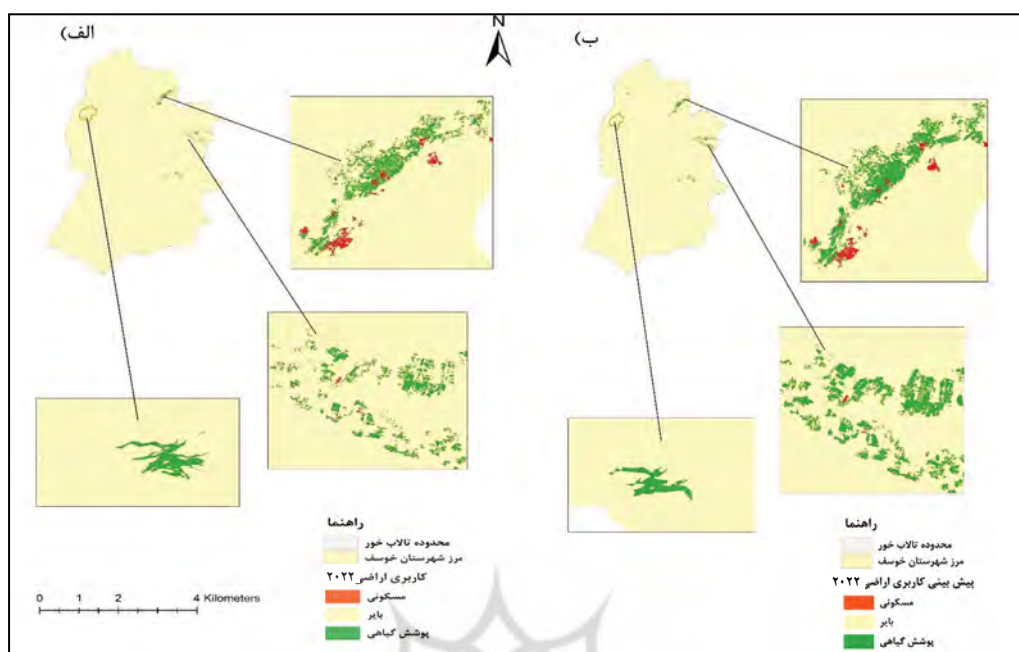
پس از بررسی ضرایب کرامر متغیر فاصله از زمین های کشاورزی با ضریب کلی ۰/۴۱۰۵ نشان می دهد، تأثیرگذاری این متغیر در تغییرات ایجاد شده بسیار بالاست و متغیر شیب با ضریب کرامر ۰/۰۷۷۲ به دلیل پایین بودن ضریب وارد مدل سازی نشد. در نهایت مدل سازی قابلیت انتقال برای زیر مدل ها با سه متغیر فاصله از زمین های کشاورزی، فاصله از مناطق مسکونی، فاصله از جاده صورت پذیرفت.

۳-۵- قابلیت انتقال با رگرسیون لجستیک

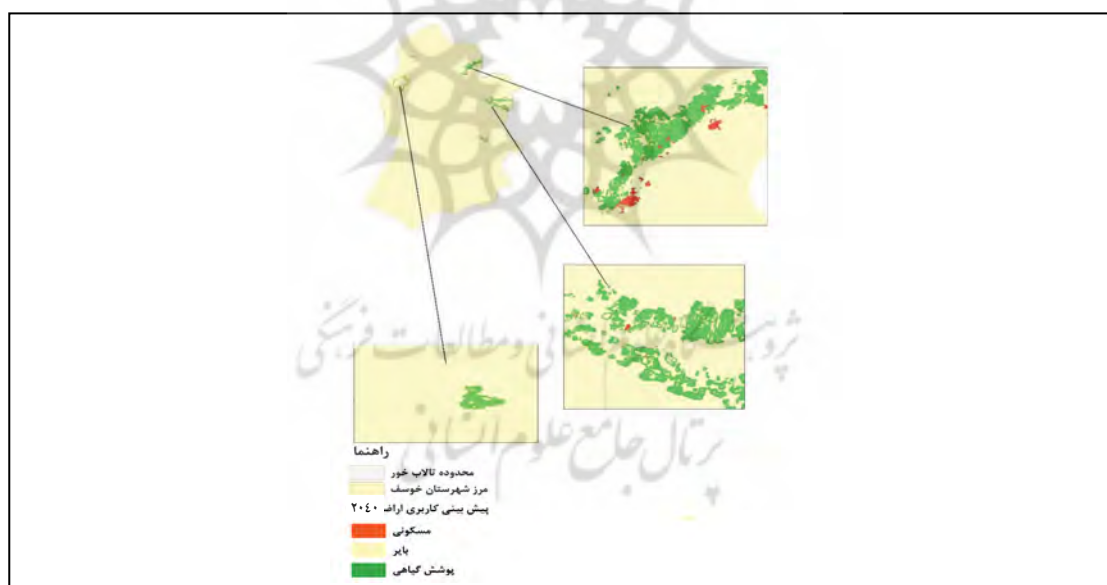
نقشه قابلیت انتقال کاربری بایر به کشاورزی و نقشه قابلیت انتقال کاربری بایر به مسکونی در نگاره (۵) ارائه شده است. بر اساس نگاره (۵-الف) مناطقی که با رنگ قرمز نشان داده شده اند بیشترین قابلیت را برای تبدیل شدن به اراضی کشاورزی دارند. بر اساس نگاره (۵-ب) مناطقی که با رنگ آبی نشان داده شده اند بیشترین قابلیت را برای تبدیل شدن به اراضی مسکونی دارند. اعتبارسنجی مدل سازی قابلیت انتقال توسط شاخص ROC صورت می گیرد. این شاخص برای زیر مدل بایر به کشاورزی ۰/۹۳۱۷ و برای زیر مدل بایر به مسکونی برابر ۰/۹۷۶۵ بود. شاخص ROC بر اساس رگرسیون لجستیک اعدادی نزدیک به ۱+ به دست



نگاره ۵: الف) نقشه قابلیت انتقال کاربری بایر به کشاورزی، ب) نقشه قابلیت انتقال کاربری بایر به کاربری شهری



نگاره ۶: الف) نقشه واقعیت زمینی سال ۲۰۲۲، ب) نقشه پیش‌بینی شده سال ۲۰۲۲



نگاره ۷: نقشه پیش‌بینی شده سال ۲۰۴۰

جدول (۴): مساحت کاربری‌ها (هکتار) در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۴۰

نقشه / طبقه	پوشش گیاهی	مسکونی	بایر
واقعیت زمینی سال ۲۰۲۲	۷۲۰۵/۸۳	۵۷۲/۰۱	۱۵۷۵۵۳۶/۷۷
پیش‌بینی شده سال ۲۰۲۲	۷۷۲۷/۸۸	۶۱۱/۱۳	۱۵۷۴۹۷۵/۶۰
پیش‌بینی شده سال ۲۰۴۰	۱۰۴۸۸/۱۸	۷۵۰/۰۴	۱۵۷۲۰۷۶/۴۰

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (س)

مدل سازی و پیش بینی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش ... / ۱۶۹

نیزار کویر لوت ایران است که دارای پوشش گیاهی گز همراه با آب شور است. برای بررسی وضعیت آن، شاخص NDVI مورد استفاده قرار گرفت. مساحت پوشش گیاهی تالاب خور در سال ۲۰۰۸، ۱۱۷/۷۵ هکتار بوده که این مقدار در سال ۲۰۲۲ به ۷۰/۸۳ هکتار کاهش یافته است (نگاره ۸).

همچنین پیش بینی مساحت پوشش گیاهی تالاب خور برای سال ۲۰۴۰ نیز ۴۸/۴۸ هکتار به دست آمد (نگاره ۹). این نتایج بیانگر نیاز به ایجاد راهبردهای جدید در منطقه برای حفاظت از پایداری کاربری ها و حفاظت از پوشش گیاهی طبیعی مانند نیزارهای تالاب خور است. همچنین، برنامه ریزی دقیق منطقه ای برای تضمین حفظ مناظر طبیعی برای ایجاد یک محیط منطقه ای انعطاف پذیر و توسعه پایدار حیاتی است (Shafie et al., 2021).

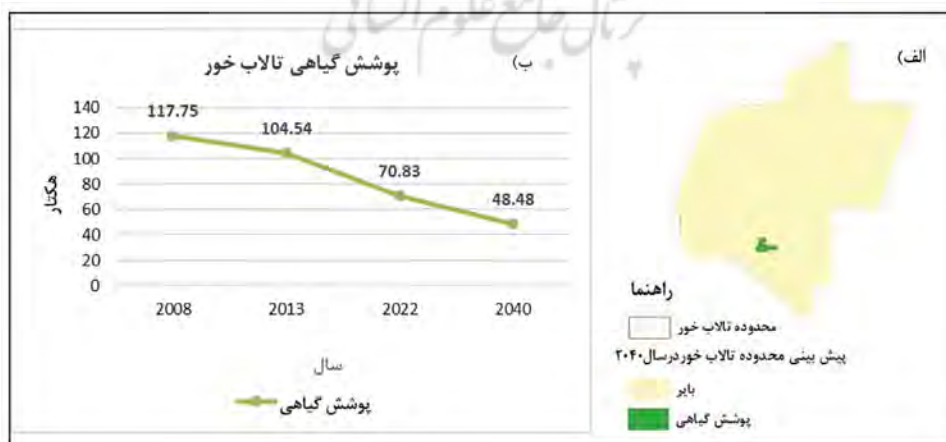
افزایش کاربری های شهری به دلیل تأثیر افزایش مداوم توسعه اقتصادی و جمعیتی است (Aghajani et al., 2024) و از طرفی افزایش پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه بیشتر به دلیل افزایش زمین های کشاورزی است و متأسفانه فضاهاى سبز طبیعی مانند نیزار خور به شدت در حال کاهش مساحت هستند که در ادامه به این موضوع پرداخته شده است. بنابراین بسیار ضروری است که اقدامات اجرایی برای دستیابی به استفاده منطقی از زمین های کشاورزی صورت پذیرد (Ieta et al., 2024).

۷-۳- بررسی روند تغییرات تالاب خور

همان طور که گفته شد تالاب خور یکی از بزرگ ترین نیزارهای کویری استان خراسان جنوبی و همچنین بزرگ ترین



نگاره ۸: بررسی تغییر مساحت پوشش گیاهی تالاب خور (هکتار) طی سال های ۲۰۰۸-۲۰۴۰



نگاره ۹: (الف) نقشه پیش بینی پوشش گیاهی تالاب خور در سال ۲۰۴۰، (ب) روند تغییرات تالاب خور ۲۰۰۸-۲۰۴۰

۴- نتیجه گیری

در سال‌های اخیر، عوامل متعددی بر تکامل کاربری اراضی تأثیر گذاشته‌اند و این تحول سریع، چالش‌های عمده‌ای را برای تصمیم‌گیران و محققان از نظر مدیریت و برنامه‌ریزی پایدار زمین ایجاد می‌کند. یافته‌های مطالعه حاضر به تحلیل روندهای آتی تغییرات کاربری زمین در شهرستان خوسف کمک می‌کند. این اطلاعات می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای برنامه‌ریزان و مدیران زمین در برنامه‌ریزی کاربری اراضی آتی منطقه مورد استفاده قرار گیرد؛ بنابراین، از مدل‌ساز تغییر سرزمین در این پژوهش برای مدل‌سازی تغییرات پوشش اراضی شهرستان خوسف استفاده شد.

متغیرهایی که در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفتند شامل: فاصله از زمین کشاورزی، فاصله از مناطق مسکونی و فاصله از جاده بودند و همچنین زیر مدل‌های به‌دست‌آمده در این پژوهش، زیر مدل انتقال بایر، انتقال کاربری کشاورزی و انتقال کاربری مسکونی بودند. نتایج نقشه‌های پوشش سرزمین دوره ۲۰۰۸ و ۲۰۱۳ در این مطالعه، نشان‌دهنده این بود که زمین‌های کشاورزی باگذشت زمان بیشترین افزایش و بعد از آن مناطق مسکونی دچار تغییرات افزایشی شده‌اند، که این خود یکی از مشخصه‌های شهرهای کوچک است زیرا در شهرهای کوچک که هنوز جمع قابل توجهی از مردم شغل کشاورزی را دارند، در بررسی روند تغییرات کاربری‌ها بیشتر کاربری کشاورزی شاهد تغییرات است ولی در شهرهای بزرگ کاربری مسکونی دارای بالاترین تغییرات است. لازم به ذکر است که باتوجه به بررسی‌های انجام شده شاخص سبز بیشتر مربوط به زمین‌های کشاورزی بوده، نه مراتع و نیزارها، بنابراین می‌شود این گونه گفت که اگر چه میزان پهنه سبز افزایش پیدا کرده است اما پوشش‌های سبز طبیعی که از لحاظ خدمات اکوسیستمی (نقش در جلوگیری از فرسایش خاک، زیستگاه پرندگان و سایر گونه‌ها و...) دارای ارزش بالایی هستند، رشد نداشته‌اند. باتوجه به نقشه پیش‌بینی‌شده مربوط به سال ۲۰۴۰ تغییرات کاربری اراضی

بیشتر در کاربری‌های کشاورزی و مسکونی خواهد بود. مساحت پیش‌بینی‌شده برای این کاربری‌ها، در کاربری کشاورزی ۱۸/۱۰۴۸۸ هکتار، ۷۵۰/۰۴ هکتار کاربری شهری و برای کاربری بایر برابر با ۴۰/۱۵۷۲۰۷۶ هکتار به دست آمد. همچنین ضریب کل کاپا ۹۶٪ به دست آمد، که نشان‌دهنده صحت انجام پیش‌بینی از طریق روش مدل‌ساز تغییر کاربری اراضی در این مطالعه بوده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، مساحت تالاب خور نیز در سال ۲۰۰۸، ۷۵/۱۱۷ هکتار بوده که این مقدار در سال ۲۰۲۲ به ۸۳/۷۰ هکتار کاهش یافته است یا به بیان دیگر اختلاف هکتار بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۲۲، ۹۲/۴۶ هکتار کاهش یافته است. همچنین پیش‌بینی مساحت پوشش گیاهی تالاب خور برای سال ۲۰۴۰، ۴۸/۴۸ هکتار است. قابل ذکر است در کنار نقاط مثبت این روش که در مطالعه حاضر و سایر پژوهش‌های محققان به اثبات رسیده است؛ فرض ثابت ماندن تغییرات در طول دوره‌های زمانی، در پیش فرض این مدل یکی از نقاط ضعف مدل محسوب می‌شود که می‌توان توسط سناریونویسی حالت‌های محتمل آن را رفع نمود. در شهرستان خوسف نیز براساس نتایج به‌دست آمده و با توجه به خشکسالی و کم‌آبی‌های اخیر، تغییرات کاربری اراضی قابل ادامه دادن نیستند، زیرا این تغییرات باعث می‌شوند برداشت آب از چاه‌ها و بند سارها بیشتر صورت گیرد و با ادامه روند خشکسالی بر سطح ایستایی آب زیرزمینی فشار آورده و از ورود رواناب به تالاب خور جلوگیری کند و ضرر جبران‌ناپذیری به محیط‌زیست وارد کند؛ بنابراین، این تغییرات شدید کاربری خصوصاً در اطراف تالاب خور باید مدیریت شود و با توجه به اقلیم منطقه، کشاورزی با محصولات کم آب بر و روش آبیاری نوین جایگزین شود و از چرای بیش از حد دام خصوصاً دام سنگین مانند شتر در این ناحیه جلوگیری شده و نظارت و پایش به‌طور مستمر انجام گیرد. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی غیر از بررسی میزان تغییرات کاربری‌ها نحوه توزیع زمانی-فضایی هر کاربری نیز بر اساس شاخص‌های سیمای سرزمین

M. A. (2021). Modeling vegetation distribution based on environmental variables and logistic regression method in Mullah Fahleh area of Firoozabad, Fars province. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 34(4), 883-901.

8- Cao, Y., Zhang, X., Fu, Y., Lu, Z., & Shen, X. (2020). Urban spatial growth modeling using logistic regression and cellular automata: A case study of Hangzhou. *Ecological indicators*, 113, 106200.

9- Clark, W. A., & Hosking, P. L. (1986). Statistical methods for geographers.

10- Comprehensive report on the status of the four areas under the management of environmental protection in South Khorasan Province . (2021). Expertise in habitats and regional affairs, General Department of Environmental Protection of South Khorasan, 39 pages.

11- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E. (2004). Review Article Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9), 1565-1596.

12- Derakhsh, M., & Sobhan Ardakani, S. (2022). Simulation of the Spatial Pattern of Land Use Change in the City of Gachsaran Using Cellular Automata Model. *Human & Environment*, 20(3), 67-81.

13- Eastman, J. (2012). Idrisi Selva. Clark Labs Clark University, Worcester MA, USA.

14- El Haj, F. A., Ouadif, L., & Akhssas, A. (2023). Simulating and predicting future land-use/land cover trends using CA-Markov and LCM models. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 7, 100342.

15- Falhakar, S., Saffianian, A., KHajeddin, S., & Ziaei, H. (2009). Isfahan Land Cover Change Detection in The Past 4 Decades Using Remote Sensing. *Journal of Crop Production and Processing*; 13 (47) :381-396.

16- Faramarzi, H., Hosseini, S. M., & Gholamalifard, M. (2014). Fire Hazard Zoning in National Golestan Park Using Logistic Regression and GIS. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 3(2), 73-90.

17- Farokhzadeh, B. Modeling land use changes in Gahvareh region, Kermanshah province. (2023). *Journal of Rainwater Catchment Systems*. 11 (2), 48-62.

مورد بررسی قرار گیرد تا میزان پایداری کاربری‌هایی مانند فضاهاى سبز بر اساس میزان خوردشدگی، پیوستگی، شکل لکه و... مشخص شود.

تعارض منافع

در این پژوهش، حامی مالی و تعارض منافع وجود ندارد.

References

1- Adeli Sardooei, M., Asadi, A., Kalantari, KH., Barati, A., & Khosravi, H. (2021). Investigating land-use changes in Jiroft plain in the present and future period with a look at agricultural land-use suitability. *Journal Of Range And Watershed Management (Iranian Journal Of Natural Resources)*, 73(4), 893-913.

2- Aghajani, H., Sarkari, F., & Fattahi Moghaddam, M. (2024). Predicting land use/land cover changes using CA-Markov and LCM models in the metropolitan area of Mashhad, Iran. *Modeling Earth Systems and Environment*, 1-18.

3- AiziGhalaty, S., Rangzan, K., Sadidy, J., Heydarian, P., & Taghizadeh, A. (2016). Predicting locational trend of land use changes using CA-Markov model (Case study: KohmareSorkhi, Fars province). *RS & GIS Techniques for Natural Resources*. 7(1), 59-71.

4- Amini, M. R., ShataeeJoybari, S., Moaieri, M. H. & Ghazanfari, H. (2008). Deforestation modeling and investigation on related physiographic and human factors using satellite images and GIS (Case study: Armerdeh forests of Baneh), *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(3), 431-443.

5- Arekhi, S., & Niyazi, Y. (2009). Comparing evaluation of remote sensing techniques for monitoring land use change, (Case study: Darehshar catchment, Ilam province). *Journal-Range and Desert Research of Iran*, 17(1), 74-93.

6- Arsanjani, J. J., Helbich, M., & de Noronha Vaz, E. (2013). Spatiotemporal simulation of urban growth patterns using agent-based modeling: The case of Tehran. *Cities*, 32, 33-42.

7- Behi, M. J., Mokhtari, M. H., Moradi, G., & Saremi,

remote sensing technology and its application in natural resources, University of Tehran Printing and Publishing Institute.

28- Nasiri, V., Darvishsefat, A., Shirvani, A., & Avatefi Hemat, M. (2019). Monitoring and modeling changes of forest area using logistic regression-markov and geomod, *Geographic Space*, 19(65), 171-189.

29- Pal, M., & Mather, P. M. (2005). Support vector machines for classification in remote sensing. *International journal of remote sensing*, 26(5), 1007-1011.

30- Park, C. B., Miller, R. D., Rydén, N., Xia, J., & Ivanov, J. (2005). Combined use of active and passive surface waves. *Journal of Environmental & Engineering Geophysics*, 10(3), 323-334.

31- Pérez-Vega, A., Mas, J. F., & Ligmann-Zielinska, A. (2012). Comparing two approaches to land use/cover change modeling and their implications for the assessment of biodiversity loss in a deciduous tropical forest. *Environmental Modelling & Software*, 29(1), 11-23.

32- Pontius Jr, R. G., & Schneider, L. C. (2001). Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1-3), 239-248.

33- Sedighian, H., Nikzad, M., Oshnoei Noshabadi, Amir., Ghasemi, E (2021). The effect of climatic conditions on the structure and architectural components of traditional houses in hot and dry areas of Khosf county, South Khorasan, *Parseh Journal of Archaeological Studies*, 4(14), 125-146.

34- Shafie, B., Javid, A. H., Behbahani, H. I., Darabi, H., & Lotfi, F. H. (2023). Modeling land use/cover change based on LCM model for a semi-arid area in the Latian Dam Watershed (Iran). *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(3), 363.

35- Singh, A. (1989). Review article digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989-1003.

36- Verburg, P. H., Schot, P. P., Dijst, M. J., & Veldkamp, A. (2004). Land use change modelling: current practice and research priorities. *GeoJournal*, 61, 309-324.

37- Wu, B., Huang, B., & Fung, T. (2009). Projection of

18- Geneletti, D. (2013). Assessing the impact of alternative land-use zoning policies on future ecosystem services. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 25-35.

19- Ghayab, H. R. (2007). Spatio-temporal modeling of urban development with remote sensing data using logistic regression in Gorgan city. Master's thesis, TarbiatModares University, Tehran. 109

20- Goldway, S. (2019). Comparing the performance of logistic regression and Geomod methods for modeling land use and vegetation changes and investigating the effects of changes on surface water, case study: Gorgan region, Master's thesis in environment, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

21- Huu, C. N., Van, C. N., & My, T. N. N. (2022). Modeling land-use changes using logistic regression in Western Highlands of Vietnam: A case study of Lam Dong province. *Agriculture And Natural Resources*, 56(5), 935-944.

22- Kabir, A. (2005). Rainfall-Runoff Modeling in Kachik Watershed, Master's Thesis, Golestan Province, Faculty of Pasture and Watershed Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

23- Khoi, D. D., & Murayama, Y. (2010). Forecasting areas vulnerable to forest conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. *Remote sensing*, 2(5), 1249-1272.

24- Larijani, M., Ghassami, F., Yousefi Rubiat, E. (2014). Ecological Analysis of Green Space Jiroft Using Landscape Metrics. *Environmental Planning*, 7(25), 49-64.

25- Leta, M. K., Demissie, T. A., & Tränckner, J. (2021). Modeling and prediction of land use land cover change dynamics based on land change modeler (Lcm) in nashe watershed, upper blue Nile basin, Ethiopia. *Sustainability*, 13(7), 3740.

26- Li, K., Feng, M., Biswas, A., Su, H., Niu, Y., & Cao, J. (2020). Driving factors and future prediction of land use and cover change based on satellite remote sensing data by the LCM model: a case study from Gansu province, China. *Sensors*, 20(10), 2757.

27- Majd, A. R., & Zubairi, M. (2003). Familiarity with

land use change patterns using kernel logistic regression. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 75(8), 971-979.

38- Yousefi, E., Salehi, S., Ghesami, F., Jahani Shakib, F. (2014). The Ecological Status of Green Space in Birjand with Emphasis on the Regional and Local Parks Based on Landscape Metrics. Journal of Geographic Space .14(46): 71-87.

39- Zare Karizi, A., Bardi Sheikh, V., Saededdin, A., & Mahini, A. R. (2012). Modeling the Spatial Pattern of Land-cover Change, Using Logistic Regression (Case Study: Chehlchay Watershed, Golestan Province), Geographic Space, 12(37), 55-68.



COPYRIGHTS

©2025 by the authors. Published by National Geographical Organization. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons [Attribution-NoDerivs 4.0 International \(CC BY-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/)





پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی