



Research Paper

# Monitoring and Forecasting of Spatiotemporal Changes in Land Use and the Growth of Kermanshah Township Using Remote Sensing and the CA-Markov Model

Karim Solaimani<sup>1\*</sup> , Fatemeh Shokrian<sup>2</sup>, Shadman. Darvishi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Professor, RS & GIS Centre and Department of Watershed Management, Faculty of Natural resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Watershed Management, Faculty of Natural resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

<sup>3</sup> M.Sc. of Remote Sensing & GIS, Aban Haraz Higher Education Institute, Amol, Iran



10.22080/USFS.2023.4129.

**Received:**

October 22, 2022

**Accepted:**

January 17, 2023

**Available online:**

March 15, 2023

**Keywords:**

Land cover changes, elevation classes, geographical directions, Kermanshah Township

## Abstract

In this study, land use changes in Kermanshah Township in altitude classes and the city's growth in geographical directions were investigated and predicted on a time scale of 1987-2047 using remote sensing data and a CA-Markov model. The analysis of land use change results shows that urban and agricultural areas have increased, while vegetation and barren lands have decreased. Most of these changes have occurred at altitudes ranging from 1042 to 1587 meters, and this process of changes will continue until 2032-2047. Also, the investigation of the impact of city growth on land use changes shows that due to the large growth of the city in the north and northeast directions, land destruction will occur in urban areas in these directions more than in other areas. This trend can be seen both in the evaluation period (1987-2017) and the forecast period (2017-2047).

\* Corresponding Author: Karim Solaimani

Address: Professor, RS & GIS Centre and Department of Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran  
Email: k.solaimani@sanru.ac.ir  
Tel: 09111521858



## Extended Abstract

### 1. Introduction

Today, the detection and modeling of land use changes play an important role in future planning for sustainable management of the environment and natural resources. The Markov chain model has become a useful tool in environmental sciences with its ability to simulate spatial dimension, temporal dynamics, simplicity and comprehensibility, and the ability to model complex phenomena. Kermanshah Township has seen large population growth in recent years, in other words, it has increased from 862,378 in 1986 to 1,583,880 in 2016. Following the importance of the topic, the aim of the present study is to investigate and model the past, present, and future changes in land use and growth of Kermanshah using Landsat images.

### 2. Research Methodology

Landsat images and the CA-Markov model were used to investigate and predict land use changes. After receiving the required data in order to prepare land use maps, the images were pre-processed in Arc GIS 10.4 and ENVI 5.3 software, and then the images were classified into four classes by applying the support vector machine algorithm. CA-Markov model was used to predict land use changes and growth of Kermanshah Township in 2032 and 2047. For this purpose, first, using the matrix of the probability of conversion of land use maps of 1987 and 2002, the land use map of 2017 was simulated, and then, using the matrix of the probability of conversion of the years 1987, 2002, and 2017, the land use map of

Kermanshah Township was predicted for the years 2032 and 2047.

### 3. Research Findings

The evaluation results of the overall accuracy and kappa coefficients of the support vector machine algorithm show that the land use maps in 1987, 2002, and 2017 have an overall accuracy of 86%, 93%, and 91% and kappa coefficients of 81%, 90%, and 87%. The investigation of the land use situation shows that the agricultural land and vegetation in Kermanshah show an increasing and decreasing trend over 30 years, respectively. Bare lands decreased by 10,241 hectares during the studied period and urban lands increased by 2,872/15 during the same period. The most changes in bare lands at the altitudes of 1587-1042 meters and the greatest growth of urban lands were in the north and northeast directions. The trend of changes in urban land and bare land will continue in the forecasted periods (2017 to 2032 and 2032 to 2047) so that the area of bare land will decrease by 6612 hectares from 2017 to 2032 and 6782 hectares from 2032 to 2047.

### 4. Conclusion

This study was conducted with the aim of monitoring and predicting land use changes and the growth of Kermanshah Township using Landsat images and the CA-Markov model. The results showed that the highest density of land use is at the height of 1042-1587 meters and the most land changes have occurred in these classes during this 30-year period. During the studied period, bare lands and vegetation have a declining trend and agricultural and urban lands have an increasing trend and will continue until 2047. Also, the township of Kermanshah will grow by 4452.45 hectares between 1987 and



2047, and a large part of this growth will be in the north and northeast directions. The most land destruction caused by the growth of Kermanshah Township has been related to bare lands and agriculture in the northern directions and this process will continue at a slower speed until 2047.

### **Funding**

There is no funding support.

### **Authors' Contribution**

The authors contributed equally to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

### **Conflict of Interest**

The authors declared no conflict of interest.

### **Acknowledgments**

The authors appreciate all the scientific consultants in this paper.



علمی پژوهشی

# پایش و پیش‌بینی تغییرات زمانی- مکانی پوشش زمین با استفاده از سنجش از دور و مدل CA-Markov (مطالعه موردی کرمانشاه)

کریم سلیمانی<sup>\*۱</sup> , فاطمه شکران<sup>۲</sup> شادمان درویشی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.  
<sup>۲</sup> استادیار گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.  
<sup>۳</sup> دانش آموخته کارشناسی ارشد سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی، موسسه آموزش عالی آبان هراز، آمل، ایران.

 10.22080/USFS.2023.4129

## چکیده

رشد شهری یک پدیده جهانی است اما در کشورهای در حال توسعه مانند ایران به دلیل فقدان برنامه‌ریزی صحیح بسیار نامظم صورت می‌گیرد که این مسئله منجر به تخریب پوشش زمین اطراف مناطق شهری شده است. از اینرو در این مطالعه با استفاده از داده‌های سنجش از دور و مدل CA-Markov تغییرات پوشش زمین شهر کرمانشاه در طبقات ارتفاعی و رشد این شهر در جهات جغرافیایی در مقیاس زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۴۷ بررسی و پیش‌بینی گردید. تحلیل نتایج بررسی تغییرات پوشش زمین نشان می‌دهد که نواحی شهری و کشاورزی روند افزایشی و کاربری‌های پوشش گیاهی و زمین‌های بایر روند کاهشی داشته است که بیشتر این تغییرات در ارتفاعات ۱۰۴۲ تا ۱۵۸۷ متری اتفاق افتاده است و این روند تغییرات تا سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ ادامه خواهد یافت. همچنین بررسی تاثیر رشد شهر بر تغییرات پوشش زمین نشان می‌دهد با توجه به رشد زیاد شهر در جهات شمال و شمال شرق تخریب اراضی به نواحی شهری در این جهات بیشتر از جهات دیگر رخ خواهد داد. این روند هم در دوره بررسی (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) و هم در دوره پیش‌بینی (۲۰۱۷ تا ۲۰۴۷) دیده می‌شود. بدیهی است ارائه الگوهای رشد شهری در جهات جغرافیایی برای برنامه‌های توسعه پایدار بسیار مفید بوده و برنامه ریزان می‌توانند با استفاده از آنها رشد مناطق شهری را به جهات بهینه هدایت نمایند و در نتیجه تخریب اراضی را به حداقل برسانند.

تاریخ دریافت:

۳۰ مهر ۱۴۰۱

تاریخ پذیرش:

۲۷ دی ۱۴۰۱

تاریخ انتشار:

۲۴ اسفند ۱۴۰۱

کلیدواژه‌ها:

تغییرات پوشش زمین، طبقات ارتفاعی، جهات جغرافیایی، شهرستان کرمانشاه

\*نویسنده مسئول: کریم سلیمانی

آدرس: استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران.  
ایمیل: k.solaimani@sanru.ac.ir  
تلفن: ۰۹۱۱۱۵۲۱۸۵۸



## ۱ مقدمه

داده‌های سنجش‌ازدور، دینامیک زمانی، سادگی و قابل‌فهم بودن و قابلیت مدل‌سازی پدیده‌های پیچیده به یک ابزار مفید در علوم محیطی تبدیل‌شده است و تاکنون مطالعات زیادی در زمینه بررسی و پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین با استفاده از این مدل و فناوری‌های سنجش‌ازدور و GIS انجام‌شده است. هالمی<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی تغییرات پوشش زمین بیابان ساحلی شمال شرقی در مصر را با استفاده از مدل CA-Markov بررسی و پیش‌بینی کردند. نتایج نشان داد مدل CA-Markov در پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین در سال ۲۰۱۱ موفق بود و نتایج نقشه شبیه‌سازی شده پوشش زمین با نقشه پوشش زمین واقعی در ۲۰۱۱ قابل مقایسه بود. همچنین نتایج پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین تا سال ۲۰۲۳ نشان داد که شهرنشینی بیشتر چشم‌انداز را با گسترش بالقوه در زمین‌های زراعی به سمت غرب و شمال افزایش داده است. خاوالده<sup>۲</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی تغییرات آینده پوشش زمین در ناحیه Amman را با استفاده از مدل CA-Markov و تکنیک سنجش از دور و GIS پیش‌بینی کرد. نتایج نشان داد که مساحت شهری طی دوره ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۴ به میزان ۱۴۷ درصد افزایش یافته و بر اساس پیش‌بینی‌های مدل مارکوف از سال ۲۰۱۴ تا ۲۰۳۰ به میزان ۴۳٫۹ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین بر اساس نتایج پیش‌بینی اراضی شهری در مناطق غرب، شمال غرب و جنوب غربی و شمال شرقی منطقه مورد مطالعه تا ۲۰۳۰ افزایش خواهند یافت. دی<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی تغییرات پوشش زمین شهر Rajshahi را در بنگلادش با استفاده از ترکیب مدل زنجیره خودکار پیش‌بینی کردند. نتایج مدل با صحت کلی بیش از ۹۰ درصد نشان می‌دهد اراضی شهر تا ۱۰ سال آینده ۳٫۶ کیلومتر رشد داشته و نواحی شهری تا سال ۲۰۴۰ حدود ۶۰ درصد رشد خواهند یافت. گیرما<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقی تغییرات پوشش زمین

بررسی تغییرات کاربری اراضی برای آگاهی از وضعیت طبیعی زمین بسیار ضروری است (Reveshty, 2011). یکی از پیش‌شرط‌های اصلی برای استفاده بهینه از زمین، اطلاع از الگوهایی کاربری اراضی و تغییرات آن در طول زمان است. تغییرات پوشش زمین به‌طور عمده با توسعه اقتصادی، رشد جمعیت، فناوری و تغییرات زیست‌محیطی ارتباط دارد و در صورت عدم برنامه‌ریزی صحیح منجر به بروز آسیب‌های جبران‌ناپذیر مانند کاهش منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، از بین رفتن تنوع زیستی، افزایش دمای سطح زمین و توسعه جزایر حرارتی، آلودگی هوا و مشکلات سلامتی و روحی انسان می‌شود. همچنین از بین رفتن پوشش طبیعی و زمین‌های کشاورزی سبب تحول در ساختار اقتصادی شهرها و بروز مشکلات اقتصادی و اجتماعی برای ساکنان یک ناحیه می‌شود (Lausch et al; 2002; Hamad et al; 2018; Houghton, 1984; Hishe et al; 2018; Frumkin, 2002; Rafiee et al; 2013; Thapa et al; 2012; Celik, 2005, Bowen, et al; 1991; Wagrowski et al; 1996). امروزه آشکارسازی و مدل‌سازی تغییرات پوشش زمین نقش مهمی در برنامه‌ریزی‌های آینده برای مدیریت پایدار زیست‌محیطی و منابع طبیعی دارد (Tang et al; 2005). با توسعه علم کامپیوتر و فناوری‌های سنجش‌ازدور و GIS مدل‌های زیادی مانند مدل رگرسیون لجستیک، شبکه عصبی، مدل زنجیره مارکف و مدل‌های آماری به‌منظور پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین به وجود آمده‌اند (Cheng et al; 2003; Pijanowskia et al; 2002; Van Dessel et al; 2011; Tayyebi et al; 2010; Fang et al; 2007; Huang et al; 2018; Dixon et al; 2008; Almeida et al; 2008). در بین این مدل‌ها، مدل زنجیره مارکوف با قابلیت شبیه‌سازی بعد مکانی، همسازی با سیستم اطلاعات جغرافیایی و

3 -Dey  
4 -Girma

1 -Halmy  
2 - Khawaldah



کلاس‌های پوشش زمین برای چشم‌انداز ۲۰۲۶ با مدل زنجیره CA مارکوف پیش‌بینی شد. نتایج نشان می‌دهد که به ترتیب مقدار زیادی از مساحت کلاس‌های مناطق کوهستانی، پوشش گیاهی، صخره‌ای و سطوح آبی به کاربری شهری تبدیل خواهند شد. درویشی<sup>۱</sup> و همکاران (2020) در پژوهشی روند رشد شهرهای بانه، مریوان و سقز و تاثیر رشد این شهرها را بر تغییرات پوشش زمین با استفاده از سنجش از دور و مدل CA-Markov بررسی و پیش‌بینی کردند. نتایج نشان می‌دهد در دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ حدود ۸۹۷/۳۹ و ۷۹۰/۳۸ هکتار (در شهر مریوان) و ۸۰۱ و ۷۷۲/۲۹ هکتار (در شهر بانه) به ترتیب از اراضی پوشش‌گیاهی و زمین‌های کشاورزی به نواحی شهری تبدیل شده است اما این روند برای شهر سقز کمتر بوده و رشد این شهر بیشتر نواحی بایر را به میزان ۲۹/۱۲۴۹ هکتار تحت تأثیر قرار داده است. همچنین نتایج مدل CA-Markov برای سال ۲۰۳۲ نشان داد در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ همانند دوره‌ی قبل رشد شهر بانه در جهت شمال شرق، شهر مریوان در جهت شرق و شهر سقز در چهار جهت خواهد بود. در این دوره رشد نواحی شهری منجر به تخریب ۵۱۱/۲۹ و ۷۲۲/۷۰ هکتار (در شهر بانه) و ۱۰۸۰ و ۲۴۰۲/۰۱ هکتار (در شهر مریوان) به ترتیب از اراضی زمین‌های کشاورزی و نواحی بایر خواهد شد. از طرف دیگر رشد شهر سقز بیشتر اراضی بایر را به میزان ۱۵۱۱/۴۶ هکتار تخریب خواهد کرد. درویشی و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیقی تغییرات زمانی- مکانی پوشش‌گیاهی شهرستان کرمانشاه را با استفاده از شاخص NDVI و مدل CA-Markov پایش و پیش‌بینی کردند. نتایج بررسی نقشه‌های پوشش‌گیاهی با دقت بیش از ۸۷ درصد نشان می‌دهد که مساحت طبقات بدون پوشش‌گیاهی، ضعیف و متراکم در دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ روند کاهشی و پوشش‌گیاهی متوسط دارای روند افزایشی بوده است. تغییرات مکانی پوشش‌گیاهی طی

را با استفاده از ترکیب مدل‌های شبکه عصبی مصنوعی، زنجیره مارکوف و سلول خودکار در حوضه آبریز رودخانه Gidabo در اتیوپی را مدلسازی کردند. بر اساس نتایج مشخص شد که تغییرات پوشش زمین حوضه رودخانه Gidabo زیاد بوده است و این روند برای سالهای آینده نیز ادامه دار خواهد بود. به طوریکه بر اساس نتایج اراضی کشاورزی، مسکونی و پهناهای آب رشد قابل توجهی را تا ۲۰۵۰ داشته و اراضی جنگلی و مراتع نیز روند کاهش را خواهند داشت. کریمی<sup>۱</sup> و همکاران (2016) در تحقیقی تغییرات پوشش زمین را با استفاده از زنجیره مارکوف در دشت عباس را بررسی و پیش‌بینی کردند. بنا بر نتایج، کشاورزی پویاترین کاربری موجود در منطقه بوده و وسعت آن طی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی صعودی را در پی داشته است به طوری که مقدار ۴۳۳۷ هکتار (۱۲/۷ درصد) به این اراضی افزوده شده است. روند تغییرات کاربری مرتع نیز طی ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۲ روندی نزولی بوده که موجب کاهش ۶۵۷۳/۶ هکتار (۱۹/۳ درصد) از این طبقه شده است. نتایج پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین سال ۱۴۰۲ نشان‌دهنده این است که در سال ۱۴۰۲، ۴۹/۱٪ از منطقه را طبقه کشاورزی و ۱۰/۱٪ منطقه را نیز پوشش مرتعی تشکیل داده که بیانگر تغییرات کاربری‌ها به سمت اراضی کشاورزی است. شمسی‌پور<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۷) در مطالعه ایی روند تغییرات پوشش زمین شهر کرمانشاه را با استفاده از مدل CA مارکوف پایش و پیش‌بینی کردند. نتایج این مطالعه نشان داد که در سه دهه اخیر نواحی شهری به مقدار ۶۵۴۱ هکتار افزایش داشته است. براساس این تغییرات و انتخاب ۷ معیار مؤثر در رشد و توسعه شهر، مدل‌سازی پتانسیل تبدیل کاربری برای سال ۲۰۱۳، با استفاده از روش رگرسیون لجستیک انجام شد. در ادامه، برای کالیبره کردن مدل CA مارکوف، نقشه کاربری سال ۲۰۱۳ استفاده شد. سپس با روش زنجیره مارکوف برآورد احتمال میزان تغییرات و توزیع مکانی آن‌ها برای سال ۲۰۲۶، و نقشه

3 - Darvishi

1 - Karimi

2 - Shamsipour





وضعیت برای اراضی کشاورزی است. نتایج نشان می‌دهد تغییرات پوشش زمین به صورت گسترش مناطق شهری و کاهش مساحت کاربری کشاورزی است. چنین تغییراتی در دو مرحله مشخص رخ داده است. اراضی شهری از سال ۲۰۱۳ با تأثیر مستقیم در کاهش پوشش گیاهی به مثابه یک نتیجه از تبدیل اراضی کشاورزی به سایر کاربری‌ها توسعه می‌یابد. همچنین تأیید شده است که روند تغییرات پس از سال ۱۹۹۶ پویا بوده و شدت یافته است؛ زیرا در سال ۲۰۱۸ منطقه وسیعی از اراضی کشاورزی به مناطق شهری و صنعتی تبدیل شده است. اراضی کشاورزی و باغ‌ها در سال ۲۰۱۸ شامل ۷۴۰۵۷ هکتار است و تا سال ۲۰۵۰ می‌تواند به ۴۰۰۰۰ هکتار کاهش یابد که به معنی از دست دادن ۳۴۰۵۷ هکتار نسبت به پوشش اراضی کشاورزی و باغ‌ها در سال ۲۰۱۸ است.

استان کرمانشاه طی دوره ۳۰ ساله دچار رشد جمعیت زیادی شده و جمعیت این استان از سال ۱۳۹۵ افزایش داشته است. یکی از شهرهای بزرگ این استان شهرستان کرمانشاه است که در سالهای اخیر رشد جمعیت زیادی داشته است و جمعیت این شهر طی دوره ۳۰ سال (۱۳۹۵-۱۳۶۵) ۷۲۱۵۰۲ نفر رشد داشته است. به عبارت دیگر جمعیت این شهر از ۸۶۲۳۷۸ در سال ۱۳۶۵ به ۱۴۰۸۷۶ در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته است (مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶). بدیهی است افزایش جمعیت موجب رشد فیزیکی نواحی شهری می‌شود و چنانچه رشد فیزیکی نواحی شهری بدون برنامه‌ریزی صحیح صورت گیرد موجب تخریب کاربری‌های اراضی اطراف این نواحی خواهد شد. بنابراین با توجه به اثرات منفی تغییرات پوشش زمین در ارتباط با زندگی انسان، بررسی و پیش‌بینی تغییرات گذشته، حال و آینده پوشش زمین نقشه مؤثری در برنامه‌ریزی صحیح منابع طبیعی در جهت کاهش اثرات

دوره ۳۰ سال نشان می‌دهد که نواحی بدون پوشش گیاهی، پوشش گیاهی ضعیف و متوسط در طبقات ارتفاعی ۱۰۴۲ تا ۱۵۸۷، ۱۵۸۷ تا ۲۱۳۳ و ۲۱۳۳ تا ۲۶۷۸ متری روند افزایشی و پوشش گیاهی متراکم نیز در طبقات ۱۰۴۲ تا ۱۵۸۷ متری روند افزایشی اما در طبقات ۱۵۸۷ تا ۲۱۳۳ و ۲۶۷۸ تا ۳۲۲۴ متری روند کاهشی داشته است. همچنین نتایج مدل CA-Markov با دقت بیش از ۸۰ درصد در سال ۲۰۳۲ نشان می‌دهد که پوشش گیاهی ضعیف بیشترین مساحت پوشش گیاهی را در شهرستان کرمانشاه خواهند داشت. روند افزایشی و کاهشی طبقات پوشش گیاهی نسبت به سال ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که پوشش گیاهی ضعیف متوسط و متراکم روند افزایشی خواهند یافت. نیک‌پور<sup>۱</sup> و همکاران (2021) در تحقیقی تغییرات پوشش زمین منطقه عباس‌آباد استان مازندران را با استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست و مدل سلول‌های خودکار و زنجیره مارکوف بررسی و پیش‌بینی کردند. نتایج پژوهش در طی سال‌های ۱۹۹۷، ۲۰۰۶ و ۲۰۱۷ بیانگر این است که پهنه ساخته شده روند افزایشی داشته است و کاربری‌های پوشش گیاهی، اراضی بایر و منابع آبی دارای روند کاهشی بوده‌اند و ۲۳۲۷۹ هکتار از اراضی منطقه را پهنه ساخته شده به خود اختصاص داده است. همچنین نتایج مدل زنجیره مارکوف با دقت بالای ۸۵ درصد بیان کرد که روند تغییرات پوشش زمین برای سال ۲۰۳۰ همانند سال‌های قبل خواهد بود. کریم زاده مطلق<sup>۲</sup> و همکاران (2022) در تحقیقی تغییرات پوشش زمین را با استفاده از مدل CA-Markov ارزیابی و بررسی کردند. براساس نتایج، کاربری انسان‌ساخت از ۱۳۰۱۶ هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۱۵۴۱۹۴ هکتار در سال ۲۰۵۰ تغییر می‌یابد و مدیریت توسعه آبی شهر را می‌طلبد. میزان اراضی کشاورزی از ۱۷۷۰۶۷ هکتار در سال ۱۹۹۶ به ۴۰۰۰۰ هکتار در سال ۲۰۵۰ تغییر می‌یابد. در میان تمام تغییرات، نگران‌کننده‌ترین

3 - Statistical Centre of Iran

1 - Nikpour

2 - Karimzadeh Motlagh



روستائیان به نواحی شهری است و با توجه به تأثیرات رشد فیزیکی نواحی شهری بر تغییرات پوشش زمین لذا بررسی و مدل‌سازی تغییرات پوشش زمین این ناحیه لازم و ضروری است.

## ۲٫۲ داده‌های ورودی

در این مطالعه به منظور انجام طبقه‌بندی و تولید نقشه‌های پوشش زمین از تصاویر لندست سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ استفاده گردید. با توجه به ویژگی‌های اقلیمی و طبیعی شهرستان کرمانشاه و کوهستانی بودن این ناحیه تصاویر مورد استفاده مربوط به اردیبهشت می‌باشند چراکه در این بازه از سال آسمان منطقه بدون ابر و همچنین تراکم پوشش زمین بیشتر از ماه‌های دیگر است. همچنین از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰، پوشش زمین، زمین‌شناسی، تصاویر گوگل ارث، نقاط کنترل زمین (GCP) و لایه رقومی ارتفاعی با دقت ۳۰ متر به منظور انجام طبقه‌بندی، پیش‌پردازش تصاویر و ارزیابی صحت کلی و ضرایب کاپا استفاده گردید (جدول ۱)

نامطلوب تغییرات پوشش زمین دارد. پیرو اهمیت موضوع هدف مطالعه حاضر بررسی و مدل‌سازی تغییرات گذشته، حال و آینده پوشش زمین و رشد شهر کرمانشاه با استفاده از تصاویر لندست می‌باشد.

## ۲ روش تحقیق

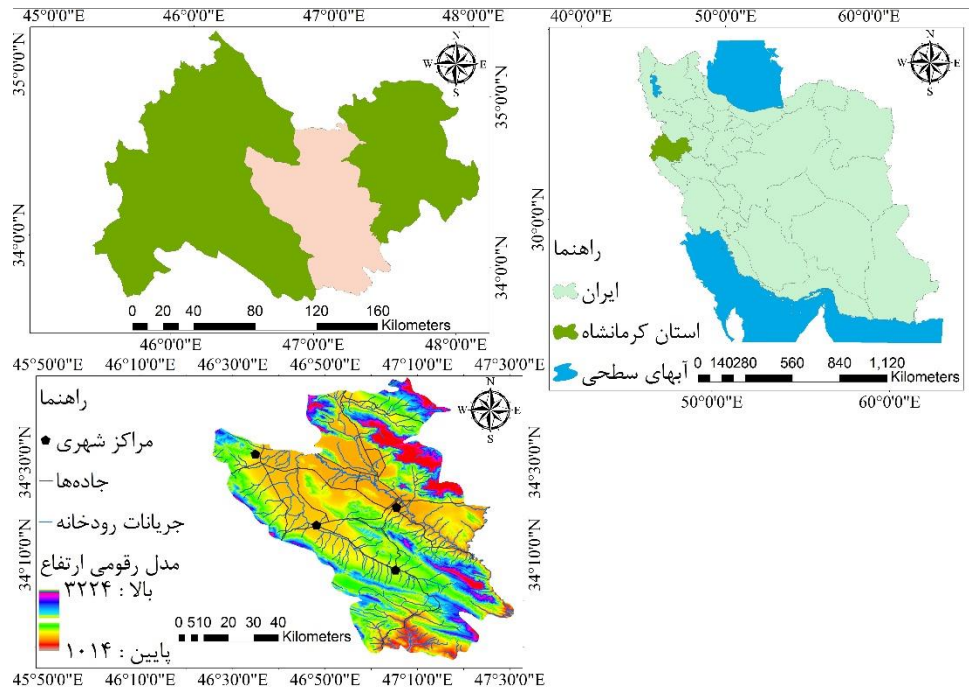
### ۲٫۱ منطقه مورد مطالعه

شهرستان کرمانشاه بین ۲۳' ۳۴° تا ۳۰' ۳۶° عرض شمالی و در ۳۱' ۴۵° تا ۰۰' ۴۷° طول شرقی در غرب ایران قرار دارد (شکل ۱). شهر کرمانشاه دارای آب و هوای معتدل کوهستانی است. میانگین دمای سالانه شهر کرمانشاه در حدود ۱۴ سانتی‌گراد و میزان بارش سالانه این شهر ۴۵۶/۸ میلی‌متر است. براساس سرشماری مرکز آمار نرخ جمعیت شهری و روستایی این ناحیه در سال ۱۳۶۵ به ترتیب ۷۳ و ۲۷ درصد بوده که این نرخ در سال ۱۳۹۵ به ترتیب به ۸۹ و ۱۱ درصد رسیده است (مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶). این داده‌ها بیانگر رشد نواحی شهری و خالی شدن جمعیت روستایی در نتیجه مهاجرت

جدول ۱ مشخصات داده‌های مورد استفاده

منبع	ردیف/گذر	سنجنده	داده
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a>	167/36	TM, ETM+, OLI/TIRS	تصاویر لندست
<a href="https://earthexplorer.usgs.gov">https://earthexplorer.usgs.gov</a>			لایه مدل رقومی ارتفاع
گوگل ارث			تصاویر گوگل ارث
اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه	-	-	نقشه‌های توپوگرافی، پوشش زمین و زمین‌شناسی
سازمان نقشه‌برداری کشور			نقاط کنترل زمین





شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

طبقه بندی آماده گردیدند (Itten et al., 1993; Richards et al., 2006; Hegazy et al., 2015)

### ۲٫۴ طبقه بندی تصاویر

در این مطالعه جهت تهیه نقشه پوشش زمین ابتدا نقاط تعلیمی با استفاده از نقشه های پوشش زمین مربوط به سال ۲۰۱۷ و با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، تصاویر گوگل ارث و خود تصاویر با شناخت کامل از شهرستان کرمانشاه در کل منطقه جمع آوری گردیده و با اعمال الگوریتم ماشین بردار پشتیبان در چهار کلاس طبقه بندی گردیدند (جدول ۲). سپس نتایج با استفاده از نقاط کنترل زمین اعتبارسنجی شدند.

جدول ۲. خصوصیات کلاس های نقشه های پوشش زمین

توصیف	کلاس پوشش زمین
مراکز انسان ساخت مانند نواحی شهری و روستایی و غیره	مسکونی
زمین های کشاورزی آبی، دیم، باغات و غیره	کشاورزی
اراضی جنگل های متراکم، متوسط و پراکنده، مراتع درجه یک تا سه، زمین های دارای پوشش گیاهی و غیره	پوشش گیاهی
زمین های بدون پوشش گیاهی، صخره ها، کوهها و ...	زمین های بایر

### ۲٫۳ پیش پردازش تصاویر

پیش پردازش های تصاویر شامل تصحیحات هندسی، رادیومتریک و اتمسفری در محیط نرم افزار ENVI5.3 انجام شد بدین صورت که ابتدا تصاویر با استفاده از نقاط کنترل جمع آوری شده از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ در نرم افزار ArcGIS10.4 زمین مرجع شدند. همچنین به منظور انجام تصحیحات رادیومتریک ابتدا تصاویر به Radiance و Reflectance تبدیل شد و سپس با اعمال الگوریتم FLAASH تصحیحات اتمسفری تصاویر در محیط نرم افزار ENVI 5.3 انجام گرفت و تصاویر برای



## ۲،۵ ارزیابی صحت

دقت طبقه بندی تصاویر با استفاده از نقاط کنترل زمین (GCP) که به صورت تصادفی انتخاب شدند، بررسی شد و حداکثر ۱۰۰ نقطه برای هر کلاس پوشش زمین انتخاب گردیده و با استفاده از معادلات ۱ و ۲ صحت کلی، صحت کاربر، صحت تولید کننده و ضرایب کاپا محاسبه شدند (Kiptala et al., 2013; Lillesand et al., 1994; Jensen, 2007; Naidoo et al., 2006; Smits et al., 1999; Tso et al., 2001).

(۱)

$$A = 1/N(\sum P_{ij})$$

(۲)

$$k = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ji} - \sum_{i=1}^r (X_i + X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_i + X_{+i})}$$

در معادله ۱، OA صحت کلی، N تعداد کل پیکسل‌ها و  $\sum P_{ij}$  مجموع پیکسل‌های درست طبقه بندی شده و در معادله ۲، r تعداد سطرها و ستون‌ها در ماتریس ابهام،  $X_{ij}$  ماتریس ابهام،  $X_i$  و  $X_{+i}$  به ترتیب مجموع کل سطر i و ستون j و N تعداد کل پیکسل‌ها است.

## ۲،۶ پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین

مدل CA-Markov تلفیقی از مدل سلول‌های خودکار، زنجیره مارکوف و مدل تخصیص چند منظوره اراضی است که به منظور پیش‌بینی تغییرات آینده پوشش زمین بکار می‌رود. ابتدا با بکارگیری مدل زنجیره مارکوف احتمال تغییر طبقات نقشه پوشش زمین به یکدیگر در قالب یک ماتریس تغییر وضعیت کاربری‌ها و بر مبنای تغییرات صورت گرفته از زمان T1 تا T10 محاسبه می‌شود. خروجی مدل مارکوف که همان ماتریس تغییر وضعیت است از لحاظ ماهیت غیرمکانی است، یعنی در آن هیچ دانش و آگاهی از موقعیت جغرافیایی کاربری‌های زمین وجود ندارد. برای پیش‌بینی موقعیت مکانی کاربری‌ها (نقشه پوشش زمین) در زمان آتی از مدل

CA-Markov که مؤلفه‌های مجاورت مکانی و دانش کاربر نسبت به توزیع مکانی احتمال تبدیل کاربری‌ها را به مدل زنجیره مارکوف اضافه می‌کند، استفاده می‌شود (Vaz et al., 2015; Wang et al., 2012; Zhang et al., 2011, Siddiqui et al., 2018). در این مطالعه با استفاده از ماتریس احتمال تبدیل نقشه‌های پوشش زمین سال‌های ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲ نقشه پوشش زمین سال ۲۰۱۷ شبیه سازی گردید و در ادامه با استفاده از ماتریس احتمال تبدیل سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ نقشه پوشش زمین شهرستان کرمانشاه برای سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ پیش‌بینی گردید.

معادله (۳)

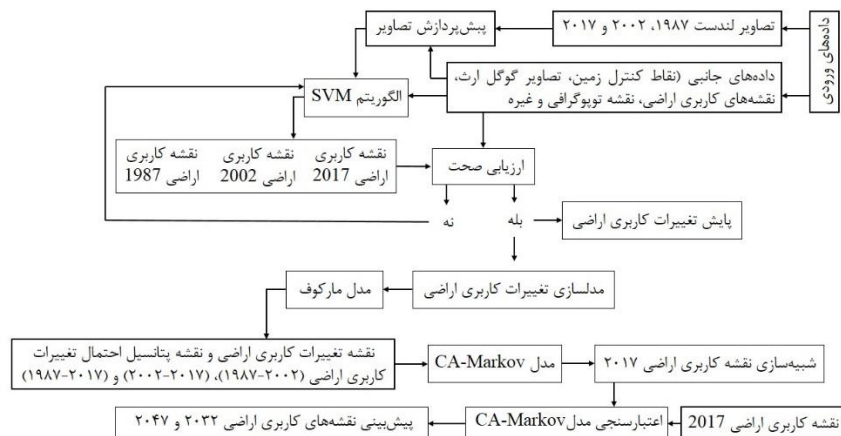
$$\sum_{i=1}^m p_{ij} = 1, i = 2, \dots, m$$

$$p = (p_{ij}) = \begin{pmatrix} p_{11} & p_{12} & \dots & p_{1m} \\ p_{21} & p_{22} & \dots & p_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ p_{m1} & p_{m2} & \dots & p_{mm} \end{pmatrix}$$

در معادله ۳،  $P_{ij}$  = احتمال انتقال یک پیکسل از یک کاربری به کاربری دیگر، m = نوع کاربری در منطقه است مقادیر ارزش  $P_{ij}$  بین ۱-۰ است (Quintero et al., 2016).

## ۲،۷ اعتبارسنجی مدل

اعتبارسنجی مدل CA-Markov در این مطالعه با استفاده از ابزار VALIDATE در نرم افزار IDRISI Terrset انجام گرفت. پیرو مطالعات پیشین در این روش اعتبارسنجی نقشه شبیه سازی شده پوشش زمین از طریق مقایسه با نقشه واقعی انجام می‌شود. نقشه مقایسه معمولاً نتیجه یک مدل شبیه سازی یا طبقه بندی است که اعتبار آن با استفاده از یک نقشه مرجع، ارزیابی می‌شود (Surabuddin Mondal et al., 2016; Omar et al., 2014; Hendrik Prinz et al., 2011). در این مطالعه به منظور اعتبارسنجی مدل CA-Markov ابتدا نقشه پوشش زمین سال ۲۰۱۷ شبیه سازی گردید و سپس با استفاده از نقشه واقعی سال ۲۰۱۷ اعتبارسنجی شد.



شکل ۲ فلوجارت روش تحقیق

### ۳ یافته‌ها و بحث

پوشش زمین در سال‌های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ به ترتیب با صحت کلی ۸۶، ۹۳ و ۹۱ درصد و ضرایب کاپای ۸۱، ۹۰ و ۸۷ درصد ازدقت قابل قبول برخوردار هستند.

نتایج ارزیابی صحت کلی و ضرایب کاپای الگوریتم‌های طبقه‌بندی نشان می‌دهد نقشه‌های

جدول ۳ نتایج اعتبارسنجی نقشه‌های پوشش زمین (درصد)

ضریب کاپا	صحت کاربر				صحت تولید کننده				صحت کلی	سال
	۴	۳	۲	۱	۴	۳	۲	۱		
۸۱	۷۷	۸۸	۷۸	۱۰۰	۷۰	۸۰	۱۰۰	۹۱	۸۶	۱۹۸۷
۹۰	۸۱	۱۰۰	۹۱	۱۰۰	۹۰	۱۰۰	۱۰۰	۸۳	۹۳	۲۰۰۲
۸۷	۹۱	۷۹	۸۸	۱۰۰	۱۰۰	۸۸	۱۰۰	۹۱	۹۱	۲۰۱۷

راهنما: ۱= اراضی مسکونی، ۲= اراضی کشاورزی، ۳= اراضی پوشش گیاهی و ۴= اراضی بایر

است و در این دوره ۰/۲۸۶۵ و ۰/۱۹۸۳ درصد از زمین‌های کشاورزی به ترتیب به پوشش گیاهی و زمین‌های بایر و حدود ۰/۳۸۱۲ درصد از کاربری پوشش گیاهی به نواحی بایر تبدیل شده است. از طرفی حدود ۰/۲۱۵۵ و ۰/۲۹۶۱ درصد از کاربری زمین‌های بایر به ترتیب به زمین‌های کشاورزی و پوشش گیاهی تبدیل شده است (جدول ۴).

### ۳/۱ پایش و مدلسازی تغییرات کاربری اراضی

نتایج ماتریس احتمال تبدیل کاربری‌ها در دوره ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ نشان می‌دهد که بیشترین میزان ماتریس احتمال تبدیل مربوط به کاربری‌های زمین‌های کشاورزی، پوشش گیاهی و نواحی بایر



جدول ۴. نتایج اعتبارسنجی مدل CA-Markov

Information of location	Information of quantity					
	No[n]		Medium[m]		Perfect[p]	
Perfect[P(x)]	P(n)=	0.6697	P(n)=	0.9856	P(n)=	1.0000
Perfectstratume[K(x)]	K(n)=	0.6697	K(n)=	0.9856	K(n)=	1.0000
MediumeGride[M(x)]	M(n)=	0.6134	M(n)=	0.9283	M(n)=	0.9195
MediumeStratume [H(x)]	H(n)=	0.2000	H(n)=	0.3441	H(n)=	0.3443
No[N(x)]	N(n)=	0.2000	N(n)=	0.3441	N(n)=	0.3443
AgreementGridcell	0.5842		DisagreeGridcell	0.0573		
AgreemenStrata	0.0000		Kstandard	0.8907		
AgreementQuantiti	0.1441		Kno	0.9104		
Agreement Chance	0.2000		Klocation	0.9107		
DisagreeQuantiti	0.0144		KlocationStrata	0.9107		
DisagreeStrata	0.0000					

کشاورزی در این دوره بیشتر از دوره‌ی قبل است که این مسئله رشد زمین‌های کشاورزی را نشان می‌دهد. ماتریس احتمال تبدیل کاربری‌های پوشش گیاهی و نواحی بایر به زمین‌های کشاورزی در این دوره به ترتیب ۰/۱۶۳۹ و ۰/۱۵۵۰ درصد بوده که این ارقام در مقایسه با دوره‌ی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷، برای کاربری پوشش گیاهی افزایش اما برای نواحی بایر کاهش داشته است.

همچنین ماتریس احتمال تبدیل کاربری‌ها در دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ که با استفاده از آن نقشه پوشش زمین سال ۲۰۴۷ پیش‌بینی گردید، نشان می‌دهد که در مقایسه با دوره‌ی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۷ نرخ تبدیل کاربری‌های کشاورزی به زمین‌های بایر بیشتر از دوره‌ی قبل بوده است به عبارت دیگر زمین‌های کشاورزی در این ناحیه بیشتر از دوره‌ی قبل به زمین‌های بایر تبدیل خواهد شد. همچنین نرخ تبدیل پوشش گیاهی و نواحی بایر به زمین‌های

جدول ۵ ماتریس احتمال تبدیل نقشه‌های پوشش زمین

دوره		مسکونی	کشاورزی	پوشش گیاهی	زمین‌های بایر
۲۰۰۲-۲۰۱۷	مسکونی	۰/۷۲۳۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱۵	۰/۲۷۴۶
	کشاورزی	۰/۰۰۱۱	۰/۵۱۴۱	۰/۲۸۶۵	۰/۱۹۸۳
	پوشش گیاهی	۰/۰۰۰۹	۰/۰۸۷۴	۰/۵۳۰۴	۰/۳۸۱۲
	زمین‌های بایر	۰/۰۱۰۴	۰/۲۱۵۵	۰/۲۹۶۱	۰/۴۷۷۹
۱۹۸۷-۲۰۱۷	مسکونی	۰/۵۵۷۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۱۴۳	۰/۴۲۸۱
	کشاورزی	۰/۰۰۴۰	۰/۴۴۲۲	۰/۲۸۰۲	۰/۲۷۳۷
	پوشش گیاهی	۰/۰۰۹۶	۰/۱۶۳۹	۰/۵۵۶۱	۰/۲۷۰۴
	زمین‌های بایر	۰/۰۱۱۱	۰/۱۵۵۰	۰/۳۲۰۲	۰/۵۱۳۷

در سال ۲۰۱۷ رسیده است. رشد زمین‌های کشاورزی طی دوره‌ی ۳۰ ساله (۲۰۱۷-۱۹۸۷)، ۵۹۱۸۰، ۱۳۳۲۰/۸ و ۱۶۸۳/۰۳ هکتار به ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۱۵۸۷-۲۱۳۳ و ۲۱۳۳-۲۶۷۸ بوده که بیشتر در طبقه ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری اتفاق افتاده است و با افزایش ارتفاع روند رشد زمین‌های

## ۳،۲ زمین کشاورزی

وضعیت زمین کشاورزی در شهرستان کرمانشاه یک روند افزایشی را در طی دوره‌ی ۳۰ سال نشان می‌دهد و مساحت این نواحی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷، ۷۳۶۸۹ هکتار افزایش داشته است به عبارت دیگر از ۱۱۷۷۳۹ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۱۹۱۴۲۸ هکتار



هکتار (در دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷) به ترتیب در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۱۵۸۷-۲۱۳۳ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری از زمین‌های بایر به زمینهای کشاورزی تبدیل خواهد شد که با بررسی روند تبدیلات کاربری‌های پوشش گیاهی و زمین‌های بایر به زمین‌های کشاورزی مشخص می‌شود که در این دوره‌ها روند تبدیل کاربری‌های زمین‌های بایر به زمینهای کشاورزی بیشتر از پوشش‌گیاهی خواهد بود (جدول ۶).

### ۳،۳ پوشش گیاهی

مساحت کاربری پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه یک روند کاهش را نشان می‌دهد به عبارت دیگر طی دوره‌ی ۳۰ ساله ۶۵۸۸۹ هکتار از مساحت پوشش‌گیاهی از بین رفته است. تغییرات پوشش‌گیاهی در این دوره و در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری بیشتر از دیگر طبقات ارتفاعی اتفاق افتاده است که به دلیل تاثیر ارتفاع در کاهش تراکم پوشش‌گیاهی در منطقه است. تخریب پوشش‌گیاهی در منطقه منجر به رشد نواحی کشاورزی و بایر شده است به طوری که در بررسی میزان تغییرات و تبدلات کاربری‌ها مشخص می‌شود که در دوره‌ی ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) و در طبقات ارتفاعی جمعا ۵۴۸۹۵/۷۴ و ۵۲۸۱۱/۷۴ هکتار از پوشش‌گیاهی به ترتیب به زمین‌های کشاورزی و زمین‌های بایر تبدیل شده است. از طرف دیگر زمین‌های کشاورزی و نواحی بایر به مساحت پوشش‌گیاهی افزوده شده است و بیشتر این تبدیلات نیز در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری رخ داده است که تخریب پوشش‌گیاهی به کاربری‌های دیگر بیشتر از تبدیل کاربری‌های دیگر به پوشش‌گیاهی بوده است و این مسئله کاهش پوشش‌گیاهی را در طی دوره‌ی ۳۰ ساله موجب شده است. تغییرات کاهش پوشش‌گیاهی در دوره‌های پیش‌بینی شده نیز ادامه دار خواهد بود. در این دوره‌ها در مقایسه با دوره‌های قبل روند تغییرات کاهش کمتر خواهد بود به طوری که مطابق نتایج بدست آمده مساحت

کشاورزی کاهش یافته است. رشد زمین‌های کشاورزی به دلیل تبدیل کاربری‌های دیگر به زمین‌های کشاورزی اتفاق افتاده است به طوری که با بررسی میزان تبدیلات کاربری‌های اراضی با ضریب کاپای ۸۱ درصد مشخص می‌شود که ۴۲۱۱۵/۱، ۱۱۹۹۴/۹ و ۷۸۵/۷۴ هکتار به ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۱۵۸۷-۲۱۳۳ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری از کاربری پوشش‌گیاهی به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده اند. همچنین ۴۹۳۰۷/۱، ۸۰۹۲/۲۲ و ۱۱۶۲/۹۶ هکتار به ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۱۵۸۷-۲۱۳۳ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری از زمین‌های بایر به مساحت زمین‌های کشاورزی تبدیل شده است که روند تبدیل زمین‌های بایر بیشتر از پوشش‌گیاهی بوده است. از طرف دیگر ۱۴۸۰۵/۲۲ هکتار از مساحت زمین‌های کشاورزی به پوشش‌گیاهی و ۲۶۰۱۸/۶۷ هکتار از مساحت زمین‌های کشاورزی به نواحی بایر تبدیل شده است. همچنین نتایج دوره‌های پیش‌بینی شده نشان می‌دهد که روند افزایشی زمین‌های کشاورزی در منطقه ادامه داشته و مساحت این نواحی در سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ به ترتیب به ۲۱۲۴۶۰ و ۲۲۰۹۸۳ هکتار خواهد رسید. روند رشد زمین‌های کشاورزی همانند دوره‌ی قبل با افزایش ارتفاع کاهش خواهند یافت و بیشترین رشد این نواحی در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری خواهد بود. مساحت تبدیل شده‌ی کاربری‌ها در دوره‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ و ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ با ضریب کاپای ۹۱ درصد نشان می‌دهد که روند تبدیل کاربری‌های پوشش گیاهی به زمین‌های کشاورزی در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۱۵۸۷-۲۱۳۳ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ بیشتر از دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ خواهد بود چرا که در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ در تمامی طبقات ارتفاعی جمعا ۲۹۳۳۳/۰۱ هکتار از مساحت پوشش گیاهی به زمین‌های کشاورزی تبدیل خواهد شد که این مقادیر در دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ در تمامی طبقات ارتفاعی ۷۱/۴۳ هکتار خواهد بود. همچنین ۵۶۷۵/۸۶، ۸۵۱/۵۴ و ۲۱۴/۲۹ هکتار (در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲) و ۲۰۳۲۳/۷، ۴۶۶۶/۹۵ و ۵۰۰/۰۲





۲۰۴۷ در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۲۱۳۳ متری خواهد بود چراکه باتوجه به نتایج تغییرات پوشش گیاهی پیش بینی می‌شود که پوشش گیاهی این طبقات (۲۱۳۳-۱۵۸۷ متری) کمتر از طبقه ارتفاعی ۱۰۴۲-۱۵۸۷ متری دچار تغییرات کاهشی شود. تبدیل پوشش گیاهی به زمین‌های کشاورزی در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ بیشتر در ارتفاعات ۱۰۴۲-۱۵۸۷ متری خواهد بود و این روند تبدیل با افزایش ارتفاع

تغییرات کاهش یافته پوشش گیاهی در دوره‌های ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ و ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ به ترتیب به ۱۵۰۰۸ و ۹۳۱۵ هکتار و به طور کلی از سال ۲۰۱۷ تا ۲۰۴۷ حدود ۲۴۳۲۳ هکتار خواهد بود که نسبت به دوره‌ی قبل (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) پوشش گیاهی شهرستان کرمانشاه کمتر کاهش خواهد یافت (جدول ۷). همچنین نتایج پیش بینی شده نشان می‌دهد که بیشترین تراکم پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۳۲ و

جدول ۶ مساحت و تغییرات اراضی کشاورزی در طبقات ارتفاعی (هکتار)

۲۰۴۷	۲۰۳۲	۲۰۱۷	۲۰۰۲	۱۹۸۷	اراضی کشاورزی
۲۲۰۹۸۳	۲۱۲۴۶۰	۱۹۱۴۲۸	۱۳۸۳۷۷	۱۱۷۷۳۹	طبقات ارتفاعی
۲۶۷۸-۳۲۲۴	۲۱۳۳-۲۶۷۸	۱۵۸۷-۲۱۳۳	۱۰۴۲-۱۵۸۷	۱۹۸۷	
-	۵۰۰/۰۲	۱۳۶۳۱/۹۸	۱۰۳۶۰۷	۲۰۰۲	
-	-	۱۰۹۷۰/۱۰	۱۲۷۴۰۶/۹۰	۲۰۱۷	
-	۲۱۸۳/۰۵	۲۶۹۸۷	۱۶۲۲۵۷/۹۵	۲۰۳۲	
۷۱/۴۳	۲۵۶۶/۲۴	۳۱۶۰۰/۳۰	۱۷۸۲۲۲/۰۳	۲۰۴۷	
۷۱/۴۳	۲۳۳۱/۹۸	۳۱۱۸۸/۳۰	۱۸۷۳۹۱/۲۹	۱۹۸۷-۲۰۱۷	
-	۱۶۸۳/۰۳	۱۳۳۵۵/۰۲	۵۸۶۵۰/۹۵	۲۰۱۷-۲۰۳۲	
۷۱/۴۳	۳۸۳/۱۹	۴۶۱۳/۳۰	۱۵۹۶۴/۰۸	۲۰۳۲-۲۰۴۷	
۰	-۲۳۴/۲۶	-۴۱۲	۹۱۶۹/۲۶		

در مقایسه با دوره‌ی قبل (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) کاهش می‌یابد و این مسئله موجب خواهد شد که مساحت پوشش گیاهی شهرستان کرمانشاه کمتر از دوره‌ی قبل دچار تغییرات کاهشی شود

کاهش می‌یابد و در ارتفاعات ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری به صفر خواهد رسید. روند تبدیل پوشش گیاهی شهرستان کرمانشاه به زمین‌های کشاورزی و نواحی بایر در این دوره‌ها (۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ و ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷)

جدول ۷ مساحت و تغییرات پوشش گیاهی شهرستان کرمانشاه در طبقات ارتفاعی (هکتار)

۲۰۴۷	۲۰۳۲	۲۰۱۷	۲۰۰۲	۱۹۸۷	اراضی پوشش گیاهی
۱۳۷۴۵۰	۱۴۶۷۶۵	۱۶۱۷۷۳	۱۷۳۸۰۴	۲۲۷۶۶۲	طبقات ارتفاعی
۲۶۷۸-۳۲۲۴	۲۱۳۳-۲۶۷۸	۱۵۸۷-۲۱۳۳	۱۰۴۲-۱۵۸۷	۱۹۸۷	
۵۷۱/۴۵	۱۱۳۸۵/۸۰	۹۵۶۱۶/۳۰	۱۲۰۰۸۸/۴۵	۲۰۰۲	
۷۱/۴۳	۸۰۹۱/۹۴	۷۳۱۰۴/۶۰	۹۲۵۳۶/۰۳	۲۰۱۷	
۷۱/۴۳	۸۱۷۴/۶۰	۷۱۹۵۸/۲۷	۸۱۵۶۸/۷۰	۲۰۳۲	
-	۶۹۴۶/۸۱	۸۴۲۱۷/۱۰	۵۵۶۰۱/۰۹	۲۰۴۷	
-	۵۸۶۲/۵۰	۷۶۷۶۳/۶۰	۵۴۸۲۳/۹۰	۱۹۸۷-۲۰۱۷	
-۵۰۰/۰۲	-۳۲۱۱/۲۰	-۲۳۶۵۸/۰۳	-۳۸۵۱۹/۷۵	۲۰۱۷-۲۰۳۲	
-۷۱/۴۳	-۱۲۲۷/۷۹	۱۲۲۵۸/۸۳	-۲۵۹۶۷/۶۱	۲۰۳۲-۲۰۴۷	
-	-۱۰۸۴/۳۱	-۷۴۵۳/۵۰	-۷۷۷/۱۹		





### ۳٫۴ زمین‌های بایر

نواحی بدون پوشش گیاهی و بایر در منطقه مورد مطالعه ۱۰۲۴۱ هکتار کاهش داشته است و اکثر این نواحی به زمین‌های کشاورزی و مسکونی در طی دوره‌ی مورد مطالعه تبدیل شده است. مساحت این نواحی از ۲۲۶۷۹۷ هکتار در سال ۱۹۸۷ به ۲۱۶۵۵۶ هکتار در سال ۲۰۱۷ کاهش یافته است. بررسی این نواحی در طبقات ارتفاعی نشان می‌دهد که بیشتر مساحت این نواحی در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری قرار دارد و بیشترین میزان تغییرات این نواحی نیز در این ارتفاعات رخ داده است. به طور کلی تغییرات نواحی بایر در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری روند کاهشی اما در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ و ۲۶۷۸-۲۱۳۳ متری روند افزایشی را در دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ داشته است. همچنین با بررسی میزان تبدیل نواحی بایر به کاربری‌های دیگر مشخص می‌شود که در همین دوره ۱۸۸۲/۹۰ هکتار از مساحت زمین‌های بایر به نواحی مسکونی در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری تبدیل شده است. همچنین ۱۴۶۱۸/۴۰، ۱۰۶۸۳/۳۰ و ۱۲۶۰/۰۸ هکتار به ترتیب در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲، ۲۶۷۸-۲۱۳۳ و ۱۵۸۷-۲۱۳۳ متری از مساحت نواحی بایر در طی دوره به پوشش گیاهی تبدیل شده که بیشتر آن در طبقات ارتفاعی ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری رخ داده است و ۲۶۰۱۸/۶۷ هکتار نیز از مساحت زمین‌های کشاورزی به نواحی بایر تبدیل شده است که این مقدار از نرخ تبدیل نواحی بایر به زمین‌های کشاورزی (۵۸۵۶۲/۲۸ هکتار) کمتر است از طرف دیگر مساحت تبدیل شده از پوشش گیاهی به نواحی بایر در تمامی طبقات ارتفاعی ۵۲۸۱۱/۷۴ هکتار است. به طور کلی ۱۰۷۰۷۸/۳۹ هکتار از

مساحت نواحی بایر به کاربری‌های پوشش گیاهی، نواحی کشاورزی و مسکونی و ۸۰۰۸۸/۰۲ هکتار نیز از مساحت کاربری‌های نواحی مسکونی، پوشش گیاهی و کشاورزی به نواحی بایر تبدیل شده است که این تبدیل موجب کاهش مساحت نواحی بایر در طی دوره‌ی ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷ شده است. برای دوره‌های پیش‌بینی شده نیز مساحت نواحی بایر نسبت به دوره‌ی قبل کاهش خواهد یافت و مساحت این نواحی در سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ به ترتیب به ۲۰۹۹۴۴ و ۲۰۹۷۷۴ هکتار خواهد رسید که نسبت به دوره‌ی قبل به ترتیب ۶۶۱۲ و ۶۷۸۲ هکتار کاهش خواهد یافت. همچنین مساحت تبدیل شده از کاربری‌های کشاورزی و پوشش گیاهی به نواحی بایر در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲، ۱۵۵۲۱/۸۲ هکتار خواهد بود که ۹۶ درصد از این تغییرات و تبدیل مربوط به تبدیل زمین‌های کشاورزی به نواحی بایر است. در همین دوره نیز ۱۵۷۹۵/۴۳ و ۶۷۴۱/۶۹ هکتار از مساحت نواحی بایر به ترتیب به پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی ناحیه در طبقات ارتفاعی تبدیل خواهد شد و اکثر این تبدیل در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری رخ خواهد داد. در دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ نیز ۲۲۶۸۵/۶۳ هکتار از پوشش گیاهی به نواحی بایر تبدیل خواهد شد که ۵۳ درصد از این تبدیلات در طبقه ارتفاعی ۱۵۸۷-۲۱۳۳ متری رخ خواهد داد. در این دوره تبدیل نواحی بایر به پوشش گیاهی رخ نخواهد و کاهش مساحت نواحی بایر در این دوره مربوط به تبدیل این نواحی به زمین‌های کشاورزی است به طوریکه ۲۵۴۹۰/۶۷ هکتار از مساحت نواحی بایر به زمین‌های کشاورزی تبدیل خواهد شد و ۷۹ درصد از این تبدیلات نیز در ارتفاعات ۱۵۸۷-۱۰۴۲ متری خواهد بود.



جدول ۸- مساحت و تغییرات نواحی بایر در طبقات ارتفاعی (هکتار)

۲۰۴۷	۲۰۳۲	۲۰۱۷	۲۰۰۲	۱۹۸۷	زمین‌های بایر
۲۰۹۷۷۴	۲۰۹۹۴۴	۲۱۶۵۵۶	۲۵۹۴۹۱	۲۲۶۷۹۷	طبقات ارتفاعی
۲۶۷۸-۳۲۲۴	۲۱۳۳-۲۶۷۸	۱۵۸۷-۲۱۳۳	۱۰۴۲-۱۵۸۷	۱۹۸۷	
۲۷۶۰/۶۲	۱۳۵۳۰/۹۰	۷۲۹۷۹/۴۸	۱۳۷۵۲۶	۲۰۰۲	
۳۰۸۰/۶۷	۱۷۶۴۰/۴۰	۹۳۲۴۳/۵۰	۱۴۵۵۲۷	۲۰۱۷	
۳۱۱۸/۲۱	۱۵۲۳۴/۶۰	۶۸۵۰۴/۳۰	۱۲۹۶۹۸/۸۹	۲۰۳۲	
۳۱۳۳/۳۶	۱۴۹۹۷/۳۰	۵۹۸۸۹/۸۰	۱۳۱۹۲۳/۵۴	۲۰۴۷	
۳۰۶۹/۱۹	۱۶۳۱۵/۴۰	۶۷۱۶۸/۳۰	۱۲۳۲۲۱/۱۱	۱۹۸۷-۲۰۱۷	
۳۵۷/۵۹	۱۷۰۳/۷۰	-۴۴۷۵/۱۸	-۷۸۲۷/۱۱	تغییرات	
۱۵/۱۵	-۲۳۷/۳۰	-۸۶۱۴/۵۰	۲۲۲۴/۶۵		
-۶۴/۱۷	۱۳۱۸/۱۰	۷۲۷۸/۵۰	-۸۷۰۲/۴۳		

### ۳/۵ بررسی و پیش‌بینی رشد شهر

رشد شهر در جهات جغرافیایی نشان می‌دهد که شهر کرمانشاه در جهات شمال و شمال شرقی بیشترین و در جهات شرق، جنوب کمترین رشد را طی دوره مورد مطالعه داشته اند. به طوریکه

نتایج بررسی رشد شهر کرمانشاه نشان می‌دهد که این شهر طی دوره ۳۰ ساله رشد زیادی داشته است و در این دوره مساحت پهنه‌ی شهری ۲۸۷۲/۱۵ هکتار رشد داشته است. همچنین بررسی

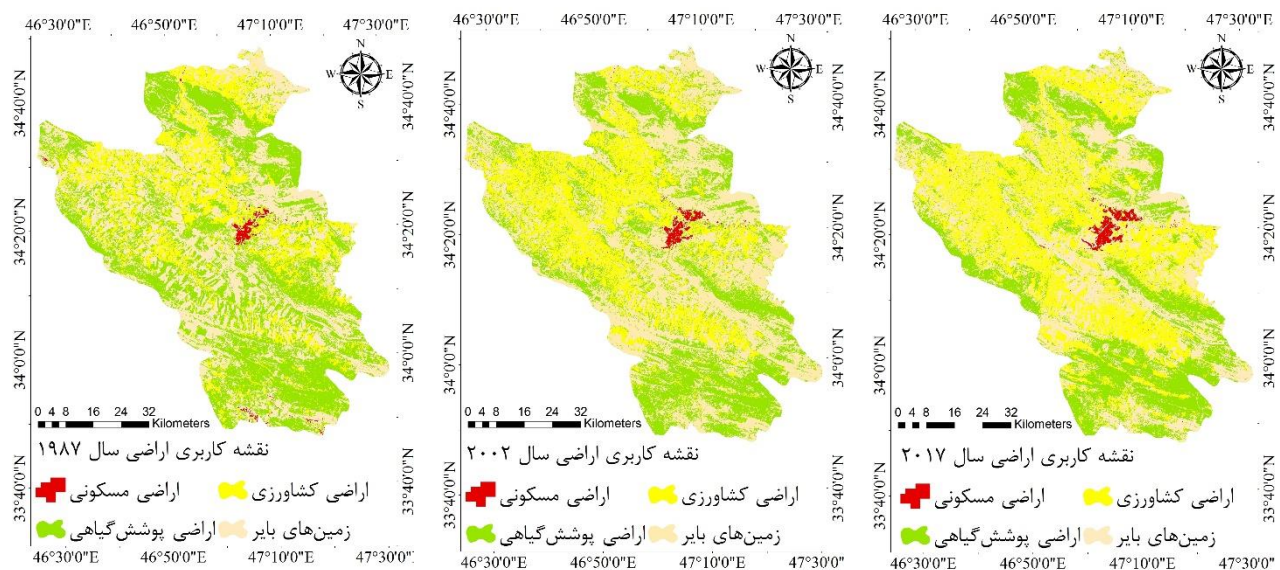
جدول ۹- مساحت تبدیل شده‌ی کاربری‌های اراضی (هکتار)

۲۶۷۸-۳۲۲۴	۲۱۳۳-۲۶۷۸	۱۵۸۷-۲۱۳۳	۱۰۴۲-۱۵۸۷	طبقات ارتفاعی/پوشش زمین	دوره
				مسکونی به پوشش گیاهی	۱۹۸۷-۲۰۱۷
				مسکونی به کشاورزی	
		۱۴۲/۸۶	۱۱۱۴/۷۵	مسکونی به زمین‌های بایر	
			۸۳۱/۴۸	پوشش گیاهی به مسکونی	
	۷۸۵/۷۴	۱۱۹۹۴/۹۰	۴۲۱۱۵/۱۰	پوشش گیاهی به کشاورزی	
۵۷۱/۴۵	۳۷۸۸/۱۹	۱۶۶۰۱/۲۰	۳۱۸۵۰/۹۰	پوشش گیاهی به زمین‌های بایر	
			۱۰۴۵/۷۸	کشاورزی به مسکونی	
	۲۱۴/۲۹	۴۳۵۶/۲۳	۱۰۲۳۴/۷۰	کشاورزی به پوشش گیاهی	
		۲۳۵۴/۷۷	۲۳۶۶۳/۹۰	کشاورزی به زمین‌های بایر	
			۱۸۸۲/۹۰	زمین‌های بایر به مسکونی	
۷۱/۴۳	۱۲۶۰/۰۸	۱۰۶۸۳/۳۰	۱۴۶۱۸/۴۰	زمین‌های بایر به گوشش گیاهی	۲۰۱۷-۲۰۳۲
	۱۱۶۲/۹۶	۸۰۹۲/۲۲	۴۹۳۰۷/۱۰	زمین‌های بایر به کشاورزی	
		۱۴۹۵۰/۳۸	۵۷۱/۴۴	مسکونی به پوشش گیاهی	
				مسکونی به کشاورزی	
		۷۱/۴۳		مسکونی به زمین‌های بایر	
				پوشش گیاهی به مسکونی	
	۸۸۰/۳۹	۵۸۹۵/۰۲	۲۲۵۵۷/۶۰	پوشش گیاهی به کشاورزی	
	۱۴۲/۸۶	۱۴۲/۸۶	۲۸۵/۷۲	پوشش گیاهی به زمین‌های بایر	
				کشاورزی به مسکونی	
		۱۸۸/۶۰	۷۱/۴۳	کشاورزی به پوشش گیاهی	
	۵۴۵/۷۶	۲۷۶۱/۵۲	۱۱۶۴۳/۱۰	کشاورزی به زمین‌های بایر	
			۶۶۹/۲۶	زمین‌های بایر به مسکونی	

	۱۲۶۰/۰۸	۸۸۹۷/۲۱	۵۶۳۸/۱۴	زمین‌های بایر به گوشش گیاهی	۲۰۳۲-۲۰۴۷
	۲۱۴/۲۹	۸۵۱/۵۴	۵۶۷۵/۸۶	زمین‌های بایر به کشاورزی	
				مسکونی به پوشش گیاهی	
			۷۱/۴۳	مسکونی به کشاورزی	
		۷۹/۳۱	۸۳۴/۶۵	مسکونی به زمین‌های بایر	
				پوشش گیاهی به مسکونی	
		۷۱/۴۳		پوشش گیاهی به کشاورزی	
۶۱/۲۳	۲۵۰۰/۱۰	۱۲۰۳۷/۳۰	۸۲۵۶/۸۰	پوشش گیاهی به زمین‌های بایر	
		۳۳۱/۴۶	۱۰۰۲/۵۸	کشاورزی به مسکونی	
	۶۶۶/۱۰	۳۰۸۹/۱۴	۹۳۷۶/۳۹	کشاورزی به پوشش گیاهی	
	۶۹/۱۸	۲۸۵/۷۲	۸۳۱/۴۸	کشاورزی به زمین‌های بایر	
			۲۱۴/۲۹	زمین‌های بایر به مسکونی	
				زمین‌های بایر به گوشش گیاهی	
	۵۰۰/۰۲	۴۶۶۶/۹۵	۲۰۳۲۳/۷۰	زمین‌های بایر به کشاورزی	

رشد فیزیکی شهر کرمانشاه تأثیرات منفی را بر پوشش زمین اطراف شهر داشته است به طوری که با بررسی میزان تغییرات و تبدیل پوشش زمین مشخص شد که در جهت شمالی شهر کرمانشاه- شمال، ۱۸۵/۰۱، ۴۰۹/۰۲ و ۳۰۰/۲۷ هکتار و در جهت شمال-

مساحت نواحی شهری در جهات شمال و شمال شرقی به ترتیب به ترتیب ۸۲۷/۷۴ و ۱۰۱۱/۶۹ هکتار و در جهات شرق، جنوب شرق و جنوب به ترتیب ۲۲۰/۵۸، ۱۳۷/۶۲ و ۳۹/۴۴ هکتار در طی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۷-۲۰۱۷) رشد داشته است (جدول ۱۰).



شکل ۳ نقشه‌های پوشش زمین شهرستان کرمانشاه

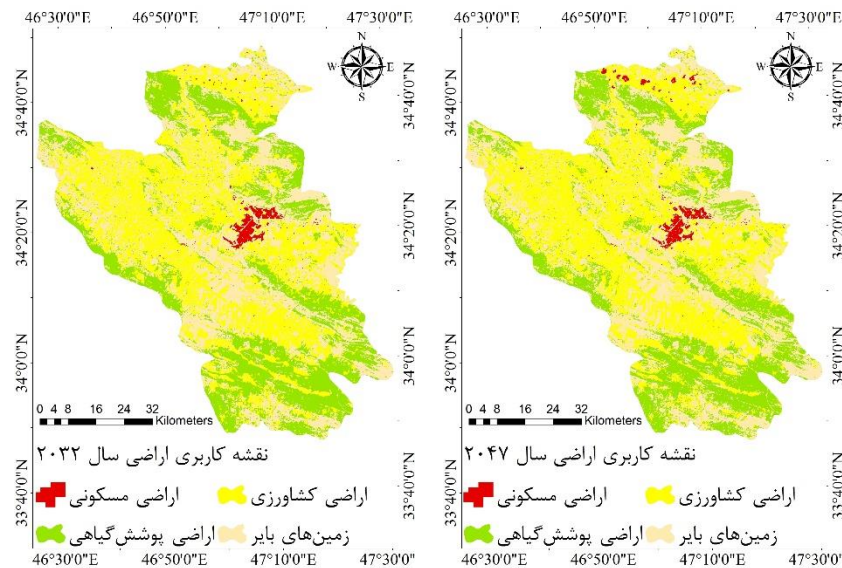
دیگر اتفاق افتاده است لذا تخریب اراضی در این جهات بیشتر از دیگر جهات بوده است و از بین کاربری‌های اراضی نواحی بایر بیشترین میزان تبدیل را به نواحی شهری داشته است (جدول ۱۱).

شرقی نیز ۲۰۵/۹۴، ۲۱۴/۹۰ و ۷۰۴/۹۰ هکتار به ترتیب از اراضی پوشش گیاهی، زمین‌های کشاورزی و بایر به نواحی شهری تبدیل شده است. با توجه به اینکه رشد شهر در این جهات بیشتر از جهات



مقایسه با با جهات دیگر خواهند داشت. بیشترین مساحت تبدیل شده به نواحی شهری در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ و ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ مربوط به نواحی بایر و زمین‌های کشاورزی خواهند بود به طوریکه در دوره ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ حدود ۳۳۰/۱۵ هکتار از نواحی بایر به محدوده‌ی شهری تبدیل خواهد شد که از این مقدار ۲۱ و ۳۲ درصد آن به ترتیب در جهات شمال و شمال‌شرقی رخ خواهد داد. در این دوره‌ی تبدیل

دوره‌های پیش‌بینی شده شهر کرمانشاه همانند دوره‌ی قبل رشد چشمگیری خواهد داشت و مساحت محدوده‌ی شهری در سال‌های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ به ترتیب به ۶۱۱۷/۶۱ و ۷۲۱۹/۲۶ هکتار خواهد رسید که نسبت به سال ۲۰۱۷ به ترتیب ۴۷۸/۶۸ و ۱۵۸۰/۳۰ هکتار رشد خواهند داشت. همچنین پیش‌بینی رشد شهر در جهات جغرافیایی نشان می‌دهد که رشد شهر همانند دوره‌های قبل بیشتر در جهات شمال و شمال شرقی خواهد بود و جهات شرق، جنوب شرق و جنوب کمترین رشد را در



شکل ۴ نقشه‌های پیش‌بینی شده‌ی پوشش زمین شهرستان کرمانشاه

کشاورزی نیز موجب رشد نواحی شهری شده و ۸۲/۸۶ هکتار از زمین‌های کشاورزی به نواحی شهری تبدیل خواهد شد که ۵۹/۹۴ درصد از آن در جهت شمال خواهد بود. کمترین تبدیل اراضی

نواحی بایر به محدوده‌ی شهری موجب کاهش نواحی بایر و افزایش نواحی شهری خواهد شد و این روند برای دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ نیز ادامه خواهد یافت. در این دوره علاوه بر نواحی بایر، زمین‌های



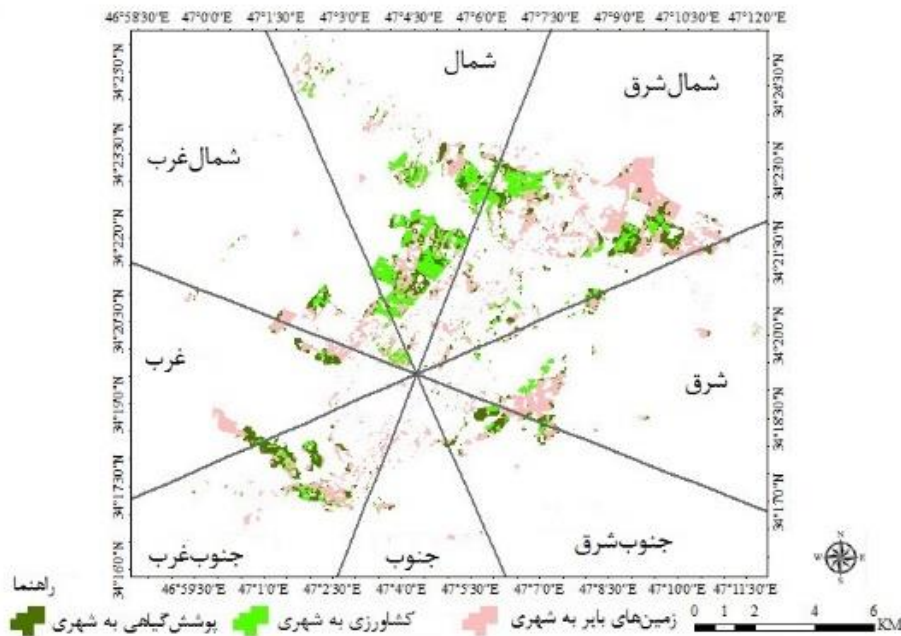


جدول ۱۰- مساحت نواحی شهری و اراضی تبدیل شده به نواحی شهری در جهات جغرافیایی (هکتار)

سال/ پوشش زمین	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
۱۹۸۷	۲۷۹/۴۷	۹۳۴/۲۶	۲۱۹/۱۵	۱۵۶/۸۱	۲۷۲/۵۲	۴۷۵/۴۷	۲۲۱/۹۳	۲۰۷/۲۰
۲۰۰۲	۷۳۵/۴۸	۱۵۱۲/۵۵	۳۳۱/۲۸	۱۹۳/۷۴	۲۹۵/۵۸	۵۰۶/۴۲	۲۳۱/۸۷	۲۹۰/۲۱
۲۰۱۷	۱۱۰۷/۲۱	۱۹۴۸/۹۵	۴۳۹/۷۳	۲۹۴/۴۳	۳۱۲/۲۶	۷۷۶/۸۰	۳۷۲/۴۷	۳۸۷/۱۱
۱۹۸۷-۲۰۱۷								
طبقات پوشش زمین/ دوره								
پوشش گیاهی به مسکونی	۱۸۵/۰۱	۲۰۵/۹۴	۵۲/۱۹	۵۷/۶۲	۴/۴۷	۱۱۵/۱۳	۵۵/۵۱	۳۰/۶۴
کشاورزی به مسکونی	۴۰۹/۰۲	۲۱۴/۹۰	۳۹/۲۵	۲۳/۲۰	۲/۳۴	۴۵/۰۱	۷/۹۳	۵۸/۵۹
زمین‌های بایر به مسکونی	۳۰۰/۲۷	۷۰۴/۲۷	۱۹۲/۷۳	۷۲/۱۹	۴۱/۹۰	۱۷۵/۲۰	۱۱۳/۹۸	۱۱۶/۲۹
مسکونی به پوشش گیاهی	-	-	-	-	-	-	-	-
مسکونی به کشاورزی	۱/۵۲	۰/۹۰	۰/۹۰	۰/۳۶	۰/۶۸	۰/۴۹	۰/۰۹	-
مسکونی به زمین‌های بایر	۴۱/۸۰	۱۱۵/۶۶	۶۰/۲۸	۱۵/۸۲	۴۶/۹۵	۳۳/۲۱	۲۲/۸۶	۲۲/۲۵

شهرستان کرمانشاه موجب تخریب اراضی پوشش گیاهی و نواحی بایر شده است. به طوریکه با بررسی آمار تغییرات کاربری‌های اراضی مشخص

کشاورزی به نواحی شهری در جهات شرق، جنوب شرق، جنوب و غرب و در دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ خواهند بود. به طور کلی رشد زمین‌های کشاورزی در



شکل ۵ کاربری‌های اراضی تبدیل شده به نواحی شهری در جهات جغرافیایی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷

صورت خواهد گرفت. از طرف دیگر تبدیل نواحی بایر به زمین‌های کشاورزی نیز در دوره ۲۰۱۷ کمتر از اراضی پوشش گیاهی بوده اما در دوره‌ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ بیشتر از پوشش گیاهی خواهد بود. به طور کلی در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ تخریب

می‌شود در دوره‌ی ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) ۳۹/۱۰ و ۵۷/۸۷ درصد به ترتیب از اراضی پوشش گیاهی و نواحی بایر به زمین‌های کشاورزی تبدیل شده است. تخریب اراضی پوشش گیاهی به کشاورزی در دوره‌ی ۲۰۱۷ تا ۲۰۳۲ نیز ادامه دار خواهد بود و در این دوره با ۷۵/۴۳ درصد بیشترین تخریب پوشش گیاهی



### جدول ۱۱- مساحت پیش بینی شده نواحی شهری و اراضی با احتمال تبدیل به نواحی شهری در جهات جغرافیایی (هکتار)

سال / پوشش زمین	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب
۲۰۳۲	۱۲۹۹/۳۷	۲۰۶۰/۲۳	۴۷۳/۵۸	۳۰۹/۸۳	۳۲۰/۱۳	۸۳۸/۵۱	۳۹۶/۴۸	۴۱۹/۴۸
۲۰۴۷	۱۳۶۸/۳۲	۲۲۴۱/۱۰	۵۳۲/۱۰	۴۸۸/۲۳	۴۷۵/۸۹	۹۷۲/۷۵	۵۴۲/۵۱	۵۹۸/۳۶
طبقات پوشش زمین / دوره ۲۰۱۷-۲۰۳۲								
پوشش گیاهی به مسکونی	-	-	-	-	-	-	-	-
کشاورزی به مسکونی	-	-	-	-	-	-	-	-
زمین های بایر به مسکونی	۷۰/۶۳	۱۰۵/۸۶	۲۷/۸۹	۱۳/۶۱	۸/۴۲	۵۷/۵۲	۲۱/۲۸	۲۴/۹۴
مسکونی به پوشش گیاهی	-	-	-	-	-	-	-	-
مسکونی به کشاورزی	-	-	-	-	-	-	-	-
مسکونی به زمین های بایر	۶/۸۶	۴/۶۹	۲/۸۸	۱/۲۳	۰/۴۲	۱/۵۴	۰/۳۹	۰/۹۲
طبقات پوشش زمین / دوره ۲۰۳۲-۲۰۴۷								
پوشش گیاهی به مسکونی	-	-	-	-	۰/۰۵	-	-	-
کشاورزی به مسکونی	۴۹/۶۷	۲۱/۲۷	۱/۲۹	۰/۵۰	۰/۶۳	۱/۴۶	۰/۵۴	۷/۵۰
زمین های بایر به مسکونی	۹/۸۹	۵/۱۹	۰/۷۶	۰/۰۹	-	-	-	۰/۰۵
مسکونی به پوشش گیاهی	-	-	-	-	-	-	-	-
مسکونی به کشاورزی	-	۰/۰۵	۰/۴۵	۰/۱۲	-	۰/۰۹	-	۰/۲۲
مسکونی به زمین های بایر	۸۶/۴۰	۱۱۷/۱۳	۳۹/۸۴	۱۹/۹۵	۹/۶۳	۶۴/۵۰	۲۲/۹۴	۲۶/۰۵

در سال ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ به ترتیب ۸۶۲۳۷۸، ۸۴۳۱۲۵، ۹۶۷۶۹۶ و ۱۰۸۳۸۳۳ نفر بوده که طی دوره ۳۰ ساله (۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵) ۲۲۱۴۵۵ نفر رشد داشته است (مرکز آمار ایران، ۲۰۱۶). همچنین نواحی شهری در سال های ۱۹۸۷، ۲۰۰۲ و ۲۰۱۷ به ترتیب ۲۷۶۶/۸۱، ۴۰۹۷/۱۳ و ۵۶۳۸/۹۶ هکتار بوده است که طی دوره ۳۰ ساله ۲۸۷۲/۱۵ هکتار رشد داشته است و با توجه به تداوم رشد شهر کرمانشاه پیش بینی می شود که مساحت نواحی شهری در سال های ۲۰۳۲ و ۲۰۴۷ به ترتیب به ۶۱۱۷/۶۱ و ۷۲۱۹/۲۹ هکتار برسد. رشد شهر کرمانشاه در جهات شمال و شمال شرق بیشتر از دیگر جهات بوده است و بررسی رشد شهر در این جهات طی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) نشان می دهد که بیشتر اراضی کشاورزی، پوشش گیاهی و نواحی بایر اطراف شهر به نواحی شهری تبدیل شده است که در این میان سهم اراضی کشاورزی در جهت شمالی و اراضی بایر در جهت شمال شرقی بیشتر از پوشش گیاهی بوده است. همچنین بر اساس پیش بینی انجام شده رشد شهر کرمانشاه بیشتر در مرکز شهر خواهد بود و شهر کرمانشاه

اراضی پوشش گیاهی دلیل عمده ی رشد زمین های کشاورزی و در دوره ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ تبدیل نواحی بایر زمینه رشد نواحی کشاورزی را در منطقه فراهم خواهد آورد. روند کاهشی تخریب اراضی پوشش گیاهی به نواحی کشاورزی در دوره ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ موجب خواهد شد که در این دوره اراضی پوشش گیاهی نسبت به دوره های گذشته کمتر دچار تغییرات کاهشی شود از طرفی دیگر رشد تبدیل نواحی بایر به اراضی کشاورزی منجر به کاهش مساحت نواحی بایر در دوره ی ۲۰۳۲ تا ۲۰۴۷ خواهد شد که بیشترین میزان این تبدیل در طبقه ارتفاعی ۱۰۴۲ تا ۱۵۸۷ متری خواهد بود و اراضی کشاورزی در این طبقه ارتفاعی بیشترین رشد را خواهند داشت. رشد زمین های کشاورزی با رشد نواحی شهری در شهرستان کرمانشاه در ارتباط بوده است چرا که توسعه فیزیکی در نتیجه رشد جمعیت اتفاق می افتد و رشد جمعیت نیز نیازمند افزایش مصرف مواد غذایی و محصولات کشاورزی است و این امر زمینه رشد نواحی کشاورزی را در شهرستان کرمانشاه فراهم آورده است. بررسی سرشماری مرکز آمار ایران نشان می دهد که جمعیت شهر کرمانشاه





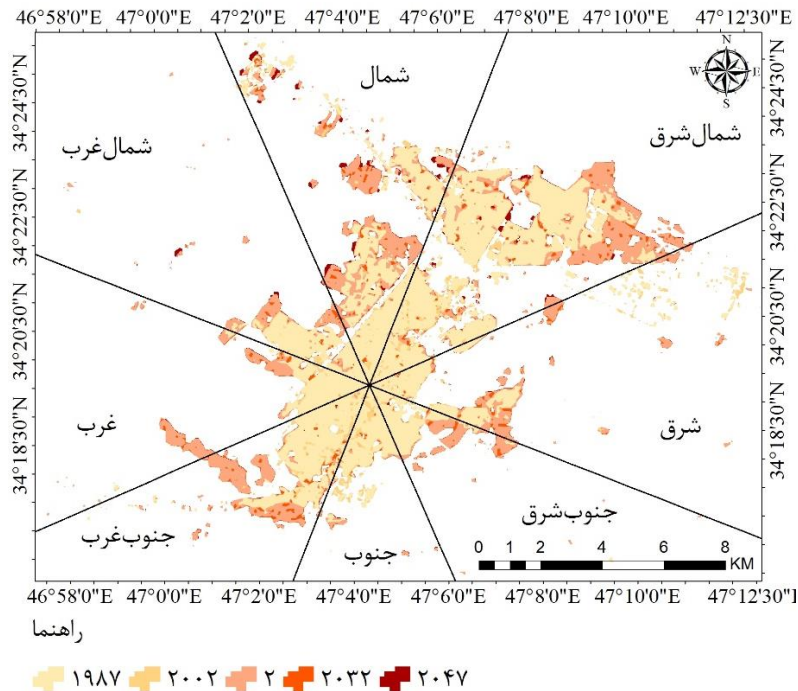
این طبقات رخ داده است. طی دوره مورد مطالعه اراضی بایر و پوشش گیاهی روند کاهش و اراضی کشاورزی و شهری روند افزایشی داشته اند و این روند تا سال ۲۰۴۷ نیز ادامه دار خواهد بود. همچنین شهر کرمانشاه در فاصله زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۴۷ رشد ۴۴۵۲/۴۵ هکتاری خواهد داشت که بخش زیادی از رشد شهر در جهات شمال و شمال شرق خواهد بود. بیشترین تخریب اراضی ناشی از رشد شهر کرمانشاه مربوط به اراضی بایر و زمین‌های کشاورزی و در جهات شمالی بوده است و این روند تا سال ۲۰۴۷ با سرعت کمتری ادامه خواهد یافت. بررسی تغییرات پوشش زمین در طبقات ارتفاعات منجر به ارائه درک بهتر از نوع و میزان تغییرات هر کاربری می‌شود که این امر در بسیاری از برنامه‌ریزی‌های منابع طبیعی و محیط زیستی موثر و کاربردی است. همچنین بررسی رشد شهر در جهات جغرافیایی و میزان تخریب اراضی در این جهات می‌تواند در بسیاری از برنامه‌های رشد و توسعه شهری موثر بوده و برنامه ریزان با استفاده از آن می‌توانند رشد شهر را در جهات بهینه و مناسب هدایت نمایند. به طور کلی با توجه به نتایج دقت مدل CA-Markov این مدل یکی از مدل‌های موثر

جهات جغرافیایی کمتر از دوره‌های قبل رشد خواهد داشت و در مقایسه با دوره‌های قبل رشد شهر کمتر تحت تاثیر کاربری‌های اطراف شهر قرار خواهد گرفت و تخریب اراضی نسبت به دوره‌های قبل کمتر اتفاق خواهد افتاد.

بررسی نتایج این مطالعات با مطالعات مرتبط مشخص شد که این نتایج با مطالعات هالمی و همکاران (۲۰۱۵)، خاوالده (۲۰۱۶)، کریمی و همکاران (۲۰۱۶)، سمشی‌پور و همکاران (۲۰۱۷)، درویشی و همکاران (۲۰۲۰)، دی و همکاران (۲۰۲۱)، درویشی و همکاران (۲۰۲۱)، گیرما و همکاران (۲۰۲۲) و مطلق و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت داشته و با توجه به دقت مدل CA-Markov در این مطالعات همانند مطالعه حاضر به اهمیت مدل مذکور به عنوان یکی از مدل‌های دقیق برای مدلسازی تغییرات پوشش زمین تاکید شده است.

### ۳ نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف پایش و پیش‌بینی تغییرات پوشش زمین و رشد شهر کرمانشاه با استفاده از تصاویر لندست و مدل CA-Markov انجام گرفت. نتایج نشان داد بیشترین تراکم پوشش زمین در ارتفاع ۱۰۴۲-۱۵۸۷ متری است و بیشترین تغییرات اراضی نیز طی دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۷) نیز در



شکل ۶ نقشه رشد شهر کرمانشاه طی دوره مورد مطالعه

**قردانی** نویسندگان مقاله بر خود لازم میدانند تا از حمایت های مرکز سنجش از دور دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و موسسه آموزش عالی آبان هراز آمل سپاسگزاری نمایند.

برای شبیه سازی و مدلسازی روند تغییرات آینده پوشش زمین و رشد شهر است. این مزیت موجب شده است که این مدل از گذشته تا کنون در مطالعات پوشش زمین مورد استفاده قرار گیرد.



## منابع

- Almeida, C. M., Gleriani, J. M., Castejon, E. F., Soares-Filho, B. S., 2008, Using neural networks and cellular automata for modelling intra-urban land-use dynamics, *International Journal of Geographical Information Science*, 22(9): 943-963.
- Bowen, Richard L., Linda J. Cox, and Morton Fox, (1991), the Interface between Tourism and Agriculture. *Journal of Tourism Studies* 2(2): 43-54
- Celik, A. (2005), Land-use effects on organic matter and physical properties of soil in a southern editerranean highl and of Turkey, *Soil and Tillage Research* 83(2): 270-277.
- Cheng, J. Masser, I., 2003, Urban Growth Pattern Modeling: A Case Study of Wuhan City, PR China, *Landscape & Urban Planning*, 62(4): 199-217.
- Darvishi, Sh, Solaimani, K., Shabani, M., 2020, Analysis and prediction of urban growth and its impact on land use using remote sensing and CA-Markov ; Case study: Marivan, Baneh and Saqqez cities, *Journal of Geographical Data (SEPEHR)*, 29(114): 147-163 (InParsian).
- Darvishi, Sh, Solaimani, K., 2021, Monitoring and prediction spatiotemporal vegetation changes using NDVI index and CA-Markov model (case study: Kermanshah city), *Environmental Sciences*, 18 (4): 161-182 (InParsian).
- Dey, N. N., Al Rakib, A., AlKafy, A., Raikwar, V., 2021, Geospatial modelling of changes in land use/land cover dynamics using Multi-layer Perceptron Markov chain model in Rajshahi City, Bangladesh, *Environmental Challenges*, 4, 100148
- Dixon, B., Candade, N., 2008, Multispectral land use classification using neural networks and support vector machines: one or the other, or both?, *International Journal of Remote Sensing*, 29(4): 1185-1206 .
- Frumkin, H. 2002. Urban sprawl and public health, *Public Health Report* 117(3): 201-207.
- Fang, S., Gertner, G.Z., Anderson, A.B., 2007, Prediction of multinomial probability of land use change using a bisection decomposition and logistic regression, *Landscape Ecology*, 22(3): 419-430.
- Girma, R., Fürst, Ch., Moges, A., 2022, Land use land cover change modeling by integrating artificial neural network with cellular Automata-Markov chain model in Gidabo river basin, main Ethiopian rift, *Environmental Challenges*, 6, 100419.
- Hegazy, I. R., Kaloop, M. R., 2015, Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1): 117-124.
- Halmy, M. W. A, Gessler, P. E, Hicke, G. A, Salem, B. B, 2015, Land use/land cover change detection and prediction in the north-western coastal desert of Egypt using Markov-CA, *Applied Geography*, 63: 101-112.
- Hamad, R.; Kolo, K.; Balzter, H. 2018, Land Cover Changes Induced by Demining



- Operations in Halgurd-Sakran National Park in the Kurdistan Region of Iraq. *Sustainability*, 7(10):1-15.
- Hendrik Prinz, J., Wu, H., Sarich, M., Keller, B., Senne, M., Held, M., Chodera, J. D., Schütte, Ch., Noé, F., 2011, Markov models of molecular kinetics: Generation and validation, *The Journal of chemical physics* 134 (17): 1-23.
- Hishe, S., Bewket, W., Nyssen, J., Lyimo, J., 2018, Analyzing past land use land cover change and CAMarkov based future modeling in the Middle Suluh Valley, Northern Ethiopia, *Journal of Geocarto International*, 35(3): 225-255.
- Houghton, R. 1984. The Worldwide Extent of Land-use Change. *Bioscience*, 44(5), 305-313.
- Huang, B., Zhao, B., Song, Y., 2018, Urban land-use mapping using a deep convolutional neural network with high spatial resolution multispectral remote sensing imagery, *Remote Sensing of Environment*, 214: 73-86.
- Itten, K. I., Meyer, P., 1993, Geometric and radiometric correction of TM data of mountainous Forested Areas, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 31(4):764 - 770.
- Jensen, J.R. 2007, *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 3rd Edition, Prentice Hall Publisher, 316 p.
- Karimi, K., Zehtabian, Gh., Faramarzi, M., Khosravi, H., 2016, Land Use /Cover Change Monitoring and Prediction Using Markov Chain (Case Study: The Abbas Plain), *Journal of range and watershed management*, 69 (3): 711-724 (InPersian).
- Karimzadeh Motlagh, Z., Lotfi, A., Pourmanafi, S., Ahmadizadeh, S., 2021. Evaluation and Prediction of Land-Use Changes using the CA\_Markov Model, *Geography and Environmental Planning*, 33(2): 63-80 (InPersian).
- Khawaldah, H. A., 2016. A Prediction of Future Land Use/Land Cover in Amman Area Using GIS-Based Markov Model and Remote Sensing, *journal of Geographic Information System*, 8(3): 412-427.
- Kiptala, J., Mohamed, Y., Mul, M. L., Cheema, M.J.M., Van der Zaag, P. 2013. Land use and land cover classification using phenological variability from MODIS vegetation in the Upper Pangani River Basin, Eastern Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 66: 112-122.
- Lausch, A. and Herzog, F., 2002. Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability. *Ecological indicator*, 2(1-2), 3-15.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., 1994. *Remote sensing and image interpretation*, 3rd Edition, John Wiley and Sons publisher, 750 p.
- Naidoo, R. Hill, K. 2006. Emergence of indigenous vegetation classifications through integration of traditional ecological knowledge and remote sensing analyses, *Environmental Management*, 38(3): 377-387.
- Nikpour, A., Amounia, H., Nourpasandi, E., 2021, Monitoring and predicting land use changes using landsat satellite images by Cellular Automata and



- Markov model (Case study: Abbasabad area, Mazandaran province), *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 12(2): 35-53. (InParsian)
- Omar, N. Q, Sanusi, S. A. M, Hussin, W. M.W, Samat, N, Mohammed, K.s, 2014, Markov-CA model using analytical hierarchy process and multi regression technique, 7th IGRSM International Remote Sensing & GIS Conference and Exhibition, 20: 1-17.
- Pijanowskia, B.C., Brown, D.G., Shellitoc, B.A. and Manikd, G.A., 2002, Using Neural Networks and GIS to Forecast Land Use Changes: A Land Transformation Model, *Computers, Environment and Urban Systems* 26(6), 553 -575.
- Quintero, G, V, Moreno, R, S, García, M, P, Guerrero, F, V, Alvarez, C, P, Alvarez, A, P, 2016, Detection and Projection of Forest Changes by Using the Markov Chain Model and Cellular Automata, *Sustainability* 2016, 8, 236: 1-13.
- Rafiee, R., A. Salman Mahiny and N. Khorasani. 2009. Assessment of changes in urban green spaces of Mashhad city using satellite data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 11: 431-438.
- Richards. J. A., Xiuping. J. 2006. *Remote sensing Digital Image Analysis, An Introduction*, 4th Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 439 p.
- Reveshty, M.A., 2011. The assessment and predicting of land use changes to urban area using multi-temporal satellite imagery and GIS: A case study on Zanjan, Iran (1984-2011). *J. Geogr. Inform. Syst.*, 3(4): 298-305.
- Shamsipour, A. A., Heydari, S., Bagheri, K., 2017, Monitoring the Process of Land Use/cover Changes Using Markov CA Model: a Case Study of Kermanshah City, *Geographical Urban Planning Research*, 5 (3): 495-514 (InParsian).
- Siddiqui, A., Siddiqui, A., Maithani, S., Jha, A. K., Kumar, P., Srivastav, S. K., 2018, Urban growth dynamics of an Indian metropolitan using CA Markov and Logistic Regression, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(3): 229-236.
- Smits, P. C., Dellepiane, S. G., Schowengerdt, R. A. 1999. Quality assessment of image classification algorithms for land-cover mapping: a review and a proposal for a cost-based approach, *International Journal of Remote Sensing*, 20(8):1461-1486.
- Statistical Centre of Iran, 2016, *Population-and-Housing-Censuses in 1986 and 2016*, <https://www.amar.org.ir/english/Population-and-Housing-Censuses> (InParsian)
- Surabuddin Mondal, M. D, Sharma, N, Garg, P. K, Kappas, M, 2016, Statistical independence test and validation of CA Markov land use land cover (LULC) prediction results, *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 19(2): 259-272.
- Tayyebi, A., Delavar, M. R., Yazdanpanah. M. J., Pijanowski, B. J., 2010, A spatial logistic regression model for simulating land use patterns: A case study of the Shiraz Metropolitan Area of Iran, *Advances in Earth Observation of Global Change*, 27-42.



- Tang, Z., B.A. Engel, B.C. Pijanowski and K.J. Lim, 2005. Forecasting land use change and its environmental impact at a watershed scale. *J. Environ. Manage.*, 76(1): 35-45.
- Thapa, R.B., Murayama.Y., 2012. Scenario based urban growth allocation in Kathmandu Valley, Nepal. *Landscape and Urban Planning* 105(1-2): 140-148.
- Tso, B., Mather, P. 2001. Classification methods for remotely sensed Data, Taylor & Francis publisher, first Edition, 253 p.
- US Geological Survey. 2017. Landsat-8 images and Shuttle Radar Topography Mission Digital elevation model. Retrieved from <https://earthexplorer.usgs.gov>
- Van Dessel, W., Van Rompaey, A., Szilassi, P., 2011, Sensitivity analysis of logistic regression parameterization for land use and land cover probability estimation, *International Journal of Geographical Information Science* , 25(3):489-508.
- Vaz, E., Arsanjani, J.J., 2015, Predicting Urban Growth of the Greater Toronto Area - Coupling a Markov Cellular Automata with Document Meta-Analysis, *Journal of Environmental Informatics*, 25(2): 71-80.
- Wang, S. Q., Zheng, X. Q., Zang, X. B., 2012, Accuracy assessments of land use change simulation based on Markov-cellular automata model, *Procedia Environmental Sciences*, 13: 1238-1245.
- Wagrowski, D. M., . Hites, R. A., 1996. Polycyclic aromatic hydrocarbon accumulation in urban, suburban and rural vegetation, *Environmental Science & Technology*, 31(1): 279- 282
- Zhang, R, Tang, Ch. Ma, S. Yuan, H, Gao, L, Fan, W, 2011, Using Markov chains to analyze changes in wetland trends in arid Yinchuan Plain, China. *Mathematical and Computer Modeling*, 54(3-4): 924-930.