Analysis of Land Use Changes and Prediction of the Physical Development Path of the Coastal City of Bandar Abbas Using a Cellular Automata-Based Model

Ali Khatibi [a], Mohammad Amiri [b *], Alireza Rasekhi Sahneh [c]

[a.] *Ph.D Student, Department Of civil Engineering,Qeshm Branch, Islamic Azad University, Qeshm, Iran*
[b*.] *Associate professor, University of Hormozgan, Faculty of Engineering, Bandar Abbas, Iran.*
[c.] *Assistant Professor, Department of Civil Engineering،Qeshm Branch،Islamic Azad University ،Qeshm Island, Iran.*

Research Full Paper
Article History (Received: 2025/04/24 Accepted: 2025/07/1)

Extended abstract

1- Introduction

Rapid and unplanned urban expansion has led to fragmented landscapes, reduced arable land, environmental degradation, and increased urban poverty. The United Nations estimates that by 2050, 60% of the world's rural population will migrate to urban areas, especially in developing countries like Iran. To achieve sustainable, resilient, and inclusive cities by 2030, accurate monitoring and understanding of urban growth is crucial. Urban models—such as Markov chains, Cellular Automata (CA), and machine learning techniques—have become essential tools for simulating land use changes. While the Markov model predicts land use transitions over time, it lacks spatial awareness. Conversely, CA models incorporate spatial rules but fall short in capturing external influences. Combining these approaches in CA-Markov models has shown promise in simulating urban dynamics, especially in coastal regions facing land scarcity, sea-level rise, and topographic constraints.
Coastal areas are of strategic and economic importance, yet face limited space for urban expansion due to geographic and environmental constraints. These challenges demand predictive modeling to support better land use planning. CA-Markov models have been widely applied to simulate urban expansion in regions like Mazandaran, Chabahar, Asaluyeh, and Ahvaz in Iran, as well as international locations such as Bangladesh, China, Malaysia, and Sri Lanka. These studies demonstrate that rapid coastal urbanization often comes at the expense of agricultural land and natural ecosystems. Addressing this issue requires spatial modeling tools to forecast urban growth, evaluate planning policies, and mitigate the adverse impacts on land resources.

2- Study Area and Modeling Methods

The study area is the city of Bandar Abbas, located in the southernmost part of Iran, serving as the capital of Hormozgan Province (Figure 1). The city spans an elevation range of approximately 0.6 to 40 meters, with low-lying areas near the coast and higher elevations in the north. Bandar Abbas has experienced rapid urban growth, with its population rising from 17,700 in 1956 to over 680,000 in 2016. Due to natural and man-made constraints such as mountains, industrial zones, railways, and the coastline, the city's physical expansion faces several limitations. This study aims to assess the spatial distribution and evolution of Bandar Abbas's urban form over recent decades and predict its future development trajectory using spatial modeling tools, helping determine whether the city's growth is proceeding sustainably.
To analyze land use/land cover (LULC) changes and predict future urban expansion, Landsat satellite imagery (TM, ETM+, and OLI) from 1990 to 2020 was processed using the Maximum Likelihood Classification (MLC) algorithm in ENVI software. Change detection was conducted using a post-classification comparison method and the Land Change Modeler (LCM) with CA-Markov chains in the Idrisi software. To enhance classification accuracy, preprocessing involved radiometric and geometric corrections. A 25 × 15 km region of interest (ROI) was selected for analysis. Conversion potential for urban growth was modeled based on variables such as proximity to roads, fault lines, railways, watercourses, rangelands, industrial zones, and flood-

* **Corresponding Author:** : amirii@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

prone areas, using fuzzy logic and Cramer's correlation coefficient. An artificial neural network within LCM was employed to simulate and forecast land use dynamics.

3- Results

In this study, satellite imagery from Landsat for the years 1990, 2000, 2013, and 2020 was classified using the Maximum Likelihood algorithm into three main land use classes: water bodies, barren lands, and urban-settlement/green space areas. Due to the dry climate and arid environment of Bandar Abbas, vegetation is sparse and mostly consists of saline desert shrubs, which were grouped under barren lands due to the 30-meter resolution of the Landsat images. Urban green spaces such as neighborhood parks were classified together with residential and commercial zones, while water bodies included the Persian Gulf, fish farming ponds, and internal water areas. The area of each class was calculated, revealing trends over 30 years.

Between 1990 and 2020, barren lands showed a decreasing trend, dropping from 25,990 hectares to 21,449 hectares, with the steepest decline occurring between 2000 and 2013. Water bodies remained relatively stable, except for a dip in 2000, followed by a rise due to fish farms and sea-level changes. Urban and green space areas steadily increased, particularly from 2000 to 2013, reflecting urban expansion in Bandar Abbas. Residential areas expanded significantly in the eastern and northeastern parts of the city, especially near the airport and main roads. Major neighborhoods such as Golshahr, Tohid, and Elahiyeh saw dense construction, while western areas like Shahid Bahonar and Payambar Azam neighborhoods also developed.

Land use maps were validated using ground control points and false color images, with Kappa coefficients above 0.7, indicating reliable classification. The highest accuracy was achieved with the OLI sensor (15m resolution), outperforming older TM and ETM sensors. Land conversion analysis showed that the most significant change was the transformation of barren lands into residential and urban spaces, marking the physical growth of Bandar Abbas. The results provide critical insights for urban planning and environmental monitoring in arid coastal cities.

4- Discussion & Conclusions

This study utilized Landsat satellite imagery (TM 1990, ETM 2000, and OLI 2013 and 2020) to analyze land use/land cover (LULC) changes in a 25×15 km area in Bandar Abbas. Through classification using the Maximum Likelihood algorithm and subsequent change detection with LCM in Idrisi TerrSet, significant urban growth trends were identified. The CA-Markov model was applied to forecast urban development in 2050, revealing that the most substantial urban expansion occurred between 1990–2000 and 2000–2013. Urban areas were classified into three main categories—water bodies, urban-residential with green spaces, and barren lands—due to the arid climate and sparse vegetation. Most green spaces are artificial and merged with residential zones due to resolution constraints.

The results show that approximately 4,480 hectares of barren land were converted to residential use over 30 years, particularly in eastern and northeastern neighborhoods, coastal commercial zones, and the newly developed northwest areas. Natural barriers like the sea to the south and mountainous terrain to the north have constrained city expansion, directing urban growth toward the east and northeast. Compared to other Iranian cities like Ahvaz and coastal cities along the Caspian and Persian Gulf, Bandar Abbas shares similar urbanization patterns influenced by natural constraints, migration, and industrial growth. However, unlike cities surrounded by fertile farmland, Bandar Abbas' surrounding barren and saline lands make agricultural land-use change less relevant, emphasizing urban development over rural-to-urban transitions.

Key Words: Remote Sensing (RS), Geographic Information System (GIS), Cramer's V Coefficient, Coastal Urbanization, Markov Chain.

Cite this article: Khatibi, A., Amiri, M., & Rasekhi Sahneh, A. (2025). Analysis of Land Use Changes and Prediction of the Physical Development Path of the Coastal City of Bandar Abbas Using a Cellular Automata-Based Model. *Journal of* Environmental *Erosion Research. 2025; 15 (3):117-139*. http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.117

© The Author(s). Published by Hormozgan University Press.



DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.117 URL: http://magazine.hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

تحلیل تغییرات کاربری اراضی و پیش‌بینی مسیر توسعه کالبدی شهر ساحلی بندرعباس با مدل مبتنی بر اتوماتای سلولی

علی خطیبی: *دانشجوی دکتری مهندسی عمران، واحد بین الملل قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران.*
محمد امیری*: *دانشیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.* amirii@hormozgan.ac.ir
علیرضا راسخی صحنه: *استادیار گروه مهندسی عمران، واحد قشم، دانشگاه آزاد اسلامی، قشم، ایران.*

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخچهٔ مقاله (تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰)
DOI: http//doi.org/10.61186/jeer.15.3.117

چکیده

تحلیل و پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی، یکی از گام‌های کلیدی در مدیریت تغییرات محیطی و کنترل فرسایش سرزمین به شمار می‌رود. پژوهش حاضر با هدف شناسایی روندهای تغییر کاربری و تأثیر آن بر فرسایش محیطی در شهر ساحلی بندرعباس انجام شده است. که برای دستیابی به این هدف، ابتدا تغییرات کاربری اراضی در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست- سنجنده‌های TM (۱۹۹۰)، +ETM (۲۰۰۰) و OLI (۲۰۱۳ و ۲۰۲۰) و تولید نقشه کاربری با الگوریتم حداکثر احتمال (MLC) در نرم‌افزار ENVI انجام شد. سه طبقه‌ی کاربری شامل پهنه آبی، نواحی مسکونی و اراضی بایر برای محدوده مطالعاتی بندرعباس (ابعاد ۱۵×۱۵ کیلومتر) شناسایی شد. برای شناسایی تغییر و تبدیل کاربری‌های اراضی طی ۳۰ سال از مدل آشکارسازی تغییرات سرزمینی LCM و برای پیش‌بینی تغییرات و مسیر توسعه شهری از مدل اتوماتای سلولی-زنجیره مارکوف CA-Markov استفاده گردید. برای صحت‌سنجی و اعتبارسنجی نقشه‌های تولیدشده از ضریب کاپا استفاده شد. نتایج مدل LCM نشان داد که در در سال‌های بین ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل اراضی بایر به نواحی سکونتگاهی با میزان ۴۴۸۰/۸۳ هکتار بوده است. در تغییرات کلی نیز نواحی سکونتگاهی با ۴۵۳۷+ و اراضی بایر با ۴۵۴۱- هکتار بیشترین تغییرات را داشته‌اند. بیشترین توسعه شهری در بخش شرقی هسته مرکزی شهر بندرعباس شامل محلات گلشهر شمالی، دامایی، شهرک گاز، شهرک الهیه جنوبی و شمالی، شهرک طلائیه و توحید و در نواحی شمال‌غربی، شهرک مسکونی پیامبراعظم به‌عنوان پروژه مسکن مهر بوده است. نتایج مدل زنجیره مارکوف نشان داد که تا سال ۲۰۵۰، میزان ۱۶۹۵ هکتار از اراضی بایر به نواحی سکونتگاهی تبدیل خواهد شد و اراضی سکونتگاهی- فضای سبز شهری از ۸۷۴۶ هکتار در سال ۲۰۲۰ به ۹۸۶۸ هکتار در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید و مسیر توسعه شهری بندرعباس به سمت نواحی شمال‌شرقی و شمال‌غربی خواهد بود. این یافته‌ها ضمن فراهم آوردن مبنایی علمی برای برنامه‌ریزی کاربری زمین، به شناخت نواحی مستعد رشد کالبدی شهر کمک می‌کند. با توجه به شرایط خاص محیطی بندرعباس و محدودیت‌های طبیعی در توسعه شهری، چنین تغییراتی می‌توانند زمینه‌ساز دگرگونی در ویژگی‌های سطح زمین، الگوهای زهکشی و پتانسیل‌های فرسایش‌پذیری در مقیاس محلی باشند. بنابراین، نتایج این مطالعه می‌تواند به عنوان پایه‌ای برای مطالعات تکمیلی در زمینه ارزیابی اثرات ثانویه تغییر کاربری بر فرسایش محیطی در مناطق ساحلی مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: مدل‌سازی گسترش شهری، سنجش از دور، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، ضریب کرامر، شهرنشینی در نواحی ساحلی.

* نویسندهٔ مسئول: محمد امیری amirii@hormozgan.ac.ir

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

۱ـ مقدمه

گسترش بی‌رویه و بدون برنامه‌ریزی شهری در دهه‌های اخیر موجب تغییرات چشم‌گیر در الگوی کاربری اراضی، کاهش زمین‌های قابل استفاده، و ایجاد فشار بر محیط‌زیست شده است. این مسئله به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه مانند ایران، با رشد جمعیت شهری در شهرهای متوسط و بزرگ، نمود بیشتری دارد. در این راستا، بهره‌گیری از مدل‌های کمّی نظیر مدل‌های شهری، به‌ویژه در ترکیب با فناوری‌های سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، به ابزاری ضروری برای تحلیل، پیش‌بینی و مدیریت الگوهای گسترش شهری تبدیل شده‌اند. ترکیب این ابزارها، امکان شبیه‌سازی واقع‌گرایانه‌تری از پراکندگی فضایی شهرها و بررسی پیامدهای آن بر کاربری زمین را فراهم می‌سازد (Yue et al., 2024; Sarkar and Mandal, 2025; Mukomberanwa et al., 2025). شهرنشینی سریع و در نتیجه تغییر کاربری و پوشش زمین به یک دغدغهٔ جهانی در مدیریت منابع طبیعی و توسعه پایدار در سراسر جهان تبدیل شده است. از دهه ۱۹۶۰، محققان مدل‌هایی مانند اتوماتای سلولی، شبکه عصبی مصنوعی، زنجیره مارکوف، رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی، مدل غیر ترتیبی، فرآیند سلسله مراتب تحلیلی، مدل‌های یادگیری ماشینی را برای تجزیه و تحلیل یک الگوی رشد شهری مورد بحث قرار دادند. تحلیل زنجیره مارکوف یکی از روش‌های مؤثر و پرکاربرد برای مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی به‌ویژه برای مناطق شهری است که انتقال و فرآیندها در چشم‌انداز به سختی مشخص می‌شوند. زنجیره مارکوف یک مدل سری زمانی مبتنی بر یادگیری ماشین است که تغییر در کاربری اراضی را بر اساس نرخ‌های قبلی تغییر پیش‌بینی می‌کند (Dolui and Sarkar, 2024). با این حال، این مدل تغییرات آینده کاربری اراضی را در بُعد زمانی پیش‌بینی می‌کند اما در بعد جغرافیایی نه. برخلاف مدل زنجیره مارکوف، مدل اتوماتای سلولی (CA) دارای یک جزء فضایی است که در آن قوانین خاصی از سلول‌های اطراف تغییرات آینده را پیش‌بینی می‌کنند. شبیه‌سازی پویایی شهری با استفاده از سنجش از دور، GIS و قوانین انتقال اولیه ساده است. با وجود مزایای آن، زیرساخت فنی CA برای مقابله با پویایی شهری در دنیای واقعی کافی نیست. علاوه‌بر این، تأثیر نیروهای خارجی بر گسترش شهری را در نظر نخواهد گرفت. از سوی دیگر، پیشنهاد شده است که ترکیب تحلیل زنجیره مارکوف در مدل‌های CA به غلبه بر این محدودیت‌ها کمک می‌کند. مدل‌های اتوماتای سلولی – زنجیره مارکوف در مطالعات شهری، به‌ویژه در شبیه‌سازی و درک پویایی‌های شهری، توسعه‌های شبکه حمل‌ونقل و زیرساخت‌های برنامه‌ریزی استفاده شده‌اند (Cherigui et al., 2025).

استفاده از مدل‌های CA-Markov چندین یافته مهم به همراه داشته است. به عنوان مثال، مطالعات نشان داده است که در دسترس بودن زیرساخت‌ها و گسترش شبکه‌های حمل و نقل می‌تواند به طور قابل توجهی بر گسترش شهری و تبدیل زمین کشاورزی به کاربری شهری تأثیر بگذارد (Yaagoubi et al., 2024). به طور مشابه، اثرات رشد جمعیت و درآمد بر گسترش شهری مورد مطالعه قرار گرفته است که نتایج نشان می‌دهد که سطوح درآمد در تعیین الگوهای رشد شهری حیاتی است. علیرغم مزایای آنها، استفاده از مدل های CA-Markov در مطالعات شهری دارای چندین شکاف است. اولاً، تحقیقات بیشتری در مورد کالیبراسیون و اعتبارسنجی این مدل‌ها و سفارشی‌سازی آن برای پیش‌بینی تنها یک نوع کاربری، به‌ویژه در مناطقی با داده‌های محدود مورد نیاز است. ثانیاً، تأثیر مداخلات سیاست محلی بر الگوهای

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

رشد شهری و تغییرات کاربری زمین باید بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. هدف مطالعه در اینجا پرداختن به اولین شکاف در اجرای مدل که پیش‌بینی پهنه‌های شهری می‌باشد.

نواحی ساحلی که از اهمیت استراتژیکی و اقتصادی برخوردار است، طی سال‌های اخیر با افزایش مهاجرت و توسعه شهری، تغییر یافته است و ارزش اراضی آن نیز از دیدگاه اقتصاد شهری بسیار افزایش یافته است. از طرفی نیز به‌دلیل محدودیت‌های مکانی- جغرافیایی نواحی ساحلی برای اسکان جمعیت و توسعه شهری، کمبود زمین به‌عنوان یک چالش اساسی ظهور می‌کند (de Andrés *et al*., 2018). در نواحی ساحلی کم‌ارتفاع که سطح اراضی ساحلی کمتر از تراز آب آزاد است، تغییرات آب‌وهوایی و بالا آمدن سطح دریا نیز از چالش‌های اساسی در توسعه شهری در نواحی ساحلی به‌شمار می‌رود (Capítulo *et al*., 2017). در بعضی از نواحی ساحلی به‌ویژه در کشورهای ژاپن، کره جنوبی و ایران، امتداد کوه‌های مرتفع در نواحی ساحلی موجب محدودیت اراضی برای توسعه شده و شهر را با کمبود زمین مناسب برای ساخت‌وساز و گسترش کالبدی مواجه می‌سازد. طراحان و متخصصان مدیریت شهری به‌منظور دستیابی به یک برنامه‌ی جامع برای کاهش تأثیر کمبود زمین در نواحی ساحلی برای توسعه شهری، راهکارهایی را ارائه می‌نمایند که دو عامل اصلی، طراحان و برنامه‌ریزان را در رسیدن هرچه بهتر به اهدافشان یاری می‌کند. اولین عامل، پیش‌بینی وضعیت کاربری در آینده و دومین عامل، امکان پیش‌بینی نتایج حاصل از راهکارهای اخذشده می‌باشد (Terando *et al*., 2014). بنابراین، مدل‌های مکانی توسعهٔ شهری به‌عنوان ابزاری برای طراحی سیاست‌های کلان مدیریت شهری قابل استفاده هستند. از این‌رو، توسعهٔ مدل‌های مذکور که پی‌آمدهای آیندهٔ رشد شهری و طرح‌ها و سیاست‌های کنونی مدیریت شهری وابسته می‌باشد، امری حیاتی است. الگوی جامع و توسعه شهری یک فرآیند پیچیده است که شامل جنبه‌های مکانی، فضایی، زمانی، اقتصادی، اجتماعی و فیزیکی است (Sarimin and Yigitcanlar, 2012). به‌دلیل چندبُعدی بودن، مدل‌سازی این فرآیند امری مشکل است. مدل‌های شهری شامل توابع و فرآیندهایی هستند که ساختار مکانی شهر را در قالب معیارهایی هم‌چون کاربری زمین، جمعیت، اشتغال و حمل‌ونقل نشان می‌دهند. این مدل‌ها معمولاً به‌صورت برنامه‌های کامپیوتری نمود پیدا می‌کنند و این امکان را فراهم می‌سازند تا تئوری‌های مکانی توسط داده‌ها آزمایش شده و پیش‌بینی‌هایی از الگوهای مکانی آینده فراهم گردند (Allen and Lu, 2003).

پژوهشگران در بررسی تغییرات و پیش‌بینی کاربری اراضی از مدل‌های اتوماتای سلولی- زنجیره مارکوف استفاده کرده‌اند که می‌توان به نتایج پژوهشگران در تغییرات کاربری اراضی ساحل استان مازندران (Gholamalifard et al.,2012)، پراکندگی شهر ساری در جلگه خزر (Asgarian et al.,2013)، شهر ساحلی بندرچابهار (Khomar and Nemazi., 2017)، منطقه ساحلی بندرعسلویه (Shayan and vali.,2020) و شهر اهواز (Abiyat et al., 2021) اشاره کرد. پژوهشگران تغییرات کاربری اراضی در شرکت شهر گازیپور (GCC) بنگلادش را طی دو دهه گذشته (۲۰۰۲ تا ۲۰۲۲) با مدل اتوماتای سلولی بررسی کردند و برای پیش‌بینی‌های آینده از مدل CA-ANN استفاده کردند که نشان می‌دهد مساحت شهری تا سال ۲۰۴۲ به میزان ۴۷/۶ درصد افزایش خواهد یافت (Uddin et al., 2023). پژوهشگران برای بررسی تغییرات کاربری تالاب شهر صنعتی ژوژو در چین، از مدل LCM استفاده نموده و نشان دادند که در سال ۲۰۲۱ تغییرات کاملاً مشهود بود و همسان با تغییرات در طی سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۶ بوده که مساحت شالیزارها ۱۳۶۴ هکتار کاهش یافت و سکونتگاه شهری حدود ۱۰۰ هکتار افزایش یافته است (Zhan *et al*., 2021).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

در منطقه شهری- کشاورزی سرمبان در مالزی بررسی تصاویر ماهواره‌ای لندست طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۰ بیان-گر این است که توسعه اقتصادی و افزایش روند جمعیتی به‌ویژه در نواحی ساحلی موجب شده تا اراضی کشاورزی به کاربری شهری تغییر یابد که این روند توسعه شهری برای سال‌های ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ با مدل اتوماتای سلولی شبیه‌سازی شد که نیازمند سیاست‌های مدیریت شهری در سال‌های آینده می‌باشد (Aburas *et al*., 2018). در نواحی ساحلی کشور سریلانکا، توسعه سکونتگاه‌های شهری موجب کاهش تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه چای شده است؛ به‌گونه‌ای که نتایج مدل LCM نشان می‌دهد که طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۷، مناطق مسکونی ۱۷۹۱ هکتار افزایش یافته و زمین‌های کشاورزی ۱۹۱۹ هکتار کاهش یافته است که دلیل اصلی آن مسیر توسعه شهری به سمت شالیزارها و مزارع کشاورزی می‌باشد که امکان دارد در سال ۲۰۳۷ این تغییرات، خسارت شدیدی بر تولیدات کشاورزی منطقه وارد نماید (Ranagalage *et al*., 2019). در منطقهٔ شهری ولسوالی گرگان در هند نیز توسعه شهری بر محصولات کشاورزی لطمه وارد نموده است و در آن پژوهشگران از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ و مدل تغییرات پوشش زمین استفاده نموده و نشان دادند که رشد شهری به سمت اراضی کشاورزی توسعه یافته است و موجب تبدیل اراضی کشاورزی به اراضی سکونتگاهی و شهری شده است و این روند تا سال ۲۰۲۵ نیز ادامه پیدا خواهد نمود (Jain *et al*., 2017).

شهر بندرعباس با توجه به موقعیت استراتژیکی در تنگهٔ هرمز، دسترسی به تجارت بین‌المللی دریایی و کریدور جنوب به شمال، منابع محیطی و شرایط اقتصادی مناسب، موجب مهاجرت افراد زیادی شده است و شهر طی سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۹۵ رشد زیادی یافته است؛ اما به‌دلیل محدودیت موانع طبیعی و انسانی شامل لبهٔ ساحلی در جنوب، ارتفاعات سخت در شمال و شهرک پایگاه هوایی و منطقه ویژه اقتصادی خلیج فارس در نواحی غربی بندرعباس، توسعه شهری و اراضی مناسب برای ساخت‌وسازهای شهری را با چالش جدی مواجه ساخته است. در طرح جامع شهری بندرعباس، مساحت شهری و جمعیتی آن از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۸۲ بررسی شده است، اما رویکرد آن توصیفی و بررسی رشد جمعیتی بوده است. از طرف دیگر، در مطالعهٔ مداحی و همکاران (۱۳۹۹) مدل تغییرات کاربری برای شهرستان بندرعباس استفاده شده و در آن اشاره‌ای به مسیر توسعه شهری بندرعباس نشده است. به‌همین دلیل پژوهش حاضر سعی در بررسی تغییرات کاربری اراضی شهر بندرعباس با رویکرد توسعه شهری مبتنی بر آمایش سرزمینی دارد که برای دستیابی به این رهیافت و بررسی تغییرات کاربری اراضی از مدل آشکارساز تغییرات سرزمینی (LCM) و برای پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی و مسیر توسعه شهری بندرعباس طی سال‌های آینده (۲۰۵۰ میلادی) از مدل CA-Markov استفاده شده است. اعتبارسنجی مدل اتوماتای سلولی-زنجیره مارکوف در شهرهای ساحلی کمتر مورد بررسی قرار گرفته است و مطالعات اغلب مربوط به پوشش گیاهی-کشاورزی-شهر بوده است، اما در این پژوهش با توجه به نقش ساحل، گردشگری و اکوتوریسم و همچنین مداخلات سیاسی، اعتبارسنجی مدل برای شهر ساحلی بندرعباس انجام شده است و توانائی آن برای این نواحی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

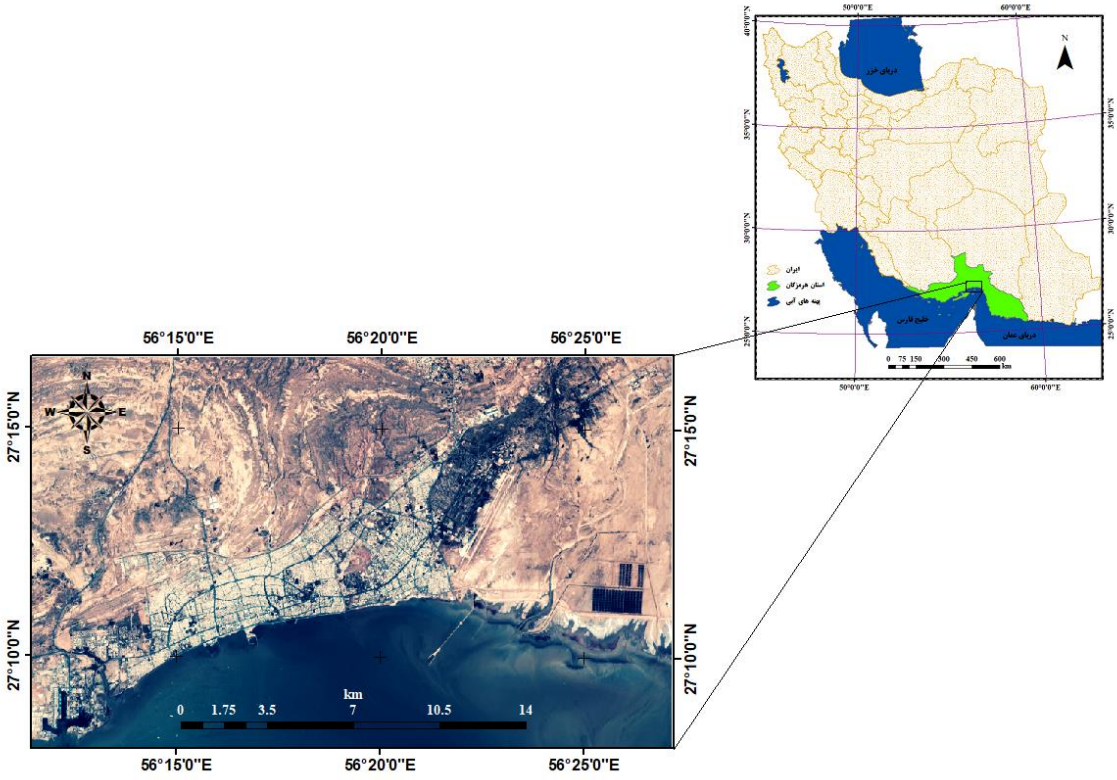
۲ـ منطقه مورد مطالعه و روش‌های مدل سازی

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

شهر بندرعباس مرکز استان هرمزگان در منتهی‌الیه جنوب ایران واقع شده است (شکل ۱). دامنه ارتفاعی شهر حدود ۰/۶ تا ۴۰ متر است که نقاط پست در نواحی ساحلی و نقاط مرتفع در ناحیهٔ شمالی شهر است که شیب آن از ارتفاعات شمالی به‌سوی دریا می‌باشد. محدودهٔ شهر براساس طرح جامع در حدود ۵۳۲۳/۵ هکتار مساحت دارد. جمعیت شهر بندرعباس طی سال‌های ۱۳۳۵، ۱۳۴۳، ۱۳۵۳، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۹۵ به‌ترتیب ۱۷/۷ هزارنفر، ۲۸/۴ هزار نفر، ۸۸ هزار نفر، ۱۷۴/۶ هزار نفر، ۲۰۱/۶ هزار نفر، ۲۷۳/۵ هزار نفر و ۶۸۰/۳ هزار نفر بوده است. این روند افزایشی جمعیت با روند توسعه شهری همراه بوده و اراضی مجاور به کاربری‌های مختلف شهری تبدیل شده‌اند. بندرعباس شهری طولی در امتداد خط ساحلی گسترده شده است، اما با توجه به موانع طبیعی و انسانی در جهات مختلف، مانند نواحی صنعتی در غرب، ایستگاه قطار و ریل آهن در شمال‌غرب، محدوده فرودگاهی و نظامی در شرق، تپه ماهورها در شمال و دریا در جنوب، توسعهٔ کالبدی شهر با چالش جدی مواجه است. هدف پژوهش حاضر این است که توزیع فضایی کالبد شهری بندرعباس طی سال‌های گذشته با مدل محاسبات فضایی ارزیابی شود و با توجه به نقش عوامل مهندسی شهری و تغییرات آماری سال‌های گذشته، مسیر توسعه کالبدی شهر برای سال‌های آتی پیش‌بینی شود تا بتوان تصمیم گرفت که آیا شهر به سمت‌وسوی درستی پیش می‌رود یا خیر.



شکل ۱: محدوده شهر بندرعباس و اراضی مجاور آن در مدل‌سازی با ابعاد ۲۵×۱۵ کیلومتر

۲-۲- نحوهٔ مدل‌سازی

این مطالعه ماهیت توصیفی- تحلیلی دارد و از لحاظ هدف که پیش‌بینی مسیر توسعه شهری بندرعباس می‌باشد، کاربردی است. برای طبقه‌بندی کاربری اراضی، از تصاویر ماهواره‌ای لندست، سنجنده‌های TM[1]، ETM[1] و OLI[2] و

[1] - Thematic Mapper

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال (MLC[3]) برای بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله (۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰) استفاده گردید. سپس برای پیش‌بینی مسیر توسعه شهری بندرعباس از مدل آشکارساز تغییرات سرزمین (LCM[4]) و زنجیره CA-Markov استفاده شد.

۲-۳- طبقه‌بندی کاربری اراضی محدوده موردمطالعه

تصاویر ماهواره‌ای لندست یکی از پُرکاربردترین تصاویر جهانی در مطالعات برنامه‌ریزی زمین ازجمله کاربری اراضی و نظارت بر تغییرات اراضی طی بازه‌های زمانی مختلف است (Feizizadeh *et al.*, 2013) که در پژوهش حاضر نیز برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ از سری سنجنده‌های لندست (جدول ۱) استفاده گردید. تصاویر از سایت سازمان زمین‌شناسی آمریکا (USGS[5]) تهیه گردید.

جدول ۱: تصاویر ماهواره‌ای مورداستفاده به‌منظور تهیه نقشه کاربری اراضی

تاریخ تصویر	ماهواره	سنجنده	تفکیک مکانی (متر)	تعداد باند	مرجع (WGS84)	باند پانکروماتیک (متر)	ردیف و گذر
۱۹ جولای ۱۹۹۰	لندست ۵	TM	۳۰×۳۰	۷	UTM ZONE, 40	–	۱۶۰-۴۱
۲۳ آگوست ۲۰۰۰	لندست ۷	ETM	۳۰×۳۰	۸	UTM ZONE, 40	۱۵	۱۶۰-۴۱
۱۶ اکتبر ۲۰۱۳	لندست ۸	OLI	۳۰×۳۰	۱۲	UTM ZONE, 40	۱۵	۱۶۰-۴۱
۶ آگوست ۲۰۲۰	لندست ۸	OLI	۳۰×۳۰	۱۲	UTM ZONE, 40	۱۵	۱۶۰-۴۱

در مرحله‌ی پیش‌پردازش تصاویر ماهواره‌ای، خطاهای ناشی از اعوجاج و هندسی و همچنین رادیومتریکی با الگوریتم‌های FLAASH و Radiometric Calibration در نرم‌افزار ENVI تصحیح گردید. با توجه به این‌که تصاویر لندست، پهنه‌ی ۱۸۵×۱۸۵ کیلومتر را پوشش می‌دهد، در پژوهش حاضر تصویر با یک ابعاد ۲۵×۱۵ کیلومتر به‌صورت یک ROI برش داده شد و محدوده‌ی موردمطالعه تعیین شد که این فرآیند با الگوریتم Subset data from ROI در نرم-افزار ENVI انجام شد. همه‌ی تصاویر تهیه شده با ابعاد مشخص شده برش داده شد و به‌عنوان محدوده موردمطالعه شناسایی گردید.

پس از پیش‌پردازش تصاویر، از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال (MLC) و اعمال آن بر روی تصاویر وارد شده به نرم‌افزار ENVI، نقشه کاربری اراضی محدوده مطالعاتی تهیه شد. در این الگوریتم، کلاسی به پیکسل نسبت داده می-

[1] - Enhanced Thematic Mapper
[2] - Operational Land Imager
[3] - Maximum Likelihood Classification
[4] - Land Change Modeler
[5]- https://earthexplorer.usgs.gov/

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

شود که بزرگ‌ترین احتمال تعلق پیکسل به آن کلاس را دارا باشد. معمولاً فرض می‌شود که توزیع احتمال برای هر کلاس به‌صورت توزیع نرمال چندبُعدی است که از قانون توزیع گوسین تبعیت می‌کند. در این روش احتمال یافتن پیکسل متعلق به یک کلاس داده شده w_i در موقعیت X از فضای چندطیفی به‌وسیله‌ی رابطه (۱) انتخاب می‌شود (Ediriwickrema and Khorram, 1997).

رابطه (۱):

$$\underset{\lambda_1 \dots \lambda_L}{max}\left[-\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{L}\sum_{i=1}^{L}\lambda_i\, y_i(X_i.X_j)\, y_i\, \lambda_i + \sum_{i=1}^{L}\lambda_I\right]$$

که i=1.2.3,... کلاس‌های پوشش زمین، m_i بردار متوسط داده در کلاس w_i و $|\Sigma|$ ماتریس کوواریانس برای هر کلاس است. در عمل، توزیع نرمال چندبُعدی به‌طور کامل به‌وسیله‌ی بردار میانگین و ماتریس کوواریانس آن مشخص می‌شود. در تعیین کلاس یک پیکسل به‌وسیله‌ی بردار x از احتمال شرطی $P\{w_i|X\}$ استفاده می‌شود. با محاسبه‌ی $P\{w_i|X\}$ برای هر پیکسل در تمام کلاس‌ها و مشخص‌کردن بیش‌ترین مقدار احتمال ثانویه برحسب پیکسل مشخص می‌شود. اجرای روش MLC شامل برآورد بردارهای میانگین کلاس و ماتریس‌های کوواریانس با استفاده از الگوهای آزمایشی انتخاب شده از نمونه‌های مشخص هر کلاس خاص می‌باشد. در نهایت، به‌منظور بیان دقت نقشه‌های کاربری اراضی تهیه شده از آماره‌ی کاپا استفاده گردید.

۲-۴- تغییرات کاربری اراضی و مسیر توسعه شهری

آشکارسازی تغییرات که یکی از فرآیندهای ضروری در تحلیل و ارزیابی توسعه شهری و زیست‌محیطی می‌باشد، در واقع فرآیند شناسایی تفاوت‌ها در وضعیت یک شیء یا پدیده با مشاهده‌ی آن در زمان‌های مختلف است. روش‌های گوناگونی برای این آشکارسازی وجود دارد. یکی از این روش‌ها، مقایسه پس از طبقه‌بندی است (Yeh and Li, 1997). در پژوهش حاضر برای شناسایی تغییرات از روش مقایسهٔ پس از طبقه‌بندی استفاده شد. در این روش، دو نقشه به‌صورت پیکسل به پیکسل با استفاده از ماتریس شناسایی تغییرات با هم مقایسه می‌شوند. یکی از پُرکاربردترین مدل‌هایی که در آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی استفاده می‌شود، مدل‌سازی تغییرات زمین (LCM) است که در نرم‌افزار Idrisi انجام می‌شود. این مدل تحلیلی از تغییرات کاربری اراضی طی دوره‌های مختلف زمانی را بررسی نموده و میزان تغییرات را نشان می‌دهد (Li *et al.*, 2020). در این مطالعه، تغییرات کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه در ابعاد ۲۵×۱۵ کیلومتر بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ مورد تحلیل قرار گرفت و نقشه تغییرات تولید گردید. مدل‌سازی تغییرات زمین نیز امکان بررسی روند فضایی تغییرات کاربری‌های موردنظر را به صورت گرافیکی فراهم آورده است. در این بخش، روند مکانی تغییر از همه کلاس‌ها به اراضی شهری با استفاده از چندجمله‌ای درجه سه تولید و بررسی گردید.

گام بعدی در پیش‌بینی تغییرات، مدل‌سازی پتانسیل تبدیل است. در این مرحله، با استفاده از داده‌های مربوط به تغییرات گذشته و متغیرهای مکانی مؤثر بر توسعه شهری، احتمال تبدیل هر پیکسل از یک کاربری به کاربری دیگر برآورد می‌شود. متغیرهای مستقل مؤثر شامل: ۱) فاصله از جاده‌های اصلی، ۲) فاصله از گسل‌ها و نقاط زلزله‌خیز، ۳) فاصله از خطوط راه‌آهن، ۴) فاصله از آبراهه‌ها، ۵) فاصله از اراضی مرتعی، ۶) فاصله از نواحی صنعتی و آلوده، و ۷) فاصله از پهنه‌های سیلابی هستند. برای آماده‌سازی این متغیرها، ابتدا لایه‌های فاصله‌ای در محیط GIS تولید شده و سپس

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

با استفاده از توابع عضویت فازی، نرمال‌سازی شدند. جهت ارزیابی میزان تأثیرگذاری هر متغیر بر تغییرات کاربری، ضریب همبستگی کرامر (Cramer's V) محاسبه شد و متغیرهای با همبستگی معنادار، به مرحله مدل‌سازی وارد شدند. فرآیند مدل‌سازی پتانسیل تبدیل در محیط نرم‌افزار Idrisi Selva و با استفاده از ابزار Land Change Modeler صورت گرفت. از میان روش‌های موجود، شبکه عصبی مصنوعی (ANN) به دلیل توانایی در مدل‌سازی روابط پیچیده فضایی برای تولید نقشه پتانسیل تغییر انتخاب شد.

پیش‌بینی تغییرات آخرین مرحله از مدل‌سازی با استفاده از مدل‌سازی تغییرات زمین است که در این مطالعه، توسعه کاربری شهری بندرعباس در سال ۲۰۵۰ با مدل سلول‌های خودکار مارکوف (CA-Markov) بر مبنای تغییرات ایجاد شده در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ شبیه‌سازی گردید. در این مرحله، یک سناریو با استفاده از قابلیت زنجیره مارکوف و ماتریس احتمال انتقال محاسبه شد. مدل تعیین می‌کند چگونه متغیرهای انتخاب شده بر روند تغییرات پوشش زمین تأثیر می‌گذارد. دلیل استفاده از زنجیره مارکوف، تعیین مقدار کمّی تغییرات که ممکن است در برخی از نقاط در آینده رخ دهد، می‌باشد. بنابراین ماتریس احتمال انتقال، احتمالی که هر کلاس کاربری به دیگر کلاس‌ها تغییر خواهد کرد را ثبت می‌کند. روش مدل‌سازی تغییرات زمین دو مدل را جهت پیش‌بینی تغییرات ارائه می‌دهد که شامل پیش‌بینی سخت و پیش‌بینی نرم است. در این مطالعه از هر دو مدل سخت و نرم خروجی گرفته شد و در نهایت اعتبارسنجی مدل با اجرای ماژول validate انجام شد.

۳- نتایج پژوهش

پس از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای لندست برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، نقشه‌های کاربری اراضی به سه کلاس پهنه‌های آبی، اراضی بایر و نواحی سکونتگاهی-فضای سبز شهری تفکیک شده و مساحت هر یک از طبقات اراضی برای سال‌های موردمطالعه محاسبه گردید. با توجه به شرایط محیطی خشک و اقلیم گرم و خشک محدوده موردمطالعه، پوشش گیاهی بسیار ضعیف و پراکنده بوده که عمدتاً نیز به‌صورت بوته‌های شور بیابانی هستند؛ از طرفی نیز با توجه به پیکسل‌های ۳۰ متری تصاویر لندست، عملاً این مراتع ضعیف قابل تفکیک نبوده و در طبقه‌ی اراضی بایر درنظر گرفته شد. فضای سبز در محدوده‌ی موردمطالعه در نواحی شهری بندرعباس مشاهده گردید که به‌صورت پارک‌های محله‌ای هستند و این فضاهای سبز در طبقه‌ی سکونتگاهی-فضای سبز شهری ادغام گردید و به‌عنوان یک کلاس کاربری شناسایی شد. طبقه‌ی پهنه‌ی آبی نیز آب‌های ساحلی و خلیج فارس در تنگه‌ی هرمز، استخر پرورش ماهی در ناحیه‌ی شرقی بندرعباس و یک پهنه‌ی آبی محصور در شهر بندرعباس در محله‌ی اسلام‌آباد را شامل می‌شود. طبقه‌ی سوم نیز اراضی بایر است که شامل مراتع ضعیف و بوته‌زارهای بیابانی، تپه‌ماهورهای شمالی و شمال‌شرقی محدوده موردمطالعه می‌باشد. با توجه به این‌که هدف اصلی پژوهش حاضر، ارزیابی تغییرات کاربری‌ها و توسعه شهر بندرعباس می‌باشد، طبقات اراضی نیز به سه طبقه اصلی تقسیم‌بندی گردید (جدول ۲).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

جدول ۲: طبقات کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه بندرعباس

ردیف	کلاس	کاربری
۱	**پهنه آبی**	آب‌های ساحلی خلیج فارس، استخر پرورش ماهی، آب‌گیر گل-کنی
۲	**اراضی بایر**	بوته‌زارهای بیابانی، تپه‌ماهورها، فضاهای باز اطراف شهر
۳	**سکونتگاهی- فضای سبز شهری**	مناطق مسکونی، تجاری و صنعتی، راه‌های ارتباطی، مراکز نظامی

جدول (۳) و شکل (۲)، میزان مساحت طبقات کاربری اراضی محدوده موردمطالعه با ابعاد ۲۵×۱۵ کیلومتر در بندرعباس را طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ را نشان می‌دهد.

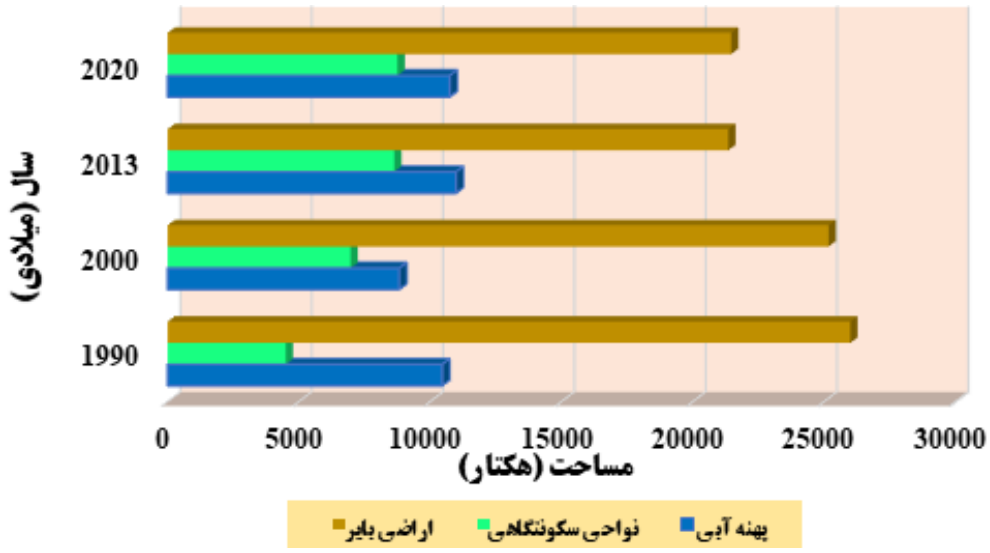
جدول ۳: مساحت طبقات کاربری اراضی در محدوده مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

ردیف	طبقات کاربری	مساحت (هکتار)			
		۱۹۹۰	۲۰۰۰	۲۰۱۳	۲۰۲۰
۱	**پهنه آبی**	۱۰۴۴۷	۸۸۱۲	۱۰۹۷۲	۱۰۷۳۵
۲	**نواحی سکونتگاهی**	۴۴۹۴	۶۹۶۳	۸۶۲۰	۸۷۴۶
۳	**اراضی بایر**	۲۵۹۹۰	۲۵۱۵۶	۲۱۳۳۹	۲۱۴۴۹

نمودار طبقات اراضی نشان می‌دهد که کلاس اراضی بایر در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله روند کاهشی داشته است و از ۲۵۹۹۰ هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۲۱۴۴۹ هکتار در سال ۲۰۲۰ کاهش یافته است که بیشترین میزان این روند کاهشی در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ رخ داده است. پهنه‌ی آبی تغییرات زیادی نداشته و تنها در سال ۲۰۰۰ میزان آن به حداقل رسیده است که دوباره روند افزایش داشته و از ۸۸۱۲ هکتار در سال ۲۰۰۰ به ۱۰۹۷۲ هکتار در سال ۲۰۱۳ رسیده است که این روند افزایشی ناشی از احداث ایستگاه‌های پرورش ماهی و میگو و همچنین بالاآمدن سطح آب دریا در نواحی ساحلی می‌باشد. در میان طبقات اراضی، نواحی سکونتگاهی- فضای سبز شهری طی ۳۰ سال موردمطالعه، کاملاً روند صعودی داشته است؛ به‌گونه‌ای که از ۴۴۹۴ هکتار در سال ۱۹۹۰ به ۸۷۴۶ هکتار در سال ۲۰۲۰ رسیده است. بیشترین روند صعودی آن در بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ بوده که از ۶۹۶۳ هکتار به ۸۶۲۰ هکتار افزایش یافته است.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]



شکل ۲: مساحت کاربری‌های اراضی محدوده موردمطالعه در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

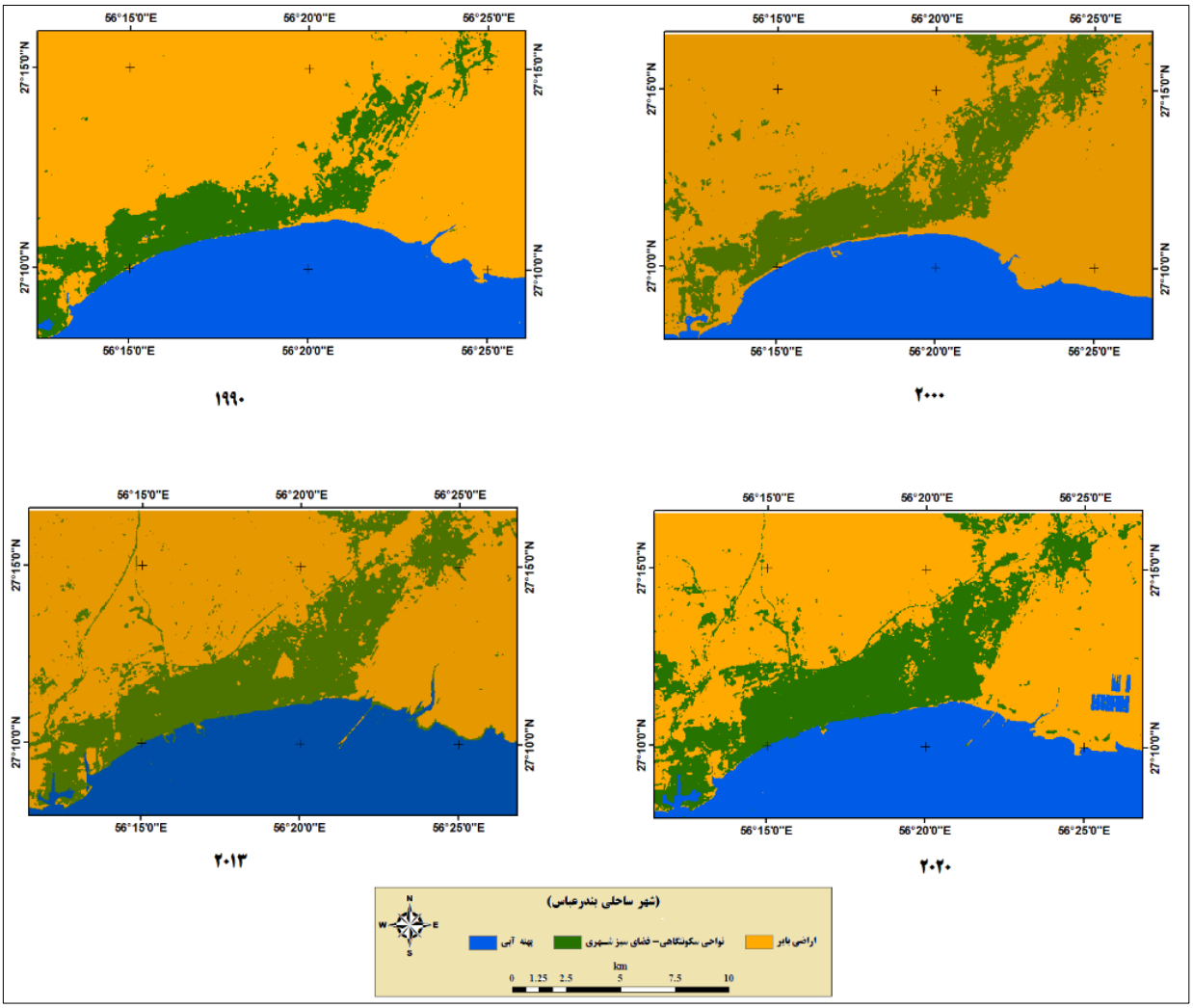
همان‌طور که در شکل (۳) نمایان است، کلاس سکونتگاهی- فضاهای سبز شهری که عمدتاً شهر بندرعباس را در بر می‌گیرد، در سال ۱۹۹۰ در نواحی ساحلی گسترده شده است که عمدتاً محلات قدیمی و مرکزی شهر با بافت فرسوده را در بر می‌گیرد. در نواحی شرقی منطقه نیز پایگاه هوایی و روستای آبشورک در شمال‌شرقی شهر بندرعباس قرار دارد. از سمت غرب نیز محله‌ی دو هزار و شهرک امام به‌صورت پراکنده، کلاس سکونتگاهی را تشکیل می‌دهند. در نواحی شرقی هسته مرکزی شهر، محلات گلشهر، شهرک گاز، دامایی مراحل اولیه تشکیل خود را به‌سر می‌برند و هنوز ساختمان‌های مسکونی و تجاری در آن تشکیل نشده است. همچنین شهرک الهیه، توحید، امام رضا، مهرگان و غیره ساخته نشده بود.

در سال ۲۰۰۰ که نسبت به سال ۱۹۹۰ بیش از ۲۵۰۰ هکتار بر پهنهٔ شهری افزوده شده است، ساخت‌وسازها عمدتاً در نواحی شرقی از هسته مرکزی شهر انجام شده و در آن محلات گلشهر شمالی، دامایی، شهرک گاز، کوی خلیج فارس، شهرک توحید و الهیه شمالی در اطراف فرودگاه بین‌المللی بندرعباس رشد و توسعه یافته‌اند و ساخت‌وسازهای متراکمی در آن اتفاق افتاده است. در ناحیهٔ غربی شهر بندرعباس نیز شهرک باهنر و شهرک امام متراکم شده و ساخت‌وسازهای زیادی در آن انجام شده است.

در سال ۲۰۱۳ که نسبت به سال ۲۰۰۰ بیش از ۱۶۰۰ هکتار در وسعت نواحی سکونتگاهی افزوده شده است، ساختمان‌سازی‌های گسترده‌ای در نواحی شرقی و شمال‌شرقی شهر بندرعباس اتفاق افتاده است که در آن گلشهر شمالی و جنوبی، دامایی، کوی خلیج فارس، شهرک توحید، الهیه شمالی، مهرگان، زیبا شهر، شهرک طلائیه اطراف بلوار علی ا- بن ابیطالب و بلوار امام حسین ساختمان‌سازی‌های متراکمی انجام شده است. در نواحی ساحلی نیز ساخت‌وسازهای جدید همچون پارک‌های ساحلی دولت و ولایت، نوسازی‌هایی در بازار بزرگ و مجتمع‌های تجاری انجام شده است. همچنین تراکم ساختمان‌سازی در محلات انتهایی در جنوبشرقی شهر نسبت به سال ۲۰۱۳ افزایش یافته است. در اراضی بایر شمال‌شرقی بندرعباس به سمت جاده میناب نیز کارگاه‌های کوچک و صنایع و بخش‌های خدماتی توسعه پیدا کرده است. در نواحی غربی بندرعباس نیز ساختمان‌سازی‌های شهرک پیامبراعظم از سال ۲۰۱۰ شروع شده بود و اراضی بایر

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

این بخش از بندرعباس به نواحی مسکونی تبدیل شد. در سال ۲۰۲۰، طبقات کاربری اراضی به‌ویژه نواحی سکونتگاهی تغییرات چندانی نسبت به سال ۲۰۱۳ نداشته است و در آن حدود ۱۰۰ هکتار بر نواحی سکونتگاهی افزوده شده است که عمدتاً مربوط به متراکم‌سازی شهرک‌های حومه‌ای بندرعباس می‌باشد (شکل ۳).



شکل ۳: نقشه‌های کاربری اراضی محدوده موردمطالعه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

پس از تهیهٔ نقشه‌های کاربری اراضی برای سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰ از تصاویر سری لندست، صحت کلی و اعتبار نقشه‌های تولید شده از نقاط کنترل زمینی و تصاویر رنگی کاذب به‌دست آمد. نتایج نشان داد که ضریب کاپا برای نقشه‌های کاربری اراضی تولید شده بیشتر از ۰/۷ است. ضریب کاپا آزمون آماری برای ارزیابی میزان صحت طبقه‌بندی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای است که اگر ضریب به‌دست آمده از ۰/۵ تا ۱+ باشد، بیان‌گر صحت و دقت مناسب روش مورد استفاده در طبقه‌بندی و تولید نقشهٔ کاربری اراضی است. علت بیشتر بودن صحت سنجنده OLI در تولید نقشه کاربری اراضی این است که این سنجنده دارای باند پانکروماتیک با وضوح مکانی ۱۵×۱۵ متر است و قدرت تفکیک اجسام در این تصویر بیشتر از سنجنده‌های TM و ETM است که دارای وضوح مکانی ۳۰× ۳۰ متر می‌باشند (جدول ۴).

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

جدول ۴: صحت کلی و ضریب کاپای سنجنده‌های مورداستفاده در پژوهش حاضر

سال	سنجنده TM		سنجنده ETM		سنجنده OLI	
	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۹۹۰	۰/۷۱	۰/۷۳	–	–	–	–
۲۰۰۰	–	–	۰/۷۷	۰/۸۲	–	–
۲۰۱۳	–	–	–	–	۰/۸۹	۰/۹۲
۲۰۲۰	–	–	–	–	۹۱	۰/۹۳

نوع تغییرات و تبدیل کاربری‌های اراضی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۵). نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل اراضی بایر به پهنه‌های شهری (سکونتگاهی) است که بیشترین دورهٔ رشد کالبدی شهری بندرعباس در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ بوده است. این مسیر رشد فیزیکی شهر در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ نیز با سرعت یکنواختی ادامه داشته است، اما در سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۲۰ به دلیل رکود اقتصادی کشور و منطقه، رشد فیزیکی شهر کاهش یافته است.

جدول ۵: مساحت تبدیل و تغییر طبقات کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه

تغییرات	مساحت تغییرات طبقات کاربری (هکتار)			
	۲۰۰۰-۱۹۹۰	۲۰۱۳-۲۰۰۰	۲۰۲۰-۲۰۱۳	۲۰۲۰-۱۹۹۰
اراضی بایر به پهنه آبی	۰/۵۴	۲۲۰۵	۲۱۶/۸۱	۳۶۲/۹۷
پهنه آبی به سکونتگاهی	۱/۳۵	۳۴/۷۴	۱۹/۵۳	۶۱/۵۶
اراضی بایر به سکونتگاهی	۲۸۵۹/۰۳	۲۳۴۱/۷۱	۱۳۳۷/۷۶	۴۴۸۰/۸۳
پهنه آبی به اراضی بایر	۱۶۳۵/۰۳	۱۱/۰۷	۴۸۹/۹۶	۴۱/۴

به‌طورکلی، در طی ۳۰ سال (۲۰۲۰-۱۹۹۰)، بیشترین تغییرات مربوط به کاهش اراضی بایر و افزایش نواحی سکونتگاهی بوده است. پهنه‌های آبی در نواحی ساحلی به‌دلیل شرایط بالا آمدن سطح آب دریا، رسوب‌گذاری در مصب رودخانه‌های سیلابی و همچنین احداث مراکز پرورش ماهی و میگو در نواحی ساحلی تغییراتی داشته است که تغییرات آن مثبت بوده و افزایش یافته است؛ اما اراضی بایر به‌واسطه‌ی توسعه و رشد کالبدی شهر بندرعباس و ساخت‌وسازهایی که در نواحی حومه‌ی شهری طی ۳۰ سال اخیر انجام شده است، به‌شدت کاهش یافته و عمدتاً به طبقه‌ی سکونتگاهی تبدیل شده است (جدول ۶).

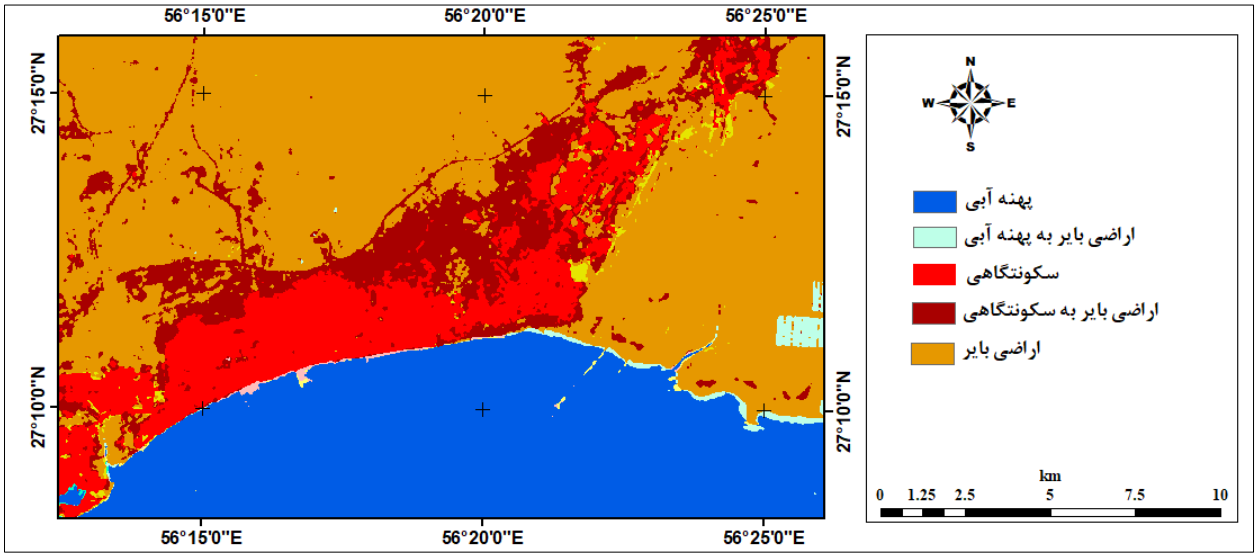
جدول ۶: میزان تغییر طبقات کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه

طبقات کاربری	تغییرات طبقات کاربری اراضی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ (هکتار)		
	کاهش	افزایش	کل تغییرات
اراضی بایر	۴۸۴۴	۳۰۳	-۴۵۴۱
پهنه آبی	۱۰۳	۳۹۱	+۲۸۸
سکونتگاهی	۵	۴۵۴۲	+۴۵۳۷

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

علاوه‌بر محاسبه‌ی میزان تغییرات در کاربری‌های مختلف، در شکل (۴)، چشم‌انداز فضایی تبدیل و تغییر کاربری‌ها نیز نمایان شده است که در آن اراضی بایر که به نواحی سکونتگاهی طی بازه‌ی زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تبدیل شده‌اند، به رنگ قرمز تیره بوده و عمدتاً در نواحی شمالی، بخش شرقی هسته مرکزی شهر، نواحی شمال‌غربی و همچنین شمال-شرقی شهر بندرعباس ایجاد شده است.

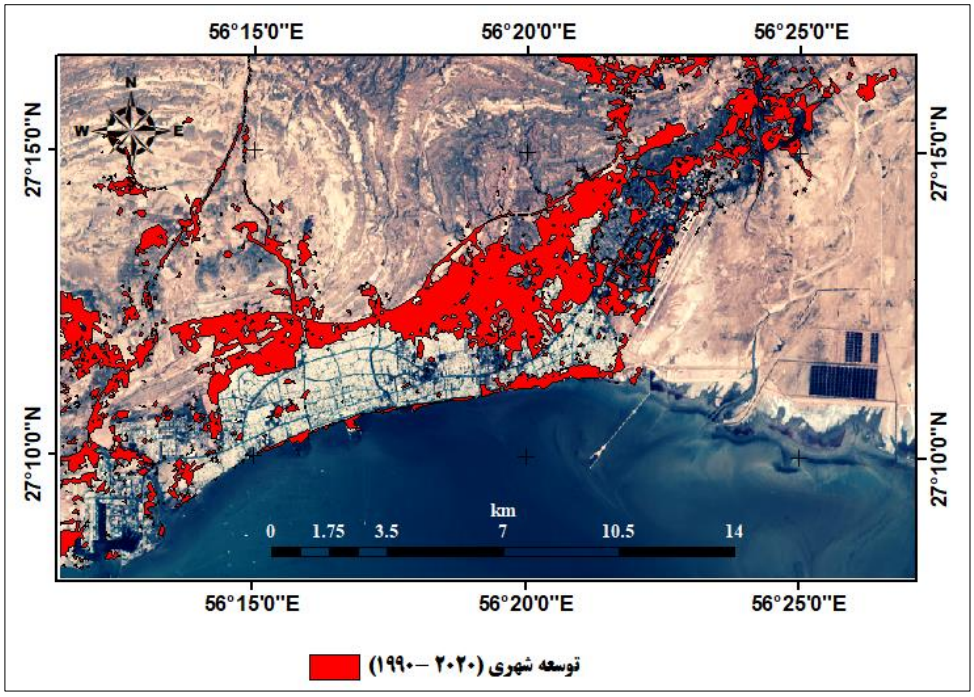


شکل ۴: تبدیل و تغییر کاربری‌های اراضی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

همچنین در بازه‌ی زمانی ۳۰ ساله (۲۰۲۰-۱۹۹۰)، اراضی بایر که به نواحی سکونتگاهی تبدیل شده‌اند، در شکل (۵) به رنگ قرمز مشخص شده است که حدود ۴ هزار و ۴۸۰ هکتار می‌باشد. بیشترین توسعه شهری و ساخت‌وسازهای شهری در بخش شرقی هسته مرکزی شهر بندرعباس شامل محلات گلشهر شمالی، دامایی، شهرک گاز، شهرک الهیه جنوبی و شمالی، شهرک طلائیه، شهرک توحید و مجتمع‌های مسکونی می‌باشد؛ همچنین در نواحی شمال‌غربی شهر نیز شهرک مسکونی پیامبراعظم به‌عنوان پروژه مسکن مهر احداث شد که درواقع مسیر توسعه شهر را تا حدودی تغییر داد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]



شکل ۵: نواحی توسعه شهری بندرعباس در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰

پس از بررسی نتایج مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه در سال ۲۰۲۰، از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov جهت پیش‌بینی توسعه شهری بندرعباس و نواحی سکونتگاهی در حومه‌ی این شهر استفاده شد که در محیط نرم‌افزار Terrset انجام شد. در ساخت سناریوی آینده توسعه شهری بندرعباس در سی سال آینده در سال ۲۰۵۰، از نتایج مدل تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ استفاده گردید و با اضافه نمودن متغیرهای مستقل و میزان همبستگی آن‌ها با توسعه شهری، پیش‌بینی شهری و طبقات کاربری اراضی انجام شد. ضرایب همبستگی کرامر بیانگر این است که طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، فاصله از نواحی صنعتی تاثیر زیادی در مسیر رشد فیزیکی شهر بندرعباس داشته است و پس از آن، فاصله از اراضی بایر و دسترسی به این زمین‌ها در رتبهٔ دوم قرار دارد. به طور کلی، همهٔ متغیرها در نوع تغییرات کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ موثر بوده‌اند و همبستگی آنها در سطوح ۹۵ و ۹۹ درصد معنی‌دار است.

جدول ۷: میزان همبستگی کرامر برای متغیرهای مستقل در پیش‌بینی توسعه شهری بندرعباس

متغیر	همه کاربری‌ها	کاربری پهنه آبی	کاربری اراضی بایر	کاربری سکونتگاهی
فاصله از اراضی کشاورزی	۰/۵۶۳**	۰/۷۴۴**	۰/۵۲۱**	۰/۳۵۱*
فاصله از گسل	۰/۴۸۴**	۰/۶۱۷**	۰/۴۱۳*	۰/۳۰۲*
فاصله از راه‌آهن	۰/۳۰۸*	۰/۳۳۹*	۰/۳۱۱*	۰/۲۴۸*
فاصله از ابراهه	۰/۲۹۸*	۰/۳۶۱**	۰/۲۸۵*	۰/۲۶۶*
فاصله از جاده	۰/۴۲۲**	۰/۴۷۶**	۰/۴۷۲**	۰/۱۷۵*
فاصله از پهنه‌های سیلابی	۰/۳۳۲*	۰/۴۳۳**	۰/۳۷۶**	۰/۱۸۷*
فاصله از نواحی صنعتی	۰/۴۴۲**	۰/۴۸۷**	۰/۴۶۲**	۰/۳۸۰**

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

بنابراین می‌توان از ضرایب همبستگی کرامر نتیجه گرفت که متغیرهای مستقل به عنوان عوامل موثر در مسیر رشد فیزیکی شهر بندرعباس محسوب می‌شوند و می‌توان از این متغیرها در پیش‌بینی مسیر رشد فیزیکی شهر بندرعباس در سال‌های آتی استفاده کرد. این پارامترها در مدل اتوماتای سلولی به عنوان متغیرهای موثر در رشد شهری استفاده شدند.

نتایج پیش‌بینی تغییرات کاربری‌های اراضی و توسعه شهری بندرعباس در سال ۲۰۵۰ با مدل زنجیره مارکوف نشان داد که حدود ۱۶۹۵ هکتار از اراضی بایر در محدوده موردمطالعه به نواحی سکونتگاهی- فضای سبز شهری تبدیل خواهد شد و مساحت سکونتگاه‌های شهری از ۸۷۴۶ هکتار در سال ۲۰۲۰ به ۹۸۶۸ هکتار در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید (جداول ۸ و ۹).

جدول ۸: میزان مساحت تبدیل و تغییر طبقات کاربری اراضی به نواحی سکونتگاهی در محدوده موردمطالعه

تغییرات	مساحت تغییرات طبقات کاربری (هکتار)	
	۲۰۲۰-۱۹۹۰	۲۰۵۰-۲۰۲۰
پهنه آبی به سکونتگاهی	۶۱/۵۶	۸۲۴/۹۴
اراضی بایر به سکونتگاهی	۴۴۸۰/۸۳	۱۶۹۵/۶۹

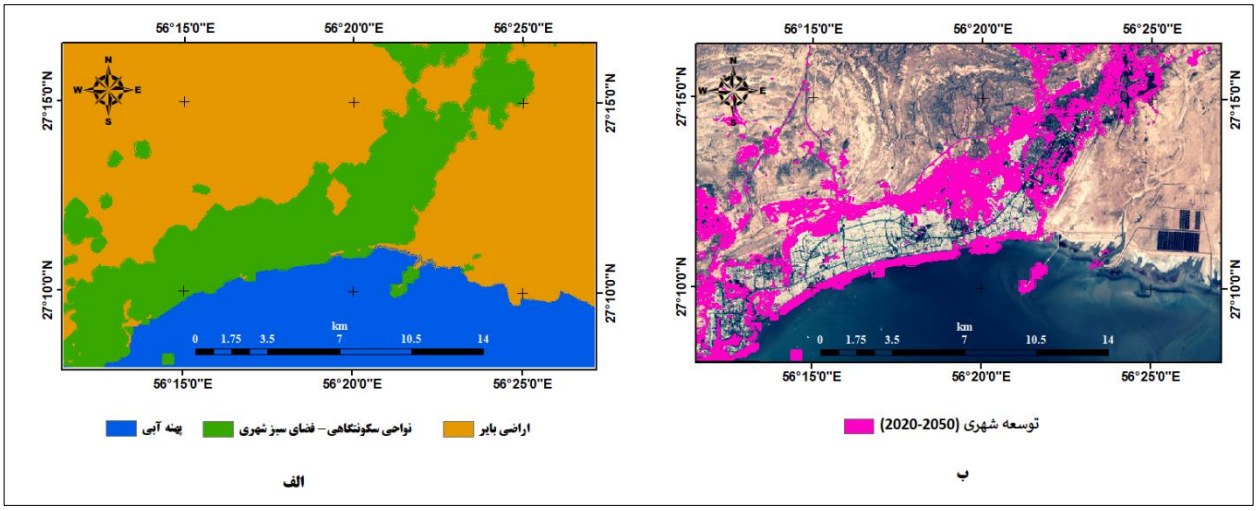
جدول ۹: میزان مساحت کاربری‌های اراضی در محدوده موردمطالعه در سال ۲۰۲۰ و پیش‌بینی آن در سال ۲۰۵۰

طبقات کاربری اراضی	مساحت (هکتار)	
	۲۰۲۰	۲۰۵۰
پهنه آبی	۱۰۷۳۵	۹۴۱۷
اراضی بایر	۲۱۴۴۹	۲۰۱۸۸
نواحی سکونتگاهی-فضای سبز شهری	۸۷۴۶	۹۸۶۸

در شکل (۶)، طبقات کاربری اراضی در سال ۲۰۵۰ و همچنین اراضی که به کاربری شهری تبدیل خواهد شد نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل (۶، ب) نمایان است، احتمال این‌که در نوار ساحلی، ساخت‌وسازهای تفریحی-تجاری احداث شود، زیاد است. همچنین اراضی خالی در شهرک‌های شمال‌شرقی و شمال‌غربی بندرعباس به احتمال زیاد به ساخت‌وسازهای شهری تبدیل شود. اراضی واقع در شمال‌شرقی و شمال‌غربی بندرعباس از پهنه‌های سیلابی، نواحی صنعتی و آلوده و نقاط زلزله‌خیز فاصلهٔ مناسبی دارند، از طرفی این اراضی بایر بوده و به جاده‌های مهم و اصلی شهر دسترسی دارد. با توجه به نوع کاربری اراضی و تغییراتی که در گذشته رخ داده است و همچنین نقش عوامل موثر در توسعه شهری (متغیرهای مستقل)، مدل اتوماتای سلولی- زنجیره مارکوف نشان می‌دهد که این اراضی بایر در شمال‌شرقی-شمال-شمال‌غربی در سال‌های آتی به اراضی شهری تبدیل خواهد شد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]



شکل ۶: الف: پیش‌بینی نقشه کاربری اراضی سال ۲۰۵۰، ب: نواحی توسعه شهری بندرعباس در سال ۲۰۵۰

۵ـ بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه از تصاویر سنجنده‌های سری لندست شامل TM (۱۹۹۰)، ETM (۲۰۰۰) و OLI (۲۰۱۳ و ۲۰۲۰) برای تحلیل تغییرات کاربری اراضی در ابعاد ۲۵×۱۵ کیلومتر در منطقه بندرعباس انجام شد و از نتایج آن برای پیش‌بینی توسعه شهری بندرعباس استفاده گردید. به‌منظور تهیه‌ی نقشه کاربری اراضی برای سال‌های موردمطالعه از الگوریتم حداکثر احتمال (MLC) در نرم‌افزار ENVI استفاده شد. سپس نقشه‌ها وارد محیط نرم‌افزار Idrisi Terrset شده و با آشکارسازی تغییرات سرزمین (LCM)، تغییرات کاربری‌ها در سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۰، ۲۰۱۳-۲۰۰۰، ۲۰۲۰-۲۰۱۳ و ۲۰۲۰-۱۹۹۰ تحلیل و بررسی شد. درنهایت با استفاده از مدل زنجیره مارکوف CA-Markov همراه با نقشه‌های کاربری اراضی، متغیرهای مستقل و تغییرات کاربری‌ها، توسعه شهری بندرعباس برای سال ۲۰۵۰ پیش‌بینی گردید که در اهواز(Abiyat et al.,2021)، شهرهای ساحلی خزر (Sheikhi and Roshanas.,2015, Asgarian et al.,2013) و سواحلی جنوبی کشور در خلیج فارس و دریای عمان (Shayan and vali.,2020 , Khomar and Nemazi., 2017) نیز پژوهشگران از ترکیب مدل LCM و CA-Markov استفاده نمودند.

در تهیه‌ی طبقات کاربری اراضی و مشخص نمودن طبقات کاربری در تصاویر، به‌دلیل شرایط اقلیمی گرم و خشک و محیط بیابانی، طبقات کاربری به سه طبقه اصلی پهنه آبی، سکونتگاه شهری- فضای سبز شهری و اراضی بایر تقسیم-بندی شد. پوشش گیاهی در محدوده موردمطالعه بسیار ضعیف بوده که در اراضی بایر به‌صورت بوته‌زارهای شور و پراکنده وجود دارد (Najafi Tireh Shabankareh., 2008). این بوته‌زارها در طبقه اراضی بایر ادغام گردید؛ اما در شهر بندرعباس، پوشش گیاهی به‌صورت فضاهای سبز مصنوع و دست‌کاشت در پارک‌ها و چمن‌ها وجود دارد که قابل تفکیک با طبقه شهری نداشت، به‌همین دلیل این فضاهای سبز شهری در طبقه سکونتگاهی ادغام شده و در یک طبقه به‌عنوان کاربری سکونتگاهی- فضای سبز شهری در نظر گرفته شد. بررسی نتایج مدل LCM و مقایسه‌ی مساحت کاربری سکونتگاهی در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ بیان‌گر این است که بیشترین بازه‌ی زمانی ساخت‌وسازهای شهری و توسعه کالبدی شهر بندرعباس در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ و همچنین از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ بوده است. در سال‌های بین ۱۹۸۰ تا ۱۹۹۰ که مصادف با سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۷۰ شمسی می‌باشد، تحول اساسی در شهر بندرعباس روی می‌دهد.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]
[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

موج جدید مهاجرین که اغلب از روستاهای استان هرمزگان وارد شهر می‌شود، حاشیه‌ی شهر بندرعباس را دچار بحران اسکان می‌کند و اسکان غیررسمی به یکباره سطح وسیعی از شهر را در بر می‌گیرد. تقریباً تمامی اراضی بایر درون بافت پُرشهری که از دوره قبل به‌جای مانده، ساخته می‌شود و تراکم جمعیتی شهر افزایش قابل‌توجهی می‌یابد (Daryabari and Lotfi., 2011). تا سال ۱۳۶۱ محدوده شهر از غرب که به محوطه نیروی دریایی نایبند و سورو متنتهی می‌شد، طی مصوبه‌ای از شرق تا سه‌راهی میناب گسترش می‌یابد. تصویب قانون زمین شهری و اقدامات به عمل آمده توسط سازمان زمین شهری به‌منظور واگذاری زمین به تعاونی‌ها و افراد مختلف، توسعه کالبدی شهر، به‌ویژه در شرق شهر را شتاب می‌بخشد. در غرب شهر بندرعباس، وجود اراضی نیروی دریایی (شمال سورو) با نام شهرک هدیش، هرگونه توسعه را دچار بن‌بست می‌نماید. درحالی‌که اراضی شمال شهر زیر ساخت‌وسازهای فوق‌العاده سریع غیررسمی قرار دارد.

جمعیت شهر در سال ۱۳۶۱ به ۱۷۴ هزار و ۶۵۰ نفر می‌رسد. جنگ تحمیلی ۸ ساله عراق در سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۶۷ (۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸) و صدمات جدی که شهرهای خرمشهر و بندر امام خمینی به خود می‌بیند و دوری قابل‌توجه بندرعباس از مرز عراق، بندرعباس را مبدل به مهمترین بندر ورود و صدور کالا می‌کند. بندرگاه‌های شهید رجایی و شهید بهشتی طی سال‌های یادشده احداث شده و تکمیل می‌گردند و با اتصال خط‌آهن کرمان به بندرعباس، شهر بندرعباس وضعیت خود را به‌عنوان یک بندر اصلی تثبیت می‌کند. تاسیسات فولاد، آلومینیوم، پالایشگاه، نیروگاه و گاز سرخون اهمیت آن‌را دوچندان می‌نماید و جمعیت شهر از ۲۰۱ هزار و ۶۴۱ نفر در سال ۱۳۶۵ (۱۹۸۶) به ۲۷۳ هزار و ۵۷۸ نفر در سال ۱۳۷۵ (۱۹۹۱) می‌رسد. کالبد شهر بندرعباس توسعه‌ی قابل‌توجهی می‌یابد و گستره شهر به‌ویژه در شرق مورد ساخت-وساز قرار می‌گیرد. شهر شکل دو هسته‌ای به خود می‌گیرد، ولی کماکان مرکز تجاری شهر، همان بخش قدیمی شهر باقی می‌ماند. محدوده گلشهر در شرق بندرعباس به‌عنوان مرکز تجاری شهر شکل می‌گیرد. شهرک‌های گاز، دامایی، نایبند، نخل ناخدا و غیره به این مراکز تمایل پیدا می‌کنند، درحالی‌که محلات قدیمی شهر کماکان با مرکز تجاری مجاور اسکله قدیم شهر ارتباط دارند. روند رشد شهری طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ (۱۳۷۰ تا ۱۳۸۰ شمسی) در ادامه‌ی موج مهاجرتی به بندرعباس بوده و توسعه و ساخت‌وسازهای شهری در نواحی شرقی و شمال‌شرقی شهر انجام می‌شود.

شهرک پیامبر اعظم در ناحیه‌ی شمال‌غربی شهر بندرعباس طی سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ شروع به ساخت شد و در مجاورت محلات مصلی قدیم، شمال محلات دو هزار و کوی پلیس و کنارگذر جاده راه‌آهن احداث گردید. این شهرک باعث رشد شهری بندرعباس به سمت ناحیه‌ی غربی گردید، اما در اراضی بایر و فضاهای خالی محلات شرقی و شمال-شرقی نیز ساخت‌وسازهای گسترده‌ای انجام شد. به‌طورکلی، بیشترین تغییرات کاربری اراضی طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، مربوط به تبدیل اراضی بایر به نواحی سکونتگاهی بوده که در این سی‌سال، ۴ هزار و ۴۸۰ هکتار از اراضی بایر به کاربری سکونتگاهی تبدیل شده که عمدتاً مربوط به پُر شدن فضاهای خالی در محلات شرقی هسته‌ی مرکزی و اصلی شهر، ساخت‌وسازها و نوسازی‌های مجتمع‌های تجاری- تفریحی در نوار ساحلی، ایجاد شهرک‌های متعدد در اراضی بایر شمال‌شرقی شهر و همچنین احداث شهرک پیامبر اعظم در ناحیه‌ی شمال‌غربی شهر بندرعباس می‌باشد. در شهر اهواز نیز تبدیل اراضی بایر به نواحی سکونتگاهی بیشترین تغییرات را طی سال‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ به خود اختصاص داده است. در شهر ساحلی چالوس در استان مازندران، پیش‌بینی توسعه شهری با مدل زنجیره مارکوف نشان

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

داد که در سال ۱۴۰۵ شمسی، شهر به‌سمت جنوب توسعه خواهد یافت، چون‌که نواحی شمالی این شهر را دریا فرا گرفته است (Sheikhi and Roshanas.,2015).

شهر بندرعباس از سمت جنوب با آب‌های ساحلی خلیج فارس و از سمت شمال در برخی نواحی با ارتفاعات و نواحی کوهستانی محدود شده است؛ بنابراین گسترش کالبدی شهر عمدتاً به‌سمت شرق، شمال‌شرق و شمال‌غرب سوق یافته است، جایی که موانع طبیعی توسعه کمتری وجود دارد. شهر ساری در جلگه‌ی مازندران نیز با مانع طبیعی دریا در شمال محدود است و پیش‌بینی توسعه شهری با مدل زنجیره مارکوف نشان داد که در سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۹۴ بیشترین تغییر کاربری‌ها مربوط به تبدیل اراضی کشاورزی به نواحی مسکونی بوده و شهر طی سال‌های آینده به اجبار به‌سمت جنوب توسعه خواهد یافت (Rouzbeh et al.,2018)؛ اما در منطقه‌ی ساحلی بندرعسلویه طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ روند تغییرات کاربری به سمت ساحل خلیج‌فارس بوده و ۱۱/۲ کیلومترمربع از دریا تحت تأثیر گسترش پالایشگاه‌ها و زیرساخت‌های شرکت نفت به خشکی تبدیل شده است (Shayan and vali.,2020). در مناطقی که اراضی کشاورزی، شهر را احاطه نموده است، برای توسعه و رشد کالبدی شهر نیاز است تا اراضی کشاورزی تغییر کاربری داده و به اراضی سکونتگاهی تبدیل شوند که در دشت‌ها و جلگه‌های حاصلخیز هندوستان (Ranagalage *et al*., 2019)، مازندران (Sheikhi and Roshanas.,2015 , Rouzbeh et al.,2018) و خوزستان (Abiyat et al.,2021) این اتفاق افتاده است؛ اما شهر بندرعباس به‌دلیل شرایط خشک و بیابانی، آب‌های زیرزمینی شور و اراضی شور بیابانی، مستعد کشاورزی نبوده و عمده‌ی اراضی اطراف آن را ارتفاعات شمالی، ساحل جنوبی و اراضی بایر در بر گرفته است (Khatibi et al., 2024). به‌طورکلی، چشم‌اندازهای طبیعی مانند کوهستان و دریا و انسانی مانند نواحی صنعتی، مراکز نظامی و تجاری در توسعه شهری به‌عنوان مانع عمل می‌نماید. بندرعباس نیز به‌عنوان یکی از شهرهای ساحلی از سمت شمال با ارتفاعات، از غرب به مراکز نظامی و صنعتی و از جنوب به دریا محدود است.

بیشترین میزان مهاجرت و رشد جمعیتی در شهر بندرعباس مربوط به دوران جنگ تحمیلی عراق بوده است که منجر به افزایش جمعیت و توسعه واحدهای مسکونی شده است. در زمینه توسعه اراضی شهری بندرعباس طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، مناطقی که بیشترین تغییرات کاربری و توسعه ساخت‌وساز را تجربه کرده‌اند، عمدتاً در ناحیه شرقی هسته مرکزی شهر (نظیر محلات گلشهر، دامایی، شهرک‌های گاز، توحید، الهیه، طلائیه و پیامبر اعظم) قرار داشته و از بالاترین میزان تراکم جمعیتی و مهاجرپذیری برخوردار بوده‌اند. این رشد سریع و مهاجرمحور، موجب تغییرات کاربری نامتوازن و توسعه ناموزون شهری شده است که پیامدهای محیطی قابل توجهی از جمله افزایش فرسایش خاک و تغییر الگوهای هیدرولوژیکی را به همراه داشته است.

منابع:

1. Abiyat, M., Abiyat, M., & Abiyat, M. (2021). Spatiotemporal modeling of land use changes and urban development in Ahvaz based on a planning approach. *Territorial Planning Journal*, *13*(1), 215-245. (in Persian)
2. Aburas, M. M., Abdullah, S. H., Ramli, M. F., Ash'aari, Z. H., & Ahamad, M. S. S. (2018, June). Simulating and monitoring future land-use trends using CA-Markov and LCM models. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *169*(1), 012050.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

3. Akdeniz, H. B., Sag, N. S., & Inam, S. (2023). Analysis of land use/land cover changes and prediction of future changes with land change modeler: Case of Belek, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment, 195*(1), 135.

4. Allen, J., & Lu, K. (2003). Modeling and prediction of future urban growth in the Charleston region of South Carolina: a GIS-based integrated approach. *Conservation Ecology, 8*(2).

5. Arifin, T., Amri, S. N., Rahmania, R., Ramdhan, M., Chandra, H., Adrianto, L .& Kurnia, R. (2023). Forecasting land-use changes due to coastal city development on the peri-urban area in Makassar City, Indonesia. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, 26*(1), 197-206.

6. Arkhi, S. (2014). Predicting spatial changes in land use using the LCM model in GIS (Case study: Sarableh region). *Iranian Journal of Forest and Range Protection Research, 12*(1), 1-19. (in Persian)

7. Asgarian, A., Jabbariyan Amiri, B., Alizadeh Shabani, A., & Feghhi, J. (2013). Predicting spatial growth and urban sprawl in Sari using Markov-cellular automata and Shannon entropy index. *Applied Ecology Journal, 2*(6), 13-24. (in Persian)

8. Capítulo, L. R., Carretero, S. C., & Kruse, E. E. (2017). Comparative study of urban development and groundwater condition in coastal areas of Buenos Aires, Argentina. *Hydrogeology Journal, 25*(5), 1407-1422.

9. Cherigui, A., Talia, A., Benstaali, I., Blissag, B., Zerouali, B., & Meddi, M. (2025). Urban expansion and its environmental impacts in northwestern Algeria using cellular automata-Markov-chain modeling. *Modeling Earth Systems and Environment, 11*(3), 159.

10. Daryabari, S. J., & Lotfi, H. (2011). Management and organization of informal settlements in Bandar Abbas. *Geographical Land Journal, 8*(29), 79-92. (in Persian)

11. de Andrés, M., Barragán, J. M., & Sanabria, J. G. (2018). Ecosystem services and urban development in coastal Social-Ecological Systems: The Bay of Cádiz case study. *Ocean & Coastal Management, 154*, 155-167.

12. Dolui, S., & Sarkar, S. (2024). Modelling landuse dynamics of ecologically sensitive peri-urban space by incorporating an ANN cellular automata-Markov model for Siliguri urban agglomeration, India. *Modeling Earth Systems and Environment, 10*(1), 167-199.

13. Feizizadeh, B., Blaschke, T., Nazmfar, H., Akbari, E., & Kohbanani, H. R. (2013). Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh County, Iran. *Journal of Environmental Planning and Management, 56*(9), 1290-1315.

14. Gholamalifard, M., Jorabian Shushtari, S., Hosseini Kahnouj, S. H., & Mirzaei, M. (2012). Modeling land use changes in the coastal areas of Mazandaran province using LCM in GIS. *Journal of Environmental Science, 38*(4), 109-124. (in Persian)

15. Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, C. L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J. M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science, 319*(5864), 756-760.

16. Haldar, S., Chatterjee, U., Bhattacharya, S., Paul, S., Bindajam, A. A., Mallick, J., & Abdo, H. G. (2024). Peri-urban dynamics: assessing expansion patterns and influencing factors. *Ecological Processes, 13*(1), 58.

17. Hoornweg, D. (Ed.). (2011). *Cities and climate change: responding to an urgent agenda*. World Bank Publications.

18. Jain, R. K., Jain, K., & Ali, S. R. (2017). Modeling urban land cover growth dynamics based on land change modeler (LCM) using remote sensing: a case study of Gurgaon, India. *Advances in Computational Sciences and Technology, 10*(10), 2947-2961.

19. Khatibi, A., Amiri, M., & Faghihi, M. (2024). Integrated analysis of land for the physical development of coastal cities: geotechnical, geological, and environmental perspectives (Case

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

study: Bandar Abbas City). *International Journal of Environmental Science and Technology*, *21*(10), 7207-7226.

20. Khomar, G., & Nemazi, A. (2017). Prediction and simulation of spatial-physical development patterns of Chabahar city by 2041 using cellular automata and RS. *Spatial Planning (Geography) Quarterly, 7*(2), 79-94. (in Persian)
21. Li, K., Feng, M., Biswas, A., Su, H., Niu, Y., & Cao, J. (2020). Driving factors and future prediction of land use and cover change based on satellite remote sensing data by the LCM model: a case study from Gansu province, China. *Sensors*, *20*(10), 2757.
22. Madahi, R., Modarresi Al-Hosseini, S. A., Jamali, A. A., & Mahdavi Najafabadi, R. (2020). Quantitative urban expansion assessment and physical development modeling in the coastal strip of Bandar Abbas. *Environmental Planning Quarterly, 49*. (in Persian)
23. Mansour, S., Ghoneim, E., El-Kersh, A., Said, S., & Abdelnaby, S. (2023). Spatiotemporal monitoring of urban sprawl in a coastal city using GIS-based Markov chain and artificial neural network (ANN). *Remote Sensing*, *15*(3), 601.
24. McGranahan, G., Balk, D., & Anderson, B. (2007). The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. *Environment and Urbanization, 19*(1), 17-37.
25. Mukomberanwa, N. T., Madamombe, H. K., Taru, P., & Utete, B. (2025). Modeling Urban Growth and Future Scenario Projections for Chinhoyi, Zimbabwe using Cellular Automata. *Journal of Earth and Environmental Science Research. SRC/JEESR-316. DOI: doi. org/10.47363/JEESR/2025 (7)*, *223*, 2-9.
26. Najafi Tireh Shabankareh, K., Khosravi Shahi, M., & Gholampour, M. (2008). Delineation of desert areas in Hormozgan province based on vegetation cover. *Iranian Journal of Range and Desert Research, 15*(1), 95-113. (in Persian)
27. Ranagalage, M., Wang, R., Gunarathna, M. H. J. P., Dissanayake, D. M. S. L. B., Murayama, Y., & Simwanda, M. (2019). Spatial forecasting of the landscape in rapidly urbanizing hill stations of South Asia: A case study of Nuwara Eliya, Sri Lanka (1996–2037). *Remote Sensing, 11*(15), 1743.
28. Rouzbeh, S., Darabi, H., Pirnia, A., & Roshan, S. H. (2018). Modeling and predicting urban growth in Sari using logistic regression and Markov chain. *Journal of Geomatics Science and Technology, 7*(4), 119-131. (in Persian)
29. Sarimin, M., & Yigitcanlar, T. (2012). Towards a comprehensive and integrated knowledge-based urban development model: status quo and directions. *International Journal of Knowledge-Based Development*, *3*(2), 175-192.
30. Sarkar, R., & Mandal, S. (2025). Urban Growth Modelling in the Bardhhaman Planning Area: An Exploration of Cellular Automata and Markov Chain Techniques. In *Sustainable Urban Forms and Communities: Urban Geographies of Eastern India* (pp. 101-118). Routledge India.
31. Shayan, S., & Vali, M. (2020). Evaluating land cover changes in the coastal strip of Asaluyeh-Shirino using the LCM model. *Journal of Geography and Environmental Sustainability, 35*, 73-88. (in Persian)
32. Sheikhi, M., & Roshanas, S. (2015). Predicting future urban growth using advanced cellular automata modeling (Case study: Chalus city). *Urban Studies Quarterly, 16*, 15-26. (in Persian)
33. Terando, A. J., Costanza, J., Belyea, C., Dunn, R. R., McKerrow, A., & Collazo, J. A. (2014). The southern megalopolis: using the past to predict the future of urban sprawl in the Southeast US. *PLoS One*, *9*(7), e102261.
34. Uddin, M. S., Mahalder, B., & Mahalder, D. (2023). Assessment of land use land cover changes and future predictions using CA-ANN simulation for Gazipur City Corporation, Bangladesh. *Sustainability*, *15*(16), 12329.

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]

35. Van Thanh, N., Le, D. T., Thinh, N. A., Lan, T. D., & Hens, L. (2017). Shifting challenges for coastal green cities. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, *39*(2), 109-129.

36. Yaagoubi, R., Lakber, C. E., & Miky, Y. (2024). A comparative analysis on the use of a cellular automata Markov chain versus a convolutional LSTM model in forecasting urban growth using sentinel 2A images. *Journal of Land Use Science*, *19*(1), 258-277.

37. Yeh, A. G. O., & Li, X. (1997). An integrated remote sensing and GIS approach in the monitoring and evaluation of rapid urban growth for sustainable development in the Pearl River Delta, China. *International Planning Studies*, *2*(2), 193-210.

38. Yue, W., Qin, C., Su, M., Teng, Y., & Xu, C. (2024). Simulation and prediction of land use change in Dongguan of China based on ANN cellular automata-Markov chain model. *Environmental and Sustainability Indicators*, *22*, 100355.

39. Zhan, W., Cheng, H., & Shen, S. (2021). Simulation and Prediction of Zhuzhou Urban Wetland Landscape Pattern Based on LCM Model. *Nature Environment & Pollution Technology*, *20*(2)

[Downloaded from magazine.hormozgan.ac.ir on 2026-11-22]

[DOI: 10.61882/jeer.15.3.117]