Journal of Geography and Planning
Online ISSN: 2717-3534 Print ISSN: 2008-8078
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

Evaluation of the Development of Residential Areas and the Impact of Geomorphologic Status of the Area on Future Development of Baneh City Using LCM Model

Asadollah Hejazi [1*] | **Atrin Ebrahimi** [2]

1. Associate Professor in Geomorphology Group in Tabriz University, Tabriz, Iran. E-mail: S.hejazi@tabriz.ac.ir
2. Phd Student in Geomorphology Group in Tabriz University, Tabriz, Iran. E-mail:ebrahimiasad955@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received 20 May 2022
Received in revised form 10 July 2022
Accepted 10 October 2023
Published online 19 February 2024

Keywords:
Baneh, Development of Settlement, Geomorphology, LCM

ABSTRACT

The growth rate of urban population varies in different regions, and the role and position of cities in this area is very influential. Baneh is now considered one of the most important cities in the west of the country, which is very much considered, and due to its commercial location, the urban population and the expansion of its urban settlements are in a steady rising trend. Due to the geomorphologic situation of the area, the development of the settlement areas of this city is confronted, and as a result of the development of this city, many settlements are located in areas that are geomorphologically part of the hazardous areas. Considering the above mentioned cases in this research, the Baneh urban development process from 1992 to 2017 has been evaluated and the aim of this research is to evaluate the Baneh urban development process during the period 1992 to 2017, and then on the basis of it, the development rate the city of Baneh will be projected until 2030. The research data included Landsat satellite imagery of 1992, 2001, 2011, and 2017, as well as information layers including DEM 30m. Data analysis was performed using two ARC GIS and IDRISI software. In this research, using satellite imagery of land use, a study area was developed from 1992 to 2017, and based on these maps, the LCM model predicts the development of residential areas by 2030. The results of the present study indicate that during the period 1992 to 2017 the size of the residential areas increased from 9 km2 to 20 km2, as well as the results of the prediction of the development of residential areas also indicate that the size of the restricted settlement areas until 2030 It will reach about 27.7 square kilometers.

Cite this article: Hejazi, A; Ebrahimi, A. (2024). Evaluation of the Development of Residential Areas and the Impact of Geomorphologic Status of the Area on Future Development of Baneh City Using LCM Model. *Journal of Geography and Planning*, 27 (86), 41-52. http//doi.org/10.22034/GP.2022.51431.3000

© The Author(s).
Publisher: University of Tabriz.
DOI: http//doi.org/10.22034/GP.2022.51431.3000

Extended Abstract

Introduction

Urbanization has now become one of the changing factors in the earth's surface, with population growth having shrunk about a third of the earth's surface over the past hundred years. Studies have shown that the urban areas of our country, due to their unlimited and unplanned expansion, have led to the dismantling and destruction of natural environments, and this process has led to moving around and changing land use. The growth rate of urban population varies in different regions, and the role and position of cities in this area is very influential. One of the areas encountered with increasing urban population is Baneh. Baneh is currently considered one of the most important cities in the west of the country, which is very much considered, and due to its commercial location, the urban population and the expansion of its urban residential areas are undergoing a significant upward trend. Due to the geomorphologic situation of the area, the development of the settlement areas of this city is confronted, and as a result of the development of this city, many settlements are located in areas that are geomorphological part of the hazardous areas. Considering the above mentioned cases, this study evaluates the urban development process from 1990 to 2020, and the purpose of the present study is to evaluate the urban development trend of Baneh during the period 1990 to 2020, and then on the basis of the city development rate Baneh predicts by 2030.

Data and Method

Considering the aim of the present study is to evaluate the development trend of Baneh residential areas, LCM model is used in this research. The research data included Landsat satellite imagery of 1990, 2000, 2010, and 2020, as well as information layers including DEM 30m. Data analysis was performed using two ARC GIS and IDRISI software. The general stages of the work are as follows: first, the land use map of the study area was developed over the years 1990 to 2020, and then, based on them, using the LCM model, the development process of the Baneh settlement is planned for 2030.

Results and Discussion

Considering the increasing trend of the population of Baneh and parallel expansion of the settlements in recent years, the land use status of the study area has changed so that along with the increase of settlements, the area of rangeland and agricultural land has been reduced. In the study area, the presence of mountain topographic conditions has caused the development of these areas to be influenced by the geomorphologic situation of the region. During different periods of development of settlements in the Baneh city, the dominant directions of development of residential areas were different. Considering that one of the important goals of urban planners is proper navigation and control of the development of residential areas towards hazardous areas, in this research, a map of the development of residential areas has been developed over time periods. The results indicate that in general from 1990 to 2020, the northern and western areas of Baneh have had the largest change. Finally, based on land use changes from 1990 to 2020, a map of the projected expansion of residential areas by 2030 is provided.

Conclusion

The results of the land use extraction during the studied periods indicate that the residential areas of the study area increased by 11 km2 from 1990 to 2020, so that the size of the settlements increased from 9 km2 to 20 km2. Among the time periods studied, the largest amount of development was in the period from 2010 to 2020, about 5 km2 to the size of the residential area. A review of the process of changes has shown that during the period from 1990 to 2020, the northern and western areas of Baneh had the largest change. According to the objectives of this research, based on the development of residential areas during the previous periods and with regard to the geomorphic status of the study area, the development of the settlements in the study area will be predicted by 2030, which, based on the results of the expansion, The residential areas of the study area ranged from 20 square kilometers to 27.4 square kilometers. The set of the above results indicates the high development of the Baneh residential areas. Considering that the study area is facing many geomorphologic constraints, the unplanned development of settlement areas will move the population towards hazardous areas, thus urban planning authorities have to determine the appropriate ways of developing habitats based on the increasing trend and the potential for increasing settlements, and to prevent these areas from moving to risky areas.

Keywords: Baneh, Development of Settlement, LCM

Refrences

Batty, M.,(2005), Cities and Complexity, Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals, the MIT Press, Cambridge Massachusetts, 15 (3):115-127

Dandapat, K., Panda, G. 2018. A geographic information system-based approach of flood hazards modelling, Paschim Medinipur district, West Bengal, India. Juornal of Jamba. 10 (1): 518.

Dewan, A.M., and Y. Yamaguchi, 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, Applied Geography 29: 390–401

Eastman,J. R. (2006). IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA. P: 328

Gibreel, T.M., S. Herrmann, K. Berkhoff, E.A. Nuppenau & A. Rinn, 2014. "Farm Types as an Interface between an Agro-Economical Model and CLUE-Naban Land Change Model: Application for Scenario Modeling", Ecological Indicators, No. 36, pp. 766– 778

Gutman, Garik. Janetos, Anthony. C. Justice, Christopher. O. Moran, Emilio. F. Mustard, John. F. Rindfuss, Ronald. R. Skole, David. Turner, Billy Lee. Cochrane, Mark. A. (2004). Remote sensing and digital image processing, Volume 6, land change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface. Springer

Khoi, D. D. and Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2(5), 1249–1272

Khoi,D.D., Y.,Murayama., (2010). Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2 (5), 1249–1272

Liu, Y.,(2012), Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata, the photogrammetric record, 12 (2): 235-247

Roy, H.G. Fox, D.M. and. Emsellem, K (2014): Predicting Land Cover Change in a Mediterranean Catchment at Different Time Scales. Lect Notes Comput Sc Springer. 5, pp: 315-330, [doi: 10.1007/978-3-319-09147-1_23].

Tewolde, M.G., and P. Cabral, 2011. Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea, Remote Sensing 3: 2148-2165.

Yang, Xiaojun and Li, Jonathan. (2013). Advances in mapping from remote sensor imagery: techniques and applications. CRC Press, Taylor & Francis Group

جغرافیا و برنامه ریزی
شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۸۰۷۸ شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۳۵۳۴
Homepage: https://geoplanning.tabrizu.ac.ir

ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی و تاثیر وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه در توسعه آینده شهر بانه با استفاده از مدل LCM

سید اسد اله حجازی [۱*] | عطرین ابراهیمی [۲]

۱. دانشیار گروه ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ایمیل:S.hejazi@tabriz.ac.ir
۲. دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز، تبریز، ایران.ایمیل:ebrahimiasad955@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۱۱/۳۰

کلیدواژه‌ها:
بانه، توسعه سکونتگاه، ژئومورفولوژی، LCM

چکیده

میزان رشد جمعیت شهری در مناطق مختلف متفاوت است و نقش و موقعیت شهرها در این میزان بسیار تاثیرگذار است. شهر بانه در حال حاضر یکی از مهم‌ترین شهرهای غرب کشور محسوب می‌شود که بسیار مورد توجه قرار دارد و با توجه به موقعیت تجاری که دارد جمعیت شهری و گسترش نواحی سکونتگاهی شهری آن با روند قابل توجهی در حال افزایش است. با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه، توسعه نواحی سکونتگاهی این شهر با محدودیت‌هایی مواجه است و به همین دلیل در ادامه روند توسعه این شهر، بسیاری از سکونتگاها در مناطقی استقرار می‌یابند که از نظر ژئومورفولوژی جزء مناطق مخاطره آفرین هستند. با توجه به موارد مذکور در این تحقیق به ارزیابی روند توسعه شهری بانه از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ پرداخته شده است و هدف از تحقیق حاضر این است تا روند توسعه شهری بانه در طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ ارزیابی و سپس بر مبنای آن، میزان توسعه شهر بانه را تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی کرد. داده‌های تحقیق شامل تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ و همچنین لایه‌های اطلاعاتی از جمله DEM ۳۰ متر و به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات از دو نرم افزار ARC GIS و IDRISI استفاده شده است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تهیه شده است و سپس بر مبنای این نقشه‌ها با استفاده از مدل LCM میزان توسعه نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی شده است. نتایج تحقیق حاضر بیانگر این است که در طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ وسعت نواحی سکونتگاهی از ۹ کیلومترمربع به ۲۰ کیلومترمربع افزایش یافته است و همچنین نتایج حاصل از پیش بینی میزان توسعه نواحی سکونتگاهی نیز بیانگر این است که وسعت نواحی سکونتگاهی محدود مطالعاتی تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۲۷/۴ کیلومترمربع خواهد رسید.

استناد: حجازی، سیداسداله؛ ابراهیمی، عطرین(۱۴۰۲). **ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی و تاثیر وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه در توسعه آینده شهر بانه با استفاده از مدل** LCM • *جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷ (۸۶)، ۵۲-۴۱.

http//doi.org/ 10.22034/GP.2022.51431.3000

ناشر: دانشگاه تبریز.

© نویسندگان.

مقدمه

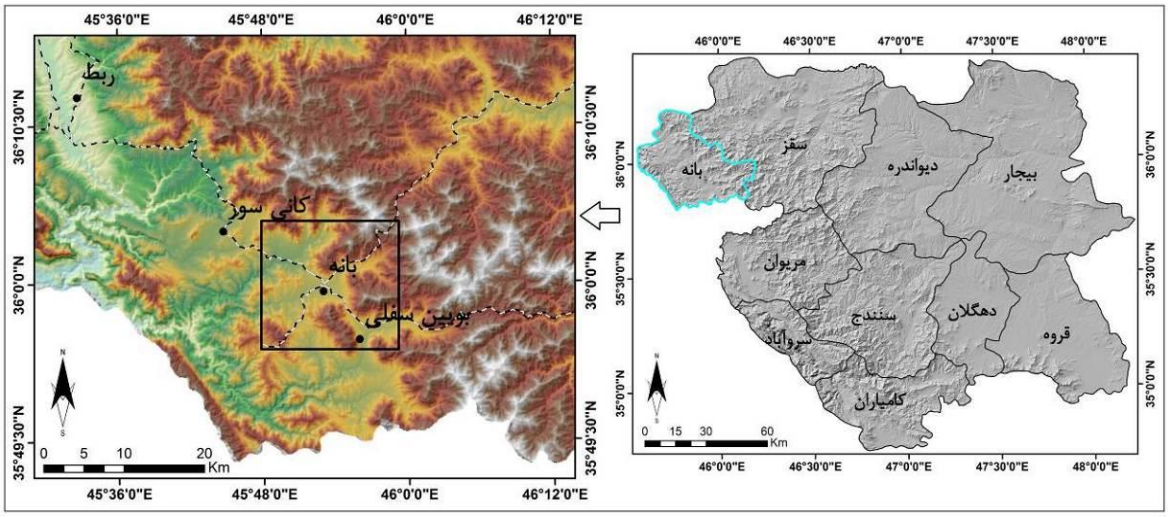
با توجه به رشد شهرنشینی در قرن حاضر می‌توان گفت جهان در سده بیست و یکم دچار شهرنشینی فرایندهای شده است. به‌طوری که در سال ۱۹۰۰ تنها ۱۳ درصد جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کردند اما هم‌اکنون بیش از نیمی از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند (لیو[1]، ۲۰۱۲: ۲۴۱). بیش‌ترین میزان این رشد جمعیت در آینده در کشورهای در حال توسعه، به‌ویژه کشورهای کم‌تر توسعه‌یافته اتفاق خواهد افتاد (توالد و کابرال[2]، ۲۰۱۱: ۲۱۵۰) و این افزایش جمعیت سبب پراکندگی، گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست محیطی می‌شود (دووان و یاماگوچی[3]، ۲۰۰۹، ۳۹۰). در واقع می‌توان گفت که امروزه شهرنشینی به‌عنوان یکی از عوامل تغییردهنده سطح زمین تبدیل شده است (گاتمن و همکاران[4]، ۲۰۰۴)، به‌طوری‌که افزایش جمعیت در صد سال گذشته حدود یک‌سوم از سطح زمین را تغییر داده است (یانگ و لی[5]، ۲۰۱۳). مطالعات انجام شده بیانگر این است که نواحی شهری کشور ما با توجه به گسترش نامحدود و بدون برنامه خود سبب دست‌اندازی به محیط‌های طبیعی و از بین بردن آن‌ها شده‌اند (جوادیان کوتنایی و همکاران، ۱۳۹۳) و این روند موجب حرکت به سمت پیرامون و تغییر کاربری اراضی شده است (باتی[6]، ۲۰۰۵:۱۲۶). میزان رشد جمعیت شهری در مناطق مختلف متفاوت است و نقش و موقعیت شهرها در این میزان بسیار تاثیرگذار است. یکی از مناطقی که با افزایش جمعیت شهری مواجه است، شهر بانه است. بانه در حال حاضر یکی از مهم‌ترین شهرهای غرب کشور محسوب می‌شود که بسیار مورد توجه قرار دارد و با توجه به موقعیت تجاری که دارد؛ جمعیت شهری و گسترش نواحی سکونتگاهی شهری آن با روند قابل توجهی در حال افزایش است. با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه، توسعه نواحی سکونتگاهی این شهر با محدودیت‌هایی مواجه است و به همین دلیل در ادامه روند توسعه این شهر، بسیاری از سکونتگاها در مناطقی استقرار می‌یابند که از نظر ژئومورفولوژی جزء مناطق مخاطره آفرین هستند. با توجه به موارد مذکور در این تحقیق به ارزیابی روند توسعه شهری بانه در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ پرداخته شده است.

در مورد توسعه نواحی سکونتگاهی تحقیقات مختلفی صورت گرفته است که در ادامه به تشریح پاره‌ای از آن‌ها پرداخته شده است. خوی و مارایاما[7] (۲۰۱۰) از مدلساز تغییر زمین و شبکه عصبی مصنوعی برای مدلسازی تغییرات جنگل در پارک ملی تام داو استفاده کردند. از تصاویر ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۷ به‌عنوان ورودی مدل آشکارسازی و پیش‌بینی تغییرات سطح جنگل برای سال‌های ۲۰۱۴ و ۲۰۲۱ بهره جستند. نتایج آن‌ها نشان داد که جنگل اولیه از ۱۸/۰۳ درصد در سال ۲۰۰۷ به ۱۵/۱۰ درصد در سال ۲۰۱۰ کاهش یافته است و این مقدار در سال ۲۰۲۱ به ۱۲/۶۶ درصد کاهش خواهد یافت. روی و همکاران[8] (۲۰۱۴) به پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در مقیاس‌های زمانی مختلف در حوضه آبریز دریای مدیترانه در جنوب شرقی فرانسه پرداختند. نتایج حاکی از رشد بالای نواحی شهری و به تبع آن کاهش اراضی کشاورزی بوده است. آنان استفاده از روش مدلسازی تغییرات زمین را یکی از کاربردی‌ترین مدل‌های پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی می‌دانند. گبرییل و همکاران[9] (۲۰۱۴) برای شبیه‌سازی کاربری اراضی از مدل تلفیقی VFHM و CLUE-s در بخشی از چین استفاده نمودند. از مدل VFHM با توجه به تقاضای انواع کاربری اراضی برای طراحی سناریوها استفاده شد. سپس با استفاده از مدل CLUE-s تخصیص مکانی صورت گرفته و کاربری اراضی برای آینده شبیه‌سازی شد. دنداپات و پاندا[10] (۲۰۱۸) مناطق در معرض سیلاب

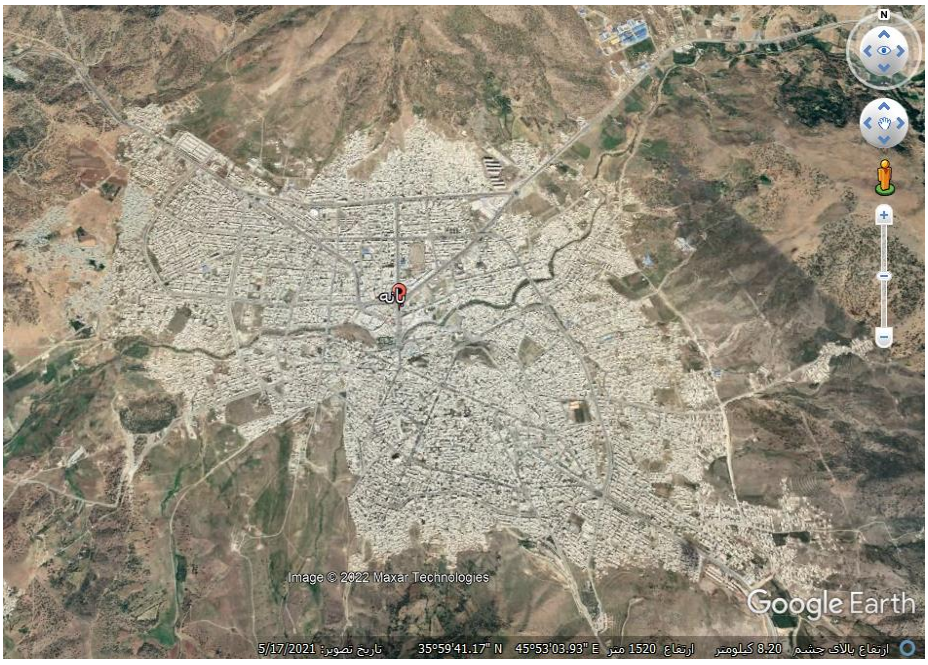
1. Liu
2. Tewolde & Cabral
3. Dewan & Yamaguchi
4 . Gutman
5 . Yang & Li
6. Batty
7 . Khoi & Murayama
8. Roy et al
9. Gibreel et al
10 . Dandapat & Panda

در بنگال غربی را با استفاده از مدل سیستم اطلاعات جغرافیایی شناسایی کرده‌است. آرخی (۱۳۹۳) به پیش‌بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در منطقه سرابله پرداخته است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال ۱۳۶۷، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ وضعیت کاربری اراضی منطقه مشخص شده است و سپس با استفاده از مدل LCM بر پایه شبکه‌های عصبی مصنوعی و تحلیل زنجیره مارکوف وضعیت کاربری اراضی منطقه برای سال ۱۴۰۰ پیش‌بینی شده است. عطا و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه و مدل CA_MARKOV در شهر گنبدکاووس پرداختند. برای این منظور از تصاویر سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۷۹ و ۱۳۸۹ استفاده شده است. پس از تهیه نقشه کاربری اراضی با استفاده از مدل CA_MARKOV پیش‌بینی تغییرات شهر گنبدکاووس برای سال‌های آینده صورت گرفته است. نتایج بیانگر این است که رشد شهر گنبدکاووس طی سال‌های آینده به سمت زمین‌های زراعی آبی در پیرامون جنوب، جنوب شرقی و شرق پیش خواهد رفت. نگهبان و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی تغییرات خط ساحلی با استفاده از سنجش از دور در محدوده ساحلی دریای عمان از چابهار تا بندر تنگ پرداختند. نتایج این تحقیق بیان کننده این است که بیش‌ترین تغییرات در محدوده شهر چابهار، کنارک و اسکله‌ها و بنادری است که در محدوده ساحلی این منطقه ایجاد شده است. عامل مهم و تاثیرگذار دیگر در پسروی خط ساحلی این منطقه حجم زیاد رسوب‌گذاری در مصب رودخانه‌های این محدوده می‌باشد. عامل دیگر که باعث بالا آمدگی ساحل این منطقه شده تکتونیک می‌باشد. یمانی و همکاران (۱۳۹۶)، چالش‌های محیطی توسعه نواحی سکونتگاهی شهر پاوه را مورد ارزیابی قرار دادند. در این تحقیق روند توسعه شهر پاوه در طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۳ مورد بررسی قرار گرفته شده است و نقش عوامل ژئومورفولوژی در روند توسعه نواحی سکونتگاهی و چالش‌های پیش‌روی توسعه این نواحی مورد ارزیابی قرارگرفته شده است. نگهبان و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی روند توسعه فیزیکی شهر سنندج به سمت مناطق مستعد وقوع مخاطرات محیطی پرداخته‌اند. محمدخان و همکاران (۱۳۹۸) به پیش‌بینی روند توسعه شهری مریوان به سمت مناطق مخاطره‌آفرین با استفاده از تصاویر چند زمانه پرداختند. در راستای تحقیقات صورت گرفته، هدف از تحقیق حاضر این است تا روند توسعه شهری بانه در طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ ارزیابی و سپس بر مبنای آن، میزان توسعه شهر بانه را تا سال ۲۰۳۰ پیش بینی کرد.

محدوده مطالعاتی: محدوده مطالعاتی شامل محدوده شهری بانه است که از نظر موقعیت جغرافیایی در عرض ۳۶ درجه شمالی و طول ۴۵ درجه و ۵۳ درجه شرقی قرار دارد. شهر بانه به عنوان مرکز شهرستان در ۱۵۰ کیلومتری (فاصله مستقیم) شمال غرب شهر سنندج و در ارتفاع ۱۵۴۰ متری از سطح دریا قرار دارد. شهرستان بانه از شمال و قسمتی از مغرب به آذربایجان غربی (شهرستان‌های بوکان و سردشت)، قسمتی از مغرب و جنوب به خاک عراق (پیشرفتگی شلیر) و از مشرق به شهرستان سقز محدود است (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه به دلیل قرار گرفتن در غرب استان و در مسیر بادهای غربی، از بارش قابل توجهی برخورد است به‌طوری‌که میانگین بارش سالانه این شهرستان حدود ۶۵۰ میلی‌متر است و با توجه به اینکه در عرض‌های جغرافیایی بالا قرار دارد اغلب بارش‌های زمستانه این منطقه به‌صورت برف است (سازمان هواشناسی استان کردستان، ۱۳۹۹). از نظر تقسیمات حوضه‌ای، این منطقه در حوضه زاب قرار دارد و جهت کلی جریان رودخانه‌های آن به سمت غرب است. از نظر ژئومورفولوژی، بخشی از شهر بانه در واحد دشت و دشت سیلابی استقرار یافته است ولی به دلیل محدودیت‌های ژئومورفولوژی و کمبود اراضی هموار، بخشی از آن نیز در واحد دامنه و مخروطه‌افکنه استقرار یافته است (شکل ۲). همچنین وضعیت اقلیمی و ژئومورفولوژی منطقه سبب شده است تا ارتفاعات اطراف شهر بانه را مراتع مرغوب و اراضی جنگلی متراکم دربرگیرد.



شکل ۱: نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲: تصویر گوگل ارثی محدوده شهری بانه

روش پژوهش

با توجه به اینکه هدف از تحقیق حاضر ارزیابی روند توسعه نواحی سکونتگاهی شهر بانه است، در این تحقیق از مدل LCM (Land Change Modeler) استفاده شده است. داده‌های تحقیق شامل تصاویر ماهواره لندست مربوط به سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ (به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی) و همچنین لایه‌های اطلاعاتی از جمله DEM ۳۰ متر (به‌منظور تهیه نقشه موقعیت منطقه و همچنین پیش‌بینی روند توسعه نواحی سکونتگاهی) است. در این تحقیق، به‌منظور تجزیه‌وتحلیل اطلاعات از نرم‌افزارهای ENVI (به‌منظور تهیه نقشه‌های کاربری اراضی) ARC GIS (به‌منظور تهیه نقشه‌های نهایی) و IDRISI (به‌منظور ارزیابی و پیش‌بینی روند تغییرات کاربری اراضی) استفاده شده است. مراحل کلی کار به این صورت است که

ابتدا نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تهیه شده است و سپس بر اساس آن روند توسعه نواحی سکونتگاهی شهر بانه برای ۲۰۳۰ پیش بینی شده است. در ادامه به تشریح این مراحل پرداخته شده است:

-**تهیه نقشه کاربری اراضی:** به منظور تهیه نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ استفاده شده است. پس از تهیه تصاویر، قبل از هرگونه تجزیه و تحلیل و پردازش، داده‌ها از نظر وجود خطای هندسی و رادیومتری بررسی شده است. برای بررسی وضعیت هندسی تصاویر و اطمینان از مناسب بودن هندسه تصاویر، لایه‌های برداری جاده‌های منطقه مورد مطالعه با استفاده از گوگول ارث استخراج و روی تصاویر ماهواره‌ای قرار داده شده است. پس از پیش‌پردازش تصاویر، نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه تهیه شده است. از آنجا که تفکیک و شناسایی پدیده‌ها به لحاظ رنگ نتایج بهتری ارائه می‌دهد ولی نمایش داده‌های حاصل از اسکنرها در تک باندها با استفاده از گام‌های خاکستری است، تصویر رنگی کاذب هر ۲ تاریخ با استفاده از ترکیب ۲ (سبز) ۳ (قرمز) و ۴ (مادون قرمز نزدیک) تولید شده است (کوهی و موریاما[1]، ۱۲۵۳:۲۰۱۰)، این تصاویر به تجسم انواع کاربری‌ها در منطقه کمک می‌کنند. از روش طبقه‌بندی نظارت شده (حداکثر احتمال[2]) برای تهیه نقشه‌های پوشش اراضی استفاده شد. اولین گام در انجام دادن یک طبقه‌بندی نظارت‌شده تعریف مناطقی است که به مثابه نمونه‌های تعلیمی برای هر کلاس استفاده می‌شوند (استمن[3]، ۲۰۰۶: ۳۶). نمونه‌های تعلیمی در ۵ کلاس نواحی سکونتگاهی، اراضی کشاورزی (آبی و دیم)، باغات، ترکیب مراتع با جنگل (با توجه به هدف تحقیق مراتع و باغات دارای یک ارزش هستند به همین دلیل به عنوان یک کاربری ترکیبی استخراج شده‌اند) و دریاچه تعریف شده‌اند پس از تعیین نمونه‌های تعلیمی، با استفاده از روش حداکثر احتمال نقشه‌های کاربری اراضی سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ محدوده مطالعاتی تهیه شده است. پس از تهیه نقشه‌های کاربری اراضی، نقشه‌های تهیه شده با واقعیت زمینی مورد مقایسه قرارگرفته شده است و به این صورت به‌منظور صحت‌سنجی نتایج حاصله، صحت کلی و ضریب کاپای نقشه‌های تهیه محاسبه شده است که بر اساس نتایج حاصله، دارای وضعیت قابل قبولی هستند.

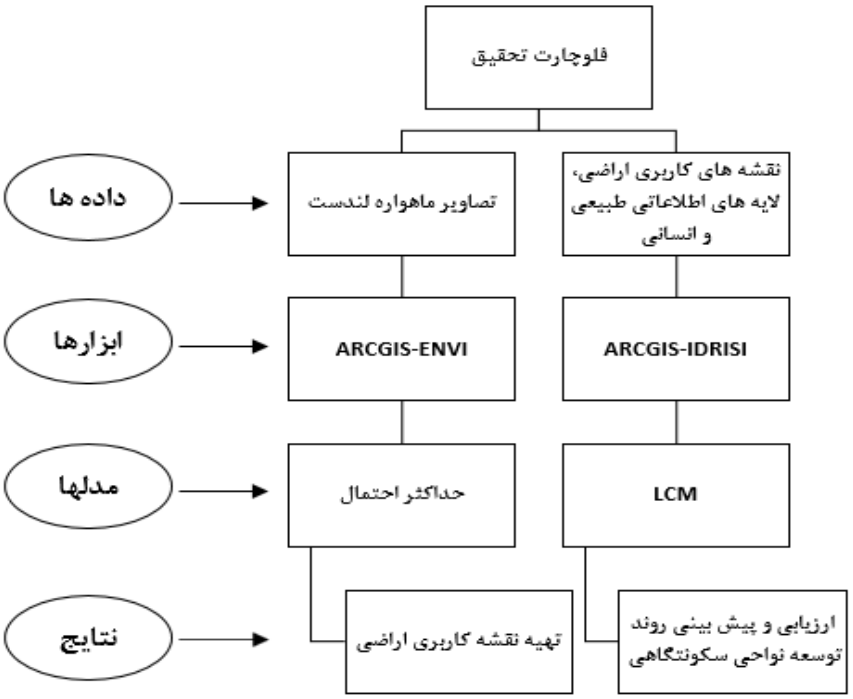
جدول ۲: ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده

ارزیابی صحت	نقشه سال ۱۹۹۰	نقشه سال ۲۰۰۰	نقشه سال ۲۰۱۰	۲۰۲۰
صحت کلی	۸۸ درصد	۹۲ درصد	۹۳ درصد	۹۴ درصد
ضریب کاپا	۸۷/. درصد	۸۹/. درصد	۹۲/. درصد	۰/۹۲

ارزیابی و پیش بینی روند تغییرات: به‌منظور آنالیز و تجزیه‌وتحلیل تغییرات، از مدل LCM استفاده شده است. این مدل نیاز به دو ورودی برای انجام مقایسه نیاز دارد که برای این منظور از نقشه کاربری اراضی سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ استفاده شده است. پس از وارد کردن اطلاعات، کاهش و افزایش هر کدام از کاربری‌ها، میزان تغییر هر کاربری به کاربری دیگر محاسبه شده است. در نهایت با توجه به اینکه در تحقیق حاضر هدف ارزیابی وضعیت گسترش نواحی سکونتگاهی است، نقشه روند مکانی تغییرات نواحی سکونتگاهی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تهیه شده است. پس از ارزیابی تغییرات کاربری‌های اراضی، بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل تغییر هر کاربری به کاربری سکونتگاهی سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر قابلیت دارد. سپس، بر مبنای تغییرات عمده رویداده در منطقه موردمطالعه، ۳ زیر مدل انتقال تغییر کاربری که عبارت‌اند از تبدیل مراتع به نواحی سکونتگاهی، تبدیل کشاورزی آبی به نواحی سکونتگاهی و تبدیل کشاورزی دیم به نواحی سکونتگاهی مشخص شده است. برای ساخت هر یک از زیر مدل‌های مذکور، از متغیرهای

1. Khoi & Murayama
2 . Maximum Likelihood
3. Eastman

توصیفی مختلف استفاده شد که با استفاده از روش MLP مدل‌سازی شده و درنهایت به تولید نقشه‌های پتانسیل انتقال انجامیده است. متغیرهای توصیفی به کار رفته در تحقیق حاضر عبارت‌اند از: شیب، ارتفاع، فاصله از جاده و فاصله از نواحی سکونتگاهی می‌باشد. پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی با استفاده از داده‌های توصیفی موردنظر، نقشه پیش‌بینی سخت کاربری اراضی برای سال ۲۰۳۰ تهیه شده است. در شکل ۳ فلوچارت تحقیق نشان داده شده است.

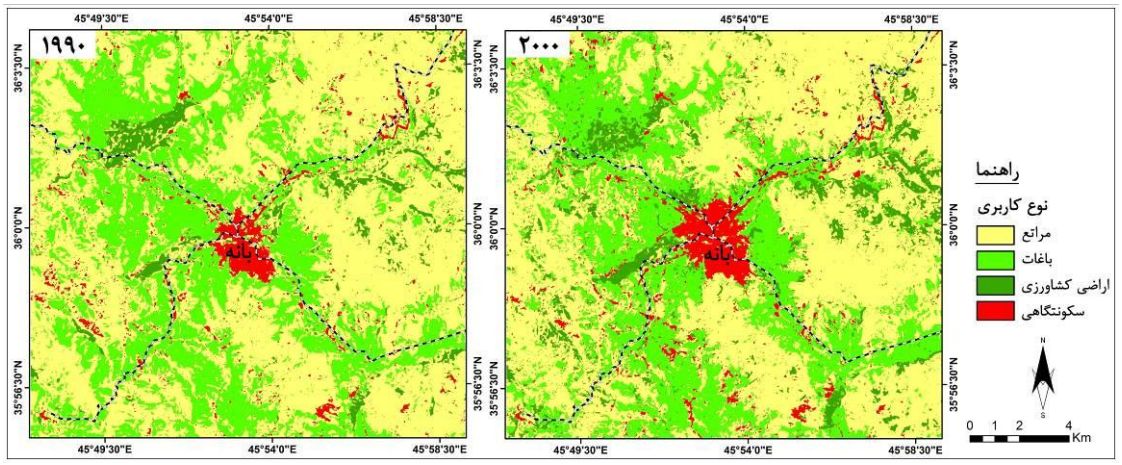


شکل ۳: فلوچارت تحقیق

بحث

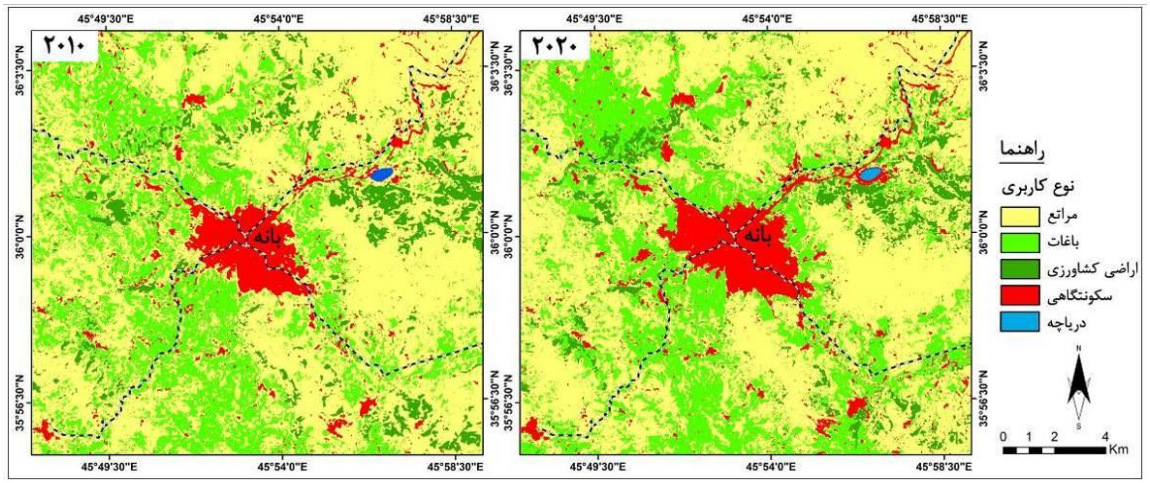
با توجه به اهداف مورد نظر، در این تحقیق ابتدا نقشه کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در طی چهار دوره زمانی (۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰) تهیه شده است که در ادامه به تشریح هر کدام از آن‌ها پرداخته شده است.

–کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰: با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه و همچنین قراگیری در مسیر بادهای غربی و داشتن بارش مناسب، محدوده مطالعاتی از نظر پوشش گیاهی دارای وضعیت مناسبی است و همین امر موجب شده تا در محدوده مطالعاتی، مراتع بخش عمده‌ای از را به خود اختصاص دهند به طوری که در سال ۱۹۹۰ مراتع ۱۸۳ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده‌اند. محاسبات انجام بیانگر این است که در سال ۱۹۹۰ اراضی کشاورزی (آبی و دیم) ۸۸ کیلومترمربع، باغات ۱۷ کیلومترمربع و همچنین نواحی سکونتگاهی حدود ۹ کیلومترمربع را به خود اختصاص داده است. با توجه به روند افزایشی جمعیت نواحی شهری و به موازات آن گسترش نواحی سکونتگاهی، در سال ۲۰۰۰ نواحی سکونتگاهی به ۱۱ کیلومترمربع افزایش یافته است که در مقابل این افزایش، از وسعت مراتع و اراضی کشاورزی کاسته شده است به طوری که وسعت اراضی کشاورزی و مراتع در سال ۲۰۰۰ به ترتیب به ۸۲ و ۱۸۱ کیلومترمربع رسیده است اما باغات موجود در محدوده مطالعاتی بر خلاف اراضی کشاورزی و مراتع روند افزایشی داشته است و به ۲۳ کیلومترمربع رسیده است. در شکل ۴ وضعیت کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ نشان داده شده است.



شکل ۴: نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰

-کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰: همانند بازه‌های زمانی قبلی، کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ تهیه شده است. نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۱۰ بیانگر این است که نواحی سکونتگاهی و باغات به ترتیب با ۴ و ۱ کیلومترمربع روند افزایشی داشته‌اند و در مقابل اراضی کشاورزی و مراتع به ترتیب با ۳ و ۲ کیلومترمربع روند کاهشی داشته‌اند. همچنین در ادامه روند افزایش جمعیت و نواحی سکونتگاهی، در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ نواحی سکونتگاهی ۵ کیلومترمربع افزایش یافته‌اند که بالاترین میزان رشد در طی بازه‌های زمانی مورد مطالعه بوده است و همانند دوره‌های قبلی اراضی کشاورزی و مراتع روند کاهش داشته است. در شکل ۵ نقشه کاربری اراضی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ محدوده مطالعاتی نشان داده شده است. مقایسه نقشه‌های کاربری اراضی بیانگر این است که روند رو به رشد نواحی سکونتگاهی در بازه زمانی ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۱ رو به شمال و از ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ به سمت شرق و غرب محدوده شهری بانه بوده است. در جدول ۱ مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در طی بازه‌های زمانی مورد مطالعه نشان داده شده است.



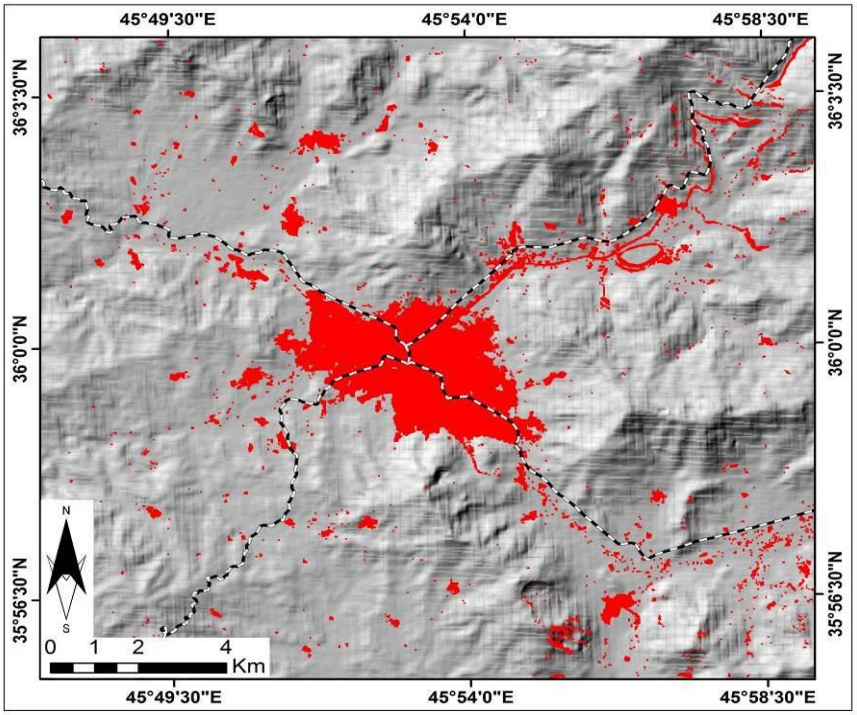
شکل ۵: نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی در سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰

جدول ۱: مساحت کاربری‌های اراضی محدوده مطالعاتی در طی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۷ (بر حسب کیلومترمربع)

نوع کاربری	کشاورزی	مراتع	باغ	سکونتگاه	دریاچه
۱۹۹۰	۸۸	۱۸۳	۱۷	۹	-
۲۰۰۰	۸۲	۱۸۱	۲۳	۱۱	-

۲۰۱۰	۷۹	۱۷۹	۲۴	۱۵	./۳
۲۰۲۰	۷۵	۱۷۸	۲۴	۲۰	./۳

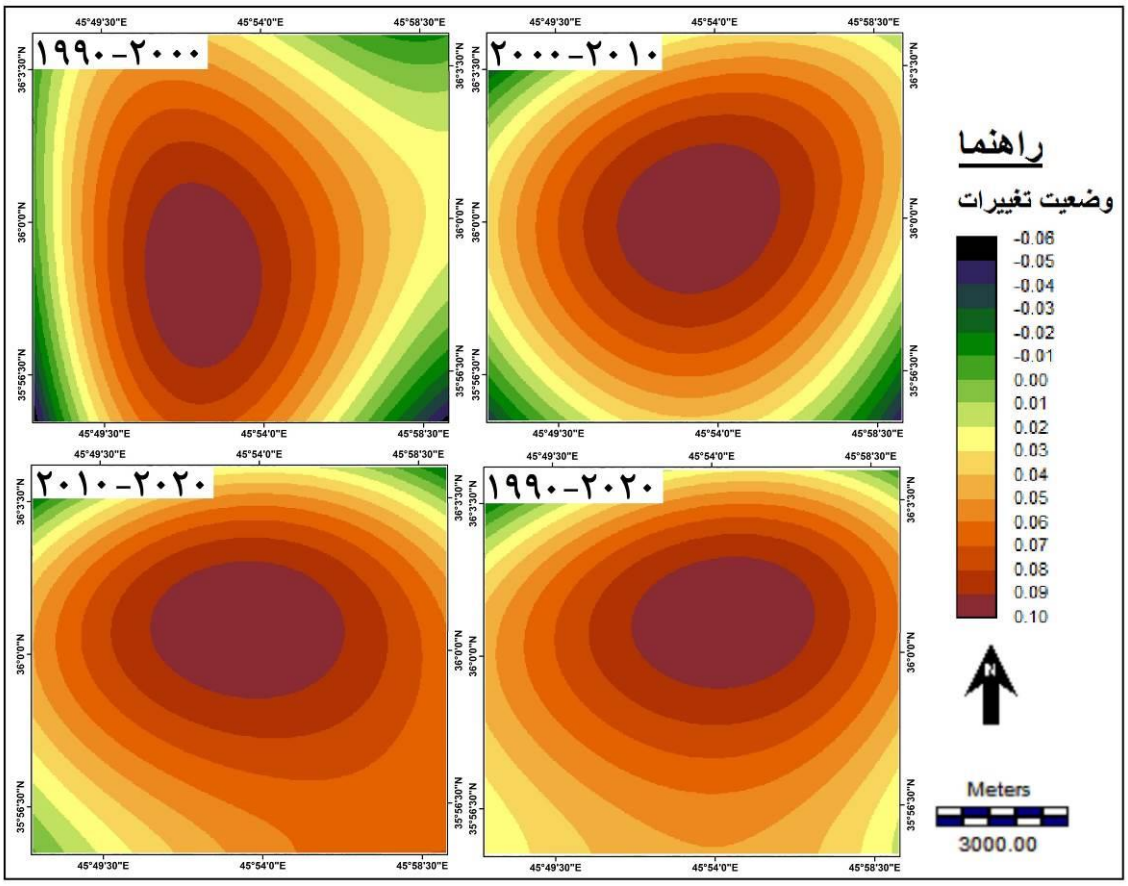
-پراکنش نواحی سکونتگاهی در ارتباط با وضعیت ژئومورفولوژیکی منطقه مورد مطالعه: با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی شهر بانه، جهات توسعه نواحی سکونتگاهی، تحت تاثیر عوامل ژئومورفولوژیکی حاکم بر منطقه بوده است. در شکل ۶ نقشه پراکنش نواحی سکونتگاهی بر لایه Hill shade محدوده مطالعاتی نشان داده شده است. مطابق نقشه مذکور محدوده شهری بانه در یک دشت میان کوهی واقع شده است که از سمت جنوب به کوه آربابا و از سمت شرق به ارتفاعات بابوس و از سمت غرب به ارتفاعات دوزین منتهی شده است. وجود ارتفاعات حاشیه‌ای شهر بانه سبب شده است تا در طی سال-های اخیر نواحی سکونتگاهی زیادی بر روی مناطق پرشیب و پایکوهی استقرار یابند و در بسیاری از موارد سبب تغییر جهات توسعه این نواحی شده است. در حال حاضر با توجه به گسترش نواحی سکونتگاهی تا مناطق پایکوهی حاشیه جنوبی، غربی و شرقی، توسعه شهری به سمت جنوب، شرق و غرب با محدودیت‌های زیادی مواجه خواهد بود، بنابراین در مدل LCM با توجه به پارامترهایی که به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است، پیش بینی می‌شود که جهات آینده توسعه شهری بانه به سمت شمال شرق و جنوب غربی محدوده شهری بانه باشد که به طور مستقیم متاثر از وضعیت ژئومورفولوژیکی حاکم بر منطقه قرار دارد.



شکل ۶: نقشه وضعیت پراکنش نواحی سکونتگاهی بر روی لایه Hill shade منطقه

-ارزیابی روند تغییرات نواحی سکونتگاهی: تغییرات نواحی سکونتگاهی شهری تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار دارد. در محدوده مطالعاتی وجود شرایط توپوگرافی کوهستانی سبب شده تا توسعه این نواحی تحت تاثیر وضعیت ژئومورفولوژیکی حاکم بر منطقه صورت گیرد. در طی دوره های مختلف توسعه نواحی سکونتگاهی در محدوده شهری بانه، جهات غالب توسعه نواحی

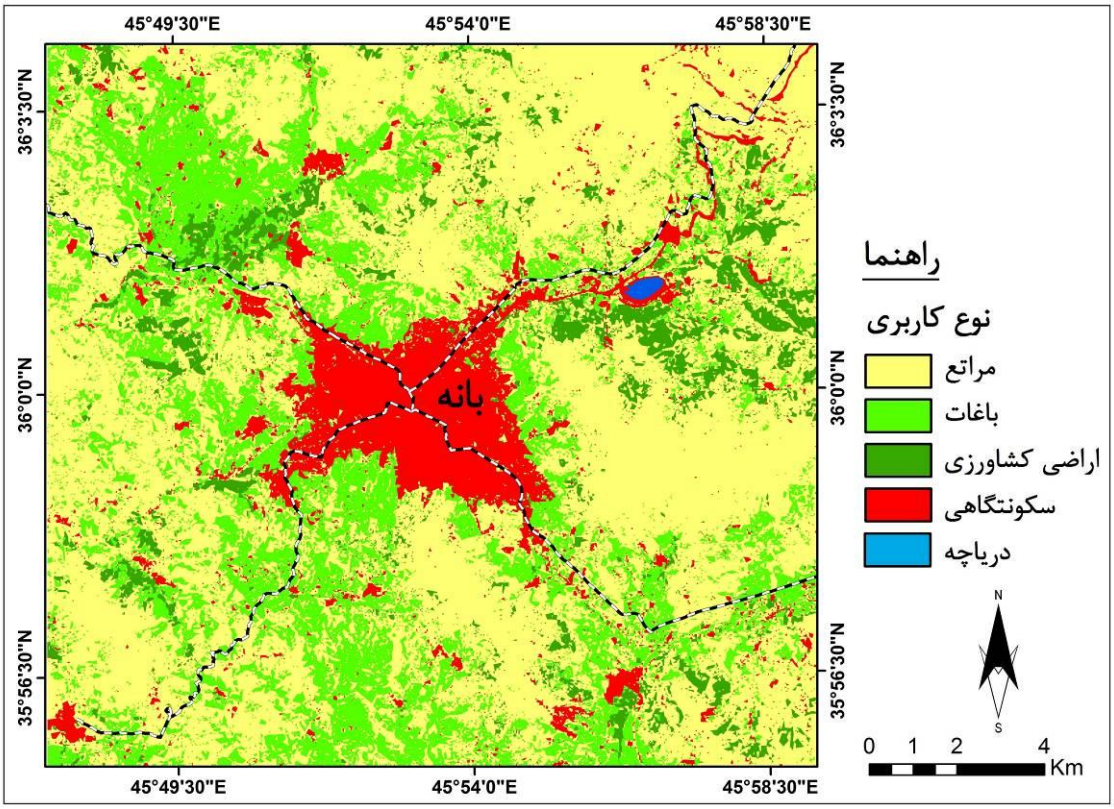
سکونتگاهی متفاوت بوده است. با توجه اینکه یکی از اهداف مهم برنامه ریزان شهری جهت‌یابی مناسب و کنترل توسعه نواحی سکونتگاهی به سمت مناطق مخاره آفرین است، در این تحقیق نقشه روندیابی توسعه نواحی سکونتگاهی در طی دوره‌های زمانی تهیه شده است. (شکل ۷) در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ عمده تغییرات صورت گرفته در شمال محدوده شهری بانه صورت گرفته است اما در دوره‌های زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ و ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ بیش‌ترین میزان توسعه نواحی سکونتگاهی در مناطق شرقی و غربی محدوده شهری بانه صورت گرفته است. همچنین به طور کلی از از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ مناطق شمالی و غربی محدوده شهری بانه بیش‌ترین میزان تغییر را داشته است.



شکل ۷: نقشه روندیابی توسعه نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی

–پیش بینی توسعه نواحی سکونتگاهی تا سال ۲۰۳۰: موقعیت شهر بانه سبب شده است تا توسعه نواحی سکونتگاهی آن با رشد قابل توجهی همراه باشد. در این تحقیق با توجه به اهداف مورد نظر و با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌ها ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ به پیش بینی روند توسعه نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی پرداخته شده است که برای این منظور پس از تهیه تصاویر ماهواره های و همچنین تهیه نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی، با استفاده از مدل LCM میزان تغییرات کاربری اراضی و روند مکانی تغییرات آنالیز شده است. سپس بر اساس مدل زنجیره مارکوف میزان پتانسیل تغییر هر کاربری به کاربری سکونتگاهی سنجیده شده است. به این معنی که هر پیکسل از تصویر برای تغییر از یک کاربری به نوع دیگر چقدر قابلیت دارد. سپس، بر مبنای تغییرات عمده روی‌داده در منطقه موردمطالعه، ۳ زیر مدل انتقال تغییر کاربری که عبارت‌اند از تبدیل مراتع به نواحی سکونتگاهی، تبدیل اراضی کشاورزی آبی و دیم به نواحی سکونتگاهی و تبدیل باغات به نواحی سکونتگاهی مشخص شده است. پس از محاسبه پتانسیل انتقال هر کاربری به کاربری سکونتگاهی داده‌های توصیفی تعیین شده‌اند. داده‌های توصیفی مطابق بر وضعیت ژئومورفولوژیکی و پارامترهای انسانی منطقه تهیه شده‌اند به این صورت که مناطق

کم شیب، کم ارتفاع، نزدیک به جاده اصلی و نزدیک به محدوده شهری پتانسیل بالایی جهت انتقال به کاربری سکونتگاهی دارند. درنهایت بر مبنای داده‌های توصیفی و پتانسیل انتقال، نقشه پیش‌بینی گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال ۲۰۳۰ تهیه شده است (شکل ۸). مطابق نقشه مذکور، نواحی سکونتگاهی در سال ۲۰۳۰ به حدود ۲۷/۴ کیلومترمربع خواهد رسید.



شکل ۸: نقشه پیش‌بینی میزان گسترش نواحی سکونتگاهی برای سال ۲۰۳۰

نتیجه‌گیری

یکی از مسائل مهم در برنامه‌ریزی‌های شهری، نظارت بر توسعه نواحی سکونتگاهی است. روند توسعه نواحی سکونتگاهی تحت تاثیر عوامل مختلفی قرار دارد و شهرهایی که دارای موقعیت اقتصادی مناسب‌تری هستند، میزان توسعه یافتگی بیش‌تری دارند. شهر بانه با توجه به موقعیت تجاری که دارد، در طی سال‌های اخیر گسترش زیادی داشته است و با توجه به روند موجود در سال‌های آتی نیز شاهد توسعه زیاد نواحی سکونتگاهی این شهر خواهیم بود. در تحقیقات قبلی صورت گرفته در محدوده مطالعاتی، بیش‌تر بر محدودیت‌های فیزیکی، جهات مناسب توسعه و ... تاکید شده است (اکبریان و درتاج، ۱۳۹۲)، در حالی که در این تحقیق روند تغییرات و جهات تغییرات آن در آینده مورد ارزیابی قرار گرفته شده است که برای این منظور از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۰ استفاده شده است. نتایج حاصل از استخراج کاربری‌های اراضی در طی دوره‌های زمانی مورد مطالعه بیانگر این است که نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ حدود ۱۱ کیلومترمربع افزایش داشته است به طوری که وسعت نواحی سکونتگاهی از ۹ کیلومترمربع به ۲۰ کیلومترمربع افزایش یافته است. در بین بازه‌های زمانی مورد مطالعه، بیش‌ترین میزان توسعه نواحی سکونتگاهی در بازه ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ بوده است که حدود ۵ کیلومترمربع به وسعت نواحی سکونتگاهی افزوده شده است. بررسی روند تغییرات صورت گرفته بیان کننده این است که در طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ مناطق شمالی و غربی محدوده شهری بانه بیش‌ترین میزان تغییر را داشته است که با توجه به وضعیت ژئومورفولوژیکی حاکم بر منطقه، بخش زیادی از نواحی سکونتگاهی غربی، جنوبی و شرقی بر روی دامنه‌های پرشیب

قرار گرفته است و با توجه به پارامترهایی که در مدل LCM به عنوان ورودی در نظر گرفته شده است، پیش‌بینی می‌شود که جهات آینده توسعه شهری بانه به سمت شمال شرق و جنوب غربی محدوده شهری بانه باشد که بیانگر محدودیت بالای ژئومورفولوژیکی منطقه است. با توجه به اهداف مورد نظر در این تحقیق، بر مبنای توسعه نواحی سکونتگاهی در طی بازه‌های زمانی قبلی و با توجه به وضعیت ژئومورموفوژیکی محدوده مطالعاتی، میزان توسعه نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی تا سال ۲۰۳۰ پیش‌بینی شده است که بر اساس نتایج بدست آمده وسعت نواحی سکونتگاهی محدوده مطالعاتی از ۲۰ کیلومترمربع به ۲۷/۴ کیلومترمربع افزایش یافته است. مجموعه‌ای از نتایج فوق بیانگر توسعه بالای نواحی سکونتگاهی شهر بانه است که با توجه به اینکه محدوده مطالعاتی با محدودیت‌های ژئومورفولوژیکی زیادی روبه‌رو است، توسعه بدون برنامه نواحی سکونتگاهی مانند شهرهای سنندج (نگهبان و همکاران، ۱۳۹۵) و مریوان (محمدخان و همکاران، ۱۳۹۸)، سبب حرکت جمعیت شهر بانه به سمت مناطق مخاطره‌آفرین خواهد شد، بنابراین لازم تا مسئولین برنامه‌ریزی شهری بر اساس روند افزایشی و پتانسیل افزایش نواحی سکونتگاهی، جهات مناسب توسعه سکونتگاه‌ها را تعیین و از حرکت این نواحی به سمت مناطق مخاطره‌آفرین جلوگیری کنند.

منابع

اکبریان، مرتضی؛ درتاج، دیانا (۱۳۹۲)، تعیین مناطق مناسب به منظور توسعه فیزیکی شهرها برمبنای پارامترهای ژئومورفولوژی (مطالعه موردی: شهر بانه)، مجله جغرافیا و پایداری محیط، دوره ۳، شماره ۸، صص ۳۷-۲۹.

آرخی، صالح (۱۳۹۳)، پیش بینی روند تغییرات مکانی کاربری اراضی با استفاده از مدل LCM در محیط GIS (مطالعه موردی: منطقه سرابله)، دو فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، جلد ۱۲، شماره ۱، صص ۱۹-۱

جوادیان کوتنایی، سارا؛ ملماسی، سعید؛ اورک، ندا؛ مرشدی، جعفر (۱۳۹۳)، تدوین الگوی ارزیابی توان اکولوژیک توسعه شهری با بهره‌گیری از فرایند تحلیل شبکه‌ای (نمونه موردی، شهرستان سازی)، مجله آمایش سرزمین، شماره ۱، صص ۱۷۸-۱۵۳

سازمان هواشناسی کردستان (۱۳۹۹)، داده‌های آماری ایستگاه‌های سینوپتیک استان، دوره آماری ۲۰۱۸-۲۰۰۰

عطا، بهنام؛ رهنما، محمدرحیم؛ آرخی، صالح (۱۳۹۴)، ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر چند زمانه و مدل CA_MARKOV (مطالعه موردی: شهر گنبد کاووس)، مجله آمایش جغرافیایی فضا، سال ۷، شماره ۲۳

لیو، یان (۱۳۹۱)، مدلسازی توسعه شهری با استفاده از سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سلول‌های خودکار، ترجمه محمد کاظم جباری، سیمین احمدی، انتشارات آذر کلک

محمدخان، شیرین, گنجائیان، حمید؛ شهری، سمیه؛ عباس‌زاده، امیرعلی (۱۳۹۸)، پیش‌بینی روند توسعه شهری به سمت مناطق مخاطره‌آفرین با استفاده از تصاویر چندزمانه (مطالعه موردی: شهر مریوان)، مجله سپهر، دوره ۲۸، شماره ۱۱۰، صص ۱۱۷-۱۰۷

نگهبان، سعید؛ رستمی، دانا؛ گنجائیان، حمید (۱۳۹۵)، پایش تغییرات خط ساحلی با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: محدوده ساحلی دریای عمان از چابهار تا بندر تنگ)، مجله پژوهش‌های کمی، دوره ۵، شماره ۱

نگهبان، سعید؛ گنجائیان، حمید؛ فریدونی کردستانی، مژده؛ چشمه‌سفیدی، زیبا (۱۳۹۸)، ارزیابی توسعه فیزیکی شهرها و گسترش به سمت مناطق ممنوعه ژئومورفولوژیکی با استفاده از LCM (مطالعه موردی: شهر سنندج)، دوره ۸، شماره ۲۰، صص ۵۲-۳۹

یمانی، مجتبی؛ گنجائیان، حمید؛ امانی، خبات (۱۳۹۶)، چالش‌های محیطی توسعه نواحی سکونتگاهی (مطالعه موردی: شهر پاوه)، پنجمین همایش ملی انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، مهر ۹۶، مشهد.

Batty, M., (2005), Cities and Complexity, Understanding Cities with Cellular Automata, Agent-Based Models and Fractals, the MIT Press, Cambridge Massachusetts, 15 (3):115-127

Dandapat, K., Panda, G. 2018. A geographic information system-based approach of flood hazards modelling, Paschim Medinipur district, West Bengal, India. Juornal of Jamba. 10 (1): 518.

Dewan, A.M., and Y. Yamaguchi, 2009. Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, Applied Geography 29: 390–401

Eastman, J. R. (2006). IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing. Clark Labs, Clark University, Worcester, MA. P: 328

Gibreel, T.M., S. Herrmann, K. Berkhoff, E.A. Nuppenau & A. Rinn, 2014. "Farm Types as an Interface between an Agro-Economical Model and CLUE-Naban Land Change Model: Application for Scenario Modeling", Ecological Indicators, No. 36, pp. 766– 778

Gutman, Garik. Janetos, Anthony. C. Justice, Christopher. O. Moran, Emilio. F. Mustard, John. F. Rindfuss, Ronald. R. Skole, David. Turner, Billy Lee. Cochrane, Mark. A. (2004). Remote sensing and digital image processing, Volume 6, land change science: observing, monitoring and understanding trajectories of change on the earth's surface. Springer

Khoi, D. D. and Murayama, Y., 2010. Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2(5), 1249–1272

Khoi, D.D., Y., Murayama., (2010). Forecasting Areas Vulnerable to Forest Conversion in the Tam Dao National Park Region, Vietnam. Remote Sensing 2 (5), 1249–1272

Liu, Y., (2012), Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata, the photogrammetric record, 12 (2): 235-247

Roy, H.G. Fox, D.M. and. Emsellem, K (2014): Predicting Land Cover Change in a Mediterranean Catchment at Different Time Scales. Lect Notes Comput Sc Springer. 5, pp: 315-330, [doi: 10.1007/978-3-319-09147-1_23].

Tewolde, M.G., and P. Cabral, 2011. Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara, Eritrea, Remote Sensing 3: 2148-2165.

Yang, Xiaojun and Li, Jonathan. (2013). Advances in mapping from remote sensor imagery: techniques and applications. CRC Press, Taylor & Francis Group