



The effect of urban land development on landscape pattern and ecological risk

Priya Sharifi¹, Ayoub Manouchehri Miandoab², Khadijah Javan³, Majid Ramezani Mehrian⁴

1. Master's student, Faculty of Literature and Human Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

E: sharifparya@gmail.com

2. Assistant Professor, Faculty of Literature and Humanities, Urmia University, Urmia, Iran.

E: a.manouchehri@urmia.ac.ir (Corresponding Author)

3. Associate Professor, Faculty of Literature and Human Sciences, Urmia University, Urmia, Iran.

E: kh.javan@urmia.ac.ir

4. Assistant Professor, Humanities Research and Development Institute (Samt), Tehran, Iran.

E: mehrian@samt.ac.ir

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Keywords

Land use
Urban ecology
Land landscape
Ecological risk
Urban development

Due to the significant increase in land change, which causes the conversion of agricultural lands and gardens to other uses, in recent years, agricultural lands have been seriously damaged, which has caused the destruction of the land's cinema. The purpose of this research is to investigate the damage in the four cities of Urmia, Miandoab, Naqdeh, and Mahabad. This research is both descriptive-analytical in terms of methodology and practical in terms of purpose. To study and analyze the theoretical definitions of landscape and land use, the library method of searching for internet sources, dissertations, and authoritative Persian and foreign articles has been used. In this preliminary research, the images needed for the research were prepared from the Landsat satellite in a certain time and space domain. The review period was a 30-year period between 1990 AD and 2020 AD. These images were obtained from the Landsat satellite and TM and TIR/OLI sensors on the same date of the year. After obtaining the data, it was first used and pre-processed. Then, using the required software, maps of the change of use are used. In the stage to reach the level of ecological risk of each class, the weight is considered for each class, and with Fragstats 4.2 software, based on the obtained percentages, it is determined what level of risk each area has, and it is classified by The classification of the risks in the GIS environment was done in the most convenient areas based on the process of improvement or reduction of ecological risk. The general conclusion of the research according to the land use maps showed us that from 1990 to 2020, the area of pastures, orchards, agricultural land, and water has decreased and the area of urban space and wasteland has increased. Also, in the ecological risk maps, during the same period from 1990 to 2020, areas with very low and low risk have been reduced and areas with high and very high risk have been added.

Article History:

Received:

30 MA 2024

Received in revised form:

31 OC 2024

Accepted

11 NO 2024

Available online:

21 NO 2024

Citation: Sharifi, P., Manouchehri Miandoab, A., Khadijah Javan, KH. & Ramezani Mehrian, M. (2024). Assessing of natural resilience of Khalkhal city against earthquake. *Journal of Geography*, 22 (81), 129-148.

 <http://doi.org/10.22034/iga.2024.2026929.1304>



© The Author (s).

Publisher: Iranian Geographical Associati

This is an open access article under the CC BY license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Extended Abstract

Introduction

Iran is also one of the countries that, in the last five decades, has faced the rapid growth of urbanization and the increase in migration to the cities, which has caused the sudden and unnatural expansion of these cities and the destruction of fertile lands and natural resources and compensation damages. Inevitability has become part of nature. As a result, there have been many changes in land use and land cover, and as a result, important structural disturbances such as the destruction of forests, the conversion of gardens and fields into built-up uses, and the severe pollution of the sea and rivers in the face of Iranian cities. It has led to a change in the function and disturbance of the ecological balance in the cities. Due to the increase in land use changes, mainly due to human activities, it is necessary to monitor vegetation changes, evaluate trends, and investigate their environmental effects for future planning and resource management. On the other hand, the lack of attention to land use changes in the last few decades has created many environmental problems, such as pollution of water, soil, etc., on the basis of which the investigation and analysis of land use on different scales with the aim of sustainable development and proper management of the environment and natural resources are essential. On this basis, in order to understand the mutual and complex relationships between cities and ecosystems in different regions, as well as to investigate the environmental effects of city growth beyond its physical boundaries, it is necessary to investigate the effects of urban growth and ecological risk on a wider scale than the city in question. The study should be done to clearly identify the changes that have been made in the landscape of that area. In this research, an attempt is made to examine the extent of horizontal expansion in the four cities of Urmia, Miandoab, Naqdeh, and Mahabad and to evaluate its effect on the landscape and its ecological risk.

Methodology

In terms of the general research approach and its nature, this research is descriptive-analytical and practical in terms of its purpose. Also, for compiling the theoretical topics of land surveying and land use, the library method, searching for internet sources, dissertations, and valid Persian and foreign articles have been used. In order to determine land use changes, Landsat satellite images were used, and initially, raw images were downloaded from the USGS website. In order to investigate the pattern of the landscape and the amount of destruction of the land and identify the changes in land use, there is a need to carry out this research over a longer period of time. Mahabad, Naqdeh, and Miandoab were obtained from the Landsat satellite. The time interval of the extracted images is 10 years, and the data of the images were selected so that they have the same season as far as possible in terms of vegetation. Accordingly, the images of the summer season (July) were used more due to the lack of cloud cover and pasture cover. Also, to examine the ecological risk of each class, weights were considered for each class, and with the help of Fragstats 4.2 software, based on the obtained percentage, it was determined how much risk each area has, and with the class The classification of risks in the GIS environment was done to more easily examine the areas based on the increasing or decreasing trend of ecological risk.

Results and Discussion

The high population density and the rapid expansion of urban uses in the four cities in question have significantly changed the structure of land use and the pattern of the regional landscape and caused a series of ecological and environmental problems. The results of the research show that the extent of garden and agricultural land in these four cities has been reduced by converting them to urban use. As we progress from 1990 to 2020, the ecological risks will also increase, which is the result of the rapid and unlimited expansion of these cities, which will lead to an increase in ecological risks and the deterioration of environmental conditions. In general, in all the cities under our study, agricultural land, gardens, and pastures have turned into wasteland and urban space, which has caused a significant increase in high-risk areas and environmental problems. It is necessary to improve the environment and protect the ecological balance of land use. Human activity causes significant changes in land use and affects the landscape of garden and agricultural land use. In recent years, with the trend of increasing population and changing the uses of pasture land, gardens, and agricultural land to barren land and especially city space, it has brought environmental risks to different areas. Ecological risk

assessment helps us identify the amount of change in each region and investigate which regions have high or low risk. According to the prepared maps, the amount of risk in each region is divided into 5 categories, which include areas with very low risk, low risk, medium risk, high risk, and very high risk. How much it will be paid. It should also be noted that the validation numbers used in the field of ecological risk, which are weighted based on each land use in the area.

Conclusion

The focus of this study is on land use changes and ecological risk on four cities in four plains leading to Lake Urmia. The results of land use changes and its analysis show that many changes have occurred in the land use of the studied urban areas. The results of the investigation of the urban growth pattern of the four cities in 6 layers of gardens and urban green space, agricultural land, barren land, urban space and pasture and water shows that in a period of 30 years, the area of pasture, gardens, agricultural land and water has decreased and increased. The area of urban space and wasteland has been increased. This process has continued from 1990 to 2020 and has caused many high-quality agricultural lands to change use. However, there are differences between the studied cities. For example, the city of Urmia has undergone more changes than the city of Mahabad, but the general result of the studied cities shows a lot of land use changes around Lake Urmia. Ecological risk assessment was classified into five risk categories from very low to very high risk. The results of ecological risk-taking show that between 1990 and 2020, the level of risk has decreased at a low level. Urmia city has increased from 52% to 23% and Naqdeh, Mahabad and Miandoab cities from 25%, 57%, 27% to 8%, 32%, and 4% respectively, and in contrast to the risk in the very high class, there has been an increasing trend and the cities of Urmia, Naqdeh, Mahabad and Miandoab reached 39, 32, 16 and 13 percent from 8, 9, 3 and 4 percent, respectively. These results show that the ecological risk of the studied cities has increased in the last 30 years. One of the important effects of this increase in ecological risk will be the negative impact on Lake Urmia, which will have a reciprocal effect on the increase in ecological risk.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the scientific consultants of this paper.

References

- 1) Almqvist, T., Andersson. Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Olsson, P., Gaffney, O., Takeuchi, K. & Folke, C. (2019). Sustainability and resilience for transformation in the urban century, NATurE SuSTAiNAbiliTy , 2 , 267–273 . <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- 2) Anabestani, A. A., Anabestani, Z.& Akbari; E. (2021) Analyzing the structural changes of land surface and urban development patterns using multi-temporal satellite images, the study area: Mashhad metropolis), Journal of Geographical Information, 30 (119), 189-206. [persian]. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- 3) Anamarad Nejad, R. B. & Anamoradnejad, D. (2013) The Effects and Consequences of Urban Laws in the Geographical Space of Iran, Article 4 of the Law of Country Divisions, The First Conference of Geographical Sciences of Iran, University of Tehran. [Persian].

- 4) Azare, A., Rafiei Sardoei, Elham. & Mircholi, F. (2021). Analysis and prediction of the process of land cover destruction and determination of changes in land surface parameters using remote sensing, *Journal of Soil and Water Modeling and Management*, 1(1), 1-65. [Persian]. <https://doi.org/10.22098/mmws.2023.13021.1295>
- 5) Bounoua, L., Zhang, P., Mostovoy, G., Thome, K., Masek, J., Imhoff, M., Shepherd, M., Quattrochi, D., Santanello, J., Silva, J., Wolfe, R., & Toure, A. M. (2015) Impact of urbanization on US surface climate, *Environmental Research Letters* 10(8). <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084010>
- 6) Chaudhuri, G. & Clarke, K. C. (2013). The SLEUTH Land Use Change Model: A Review, *The International Journal of Environmental Resources Research*. 1(1), 88-105. <https://doi.org/10.22069/ijerr.2013.1688>
- 7)
- 8) Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*. 2(3):1-12. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>.
- 9) Daz, B. S., Ghafari Gilandeh, A. & Azizi, A. (2019). Analysis of the changes in the green space of Gorgan city using land surface metrics, *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(5), 167-181. [Persian]. <https://doi.org/10.22034/jest.2021.30713.3921>
- 10) Fang, C., Wang, S. & Li, G. (2015). Changing urban forms and carbon dioxide emissions in China: A case study of 30 provincial capital cities. *Applied Energy*, 158, 519-531. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.08.095>
- 11) Garkhlo, M., Ramzanzade Lesboi, M. & Glin Sharif Dini, J. (2008). The environmental effects of tourism on the beaches of Ramsar city, a new perspective in human geography, 1(3), 1-12. [persian]. <https://www.magiran.com/p976093>
- 12) Haj Alizadeh, A. (2017). evaluation of user changes and horizontal urban expansion with emphasis on the role of urban planning in the case of Ardabil city, *Journal of Geography*, 16(57), 19-29 [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6>
- 13) He, C., Zhang, D., Huang, Q. & Zhao, Y. (2016). Assessing the potential impacts of urban expansion on regional carbon storage by linking the LUSD-urban and InVEST models. *Environmental Modelling & Software*, 75, 44-58. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.09.015>.
- 14) Irankhahi, M. & Jozi, S. A. (2016) The hexagon grid approach in evaluating the destruction of the landscape (case study: Shemiranat city), *Land Development Magazine*, Volume 8, Number 2, 229-250. [Persian]. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2016.60195>
- 15) Jalalian, H., Darouie, P., Karimi, Kh. & Daghi, P. (2014). Survey of land use and land cover changes in Urmia city and its surroundings using geographic information system during the years 2001 to 2013, National Geomatics Conference, Tehran [persian]. <https://www.magiran.com/p976093>
- 16) Kaviari, F., Sadi, M. S., Seidi, E. & Motieyan, H. (2019). Simulation of urban growth using agent-based modeling and game theory with different temporal resolutions. *Cities*, 95, 102387. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.018>
- 17) Kuzegar, H & Astelazhi, A. (2021). Evaluation of managerial and physical-spatial changes in the cities around the mother city of Tehran (case study: Quds city), *Journal of Geography*, 19(68), 205-218. [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.1.12.4>
- 18) Li, X., Zhang, J., Li, Z., Hu, T., Wu, Q., Yang, J., Huang, J., Su, W., Zhao, Y., Zhou, Y., Liu X., Gong, P. & Wang, X. (2021). Critical role of temporal contexts in evaluating urban cellular automata models. *GIScience & Remote Sensing*, 58(6), 799-811. <https://doi.org/10.1080/15481603.2021.1946261>
- 19) Long, Y., Han, H., Lai, S.K., Jia, Z., Li, W. & Hsu, W. (2020). Evaluation of urban planning implementation from spatial dimension: An analytical framework for Chinese cities and case study of Beijing. *Habitat International*, 101, 102197. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102197>
- 20) Mahmoudian, M., Ziari, Y. A., Sarwar, R. (2018). physical-spatial changes using satellite images and applying the combined method of Markov chains and automatic cells (case study: Kermanshah city) *Journal of Geography*, 17(62). [Persian]. https://mag.iga.ir/article_246265_1a72c07ec994d5362944795f6a7da0d4.pdf
- 21) Mahmoudzadeh, H. & Masoudi, H. (2018). An analysis of the structural changes of the landscape of the Tabriz metropolis using the basics of ecology of the landscape and emphasizing the concept of continuity, *Land Survey*, 11(2), 179-204. [Persian]. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2019.288093.670019>

- 22) Mahtta, R., Mahendra, A. & Seto, K. C. (2019). Building up or spreading out? Typologies of urban growth across 478 cities of 1 million, *Environmental Research Letters*, 14(12), 124077. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab59bf>
- 23) Mambani, M., & Asgari, H. (2016). Monitoring, investigation and prediction of spatial changes in land use using Markov chain model (case study of Shushtar-Khuzestan), *Journal of Geographical Information Scientific-Research*, Volume 27, Number 105, pp. 35-47. [Persian]. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.31471>
- 24) McGarigal, K., Plunkett, E. B., Willey, L. L., Compton, B. W., DeLuca, W.V. & Grand, J. (2018). Modeling non-stationary urban growth: The SPRAWL model and the ecological impacts of development. *Landscape and Urban Planning*, 177, 178–190. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.04.018>.
- 25) Olad Ghafari, P. & Zahiri, F. (2014) Analysis of development and destruction of green space based on land surface metrics, *International Conference on New Researches in Agricultural and Environmental Sciences*, Singapore [persian]. <https://civilica.com/doc/436008/>
- 26) Peres, L. d. F., Lucena, A. J., Rotunno, F. O. C. & França, J. R. d. A. (2018). The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 64, 104–116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2017.08.012>
- 27) Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A. & Manik, 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. [http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715\(01\)00015-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00015-1)
- 28) Sabzghabaei, G., Raz, S., Dashti, S. & Yousefi Khanghah, S. (2017). Study the Changes of Land Use by the Help of GIS & RS Case Study: AndimeshkCity. *Iranian Journal of Geography And Development*, vol. 15 (46), 35-42. <https://doi.org/10.22111/gdij.2017.3029>
- 29) Sadeghi, M.A. & Azizpour, F. (2021). land use transformation in rural areas around Kashan city, *Journal of Geography*, 19 (69), 71-82. [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6>
- 30) Seto, K.C., Güneralp, B. & Hutyra, L.R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(40):16083-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- 31) Sohl, T. L., Loveland, T. R., Sleeter B. M., Saylor K. L. & Barnes, C. A. (2010). Addressing foundational elements of regional land-use change forecasting, *Landscape Ecology*, 25(2), 233–247. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9391-3>
- 32) Talebi Amiri, Sh., Azari Dehkordi, F., Sadeghi, S.H. & Souf Baf, S. R. (2008) Analysis of landscape destruction in the Neka watershed using ecological metrics of landscape, *Journal of Natural Sciences*, 6(3), 133-144. [Persian]. <https://elmnet.ir/doc/700853-77116>
- 33) Tayyebi, A., Tayyebi, A. H., Arsanjani, J. J., Moghadam, H. Sh., Omrani, H. (2016). FSAUA: A framework for sensitivity analysis and uncertainty assessment in historical and forecasted land use maps. *Environmental Modelling & Software*, 84, 70–84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.06.018>
- 34) Van Delden, H., Van Vliet, J., Rutledge, D.T., Kirkby, M.J. (2011). Comparison of scale and scaling issues in integrated land-use models for policy support, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(1-2), 18–28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.005>
- 35) Van Vliet, J., Bregt, A. K., Brown, D. G., van Delden, H., Heckbert, S. & Verburg, P. H. (2016). A review of current calibration and validation practices in land-change modeling. *Environmental Modelling & Software*, 82, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.04.017>
- 36) Verburg, P. H., Crossman, N., Ellis, E. C., Heinimann, A., Hostert, P., Mertz, O., Nagendra, H., Sikor, T., Erb, K., Golubiewski, N., Grau, R., Grove, M., Konaté, S., Meyfroidt, P., Parker, D. C., Chowdhury, R. R., Shibata, H., Thomson, A. & Zhen, L. (2015). Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. *Anthropocene*, 12, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.09.004>
- 37) Yadullah Nia, H., Rajaei, S., Pourahmad, A. & Khorasani, M. A. (2021). The effects of physical development on environmental resilience, a case study: Babol city, *Journal of Geography*, 19(69), 131-150. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.9.7>
- 38) Zhao, L., Lu, Y., Zhang, L. & Chau, P. Y.K. (2012). Assessing the effects of service quality and justice on customer satisfaction and the continuance intention of mobile value-added services: An empirical test of a multidimensional model, *Decision Support Systems*, 52(3). 645–656. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2011.10.022>



تأثیر توسعه اراضی شهری بر الگوی چشم انداز سرزمین و ریسک اکولوژیکی

پریا شریفی^۱، ایوب منوچهری میاندوآب^۲، خدیجه جوان^۳، مجید رضائی مهربان^۴

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و آمایش سرزمین، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه ارومیه، ایران.
۲. استادیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه ارومیه، ایران. (نویسنده مسئول). E: a.manouchehri@urmia.ac.ir
۳. دانشیار آب و هواشناسی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه ارومیه، تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه مطالعات محیطی، پژوهشکده تحقیق و توسعه علوم انسانی (سمت)

چکیده

اطلاعات مقاله

واژگان کلیدی:

کاربری زمین
اکولوژی شهری
چشم انداز سرزمین
ریسک اکولوژی
توسعه شهری

با افزایش چشمگیر تغییر کاربری اراضی که باعث تبدیل زمین‌های کشاورزی و باغات به سایر کاربری‌ها شده است، در سال‌های اخیر زمین‌های کشاورزی آسیب جدی دیده که باعث تخریب سیمای سرزمین شده است. هدف پژوهش ارزیابی میزان ریسک اکولوژیکی با توسعه اراضی شهری است. این پژوهش از لحاظ روش‌شناسی توصیفی - تحلیلی و از لحاظ هدف کاربردی است. برای بررسی و تحلیل ادبیات نظری سیمای سرزمین و توسعه اراضی شهری از روش کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده است. در این پژوهش ابتدا تصاویر موردنیاز تحقیق، در دامنه زمانی و مکانی معین از ماهواره لندست تهیه شد. دوره بررسی در یک دوره ۳۰ ساله بین ۱۹۹۰ میلادی تا ۲۰۲۰ بود. این تصاویر از ماهواره لندست و سنجنده‌های TM و TIR/OLI در تاریخ‌های یکسان از سال تهیه شد. پس از اخذ داده‌ها، ابتدا تصاویر استفاده شده و بر روی آنها پیش‌پردازش انجام گرفته شد. سپس با استفاده از نرم‌افزارهای موردنیاز نقشه‌های تغییرات کاربری استخراج شد. در مرحله بعد برای بررسی میزان ریسک اکولوژی هر طبقه وزن‌هایی برای هر طبقه در نظر گرفته شد و با کمک نرم‌افزار Fragstats 4.2 و بر اساس درصد به‌دست‌آمده، مشخص شد که هر منطقه چه میزان ریسکی را دارد و با طبقه‌بندی میزان ریسک‌ها در محیط GIS به بررسی راحت‌تر مناطق بر اساس روند افزایشی یا کاهش ریسک اکولوژی پرداخته شد. نتیجه‌گیری کلی از تحقیق با توجه به نقشه‌های کاربری اراضی برای ما نشان داد که از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ از مساحت مراتع و باغات و زمین کشاورزی و آب کاسته شده و بر مساحت فضای شهری و زمین بایر افزوده شده است؛ همچنین در نقشه‌های ریسک اکولوژیکی نیز در طی همین دوره از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ از مناطق دارای ریسک خیلی پایین و پایین کاسته شده و بر مناطق دارای ریسک بالا و بسیار بالا افزوده شده است.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۳/۱۰

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۳/۰۸/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۰۸/۲۱

تاریخ چاپ:

۱۴۰۳/۰۹/۰۱

استناد: شریفی، پریا؛ منوچهری، میاندوآب ایوب؛ جوان، خدیجه و رضائی مهربان، مجید. (۱۴۰۳). تأثیر توسعه اراضی شهری بر الگوی چشم انداز سرزمین و ریسک اکولوژیکی، فصلنامه علمی جغرافیا، (۸۲)، ۲۲، ۱۴۸-۱۲۹.

<http://doi.org/10.22034/iga.2024.2026929.1304>



مقدمه و پیشینه

از قرن حاضر که به عنوان قرن شهری نام برده می شود و انتظار می رود که تا سال ۲۰۵۰، بیش از ۲/۴ میلیارد نفر به ساکنان شهری اضافه شود، این یعنی حدود دو سوم جمعیت جهان در شهرها زندگی خواهند کرد (Elmqvist et al., 2019: 269). افزایش جمعیت شهری باعث توسعه زیرساخت های جدید مانند ساخت و سازهای جاده ای، خانه سازی، ساختمان ها، آب و فاضلاب، انرژی و حمل و نقل می شود (Seto et al., 2012: 16084; Mahtta et al., 2019: 4). این افزایش، در تمام کشورهای جهان صورت می گیرد (محمودیان و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۰۵) به گونه ای که توسعه فیزیکی شهرها حتی از نرخ رشد جمعیت نیز پیشی گرفته است (حاج علیزاده، ۲۰۱۳: ۲۰). شهرنشینی یکی از مهم ترین عوامل تأثیرگذار در تغییرات کاربری زمین و پوشش زمین است (Bounoua et al., 2015: 4). با گسترش فضایی شهرها از زمین های زیادی برای ساخت و سازها استفاده می شود که علاوه بر تغییرات کاربری راضی، پیامدهای دیگری مانند افزایش دمای هوا و سطح زمین دارد که می تواند مشکلات رفاهی زیادی را برای جمعیت شهری ایجاد کند که عمدتاً بر سلامت جمعیت در مناطقی مثل ایران ایجاد کند. شهرنشینی سریع به یک پدیده جغرافیایی معمولی در سراسر جهان تبدیل شده است (He et al., 2016: 46; Long et al., 2013: 3; Verburg et al., 2015: 30). این رشد سریع برای توسعه اقتصادی مفید است، اما می تواند مسائل جدی را به ویژه بر تغییر چشم انداز سرزمین ایجاد کند (Feng et al., 2018: 521; Van Vliet et al., 2016: 175; Zhao et al., 2012: 647). به ویژه در کشورهای در حال توسعه، شهرنشینی سریع به معنای بهای از دست دادن زمین های کشاورزی و تخریب محیط زیست است (Sohl et al., 2014: 235). در نتیجه در این کشورها نیاز به به مدل سازی اثرات توسعه شهری وجود دارد که برای برنامه ریزان اجازه می دهد تا اثرات توسعه شهری بر الگوی سیمای سرزمین و ریسک اکولوژیکی بررسی کنند (Chaudhuri & Clarke, 2013: 90; Kaviari et al., 2019: 3; McGarigal et al., 2018: 180; Pijanowski et al., 2002: 555; Tayyebi et al., 2016: 73; Van Delden et al., 2011: 18).

کشور ایران از جمله کشورهایی است که در پنج دهه اخیر با رشد سریع شهرنشینی در ایران و افزایش مهاجرت به شهرها روبرو شده است که باعث گسترش ناگهانی و غیرطبیعی این شهرها و تخریب زمین های حاصلخیز و منابع طبیعی شده و آسیب های جبران ناپذیری به طبیعت شده است (آنا مرادنژاد و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۰). گسترش شهری معمولاً با کنترل نامناسب مناطق اطراف حومه شهر پدید می آید (یدالله نیا و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۳۷). گسترش بی رویه شهر در زمین های پیرامونی از مهم ترین چالش ها برای مدیران و برنامه ریزان شهری است (کوزه گر و استعلاجی، ۱۴۰۰: ۲۰۶). به ویژه این مناطق، عرصه ای است که در آن انواعی از نیروها و فرایندها به کار گرفته می شوند تا بر ساختار و پویایی فعالیت های انسانی تأثیرگذار باشند (صادقی و عزیزپور، ۱۴۰۰: ۷۳). در نتیجه آن، تغییرات زیادی در کاربری و پوشش اراضی شده و به تبع آن اختلالات ساختاری مهمی مانند تخریب جنگل ها، تبدیل باغات و مزارع با کاربری های ساخته شده، آلودگی شدید دریا و رودخانه ها را در چشم انداز شهرهای ایران به دنبال داشته است که موجب تغییر عملکرد و برهم خوردن تعادل بوم شناختی در شهرها شده است (قرخلو و همکاران، ۱۳۸۸: ۳). به دلیل افزایش تغییرات کاربری اراضی آن هم عمدتاً به وسیله فعالیت های انسانی، پایش تغییرات پوشش گیاهی، ارزیابی روند و بر همین مبنا برای درک روابط متقابل و پیچیده شهری با اکوسیستم های موجود در مناطق مختلف و همچنین بررسی آثار محیط زیستی رشد شهر به فراتر از مرزهای فیزیکی آن، لازم است که بررسی اثرات رشد شهری و ریسک اکولوژیکی در مقیاسی گسترده تر از شهر مورد مطالعه انجام گیرد تا تغییراتی که در چشم انداز سرزمین آن منطقه ایجاد شده است به صورت آشکارا مشخص شود (جلالیان و همکاران، ۱۳۹۴: ۲). در این پژوهش تلاش می شود تا میزان گسترش افقی چهار شهر ارومیه، میاندوآب، نقده

و مهاباد مورد بررسی قرار گرفته و تأثیر آن بر سیمای سرزمین و میزان ریسک اکولوژیکی آن ارزیابی شود؛ بنابراین هدف اصلی از پژوهش حاضر بررسی تأثیر توسعه اراضی شهری بر الگوی سیمای سرزمین و ریسک اکولوژیک است. بررسی تغییرات و آشکارسازی الگوی سیمای سرزمین در منطقه مورد مطالعه در بازه زمانی ۳۰ ساله و نیز کمی کردن الگوی میزان تخریب سرزمین با استفاده از متریک‌های فضایی از اهداف این پژوهش است.

مبانی نظری

اصطلاح سیمای سرزمین^۱ در واقع ترکیبی از علم، هنر و تجربه است که با علوم محیطی، اجتماعی و انسانی و حوزه‌های فنی، مهندسی و هنر در ارتباط است (محمودزاده و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۲).

طالبی امیری و همکاران (۱۳۸۸)، در تحقیق خود در زمینه تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا به این نتیجه رسیده است که تجزیه و تحلیل متریک‌های سیمای سرزمین بیانگر جایگزینی گسترده زمین‌های جنگلی و کشاورزی در منطقه با پوشش مرتعی بوده است و روند تخریب سیمای سرزمین به صورت افزایشی بوده است.

اولاد غفاری و ظهیری (۱۳۹۴)، در مقاله آنالیز توسعه و تخریب فضای سبز بر پایه متریک‌های سیمای سرزمین به این نتیجه رسید که در اثر ساخت و سازهای ناهماهنگ، فضاهای سبز شهری خیلی کم دچار افزایش شده و در عوض دو کلاس فضاهای شهری و اراضی بایر به وضوح دچار افزایش شده است.

ایرانخواهی و جوزی (۱۳۹۵)، در ارزیابی تخریب سیمای سرزمین در شهرستان شمیرانات به این نتیجه رسیدند که ۷۳ درصد از مساحت این شهرستان با وضعیت تخریب کم و مستعد توسعه است و ۲۳ درصد نیازمند بازسازی و احیا ۴ درصد نیازمند اقدامات حفاظتی شناسایی شد.

داز و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله ای در زمینه بررسی تغییرات فضای سبز با استفاده از متریک‌های سیمای سرزمین به این نتیجه رسید که بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۱۴ مقدار زیادی از اراضی سبز به ویژه اراضی کشاورزی و جنگلی کاهش یافته و بر میزان اراضی ساخته شده اضافه شده است. به طوریکه طی این ۲۷ سال اراضی ساخته شده با میزان ۸۶/۱۵ کیلومتر مربع روند افزایشی و در مقابل فضای سبز با مقدار ۵۳/۶ کیلومتر مربع روند کاهشی را داشته‌اند.

آذره و همکاران (۱۴۰۰)، در مقاله‌ای در رابطه با پیش‌بینی روند تخریب پوشش زمین و تغییرات سیمای سرزمین انجام داده‌اند که به این نتیجه رسیده‌اند که در طول دوره ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۸ و دوره آتی سیمای سرزمین در منطقه حوزه آبخیز هلیل رود تحولاتی در ساختار داشته و خواهد داشت و افزایش قابل توجه زمین‌های زراعی، بایر و مسکونی و کاهش سطح مراتع در این حوزه مشهود است که نشان می‌دهد منطقه مورد مطالعه تحت تأثیر بهره برداری و فعالیت‌های انسانی، تکه تکه تر و ناهگون تر شده است.

عنابستانی و همکارانش (۱۴۰۰)، در مقاله تحلیل تغییرات ساختاری سیمای سرزمین و الگوی توسعه شهری مشهد به این نتیجه رسید که اراضی ساخته شده در بازه زمانی ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ برای شهر مشهد بیشترین تغییرات مساحت را داشته است و این کاربری با افزایش مساحت روبرو بوده و از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۸ مساحت کاربری کشاورزی و باغات به شدت با کاهش مساحت رو به رو بوده است و اراضی بایر نیز روند کاهش داشته و کاربری مراتع در این بازه زمانی تغییر چندانی نداشته است.

سزقبایی^۱ و همکاران (۲۰۱۷)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌های MSS و TM لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۱۳۶۴، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۲ به روش طبقه‌بندی نظارت شده با الگوریتم حداکثر احتمال تشابه، تغییرات کاربری اراضی بخش جنوبی شهر

^۱. Landscape

انديشمشک را طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که از سال ۱۳۶۴ تا ۱۳۹۲ مساحت مراتع کاهش یافته و به مساحت مناطق مسکونی، زمین‌های کشاورزی و اراضی پوشیده از آب افزوده شده است. بیشترین تغییر در میان کاربری‌های مورد مطالعه در بازه زمانی ۲۸ ساله مربوط به زمین‌های مرتعی است که به میزان ۱۷۹۰۵/۰۹ هکتار کاهش داشته است و کمترین تغییر مربوط به مناطق شهری است که به میزان ۲۸۴۰/۹۷ هکتار افزایش داشته است. محمودزاده و مسعودی (۱۳۹۸)، در مقاله خود با هدف آشکارسازی و ارزیابی تغییرات صورت گرفته در ساختار سیمای سرزمین کلان شهر تبریز و بررسی کارایی متریک‌های سیمای سرزمین اقداماتی را انجام داد که در این زمینه، در ابتدا نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۱۸ تهیه شد، نتایج پژوهش نشان داد، اراضی ساخته شده در این بازه زمانی، بیشترین تغییر و رشد را داشته‌اند و در مقابل اراضی کشاورزی، باغات و فضای سبز روند نزولی داشته و به کاربری‌های دیگر تبدیل شده‌اند. همچنین تعداد و تراکم حاشیه لکه‌ها در طول زمان افزایش یافته و به تکه شدگی سیمای سرزمین منجر شده است. از سوی دیگر، متوسط اندازه لکه‌های متعلق به اراضی ساخته شده و اراضی کشاورزی و باغی به ترتیب افزایش و کاهش یافته و با افزایش شاخص شکل سیمای سرزمین موجب ازهم گسیختگی بیشتر و پیچیدگی سیمای سرزمین شهر تبریز شده‌اند.

روش تحقیق

این پژوهش از لحاظ رویکرد عام تحقیق و ماهیت آن، از نوع توصیفی-تحلیلی می‌باشد و از نظر هدف نیز کاربردی است. برای تدوین مباحث نظری سیمای سرزمین و کاربری اراضی، روش کتابخانه‌ای، جستجو در منابع اینترنتی، پایان نامه‌ها و مقالات معتبر فارسی و خارجی استفاده شده است. برای نمایش تغییرات کاربری اراضی از تصاویر ماهواره‌ای لندست استفاده شده است و در ابتدا برای دانلود تصاویر خام از سایت (usgs) استفاده شده است. به منظور بررسی الگوی سیمای سرزمین و میزان تخریب سرزمین و شناسایی تغییرات کاربری اراضی، نیاز به انجام این پژوهش در مقاطع زمانی طولانی‌تر است که در اینجا ۴ بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ و دامنه مکانی برای شهرهای ارومیه، مهاباد، نقده، میاندوآب از ماهواره لندست تهیه شد که فاصله زمانی تصاویر استخراج شده ۱۰ سال است و داده‌های تصاویر طوری انتخاب شدند که تا حد امکان دارای فصل مشابه از نظر پوشش گیاهی باشند و بر همین اساس از تصاویر فصل تابستان (ماه تیر) به دلیل نبود پوشش ابر و پوشش مرتعی بیشتر استفاده شد. مشخصات کامل تصاویر ماهواره‌ای که در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی استفاده شده در جدول پایین آورده شده است (جدول ۱).

جدول ۱. مشخصات تصاویر ماهواره‌ای استفاده شده در پژوهش

ردیف	تاریخ میلادی برداشت تصویر	تاریخ شمسی برداشت تصویر	ماهواره لندست	قدرت تفکیک مکانی	قدرت تفکیک مکانی بعد از ارتقا (فیوژن)	نوع سنجنده
۱	۲۰۲۰/۰۷/۲۰	۱۳۹۹/۰۴/۳۰	۸	۳۰	۱۵	OLI/TIRS
۲	۲۰۲۰/۰۷/۰۴	۱۳۹۹/۰۴/۱۴	۸	۳۰	۱۵	OLI/TIRS
۳	۲۰۲۰/۰۶/۲۷	۱۳۹۹/۰۴/۰۷	۸	۳۰	۱۵	OLI/TIRS
۴	۲۰۱۰/۰۷/۰۹	۱۳۸۹/۰۴/۱۸	۵	۳۰	-	TM
۵	۲۰۱۰/۰۷/۰۲	۱۳۸۹/۰۴/۱۱	۵	۳۰	-	TM
۶	۲۰۰۰/۰۷/۰۶	۱۳۷۹/۰۴/۱۶	۵	۳۰	-	TM
۷	۲۰۰۰/۰۶/۲۷	۱۳۷۹/۰۴/۰۷	۵	۳۰	-	TM
۸	۱۹۹۰/۰۷/۰۲	۱۳۶۹/۰۴/۱۱	۵	۳۰	-	TM
۹	۱۹۹۰/۰۶/۲۵	۱۳۶۹/۰۴/۰۴	۵	۳۰	-	TM

منبع: (تحلیل نگارندگان)

با انجام تصحیحات اتمسفری مورد نیاز، بر اساس ورودی‌های مدل (FLAASH) و تأیید زمین مرجع بودن تصاویر، براساس مرزهای محدوده مورد مطالعه تصاویر حاصل برش داده شد. این تصاویر باید در یک سیستم مختصات مشترک و با ابعاد یکسان قرار داشته باشد تا اعمال الگوریتم‌ها ممکن و نتایج معنی دار شود، زیرا محاسبات، پیکسل به پیکسل انجام شود، بنابراین دقت هندسی و ابعاد پیکسل‌ها در ۲ تصویر باید یکسان باشد تا بتوان مقادیر متناظر مورد نیاز را از چند باند مورد استفاده استخراج و وارد محاسبات کرد. پس از اخذ داده‌ها، ابتدا تصاویر استفاده شده مورد بررسی قرار گرفته و بر روی آنها پیش پردازش انجام شد. به منظور انجام طبقه بندی بر روی مناطق، ۶ کلاس بر حسب موقعیت هر منطقه اختصاص داده شده است (جدول ۲). برای هر کلاس ۳۰۰ نمونه برداشت کردیم تا دقت کار بالاتر برود. اندازه مساحت هر پیکسل در این مناطق ذکر شده ۹۰۰ متر مربع (۳۰*۳۰) و ۲۲۵ متر مربع (۱۵*۱۵) تعیین شد تا تمامی بررسی‌ها در این مقیاس - های یکسان اجرا شوند.

جدول ۲. اسامی طبقات پوشش زمین در کاربری اراضی

ردیف	نام طبقه کاربری	توضیحات
۱	فضای شهری	شامل شهر و مناطق مسکونی و صنعتی و جاده‌ها
۲	باغات	شامل اراضی باغی و انواع فضای سبز شهری
۳	زمین کشاورزی	شامل تمامی اراضی کشاورزی
۴	مرتع	شامل انواع پوشش مرتعی با میزان پوشش‌های متفاوت
۵	زمین بایر	شامل اراضی بدون پوشش و اراضی که ساخت و ساز در آن‌ها صورت نگرفته
۶	آب	شامل دریاچه و رودخانه‌ها و تالاب‌ها

منبع: (تحلیل نگارندگان)

برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و تجزیه و تحلیل آنها از تصاویر ماهواره‌ای ۸ و ۵ Landset مربوط به بازه زمانی ۳۰ ساله استفاده شد. سپس جهت انجام مراحل پردازش و رقومی‌سازی این تصاویر از نرم‌افزار ۵/۳ Envi، که قابلیت بالایی در تحلیل سامانه اطلاعات جغرافیایی دارد و با استفاده از تصحیحات رادیومتریکی برای تصاویر انجام شد. بعد از آماده‌سازی تصاویر ماهواره‌ای، در مرحله پیش‌پردازش روی تصاویر ماهواره‌ای اصلاحات رادیومتریک اعمال شد. هدف اصلی از این مرحله رفع خطاهای سیستماتیک و غیرسیستماتیک موجود در تصاویر خام و افزایش صحت و قابلیت دسته‌بندی اطلاعات رقومی مختلف است.

در مرحله پیش‌پردازش، با یک سری عملیات بر روی داده‌های خام، خطاهای رادیومترکی، اتمسفری، هندسی، و غیره مورد توجه قرار می‌گیرد. هنگام استفاده از طبقه‌بندی نظارت شده، در ابتدا، آن مناطق کوچک در تصویر ماهواره‌ای انتخاب شدند که دارای ارقام پایدار از نظر مقادیر بازتابی بودند. پس از اثبات وجود هر کلاس در منطقه از طریق بررسی و مقایسه با استفاده از نرم‌افزار google earth pro پیکسل‌های باقی مانده از تصویر را بر اساس سازگاری با ارقام پیکسل‌های طبقات نظارت شده، طبقه بندی گردیده شد. همچنین برای بررسی میزان ریسک اکولوژی هر طبقه وزن - هایی برای هر یک از شاخص‌ها (جدول ۳) در نظر گرفته شد و با کمک نرم‌افزار Fragstats 4.2 و بر اساس درصد بدست آمده مشخص شد که هر منطقه چه میزان ریسکی را دارد و با طبقه‌بندی میزان ریسک‌ها در محیط GIS به بررسی راحت‌تر مناطق بر اساس روند افزایشی یا کاهش ریسک اکولوژی پرداخته شد.

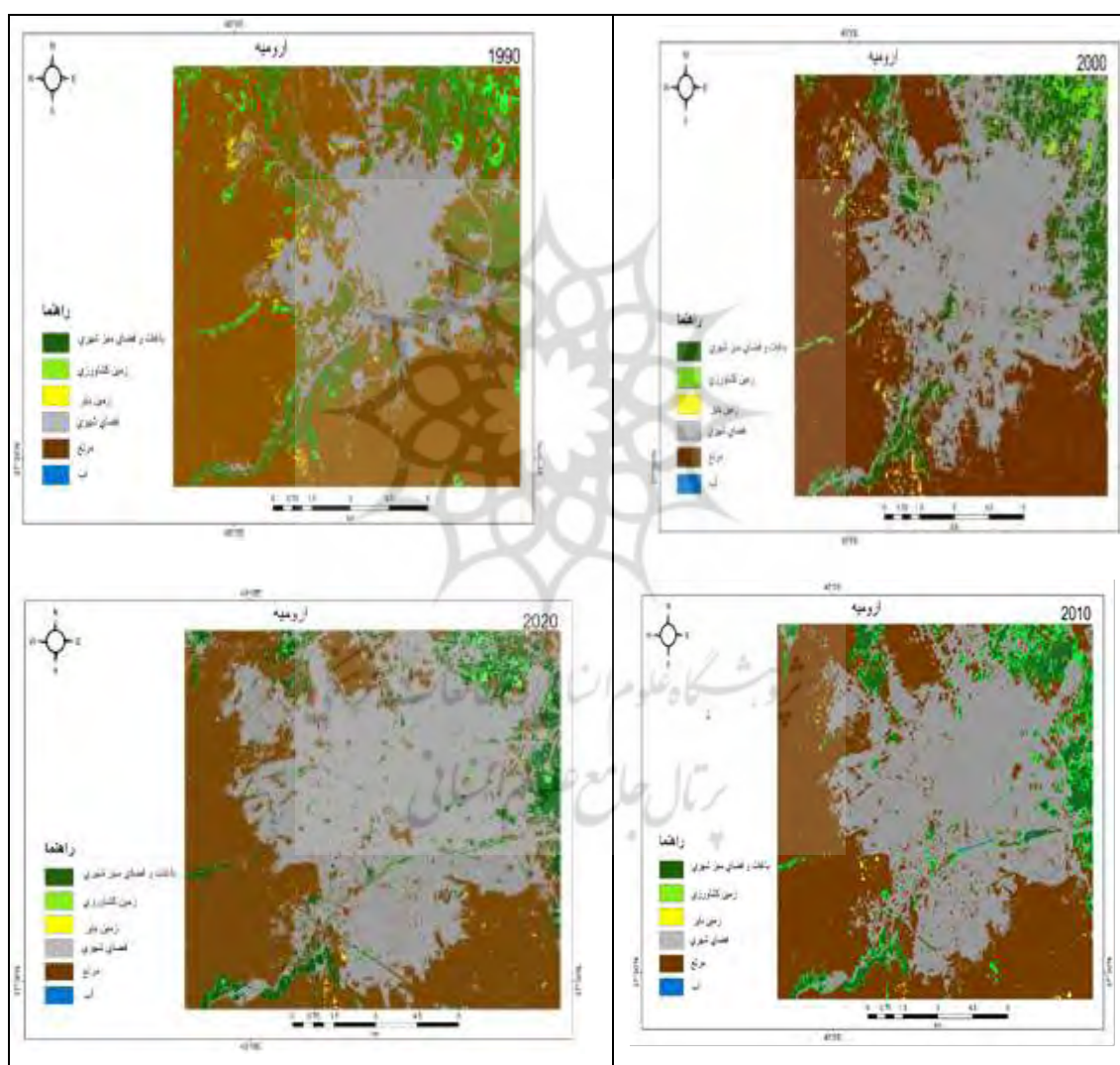
جدول ۳. میزان درصد وزنی دهی طبقات ریسک اکولوژیکی

طبقات	درصد وزن دهی
فضای شهری	۰/۴۲
آب	۰/۰۶
زمین کشاورزی	۰/۱۹
باغات و پارک	۰/۱۶
زمین بایر	۰/۱

منبع: (تحلیل نگارندگان)

بحث و یافته ها

همانطور که در شکل مشاهده می شود، تغییرات کاربری در شهر ارومیه در طی سال های مورد پژوهش تغییرات زیادی داشته است و این تغییرات باعث شده است که از مقدار کاربری های کشاورزی، باغات، آب، مرتع کاهش و در مقابل بر میزان کاربری های شهری افزوده شده است.



شکل ۱. نقشه کاربری اراضی استخراج شده ارومیه بین سال های ۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۰-۲۰۲۰
منبع: (تحلیل نگارندگان)

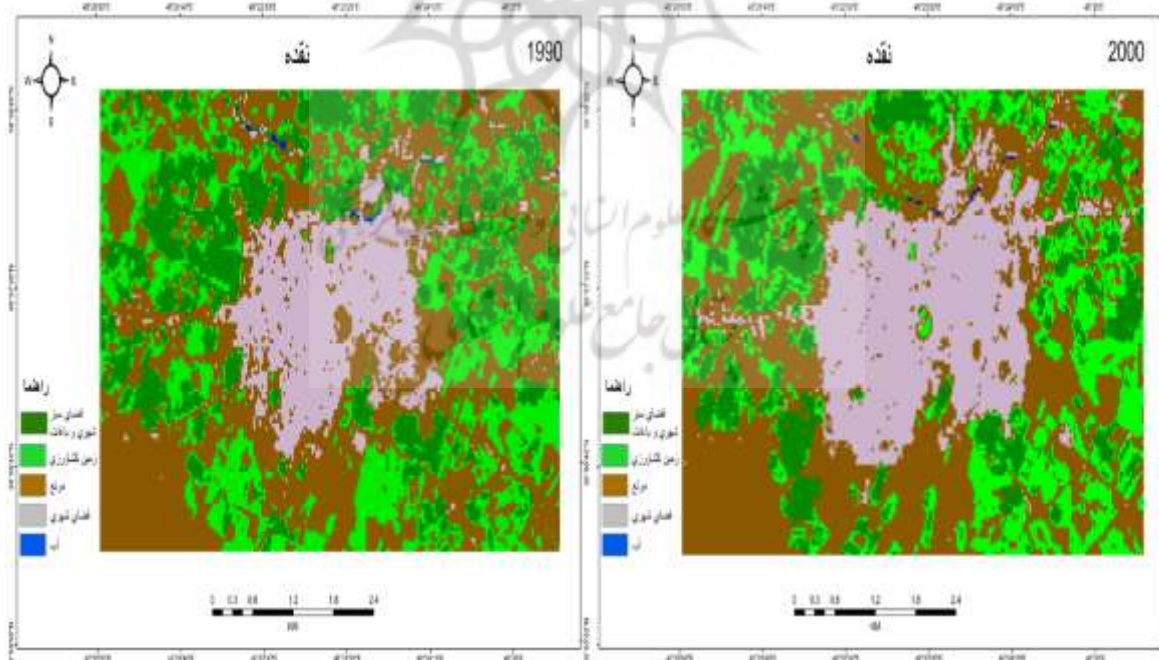
نتایج (جدول ۴) مقدار و درصد هر یک از تغییرات کاربری ها را نشان می‌دهد. بیشترین تغییرات مربوط به کاربری فضای شهری بوده است که از ۲۲ درصد به ۵۱ درصد رسیده است و بیش از دوبرابر شده است. بیشترین زمان تغییرات در دوره بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ بوده است که نشان دهنده رشد سریع شهر ارومیه در این دوره بوده است. کاربری آب نیز در سال ۲۰۲۰ صفر شده است و این نشان دهنده خشک شدن تالاب ها و رودخانه در طی ۳۰ سال اخیر بوده است.

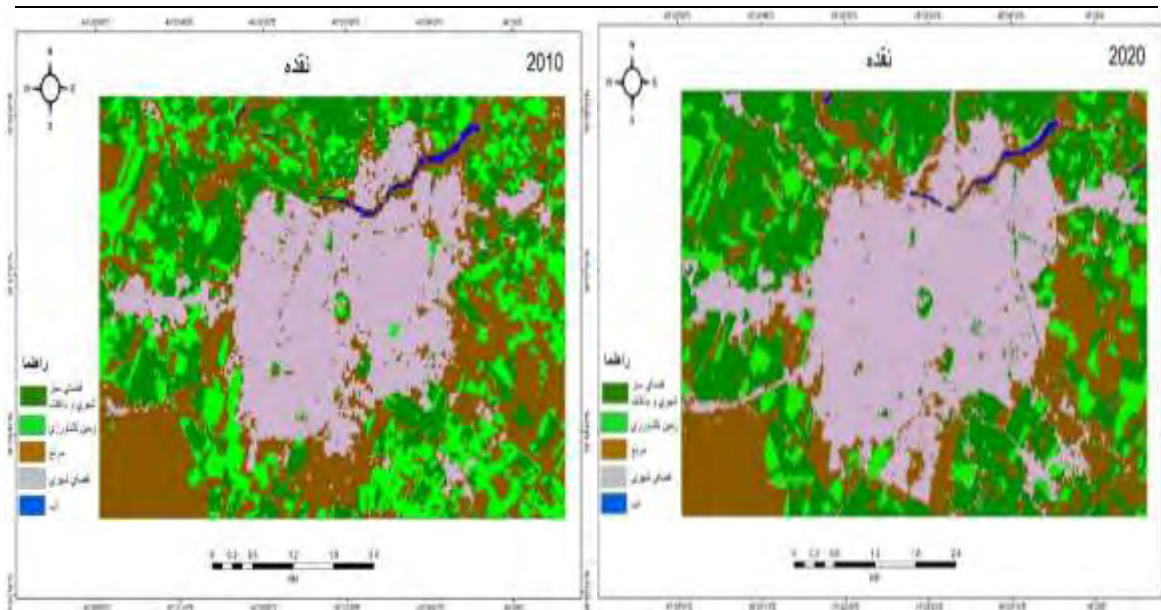
جدول ۴. طبقه‌بندی پهنه‌های شهر ارومیه بر اساس مساحت (کیلومتر مربع)

پهنه	محاسبات	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
باغات و فضای سبز شهری	مساحت	۱۳/۸۳	۱۲/۹۷	۱۱/۲	۱۰/۳۵
	درصد	۹/۱۶	۸/۶	۷/۶۷	۶/۸۵
زمین کشاورزی	مساحت	۳/۷۵	۳/۲	۲/۴۱	۱/۳
	درصد	۲/۴۹	۲/۱۳	۱/۹۱	۰/۸۴
مرتع	مساحت	۹۷/۲۳	۷۱/۱۱	۹۶/۰۱	۶۱/۴۷
	درصد	۶۴/۷	۴۷/۱	۴۴/۷	۴۰/۷۱
زمین بایر	مساحت	۱/۷۸	۱/۵۸	۰/۹۸	۰/۴۱
	درصد	۱/۳۲	۱/۱	۰/۹۸	۰/۲۷
فضای شهری	مساحت	۳۲/۹۸	۶۱/۳۱	۶۷/۴۵	۷۸/۱۹
	درصد	۲۲/۲۸	۴۰/۶	۴۴/۶۸	۵۱/۷۷
آب	مساحت	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰
	درصد	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰

منبع: (تحلیل نگارندگان)

همانطور که در (شکل ۲) مشاهده می‌شود تغییرات کاربری شهر نقده در ۳۰ اخیر نشان می‌دهد، شهر نقده به مانند شهر ارومیه تغییرات زیادی داشته است که مهم‌ترین تغییر افزایش زیاد کاربری فضای شهری و کاهش کاربری کشاورزی بوده است.





شکل ۲. نقشه کاربری اراضی استخراج شده نقده بین سال‌های (۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۲۰-۲۰۱۰) منبع: (تحلیل نگارندگان)

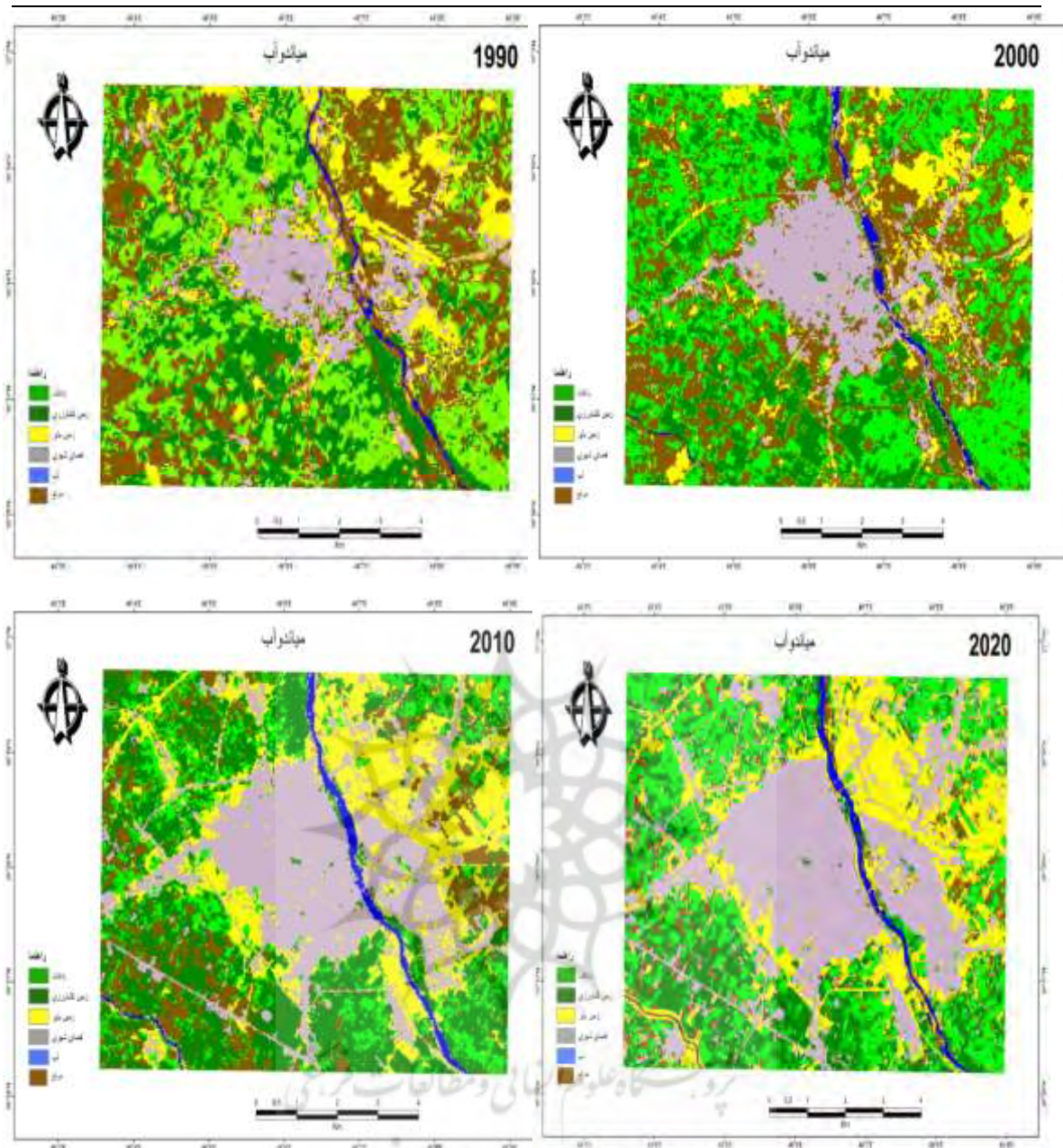
نتایج (جدول ۵) مقدار و درصد هر یک از تغییرات کاربری های شهر نقده را نشان می دهد. بیشترین تغییرات مربوط به کاربری فضای شهری بوده است که از ۱۵ درصد به ۳۶ درصد رسیده است و بیش از دوبرابر شده است. نکته ای که در تغییرات کاربری در شهر نقده وجود دارد افزایش باغات و فضای سبز شهری بوده است که نسبت به سال مبدا یعنی ۱۹۹۰ بیش از ۴۵ درصد افزایش داشته است. در مقابل زمین های کشاورزی و مرتع در طول ۳۰ سال اخیر روند کاهشی داشته اند.

جدول ۵. طبقه‌بندی پهنه های شهر نقده بر اساس مساحت (کیلومتر مربع)

پهنه	محاسبات	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
باغات و فضای سبز شهری	مساحت	۳/۲۷	۳/۶۹	۵/۲۹	۷/۹۹
	درصد	۱۶	۱۶/۳۹	۱۸/۹۴	۲۸/۶
زمین کشاورزی	مساحت	۶/۷۹	۶/۴۴	۵/۲۶	۲/۶۱
	درصد	۲۴/۸۹	۲۲/۴۳	۱۸/۸۴	۹/۳۳
مرتع	مساحت	۱۴/۱۵	۱۳/۰۲	۹/۳۹	۷/۰۱
	درصد	۴۳/۱۴	۳۹/۴۸	۳۳/۶۳	۲۵/۱
فضای شهری	مساحت	۴/۰۵	۵/۹۷	۷/۸۷	۱۰/۳۴
	درصد	۱۴/۸۴	۲۱/۶	۲۸/۱۸	۳۶/۶۵
آب	مساحت	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۰۹
	درصد	۰/۱۰۵	۰/۱۰۴	۰/۴	۰/۳۲

منبع: (تحلیل نگارندگان)

نتایج (شکل ۳) تغییرات کاربری شهر میاندواب را نشان می دهد، شهر میاندواب نیز به مانند شهرهای فوق دارای تغییرات زیادی بوده است. بیشترین آن مربوط به تغییرات فضای شهری و مرتع بوده است.



شکل ۳. نقشه کاربری اراضی استخراج شده میان‌دوآب بین سال‌های (۱۹۹۰-۲۰۲۰-۲۰۱۰-۲۰۰۰)
منبع: (تحلیل نگارندگان)

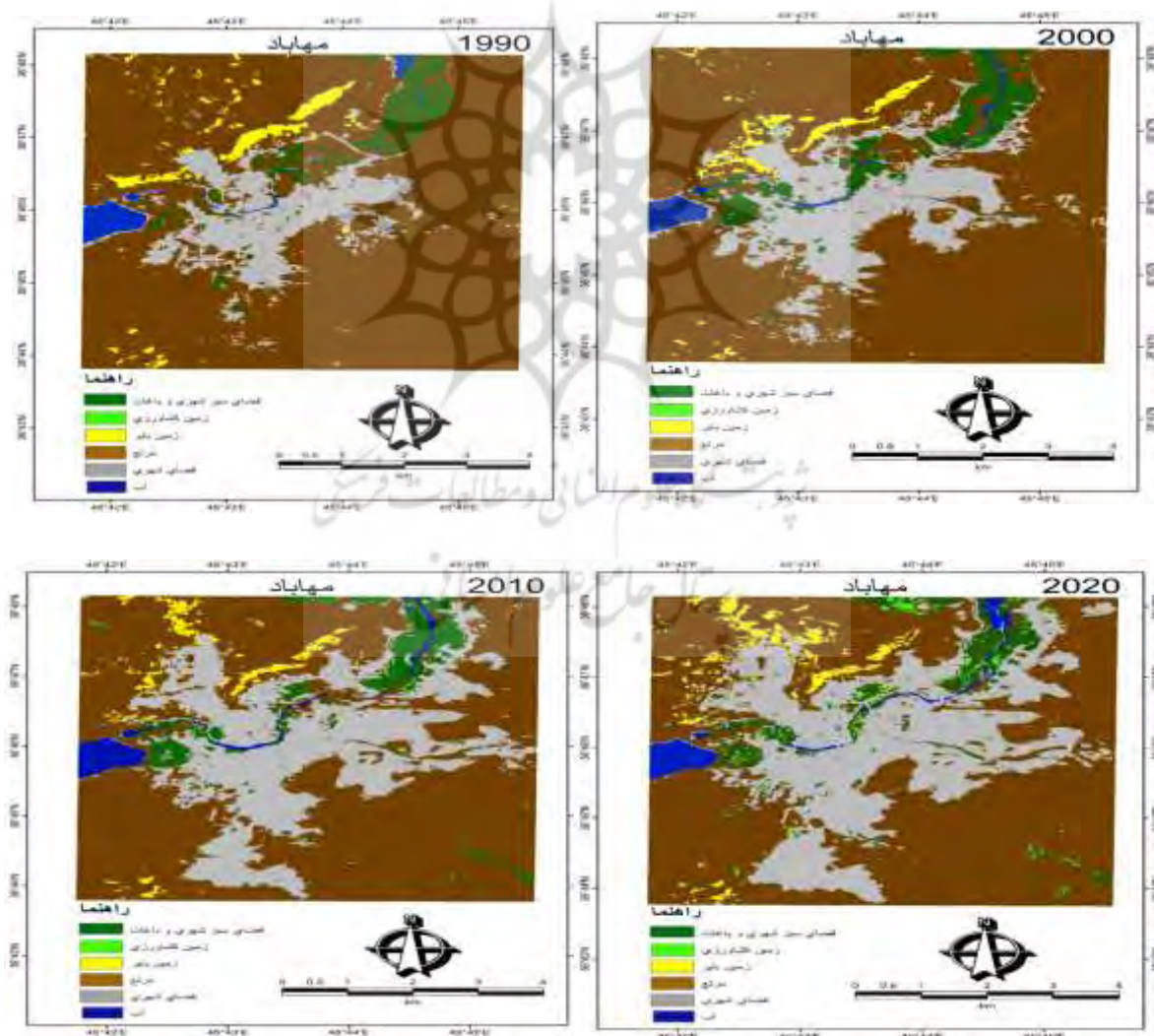
نتایج جدول ۶ مقدار و درصد هر یک از تغییرات کاربری های شهر نقده را نشان می دهد. بیشترین تغییرات مربوط به کاربری فضای شهری بوده است که از ۱۵ درصد به ۳۶ درصد رسیده است و بیش از دوبرابر شده است. نکته ای که در تغییرات کاربری در شهر نقده وجود دارد افزایش باغات و فضای سبز شهری بوده است که نسبت به سال مبدا یعنی ۱۹۹۰ بیش از ۴۵ درصد افزایش داشته است. در مقابل زمین های کشاورزی و مرتع در طول ۳۰ سال اخیر روند کاهشی داشته اند.

جدول ۶. طبقه‌بندی پهنه‌های شهر میاندوآب بر اساس مساحت (کیلومتر مربع)

پهنه	محاسبات	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
باغات و فضای سبز شهری	مساحت	۱۶/۳۲	۱۵/۳۸	۱۱/۳۲	۹/۴۳
	درصد	۳۰/۰۱	۲۸/۳۸	۲۱/۶۲	۱۸/۴۹
زمین کشاورزی	مساحت	۶/۸۹	۷/۱۴	۸/۴۵	۹/۳۷
	درصد	۱۳/۱۱	۱۳/۸۹	۱۵/۸۷	۱۸/۰۷
مرتع	مساحت	۱۷/۵۳	۱۵/۷۴	۷/۸۴	۳/۷۸
	درصد	۳۶/۰۱	۳۰/۵۶	۱۵/۱۲	۷/۱۵
زمین بایر	مساحت	۴/۹۸	۵/۳	۱۰/۱۲	۱۰/۲۰
	درصد	۹/۶۹	۱۲/۱۴	۱۹/۰۱	۱۹/۸۱
فضای شهری	مساحت	۵/۳۸	۷/۳۲	۱۳/۸۸	۱۸/۱۷
	درصد	۱۰/۴۶	۱۴/۲۳	۲۶/۷۶	۳۵/۲
آب	مساحت	۰/۳۲	۰/۵۰	۰/۸۴	۰/۶۶
	درصد	۰/۶۳	۰/۹۸	۱/۶۲	۱/۲۸

منبع: (تحلیل نگارندگان)

نتایج (شکل ۴) تغییرات کاربری شهر مهاباد را نشان می‌دهد، شهر مهاباد نیز به مانند شهرهای ذکر شده دارای تغییرات زیادی بوده است. بیشترین آن مربوط به تغییرات فضای شهری و مرتع بوده است. شهر مهاباد با توجه موقعیت جغرافیایی، زمین‌های کشاورزی کمتری داشته است و در نتیجه کمتری داشته است.



شکل ۴. نقشه کاربری اراضی استخراج شده مهاباد بین سال‌های (۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۰-۲۰۲۰)

منبع: (تحلیل نگارندگان)

نتایج (جدول ۷) مقدار و درصد هر یک از تغییرات کاربری های شهر مهاباد را نشان می دهد. بیشترین تغییرات مربوط به کاربری فضای شهری بوده است که از ۱۳ درصد به ۳۰ درصد رسیده است و بیش از دوبرابر شده است. نکته ای که در تغییرات کاربری در شهر مهاباد وجود داشته است، افزایش باغات و فضای سبز شهری بوده است که نسبت به سال مبدا یعنی ۱۹۹۰ بیش از ۴۵ درصد افزایش داشته است. در مقابل زمین های کشاورزی و مرتع در طول ۳۰ سال اخیر روند کاهشی داشته اند.

جدول ۷. طبقه بندی پهنه های شهر مهاباد بر اساس مساحت (کیلومتر مربع)

پهنه	محاسبات	۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۰	۲۰۲۰
باغات و فضای سبز شهری	مساحت	۱/۹۴	۲/۰۶	۲/۲۵	۲/۲۶
	درصد	۴/۲۹	۴/۴	۴/۹	۴/۹۳
زمین کشاورزی	مساحت	۰	-۰/۰۴	-۰/۰۸	-۰/۴۶
	درصد	۰	-۰/۹	-۰/۱۸	۱
مرتع	مساحت	۲۶/۳۲	۳۴	۲۹/۶۶	۲۷/۴۵
	درصد	۷۹/۸	۷۳/۹۴	۶۴/۷۸	۵۹/۷۶
زمین بایر	مساحت	-۰/۳۸	-۰/۷۲	-۰/۹۷	-۱/۲۱
	درصد	۱/۵۶	۱/۶	۱/۶۷	۲/۶۴
فضای شهری	مساحت	۵/۶۹	۷/۹۹	۱۲/۳۳	۱۳/۶۲
	درصد	۱۲/۶۳	۱۷/۵۶	۲۷/۰۸	۲۹/۶۵
آب	مساحت	-۰/۷۵	-۰/۷۲	-۰/۸۹	-۰/۹۲
	درصد	۱/۷۲	۱/۶	۱/۹۶	۲

منبع: (تحلیل نگارندگان)

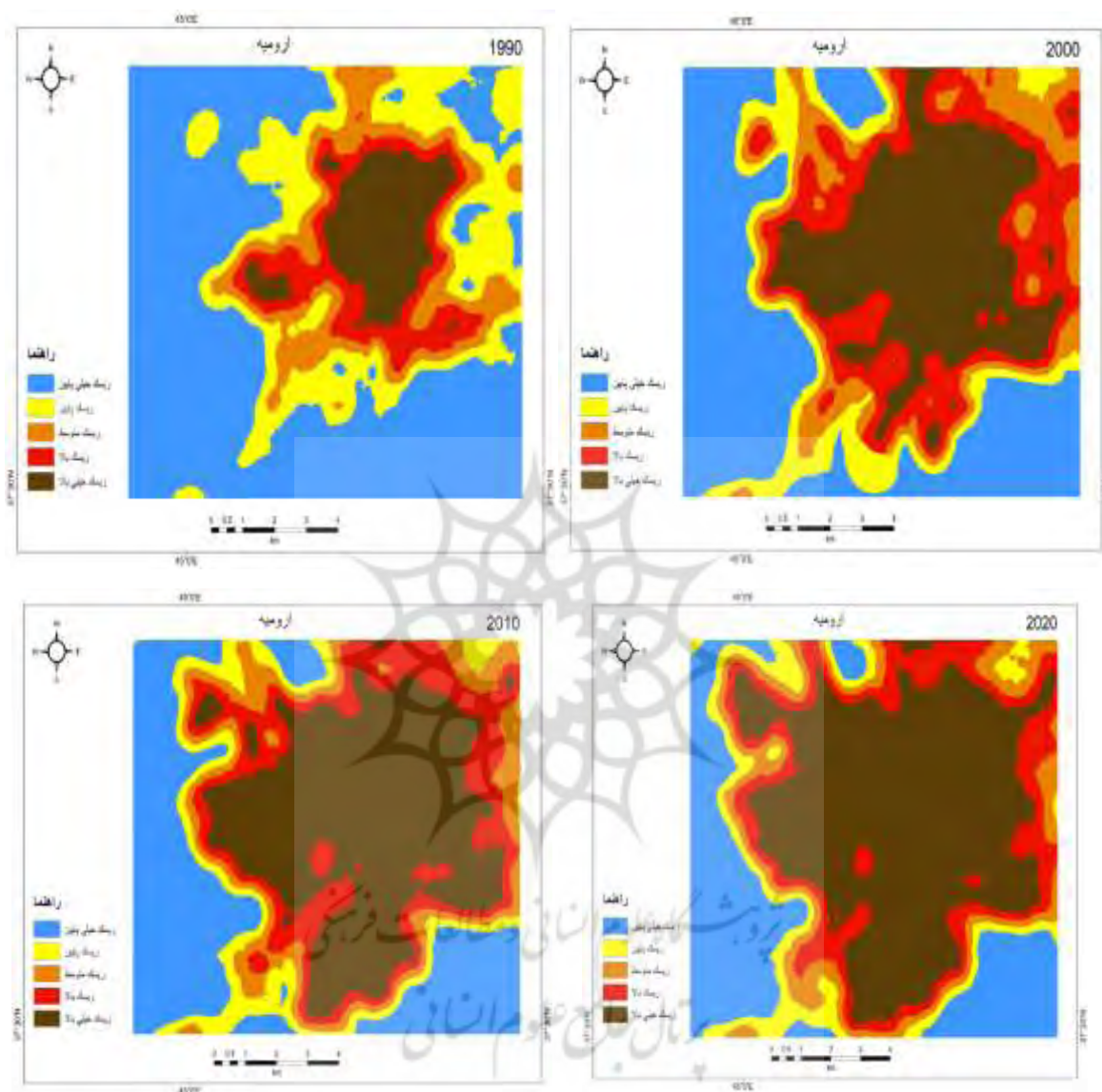
تهیه نقشه های ریسک اکولوژیکی

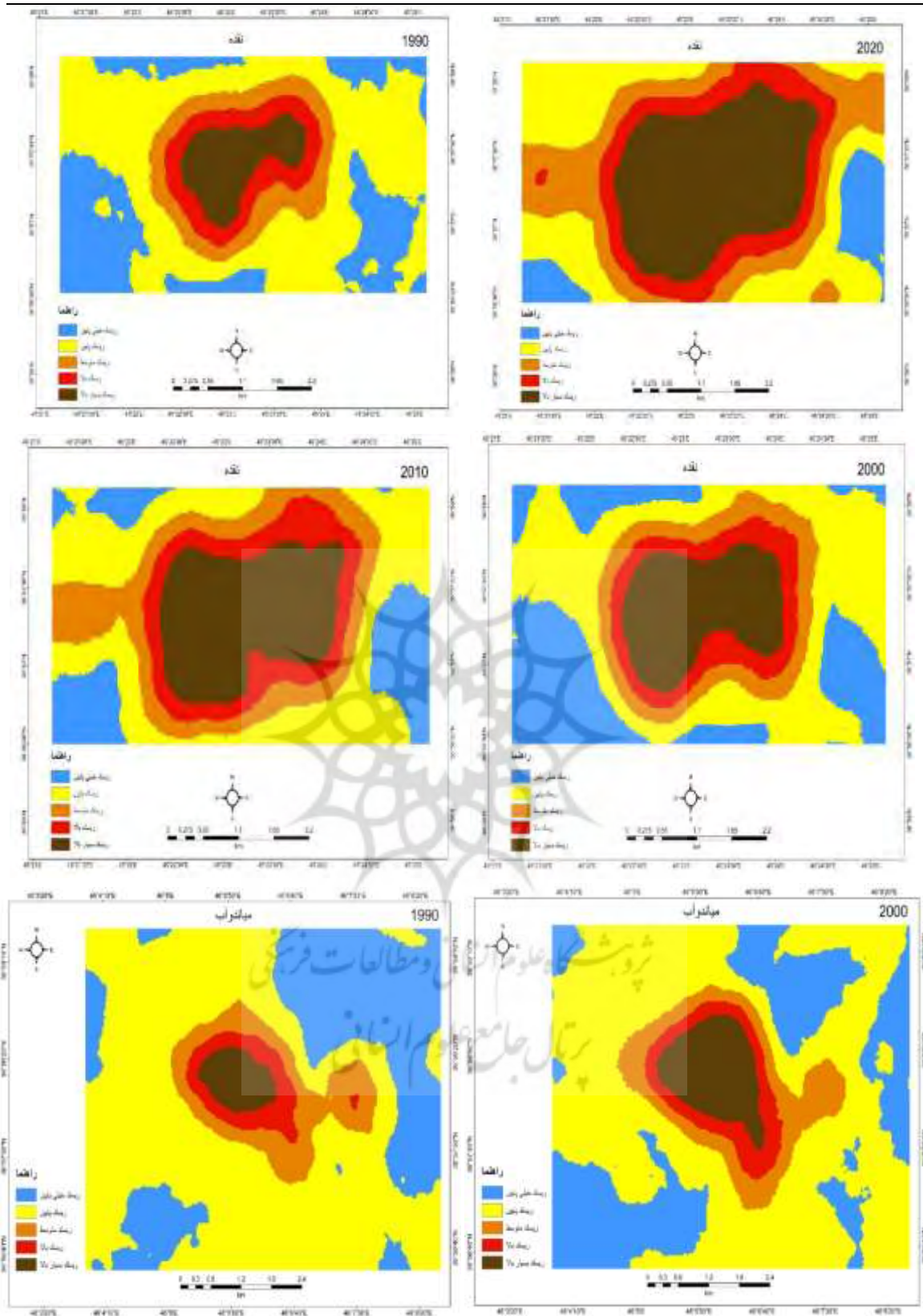
ریسک اکولوژیکی تغییر کاربری اراضی را می توان محصول احتمال تغییر کاربری و خطر از بین رفتن اکوسیستم ناشی از تغییر کاربری زمین تعریف کرد. ارزیابی ریسک اکولوژیکی یک روش مفید برای نشان دادن این است که کدام یک از شاخص های کاربری اراضی می تواند موجب آسیب به اکوسیستم شود. کاربری اراضی و تغییر آن بازتاب خاصی از تعامل عوامل طبیعی و فعالیت های انسانی در محیط اکولوژیکی منطقه است و تغییر کاربری اراضی نیز بر فرآیند اکولوژیکی منطقه تاثیر می گذارد.

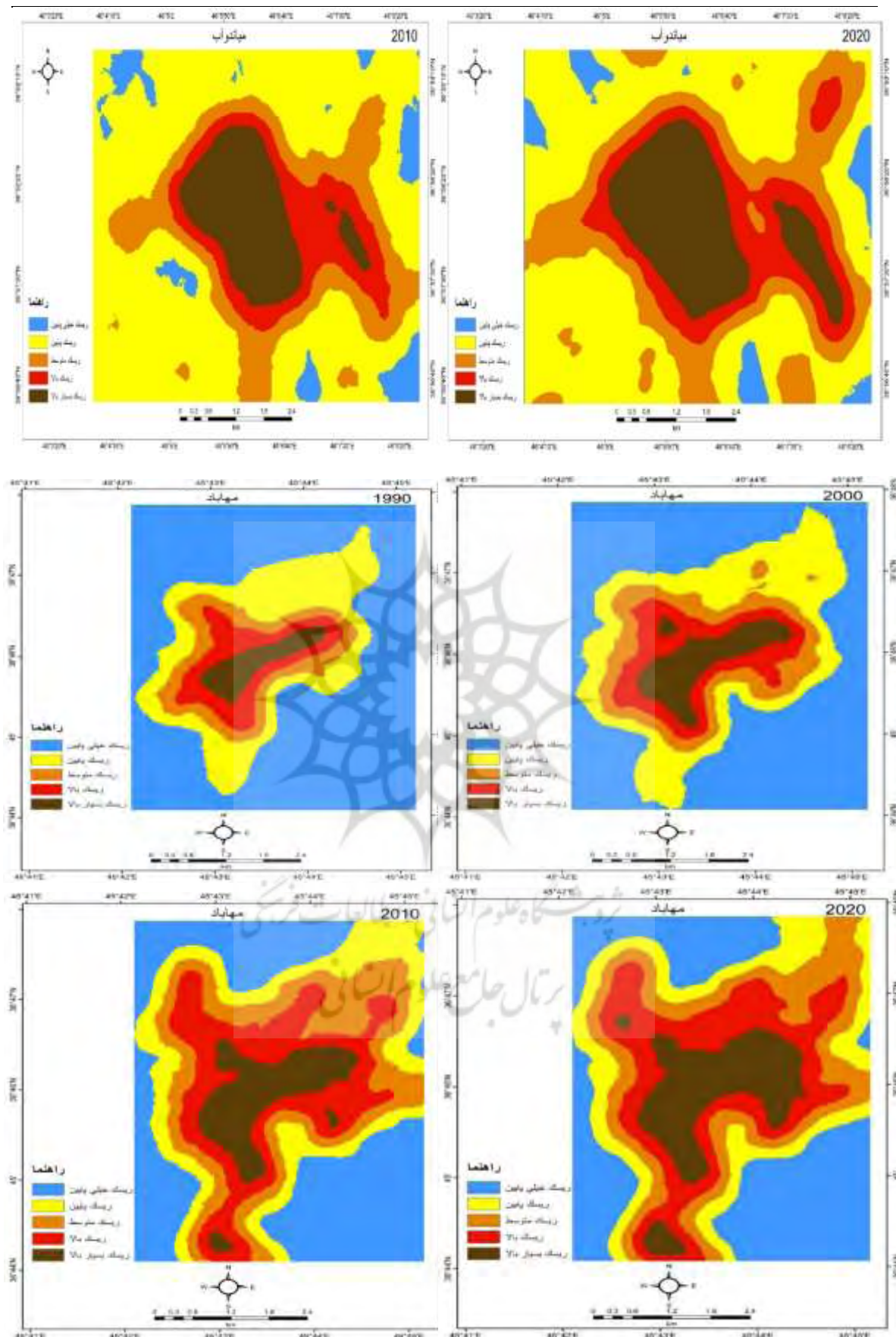
ارزیابی میزان ریسک اکولوژیکی منطقه، منطبق بر تغییرات کاربری پوشش زمین است. تراکم بالای جمعیت و گسترش سریع کاربری های شهری در ۴ شهر مورد نظر ما به طور قابل توجهی ساختار کاربری زمین و الگوی چشم انداز منطقه ای را تغییر داده و باعث ایجاد یک سری مشکلات اکولوژیکی و زیست محیطی شده است. نتایج تحقیق نشان می دهد که وسعت اراضی باغی و زمین کشاورزی در این چهار شهر مورد نظر ما با تبدیل آنها به کاربری شهری کاهش یافته است. هر چه از سال ۱۹۹۰ به ۲۰۲۰ پیش می رویم بر خطرات اکولوژیکی هم افزوده می شود که در نتیجه گسترش سریع و بدون محدودیت این شهرها می باشد که منجر به افزایش خطرات اکولوژیکی و بدتر شدن شرایط محیط زیستی می شود. به طور کلی در تمام شهرهای مورد مطالعه ما زمین کشاورزی و باغات و مراتع به زمین بایر و فضای شهری تبدیل شده اند که همین باعث افزایش قابل توجه مناطق پر خطر و مشکلات محیط زیستی شده است. بهبود محیط زیست و حفاظت از تعادل اکولوژیکی درباره کاربری های زمین، ضروری است. فعالیت انسانی موجب تغییرات قابل توجهی در کاربری زمین می شود و بر چشم انداز کاربری های باغی و زمین کشاورزی نیز تاثیر می گذارد.

در سال های اخیر با روند افزایش جمعیت و تغییر کاربری های اراضی مرتعی و باغات و زمین کشاورزی به زمین بایر و به خصوص فضای شهر، ریسک های زیست محیطی را برای مناطق مختلف به همراه داشته است. ارزیابی ریسک اکولوژیکی به ما کمک می کند که میزان تغییرات موجود در هر منطقه را شناسایی کرده و به بررسی این نکته که کدام مناطق دارای ریسک بالا و یا کمی است، پرداخته شود. با توجه به نقشه های آماده شده، میزان ریسک در هر منطقه به ۵ دسته تقسیم

شده که شامل مناطق دارای ریسک خیلی پایین، ریسک پایین، ریسک متوسط، ریسک بالا و ریسک خیلی بالا است که در ذیل به بررسی اینکه در کدام سال ریسک چه میزانی بوده است، پرداخته می شود. همانطور که نقشه ها نشان می دهد میزان ریسک اکولوژیکی هر یک از شهرهای مورد مطالعه روند افزایشی داشته است.







شکل ۵. نقشه میزان ریسک اکولوژی بین سال‌های (۱۹۹۰-۲۰۲۰-۲۰۱۰-۲۰۰۰) (منبع: تحلیل نگارندگان)

(جدول ۸) نشان میزان ریسک اکولوژیکی هر یک از شهرها را نشان می دهد، شهر ارومیه با مقدار ۳۹ درصد نسبت به شهرهای دیگر بالاترین ریسک اکولوژیکی در سال ۲۰۲۰ داشته است، و نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش ۲۰ درصد داشته است و نشان دهنده تخریب بیشتر زیست محیطی شهر ارومیه می باشد. میزان تغییرات ریسک اکولوژیکی بسیار بالای شهر نقده در طی ۳۰ سال بیش از ۳۰ برابر شده است که نشان دهنده تخریب زیاد زیست محیطی شهر نقده می باشد. میزان ریسک اکولوژیکی دو شهر دیگر یعنی مهاباد و میاندوآب نیز روند افزایش داشته است ولی نسبت به دوشهر نقده و ارومیه روند کند تری داشته اند.

جدول ۸. درصد و مساحت ریسک اکولوژی پهنه‌های شهرهای مورد مطالعه (کیلومتر مربع)

شهر	سال	محاسبات	ریسک خیلی پایین	ریسک پایین	ریسک متوسط	ریسک بالا	ریسک بسیار بالا
ارومیه	۱۹۹۰	مساحت	۶۵/۶۵	۲۴/۶۵	۱۳/۵۶	۱۱/۳۴	۱۱/۳۹
		درصد	۵۲/۴۷	۱۹/۷	۱۰/۸۳	۸/۸۲	۸/۴۶
	۲۰۰۰	مساحت	۴۲/۷۹	۱۳/۴۹	۱۴/۸۲	۲۰/۴۵	۳۳/۲۳
		درصد	۳۴/۱۹	۱۰/۷۴	۱۲/۱۷	۱۶/۳۴	۲۶/۵۶
	۲۰۱۰	مساحت	۲۵/۰۱	۱۰/۳۲	۱۳/۱۳	۲۱/۷۹	۴۵/۹۷
		درصد	۲۷/۹۸	۸/۴	۱۰/۶۳	۱۷/۵	۳۵/۷۴
۲۰۲۰	مساحت	۲۸/۷۸	۱۰/۱۴	۱۲/۲۰	۲۴/۶۳	۴۹/۴۴	
	درصد	۳۳	۸/۱	۹/۷۵	۱۹/۸۹	۳۹/۳۱	
نقده	۱۹۹۰	مساحت	۴/۳۱	۷/۹	۱/۸۸	۱/۵۳	۱/۴۹
		درصد	۲۵/۱۸	۴۶/۱۷	۱۰/۹۷	۸/۹۶	۸/۷
	۲۰۰۰	مساحت	۴/۱۹	۶/۵۹	۲/۰۹	۱/۹	۳/۰۲
		درصد	۳۳/۱۳	۳۷/۴	۱۱/۷۹	۱۰/۶۹	۱۶/۹۹
	۲۰۱۰	مساحت	۲/۷	۵/۴۴	۳/۱۹	۲/۳۸	۴/۱
		درصد	۱۵/۱۶	۳۰/۵۷	۱۷/۸۸	۱۳/۳۳	۲۳/۰۴
۲۰۲۰	مساحت	۱/۴	۴/۵۳	۳/۶۶	۲/۶	۵/۶۱	
	درصد	۷/۹	۲۴/۶۵	۲۰/۵	۱۵	۳۲	
میاندوآب	۱۹۹۰	مساحت	۱۰/۲۷	۲۱/۶۴	۳/۳۴	۱/۵۴	۱/۱۳
		درصد	۲۷/۰۷	۵۷/۰۷	۸/۸	۴/۰۵	۲/۹۸
	۲۰۰۰	مساحت	۹/۵۶	۲۰/۳۸	۳/۴	۱/۹۱	۲/۶
		درصد	۲۵/۲	۵۳/۹۸	۸/۹	۵/۰۵	۶/۸۵
	۲۰۱۰	مساحت	۲/۲۴	۲۰/۲۳	۶/۵۲	۴/۵۱	۴/۸۱
		درصد	۵/۹	۵۳/۳۷	۱۷/۱۹	۱۰/۸۲	۱۲/۶۹
۲۰۲۰	مساحت	۱/۶۷	۱۶/۸۴	۸/۲	۴/۹۷	۶/۲۵	
	درصد	۴/۳۹	۴۴/۴۲	۲۱/۶۴	۱۳/۱	۱۶/۴۹	
مهاباد	۱۹۹۰	مساحت	۱۸/۱۶	۷/۷۶	۲/۵۲	۲/۲۸	۱/۱۵
		درصد	۵۷/۵۴	۲۳/۷۹	۷/۸۹	۷/۱۵	۳/۶
	۲۰۰۰	مساحت	۱۶/۴۷	۶/۹۴	۳/۳۶	۳/۰۱	۲/۰۸
		درصد	۵۱/۶۸	۲۱/۷۷	۱۰/۵۴	۹/۴۶	۶/۵۳
	۲۰۱۰	مساحت	۱۱/۱۸	۵/۷۱	۵/۷۰	۸/۶۸	۳/۱
		درصد	۳۵/۳۴	۱۷/۴	۱۷/۶۶	۲۰/۱۴	۹/۷۴
۲۰۲۰	مساحت	۱۰/۴۵	۵/۱۷	۵/۷۹	۶/۷۴	۴/۲۹	
	درصد	۳۲/۷۱	۱۶/۱۷	۱۸/۱۳	۳۰/۵۴	۱۳/۴۳	

منبع: (تحلیل نگارندگان)

نتیجه گیری

تمرکز این مطالعه بر روی تغییرات کاربری و ریسک اکولوژیکی بر چهار شهر که در چهار دشت منتهی به دریاچه ارومیه است. نتایج تغییرات کاربری و تجزیه و تحلیل آن نشان می دهد که تغییرات زیاد در کاربری ارضی مناطق شهری مورد مطالعه اتفاق افتاده است. نتایج بررسی الگوی رشد شهری شهرهای چهارگانه در ۶ طبقه باغات و فضای سبز شهری، زمین کشاورزی، زمین بایر، فضای شهری و مرتع و آب نشان می دهد که در بازه زمانی ۳۰ ساله از مساحت مرتع و باغات و زمین کشاورزی و آب کاسته و بر مساحت فضای شهری و زمین بایر افزوده شده است.

این روند از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ ادامه داشته است و باعث شده است که بسیاری از زمین های کشاورزی مرغوب تغییر کاربری دهند. هر چند بین شهرهای مورد مطالعه تفاوت هایی وجود دارد. به طور مثال، شهر ارومیه نسبت به شهر مهاباد

تغییرات بیشتری داشته است، ولی نتیجه کلی شهرهای مورد مطالعه نشان دهنده تغییرات زیاد کاربری زمین در اطراف دریاچه ارومیه می‌باشد. ارزیابی ریسک اکولوژیکی در پنج طبقه ریسک خیلی پایین تا ریسک بسیار بالا طبقه‌بندی شد. نتایج ریسک‌پذیری اکولوژیکی نشان می‌دهد که در بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، میزان ریسک در سطح پایین روند کاهشی داشته‌اند. شهر ارومیه از ۵۲ درصد به ۲۳ درصد و شهرهای نقده، مهاباد و میاندوآب به ترتیب از ۲۵، ۵۷، ۲۷ درصد به ۸، ۳۲، ۴ رسیده است و در مقابل ریسک در طبقه بسیار بالا روند افزایشی داشته است و شهرهای ارومیه، نقده، مهاباد و میاندوآب به ترتیب از ۸، ۹، ۳ و ۴ درصد به مقدار ۳۹، ۳۲، ۱۶ و ۱۳ درصد رسیده است. این نتایج نشان می‌دهد که میزان ریسک اکولوژیکی شهرهای مورد مطالعه در طی ۳۰ سال اخیر بیشتر شده است. از اثرات مهم این افزایش ریسک اکولوژیکی تأثیر منفی بر دریاچه ارومیه خواهد بود که به صورت تأثیر متقابل بر میزان افزایش ریسک اکولوژیکی تأثیرگذار خواهد بود. این روند افزایش فضای شهری در آینده منطقه را با مشکل مواجه می‌کند و بر میزان مناطق دارای ریسک بالا و خیلی بالا افزوده خواهد شد.

نتایج پژوهش با نتایج میرسنجری و محمدیاری (۱۴۰۱) نوحه گر و همکاران (۱۳۹۴)، داز بی بی و همکاران (۱۳۹۹)، آزاد و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت دارد و پژوهش‌های صورت گرفته نیز نشان می‌دهد که با گسترش شهرها و افزایش ساخت و سازها باعث تخریب سیمای سرزمین شده است و زمین‌های کشاورزی، باغات و منابع آبی با گسترش شهرها ریز و تکه تکه شده است. در این راستا پیشنهادهای زیر مطرح است:

- ❖ حفاظت از کاربری‌های کشاورزی و فضاهای سبز و باغات و اتصال آنها به قطعه‌های کوچکتر یا کریدورهای طبیعی از جمله رودخانه‌ها جهت ایجاد پیوستگی در ماتریس طبیعی شهر
- ❖ حفاظت و بازسازی کریدورهای رودخانه‌ها در چهار شهر مورد مطالعه
- ❖ مشخص کردن محدوده و حریم شهر به صورت دقیق و عدم اجازه توسعه فیزیکی شهر بر بیرون از محدوده قانونی شهر
- ❖ مشخص کردن محدوده دقیق روستاهای نزدیک به شهر و جلوگیری از توسعه پراکنده روستاها در اراضی اطراف روستاها
- ❖ اعمال قوانین سخت‌گیرانه در جهت توقف ساخت‌وسازهای تحت عنوان خانه - باغ به‌ویژه در باغات اطراف شهرهای مورد مطالعه

حامی مالی

این اثر حامی مالی نداشته است.

سهام نویسندگان

نویسندگان در انجام این پژوهش سهم برابر دارند.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند، هیچ تضاد منافی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده مسئول این مقاله که مستخرج از پایان نامه ارشد است، از عاملین چاپ مقاله تشکر می‌کند.

منابع

- ۱) آذر، علی؛ رفیعی ساردوئی، الهام؛ میرچولی، فهیمه (۱۴۰۰). تحلیل و پیش بینی روند تخریب پوشش زمین و تعیین تغییرات سنجه های سیمای سرزمین با استفاده از سنجش از دور، مجله مدل سازی و مدیریت آب و خاک، ۱ (۱)، ۶۵-۶۸.
<https://doi.org/10.22098/mmws.2023.13021.1295>
- ۲) نامراد نژاد، رحیم بردی؛ انامرادنژاد، داوود (۱۳۹۳). آثار و پیامدهای قوانین شهری در فضای جغرافیایی ایران ماده ۴ قانون تقسیمات کشوری، اولین همایش علوم جغرافیایی ایران، دانشگاه تهران. <https://civilica.com/doc/317250>
- ۳) ایرانخواهی، مهدی؛ جوزی، سید علی (۱۳۹۵). رویکرد شبکه بندی هگزاگون در ارزیابی تخریب سیمای سرزمین (مورد مطالعه: شهرستان شمیرانات)، مجله آمایش سرزمین، ۸ (۲)، ۲۲۹-۲۵۰.
<https://doi.org/10.22059/jtcp.2016.60195>
- ۴) اولاد غفاری، پریسا؛ ظهیری، فرید (۱۳۹۴). آنالیز توسعه و تخریب فضای سبز بر پایه متریک های سیمای سرزمین، کنفرانس بین المللی پژوهش های نوین در علوم کشاورزی و محیط زیست، سنگاپور.
<https://civilica.com/doc/436008/>
- ۵) جلالیان، حمید؛ دارویی، پرستو؛ کریمی، خدیجه؛ دارویی، پگاه (۱۳۹۴). بررسی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر ارومیه و پیرامون آن با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی در طی سال های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۳، همایش ملی ژئوماتیک، تهران. <https://sid.ir/paper/892097/fa>
- ۶) حاج عزیزاده، احمد (۱۳۹۷). ارزیابی تغییرات کاربری و گسترش افقی شهری با تاکید بر نقش اقتصاد شهری نمونه موردی شهر اردبیل، مجله جغرافیا، دوره ۱۶ (۵۷)، ۱۹-۲۹.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6.29-19>
- ۷) داز، بی بی سارا؛ غفاری گیلانده، عطا؛ عزیزی، عطا (۱۳۹۹). تحلیل تغییرات فضای سبز شهر گرگان با استفاده از متریک های سیمای سرزمین، مجله علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۲۲ (۵)، ۱۶۷-۱۸۱.
<https://doi.org/10.22034/jest.2021.30713.3921>
- ۸) سبزیبایی، غلامرضا، راز، سپیده، دشتی، سولماز، یوسفی خانقاه، شهرام (۱۳۹۶). مطالعه تغییرات کاربری اراضی به کمک GIS & RS مطالعه موردی: شهرستان اندیمشک. مجله جغرافیا و توسعه ایران، ۱۵ (۴۶)، ۳۵-۴۲.
<https://doi.org/10.22111/gdij.2017.3029>
- ۹) صادقی، محمدعلی؛ عزیزپور، فرهاد (۱۴۰۰). تحول کاربری اراضی در نواحی روستایی پیرامون شهر کاشان، مجله جغرافیا، ۱۹ (۶۹)، ۷۱-۸۲.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6.71-82>
- ۱۰) طالبی امیری، شیماء؛ آذری دهکردی، فرود؛ صادقی، سید حمیدرضا؛ صوف باف، سید رضا (۱۳۸۸). تحلیل تخریب سیمای سرزمین حوزه آبخیز نکا با استفاده از متریک های اکولوژی سیمای سرزمین، مجله علوم طبیعی، ۶ (۳)، ۱۴۴-۱۳۳.
- ۱۱) عنابستانی، علی اکبر؛ عنابستانی، زهرا؛ اکبری؛ ابراهیم (۱۴۰۰). تحلیل تغییرات ساختاری سیمای سرزمین و الگوهای توسعه شهری با استفاده از تصاویر ماهواره ای چند زمانه مورد مطالعه: کلان شهر مشهد، مجله اطلاعات جغرافیایی، ۳۰ (۱۹۱)، ۲۰۶-۱۸۹.
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2021.247894>
- ۱۲) قرخلو، مهدی؛ رمضان زاده لسبویی، مهدی؛ گلین شریف دینی؛ جواد (۱۳۸۸). اثرات زیست محیطی گردشگری بر سواحل شهر رامسر، نگرش نو در جغرافیای انسانی، ۱ (۳)، ۱-۱۲.
- ۱۳) کوزه گر، حمیدرضا؛ استعلاجی، علیرضا (۱۴۰۰). ارزیابی تغییرات مدیریتی و کالبدی-فضایی شهرهای پیرامون مادرشهر تهران، مورد پژوهی: شهر قدس، مجله جغرافیا، ۱۹ (۶۸)، ۲۰۵-۲۱۸.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.1.12.4>
- ۱۴) محمودزاده، حسن؛ مسعودی، حسن (۱۳۹۸). تحلیلی بر تغییرات ساختاری سیمای سرزمین کلان شهر تبریز با استفاده از مبانی اکولوژی سیمای سرزمین و با تاکید بر مفهوم پیوستگی، آمایش سرزمین، ۱۱ (۲)، ۱۷۹-۲۰۴.
<https://doi.org/10.22059/jtcp.2019.288093.670019>
- ۱۵) محمودیان، میترا؛ زیاری، یوسفعلی؛ سرور، رحیم (۱۳۹۸). تغییرات کالبدی - فضایی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و به کارگیری روش ترکیبی زنجیره های مارکوف و سلول های خودکار، مطالعه موردی: شهر کرمانشاه، مجله جغرافیا، ۱۷ (۶۲)، ۱۰۴-۱۲۲.
https://mag.iga.ir/article_246265_1a72c07ec994d5362944795f6a7da0d4.pdf
- ۱۶) ممبئی، مریم؛ عسگری، حمیدرضا (۱۳۹۵). پایش، بررسی و پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیره ای مارکوف، مطالعه موردی: شوشتر، فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۷ (۱۰۵)، ۳۵-۴۷.
<https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.31471>

- ۱۸) یدالله نیا، هاجر؛ رجایی، سید عباس؛ پوراحمد، احمد؛ خراسانی، محمد امین (۱۴۰۰). اثرات گسترش فیزیکی بر تابآوری زیست محیطی مطالعه موردی: شهر بابل، مجله جغرافیا، ۱۹(۶۹)، ۱۳۱-۱۵۰.
<https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.9.7>
- 19) Almqvist, T., Andersson. Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Olsson, P., Gaffney, O., Takeuchi, K. & Folke, C. (2019). Sustainability and resilience for transformation in the urban century, NATurE SuSTAiNAbiliTy , 2 , 267–273 . <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- 20) Anabestani, A. A., Anabestani, Z. & Akbari; E. (2021) Analyzing the structural changes of land surface and urban development patterns using multi-temporal satellite images, the study area: Mashhad metropolis), Journal of Geographical Information, 30 (119), 189-206.[persian]. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0250-1>
- 21) Anamarad Nejad, R. B. & Anamoradnejad, D. (2013) The Effects and Consequences of Urban Laws in the Geographical Space of Iran, Article 4 of the Law of Country Divisions, The First Conference of Geographical Sciences of Iran, University of Tehran. [Persian].
- 22) Azare, A., Rafiei Sardoei, Elham. & Mircholi, F. (2021). Analysis and prediction of the process of land cover destruction and determination of changes in land surface parameters using remote sensing, Journal of Soil and Water Modeling and Management, 1(1), 1-65. [Persian]. <https://doi.org/10.22098/mmws.2023.13021.1295>
- 23) Bounoua, L., Zhang, P. Mostovoy, G., Thome, K. Masek, J., Imhoff, M., Shepherd, M., Quattrochi, D., Santanello, J., Silva, J. Wolfe, R., & Toure, A. M. (2015) Impact of urbanization on US surface climate, Environmental Research Letters 10(8). <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/10/8/084010>
- 24) Chaudhuri, G. & Clarke, K. C. (2013). The SLEUTH Land Use Change Model: A Review, The International Journal of Environmental Resources Research. 1(1), 88-105. <https://doi.org/10.22069/ijerr.2013.1688>
- 25) Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., Leip, A. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. Nature Food. 2(3):1-12.
- 26) <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00225-9>.
- 27) Daz, B. S., Ghafari Gilandeh, A. & Azizi, A. (2019). Analysis of the changes in the green space of Gorgan city using land surface metrics, Journal of Environmental Science and Technology, 22(5), 167-181. [Persian]. <https://doi.org/10.22034/jest.2021.30713.3921>
- 28) Fang, C., Wang, S. & Li, G. (2015). Changing urban forms and carbon dioxide emissions in China: A case study of 30 provincial capital cities. Applied Energy, 158, 519–531. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.08.095>
- 29) Garkhlo, M., Ramzanzade Lesboi, M. & Glin Sharif Dini, J. (2008). The environmental effects of tourism on the beaches of Ramsar city, a new perspective in human geography, 1(3), 1-12.[persian]. <https://www.magiran.com/p976093>
- 30) Haj Alizadeh, A. (2017). evaluation of user changes and horizontal urban expansion with emphasis on the role of urban planning in the case of Ardabil city, Journal of Geography, 16(57), 19-29 [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6>
- 31) He, C., Zhang, D., Huang, Q. & Zhao, Y. (2016). Assessing the potential impacts of urban expansion on regional carbon storage by linking the LUSD-urban and InVEST models. Environmental Modelling & Software, 75, 44–58. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2015.09.015>.
- 32) Irankhahi, M. & Jozi, S. A. (2016) The hexagon grid approach in evaluating the destruction of the landscape (case study: Shemiranat city), Land Development Magazine, Volume 8, Number 2, 229-250. [Persian]. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2016.60195>
- 33) Jalalian, H., Darouie, P., Karimi, Kh. & Daghi, P. (2014). Survey of land use and land cover changes in Urmia city and its surroundings using geographic information system during the years 2001 to 2013, National Geomatics Conference, Tehran [persian]. <https://www.magiran.com/p976093>
- 34) Kaviari, F., Sadi, M. S., Seidi, E. & Motieyan, H. (2019). Simulation of urban growth using agent-based modeling and game theory with different temporal resolutions. Cities, 95, 102387. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2019.06.018>
- 35) Kuzegar, H & Astelazhi, A. (2021). Evaluation of managerial and physical-spatial changes in the cities around the mother city of Tehran (case study: Quds city), Journal of Geography, 19(68), 205-218. [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.1.12.4>
- 36) Li, X., Zhang, J., Li, Z., Hu, T., Wu, Q., Yang, J., Huang, J., Su, W., Zhao, Y., Zhou, Y., Liu X., Gong, P. & Wang, X. (2021). Critical role of temporal contexts in evaluating urban cellular automata models. GIScience & Remote Sensing, 58(6), 799-811. <https://doi.org/10.1080/15481603.2021.1946261>

- 37) Long, Y., Han, H., Lai, S.K., Jia, Z., Li, W. & Hsu, W.(2020). Evaluation of urban planning implementation from spatial dimension: An analytical framework for Chinese cities and case study of Beijing. *Habitat International*, 101, 102197. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2020.102197>
- 38) Mahmoudian, M., Ziari, Y. A., Sarwar, R. (2018). physical-spatial changes using satellite images and applying the combined method of Markov chains and automatic cells (case study: Kermanshah city) *Journal of Geography*, 17(62). [Persian]. https://mag.iga.ir/article_246265_1a72c07ec994d5362944795f6a7da0d4.pdf
- 39) Mahmoudzadeh, H. & Masoudi, H. (2018). An analysis of the structural changes of the landscape of the Tabriz metropolis using the basics of ecology of the landscape and emphasizing the concept of continuity, *Land Survey*, 11(2), 179-204. [Persian]. <https://doi.org/10.22059/jtcp.2019.288093.670019>
- 40) Mahtta, R., Mahendra, A. & Seto, K. C. (2019). Building up or spreading out? Typologies of urban growth across 478 cities of 1 million, *Environmental Research Letters*, 14(12), 124077. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab59bf>
- 41) Mambani, M., & Asgari, H. (2016). Monitoring, investigation and prediction of spatial changes in land use using Markov chain model (case study of Shushtar-Khuzestan), *Journal of Geographical Information Scientific-Research*, Volume 27, Number 105, pp. 35-47. [Persian]. <https://doi.org/10.22131/sepehr.2018.31471>
- 42) McGarigal, K., Plunkett, E. B., Willey, L. L., Compton, B. W., DeLuca, W. V. & Grand, J. (2018). Modeling non-stationary urban growth: The SPRAWL model and the ecological impacts of development. *Landscape and Urban Planning*, 177, 178–190. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.04.018>.
- 43) Olad Ghafari, P. & Zahiri, F. (2014) Analysis of development and destruction of green space based on land surface metrics, *International Conference on New Researches in Agricultural and Environmental Sciences*, Singapore [persian]. <https://civilica.com/doc/436008/>
- 44) Peres, L. d. F.; Lucena, A. J., Rotunno, F. O. C. & França, J. R. d. A. (2018). The urban heat island in Rio de Janeiro, Brazil, in the last 30 years using remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 64, 104–116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2017.08.012>
- 45) Pijanowski, B. C., Brown, D. G., Shellito, B. A. & Manik, 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. [http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715\(01\)00015-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0198-9715(01)00015-1)
- 46) Sabzghabaei, G., Raz, S., Dashti, S. & Yousefi Khanghah, S. (2017). Study the Changes of Land Use by the Help of GIS & RS Case Study: AndimeshkCity. *Iranian Journal of Geography And Development*, vol. 15 (46), 35-42. <https://doi.org/10.22111/gdij.2017.3029>
- 47) Sadeghi, M.A. & Azizpour, F. (2021). land use transformation in rural areas around Kashan city, *Journal of Geography*, 19 (69), 71-82. [Persian]. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.8.6>
- 48) Seto, K.C., Güneralp, B. & Hutyraç, L.R.(2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools, *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109(40):16083-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>
- 49) Sohl, T. L., Loveland, T. R., Sleeter B. M., Saylor K. L. & Barnes, C. A. (2010). Addressing foundational elements of regional land-use change forecasting, *Landscape Ecology*, 25(2), 233–247. <http://dx.doi.org/10.1007/s10980-009-9391-3>
- 50) Talebi Amiri, Sh., Azari Dehkordi, F., Sadeghi, S.H.. & Souf Baf, S. R. (2008) Analysis of landscape destruction in the Neka watershed using ecological metrics of landscape, *Journal of Natural Sciences*, 6(3), 133-144. [Persian]. <https://elmnet.ir/doc/700853-77116>
- 51) Tayyebi, A., Tayyebi, A. H., Arsanjani, J. J., Moghadam, H. Sh., Omrani, H. (2016). FSAUA: A framework for sensitivity analysis and uncertainty assessment in historical and forecasted land use maps. *Environmental Modelling & Software*, 84, 70–84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.06.018>
- 52) Van Delden, H., Van Vliet, J., Rutledge, D.T., Kirkby, M.J, (2011). Comparison of scale and scaling issues in integrated land-use models for policy support, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 142(1-2), 18–28. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.005>
- 53) Van Vliet, J., Bregt, A. K., Brown, D. G., van Delden, H., Heckbert, S. & Verburg, P. H. (2016). A review of current calibration and validation practices in land-change modeling. *Environmental Modelling & Software*, 82, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.04.017>
- 54) Verburg, P. H., Crossman, N., Ellis, E. C., Heinimann, A., Hostert, P., Mertz, O., Nagendra, H., Sikor, T., Erb, K., Golubiewski, N., Grau, R., Grove, M., Konaté, S., Meyfroidt, P., Parker, D. C., Chowdhury, R. R., Shibata, H., Thomson, A. & Zhen, L. (2015). Land system science and sustainable development of the earth system: A global land project perspective. *Anthropocene*, 12, 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2015.09.004>

- 55) Yadullah Nia, H., Rajaei, S., Pourahmad, A., Khorasani, M. A. (2021). The effects of physical development on environmental resilience, a case study: Babol city, Journal of Geography ,19(69), 131-150. [Persian] <https://dorl.net/dor/20.1001.1.27172996.1400.19.69.9.7>
- 56) Zhao, L., Lu, Y., Zhang, L. & Chau, P. Y.K. (2012). Assessing the effects of service quality and justice on customer satisfaction and the continuance intention of mobile value-added services: An empirical test of a multidimensional model, Decision Support Systems,52(3). 645–656. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dss.2011.10.022>

