https://sppl.ui.ac.ir/?lang=en
Spatial Planning
E-ISSN: 2476-3357
Document Type: Research Paper
Vol. 12, Issue 3, No.46, Autumn 2022, pp. 1- 4
Received: 27/11/2022 Accepted: 11/03/2023

# An Analysis of Agricultural Development Scenarios Using Weighted Linear Combination in the Geographic Information System Environment (Case Study: Urmia County)

**Nosrat Moradi [1], Hedayatollah Nouri [2]***

1- PhD, Department of Geography and Rural Planning, Faculty of Geographical Science and Planning, University of Isfahan, Isfahan, Iran
nt.moradi@hotmail.com

2- Professor, Department of Rural Planning, Faculty of Geographical Sciences University of Isfahan, Isfahan, Isfahan, Iran
hedayat.nouri@gmail.com

## Abstract

The purpose of the current study is to design a land suitability evaluation model using Multi-Criteria Evaluation (MCE) and a multi-stage scenario-based analysis in the Geographic Information System (GIS) environment for agricultural development in Urmia County, North West of Iran. In this multi-stage procedure, firstly, the leading physical characteristics of the region, including topography, is studied. Then, to prepare a sustainable agricultural development scenario, physical and man-made restrictions, socio-economy, and finally, environmental scenarios were evaluated. The results of the Base Map, based on the Boolean Model, showed that only 12 percent of Urmia County is classified as a highly suitable class for agricultural development; whereas around 64% of the total region contains moderate to highly restricted lands. The results of the land evaluation, based on the socio-economy and environmental scenarios, showed that a sustainable agricultural development scenario, as an alternative, can play an important role in decreasing activities from the surrounding area of Urmia Lake, and consequently act as a crucial factor for conservation of Urmia Lake.

*Corresponding Author
Moradi, N., & Nouri, H. (2023). An Analysis of Agricultural Development Scenarios Using Weighted Linear Combination in Geographic Information System Environment (Case Study: Urmia County). *Spatial Planning*, 12 (3), 1 - 4.

©The author(s) Publisher: University of Isfahan

https://doi.org/10.22108/sppl.2023.135885.1680 20.1001.1.22287485.1401.12.3.7.1

## Introduction

In recent years, Urmia Lake has experienced severe drying and faced an ecological crisis. The concentration of the urban population and activities, such as agricultural development, has been recognized as the main factor of this crisis (Valiallahi, 2020). The present study aimed to evaluate land suitability for agricultural development using Multi-Criteria Evaluation (MCE) and a multi-stage scenario-based analysis in the Geographic Information System (GIS) environment. It is assumed that consideration of the situation of the National Park of Urmia Lake with agricultural development scenarios not only can lead to decentralization of population in the surrounding area of Urmia Lake but also play an important role in spatial imbalances and activities, and consequently decrease ecological pressure on Urmia Lake.

## Materials and Methods

Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA) includes alternatives that are inconsistent and heterogeneous with quantitative and qualitative nature (Malczewski, 1999; Reynolds, 2014). MCDA can be used both in vector and raster features (Pereira & Duckstein, 1993). There are many MCDA analyses (Malczewski & Rinner, 2015). Weighed Linear Combination (WLC) and Boolean Logic are among the most important and widely used procedures (Chen, Blong, et al., 2001; Malczewski & Rinner 2005; Malczewski, 2006; Lafortezza, Chen, et al., 2008; Boroushaki & Malczewski 2008; Jelokhani-Niaraki & Malczewski, 2015).

## Research Findings

After preparing base and constraints maps, agricultural development is evaluated under different scenarios (Pourebrahim et al., 2011, p. 90). In socio-economic, results extracted from the final map indicate that lands with no or marginal limitations are mostly located in the eastern part of Urmia County, where the region slope is low and soil is highly suitable for agriculture. In the environmental scenario, out of 61 percent of the suitable area (Booleans region 1), 12 percent is classified as highly suitable, 25 percent as suitable, 27 percent as marginal suitable, and 36 percent as low and very low suitable classes. Out of the total area of Urmia County (5274 square kilometers), 7 percent is classified as highly suitable, 14 percent as suitable, 15.5 percent as marginal suitable, and 63.5 percent as low and very low suitable classes. So, the results show that severe limitation is the main constraint for agricultural development nearly in one-third of the total area. In the sustainable development scenario, the results extracted from the final map showed that 14.61 percent of the Boolean region is located in highly suitable areas, 24.6 percent in suitable areas, 24.94 in marginally suitable areas, and nearly 36 percent in low and very low suitable areas. The results also showed that out of the total area of Urmia County, 8 percent is classified as highly suitable, 14 percent as suitable, 14 percent as marginal suitable, and 64 percent in low and very low classes.

## Discussion of Results and Conclusions

Based on the results, the majority of suitable lands are located in the western parts of Urmia County, Hovasin, Gangachin, and Ziveh deserts. Based on the environmental and geographical characteristics of the region and also the results of the current study, the characteristics of the region's land are determinants and prerequisites for any development plan in Urmia County. In regions similar to Urmia, which enjoy high environmental and man-made potentials, land suitability using MCE-GIS

and a multi-stage-scenario-based procedure can lead to spatial balances, decrease environmental and ecological pressure, and also change the current crisis into land use and spatial planning by planners.

**Keywords:** Scenario, Sustainable Agricultural, Urmia, Land Suitability.

**References**

**English References**

- Akıncı, H., Özalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique. *Journal of Computers and Electronics in Agriculture*, *97*, 71-82.
- Arabsahebi, R., Voosoghi, B., & Tourian, M. J. (2020). A denoising–classification–retracking method to improve spaceborne estimates of the water level–surface–volume relation over the Urmia Lake in Iran. *International Journal of Remote Sensing*, *41*(2), 506-533.
- ASTER (2019). *Global Digital Elevation Model*. Retrieved from: https://asterweb.jpl.nasa.gov
- Farahmand, N., & Sadeghi, V. (2020). Estimating soil salinity in the dried lake bed of Urmia lake using optical Sentinel-2 images and nonlinear regression models. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, *48*(4), 675-687.
- Jelokhani-Niaraki, M., & Malczewski, J. (2015). A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study. *Journal of Land Use Policy*, *42*, 492-508.
- Liu, H., Zheng, L., Wu, J., & Liao, Y. (2020). Past and future ecosystem service trade-offs in Poyang Lake Basin under different land use policy scenarios. *Arabian Journal of Geosciences*, *13*, 46-57.
- Mendas, A., Delali, A., Khalfallah, M., Likou, L., Gacemi, M. A., Boukrentach, H., … & Mahmoudi, R. (2014). Improvement of land suitability assessment for agriculture—application in Algeria. *Arabian Journal of Geosciences*, *7*(2), 435-445.
- Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R., & Mirfenderesk, H. (2015). Comparison of Fuzzy-AHP and AHP in a spatial multi-criteria decision making model for urban land-use planning. *Journal of Computers, Environment and Urban Systems*, *49*, 54-65.
- Nouri, H., Mason, R. J., & Moradi, N. (2017). Land suitability evaluation for changing spatial organization in Urmia County towards conservation of Urmia Lake. *Journal of Applied Geography*, *81*, 1-12.
- Ohashi, H., Fukasawa, K., Ariga, T., Matsui, T., & Hijioka, Y. (2019). High-resolution national land use scenarios under a shrinking population in Japan. *Journal of Transactions in GIS*, *23*(4), 786-804.
- Pilehforooshha, P., Karimi, M., & Taleai, M. (2014). A GIS-based agricultural land-use allocation model coupling increase and decrease in land demand. *Journal of Agricultural Systems*, *130*, 116-125.
- Pourebrahim, S., Hadipour, M., & Mokhtar, M. B. (2011). Integration of spatial suitability analysis for land use planning in coastal areas; Case of Kuala Langat District, Selangor, Malaysia. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *101*(1), 84-97.
- Sahle, M., Saito, O., Fürst, C., Demissew, S., & Yeshitela, K. (2019). Future land use management effects on ecosystem services under different scenarios in the Wabe River catchment of Gurage Mountain chain landscape, Ethiopia. *Sustainability Science*, *14*, 175-190.
- Salmeron, J. L., Vidal, R., & Mena, A. (2012). Ranking fuzzy cognitive map based scenarios with TOPSIS. *Journal of Expert Systems with Applications*, *39*(3), 2443-2450.

- Sarindizaj, E. E., & Zarghami, M. (2019). Sustainability assessment of restoration plans under climate change by using system dynamics: Application on Urmia Lake, Iran. *Journal of Water and Climate Change*, *10*(4), 938-952.
- Shoyama, K., Matsui, T., Hashimoto, S., Kabaya, K., Oono, A., & Saito, O. (2019). Development of land-use scenarios using vegetation inventories in Japan. *Journal of Sustainability Science*, *14*, 39-52.
- Tobias, S., & Price, B. (2020). How effective is spatial planning for cropland protection? An assessment based on land-use scenarios. *Land*, *9*(2), 43.
- Valiallahi, J. (2020). Evaluating groundwater level and water-quality variation in Oshnaveh–Naqadeh Plain, Urmia Lake basin, northwestern Iran. *International Journal of Energy and Water Resources*, *4*(1), 27-35.
- Vannier, C., Bierry, A., Longaretti, P. Y., Nettier, B., Cordonnier, T., Chauvin, C., … & Lavorel, S. (2019). Co-constructing future land-use scenarios for the Grenoble region, France. *Journal of Landscape and Urban Planning*, *190*, 103614.

**Persian References**

- Deputy of Planning of the West Azerbaijan Governorate (2011). *Related data of the province*. (n.p).
- General Department of Natural Resources and Watershed Management of Western Azerbaijan Province (2011). *Related data of the province*. (n.p).
- Statistical Center of Iran (2016). *Results of the national population and housing census of West Azerbaijan Province*. (n.p).

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

برنامه‌ریزی فضایی
سال دوازدهم، شماره سوم، (پیاپی ٤٦)، پاییز ١٤٠١، ص ١٤٦- ١٢٣
تاریخ وصول: ١٤٠١/٩/٦ تاریخ پذیرش: ١٤٠١/١٢/٢٠

**مقاله پژوهشی**

# تحلیلی بر سناریوهای توسعهٔ کشاورزی براساس روش ترکیب خطی وزنی در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعهٔ موردی: شهرستان ارومیه)

**نصرت مرادی، دکترای تخصصی گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران**
nt.moradi@hotmail.com
**سید هدایت اله نوری *، استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران**
hedayat.nouri@gmail.com

**چکیده**

هدف این پژوهش، طراحی یک مدل ارزیابی تناسب زمین براساس روش ارزیابی چندمعیاره-سناریو محور در محیط سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای توسعهٔ کشاورزی در شهرستان ارومیه واقع در شمال غرب ایران است. در این رویکرد چندمرحله‌ای، ابتدا، مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی زمین ازجمله توپوگرافی مطالعه شد. در مراحل بعدی، محدودیت‌های طبیعی و انسانی و درنهایت، سناریوهای محیط‌زیستی و اجتماعی-اقتصادی برای تهیهٔ سناریوی توسعهٔ کشاورزی پایدار ارزیابی شد. نتایج مستخرج از تهیهٔ نقشهٔ پایهٔ محدودیت‌های توسعهٔ کشاورزی براساس مدل بولین و فازی نشان‌دهندهٔ آن بود که تنها حدود ١٢ درصد از کل مساحت شهرستان برای توسعهٔ کشاورزی بدون محدودیت است؛ در حالی که حدود ٦٤ درصد از کل مساحت شهرستان در کلاس محدودیت متوسط تا شدید قرار دارد. نتایج ارزیابی زمین در دو سناریوی محیط‌زیستی و اجتماعی- اقتصادی نشان از آن داشت که با توجه به شرایط حاکم بر منطقه و بحران محیط‌زیستی دریاچهٔ ارومیه، سناریوی توسعهٔ کشاورزی پایدار به‌عنوان یک آلترناتیو مؤثر توسعه در نواحی دور از دریاچه، از تمرکز فزایندهٔ فعالیت‌ها در حاشیهٔ دریاچه کاسته و در کاهش مشکلات دریاچهٔ ارومیه و حفاظت از آن مؤثر است.

**واژه‌های کلیدی**: سناریو، کشاورزی پایدار، ارومیه، تناسب زمین

*نویسنده مسؤول

مرادی، نصرت، نوری، سید هدایت اله. (١٤٠١). تحلیلی بر سناریوهای توسعه کشاورزی بر اساس روش ترکیب خطی وزنی در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) (مطالعه موردی: شهرستان ارومیه). *برنامه ریزی فضایی*، ١٢ (٣)، ١٤٦- ١٢٣ .

©The author(s) Publisher: University of Isfahan
https://doi.org/10.22108/sppl.2023.135885.1680 20.1001.1.22287485.1401.12.3.7.1

**مقدمه**

دریاچهٔ ارومیه یکی از زیستگاه‌های طبیعی مهم، میراث تاریخی ایران و چشم‌اندازی مهم در محیط‌زیست است که نقش مهمی در توسعهٔ اقتصادی–اجتماعی در منطقه دارد (Arabsahebi et al., 2020). این دریاچه که بیستمین دریاچهٔ بزرگ دنیا و دومین دریاچهٔ فوق شور به شمار می‌رود، به‌خاطر ویژگی‌های کم‌نظیر اکولوژیکی، در سال ۱۹۷۱ به‌وسیلهٔ یونسکو در کنوانسیون رامسر، به‌عنوان ذخیره‌گاه زیست کره و پارک ملی تعیین شده است (Farahmand & Sadeghi, 2020; Sarindizaj & Zarghami, 2019). دریاچه در سال‌های اخیر خشکی شدیدی را تجربه کرده و با بحران اکولوژیکی شدیدی مواجه شده است (Nouri, Mason et al., 2017).

این بحران اکولوژیکی در چند سال گذشته به بزرگ‌ترین چالش محیط‌زیستی شهرستان ارومیه تبدیل شده است. ناحیهٔ حاشیهٔ دریاچه در شهرستان ارومیه با ۲۵ درصد مساحت شهرستان (۱۳۳٦ کیلومترمربع)، ۸٦ درصد جمعیت شهرستان را در خود جای داده است. این تمرکز شدید جمعیتی، که در سال‌های اخیر اتفاق افتاده است، از یک طرف، مربوط به توسعهٔ شهری است که بدون توجه به پارامترهای زیست‌محیطی در ناحیهٔ مدنظر صورت گرفته و از طرف دیگر، ناشی از تراکم شدید جمعیت ناحیه‌ای است که همراه با توسعهٔ فشردهٔ کشاورزی و باغداری در طول دهه‌های گذشته بوده است. بهره‌برداری بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی نیز دریاچه را از منابع ورودی آب اصلی محروم و فشار اکولوژیکی زیادی به آن وارد کرده است (Valiallahi 2020). این عوامل باعث کاهشی در حدود ۸۰ درصد در سطح آب دریاچه در طول ٤۰ سال گذشته و ۷۰ درصد در ۱٤ سال گذشته و همچنین ٦۵ درصد در یک دههٔ گذشته شده است (Arabsahebi et al., 2020; Valiallahi, 2020).

با توجه به وضعیت کنونی شهرستان ارومیه در زمینهٔ مسائل محیطی و پراکنش جمعیت در پهنهٔ شهرستان، این واقعیت روشن می‌شود که اجرای برنامه‌های توسعه‌ای این منطقه (مانند هر منطقهٔ دیگر)، بدون اطلاع از توان‌ها و محدودیت‌های محیطی و در نظر گرفتن معیارهای طبیعی، باعث برهم‌خوردن تعادل اکولوژیکی و درنهایت، شکست برنامه‌های توسعه در بلندمدت خواهد شد و نتیجهٔ آن، به وجود آمدن مشکلات و بحران‌هایی محیط‌زیستی خواهد بود؛ مانند آنچه در حال حاضر وجود دارد. محققان این پژوهش با در نظر گرفتن این مسائل بر این باور بودند که معرفی مناطق مناسب برای توسعهٔ کشاورزی براساس سناریوهای مختلف در راستای کاهش فشار اکولوژیکی بر منطقهٔ پرتراکم کشاورزی در ناحیهٔ غربی دریاچهٔ ارومیه و درنهایت، تعادل جمعیت در منطقه مؤثر است. برای کارآمدکردن نتایج این ارزیابی سناریوهای مختلف توسعهٔ کشاورزی در چهارچوب نیل به کشاورزی پایدار موردتوجه قرار گرفت. این ارزیابی با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی انجام شده است.

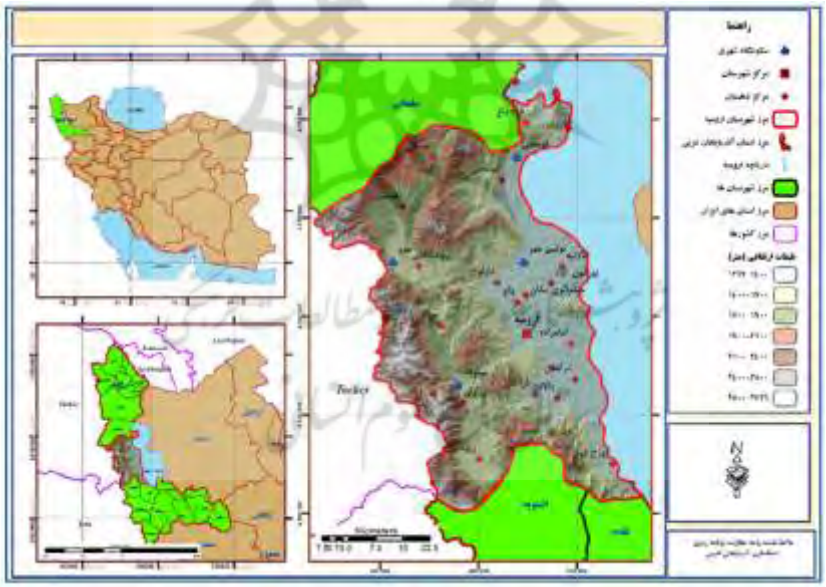
سناریوهای کاربری زمین در سال‌های اخیر موضوع پژوهش‌های بسیاری بوده که در مجموعهٔ وسیعی از یافته‌های علمی منتشر شده است. این پژوهش‌ها اغلب سناریوهای کاربری‌های زمین را در ارتباط با متغیرهای جمعیتی، اکوسیستم‌ها، کشاورزی و چشم‌اندازها موردتوجه قرار داده‌اند (Liu et al., 2020; Tobias & Price, 2020; Sahle et al., 2019; Shoyama et al., 2019; Ohashi et al., 2019) در این پژوهش تلاش شده است، با بهره‌گیری از سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی (GIS)، روش ارزیابی چند معیاره چندمرحله‌ای – سناریومحور، با در نظر گرفتن عوامل مختلف

ازجمله وضعیت توپوگرافی، جمعیت‌شناسی و همچنین محیط‌زیستی منطقه ازجمله وضعیت دریاچهٔ ارومیه و تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی بررسی شود. این پژوهش بر این فرضیه استوار است که سناریوهای توسعهٔ کشاورزی این منطقه با در نظر گرفتن وضعیت پارک ملی دریاچهٔ ارومیه به تحقق برنامهٔ کاهش قطب‌گرایی شدید جمعیتی در اطراف این دریاچه کمک کرده و بدین طریق نقش مهمی در برنامه‌ریزی برای تعادل فضایی جمعیت، فعالیت‌ها و کاهش فشار اکولوژیکی ناشی از این امر ایفا می‌کند.

## مواد و روش

### محدودهٔ مطالعه

طبق سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵، از کل جمعیت ۱۰٤۰٥٦۰ نفری شهرستان ارومیه، ۷۵۰۸۰۵ ساکن نقاط شهری و ۲۸۹۷۵۵ نفر ساکن نقاط روستایی بوده‌اند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). دشت ارومیه که یکی از مهم‌ترین مناطق کشاورزی و صنعتی ایران است، توسعهٔ زیادی را در طول چند دههٔ گذشته تجربه کرده است. به‌طوری‌که توسعهٔ شهری – صنعتی هم‌زمان با توسعهٔ کشاورزی در مناطق نزدیک به دریاچهٔ ارومیه در کنار شرایط کوهستانی مناطق دورتر به دریاچه، باعث تمرکز جمعیت انسانی در محدودهٔ حاشیهٔ دریاچه شده است (Nouri, Mason et al. 2017). در شکل (۱) نقشهٔ موقعیت شهرستان ارومیه نمایش داده شده است.



**شکل (۱) موقعیت جغرافیایی شهرستان ارومیه**

Figure (1) Locator map of Urmia County

### تهیهٔ داده‌ها

در فرآیند ارزیابی تناسب زمین به‌عنوان بخش محوری ارزیابی زمین، از پارامترهای ارزیابی استفاده می‌شود. توسعهٔ هر کاربری و فعالیتی در یک منطقه نیازمند تحقق الزامات و پیش‌نیازهایی است که یک فعالیت به آن وابسته است. در

این پژوهش، پس از بررسی و شناخت اولیه از محدودهٔ موردمطالعه، تحلیل وضع موجود و مطالعهٔ جامع ادبیات تحقیق، پارامترهای لازم برای ارزیابی تناسب زمین به‌منظور توسعهٔ کشاورزی شناسایی، تعریف و دسته‌بندی و لایه‌های موردنیاز از سازمان‌های مربوطه تهیه شدند (جدول ١). با تهیهٔ داده‌ها و رقومی‌سازی برخی از آن‌ها، پایگاه دادهٔ جغرافیایی ایجاد شد.

**جدول (١) گروه‌بندی پارامترهای شناسایی‌شده برای توسعهٔ کشاورزی**

Table (1) Classifying of identified parameters for agricultural development

| عوامل اصلی | پارامتر |
|---|---|
| ژئومورفولوژی و ویژگی‌های زمین | ارتفاعات، شیب، جهت شیب، لندفرم و تیپ‌های اراضی |
| ویژگی‌های خاک و قابلیت حاصلخیزی زمین | نوع خاک، عمق خاک، بافت خاک، کلاس‌بندی قابلیت‌های کشت زمین، زیرکلاس‌های قابلیت کشت زمین، محدودیت‌های اساسی موجود در اراضی و درجهٔ فرسایش خاک |
| اقلیم | میانگین دما و بارش |
| منابع آبی/ هیدرولوژی | وضعیت آب، کیفیت آب، فاصله از رودخانه‌های اصلی، فاصله از آبراهه، فاصله از چاه‌های عمیق و نیمه عمیق، فاصله از چشمه و فاصله از قنات‌ها |
| پوشش زمین | نوع پوشش زمین، درصد تاج پوشش جنگلی |
| کاربری زمین | انواع کاربری‌های موجود |
| محیط‌زیستی (سازگاری با کاربری‌های مجاور) | دوربودن از اکوسیستم‌های باارزش |
| وجود زیرساخت‌ها و دسترسی به خدمات | دسترسی به شبکهٔ جاده‌ای، تراکم جمعیت و نزدیکی به مراکز دهستانی |
| مخاطرات | خطر فرسایش |
| محدودکننده‌ها | شیب (بیشتر از ٣٠ درصد)، پوشش زمین، تاج پوشش گیاهی (٥٠-٧٥ درصد)، خاک‌های در معرض فرسایش خیلی شدید، کاربری‌های اراضی موجود (محدودهٔ شهری)، ذخایر و پهنه‌های آبی |

منبع داده‌های پایه: معاونت برنامه‌ریزی استانداری آذربایجان غربی

## روش‌ها

### روش ترکیب خطی وزنی[1] (WLC)

از مهم‌ترین، پرکاربردترین و بنیادی‌ترین روش‌های MCE-GIS، یکی، عملیات همپوشانی بولین و دیگری، ترکیب خطی وزنی (WLC) است. این دو روش، رویکردهایی هستند که در تحلیل تناسب زمین بیشتر از روش‌های دیگر استفاده شدند (Jelokhani-Niaraki & Malczewski, 2015).

در نرم‌افزار ArcGIS Desktop، برای استانداردسازی فاکتورها انواع مختلفی از توابع عضویت فازی ازجمله سیگمودیال، j شکل، خطی و غیره فراهم شده است. در پژوهش حاضر، از روش فازی خطی (Linear) استفاده شده است؛ به‌عنوان مثال، در لایه‌هایی نظیر ارتفاع، شیب و تراکم سیستم زهکشی و سایر لایه‌هایی که ماهیت پیوسته دارند، استانداردسازی مقادیر آنها به‌صورت مستقیم با روش فازی انجام گرفت؛ ولی در لایه‌هایی نظیر تیپ اراضی، جهت شیب و سایر لایه‌هایی که ماهیت گسسته داشتند، براساس اهمیت آنها بین ١ تا ٩ امتیازدهی شد. سپس این امتیازها

1. Weighted Linear Combination

براساس روش فازی خطی استانداردسازی شدند؛ بنابراین به کلیهٔ داده‌ها (اعم از پیوسته و گسسته) با روش فازی خطی برای پردازش نهایی امتیاز بین ۰ تا ۱ تعلق گرفته است (Nouri et al., 2017).

در پژوهش حاضر، برای وزن‌دهی به پارامترها از روش مقایسهٔ دو به دو استفاده شده است. بدین صورت با توجه به فرآیندهای همپوشانی لایه‌ها و ارزیابی چندمرحله‌ای، وزن پارامترها براساس چند قانون کلی انجام گرفته است: در زمینهٔ تهیهٔ نقشهٔ پایه که در ابتدا، دو نقشهٔ شیب و ارتفاع با یکدیگر همپوشانی شدند، برای هرکدام از این دو پارامتر با توجه به اهمیت آنها امتیاز ۰/۵ در نظر گرفته شده است. پس از همپوشانی این دو پارامتر در مراحل بعدی، برای پارامتر جدید امتیاز ۰/۲۵ و برای لایهٔ ترکیبی امتیاز ۰/۷۵ تعلق گرفته است (Nouri et al., 2017). این قانون برای همپوشانی پارامترها تا مرحلهٔ نهایی تهیهٔ نقشه پایه انجام شده است. در ارزیابی و مقایسهٔ پارامترها براساس سناریوهای مختلف، در ابتدا، برای سهولت وزن‌دهی، با توجه به سنخیتی که پارامترهای هر فعالیت با یکدیگر داشتند، این پارامترها به چند دسته تقسیم‌بندی شدند؛ به‌عنوان مثال، پارامترهای منابع آب و خاک. برای پارامترهای هر دسته از عوامل امتیاز یکسانی در نظر گرفته شده است. سپس خروجی همهٔ این عوامل با یکدیگر همپوشانی شدند. برای هر سناریو تعدادی از عوامل و پارامترها به‌عنوان «عوامل تعیین‌کننده» در نظر گرفته شده است؛ به‌عنوان مثال، در سناریوی اجتماعی- اقتصادی پارامترهای اجتماعی- اقتصادی و در سناریوی محیط‌زیستی پارامترهای محیط‌زیستی. به‌طور کلی دو نوع عوامل تعیین‌کننده در نظر گرفته شده است: یکی، عوامل مرتبط با کشاورزی که تأثیر مستقیمی بر توسعهٔ کشاورزی دارند و دومی، پارامترهای مرتبط با خود آن سناریو. برای هر دو دستهٔ این پارامترها امتیاز ۰/۷۵ در نظر گرفته شده است. در مرحلهٔ بعد و آخرین مرحله از همپوشانی پارامترها برای تهیهٔ نقشه، پایهٔ زمین دخیل شده که برای این نقشه امتیاز ۰/۵ تعیین شده است.

به‌منظور انجام تحلیل‌های فضایی در محیط ArcGIS لازم است، کلیهٔ لایه‌ها با اندازهٔ پیکسل یکسانی تبدیل به رستر شوند و کار تبدیل داده‌ها در محیط ArcGIS صورت می‌گیرد. اندازهٔ پیکسل لایه‌ها با توجه به اندازهٔ پیکسل لایهٔ DEM تعیین شد که مقدار آن ۲۷×۲۷ متر بود. با انجام این فرآیند و منتسب‌کردن مقادیر نرمال‌شده به هر لایه، لایه‌ها برای همپوشانی نهایی آماده شدند.

بعد از رسترسازی (Rasterizing) لایه‌ها، نقشه‌های رستری نرمال‌شده در محیط ArcGIS با روش Weighted Sum ترکیب و عمل تجمیع روی آنها صورت گرفت. برای انجام این فرآیند، کلیهٔ پارامترها وارد محیط Model Builder نرم‌افزار ArcGIS، مدل تحلیل پارامترها در این محیط ساخته و عملیات تجمیع داده‌ها براساس دستورات Model Builder پردازش شد. درنهایت، نقشه‌های طبقات تناسب توسعهٔ کشاورزی در فرآیندی چندمرحله‌ای با همپوشانی و اضافه‌کردن پارامترها در پنج کلاس بسیار متناسب، متناسب، تناسب محدود، تناسب بسیار پایین و نامتناسب طبقه‌بندی شد.

## تحلیل مبتنی بر سناریو

سناریوها به تبیینات منسجم دربارهٔ آینده گفته می‌شوند که به ما اجازهٔ کشف یکسری از آینده‌های محتمل را می‌دهند. فرآیندهای مبتنی بر سناریو، راه‌حل‌های خلاقانه‌ای را نسبت‌به مشکلات محیط‌زیستی ایجاد می‌کند (Vannier et al., 2019). استفاده از نتایج حل مسئله مبتنی بر سناریو، تصمیم‌گیران را قادر می‌کند که مجموعه‌ای از گزینه‌ها و

خروجی‌های مرتبط با یک موضوع را در اختیار داشته باشند که ممکن است در آینده اتفاق بیفتند (Salmeron et al., 2012). در پژوهش حاضر پس از شناسایی و تعیین طبقات مناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی، طبقات تناسب زمین براساس عوامل مهم ارزیابی نظیر محیط‌زیستی و عوامل اقتصادی–اجتماعی تحلیل شد و نقشه‌های تناسب زمین با در نظر گرفتن تک‌تک این عوامل یا تمامی آنها تهیه و هر یک از حالت‌ها به‌عنوان سناریوهای مختلف تشریح خواهند شد.

## بحث و یافته‌ها

### تهیهٔ نقشهٔ پایه

با مطالعه و بررسی‌های اولیه در زمینهٔ ویژگی‌های جغرافیای طبیعی ارومیه و توجه به این مهم که ویژگی‌های فیزیکی زمین نظیر توپوگرافی و شرایط لندفرم‌ها، ایجادکنندهٔ محدودیت‌های شدیدی برای توسعهٔ فعالیت‌های مختلف در منطقهٔ کوهستانی ارومیه است، در فرآیند ارزیابی و تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی به نظر می‌رسد، قبل از هرچیزی و در وهلهٔ اول تهیهٔ یک نقشهٔ پایه – به‌عنوان پیش‌شرط بنیادی و محدودکنندگی برای توسعهٔ هر نوع فعالیتی – که در آن فقط ویژگی‌های فیزیکی زمین مشارکت داشته باشند، نقش تسهیل‌کنندگی مهمی برای مطالعه و ارزیابی بیشتر زمین به‌منظور تعیین کاربری‌های مختلف فراهم می‌کند. برای نیل به این مهم، با مطالعهٔ ویژگی‌های ساختاری و استخراج پارامترهای فیزیکی زمین، نقشهٔ پایهٔ توسعهٔ فعالیت‌ها و کاربری‌های مختلف تهیه شده است. در ادامه، پارامترهای ارزیابی، فرآیند چندمرحله‌ای تهیهٔ نقشهٔ پایه، نتایج آن براساس روش MCE-GIS و روش همپوشانی WLC تشریح خواهد شد.

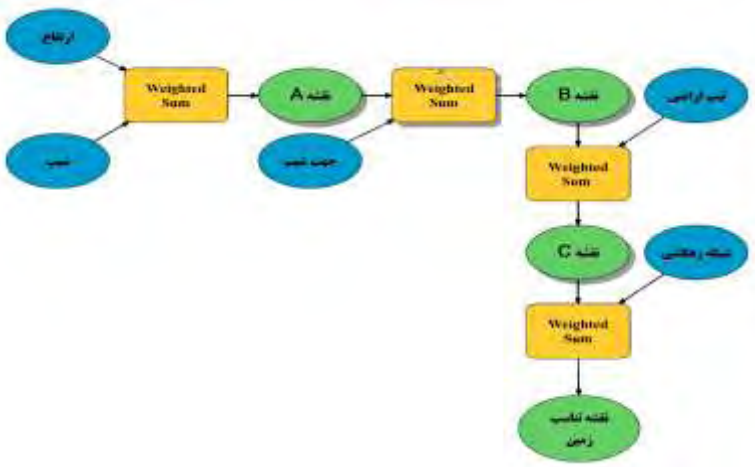
در جدول (۲) پارامترهای ارزیابی، در شکل (۲) مدل تجمیع لایه‌ها برای تهیهٔ نقشهٔ پایه و در شکل (۳) نقشهٔ پایهٔ مطالعه نشان داده شده است.

**جدول (۲) منبع و نوع داده پارامترهای مورداستفاده**

Table (2) Source and types of used parameters

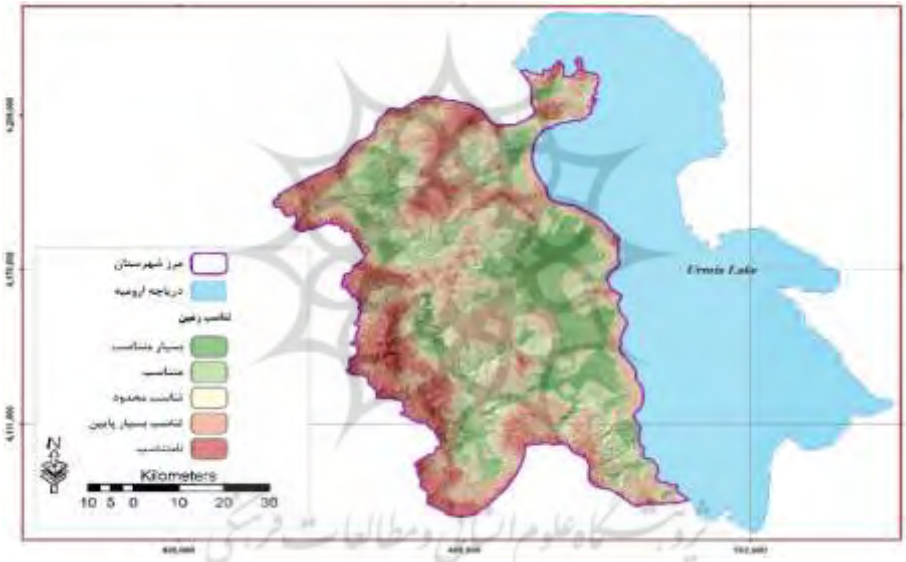
| پارامتر | نوع داده | منبع |
|---|---|---|
| ارتفاع | رستر | ASTER GDEM* |
| شیب | رستر | مستخرج از ASTER GDEM |
| جهت شیب | رستر | مستخرج از ASTER GDEM |
| تیپ اراضی | وکتور | ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی |
| شبکه زهکشی | وکتور | ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی |
| سکونتگاه | وکتور | معاونت برنامه‌ریزی استانداری آذربایجان غربی |

* ASTER Global Digital Elevation Model




**شکل (۲) مدل تجمیع لایه‌های استانداردسازی‌شده برای تهیهٔ نقشهٔ پایه**

Figure (2) Model of Standardized layers combination for preparation of Base Map




**شکل (۳) نقشه پایه**

Figure (3) Base map

**جدول (۳) اطلاعات آماری نقشه پایه**

Table (3) Statistical information of Base Map

| طبقات تناسب زمین | تعداد پیکسل | مساحت (کیلومترمربع) | |
|---|---|---|---|
| | | مقدار | درصد |
| نامتناسب | ۹۲۱۸۹۵ | ۷۰۲/۲۹ | ۱۳/۳۳ |
| تناسب بسیار پایین | ۱۷۷۹۴۰۲ | ۱۳۵۵/۵۲ | ۲۵/۷۲ |
| تناسب محدود | ۱۹۴۶۶۵۷ | ۱۴۸۲/۹۴ | ۲۸/۱۴ |
| متناسب | ۱۴۷۶۰۱۵ | ۱۱۲۴/۴۱ | ۲۱/۳۴ |
| بسیار متناسب | ۷۹۴۰۰۸ | ۶۰۴/۸۶ | ۱۱/۴۸ |

**بررسی تأثیر محدودکننده‌ها**

در قسمت پیشین، نقشهٔ ویژگی‌های فیزیکی زمین (نقشه پایه) در پنج کلاس به‌عنوان نقشهٔ فازی تناسب زمین تهیه شد. در این بخش با اصل قراردادن محدودیت‌های محیطی در ۵ کلاس محدودیت و همچنین توجه به این‌که فعالیت‌های خاص دارای محدودکننده‌های خاص خود برای توسعهٔ آن فعالیت هستند، لایهٔ محدودکنندهٔ جداگانه در محیط GIS برای توسعهٔ کشاورزی تهیه شد. پس از تهیهٔ محدودکننده‌های محیطی و انسانی کاربری‌ها و همپوشانی آنها با نقشهٔ پایه، براساس منطق بولین محدودهٔ موردمطالعه به دو ناحیهٔ صفر و یک تقسیم‌بندی شد. درواقع، ناحیهٔ صفر همان ناحیهٔ محدودکننده است که برای فعالیت خاصی مناسب نیست و ناحیهٔ یک قلمرو توسعهٔ کاربری‌ها و فعالیت‌هاست. در این بخش از تحلیل تناسب زمین براساس محدودیت‌ها، در درجهٔ اول، مهم‌ترین محدودکننده‌های زمین برای توسعهٔ کشاورزی در شهرستان ارومیه شناسایی می‌شوند. در درجهٔ دوم، نحوهٔ اثرگذاری محدودکننده‌ها و محدودیت‌ها، در شکل‌گیری طبقه‌های تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت کشاورزی در این منطقه ارزیابی می‌شوند. در فرآیند تعیین پارامترهای ارزیابی، با مطالعهٔ جامع خصوصیات جغرافیای منطقه و ادبیات تحقیق (Pourebrahim et al., 2011; Mendas & et al., 2013; Akinci & et al., 2013; Pilehforooshha & et al., 2014; Mosadeghi 2015; Nouri et al., 2017)، محدودکننده‌های توسعهٔ کشاورزی – اعم از محیطی و انسانی– شناسایی و انتخاب شدند (جدول ٤).

**جدول (٤) منبع، نوع داده و ویژگی‌های محدودکننده‌ها**

Table (4) Source, type of data and characteristics of constraints

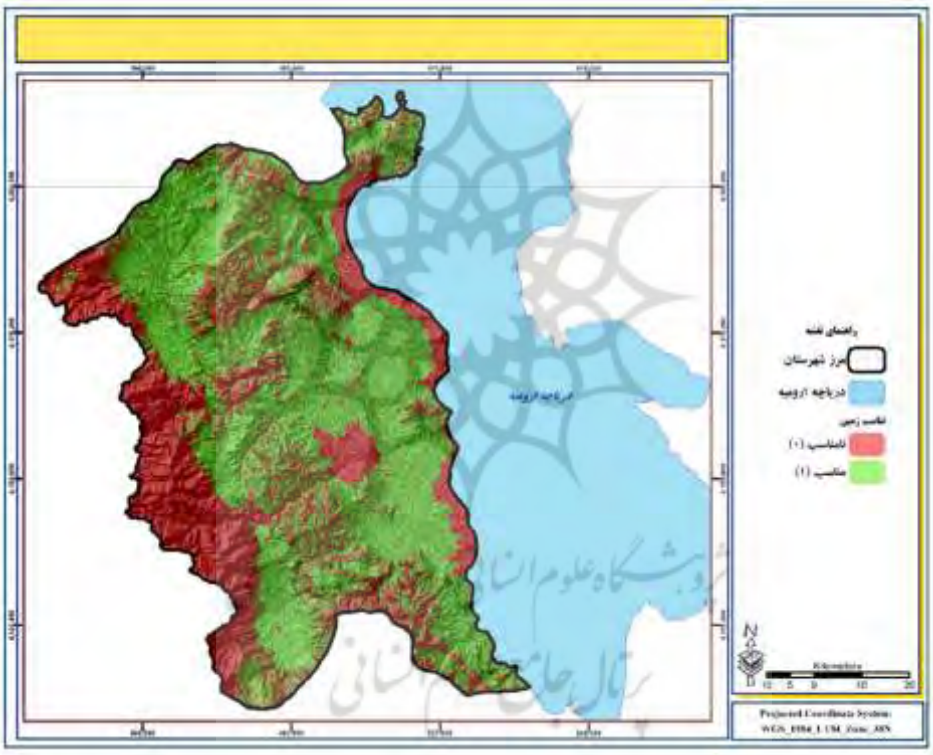
| پارامتر | نوع داده | مقدار/ نوع محدودکننده | منبع |
|---|---|---|---|
| دشت سیلابی | وکتور | داخل دشت سیلابی | ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی |
| شیب | رستر | ٪۳۰> | مستخرج از ASTER GDEM |
| فاصله از گسل | رستر | ۲۵۰> متر | این مطالعه |
| پوشش زمین و کاربری‌های اراضی | وکتور | کفه‌های نمکی | ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی |
| | | پوشش‌های بومی و باتلاقی | |
| | | تالاب | |
| | | منابع و ذخایر آبی | |
| | | دریاچه‌های دائمی | |
| | | مناطق مسکونی | |
| | | راه اصلی | |
| | | فرودگاه و تأسیسات | |
| | | اراضی شور و مرطوب | |
| | | محدوده‌های شهری | |
| | | پوشش گیاهی با تاج ۷۵-۵۰ درصد | |
| فرسایش خاک | وکتور | خاک‌های با فرسایش | |

با توجه به لایه‌های محدودکننده‌ها، نقشهٔ بولین توسعهٔ کشاورزی منطقه تهیه شد که در آن مناطق مناسب و نامناسب نمایش داده شده است (شکل ٤). مطابق نتایج مدل بولین (جدول ٥)، از مجموع مساحت محدوده، ٦١/٩ درصد برای توسعهٔ کشاورزی مناسب و ٣٨ درصد برای این فعالیت مناسب نیست. نامناسب‌بودن این مقدار از مساحت شهرستان به علت شیب زیاد و نامناسب‌بودن وضعیت توپوگرافی برای فعالیت‌های کشاورزی است.

**جدول (٥) مساحت زمین‌های مناسب و نامناسب برای توسعهٔ کشاورزی براساس مدل بولین**

Table (5) Area of suitable and unsuitable lands for agricultural development based on Boolean Model

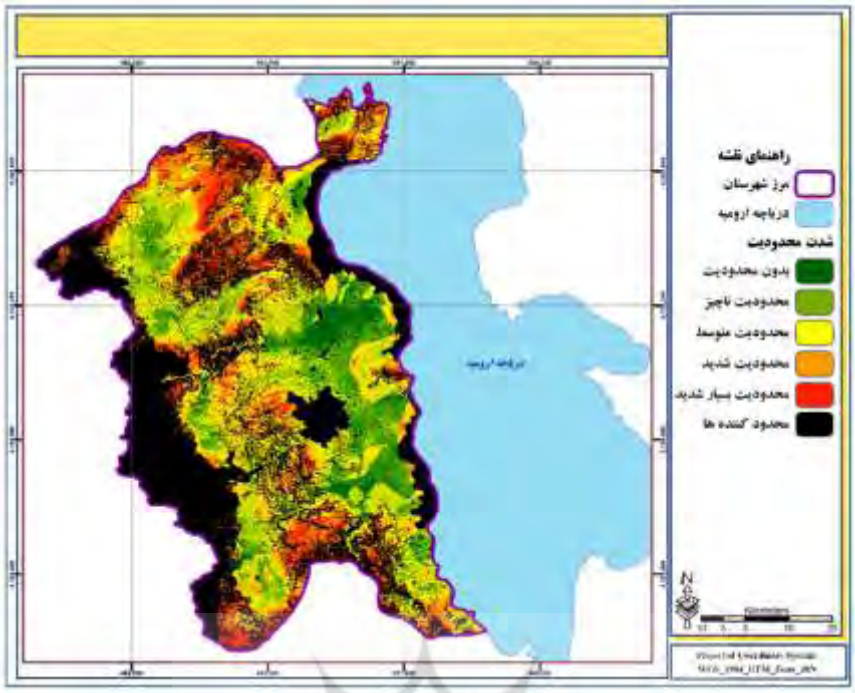
| مدل بولین | مساحت (کیلومترمربع) | درصد مساحت |
|---|---|---|
| مناسب (١) | ٣٢٤٧/٥٠٤ | ٦١/٩٠٤ |
| نامناسب (٠) | ١٩٩٨/٥٤١ | ٣٨/٠٩٦ |



**شکل (٤) زمین‌های مناسب و نامناسب برای توسعهٔ کشاورزی**

Figure (4) Suitable and unsuitable lands for agricultural development

در شکل (٥) نقشهٔ طبقه‌بندی محدودیت توسعهٔ کشاورزی براساس توابع عضویت فازی و مدل بولین نمایش داده شده است. طبق اطلاعات آماری این نقشه (جدول ٦)، تنها ١٢ درصد از کل مساحت شهرستان برای توسعهٔ کشاورزی محدودیتی ندارد؛ اما حدود ٦٤ درصد مساحت، دارای محدودیت‌های متوسط تا شدید برای توسعهٔ کشاورزی است.




**شکل (۵) محدودیت‌های توسعهٔ کشاورزی براساس مدل بولین و توابع عضویت فازی**

Figure (5) Constraints of agricultural development based on the Boolean and Fuzzy Logic

**جدول (٦) اطلاعات آماری نقشهٔ نهایی طبقه‌بندی محدودیت توسعهٔ کشاورزی براساس توابع عضویت فازی**

Table (6) Statistical information of classified final map of restrictions for agricultural development based on the Fuzzy Membership Functions

| شدت محدودیت زمین | مساحت (کیلومترمربع) | درصد مساحت |
|---|---|---|
| محدودیت بسیار شدید | ٤٤٥/٣٥ | ١٣/٦١ |
| محدودیت شدید | ٧٨٠/٨٣ | ٢٣/٨٦ |
| محدودیت متوسط | ٨٧٥/٢١ | ٢٦/٧٤ |
| محدودیت ناچیز | ٧٧٠/٠٣ | ٢٣/٥٣ |
| بدون محدودیت | ٤٠١/٧٢ | ١٢/٢٧ |

## تدوین سناریوهای توسعهٔ فعالیت‌ها

پس از تهیهٔ نقشهٔ پایهٔ زمین به‌طور عام و براساس محدودیت‌های فیزیکی زمین و همچنین محدودکننده‌ها به‌طور خاص، در این مرحله از پژوهش، تناسب زمین مبتنی بر سناریو، نقشه‌های توسعهٔ کشاورزی در سناریوهای مختلف تهیه می‌شوند (Pourebrahim et al., 2011)؛ بنابراین در ادامه، با شناسایی پارامترهای اختصاصی‌تری و پیاده‌سازی آنها بر روی نقشه‌هایِ نهاییِ تولیدشده در مرحلهٔ قبل، تناسب زمین در سه سناریوی اقتصادی–اجتماعی، محیط‌زیستی و توسعهٔ پایدار در محیط Model Builder نرم‌افزار ArcGIS اجرا شد و تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی در هریک از این سناریوها تحلیل می‌شود؛ همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، نحوهٔ ایجاد سناریو بدین صورت بوده است که برای هر سناریو براساس مطالعهٔ ادبیات تحقیق (Pourebrahim et al., 2011) و ویژگی‌های منطقه و پارامترهای

شناسایی‌شده برای ارزیابی، دسته‌ای از پارامترها به‌عنوان پارامترهای تعیین‌کنندهٔ آن سناریو در نظر گرفته شده و در وزن‌دهی به مجموعه این پارامترها در همهٔ سناریوها امتیاز ۰/۷۵ در نظر گرفته شده است.

براساس مثلث توسعهٔ پایدار سه ستون شامل اجتماعی، اقتصادی و محیط‌زیستی است. به‌خاطر ارتباط تنگاتنگی که دو مفهوم اجتماعی و اقتصادی با یکدیگر دارند، این دو مفهوم در قالب یک سناریو به‌عنوان سناریوی اجتماعی- اقتصادی به کار گرفته شده است (Pourebrahim et al., 2011)؛ بنابراین در فرآیند ارزیابی، نخستین سناریوی تناسب زمین، تحت عنوان سناریوی اجتماعی- اقتصادی استفاده می‌شود. دومین سناریو، با عنوان سناریوی محیط‌زیستی برای حفاظت از منابع و همچنین کاهش آثار محیط‌زیستی توسعهٔ فعالیت‌ها، تناسب زمین را از منظر پارامترهای تعیین‌کننده محیط‌زیستی تحلیل می‌کند. در آخرین سناریو با همپوشانی تناسب زمین براساس در نظر گرفتن مجموعه‌ای از ملاحظات اجتماعی- اقتصادی و محیط زیستی، نقشهٔ نهایی تناسب زمین براساس سناریوی توسعهٔ پایدار به دست می‌آید. در ادامه، به تشریح جزئیات این سناریوها و تحلیل آنها توجه می‌شود.

**سناریوی اقتصادی- اجتماعی**

بدون تردید در توسعهٔ هر فعالیتی ازجمله کاربری‌های زمین، عوامل و پارامترهای اقتصادی و اجتماعی نقش تعیین‌کننده و مهمی دارند. این مسئله در منطقه‌ای مانند ارومیه با شرایط توپوگرافی و ویژگی‌های خاص جغرافیایی اهمیت مضاعفی پیدا می‌کند. بدین معنا همان‌طور که در نقشهٔ پایهٔ زمین مشاهده شد، در بیشتر زمین‌های این منطقه به دلیل حاکم‌بودن محدودیت‌های شدید محیطی، توسعهٔ برخی فعالیت‌ها ممکن است تنها با به‌کارگیری برخی از تکنولوژی‌های خاص یا گران‌قیمت امکان‌پذیر باشد که به‌لحاظ اقتصادی چندان مقرون‌به‌صرفه نیست؛ بنابراین در این قسمت از پژوهش با توجه به ویژگی‌های منطقه و اهمیت عوامل اقتصادی و اجتماعی، سناریوی اقتصادی-اجتماعی تعریف و پارامترهای مرتبط با آن استخراج و تحلیل شدند.

در شکل (٦) مدل اجرای پارامترهای توسعهٔ کشاورزی و فرآیند همپوشانی آن‌ها درج شده است. برای اجرای این مدل از چهار دسته پارامتر تحت عناوین منابع آب، منبع خاک، کاربری زمین-پوشش زمین و پارامترهای تعیین‌کنندهٔ اجتماعی-اقتصادی استفاده شده است. اجرای این مدل در دو مرحله صورت گرفته است. بدین صورت که در مرحلهٔ اول پارامترهای منابع آب، خاک و کاربری زمین- پوشش زمین با در نظر گرفتن ارزش یکسان همپوشانی شده‌اند. در مرحلهٔ دوم، با دخیل‌کردن پارامترهای تعیین‌کنندهٔ اجتماعی- اقتصادی و اختصاص‌دادن ارزش ۰/۷۵ برای آنها، عمل همپوشانی صورت گرفته است. در پایان با واردکردن نقشهٔ مهم پایه در فرآیند اجرای مدل، نقشهٔ نهایی تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی تهیه شده است. امتیاز پارامترها، زیرپارامترها و وزن آنها در جدول (۷) تا (۱۱) درج شده است.

**شکل (٦) مدل همپوشانی پارامترها در سناریوی اجتماعی- اقتصادی**

Figure (6) Model of parameters overlay in socio-economy scenario

**جدول (٧) دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی، امتیاز، مقادیر عضویت فازی و وزن نهایی پارامترهای منابع خاک**

Table (7) Classes range/ descriptive information, score of fuzzy membership and final weights of soil source parameters

| پارامتر | دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی | امتیاز | مقادیر عضویت فازی | وزن |
|---|---|---|---|---|
| نوع خاک | calcaric gleisoil, gleyic solonchaks, lithosols, lithosols-calcaric regosols, lithosols-calcic cambisols, Urmia Lake | ١ | ٠ | ٠/٢٥ |
| | calcaric regosoil, calcaric regosols, calcic cambisols, orthic solonchaks-gleyic solonchaks | ٣ | ٠/٢٥ | |
| | calcic cambisols-calcaric regosolscalcic cambisols-calcaric regos | ٥ | ٠/٥ | |
| | calcic cambisols-calcaric gleisoil, calcic cambisols-calcaric regosols | ٧ | ٠/٧٥ | |
| | calcic cambisols-calcaric fluvisoil | ٩ | ١ | |
| عمق خاک | بسیار کم‌عمق تا کم‌عمق، خیلی کم‌عمق، کم‌عمق تا نیمه عمیق | ١ | ٠ | ٠/٢٥ |
| | کم‌عمق تا عمیق، نیمه عمیق | ٣ | ٠/٢٥ | |
| | نیمه عمیق تا عمیق | ٥ | ٠/٥ | |
| | عمیق | ٧ | ٠/٧٥ | |
| | عمیق تا بسیار عمیق | ٩ | ١ | |
| بافت خاک | بدون پوشش خاکی، بافت سبک | ١ | ٠ | ٠/٢٥ |
| | بافت سنگین تا خیلی سنگین، بافت بسیار سنگین | ٣ | ٠/٢٥ | |
| | بافت سنگین | ٥ | ٠/٥ | |
| | بافت متوسط تا سنگین | ٩ | ١ | |
| طبقه‌بندی فرسایش | V | ١ | ٠ | ٠/٢٥ |
| | IV | ٣ | ٠/٢٥ | |
| | III | ٥ | ٠/٥ | |
| | II | ٧ | ٠/٧٥ | |
| | I | ٩ | ١ | |

**جدول (۸) دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی، امتیاز، مقادیر فازی و وزن نهایی پارامترهای پوشش زمین- کاربری زمین**

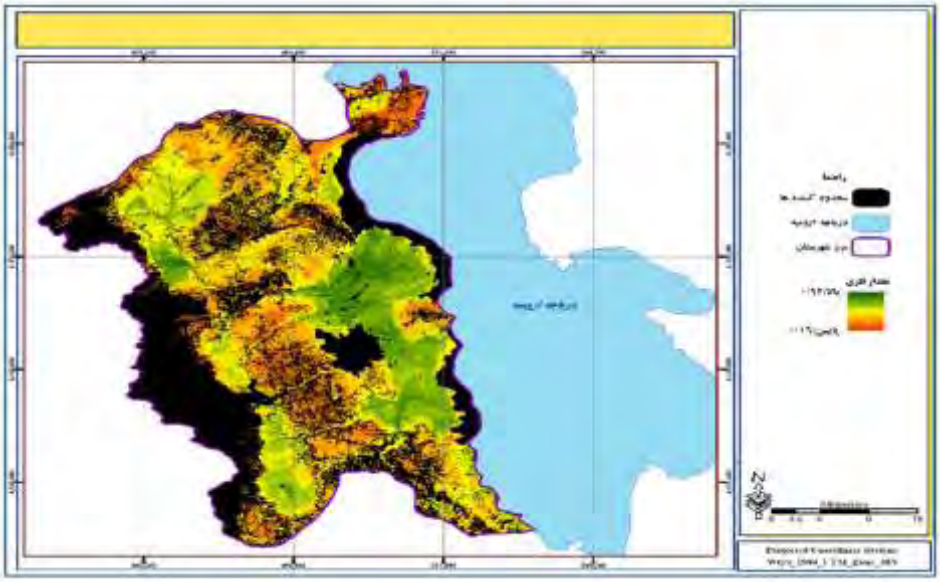
Table (8) Classes range/ descriptive information, score of fuzzy membership and final weights of land use/cover parameters

| پارامتر | دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی | امتیاز | مقادیر عضویت | وزن |
|---|---|---|---|---|
| پوشش زمین | مرتع متراکم - جنگل و بیشهٔ نیمه متراکم | ۱ | ۰ | ۰/۵ |
| | مرتع کم تراکم - اراضی فرسایش‌یافته و نامرغوب- جنگل و بیشهٔ کم تراکم- مرتع نیمه متراکم | ۳ | ۰/۲۵ | |
| | مخلوط دیم و مرتع | ۵ | ۰/۵ | |
| | مخلوط باغ و مجتمع درختی | ۷ | ۰/۷۵ | |
| | کشاورزی آبی- مخلوط زراعت آبی و باغ | ۹ | ۱ | |
| کاربری زمین | پهنه‌های آبی – جزیره - تأسیسات صنعتی، نظامی، قبرستان - شوره‌زار - مرتع عالی - مناطق شهری و مسکونی- زمین بایر | ۱ | ۰ | ۰/۵ |
| | مرتع متوسط - مخلوط زراعت دیم و مرتع متوسط- مخلوط زراعت دیم، آیش و مرتع متوسط- مخلوط مرتع متوسط، زراعت دیم و آیش – مخلوط زراعت دیم، آیش و مرتع عالی- مرتع فقیر | ۳ | ۰/۲۵ | |
| | مخلوط باغ، زراعت دیم، آیش و مرتع عالی- مخلوط زراعت دیم و آیش - مخلوط زراعت دیم، آیش و مرتع فقیر- مخلوط مرتع فقیر و باغ | ۵ | ۰/۵ | |
| | مخلوط باغ و مرتع عالی- مخلوط باغ و مرتع متوسط- مخلوط کشاورزی و آیش | ۷ | ۰/۷۵ | |
| | باغ – کشاورزی - مخلوط باغ و زراعت | ۹ | ۱ | |

**جدول (۹) دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی، امتیاز، مقادیر عضویت فازی و وزن نهایی پارامترهای منابع آب**

Table (9) Classes range/ descriptive information, score of fuzzy membership and final weights of water source parameters

| پارامتر | دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی | امتیاز | مقادیر عضویت فازی | وزن |
|---|---|---|---|---|
| میزان بارش (میلی‌متر) | ۵۷۳-۲۶۸ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |
| وضعیت آبدهی | بسیار ضعیف، ضعیف، فاقد آب دهی | ۱ | ۰ | ۰/۱۲۵ |
| | ضعیف تا متوسط، متوسط تا ضعیف | ۳ | ۰/۲۵ | |
| | خوب تا متوسط | ۵ | ۰/۵ | |
| | خوب، نسبتاً خوب | ۷ | ۰/۷۵ | |
| | بسیار خوب، اغلب عالی | ۹ | ۱ | |
| کیفیت آب | فاقد آب دهی | ۱ | ۰ | ۰/۱۲۵ |
| | بد | ۳ | ۰/۲۵ | |
| | متوسط | ۵ | ۰/۵ | |
| | به‌نسبت خوب | ۷ | ۰/۷۵ | |
| | خوب، اغلب خوب | ۹ | ۱ | |
| فاصله از چاه (متر) | ۰-۲۹۴۱۰ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |
| فاصله از چشمه (متر) | ۰-۳۲۲۰۷ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |
| فاصله از قنات (متر) | ۰-۵۸۴۲۵ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |
| آب‌های زیرزمینی | ۴-۱۰۳ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |
| فاصله از رودخانه‌های اصلی | ۰-۳۳۰۵۵ | – | ۰-۱ | ۰/۱۲۵ |



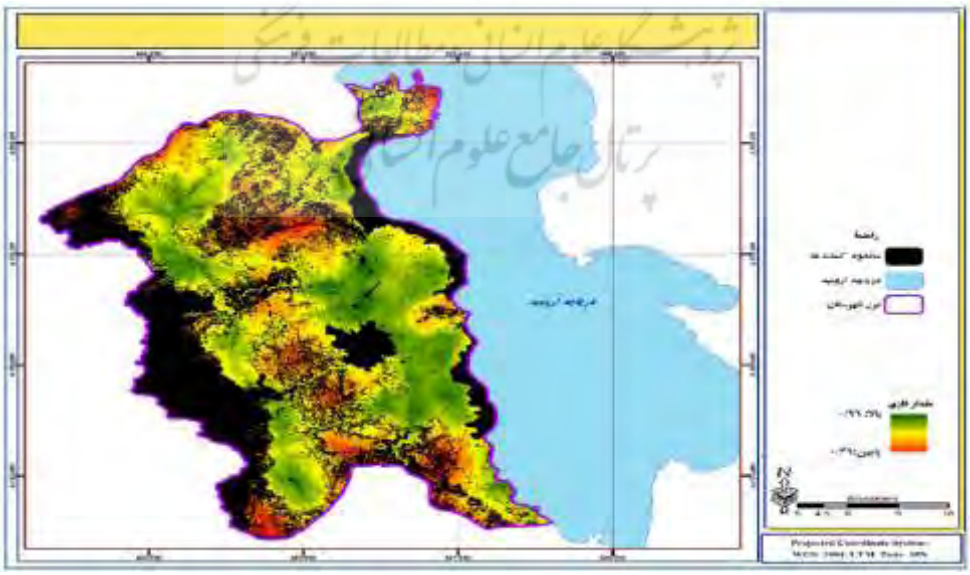
**شکل (۷) مرحله اول همپوشانی**

Figure (7) First phase of overlay

**جدول (۱۰) دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی، امتیاز، مقادیر عضویت فازی و وزن نهایی پارامترهای اجتماعی-اقتصادی**

Table (10) Classes range/ descriptive information, score of fuzzy membership and final weights of socio-economy parameters

| پارامتر | دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی | امتیاز | مقادیر عضویت فازی | وزن |
|---|---|---|---|---|
| فاصله از مراکز دهستان (متر) | ۰-۲۳٦٦۸ | – | ۰-۱ | ۰/۳۳۳ |
| فاصله از خطوط نیرو (برق) (متر) | ۰-۱٦٤۷۸ | – | ۰-۱ | ۰/۳۳۳ |
| فاصله از شبکه ارتباطی (متر) | ۰-۱٦٤۷۸ | – | ۰-۱ | ۰/۳۳۳ |



**شکل (۸) مرحله دوم همپوشانی**

Figure (8) Second phase of overlay

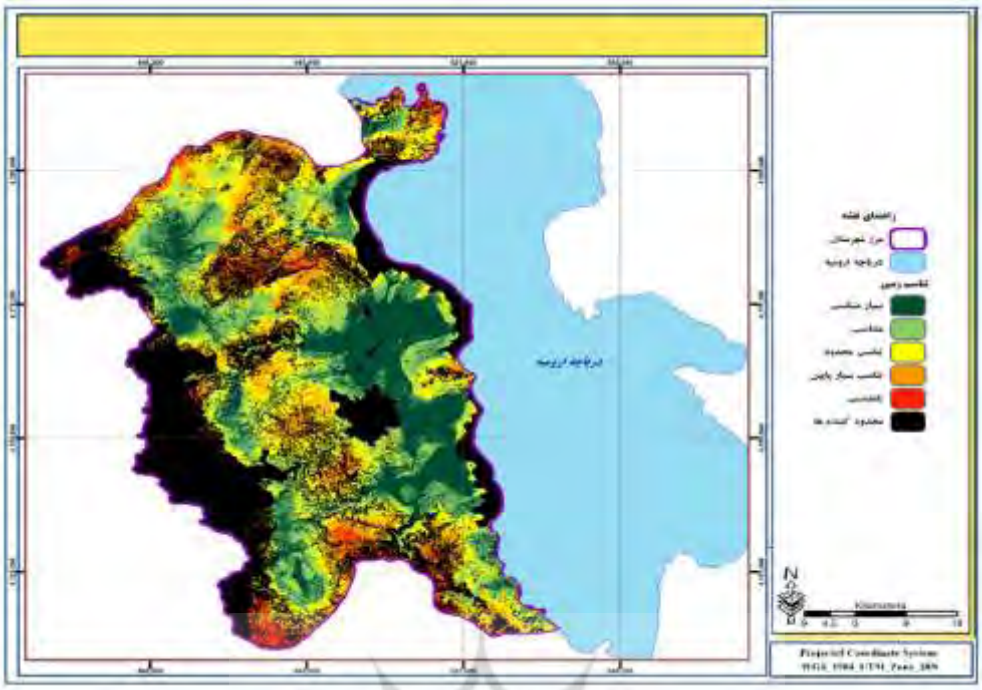
نتایج مستخرج از نقشهٔ نهایی تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی در سناریوی اجتماعی- اقتصادی (جدول ۱۱) نشان‌دهندهٔ آن بود که در محدودهٔ مناسب بولین – که شامل ٦١/٩ درصد از کل مساحت شهرستان است- طبقه‌های بسیار متناسب و متناسب به‌ترتیب ۲۷/۳۸ و ۲۸/۳۹ درصد مساحت را به خود اختصاص داده‌اند. در مقیاس شهرستانی، این مقدار برای کلاس بسیار متناسب ١٦/٠٧ و برای کلاس متناسب ١٦/٦٦ درصد است؛ بنابراین در ۳۲ درصد از زمین‌های شهرستان با حداقل هزینه‌های اجتماعی- اقتصادی و محدودیت‌ها فعالیت‌های کشاورزی توسعه داده می‌شود. در مابقی دوسوم زمین‌های محدوده، محدودیت‌های شدید محیطی یا هزینه‌های زیاد اقتصادی- اجتماعی توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی را با چالش اساسی مواجه کرده است؛ همان‌طور که در نقشهٔ نهایی تناسب زمین مشخص است، بیشتر زمین‌های بدون محدودیت یا دارای محدودیت بسیار کم برای توسعهٔ کشاورزی، در قسمت‌های شرقی شهرستان ارومیه - جایی که زمین دارای شیب و خاک بسیار مناسب است- قرار دارد. اگرچه کناره‌های دریاچهٔ ارومیه در سناریوی اجتماعی – اقتصادی دارای تمرکز حداکثری برای توسعهٔ کشاورزی است، به نظر می‌رسد، این تمرکز فشار اکولوژیکی مضاعفی را بر این منطقه تحمیل کرده است که این امر در وهلهٔ اول توجه برنامه‌ریزان را به استفاده از سایر سناریوها و آلترناتیوهای برای توسعهٔ کاربری‌های این منطقه معطوف خواهد ساخت و در مرحلهٔ بعد، با در نظر گرفتن تمامی ملاحظات و شرایط براساس اولویت‌های مناسب، کاربری‌ها را در این منطقه توسعه خواهد داد. درنهایت، کلاس مناسب و به‌نسبت وسیع دیگری که برای توسعهٔ کشاورزی مناسب شناسایی شد، شامل زمین‌های واقع در دشت‌های هوسین، گنگچین و سیلواناست که در مقایسه با زمین‌های کنارهٔ دریاچهٔ ارومیه دارای فشار اکولوژیکی و تمرکز کمتری است؛ بنابراین به نظر می‌رسد، از مناطق بسیار مناسب برای توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی در محدودهٔ موردمطالعه باشد.

**جدول (۱۱) اطلاعات آماری نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی اقتصادی- اجتماعی**

Table (11) Statistical information of final map of land suitability in socio-economy scenario

| طبقات تناسب زمین | تعداد پیکسل | مساحت (کیلومترمربع)* | |
|---|---|---|---|
| | | مقدار | درصد |
| نامتناسب | ١١٧٩٥٥ | ٨٨/٩٣ | ٢/٨٩ |
| تناسب بسیار پایین | ٥٨٣٨٥٤ | ٤٤٢/٦٩ | ١٤/٣٧ |
| تناسب محدود | ١٠٩٠٩١١ | ٨٣٠/٩٩ | ٢٦/٩٨ |
| متناسب | ١١٤٥٧٨٠ | ٨٧٤/٤٠ | ٢٨/٣٩ |
| بسیار متناسب | ١١٠٧٤١٧ | ٨٤٣/٢٩ | ٢٧/٣٨ |

* طبق نتایج شکل (٤)، محدودهٔ مناسب در مدل بولین به‌عنوان محدوده‌های تحلیلی در مدل فازی استفاده شده و مساحت طبقات تناسب زمین فقط شامل این محدوده است و محدودهٔ محدودکننده را در برنمی‌گیرد.



**شکل (۹) نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی اجتماعی- اقتصادی**

Figure (9) Final map of land suitability in socio-economy scenario

### سناریوی محیط‌زیستی

در مرحلهٔ پیشین پژوهش، تناسب زمین در سناریوی اجتماعی- اقتصادی شناسایی و تحلیل شد. اگرچه ممکن است برای بسیاری از برنامه‌ریزان توسعهٔ کاربری‌ها، توسعهٔ کشاورزی براساس این سناریو در اولویت باشد، با توجه به شرایط منطقه و مشکلات محیط‌زیستی به‌ویژه فشارهای اکولوژیکی موجود ازجمله دریاچهٔ ارومیه ـ که نشان‌دهندهٔ توسعهٔ افسارگسیخته بدون در نظر گرفتن اولویت‌های محیط‌زیستی و اصول آمایش سرزمین است ـ به نظر می‌رسد، توسعهٔ کشاورزی براساس در اولویت قراردادن ملاحظات محیط‌زیستی اهمیت بسیاری برای بسیاری از برنامه‌ریزان دارد. در این راستا، در سناریوی محیط‌زیستی با فرض تعیین‌کنندگی پارامترهای محیط‌زیستی، تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی مطالعه شده است.

در شکل (۱۰) نحوهٔ اجرای مدل توسعهٔ کشاورزی در سناریوی محیط‌زیستی نمایش داده شده است. براساس این مدل، تهیهٔ نقشهٔ تناسب زمین در دو مرحله انجام شده است. پارامترهای تعیین‌کنندهٔ محیط‌زیستی در این مدل شامل تراکم چاه‌های منطقه، تراکم جمعیت و عوارض محیط‌زیستی هستند. انواع عوارض محیط‌زیستی در جدول (۱۲) آورده شده است. شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نقشه‌های هر مرحله و در شکل (۱۳)نشان‌دهندهٔ نقشهٔ نهایی سناریوی محیط‌زیستی بود.

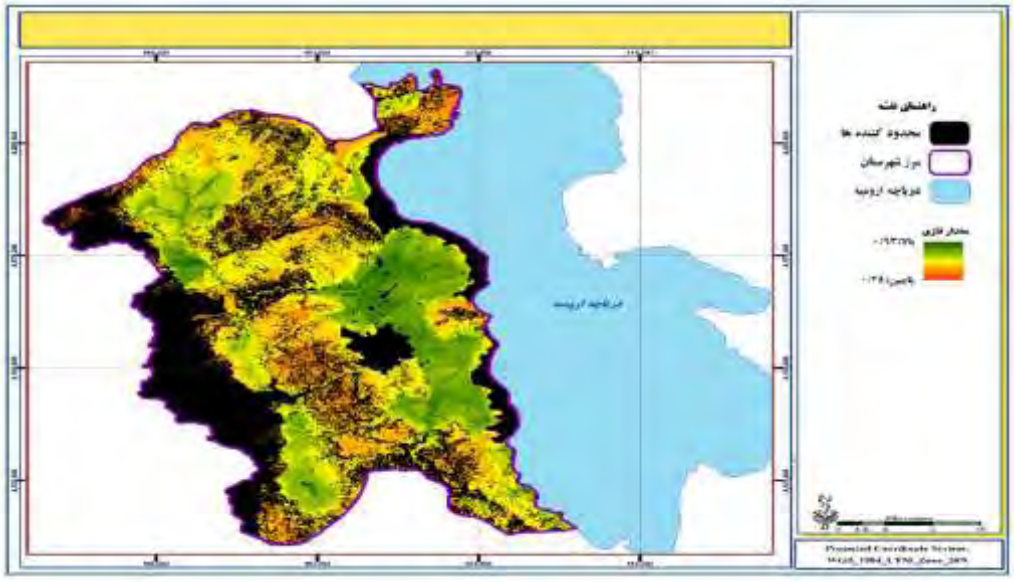
**جدول (۱۲) انواع عوارض پارامتر محیط‌زیستی**

Table (12) Type of environmental features

| پارامتر | دامنهٔ کلاس‌ها/اطلاعات توصیفی |
|---|---|
| پوشش زمین/کاربری زمین | جنگل و بیشهٔ نیمه متراکم – مرتع متراکم – مخلوط باغ و مرتع عالی – مخلوط باغ و مرتع متوسط – مخلوط باغ، زراعت دیم، آیش و مرتع عالی – مرتع عالی |
| فرسایش خاک | V |
| وضعیت آبدهی | ضعیف – بسیار ضعیف – فاقد آبدهی |
| کیفیت آب | فاقد آبدهی |

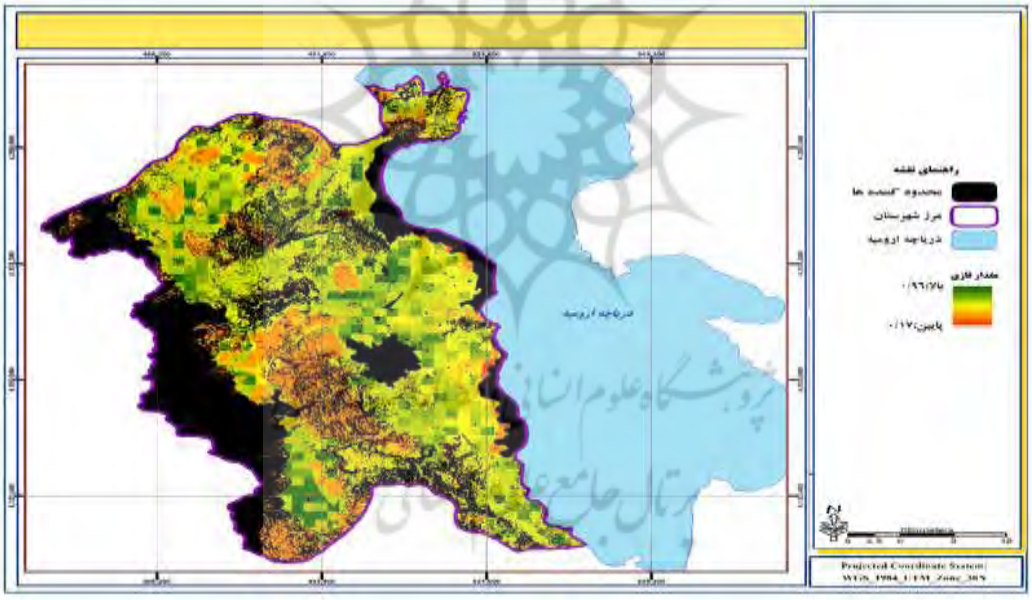
**شکل (۱۰) مدل همپوشانی پارامترها در سناریوی محیط‌زیستی**

Figure (10) Model of parameters overlay in environmental scenario



**شکل (۱۱) مرحلهٔ اول همپوشانی**

Figure (11) First phase of overlay



**شکل (۱۲) مرحلهٔ دوم همپوشانی در سناریوی محیط‌زیستی**

Figure (12) Second phase of overlay

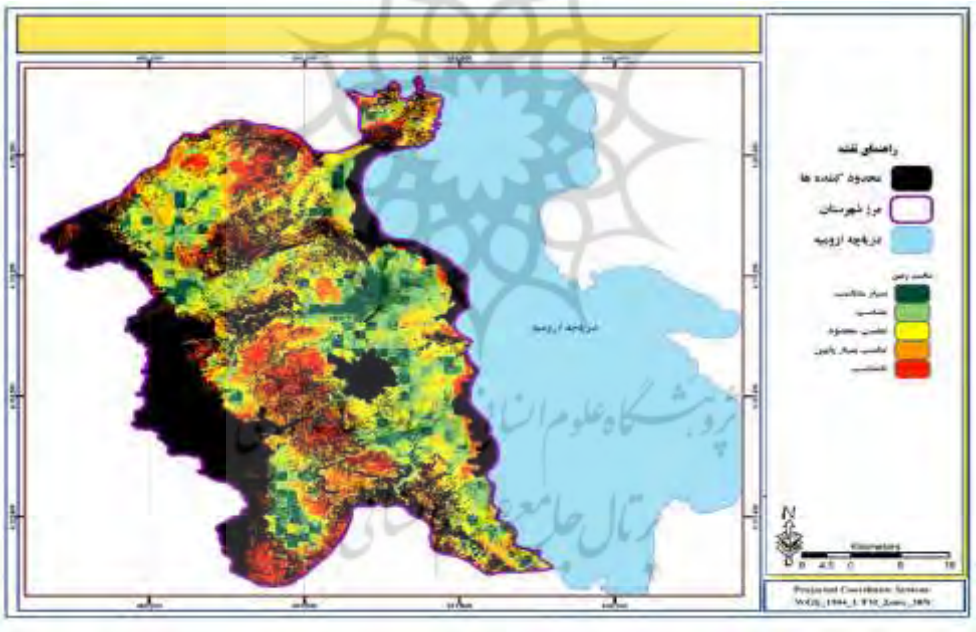
از مجموع ٦۱ درصد محدودهٔ مناسب (منطقهٔ ۱ بولین) بـرای توسـعهٔ کشـاورزی، ۱۲ درصـد بسـیار متناسـب، ۲۵ درصد متناسب، ۲۷ درصد با تناسب محدود و ۳٦ درصد با تناسب بسیار پایین و نامتناسب شناسایی شد (جـدول ۱۳). از مجموع مساحت شهرستان (٥۲۷٤ کیلومترمربع)، ۷ درصد در محـدودهٔ بسـیار متناسـب، ۱٤ درصـد متناسـب، ۱٥/٥ درصد دارای تناسب محدود و نزدیک ٦۳/٥ درصد دارای تناسـب بسـیار پـایین و نامتناسـب اسـت. بـر ایـن اسـاس،

همان‌طور که نتایج نشان‌دهندهٔ آن است، در نزدیک دوسوم زمین‌های شهرستان ارومیه، محدودیت‌های شدید مانع توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی است. با توجه به این‌که در شکل مشاهده می‌شود، در قسمت‌های مختلف شهرستان پراکنده شده‌اند. به نظر می‌رسد، در نظر گرفتن مجموعه‌ای از پارامترها و عوارض محیط‌زیستی در به دست آمدن این نتیجه تأثیر تعیین‌کننده‌ای داشته است.

**جدول (۱۳) اطلاعات آماری نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی محیط‌زیستی**

Table (13) Statistical information of final map of land suitability in environmental scenario

| طبقات تناسب زمین | تعداد پیکسل | مساحت (کیلومترمربع) | |
|---|---|---|---|
| | | مقدار | درصد |
| نامتناسب | ٥٥٦٩٣٣ | ٤٢٢/٩٨ | ١٣/٩٦ |
| تناسب بسیار پایین | ٨٦٢٧٧٧ | ٦٥٥/٢٢ | ٢١/٦٣ |
| تناسب محدود | ١٠٧٤٢١٨ | ٨١٩/١٨ | ٢٧/٠٤ |
| متناسب | ٩٩٣٤٠٩ | ٧٦١/٢٢ | ٢٥/١٣ |
| بسیار متناسب | ٤٨٦٩٧٢ | ٣٧٠/٧٣ | ١٢/٢٤ |



**شکل (۱۳) نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی محیط‌زیستی**

Figure (13) Final map of land suitability in environmental scenario

### سناریوی توسعهٔ پایدار

در قسمت‌های پیشین پژوهش، ارزیابی تناسب زمین در دو سناریوی اجتماعی- اقتصادی و محیط‌زیستی بررسی و تحلیل شد. در این بخش تناسب زمین براساس سناریوی توسعهٔ پایدار و در نظر گرفتن هم‌زمان همهٔ پارامترهای محیط‌زیستی و اجتماعی- اقتصادی -که روی ارتقای شرایط محیط‌زیستی و اجتماعی- اقتصادی تأکید می‌کند- تحلیل

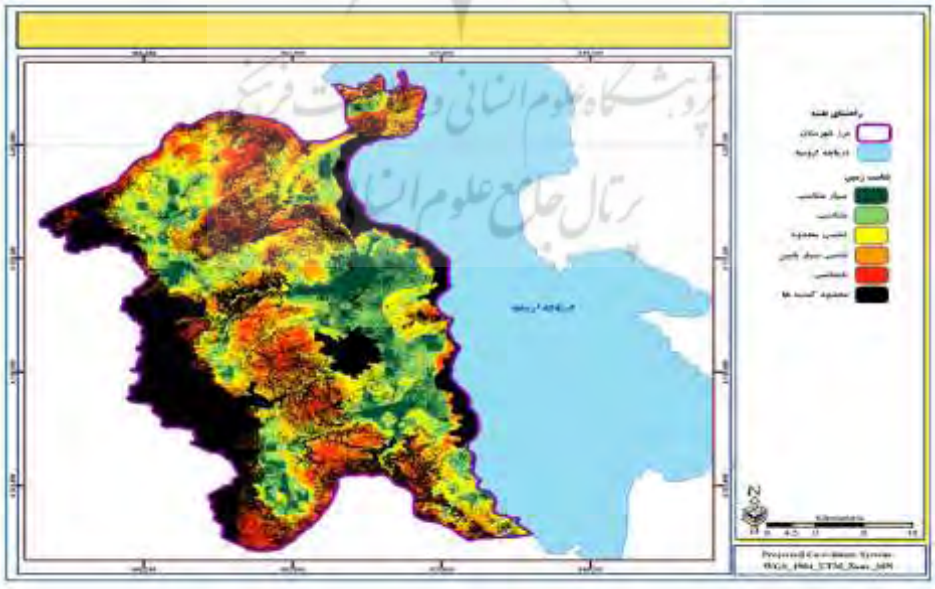
می‌شود. به عبارت دیگر، تناسب زمینِ پیشنهادی در سناریوی توسعهٔ پایدار به‌عنوان نقشهٔ راه توسعهٔ کاربری کشاورزی برای برنامه‌ریزان در بلندمدت در نظر گرفته می‌شود.

همان‌طور که از اطلاعات نقشهٔ نهایی تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی پیداست (جدول ١٤)، ١٤/٦١ درصد محدودهٔ مناسبِ توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی (منطقهٔ ۱ بولین) در محدودهٔ بسیار متناسب، ٢٤/٦ درصد در محدودهٔ متناسب، ٢٤/٩٤ درصد در محدودهٔ تناسب محدود و نزدیک ٣٦ درصد در محدوده‌های تناسب بسیار پایین و نامتناسب واقع شده است. از کل مساحت شهرستان، ٨ درصد در محدودهٔ بسیار متناسب، ١٤ درصد در محدودهٔ متناسب، ١٤ درصد در محدودهٔ تناسب محدود و ٦٤ درصد در محدوده‌های بسیار پایین، نامتناسب و محدودکننده قرار گرفته است؛ همان‌طور که بر روی نقشه مشخص است، زمین‌های مناسب برای توسعهٔ کشاورزی بیشتر در قسمت‌های غربی شهرستان، دشت‌های هوسین، گنگچین و زیوه واقع شده است.

**جدول (١٤) اطلاعات آماری نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی توسعهٔ پایدار**

Table (14) Statistical information of final map of land suitability in sustainable development scenario

| طبقات تناسب زمین | تعداد پیکسل | مساحت (کیلومترمربع) | |
|---|---|---|---|
| | | مقدار | درصد |
| نامتناسب | ٤٦٦٥٧٥ | ٣٥٨/٨٩ | ١١/٨٩ |
| تناسب بسیار پایین | ٩٤٠٦٩٧ | ٧٢٣/٦٥ | ٢٣/٩٦ |
| تناسب محدود | ٩٨١٢٧٣ | ٧٥٣/٢٢ | ٢٤/٩٤ |
| متناسب | ٩٦٨٩٣٧ | ٧٤٢/٨٣ | ٢٤/٦٠ |
| بسیار متناسب | ٥٧٨٤٢٦ | ٤٤١/٠٢ | ١٤/٦١ |



**شکل (١٤) نقشهٔ نهایی تناسب زمین در سناریوی توسعهٔ پایدار**

Figure (14) Final map of land suitability in sustainable development scenario

## نتیجه‌گیری

این پژوهش به‌منظور ارزیابی و تحلیل تناسب زمین برای توسعهٔ کشاورزی در چند سناریو تدوین شد. نتیجهٔ ارزیابی مدل بولین برای توسعهٔ کشاورزی نشان‌دهندهٔ آن بود که از مجموع مساحت محدوده، ٦١/٩ درصد برای توسعهٔ کشاورزی مناسب و ۳۸ درصد برای این فعالیت نامناسب است. پس از تهیهٔ نقشهٔ پایهٔ زمین و پایه براساس محدودیت‌های فیزیکی زمین و همچنین محدودکننده‌های توسعه، تناسب زمین در سناریوهای مختلف ارزیابی شد. مدل همپوشانی پارامترهای توسعهٔ کشاورزی در سناریوی اجتماعی- اقتصادی با چهار دسته پارامتر تحت عناوین منابع آب، خاک، کاربری زمین-پوشش زمین و پارامترهای تعیین‌کنندهٔ اجتماعی-اقتصادی اجرا شد. نتایج اجرای این مدل نشان‌دهندهٔ آن بود که در محدودهٔ مناسب بولین – که شامل ٦١/٩ درصد از کل مساحت شهرستان است- طبقات بسیار متناسب و متناسب به‌ترتیب ۲۷/۳۸ و ۲۸/۳۹ درصد مساحت را به خود اختصاص دادند. در مقیاس شهرستانی، این مقدار برای کلاس بسیار متناسب ١٦/٠٧ و برای کلاس متناسب ١٦/٦٦ درصد به دست آمد. براساس این نتایج، در ۳۲ درصد از زمین‌های شهرستان با حداقل هزینه‌های اجتماعی- اقتصادی و محدودیت‌ها فعالیت‌های کشاورزی توسعه داده می‌شوند. براساس نتیجهٔ این تحلیل، در مابقی دوسوم زمین‌های محدوده، محدودیت‌های شدید محیطی یا هزینه‌های زیاد اقتصادی- اجتماعی توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی را با چالش اساسی مواجه کرده است. نتایج نقشهٔ نهایی تناسب زمین نشان‌دهندهٔ آن بود که بیشتر زمین‌های بدون محدودیت یا دارای محدودیت بسیار کم برای توسعهٔ کشاورزی، در قسمت‌های شرقی شهرستان ارومیه - جایی که زمین دارای شیب و خاک بسیار مناسب است- قرار دارد. کلاس مناسب و به‌نسبت وسیع دیگری که براساس این سناریو برای توسعهٔ کشاورزی مناسب شناسایی شد، شامل زمین‌های واقع در دشت‌های هوسین، گنگچین و سیلواناست که در مقایسه با زمین‌های کنارهٔ دریاچهٔ ارومیه فشار اکولوژیکی و تمرکز کمتری دارد که براساس این تحلیل به نظر می‌رسد، از مناطق بسیار مناسب برای توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی در محدودهٔ موردمطالعه است.

نتیجهٔ اجرای مدل توسعهٔ کشاورزی در سناریوی محیط‌زیستی نشان‌دهندهٔ آن بود که از مجموع ٦١ درصد محدودهٔ مناسب (منطقه ۱ بولین) برای توسعهٔ کشاورزی، ۱۲ درصد بسیار متناسب، ۲۵ درصد متناسب، ۲۷ درصد دارای تناسب محدود و ٣٦ درصد دارای تناسب بسیار پایین و نامتناسب است. از مجموع مساحت شهرستان (٥٢٧٤ کیلومترمربع)، ۷ درصد در محدودهٔ بسیار متناسب، ١٤ درصد متناسب، ١٥/٥ درصد دارای تناسب محدود و نزدیک ٦٣/٥ درصد دارای تناسب بسیار پایین و نامتناسب شناسایی شد. براساس نتایج، در نزدیک دوسوم زمین‌های شهرستان ارومیه، محدودیت‌های شدید مانع توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی است.

نتیجهٔ ارزیابی تناسب زمین برای توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی در سناریوی توسعهٔ پایدار نشان‌دهندهٔ آن بود که ١٤/٦١ درصد محدودهٔ مناسب توسعهٔ فعالیت‌های کشاورزی (منطقه ۱ بولین) در محدودهٔ بسیار متناسب، ٢٤/٦ درصد در محدودهٔ متناسب، ٢٤/٩٤ درصد در محدودهٔ تناسب محدود و نزدیک ٣٦ درصد در محدوده‌های تناسب بسیار پایین و نامتناسب واقع شده است. از کل مساحت شهرستان، ۸ درصد در محدودهٔ بسیار متناسب، ١٤ درصد در

محدودهٔ متناسب، ١٤ درصد در محدودهٔ تناسب محدود و ٦٤ درصد در محدوده‌های بسیار پایین، نامتناسب و محدودکننده قرار گرفته است. براساس نتایج پژوهش، زمین‌های مناسب برای توسعهٔ کشاورزی بیشتر در قسمت‌های غربی شهرستان، دشت‌های هوسین، گنگچین و زیوه واقع شده است.

درنهایت، با توجه به ویژگی‌های محیطی و جغرافیایی منطقه و همچنین نتایج حاصل از پژوهش حاضر، تأکید بر زمین و محدودیت‌های آن پیش‌شرط و تعیین‌کنندهٔ اولیهٔ توسعهٔ هر فعالیت و کاربری در شهرستان ارومیه است. در مناطق کوهستانی همانند ارومیه با برخورداری از توانمندی‌های محیطی و انسانی و همچنین پیچیدگی‌های جغرافیایی خاص خود، ارزیابی تناسب زمین به روش ارزیابی چند معیاره چندمرحله‌ای سناریومحور – همانند آنچه در پژوهش حاضر ارائه شد– بی‌سازمانی فضایی، فشارهای محیطی و اکولوژیکی و همچنین بحران‌های موجود را به آمایش و سازمان‌دهی فضایی توسط گروه‌های مرتبط با برنامه‌ریزی تبدیل می‌کند.

## منابع


ادارهٔ کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان آذربایجان غربی (١٣٩٠).

مرکز آمار ایران (١٣٩٥)، نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن استان آذربایجان غربی.

معاونت برنامه‌ریزی استانداری آذربایجان غربی (١٣٩٠).

Akıncı, H., Özalp, A. Y., & Turgut, B. (2013). "**Agricultural land use suitability analysis using GIS and AHP technique."** Computers and Electronics in Agriculture, *97*, 71-82.

Arabsahebi, R., B. Voosoghi and M. J. Tourian (2020). **"A denoising–classification–retracking method to improve spaceborne estimates of the water level–surface–volume relation over the Urmia Lake in Iran."** International Journal of Remote Sensing: 506-533.

ASTER Global Digital Elevation Model, 2019: https://asterweb.jpl.nasa.gov

Farahmand, N. and V. Sadeghi (2020). **"Estimating Soil Salinity in the Dried Lake Bed of Urmia Lake Using Optical Sentinel-2 Images and Nonlinear Regression Models."** Journal of the Indian Society of Remote Sensing: 1-13.

Jelokhani-Niaraki, M. and J. Malczewski (2015). **"A group multicriteria spatial decision support system for parking site selection problem: A case study."** Land Use Policy: 492-508.

Liu, H., L. Zheng, J. Wu and Y. Liao (2020). **"Past and future ecosystem service trade-offs in Poyang Lake Basin under different land use policy scenarios."** Arabian Journal of Geosciences: 46-57.

Mendas, A., Delali, A., Khalfallah, M., Likou, L., Gacemi, M. A., Boukrentach, H., Mahmoudi, R. (2013). **"Improvement of Land Suitability Assessment for Agriculture—Application in Algeria".** Arabian Journal of Geosciences, 435-445.

Mosadeghi, R., Warnken, J., Tomlinson, R., & Mirfenderesk, H. (2015). **"Comparison Of Fuzzy-AHP And AHP In A Spatial Multi-Criteria Decision Making Model For Urban Land-Use Planning.**" Computers, Environment and Urban Systems, 49, 54-65.

Nouri, H., R. J. Mason and N. Moradi (2017). **"Land suitability evaluation for changing spatial organization in Urmia County towards conservation of Urmia Lake."** Applied geography: 1-12.

Ohashi, H., K. Fukasawa, T. Ariga, T. Matsui and Y. Hijioka (2019). **"High-resolution national land use scenarios under a shrinking population in Japan."** Transactions in GIS: 786-804.

Pilehforooshha, P., Karimi, M., & Taleai, M. (2014). **"A GIS-Based Agricultural Land-Use Allocation Model Coupling Increase and Decrease in Land Demand.**" Agricultural Systems, 116-125.

Pourebrahim, S., Hadipour, M., & Bin Mokhtar, M. (2011). "**Integration of Spatial Suitability Analysis for Land Use Planning In Coastal Areas; Case of Kuala Langat District, Selangor, Malaysia."** Landscape and Urban Planning, 101: 84-97.

Sahle, M., O. Saito, C. Fürst, S. Demissew and K. Yeshitela (2019). **"Future land use management effects on ecosystem services under different scenarios in the Wabe River catchment of Gurage Mountain chain landscape, Ethiopia."** Sustainability Science: 175-190.

Salmeron, J. L., Vidal, R., & Mena, A. (2012). **"Ranking fuzzy cognitive map based scenarios with TOPSIS.**" Expert Systems with Applications, 2443-2450.

Sarindizaj, E. E. and M. Zarghami (2019). **"Sustainability assessment of restoration plans under climate change by using system dynamics: application on Urmia Lake, Iran."** Journal of Water and Climate Change: 938-952.

Shoyama, K., T. Matsui, S. Hashimoto, K. Kabaya, A. Oono and O. Saito (2019). **"Development of land-use scenarios using vegetation inventories in Japan."** Sustainability Science: 39-52.

Tobias, S. and B. Price (2020). **"How Effective Is Spatial Planning for Cropland Protection? An Assessment Based on Land-Use Scenarios."** Land: 43.

Valiallahi, J. (2020). **"Evaluating groundwater level and water-quality variation in Oshnaveh–Naqadeh Plain, Urmia Lake basin, northwestern Iran."** International Journal of Energy and Water Resources: 27-35.

Vannier, C., A. Bierry, P.-Y. Longaretti, B. Nettier, T. Cordonnier, C. Chauvin, N. Bertrand, F. Quetier, R. Lasseur and S. Lavorel (2019). **"Co-constructing future land-use scenarios for the Grenoble region, France."** Landscape and Urban Planning: 103614.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی