Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Analysing the trend of land changes and urban development of Shushtar by using remote sensing data

Milad Khayat [1] | Atefeh Bosak [2] | Zahra Hejazizadeh [3]✉ | Mohamad Ebrahim Afifi[4]

1. Master's degree graduate in Remote Sensing and GIS Engineering, Islamic Azad University of Larestan, Larestan, Iran. Lecturer of Mapping, Department of Civil Engineering, Islamic Azad University, Shushtar Branch, Shushtar, Iran. **E-mail:** milad.khayat1@yahoo.com
2. **:** PhD candidate of Climatology, Department of Natural Geography, Faculty of Geographic Sciences, Kharazmi University of Tehran, Tehran, Iran. **E-mail:** bosak.a.69@gmail.com
3. Corresponding author, full Professor ,Department of Climatology, Faculty of Geographical Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran **E-mail:** hejazizadeh@khu.ac.ir
4. Associate Professor, Department of Geography, Larestan Branch, Islamic Azad University, Larestan, Iran. **Email:** afifi.ebrahim6353@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2022/12/23
Received in revised
2023/02/18
Accepted
2023/02/22
Pre-Published
2023/02/22
Published online
2025/03/21

Keywords:
modeling,
urban development,
land use,
Anfis,
Shushtar.

ABSTRACT

By employing urban growth and development modeling, it is feasible to delineate a developmental trajectory that aligns with the specific circumstances of a city, considering environmental factors, natural elements, and population dynamics. The aim of this research is to propose an urban development model for Shushtar, which can serve as a valuable tool for analyzing the intricate processes of urban transformations. To accomplish this objective, two datasets were utilized: urban land use maps (including educational spaces, healthcare facilities, residential areas, etc.) and Landsat satellite imagery for key land uses such as rivers, barren lands, and forests, spanning three time periods: 1991, 2004, and 2014. These datasets were processed using GIS and MATLAB software. Existing urban land use maps were digitized and subsequently updated using Landsat satellite imagery. Subsequently, influential parameters in urban development were introduced as inputs to the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) algorithm. After training the model for the years 1991 and 2004, the predicted results of urban development using the algorithm were compared with the actual situation in 2014, demonstrating a high accuracy of 93.7%. The land use change map, resulting from the change detection process, can be generated based on multi-temporal remote sensing images and their integration with urban land use maps, enabling an analysis of the associated consequences. The use of intelligent algorithms in this research has facilitated modeling with a high level of accuracy. The obtained results are deemed acceptable, and this development has also been predicted for the upcoming years.

Cite this article: Khayat, Milad., Bosak, Atefeh., Hejazizadeh, Zahra. & Afifi ., Mohamad Ebrahim (2025). Analysis the trend of land changes and urban development of Shushtar by using remote sensing. Journal of *Applied Researches in Geographical Sciences*, 76 (25), 1-25. http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.76.24

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.76.24

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Urbanization, characterized by extensive human intervention in the natural environment, has posed significant threats to the quality of life for urban dwellers. Unplanned urban sprawl, rapid population growth, economic development, and rural-to-urban migration have exacerbated issues such as air, water, and soil pollution, depletion of natural resources, and the frequency of natural and social disasters, thereby reducing the quality of life for both urban and rural communities. Shushter, a global city with a rich cultural heritage and a unique geographical location, is intersected by the Karun River, which divides into the Shatit and Gargar branches, creating an island-like setting for the city. Given its riparian location, the primary objective of this research is to develop a sustainable urban development model for Shushter. This model aims to preserve the city's ancient cultural and natural heritage while simultaneously enhancing the quality of life for its citizens. The proposed model can serve as a valuable tool for decision-making related to urban development and natural resource management, and for analyzing the complex processes of urban transformation.

Material and Methods

This research utilized a database of urban land use maps for educational, medical, residential, and other facilities, as well as Landsat satellite imagery for major land uses such as rivers, barren areas, and forests, across three time periods: 1991, 2004, and 2014. These datasets were processed using GIS and MATLAB software. Existing urban land use maps were digitized and updated using Landsat imagery. Subsequently, key parameters influencing urban development were input into an Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) algorithm. After training the model using data from 1991 and 2004, the predicted urban development results were compared with the actual conditions in 2014 to evaluate the model's performance. To create a map of urban development potential, one of the most critical steps involved collecting data and building a spatial database of factors influencing urban development. Landsat satellite imagery from 1991, 2004, and 2014 was used to classify various land uses (rivers, urban areas, barren land, orchards, and forests). A 30-meter resolution Digital Elevation Model (DEM) of Khuzestan province was used for elevation and slope maps, while the Shushtar Comprehensive Plan was utilized to generate digital layers for different urban land uses (residential, healthcare, industrial, and nearby villages). Field observations using handheld GPS devices were employed to assess the accuracy of Landsat image classification. Initially, maps of developed areas between 1991, 2004, and 2014 were created through the interpretation and classification of Landsat images. Subsequently, five key factors influencing urban development, including elevation, slope, distance to roads, distance to residential areas, and development constraints, were converted into raster format for use in the ANFIS model. ArcGIS 10.2, ENVI 5.1, and MATLAB software were used for data management and analysis. This research employs urban development modeling using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Results and Discussion

After data normalization, training and validation datasets were established. To evaluate the model, statistical parameters such as Root Mean Square Error (RMSE) and coefficient of determination (R^2) were employed. The ANFISedit environment in MATLAB was used to implement the model. Various methods and fuzzy membership functions were investigated to achieve the best possible results. Membership functions used in this study include: triangular, trapezoidal, Gaussian, generalized Gaussian, bell-shaped, difference of sigmoids, product of sigmoids, and pi-shaped. The best modeling results for urban development in Shushter were obtained using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System with a simple Gaussian membership function (gaussmf), which had the lowest RMSE value of 0.064 and the highest R^2 value of 0.943. To evaluate the model's performance in the study area, the similarity between the model's output for 2014 and the actual values for the same year was assessed. Out of 47,804 input data points, 3,006 data points were incorrect and did not match the ground truth, indicating a model accuracy of 93.7% using the Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System.

Conclusion

Rule-based simulation models, such as the automatic network model (a specific type of cellular automaton designed to simulate complex systems with spatial and temporal interactions), are highly suitable for incorporating spatial interactions and leveraging temporal dynamics. While automatic network models are effective for simulating spatial patterns and understanding the spatio-temporal processes of urban growth, it is challenging to incorporate sufficient socioeconomic variables into these models. The best results in modeling urban development in Shushtar were achieved using an Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) with a simple Gaussian membership function (gaussmf), which yielded the lowest RMSE of 0.064 and the highest R^2 of 0.943.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

واکاوی روند تغییرات اراضی و توسعه شهری شوشتر با بهره‌گیری از داده‌های سنجش‌ازدور

میلاد خیاط[۱]، عاطفه بساک[۲]، زهرا حجازی زاده[۳]✉، محمدابراهیم عفیفی[۴]

۱. دانش آموخته کارشناس ارشد مهندسی سنجش از دور و جی ای اس، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، لارستان، ایران. مدرس نقشه‌برداری، گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر، شوشتر، ایران. رایانامه: milad.khayat1@yahoo.com

۲. دانشجو دکتری آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران. رایانامه: bosak.a.69@gmail.com

۳. نویسنده مسئول، استاد آب‌وهواشناسی، گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران، تهران، ایران. رایانامه: hejazizadeh@khu.ac.ir

۴. دانشیار، گروه جغرافیا، واحد لارستان، دانشگاه آزاد اسلامی لارستان، لارستان، ایران. رایانامه: afifi.ebrahim6353@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۱۰/۲۰
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۱۱/۲۵
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۱۱/۲۸
تاریخ انتشار:
۱۴۰۱/۱/۲۵

کلیدواژه‌ها:
مدل‌سازی،
توسعه شهری،
کاربری اراضی،
انفیس،
شوشتر.

چکیده

با استفاده از مدل‌سازی رشد و توسعه شهری می‌توان روند توسعه‌ای متناسب با موقعیت شهر را با توجه به فاکتورهای زیست‌محیطی و عوامل طبیعی و جمعیت‌پذیری ترسیم کرد. هدف از انجام این پژوهش ارائه مدل توسعه شهری شوشتر است که به‌عنوان ابزار مفیدی برای تجزیه‌وتحلیل فرایندهای پیچیده تحولات شهری استفاده شود. برای نیل به این هدف از دو پایگاه داده نقشه‌های کاربری‌های شهری فضاهای آموزشی، درمانی، مسکن و... و تصاویر ماهواره‌ای لندست برای کاربری‌های اراضی عمده مانند رودخانه، مناطق بایر، جنگل و... در سه دوره زمانی ۱۹۹۱، ۲۰۰۴ و ۲۰۱۴ در محیط نرم‌افزارهای GIS و MATLAB استفاده شد. نقشه‌های کاربری‌های شهری موجود پس از رقومی‌سازی، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به‌روزرسانی شدند. سپس پارامترهای مؤثر در توسعه‌ی شهری به‌عنوان ورودی با الگوریتم استنتاج نرو- فازی تطبیقی (ANFIS) وارد شدند و پس از آموزش برای سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۰۴، به‌منظور ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی، نتیجه پیش‌بینی توسعه شهری با استفاده از الگوریتم، با وضعیت موجود در سال ۲۰۱۴ مقایسه گردید که نتایج بسیار به واقعیت نزدیک و با صحت سنجی ۹۳.۷٪ است. نقشه تغییرات کاربری که نتیجه فرایند آشکارسازی تغییرات می‌باشد را می‌توان بر اساس تصاویر چندزمانه سنجش‌ازدور و تلفیق آن با نقشه‌های کاربری شهری تهیه‌کرده و پیامدهای مربوطه را موردبررسی قرار داد. استفاده از الگوریتم‌های هوشمند در این تحقیق به ما این امکان را داده که با صحت بالا مدل‌سازی را انجام دهیم. نتایج به‌دست‌آمده قابل‌قبول بوده و این توسعه برای سال‌های آتی نیز پیش‌بینی شد.

استناد: استناد: خیاط، میلاد؛ بساک، عاطفه؛ حجازی زاده، زهرا؛ و عفیفی، محمدابراهیم (۱۴۰۴). واکاوی روند تغییرات اراضی و توسعه شهری شوشتر با بهره‌گیری از سنجش‌ازدور. تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۷۶ (۲۵)، ۲۵-۱.
http://dx.doi.org/10.61186/jgs.25.76.24

CC BY NC

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران. © نویسندگان.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

مقدمه

شهرنشینی با ایجاد گسترده‌ترین دست‌کاری‌های بشری در چهره‌ی طبیعی زمین، شرایط زندگی ساکنان شهری را در معرض تهدید و نابودی قرار داده است. امروزه گسترش فیزیکی روزافزون و بدون برنامه‌ریزی شهرها، رشد بی‌رویه جمعیت، توسعه‌ی اقتصادی و نیز مهاجرت روستانشینان به شهرها، باعث افزایش و تداوم مخاطرات عظیم زیست‌محیطی و اجتماعی و کاهش کیفیت زندگی جوامع شهری و غیرشهری شده است. مراکز جمعیتی کوچک و منفرد در گذشته، به مراکزی بزرگ، پیچیده و متصل‌به‌هم تبدیل شده‌اند (اصغری زمانی، ۱۳۸۹). به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۸، نسبت جمعیت ساکن در مناطق شهری ۴۱ درصد در کشورهای با درآمد متوسط پایین و ۳۲ درصد در کشورهای کم درآمد بوده است. پیش بینی می شود تا سال ۲۰۵۰، این کشورها به ترتیب به ۵۹ درصد و ۵۰ درصد شهرنشینی برسند (گزارش سازمان ملل، ۲۰۱۸)؛ در ایران نیز جمعیت شهری به صورت مداوم در حال افزایش می باشد؛ به طوری جمعیت شهری در سال ۱۹۵۶ حدود ۳۱ درصد و در سال ۲۰۰۶ به ۶۸.۴ درصد رسیده است (محمدی، ۲۰۱۶). با توجه به این‌که کاربری زمین، جنبه‌های فضایی همه فعالیت‌های انسانی را در روی زمین برای رفع نیازهای مادی و فرهنگی و... او نشان می‌دهد. نحوه‌ی استفاده از اراضی ازجمله مطالعات کلیدی در زمینه شناخت و نحوه‌ی پراکندگی فعالیت‌های انسان در بررسی‌های فیزیکی است. به‌گونه‌ای که امروزه رشد جمعیت، گسترش فعالیت‌های انسان در طبیعت، کاربری‌های نامناسب اراضی، بهره‌برداری بی‌رویه و غیراصولی از منابع آب‌وخاک و پوشش‌گیاهی، عرصه‌های وسیعی از کشور را در معرض بیابان‌زایی و تخریب اراضی قرار داده است که نتیجه آن بیکاری و پیامدهای منفی اقتصادی و اجتماعی است (براتی قهفرخی و همکاران، ۱۳۸۸). از سویی دیگر گسترش بی‌رویه اراضی شهری از مهم‌ترین مسائل و معضلات برای مدیران و برنامه‌ریزان شهرها در سطوح گوناگون است. ازآنجایی‌که امروزه بررسی روند تغییرات کاربری اراضی به کاربری شهری و شناسایی پارامترهایی که در این تغییرات مؤثر می‌باشند نقش اساسی در تصمیم‌گیری‌ها و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت ایفا می‌کنند، لذا کشف قوانین و روابط مؤثر در تغییر سایر کاربری‌های شهری و همچنین پیش‌بینی روند توسعه شهرها در آینده با روش‌های دقیق و کارآمد بیش‌ازپیش ضرورت پیداکرده است (کریم زاده، ۱۳۹۰). و همچنین به دلیل اهمیت تغییرات کاربری اراضی که به‌عنوان یکی از فاکتورهای مهم در تغییر جریان هیدرولوژیک، فرسایش حوزه و انهدام تنوع زیستی می‌باشد؛ بنابراین می‌توان با کسب آگاهی و علم از روند تغییرات کاربری اراضی در راستای هدایت اکوسیستم به سمت تعادل قدم برداشت (آرخی و همکاران، ۱۳۹۰). ازآنجایی‌که به لحاظ افزایش جمعیت شهری و توسعه فیزیکی مناطق بزرگ شهری روش دستی کارایی لازم را ندارد و استفاده از فناوری سنجش‌ازدور پیشرفت چشم‌گیری داشته است؛ به‌گونه‌ای که عکس‌های ماهواره‌ای اطلاعات دقیق و کاملی از کاربری‌های زمین را در مقیاس موردنظر بر اساس رنگ‌های استاندارد تهیه کرده و در اختیار استفاده‌کنندگان قرار می‌دهند؛ اما این روش در نواحی مرتفع و متراکم مرکز شهر دقت لازم را ندارد و در ضمن مستلزم تطبیق نتایج به‌دست‌آمده با واقعیت برای صحت برداشت است. ازاین‌رو با تلفیق سنجش‌ازدور و GIS این مشکل قابل‌حل خواهد شد (پورمحمدی، ۱۳۸۸). در سال‌های اخیر استفاده از الگوریتم‌های هوش محاسباتی در زمینه‌های مختلف علوم سنجش‌ازدور و GIS رو به افزایش بوده است. روش‌های هوشمند با توجه به قابلیت پیش‌بینی و مدل‌سازی مسائل پیچیده و قابلیت انعطاف‌پذیری بالا، در زمینه‌ی مدل‌سازی توسعه شهری به‌عنوان یکی از مسائل غیرخطی و پیچیده مورداستفاده قرارگرفته است. این تحقیق اولین پژوهشی است که با استفاده از سیستم‌های استنتاج نرو-فازی تطبیقی (ANFIS) در حوزه مطالعاتی موردبررسی قرارگرفته است که از این نظر بسیار موردتوجه است و یک روش جدید و کاربردی برای مدل‌سازی توسعه شهری به‌حساب می‌آید. در این پژوهش سعی بر آن است که با مروری بر تحقیقات انجام‌شده در این حوزه، زمینه‌ی بهبود کارایی آن در مسئله موردنظر (توسعه شهر شوشتر) فراهم گردد. لذا در این پژوهش تلاش شده است تا ضمن بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در دوره‌های زمانی مختلف با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های کاربری‌های مختلف شهری پیامدهای این تغییرات را مشخص کرده و برای برنامه‌ریزی‌های آتی جهت توسعه شهرها از نتایج آن بهره‌مند شد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

پس از مطالعه و بررسی تحقیقاتی که در زمینه‌ی مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در ایران و جهان صورت گرفته است در ادامه به بخشی از آن‌ها اشاره می‌شود.

احمدی ندوشن و همکاران در سال (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای تحت عنوان آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی و سیمای سرزمین شهرستان خمینی‌شهر با استفاده از سنجش‌ازدور و GIS به بررسی تغییرات پوشش اراضی شهر خمینی‌شهر طی سال‌های ۱۳۶۴ تا ۱۳۸۹ از تصاویر سنجنده TM و روش آشکارسازی تغییرات مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده نمودند. نتایج بررسی روند کلی تغییرات نشان‌دهنده افزایش قابل‌توجه مساحت شهر، کاهش پوشش گیاهی و اراضی بایر در بازه زمانی موردمطالعه بود. رسول عسگری و همکاران در سال (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای تحت عنوان مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از سیستم استنتاج نروفازی تطبیقی (Anfis) و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای شهر کرمان و حومه بین سال‌های ۱۹۹۸-۲۰۱۰ میلادی از تصاویر ماهواره‌ای (SRTM & LAND SAT) استفاده و پارامترهای مؤثر در فرایند توسعه شهری را بررسی و روند تغییر کاربری اراضی و مدل توسعه شهر کرمان را به دست آوردند. عسگری مزیت Anfis را نسبت به دیگر روش‌ها قدرت بالاتر در به دست آوردن نتایج برشمرد که نتایج نشان داد سیستم استنتاج نرو- فازی از قابلیت خوبی برای مدل‌سازی توسعه شهری برخوردار می‌باشد. روستا و همکاران در سال (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان کاربرد داده‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در استخراج نقشه کاربری اراضی شهر شیراز در سه دوره زمانی با استفاده از داده‌های ETM 2000 ، TM1900 و IRS 2009 در پنج کلاس کاربری تهیه گردید و بر اساس نتایج حاصل‌شده پوشش طبیعی باغ‌ها و اراضی کشاورزی کاهش‌یافته است. به‌طوری‌که از ۲۹۷۲ هکتار در سال ۱۹۰۰ به ۱۶۱۲ هکتار در سال ۲۰۰۹ رسیده است و سطح اراضی شهری از ۹۱۷۹ هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۱۴۵۹۱ هکتار در سال ۲۰۰۹ افزایش‌یافته است. به‌این‌ترتیب در طی دوره‌های زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۹ حدود ۷۹۰ هکتار از اراضی کشاورزی و همچنین ۶۷۰ هکتار اراضی طبیعی باغی به اراضی شهری تغییر کاربری پیدا کرده‌اند. زبردست و همکاران در سال (۱۳۸۹) روند تغییرات پوشش اراضی منطقه حفاظت‌شده ارسباران را در فاصله زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای IRS و LANDSAT ارزیابی و مساحت‌های استخراج‌شده از نقشه‌های مربوط به پوشش اراضی در دوره‌های زمانی مذکور با هم مقایسه شد. نتایج حاکی از آن است که نواحی مسکونی ۱۴/۷ درصد افزایش‌یافته و بیشترین کاهش مربوط به اراضی جنگلی با ۱۰/۰۵ درصد می‌باشد که مبین افزایش وسعت اراضی شدیداً تخریب یافته انسانی در منطقه حفاظت‌شده ارسباران است. براتی قهفرخی و همکاران در سال (۱۳۸۸) تغییرات کاربری اراضی در زیر حوزه قلعه شاهرخ را با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور در دوره زمانی ۱۳۸۱-۱۳۵۴ را با استفاده از داده‌های سنجنده‌هایETM+، TM و MSS از ماهواره لندست برآورد کرده و دریافتند که طی این سال‌ها تبدیل اراضی مرتعی به دیم‌زارها و زراعت آبی به‌وفور دیده می‌شود. محمد اسماعیل در سال (۱۳۸۹) در تحقیقی با استفاده از قابلیت تکنیک سنجش‌ازدور تغییرات کاربری اراضی شهر کرج و اطراف آن واقع در غرب شهر تهران را به‌منظور تخمین میزان کاهش اراضی کشاورزی و باغی و افزایش سطوح مجموعه شهری در بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۱ (۱۹۸۷ تا ۲۰۰۲ میلادی) موردبررسی قرار داده و برای تعیین انواع کاربری‌های منطقه از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۷ (ETM) استفاده گردید. نتایج با یکدیگر و با واقعیت زمینی مقایسه شد و مشخص گردید کلان‌شهر کرج همانند دیگر کلان‌شهرهای دنیا در طول ۱۵ سال گذشته در اثر تغییر کاربری اراضی تغییرات وسیعی را داشته است. گسترش سریع شهر کرج و حومه به‌ویژه به سمت جنوب و غرب سبب شده اراضی تولیدکننده محصولات زراعی- باغی که دارای شرایط مناسب کشت می‌باشند به واحدهای ساخته‌شده مسکونی، صنعتی و غیره تبدیل گردند. هرساله به‌صورت میانگین ۳۰۰ هکتار به وسعت اراضی ساخته‌شده اضافه‌شده که بخش زیادی از آن با پیشروی در اراضی کشاورزی ایجاد گردیده است.

کیانی سلمی و ابراهیمی(۱۳۹۷) به ارزیابی تغییرات پوشش اراضی شهرکرد پرداخته که نتایج بررسی‌های آن‌ها بیانگر این امر بود که وسعت اراضی سال ۱۳۹۵ نسبت به سال ۱۳۸۲ با افزایش ۱۳ درصدی مواجه بوده ولی فضای سبز شهری

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

افزایشی ۱۱.۶ درصدی داشته است. همچنین میزان تغییرات اراضی با مدل کا-مارکوف برای سال ۱۴۰۵ پیش‌بینی شد که بیانگر ۶.۰۱ درصد رشد شهری است.

جولاپور و همکاران(۱۳۹۵) به مقایسه‌ی میزان کارایی سه روش حداقل فاصله از میانگین، روش متوازی‌السطوح و روش حداکثر احتمال تصاویر ماهواره‌ای در مطالعه تغییر کاربری اراضی شوشتر پرداخته که نتایج ارزیابی‌های ایشان نشان‌دهنده این بود که روش حداکثر احتمال بیشترین میزان دقت را در طبقه‌بندی هر دو گروه داده‌های ماهواره‌ای دارد و در مقابل روش متوازی‌السطوح نیز کمترین میزان دقت را در طبقه‌بندی اراضی توسعه شهری در شوشتر دارد.

الیاسی و همکاران(۱۴۰۰) به ارزیابی کاربری اراضی شهر دهدشت پرداختند که نتایج آن‌ها نشان‌دهنده این بود که گسترش کالبدی شهر در دهه‌های اخیر و افزایش جمعیت منجر به عدم تعادل در پراکنش کاربری‌ها شده که باعث عدم تطابق سرانه‌ی بسیاری از کاربری‌های موجود با ضوابط علمی و استانداردهای معماری و شهرسازی شده است.

میکانیکی و همکاران (۱۴۰۱) تغییرات کاربری اراضی سکونتگاههای روستایی پیراشهری بیرجند را با استفاده از تصاویر ماهواره ای در سالهای ۲۰۰۰، ۲۰۱۰، ۲۰۲۰ مورد مطالعه قرار داده و دریافتند که نتایج حاکی از تغییرات گسترده در منطقه به صورت افزایش بافت فیزیکی مسکونی و کاهش اراضی بایر می باشد.

عدیمی عتیق (۱۴۰۱) در مطالعه ای به تغییرات کاربری اراضی حوزه آبریز لیقوان چای با استفاده از شبکه عصبی و ماشبن بردار با بهره گیری از تصاویر ماهواره ای لندست طی سال‌های ۱۹۸۵، ۲۰۰۶، ۲۰۱۳ پرداخته است که نتایج بیانگر تغییرات کاربری اراضی بایر به باغی، زراعی و مسکونی می باشد.

محمدی (۲۰۱۶) در مطالعه ای به بهینه سازی مدل رشد شهری مبتنی بر سیستم استنتاج فازی عصبی تطبیقی پرداخته است. ایشان دریافت که نتایج مدل ANFIS پیشنهادی که از مزایای استفاده از شبکه های عصبی و منطق فازی به طور همزمان بهره می برد، بهترین عملکرد را در بین مدلهای پیاده سازی شده داشت. همچنین عوامل مهم در توسعه و ارتباط و تأثیر آنها در رشد شهر شناسایی شدند. با توجه به هدف تحقیق که پیدا کردن روشی مبتنی بر محاسبات است که بتواند ماهیت پیچیده پدیده‌های فضایی مانند رشد شهری را به‌طور مؤثر ضبط، تحلیل و مدل‌سازی کند. از روش ANFIS پیشنهادی به دلیل ساختارش قادر به مقابله با پدیده غیرخطی است، استفاده شد. ادغام داده های سنجش از دور، ابزارهای GISو همچنین روش محاسباتی روشی موثر، قابل اعتماد و همچنین علمی برای پایش، تحلیل و مدل سازی پدیده های محیطی در اختیار ما قرار می دهد.

دوگوما اراسو (۲۰۱۷) در پژوهشی با عنوان شناسایی و نظارت بر کاربری اراضی شهری/تغییر پوشش زمین مبتنی بر سنجش از دور پرداخت. داده های تغییر کاربری چندزمانی مبتنی بر سنجش از دور اطلاعاتی را ارائه می دهد که می تواند برای ارزیابی تغییرات ساختاری مورد استفاده قرار گیرد، که می تواند برای جلوگیری از اثرات برگشت ناپذیر و تجمعی رشد شهری به کار رود و برای بهینه سازی تخصیص شهری مهم است. خدمات علاوه بر این، آمار دقیق و جامع تغییر کاربری زمین برای ابداع استراتژی های برنامه ریزی شهری و محیطی پایدار مفید است. بنابراین تخمین نرخ، الگو و نوع تغییرات به منظور پیش‌بینی تغییرات آتی در توسعه شهری بسیار مهم است.

رامانامورتی و ویکتوربابو (۲۰۲۱) در پژوهشی به طبقه‌بندی پوشش کاربری زمین با مرزبندی زمین‌های بایر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور وGIS با بهره مندی از تصاویر ماهواره ای Landsat TM ، Landsat MSS 2000و MSS 2010 در هند پرداختند نتایجشان بیانگر کاهش ۳۰ درصدی زمینهای کشاورزی بوده و همچنین طبقه‌بندی نظارت شده برای تشخیص طبقه‌بندی پوشش کاربری زمین (LULC) پرداختند. طبقات ده کاربری/پوشش زمین از فرآیندهای طبقه بندی شناسایی شده اند. این مطالعه بر شناسایی مرزبندی زمین های بایر و تجزیه و تحلیل تغییرات پوشش زمین بین سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۰ متمرکز بود.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

مبانی نظری

مفهوم رشد و توسعه شهری

توسعه شهری با رشد شهرنشینی نباید یکی شمرده شوند زیرا رشد نقاط شهری با افزایش در اندازه شهرها و گسترش در مقیاس کالبدی آن‌ها مشخص می‌شود ولی توسعه شهری نشان‌دهنده توزیع بهینه دو عامل تعداد شهرها در یک نظام سلسله مراتبی و امکانات و تسهیلات زندگی و موقعیت‌های اشتغال و شکوفایی اقتصادی -اجتماعی در مراکز شهری کشور می‌باشد که در فرایند توسعه شهری، رشد عددی جمعیت و پاسخ‌گویی به نیازها و خواسته‌های آن‌ها دو اصل اجتناب‌ناپذیر قلمداد می‌شوند (اشکوری، ۱۳۷۲: ص ۱۳۶). درنتیجه رشد و گسترش شهری بیانگر رشد فیزیکی شهر است و راهکاری برای آموزش و فرهنگ و بهداشت و... آن شهر اندیشیده نشده و فاقد زیرساخت است (وزارت مسکن و شهرسازی برنامه‌ریزی شهری در پروژه آماده‌سازی زمین، ۱۳۷۶: ص ۱۵).

توسعه شهری

یکی از مهم‌ترین چالش‌های جوامع امروزی، نیل به توسعه، پیشرفت و ترقی است. آرمان «توسعه» یا همان «Development» هدف اصلی بسیاری از فعالیت‌ها و کوشش‌های بشر تلقی می‌گردد. شهر به‌عنوان مکان و بستر فضایی حیات اکثریت ساکنان زمین دارای مفهوم خاصی از توسعه است که می‌بایستی مورد تحلیل قرار گیرد. آن‌چه‌که در مفهوم توسعه دارای وحدت نظر در تمامی مکان‌ها و جوامع می‌باشد، بهبود و پیشرفت تدریجی و همه‌جانبه در تمام ابعاد و عرصه‌های جامعه است، از این رهیافت توسعه، فرآیندی همه‌جانبه و تدریجی می‌باشد و در بلندمدت تحقق می‌یابد. اگر توسعه را گذر از مرحله‌ای به مرحله دیگر معنا کنیم، در بطن مفهوم آن سه واژه کلیدی تحول، تغییر و پیشرفت جای می‌گیرد. تحول، فرایند تغییر در یک دوره طولانی‌مدت، تغییر فرایند قابل‌اندازه‌گیری در دوره کوتاه‌مدت و پیشرفت، روند پویای حرکت و تغییر روبه‌جلو درگذر زمان است. توسعه در لغت به معنای رشد تدریجی در جهت پیشرفته‌تر شدن، قدرتمندتر شدن و حتی بزرگ‌تر شدن است (مکاری، ۱۳۹۰). توسعه شهر فرایندی است متأثر از عوامل اقتصادی، زیست‌محیطی، اجتماعی، سیاسی و جمعیتی که در طول تاریخ مراحل مختلفی را طی کرده است (افراخته و همکاران، ۱۳۹۲).

مدل

مدل نمادی از واقعیت است که ویژگی‌های دنیای واقعی را به صورتی ساده و کلی بیان می‌کند. مدل‌ها دارای سه ویژگی اساسی: داشتن پایه‌ی نظری، انطباق با واقعیت‌ها، پویایی هستند (پورمحمدی، ۱۳۸۸: ص ۶۲). یک مدل نمایش ساده‌شده یک سیستم کالبدی است. مدل‌ها ابزارهایی برای شبیه‌سازی رفتار سیستم‌های کالبدی هستند. آن‌ها می‌توانند تحولات آینده سیستم را پیش‌بینی کنند. کاربردشان در برنامه‌ریزی شهری در پی رسیدن به دو هدف است: شناخت پویایی تحولات شهری که به‌خودی‌خود ابزاری است برای تدوین، اصلاح و آزمایش نظریه رشد شهر و هدف دوم، استفاده از مدل به‌منظور پیش‌بینی وضعیت آینده سیستم موردمطالعه و یا تأثیرگذاری بر روند توسعه شهری بر طبق سیاست‌های عمومی می‌باشد. مدلی که برای پیش‌بینی و طراحی سیستم آینده مورداستفاده قرار می‌گیرد بایستی قادر به توصیف و تشریح سیستم موجود باشد (کریم زاده، ۱۳۹۰: ص ۱۹).

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری

برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، ساماندهی مکانی و فضایی و فعالیت‌ها و عملکردهای شهری بر اساس خواسته‌ها و نیازهای جامعه شهری است و هسته اصلی برنامه‌ریزی شهری را تشکیل می‌دهد.

مراحلی را که بهترین نتیجه را از کاربرد در برنامه‌ریزی شهری به دست می‌آید عبارت‌اند از: استفاده از مدل برای پیش‌بینی روند طبیعی تحولات در سیستم شهری، تمایز میان خصائص مقبول و نامقبول سیستم شهری آینده، تعیین الگوهای مطلوب توسعه، تعیین سیاست‌هایی که توسعه مطلوب را با توجه به این گزینه‌ها مقدور سازد. نتایج این سیاست‌ها را می‌توان در مدل

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

جای‌داده و با استفاده از آن اقدام به پیش‌بینی‌ها نموده و در صورت لزوم بایستی به‌منظور رسیدن به وضعیت مطلوب سیاست‌ها را تنظیم و اصلاح نمود.

رشد شهر و توسعه فیزیکی

در توسعه شهری باید به برابری و تعادل بین کیفیت و کمیت آنچه احداث می‌شود از یک‌سو و از سوی دیگر به تعداد و اندازه جمعیت شهرنشینی که در این مناطق جای می‌گیرند، اهمیت داد. توجه به محیط‌زیست شهری و در نظر گرفتن رفاه و آسایش شهروندان در کنار رعایت اصول زیبایی شهرها از اهداف برنامه‌ریزی شهری است (مشهدیزاده دهاقانی، ۱۳۷۳).

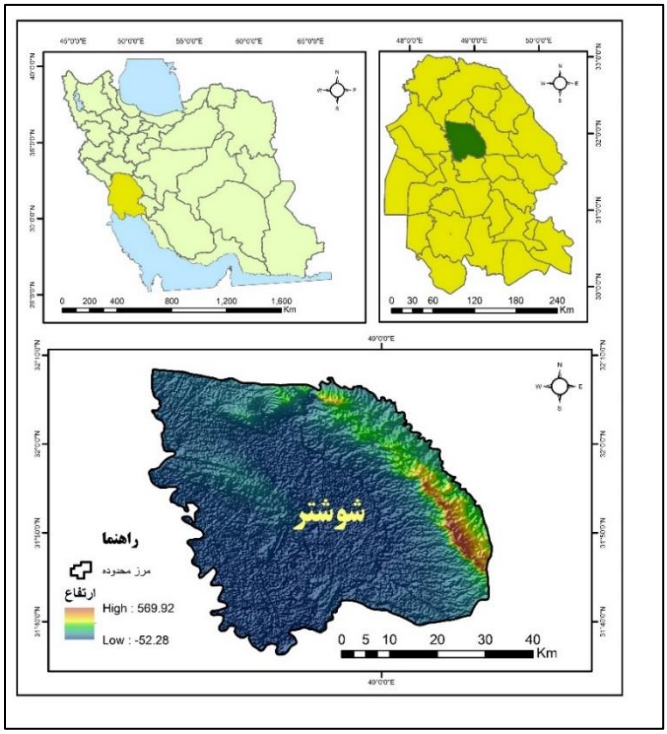
طبقه‌بندی کاربری‌های شهری

اراضی شهری به‌طورکلی به دو گروه عمده زمین‌های دایر و بایر تقسیم می‌شوند زمین‌های دایر زمین‌هایی هستند که زیر ساخت‌وساز رفته‌اند، اما زمین‌های بایر یا خالی زمین‌هایی هستند که کاربری شهری خاصی ندارند (پورمحمدی، ۱۳۸۸).

روش تحقیق

معرفی محدوده موردمطالعه

شهرستان شوشتر در شمال استان خوزستان کشور ایران، بین طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی قرارگرفته است. مطابق سرشماری سال ۱۳۹۰ این شهرستان دارای جمعیتی بالغبر ۱۹۲ هزار نفر بوده است که به‌عنوان پنجاه و هفتیمن شهر کشور از منظر جمعیتی محسوب می‌شود(طرح جامع شوشتر، ۱۳۹۲). همچنین در استان خوزستان نیز چهارمین شهر پرجمعیت پس از شهرهای اهواز دزفول و آبادان است. این شهرستان ازنظر موقعیت جغرافیایی در مرکز و متمایل به شمال استان خوزستان واقع‌شده است. شوشتر به دلیل موقعیت ویژه‌ای که در جلگه خوزستان دارد مهد رودخانه‌های بزرگی چون کارون و دز است؛ که رودخانه‌ی کارون از میان آن با تبدیل به دوشاخه‌ی شطیط و گرگر عبور می‌کند و این شهر را همچون جزیره‌ای در برمی‌گیرد در شکل (۱) موقعیت جغرافیایی این شهرستان در کشور و استان خوزستان به تصویر کشیده شده است.



شکل(۱). موقعیت جغرافیایی محدوده موردمطالعه

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

داده‌های مورداستفاده در این پژوهش

پس از مطالعه و بررسی پژوهش‌های مشابه که به موضوع مدل‌سازی توسعه شهری پرداخته بودند پارامترهای مؤثر در توسعه شهر استخراج‌شده و در این مطالعه نیز مورداستفاده قرار گرفتند که در ادامه پارامترهای مورداستفاده و سپس وضعیت پارامترها در منطقه موردمطالعه بررسی‌شده و تأثیر آنان در توسعه شهر شوشتر بیان و مدل‌سازی می‌گردد. به‌منظور تهیه نقشه قابلیت توسعه شهری یکی از مهم‌ترین مراحل، جمع‌آوری داده و ساخت پایگاه داده مکانی از فاکتورهای مؤثر در فرایند توسعه شهری است. در این تحقیق داده‌های مختلفی برای پیاده‌سازی مورداستفاده قرارگرفته‌اند که در جدول (۱) به این داده‌ها و منابع تهیه آن‌ها اشاره می‌شود.

جدول(۱). داده‌های مورداستفاده در تحقیق به همراه منبع جمع‌آوری آن‌ها

ردیف	نوع داده	منبع جمع‌آوری داده
۱	نقشه کاربری‌های شهری (طرح جامع)	شهرداری شوشتر
۲	DEM خوزستان	سازمان نقشه‌برداری خوزستان
۳	تصاویر سنجنده Landsat	www.earthexplorer.usgs.gov
۴	نقاط برداشت‌شده به‌وسیله GPS دستی	مشاهدات میدانی

جهت طبقه‌بندی کاربری‌های مختلف زمین ازجمله کاربری‌های رودخانه، مناطق شهری، بایر، باغات و بیشه و جنگل از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴(بررسی‌ها در ماه ژوئن که غبار و ابر در آسمان نیست انجام شد) استفاده شد. همچنین برای به دست آوردن نقشه ارتفاعی و نقشه شیب از DEM استان خوزستان با رزولوشن مکانی ۳۰ متر و برای تولید لایه‌های رقومی مختلف کاربری مناطق شهری (مسکونی، مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز صنعتی، روستاهای نزدیک به شهر و ...) از نقشه‌های طرح جامع شوشتر استفاده شد. برای بررسی تهیه داده‌های آموزشی و نیز ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای Landsat از مشاهدات میدانی که توسط GPS دستی تهیه گردید استفاده‌شده است. در ابتدای امر نقشه مربوط به نواحی توسعه‌یافته بین سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ در منطقه موردمطالعه به‌وسیله تفسیر و طبقه-بندی تصاویر ماهواره Landsat و مقایسه‌ی سه نقشه‌ی طبقه‌بندی‌شده تهیه شدند. سپس تمام پنج فاکتور مؤثر در فرایند توسعه شهری که شامل ارتفاع، شیب، فاصله از راه‌ها، فاصله از مناطق مسکونی و محدودیت‌های توسعه است برای کاربرد در مدل نرو-فازی به فرمت رستری تبدیل شدند. در طول این فرآیند از سه نرم‌افزار ArcGIS10.2، ENVI 5.1 و MATLAB به‌عنوان ابزارهای آنالیز جهت مدیریت و کار با داده‌های مکانی استفاده شدند.

روش پژوهش

هوش مصنوعی به هوشی که یک ماشین در شرایط مختلف می‌تواند از خود نشان دهد گفته می‌شود. توسعه رویکردهای مبتنی بر الگوریتم‌های هوش مصنوعی برای مدل‌سازی توسعه شهری از فناوری‌های نوظهور در سال‌های اخیر به شمار می‌روند که می‌تواند مدل‌سازی و توسعه شهری را به‌خوبی بررسی کند. الگوریتم‌های هوش مصنوعی با قابلیت‌های بالقوه‌ای که دارند علاوه بر بررسی توصیفی و مکانی، توانایی پیش‌بینی تغییرات اراضی و توسعه شهری را در صورت انتخاب درست الگوریتم‌های هوش مصنوعی و گزینش صحیح پارامترهای مؤثر در مدل‌سازی را با دقت بالا دارند. این پژوهش با استفاده از مدل‌سازی توسعه شهری با تکیه‌بر الگوریتم استنتاج نرو-فازی انجام شد. جهت انجام این تحقیق با بررسی‌های مقدماتی منطقه‌ای، منطقه موردمطالعه انتخاب شد؛ و برای پردازش داده‌های مورداستفاده (داده‌های دورسنجی تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های کاربری‌های شهری) در دو بخش کاملاً جداگانه این داده‌ها آنالیز گردیده‌اند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

بخش اول داده‌های دورسنجی تصاویر ماهواره‌ای

پس از تهیه داده‌های دورسنجی، تطابق هندسی تصاویر به یک مبنا (نقشه یا تصویر دیگر) بر روی آن‌ها انجام‌شده و سپس با استخراج اطلاعات موردنظر پژوهش به روش‌های مختلف نظیر طبقه‌بندی (حداکثر احتمال) و تفسیر بر روی مانیتور به بررسی صحت و دقت اطلاعات استخراج‌شده از مقایسه نتیجه طبقه‌بندی با واقعیت‌های زمینی به روش نمونه‌گیری پرداخته و برای ورود اطلاعات به محیط GIS، تصاویر ماهواره‌ای برای کاربری‌های مختلف (رودخانه، بایر، بیشه و جنگل، باغات و مناطق شهری) رقومی سازی شدند.

بخش دوم داده‌های انواع کاربری‌های شهری

برای داده‌های کاربری‌های مختلف شهری نیز با تهیه داده‌های کاربری‌های مختلف شهری و رقومی سازی آن کاربری‌ها (مراکز صنعتی، فضای آموزشی، مسکونی، مراکز بهداشتی و درمانی و ...) به‌صورت جداگانه، فاصله اقلیدسی برای هر کاربری رقومی‌سازی شده اعمال شد؛ و در ادامه آموزش الگوریتم استنتاج نرو-فازی با استفاده از داده‌های سال ۱۹۹۱ و ۲۰۰۳ در محیط نرم‌افزار MATLAB انجام و به پیش‌بینی روند توسعه شهری برای سال ۲۰۱۴ پرداخته و درنهایت امر با صحت سنجی مدل با استفاده از مقایسه نقشه‌های رقومی شده در سال ۲۰۱۴ و پیش‌بینی انجام‌شده توسط مدل‌سازی مربوط به سال ۲۰۱۴ انجام شد و نتایج به‌دست‌آمده مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. در شکل (۲) مراحل مختلف انجام تحقیق به‌صورت فلوچارت نمایش داده‌شده است.



شکل(۲). فلوچارت انجام پژوهش (منبع: نگارندگان)

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

مدل استنتاج نرو-فازی تطبیقی (ANFIS)

در این پژوهش از سیستم استنتاج فازی عصبی به‌عنوان روشی ابتکاری که در راستای ایجاد سیستم‌های هوشمند است و امروزه به‌شدت موردتوجه مجامع علمی قرارگرفته است، بحث و ابراز نظر خواهد شد و به جهت پیش‌بینی توسعه شهری در منطقه موردنظر از این مدل قدرتمند استفاده خواهد گردید.

یکی از سیستم‌های استنتاج نرو- فازی، سیستم استنتاج نرو- فازی تطبیقی (ANFIS) است که ترکیبی از شبکه‌های عصبی و منطق فازی است که امکان ترسیم دانش شبکه‌های عصبی را با استفاده از منطق فازی به‌طور کامل امکان‌پذیر می‌نماید (کیا و همکاران ۱۳۹۴). یک سیستم استنتاج نرو- فازی در حقیقت یک شبکه عصبی است که ازلحاظ ساختار مشابه با سیستم استنتاج فازی است (کیا و همکاران، ۱۳۹۴) و (قادری و محمودی، ۲۰۱۹). مأموریت قوانین اگر- آنگاه فازی ساخت دانش کارشناس است که از شبکه‌های عصبی به‌منظور بهینه‌سازی توابع عضویت جهت کمینه کردن نرخ خطا در خروجی استفاده می‌گردد.

مزیت سیستم استنتاج نرو فازی

سیستم استنتاج نرو-فازی در مدل‌سازی پدیده‌های پیچیده مانند رشد شهری که عوامل مکانی متفاوتی بسیار خوب عمل می‌کند. هدف مهم‌تری که این تحقیق مدل‌سازی و نیز بحث کالیبراسیون مدل و استخراج قوانین فازی می‌باشد؛ زیرا در سایر روش‌ها که به آن‌ها اشاره شد (شبکه عصبی و سیستم فازی) تعیین پارامترهای مؤثر و وزن هرکدام بسیار دشوار است. لیکن در این تحقیق با استفاده از شبکه نرو- فازی تمام پارامترهای مؤثر در پروسه شبیه‌سازی در طول زمان آموزش شبکه به‌صورت اتوماتیک تنظیم می‌شوند، درحالی‌که در سایر روش‌ها وزن‌دهی به این متغیرها بایستی توسط کاربر انجام گیرد. این مدل از ترکیب دو ساختار شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی تشکیل‌شده است که در این ساختار هم از مزایای شبکه‌های عصبی و هم سیستم‌های فازی بهره‌گیری شده است. به این معنی که از خصوصیت آموزش‌پذیری شبکه‌های عصبی و همچنین از ویژگی توانایی مدل‌سازی استنتاج سیستم‌های فازی که باعث افزایش دقت می‌شود، در فازی استفاده‌شده است (ریاحی و همکاران، ۱۳۹۳). در این تحقیق با استفاده از شبکه نرو- فازی تمام پارامترهای مؤثر در پروسه شبیه‌سازی در طول زمان آموزش شبکه به‌صورت اتوماتیک تنظیم می‌شوند همچنین در مدل‌سازی با استفاده از سیستم‌های استنتاج نرو فازی تطبیقی امکان ترسیم دانش شبکه‌های عصبی را با استفاده از منطق فازی به‌طور کامل امکان‌پذیر می‌نماید و این امر مدل‌سازی پدیده‌های پیچیده مانند رشد شهری بسیار قابل‌درک‌تر و روند مدل‌سازی و وزن دهی را بسیار آسان‌تر می‌کند.

بحث و نتایج

جلوگیری از تغییر کاربری نابهنگام و برنامه‌ریزی نشده و همین‌طور توسعه ناخواسته شهری بدون زیرساخت‌های موردنیاز مشکلاتی عدیده‌ای را به همراه دارد که اگر متولیان امر مدیریت شهری بتوانند روند توسعه شهری را پیش‌بینی کنند می‌توانند ابتدا زیرساخت‌ها را به سمت مکان‌های مستعد توسعه شهری هدایت کنند و سپس ساختمان‌های موردنیاز را احداث نمایند. به‌این‌ترتیب در هزینه‌ها صرفه‌جویی قابل‌توجهی می‌گردد. مدل‌سازی توسعه شهری این چالش بزرگ را در بحث مدیریت شهری برطرف می‌کند که اگر با برنامه‌ریزی درست همراه باشد نتیجه بهتری به همراه خواهد داشت. با بررسی در تحقیقات مشابه در زمینه مدل‌سازی توسعه شهری پارامترهای مؤثر در توسعه استخراج‌شده و در این تحقیق نیز مورداستفاده قرارگرفته‌اند. در ادامه وضعیت پارامترها در منطقه موردمطالعه بررسی‌شده و تأثیر آنان در توسعه شهر شوشتر بیان‌شده و مدل‌سازی می‌گردد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

تصاویر ماهواره‌ای

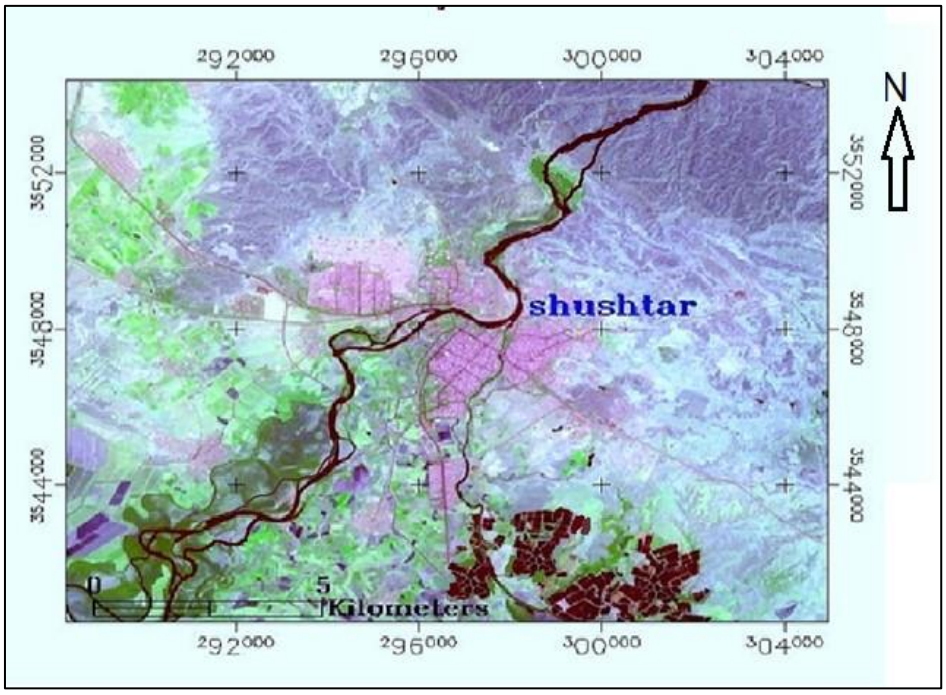
بخشی از داده‌های اصلی این پژوهش (کاربری‌های عمده شهرستان نظیر مناطق بایر، رودخانه، بیشه و جنگل، منطقه شهری و باغات) از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های مختلف ماهواره لندست می‌باشد که در جدول (۲) و اشکال (۳ تا ۵) نمایش داده می‌شوند.

جدول(۲). مشخصات تصاویر ماهواره‌ای بکار رفته به‌منظور استخراج نقشه کاربری اراضی

ردیف	ماهواره	سنجنده	قدرت تفکیک	تعداد باند	سال تصویربرداری
۱	Landsat5	TM	۲۸/۵ متر	۷	۱۹۹۱
۲	Landsat7	+ETM	۱۵ متر و در باند حرارتی ۶۰ متر	۸	۲۰۰۳
۳	Landsat8	OLI-TIRS	۳۰ متر	۱۱	۲۰۱۴



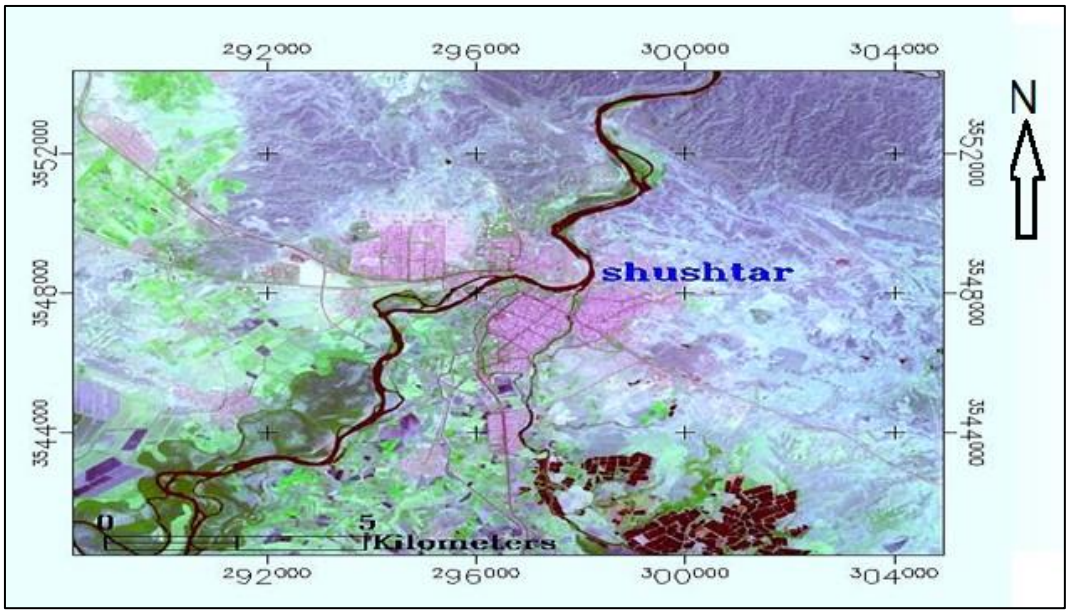
شکل (۳). تصویر RGB سنجنده TM ماهواره لندست ۵ شماره ردیف و گذر ۳۸- ۱۶۵ تاریخ ۱۹۹۱/۰۶/۰۷



شکل (۴). تصویر RGB سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ شماره ردیف و گذر۳۸- ۱۶۵ تاریخ ۲۰۰۳/۰۶/۲

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

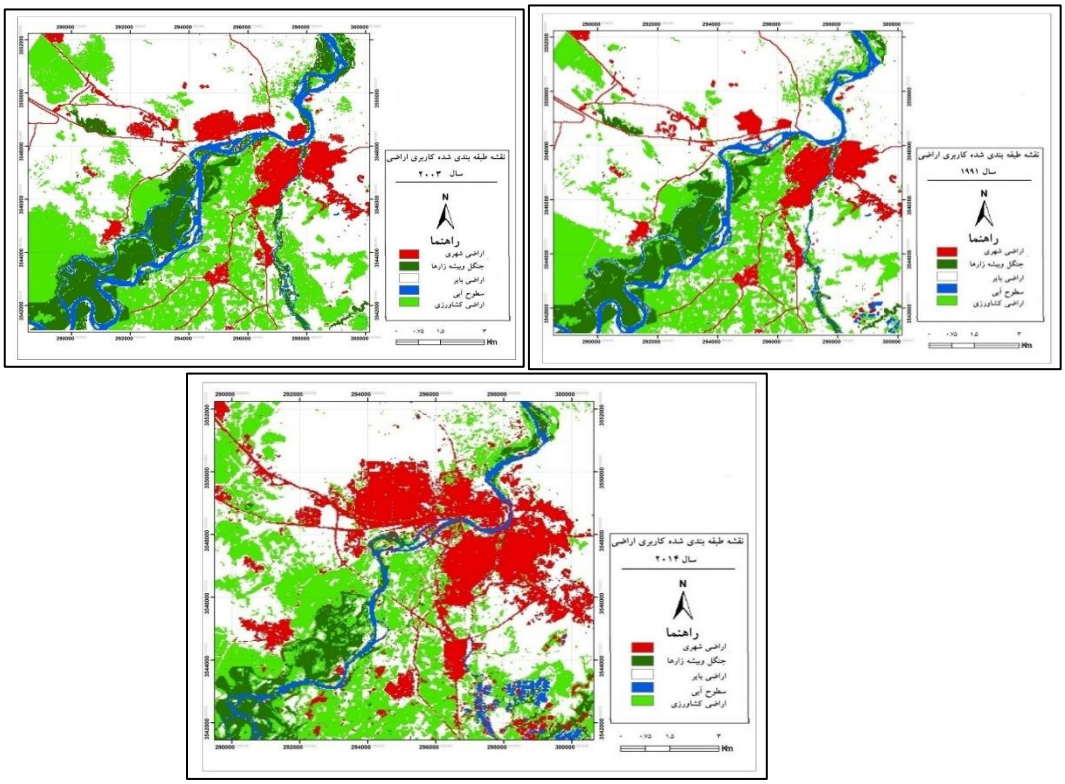
[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]



شکل (۵). تصویر RGB سنجنده OLI ماهواره لندست ۸ شماره ردیف و گذر۳۸- ۱۶۵ تاریخ ۲۰۱۴/۰۶/۱۰

بررسی طبقات مختلف کاربری اراضی منطقه موردمطالعه

در مطالعه صورت گرفته جهت بررسی تغییرات کاربری اراضی، با توجه به وجود آشنایی با منطقه موردمطالعه و مطالعه چشمی تصاویر با استفاده از ساخت ترکیب رنگی حقیقی و کاذب مشخص گردید که طبقات و کلاس‌های قابل‌طبقه‌بندی در تصاویر عبارت است از: توسعه شهری یا اراضی ساخته‌شده، سطوح آبی، اراضی بایر، اراضی کشاورزی، جنگل، بیشه‌زارها و مراتع. لازم به ذکر است که منظور از طبقه اراضی بایر، تمامی اراضی خالی از پوشش و بسیار کم پوشش و رهاشده می‌باشد. نتایج حاصل از نقشه طبقه‌بندی نظارت‌شده در سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ در اشکال (۶) ارائه‌شده است.

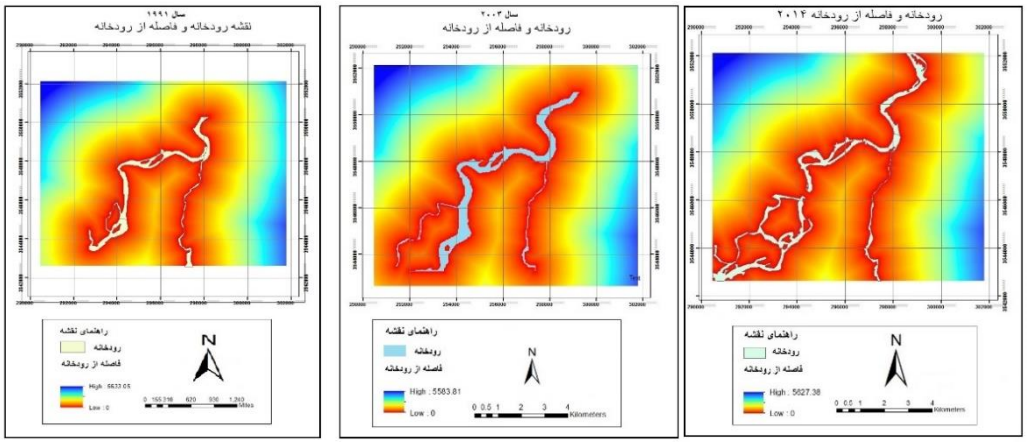


اشکال (۶). نقشه طبقه‌بندی‌شده کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

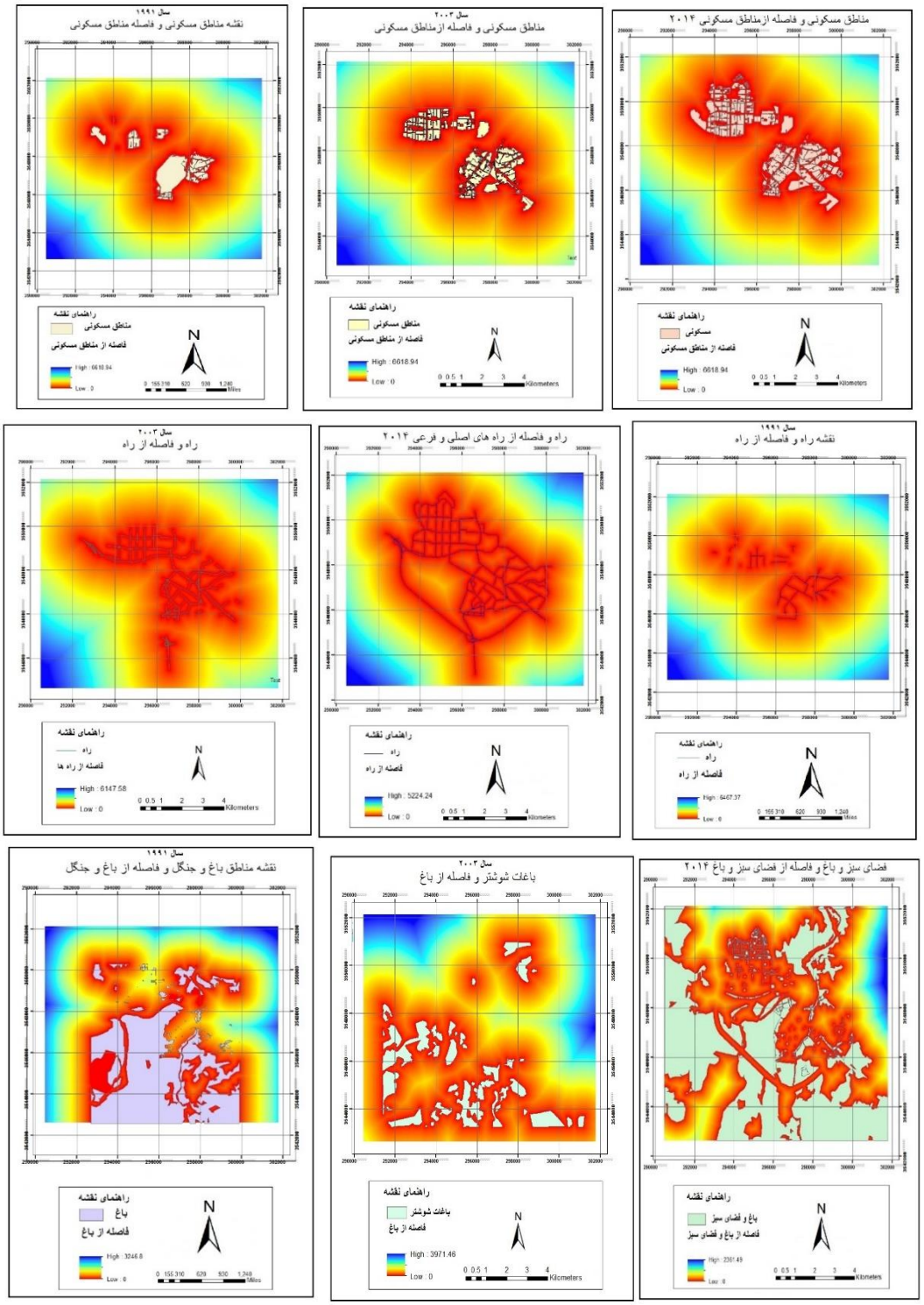
[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

در ادامه موقعیت جغرافیایی و سیر تاریخی شهرستان شوشتر ازنظر ارزیابی مکانی و شرایط محیطی آن به‌منظور تأثیرات آن در امکانات و محدودیت توسعه شهری و روند رشد آن طی سال‌های گذشته بررسی می‌شود که در اشکال (۷) نقشه‌های مربوطه طی سال‌های (۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴) ارائه‌شده است؛ که با مقایسه تغییرات صورت گرفته در پارامترهای اصلی تحقیق (آموزشی، بهداشتی و درمانی، فضای سبز، مناطق بایر، محدوده اصلی شهر و مسکونی) در سال‌های موردمطالعه نشان می‌دهد که در سال ۱۹۹۱ از کل سطح حوزه مساحتی حدود ۵۹۸ هکتار را اراضی شهری و ساخته‌شده تشکیل داده است و همچنین فضای سبز (شامل: اراضی کشاورزی، فضای سبز درون‌شهری، بیشه‌ها و جنگلی) با مساحتی حدود ۲۶۷۶.۴ هکتار، مراکز آموزشی با مساحتی حدود ۲۲.۸ هکتار، روستاهای نزدیک به شهر با مساحتی حدود ۷۲.۹ هکتار، راه‌ها و جاده‌ها به طول حدود ۲۱.۴ کیلومتر، مراکز بهداشتی و درمانی با مساحتی حدود ۱۲.۸ هکتار، اراضی بایر با مساحتی حدود ۱۹۲۱.۲ هکتار و مسکونی با مساحتی حدود ۳۴۹.۹ هکتار کاربری‌های مختلف منطقه را تشکیل می‌دهند. همچنین در سال ۲۰۰۳ از کل سطح حوزه مساحتی حدود ۱۹۸۲.۶ هکتار را اراضی شهری و ساخته‌شده تشکیل داده است و همچنین فضای سبز (شامل: اراضی کشاورزی، فضای سبز درون‌شهری، بیشه‌ها و جنگلی) با مساحتی حدود ۳۷۴۰.۳هکتار، مراکز آموزشی با مساحتی حدود ۸۶.۲ هکتار، روستاهای نزدیک به شهر با مساحتی حدود ۱۲۲ هکتار، راه‌ها و جاده‌ها به طول حدود ۵۹.۲ کیلومتر، مراکز بهداشتی و درمانی با مساحتی حدود ۲۶.۴ هکتار، اراضی بایر با مساحتی حدود ۲۳۵۹.۹ هکتار و مسکونی با مساحتی حدود ۵۷۸.۷ هکتار کاربری‌های مختلف منطقه را تشکیل می‌دهند؛ و در سال ۲۰۱۴ از کل سطح حوزه مساحتی حدود ۲۴۴۴.۸ هکتار را اراضی شهری و ساخته‌شده تشکیل داده است و همچنین فضای سبز (شامل: اراضی کشاورزی، فضای سبز درون‌شهری، بیشه‌ها و جنگلی) با مساحتی حدود ۴۸۲۲.۵ هکتار، مراکز آموزشی با مساحتی حدود ۱۰۳.۷ هکتار، روستاهای نزدیک به شهر با مساحتی حدود ۲۶۴.۳ هکتار، راه‌ها و جاده‌ها به طول حدود ۱۰۰.۹ کیلومتر، مراکز بهداشتی و درمانی با مساحتی حدود ۳۶.۱ هکتار، اراضی بایر با مساحتی حدود ۳۱۵۴.۴ هکتار و مسکونی با مساحتی حدود ۸۰۴.۹ هکتار، طبقات مختلف منطقه را تشکیل می‌دهند.



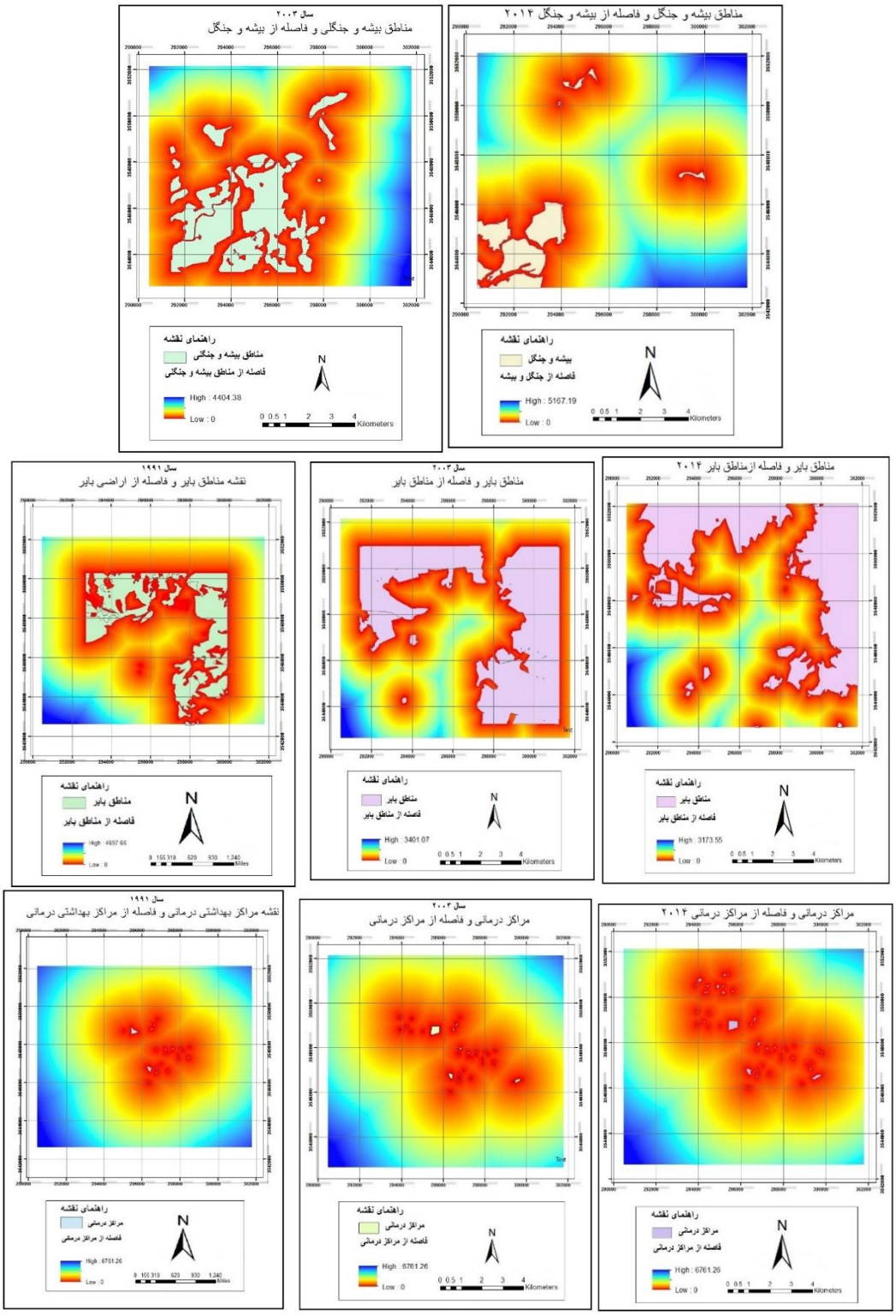
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]



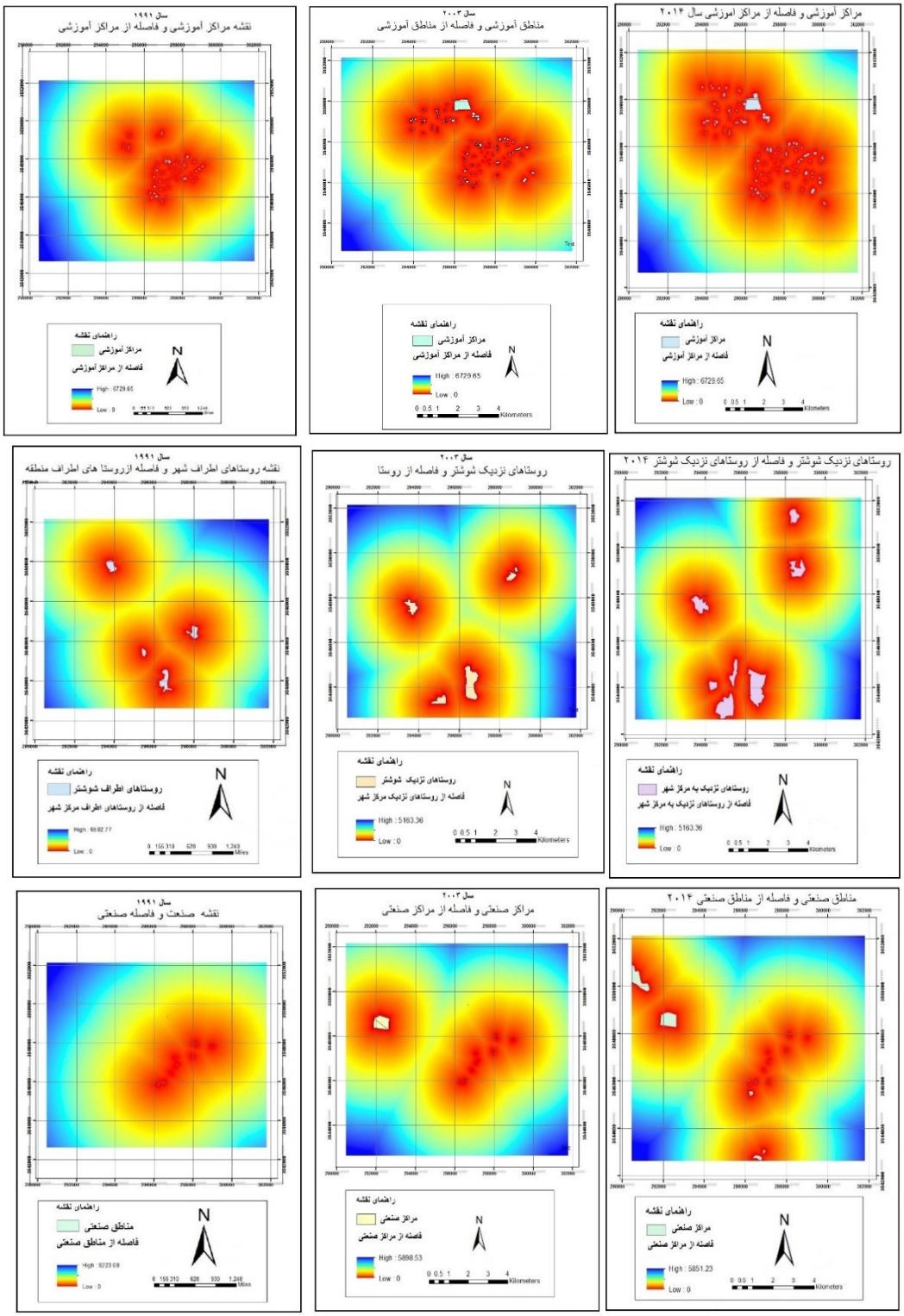
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]



[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]



اشکال(۷). بررسی پارامترهای اصلی تحقیق (آموزشی، بهداشتی و درمانی، فضای سبز، مناطق بایر، محدوده اصلی شهر و مسکونی) در منطقه موردمطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نرم‌افزار ENVI طی سال‌های ۱۹۹۱، ۲۰۰۳ و ۲۰۱۴ (منبع: نگارندگان)

مدل‌سازی با استفاده سیستم استنتاج نرو- فازی (ANFIS)

در این مرحله پس از نرمالیزه کردن داده‌ها، داده‌های آموزشی تعیین و اعتبار سنجی نیز صورت پذیرفت. به‌منظور ارزیابی مدل نیز از پارامترهای آماری ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و ضریب همبستگی (R2) استفاده می‌شود. برای اجرای

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

مدل از محیط anfisedit در نرم‌افزار Matlab استفاده می‌شود. جهت مدل‌سازی برای روش و توابع عضویت فازی مختلف موردبررسی قرار گرفت تا بهترین نتایج ممکن به دست آید. توابع عضویت به کار گرفته‌شده در این تحقیق عبارت‌اند از: توابع عضویت مثلثی ۱، ذوزنقه‌ای ۲، گوسی ساده ۳، گوسی دوطرفه مرکب ۴، زنگی شکل ۵، سیگموئیدی تفاضلی ۶، سیگموئیدی انبوهشی ۷ و pi شکل.

جهت آموزش و آزمودن شبکه در ساختار ANFIS، ابتدا با فراخوانی دستور anfisedit در محیط نرم‌افزار متلب که شامل مراحل ذیل می‌شود:

بخش ۱: در این قسمت عملیات بارگذاری، رسم و پاک کردن داده‌های آموزش و صحت سنجی با استفاده از گزینه Load Data انجام می‌گیرد.

بخش ۲: در این قسمت ایجاد و بارگذاری اولیه انفیس صورت می‌پذیرد، در این تحقیق جهت ایجاد ساختار اولیه ANFIS از تکنیک جداسازی تورانه‌ای استفاده می‌شود که در اینجا توابع عضویت مختلف و همچنین و همچنین تعداد توابع عضویت مشخص می‌شوند.

بخش ۳: در این بخش آموزش صورت می‌گیرد، در این تحقیق جهت آموزش داده‌ها از روش بهینه‌سازی Hybrid که ترکیبی از روش حداقل مربعات خطا و روش کاهش شیب پس از انتشار می‌باشد، مورداستفاده قرارگرفته چون نتایج بهتری نسبت به روش بهینه Backpropaga دارد. در این مرحله نیز تعداد دوره‌ها و خطای مطلوب نیز مشخص می‌شود.

بخش ۴: در این بخش تائید اعتبار داده‌های آموزش‌دیده صورت می‌پذیرد.

مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از مدل استنتاج فازی- عصبی تطبیقی

حال به مدل‌سازی توسعه شهری منطقه موردمطالعه با استفاده از مدل استنتاج فازی- عصبی تطبیقی (ANFIS) می‌پردازیم و نتایج R2 و RMSE توابع عضویت مختلف در جدول (۳) ارائه گردیده است.

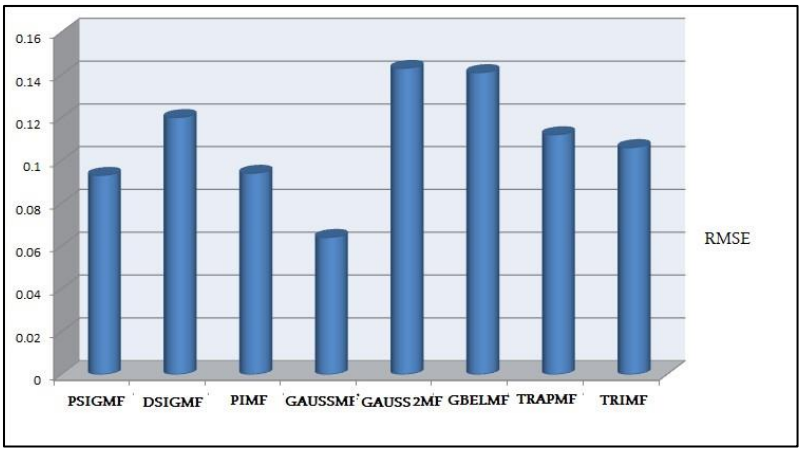
جدول (۳). نتایج حاصل از مدل‌سازی شهری به‌وسیله مدل استنتاج فازی- عصبی تطبیقی

روش آموزش سیستم	تعداد دوره‌ها	RMSE	۲R	توابع عضویت
Hybrid	53	0.093	0.924	trimf
Hybrid	53	0.12	0.8648	Trapmf
Hybrid	53	0.094	0.9424	Gbelmf
Hybrid	53	0.064	0.9434	gaussmf
Hybrid	53	0.143	0.9091	gauss2mf
Hybrid	53	0.141	0.9067	Dsigmf
Hybrid	53	0.112	0.9083	Psigmf
Hybrid	53	0.106	0.9195	Pimf

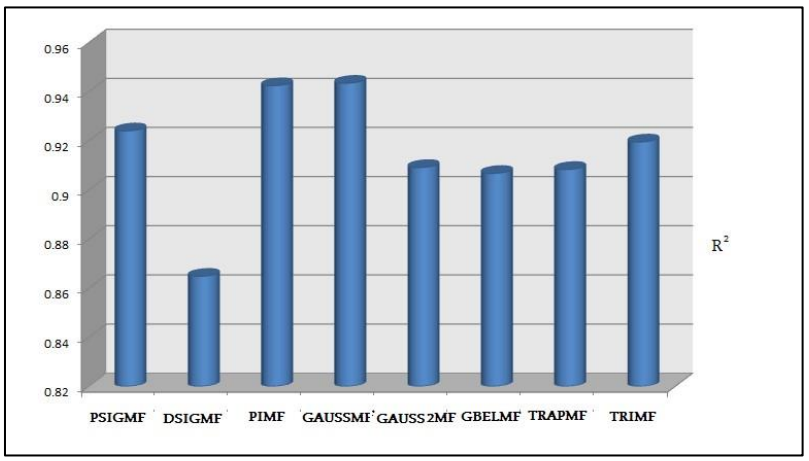
با توجه به نتایج حاصله فوق مشخص گردید که بهترین نتیجه در مدل‌سازی به‌وسیله سیستم استنتاج فازی- عصبی تطبیقی در توسعه شهری شوشتر با تابع عضویت گوسین ساده (gaussmf) که دارای کمترین مقدار RMSE= ۰/۰۶۴ و بالاترین مقدار R2= ۰/۹۴۳ می‌باشد. در اشکال (۸ و ۹) به ترتیب مقدار RMSE و مقدار R2 را نمایش می‌دهد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]



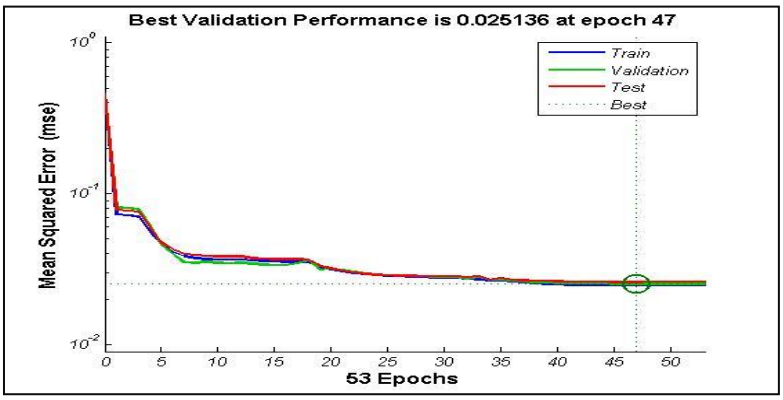
شکل (۸). ارزیابی مدل با RMSE مربوط به مدل ANFIS



شکل (۹). ارزیابی مدل با R2 مربوط به مدل ANFIS

ارزیابی خروجی مدل

برای ارزیابی نتایج مدل در منطقه موردبررسی، میزان شباهت داده‌های خروجی از مدل برای سال ۲۰۱۴ و مقدار واقعی در همان سال موردبررسی و ارزیابی قرار گرفت که از میزان ۴۷۸۰۴ داده ورودی، ۳۰۰۶ داده نادرست بودند و با واقعیت زمینی همخوانی نداشتند که این میزان داده نادرست مدل‌سازی شده نسبت به داده‌های درست مدل‌سازی شده نشان‌دهنده دقت ۹۳.۷٪ مدل‌سازی توسط الگوریتم استنتاج نرو فازی تطبیقی است. در شکل (۱۰) به‌صورت نمودار داده‌های مدل‌سازی شده با داده‌های واقعی را نشان می‌دهد.



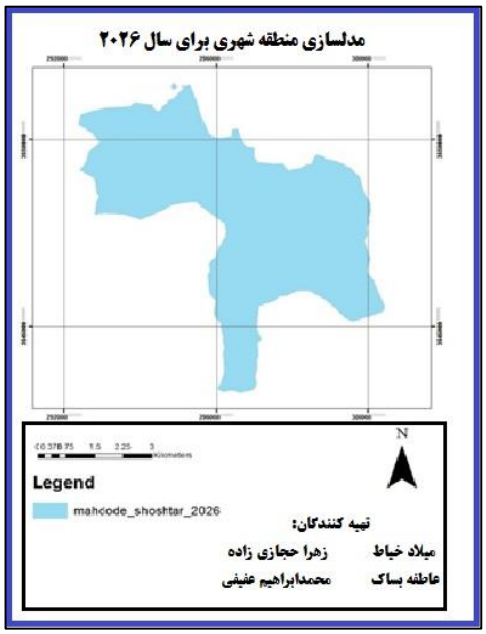
شکل (۱۰). ارزیابی خروجی مدل

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

پیش‌بینی توسعه شهری (شوشتر)

یکی از مهم‌ترین اهداف مدل‌سازی، پیش‌بینی حالت‌هایی است در واقعیت قابل تجربه نیستند و یا به هر دلیلی قادر به تجربه‌ی آن نیستیم. در مورد مدل‌سازی توسعه شهری هم هدف اصلی پیش‌بینی توسعه‌ی شهر در زمان‌های آینده است تا بتوان تصمیمات بهتری برای بهبود آن لحاظ کرد. مثلاً در این تحقیق می‌توان توسعه شهر شوشتر را برای گام بعد از سال ۲۰۱۴، یعنی ۲۰۲۶ را طبق مدل ساخته‌شده، پیش‌بینی کرد و تصمیم‌گیری‌های لازم را اتخاذ نمود. شکل(۱۱) تصویر پیش‌بینی‌شده‌ی شهری سال ۲۰۲۶ را برای شهر شوشتر نشان می‌دهد.



شکل (۱۱). نمایش تصویر پیش‌بینی‌شده‌ی شهری سال ۲۰۲۶ برای شهر شوشتر

نتیجه‌گیری

در این پژوهش از الگوریتم‌های هوشمند (سیستم استنتاج نرو-فازی تطبیقی) برای شناسایی و بهبود درک ما از نیروهای کاربری زمین که بر توسعه شهری تأثیر می‌گذارند و نیز برای یافتن محتمل‌ترین مکان‌ها برای توسعه شهری آینده شهر شوشتر، استفاده گردیده است. یکی از اصلی‌ترین قابلیت‌های مدل‌ها، توانایی‌شان در پیش‌بینی آینده بر اساس گذشته است. مدل استنتاج نرو-فازی به‌عنوان مدل برآورد تجربی با رویکرد اطلاعات محور، علاوه بر بهره‌گیری از این قابلیت، امکان انتخاب متغیرهای مستقل متعدد را نیز فراهم می‌آورد. نتایج حساسیت سنجی مدل نشان داد متغیرهای کاربری زمین دارای تأثیر معنادار زیادی بر رشد شهری در دوره زمانی ۱۹۹۱-۲۰۱۴ در شوشتر بودند، چراکه هر پنج کاربری مورداستفاده به‌نوعی تأثیرگذارترین متغیرها بر رشد بوده‌اند. در حقیقت، امکان وزن دهی و کالیبره شدن خودکار، از قابلیت‌های مدل استنتاج نرو فازی تطبیقی است. نتایج مقایسه شبیه‌سازی نهایی برای سال ۲۰۱۴ با واقعیت موجود در همان سال با روش صحت کلی اعتبار سنجی شد. از بین ۴۷۸۰۴ داده موردبررسی ۳۰۰۶ داده غلط بودند که با استفاده از روش کلی ۹۳.۷٪ صحت مدل‌سازی ارزیابی‌شده است؛ که نشان‌دهنده موفقیت مدل به روش سیستم استنتاج نرو فازی در پیش‌بینی موقعیت مکان‌های محتمل برای تبدیل به کاربری شهری در زمان آینده است. مدل نشان می‌دهد که به پارامترهای مرتبط با شیب زمین، با توجه بر تأثیر بسزای آن در مقوله شهرسازی در این شهر، وزن و ارزش شبیه‌سازی قابل‌توجهی تخصیص نیافته و در محدوده‌هایی که تصور می‌رفت شهرنشینی صورت نخواهد گرفت این عمل اتفاق افتاده که با توجه به ماهیت کوهستانی بودن محدوده، قرارگیری در بین موانع طبیعی توسعه و روند توسعه قبلی، این نتایج مستدل می‌گردند. از سویی دیگر زمین‌های کشاورزی و مرتعی دارای قابلیت زیادی برای توسعه‌اند. با توجه به داده‌های کاربری زمین حاصل از طبقه‌بندی تصاویری ماهواره‌ای در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

این مطالعه، کاربری مرتع همراه با زمین‌های دیم در منطقه‌ی موردمطالعه، کاربری غالب به شمار می‌آید. از طرفی، به دلیل تعدد متغیرهای مورداستفاده، امکان دخالت دادن عوامل تأثیرگذار بیشتری در مدل وجود دارد. ازلحاظ زیست‌محیطی و تأثیرات رشد شهری بر اکوسیستم منطقه به‌طورکلی نتایج حاکی از تخریب اکوسیستم کشاورزی به‌ویژه باغات ارزشمند می‌باشد که یکی از منابع اصلی اقتصادی برای شهر و منطقه می‌باشند. در سال‌های اخیر روشن‌شده است که توسعه شهری و گردآمدن جمعیت‌ها در یک نقطه شهری، علاوه بر آن‌که مسائل و مشکلات فراوان زیست‌محیطی را به همراه داشته، حیات همه موجودات و به‌خصوص اکوسیستم‌های حیاتی سیاره زمین را با دشواری‌های فراوان مواجه ساخته است. در این مطالعه تهدیدی که از طریق رشد و توسعه شهری بر اکوسیستم کشاورزی و مرتعی تحمیل می‌گردد، با رویکردهای آماری به‌وضوح نشان داده‌شده است. بی‌شک شهرنشینی و شهرسازی را باید از مهم‌ترین عوامل تخریب محیط‌زیست برشمرد. رشد فیزیکی شهرها اراضی مرغوب کشاورزی را بلعیده و از بین برده است و متأسفانه بسیاری از بناها یا ساختمان‌های شهر بر بستر خاک‌های مناسب برای زراعت در اراضی مرغوب استقراریافته‌اند (Gharagozlou 2004). درهرحال پیش‌بینی موقعیت‌های شهری جدید یکی از اهداف مدل‌های کاربری زمین است؛ که برای یافتن مکان‌های مناسب شهری، تمرکززدایی و ایجاد تعادل در محیط‌زیست، کاهش بحران‌های زیست‌محیطی و توزیع مناسب خدمات عمومی شهری، تفکر و نظریه‌های برنامه‌ریزی شهری بر اساس دیدگاه‌های آمایش سرزمین و محیط‌زیست شکل گیرد تا مانع اوج‌گیری بحران‌ها گردد. از سوی دیگر، توسعه شهرها را که از جنبه‌های مختلف برای ادامه حیات انسان ضروری است نمی‌توان محدود ساخت بلکه باید آن‌ها را به‌تناسب نیازهای امروز و فردای جوامع، مجهز و مهیا کرد؛ البته به‌گونه‌ای که از وارد آمدن آسیب بر محیط‌زیست نیز جلوگیری به عمل آید. بنابراین به‌منظور کاهش مشکلات، انجام مطالعات بر اساس برنامه‌ریزی‌های علمی و آماری و استفاده از دانش روز ضروری است. درنهایت پیش‌بینی دقیق توسعه شهری با توجه به ماهیت پیچیده رشد شهری و سیاست‌های غیرقابل‌پیش‌بینی و بدون برنامه مدیران شهری در کشورهای درحال‌توسعه‌ای نظیر ایران غیرممکن است. بر این اساس پیش‌بینی انجام‌شده توسط مدل استنتاج نرو فازی تطبیقی علی‌رغم دستیابی به نتایج خوب نمی‌توانند به‌عنوان ملاک عمل در این نوع شرایط مدنظر قرار گیرد، بلکه می‌تواند به‌عنوان وسیله جهت شناخت عوامل و عناصر مهم و مؤثر بر رشد شهری و کشف الگوهای محتمل رشد شهری گذشته به‌منظور اتخاذ سیاست‌های بهتر در نظام مدیریتی شهری و متعاقباً حرکت به سمت پایداری در ابعاد مختلف اقتصادی، فرهنگی، اجتماعی مورد بهره‌برداری قرار گیرد. از سوی دیگر دستیابی به سیستم جامعی که بتواند پیچیدگی‌های شهری را در قالب مدلی با دقت بالا شبیه‌سازی نماید یکی از چالش‌های اصلی می‌باشد. این سیستم می‌بایستی دربرگیرنده فرآیندهای تأثیرگذار بر توسعه شهری در هر دو بعد فضایی و زمانی باشد و با افزایش دقت کالیبراسیون سیستمی کارآمد و نزدیک به واقعیت فراهم آورد. مدل کردن تغییرات شهری می‌تواند به‌عنوان ابزار در جهت تکمیل‌کنندگی سیاست‌های برنامه‌ریزان و درک پیچیدگی‌های سیستم کاربری ضروری به نظر می‌رسد. مدل‌های شبیه‌سازی قانون-محور، مانند مدل شبکه خودکار برای مشارکت دادن آثار متقابل مکانی و بهره‌گیری از پویایی زمانی بسیار مطلوب هستند. اگرچه مدل‌های شبکه خودکار برای شبیه‌سازی الگوهای مکانی و درک فرآیندهای مکانی-زمانی رشد شهری مفید هستند، اما واردکردن متغیرهای اقتصادی- اجتماعی کافی در این مدل‌ها به دشواری انجام می‌شود.

پیشنهادات

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی و تفکیک طیفی بالاتر می‌تواند منجر به تهیه اطلاعات قابل‌اطمینان‌تر مکانی و توصیفی می‌گردد، همچنین دقت مدل را تا حد قابل‌توجهی بالاتر می‌برد. لذا پیشنهاد می‌شود از تصاویر با قدرت تفکیک مکانی و تفکیک طیفی بالا در مطالعات بعدی استفاده شود.

احداث سد گتوند علیا بر روی گنبد نمکی در آینده موجب تغییرات گسترده کاربری اراضی خوزستان در بخش اراضی بیشه، جنگلی و باغی خواهد شد. این تغییرات در شوشتر به علت نزدیک‌تر بودن به سد مذکور بیشتر نمود پیدا خواهد کرد. به علت اینکه این سد به‌تازگی آبگیری گردیده، هنوز تأثیرات مخرب آن بر اقلیم منطقه مشخص نگردیده لذا پیشنهاد می‌گردد محققان در تحقیقات آینده اثرات این سد بر اراضی پایین‌دست را نیز موردبررسی قرار دهند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

استفاده از سری زمانی بیشتر بین این بازه زمانی مطالعه حاضر مسلماً امکان ردیابی تغییرات کاربری اراضی را بهتر امکان‌پذیر خواهد نمود.

به علت نداشتن نقشه‌های منطقه نظامی (تیپ ۴۵ تکاور) حدود این ارگان قابل‌بررسی نبود و باید در صورت امکان موردمطالعه قرار گیرد.

با توجه به اینکه تصاویر ماهواره که در این پژوهش ارائه گردیده همه در ماه تابستان هستند مشاهده اراضی کشاورزی به روش کشت دیم که در شهرستان شوشتر بسیار کاربرد دارد و در فصل زمستان مورداستفاده قرار می‌گیرد وجود ندارد. پیشنهاد می‌گردد محققین در تحقیقات آتی تأثیر کشت دیم بر کاربری‌های اراضی خصوصاً کاربری بایر و کاربری اراضی کشاورزی را موردبررسی قرار دهند.

داده‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی و همچنین جنس خاک، ارزش زمین می‌تواند در رشد شهری تأثیر بسزایی داشته باشد. پیشنهاد می‌گردد محققین، در تحقیقات آتی تأثیر این آیتم‌ها بر رشد شهری را مورد ارزیابی قرار دهند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

منابع

احمدی ندوشن، مژگان؛ منوری، سیدمسعود، سفیانیان، علیرضا، فاخران اصفهانی، سیما. (۱۳۹۳). آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی و سیمای سرزمین شهرستان خمینی شهر با استفاده از سنجش از دور و GIS؛ اولین همایش ملی محیط زیست.

آرخی، صالح؛ نیازی، یعقوب؛ ارزانی، حسین (۱۳۹۰). مقایسه تکنیک های مختلف پایش تغییر کاربری اراضی/پوشش گیاهی با استفاده از RS & GIS (مطالعه موردی حوزه دره شهر-استان ایلام). فصلنامه علوم محیطی, ۸(۳).

اصغری زمانی، اکبر؛ ملکی، سعید؛ موحد، علی (۱۳۸۹). پیش بینی تغییرات کاربری اراضی شهر زنجان با استفاده از مدل CLUE_S؛ مجله جغرافیا و توسعه ی ناحیه ای، ۱۵.

افراخته، حسن، عزیزپور، فرهاد، شمسی، رقیه، (۱۳۹۲)، بررسی جایگاه روستاهای شهری در طرح‌های توسعه شهری (مطالعه موردی: طرح جامع تهران، تفضیلی و الگوی توسعه منطقه یک)، نشریه سپهر، ۲۲(۸۷): ۱۰۳-۱۱۲.

الیاسی، ابراهیم؛ ابرکار، تیمور؛ ابرکار، مینا (۱۴۰۰). ارزیابی کاربری اراضی شهری، شهر دهدشت. جغرافیا و روابط انسانی، ۴(۳): ۹۶-۱۴۶.

براتی قهفرخی، سوسن، سلطانی کوپایی، سعید، خواجه الدین، سید جمال، رایگانی، بهزاد، (۱۳۸۸)، بررسی تغییرات کاربری اراضی در حوزه قلعه شاهرخ با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور (دوره زمانی ۱۳۵۴،۱۳۸۱)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، (۴۸).

پورمحمدی، محمدرضا، (۱۳۸۸)، برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات سمت، چاپ اول.

جولاپور، مائده؛ میرزایی ارجنکی، سیریحیی؛ ورشوساز، کتایون (۱۳۹۵). بررسی روند تغییرات کاربری اراضی کشاورزی و توسعه شهری شهرستان اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و سیستم اطلاعات جغرافیایی در سال‌های ۱۹۹۱ و ۲۰۱۰، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم محیط‌زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات خوزستان.

روستا، زهرا، منوری، سیدمسعود، درویشی، مهدی، و فلاحتی، فاطمه. (۱۳۹۱). کاربرد داده های سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در استخراج نقشه های کاربری اراضی شهر شیراز. آمایش سرزمین، ۴(۶)، ۱۴۹-۱۶۴. SID. https://sid.ir/paper/219598/fa

ریاحی، صالح، نصرآبادی، محسن، موسوی، سید محمد، (۱۳۹۳)، کاربرد سامانه های هوشمند و روش های اماری در تخمین توزیع غلظت رسوبات معلق، نشریه دانش آب و خاک، جلد ۲۴، شماره ۳

زبردست، لعبت، جعفری، حمیدرضا، باده یان، ضیاالدین، و عاشق معلا، مریم. (۱۳۸۹). ارزیابی روند تغییرات پوشش اراضی منطقه حفاظت شده ارسباران در فاصله زمانی ۲۰۰۲, ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸ میلادی با استفاده از تصاویر ماهواره ای. پژوهش های محیط زیست، ۱(۱)، ۲۳-۳۳. SID. https://sid.ir/paper/192340/fa

طرح جامع شوشتر، ۱۳۹۲.

عدیمی عتیق, فاطمه. (۱۴۰۱). ارزیابی تغییرات کاربری اراضی با استفاده ازروش های شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان. نشریه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در علوم محیطی, ۲(۳), ۸۲-۶۹. doi: 10.22034/rsgi.2022.15376

عسگری مجاز، رسول، رضا حسامی، مسعود، رجبی، محمدعلی، ناصری، فرزین (۱۳۹۲)، مدل‌سازی توسعه شهری با استفاده از سیستم استنتاج نرو- فازی و سیستم های اطلاعات مکانی ، وزارت صنعت و معدن.

قادری، کمال؛ محمودی، پروانه (۲۰۱۹). مروری بر سامانه استنتاج عصبی فازی تطبیقی و نتایج کاربرد آن در برآورد رواناب ایران، سومین همایش ملی دانش و فناوری کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست ایران.

کریم زاده، د (۱۳۹۰)، مدل‌سازی فضایی زمانی توسعه شهری با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای و الگوریتم‌های هوشمند (مطالعه موردی شهر مهاباد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد در رشته‌ی شهرسازی، دانشگاه شیراز، دانشکده هنر و معماری.

کیا، عیسی؛ عمادی، علیرضا؛ فضل اولی، رامین (۱۳۹۴). بررسی امکان کاربرد سیستم استنتاج فازی-عصبی تطبیقی(ANFIS) در برآورد بار رسوب معلق بابل رود . پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۶(۱۱): ۱۵-۲۳.

کیانی سلمی، الهام؛ ابراهیمی، عطاالله، (۱۳۹۷)، ارزیابی تغییرات پوشش اراضی شهرکرد و پیش‌بینی آینده آن با بهره‌گیری از داده‌های دور سنجی و مدل CA-Markov، فصلنامه علمی پژوهشی برنامه‌ریزی فضایی(جغرافیا)، ۸(۲۸).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]

محمداسماعیل, زهرا. (۱۳۸۹). پایش تغییرات کاربری اراضی کرج با استفاده از تکنیک سنجش از دور. پژوهش های خاک, ۲۴(۱), ۸۱-۸۸. doi: 10.22092/ijsr.2010.126531

مشهدیزاده دهاقانی، ناصر(۱۳۷۳)، تحلیلی بر ویژگی های برنامه ریزی شهری در ایران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت

مکانیکی، جواد؛ کیمیایی، رضا؛ اشرفی، علی (۱۴۰۱). تحلیل فضایی تغییرات کاربری اراضی سکونتگاه‌های روستایی پیراشهری بیرجند. روستا و توسعه پایدار فضا, ۳(۲), ۱۲۱-۱۳۹.

وزارت مسکن و شهرسازی برنامه‌ریزی شهری در پروژه آماده‌سازی زمین، ۱۳۷۶: ص ۱۵.

Erasu D (2017) Remote Sensing-Based Urban Land Use/Land Cover Change Detection and Monitoring. J Remote Sensing & GIS 6: 196. doi:10.4172/2469-4134.1000196

Gharagazlou, A., 2004, GIS and Environmental Planning and Assessment, National Cartographic Center Research Institute of NCC.

https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-Report.pdf

Mohammady, S. (2016). Optimization of adaptive neuro fuzzy inference system based urban growth model. *City, Territory and Architecture*, *3*, 1-15.

Ramanamurthy, B. V., & Victorbabu, N. (2021). Land Use Land Cover (LULC) classification with wasteland demarcation using remote sensing and GIS techniques. In *IOP conference series: materials science and engineering* (Vol. 1025, No. 1, p. 012035). IOP Publishing.

www.earthexplorer.usgs.gov

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOI: 10.61186/jgs.25.76.24]