



## Land use changes and simulation of urban growth and development (Case study: Ardabil city)<sup>1</sup>

Vahid Ghodousi <sup>1</sup>, Hossein Nazmfar <sup>2\*</sup>, Mansour Rahmati <sup>3</sup>

1. Master's student, Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran.

2. Professor of Department of Geograpy and Urban Planning University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

3. Professor of Department of Geograpy and Urban Planning University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

### Extended Abstract

#### Introduction

The uncontrolled expansion of the city in the peripheral lands is one of the most important issues for city managers and planners at various levels. Since today, the study of the process of land use changes to urban use plays a fundamental role in long-term decision-making and planning, predicting the process of urban expansion and modeling it in the future with accurate methods for managing and controlling urban expansion is more necessary than ever. One of the methods of modeling urban expansion and development is the use of a neural network model.

This model has been widely used in urban studies due to its dynamic nature, ability to be combined with other models, the possibility of modifying the model and the availability of the required data. Using the Markov chain model, the ratio of different uses and the possibility of predicting them in the future are provided.

Land use classification in images was performed using an artificial neural network model. Then, the amount of changes in the 23-year period was examined using the classified images, and after that, these classified images were used to predict land use changes. Road, green space, and wasteland land uses are in the next ranks. The road use, which was 1,172.34 hectares in 2021, will increase in size by 2038, according to past trends, and its size will reach 1,339.11 hectares. Green space and water areas will also increase in size, while under-construction and barren land uses will decrease in size.

#### Methodology:

#### Research Methodology TM sensor and 2021 images with OLI sensor

---

<sup>1</sup> This article is extracted from the MA dissertation entitled "Land use changes and simulation of urban growth and development (Case study: Ardabil city)" at Mohaghegh Ardabili University) by the second author.

\* Corresponding Author: Nazmfar@uma.ac.ir

**Cite this article:** Ghodousi, V. , Nazmfar, H. and Rahmati, M. (2025). Land use changes and simulation of urban growth and development (Case study: Ardabil city). Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS), 6(3), 168-185.

In this study, first, images from 1998 with TM sensor and images from 2021 with OLI sensor Landsat 8 were downloaded by the site and the desired area was extracted from the relevant images by the earth explorer site. In order to perform the land use classification process, we first cut the studied area from these images and then first pre-processing was performed to fix the radiometric and atmospheric errors in the images, after which training samples were taken with the help of Google Earth software and field visits. Then, the classification process was performed and the land use classification in the images was obtained in 6 classes using one of the supervised classification algorithms using artificial neural networks, which are: 1- Built-up 2- Water area 3- Green space 4- Road network 5- Barren land 6- Under construction. The accuracy of the classification was evaluated using the elements of the error matrix, namely the overall accuracy and the kappa coefficient. In both images, the classification had high and acceptable accuracy. Then, using the classified images, the amount of changes in the time period for the year 2038 was examined and these classified images were used to predict land use changes using the Idrisi Selva software. Finally, the final predicted map of uses was extracted using ArcGIS.

### **Markov automated cell method**

This model can well predict changes for the future according to the trend that has existed from the past to the present, but the main problem of this model is the lack of a spatial component during its prediction process, so that the prediction of changes is made, but it is not clear where exactly the changes will occur, which is why this model cannot be relied on in research of a spatial nature; However, the Markov chain model is the initial input of the Markov automated cell model, or CA\_MARKOV, and it must be done. This model has three outputs, including the transition probability matrix, the transition area matrix, and conditional probability images.

In this research, classified images from 1998 and 2021 were presented to the model, and the transition probability matrix and conditional probability images were obtained; Also, the STCHOICE command was used to merge the conditional probability images that were obtained separately. To solve the problem of calculating the location in the Markov model, the automated cell model was added to it and the combined CA\_MARKOV model was used.

### **Results and Findings:**

#### **Evaluation of artificial neural network classification model**

In this study, an artificial neural network classification model, which falls into the supervised classification category, was used. The input to the supervised classification is training samples that are taken according to the classes that must be specified in advance. Each class of training samples is taken according to the extent of each class so that the final result has sufficient accuracy. In order to perform sampling with greater accuracy, Google Earth software was also used. According to satellite images, 6 classes (classes) were considered for these images for classification. These 6 classes (classes) include: 1- Built-up areas, 2- Water areas, 3- Green spaces, 4- Roads, 5- Barren and 6- Under construction.

### **Conclusion:**

According to the results obtained, the overall results showed that the built-up areas had a decreasing trend and this trend will continue for the year 2038. Also, the road use had a growing trend from the past to 2021 and will maintain its growing trend for the year 2038. Green space also had a growing trend and will continue for the year 2038. Therefore, it is suggested that other components related to land use at the level of a region, such as population

and urban laws, per capita, density, etc., should be examined simultaneously with the use of this tool. The growth of the road network should be examined in terms of balance and equilibrium at the city level, and more diverse time periods should be considered to examine land use changes so that changes can be examined in more detail and over more years. According to the results obtained, the overall results show that the built-up areas have a decreasing trend and this trend will continue for the year 2038. Also, road usage has had a growing trend from the past to 2021, and this trend will be maintained for 2038. Green space has also had a growing trend and will continue for 2038.

**Key words:** remote sensing, CA-Markov, land use changes, Landsat, Ardabil, per capita.

## References:

- Alimohammadi, A., Matkan, A., and Mirbagheri, B. 2010. The Evaluation of CELLULAR AUTOMATA model efficiency in simulation of urban areas development (Case study: suburbs of south west of Tehran). *J. Spat. Plan. (Modares Human Sciences)*. 14: 2.81-102. (In Persian).  
Applications, *Advances in Remote Sensing* 4(8):100-111.
- Traore, Arafan; Mawenda, John; Komba, Atupelye, W., 2018. Land-Cover Change Analysis and Simulation in Conakry (Guinea), Using Hybrid Cellular-Automata and Markov Model. *Urban Sci*. Volume 2, Issue 2.
- Bruce, C.M., and Hilbert, D.W. 2004. Pre-processing Methodology for Application to Landsat TM/ETM+ Imagery of the Wet Tropics. Cooperative Research Centre for Tropical Rainforest Ecology and Management. Rainforest CRC, Cairns, 44p.
- Chavarez, P. S. J. R. and Mackinnon, D. J., 1994. Automatic Detection of Vegetation in the southwestern United States Using remotely sensed image, *photogrametric Engineering and Remote Sensing*, 60: 571-583.
- Chavez, P. S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction multispectral data. *Remote Sensing of environment*, 24(3), 459-479.
- Du, Y., Teillet, P.M. and Cihlar, J., 2002. Radiometric normalization and multitemporal high-resolution satellite image with quality control for land cover change detection *Remote Sensing of Environment*, 82:123-134.
- Mubea, K. W., Ngigi, T. G. and Mundia, C. N. 2010. Assessing Application of Markov Chain Analysis in Predicting Land Cover Change: A Case Study of Nakuru Municipality. *JAGST*, 12(2): 126 – 144
- Seifzadeh, D., S. Hamzedoust-Hasankiadeh, A.N. Shamkhali, 2013. Electrochemical and DFT Studies of 8hydroxyquinoline as Corrosion Inhibitor for AZ61 Magnesium Alloy in Acidic Media. *Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces*, 1 (49): 229-239.
- Rounsevell, M.D.A., Ewert, F., Reginster, I., Leemans, R., Carter, T.R. (2005). Future scenarios of European agricultural land use II. Projecting changes in cropland and grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107, 117–135.
- Guan, D, Li, H, Hokao, K, (2011). Modelling Urban Land use Change by the integration of Cellular Automaton and Markov Model, *Ecological Modeling* 222, pp.3761-3772
- Kityuttachai, K., Tripathi, N., Tipdecho, T. and Shreshta, R. (2013). CA-Markov Analysis of Constrained Coastal Urban Growth Modeling: Hua Hin Seaside City, Thailand. *Sustainability*, 5(4): 1480-1500
- Valbuena D., Verburg P. H., Bregt A. K. and Ligtenberg A. 2010). An agent-based approach to model land-use change at a regional scale. *Landscape Ecol*, 25: pp. 185-199.  
<https://www.srds.ir/215756.html> article\_



## تغییرات کاربری اراضی و شبیه سازی رشد و توسعه شهری (مطالعه موردی شهر اردبیل)<sup>۲</sup>

وحید قدوسی<sup>۱</sup>، حسین نظم فر<sup>۲\*</sup>، منصور رحمتی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، جغرافیا برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۲. استاد، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

۳. استاد، گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

### مقدمه

گسترش بی‌رویه شهر در اراضی پیرامونی از مهم‌ترین مسائل برای مدیران و برنامه‌ریزان شهرها در سطوح گوناگون است. از آن جا که امروزه بررسی روند تغییرات کاربری اراضی به کاربری شهری نقشی اساسی را در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بلند مدت بازی می‌کند، پیش‌بینی روند گسترش شهر و مدل‌سازی آن در آینده با روش‌های دقیق جهت مدیریت و کنترل گسترش شهری بیش از پیش ضرورت می‌یابد. یکی از روش‌های مدل‌سازی گسترش و توسعه شهری بکارگیری مدل شبکه‌عصبی است.

این مدل به دلیل برخورداری از ماهیت پویا، قابلیت تلفیق با سایر مدل‌ها، امکان اصلاح مدل و در دسترس بودن داده‌های مورد نیاز، به طور گسترده‌ای در مطالعات شهری به کار گرفته شده است. با استفاده از مدل زنجیره مارکوف، نسبت کاربری‌های مختلف و امکان پیش‌بینی آنها در آینده فراهم می‌شود.

مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی، ابزاری ضروری برای تجزیه و تحلیل‌های زیست محیطی، برنامه ریزی و مدیریت محسوب می‌گردد. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در بازه زمانی ۲۳ ساله (از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۱) است که این هدف با استخراج نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۲۱ از طریق تصاویر ماهواره‌ای و به دست آوردن تغییراتی که در این مدت در کاربری‌های اراضی حاصل شده است و در نهایت پیش‌بینی این تغییرات برای سال ۲۰۳۸ با استفاده از مدل CA-مارکوف انجام گرفته است.

طبقه‌بندی کاربری اراضی در تصاویر با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی انجام گرفت. سپس با استفاده از تصاویر طبقه‌بندی شده میزان تغییرات در بازه زمانی ۲۳ ساله بررسی شد و بعد از آن از این تصاویر طبقه‌بندی شده برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد. کاربری‌های راه، فضای سبز و بایر در رتبه‌های بعدی می‌باشند. کاربری راه که در سال ۲۰۲۱ دارای ۱۱۷۲،۳۴ هکتار وسعت بوده برای سال ۲۰۳۸ با توجه به روند گذشته با افزایش وسعت همراه خواهد شد و وسعت آن به ۱۳۳۹،۱۱ هکتار خواهد رسید، همچنین فضای سبز و محدوده آبی نیز با افزایش وسعت روبرو خواهند بود، در این بین کاربری‌های در حال ساخت و بایر با کاهش وسعت روبرو خواهند شد.

<sup>۲</sup> این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان تغییرات کاربری اراضی و شبیه سازی رشد و توسعه شهری (مطالعه موردی شهر اردبیل در دانشگاه محقق اردبیلی نویسنده اول است.

\* نویسنده مسئول: Nazmfar@uma.ac.ir

ارجاع به این مقاله: قدوسی، وحید، نظم فر، حسین و رحمتی، منصور. (۱۴۰۴). ۱۳. تغییرات کاربری اراضی و شبیه سازی رشد و توسعه شهری (مطالعه موردی شهر اردبیل). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای، ۶(۳)، ۱۶۸-۱۸۵.

## روش بررسی:

### روش پژوهش سنجنده TM و تصاویر سال ۲۰۲۱ با سنجنده OLI

در این تحقیق ابتدا تصاویر مربوط به سال‌های ۱۹۹۸ با سنجنده TM و تصاویر سال ۲۰۲۱ با سنجنده OLI لندست ۸ توسط سایت داندلود و محدوده مورد نظر از تصاویر مربوطه را توسط سایت earth explorer استخراج شد. به منظور انجام فرآیند طبقه‌بندی کاربری اراضی ابتدا محل مورد مطالعه از این تصاویر برش می‌دهیم و سپس ابتدا باید پیش‌پردازش‌هایی برای رفع خطاهای رادیومتریکی و اتمسفری موجود در تصویرها انجام می‌گرفت، بعد از آن نمونه‌های تعلیمی با کمک گرفتن از نرم افزار Google Earth و همچنین بازدید میدانی برداشت شد. سپس فرآیند کلاس‌بندی انجام شده و طبقه‌بندی کاربری اراضی در تصاویر با استفاده از یکی از الگوریتم‌های طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، در ۶ طبقه بدست می‌آید که این طبقه‌ها عبارتند از ۱- ساخته شده ۲- محدوده آبی ۳- فضای سبز ۴- شبکه راه ۵- اراضی بایر ۶- در حال ساخت انجام گرفت. میزان دقت طبقه‌بندی انجام شده با استفاده از عناصر ماتریس خطا یعنی دقت کلی و ضریب کاپا مورد ارزیابی قرار گرفت، در هر دو تصویر؛ طبقه‌بندی انجام شده دارای دقت بالا و مورد قبولی بود، سپس با استفاده از تصاویر طبقه‌بندی شده میزان تغییرات در بازه زمانی برای سال ۲۰۳۸ بررسی و توسط نرم افزار Idrisi Selva بعد از آن از این تصاویر طبقه‌بندی شده برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی استفاده شد و در نهایت با استفاده از ArcGIS نقشه نهایی پیش‌بینی شده کاربری-ها استخراج شد.

### روش سلول خودکار مارکوف

این مدل با توجه به روندی که از گذشته تا امروز وجود داشته است، به خوبی می‌تواند تغییرات را برای آینده پیش‌بینی کند، اما مشکل اصلی این مدل عدم وجود مولفه فضایی در طول فرآیند پیش‌بینی آن است، به طوری که پیش‌بینی تغییرات انجام می‌شود، اما مشخص نیست دقیقاً در کجا تغییرات رخ می‌دهد، به همین دلیل نمی‌توان به این مدل در تحقیقات با ماهیت فضایی استناد کرد. اما مدل زنجیره مارکوف ورودی اولیه مدل سلول خودکار مارکوف یا CA\_MARKOV است و باید انجام شود. این مدل دارای سه خروجی شامل ماتریس احتمال انتقال، ماتریس ناحیه انتقال و تصاویر احتمال شرطی است. در این تحقیق، تصاویر طبقه‌بندی شده سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۲۱ به مدل ارائه شد و ماتریس احتمال انتقال و تصاویر احتمال شرطی به دست آمد. همچنین از دستور STCHOICE برای ادغام تصاویر احتمال شرطی که به طور جداگانه به دست آمده بودند استفاده شد. برای حل مشکل محاسبه مکان در مدل مارکوف، مدل سلول خودکار به آن اضافه شد و از مدل ترکیبی CA\_MARKOV استفاده شد.

مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی، ابزاری ضروری برای تجزیه و تحلیل‌های زیست محیطی، برنامه ریزی و مدیریت محسوب می‌گردد. هدف اصلی از این تحقیق، بررسی و ارزیابی تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل در بازه زمانی ۲۳ ساله (از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۲۱) است که این هدف با استخراج نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۸ و ۲۰۲۱ از طریق تصاویر ماهواره‌ای و به دست آوردن تغییراتی که در این مدت در کاربری‌های اراضی حاصل شده است و در نهایت پیش‌بینی این تغییرات برای سال ۲۰۳۸ با استفاده از مدل مارکوف انجام گرفته است.

### نتایج و یافته‌ها

#### ارزیابی مدل طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی

در این مطالعه از یک مدل طبقه‌بندی شبکه عصبی مصنوعی که در دسته طبقه‌بندی نظارت شده قرار می‌گیرد، استفاده شد. ورودی طبقه‌بندی تحت نظارت، نمونه‌های آموزشی است که با توجه به کلاس‌هایی که باید از قبل مشخص شوند، گرفته می‌شود. هر کلاس از نمونه‌های آموزشی با توجه به وسعت هر کلاس گرفته می‌شود تا نتیجه نهایی از دقت کافی برخوردار باشد. برای انجام نمونه‌گیری با دقت بیشتر از نرم‌افزار Google Earth نیز استفاده شد.

بر اساس تصاویر ماهواره ای ۶ کلاس (کلاس) برای این تصاویر برای طبقه بندی در نظر گرفته شد. این ۶ طبقه (طبقه) عبارتند از: ۱-مناطق ساخته شده، ۲-مناطق آبی، ۳-فضاهای سبز ۴-راه ۵-بایرو ۶-در حال ساخت.

### نتیجه گیری:

با توجه به نتایج به دست آمده نتایج کلی نشان دهنده این بود که مناطق ساخته شده روند کاهشی داشته و این روند برای سال ۲۰۳۸ نیز ادامه خواهد داشت، همچنین کاربری راه روند رو به رشدی از گذشته تا سال ۲۰۲۱ داشته که برای سال ۲۰۳۸ نیز روند رو به رشد خود را حفظ می کند، فضای سبز نیز روند رو به رشد مناسبی داشته و برای سال ۲۰۳۸ نیز ادامه خواهد داشت. بنابراین پیشنهاد می شود همزمان با استفاده از این ابزار سایر مؤلفه های مربوط به کاربری اراضی در سطح یک منطقه، مثل جمعیت و قوانین شهری و سرانه و تراکم و ... نیز مورد بررسی قرار بگیرند. رشد شبکه راه به لحاظ توازن و تعادل در سطح شهر مورد بررسی قرار بگیرد، دوره های زمانی متنوع تری برای بررسی کردن تغییرات کاربری اراضی در نظر گرفته شود تا بتوان تغییرات با جزئیات بیشتر و با سال های بیشتر مورد بررسی قرار داد. با توجه به نتایج به دست آمده، نتایج کلی نشان می دهد که مناطق ساخته شده روند کاهشی داشته و این روند برای سال ۲۰۳۸ نیز ادامه خواهد داشت. همچنین، کاربری راه روند رو به رشدی از گذشته تا سال ۲۰۲۱ داشته و این روند برای سال ۲۰۳۸ نیز حفظ خواهد شد. فضای سبز نیز روند رو به رشدی مناسب داشته و برای سال ۲۰۳۸ نیز ادامه خواهد داشت.

کلیدواژه: سنجش از دور، CA-Markov، تغییرات کاربری اراضی، لندست، اردبیل، سرانه.

---