Geography and Environmental Sustainability
Homepage: http://ges.razi.ac.ir/

Spatiotemporal Analysis of Urban Growth Patterns to Provide Strategies for Sustainable Land Planning (Case Study: Bandar Abbas City)

Saeedeh Nasehi[1] | **Ahmad Nohegar**[2] | **Reza Fahadi**[3]

1. Department of Environmental Planning, Management, and Education, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Corresponding Author, Department of Environmental Planning, Management, and Education, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: nohegar@ut.ac.ir
3. Department of Human Geography and Planning, Faculty of Geography, University of Tehran, Tehran, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 15 Jul 2023
Received in revised form: 09 Oct 2023
Accepted: 16 Oct 2023
Available online: 30 Dec 2023

Keywords:
Urban growth pattern,
Urban sprawl,
Sustainable land planning,
Landscape expansion index,
Bandar Abbas city.

ABSTRACT

Today, the optimal pattern of urban growth is one of the important topics of sustainable urban development. Therefore, the efforts of urban planners are to replace desirable urban patterns instead of sprawl, horizontal, unplanned, and unstable patterns. Therefore, to determine the spatiotemporal pattern of the growth of Bandar Abbas city in 36 years and formulate strategies for sustainable land planning, this research has examined the pattern of urban growth in three modes internal, external, and edge growth over time. To achieve the goal of the research, remote sensing techniques, geographic information system, landscape expansion index, Area weighted Mean expansion index, and the density of built areas in concentric zones around the organic core of the city have been used. In this regard, changes in the land cover through the classification of satellite images of four periods of 1987, 1999, 2010, and 2023 into five classes of built-up areas, barren lands, vegetation, coastal wetlands, and water zone using the maximum likelihood method. Determining the probability of conversion, the results of the research showed that in the 36-year period, the built-up lands had the largest area changes, and the barren lands had a decrease in area, and since 2009, the vegetation cover has faced a sharp decrease. Area. The results of the analysis of the landscape expansion index and the weighted average of the regional expansion index showed that in the first period (1987-1999) the city had an edge pattern and in the second period (1987-2010) it was inner and edge. The growth has increased and the pattern of the city has become denser and more compact and in the third period (2010-2023) the city has gone towards dispersion and instability. Finally, sustainable land planning tools have been presented.

Cite this article: Nasehi, S., Nohegar, A., Fahadi, R. (2024). Spatiotemporal Analysis of Urban Growth Patterns to Provide Strategies for Sustainable Land Planning (Case Study: Bandar Abbas City). *Geography and Environmental Sustainability*, *13* (4), 69-83. DOI: 10.22126/GES.2023.9381.2675

© The Author(s).
Publisher: Razi University
DOI: 10.22126/GES.2023.9381.2675

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/

سنجش فضایی زمانی الگوهای رشد شهری به‌منظور ارائه راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی (نمونه موردی: شهر بندرعباس)

سعیده ناصحی[1]| احمد نوحه‌گر[2]| رضا فرهادی[3]

۱. گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
۲. نویسنده مسئول- گروه برنامه‌ریزی، مدیریت و آموزش محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: nohegar@ut.ac.ir
۳. گروه جغرافیای انسانی و برنامه‌ریزی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۴
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۷/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۲۴
دسترسی آنلاین: ۱۴۰۲/۱۰/۰۹

کلیدواژه‌ها:
الگوی رشد شهری، پراکنده‌رویی شهری، برنامه‌ریزی پایدار اراضی، شاخص گسترش چشم‌انداز، شهر بندرعباس.

چکیده

امروزه الگوی بهینه رشد شهری از مباحث مهم توسعه پایدار شهری است؛ لذا تلاش برنامه‌ریزان شهری بر جایگزینی الگوهای مطلوب شهری به‌جای الگوی پراکنده، افقی، برنامه‌ریزی نشده و ناپایدار است؛ بنابراین این پژوهش باهدف تعیین الگوی فضایی زمانی رشد شهر بندرعباس در بازه زمانی ۳۶ساله و تدوین راهبردهایی به‌منظور برنامه‌ریزی پایدار اراضی، الگوی رشد شهری را در سه حالت رشد درونی، بیرونی و لبه‌ای طی زمان مورد بررسی قرار داده است. به‌منظور دستیابی به هدف پژوهش، از تکنیک‌های سنجش‌ازدور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، شاخص گسترش چشم‌انداز، شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه و تراکم مناطق ساخته شده در پهنه‌های متحدالمرکز پیرامون هسته ارگانیک شهر بهره گرفته شده است. در این راستا تغییرات پوشش اراضی از طریق طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای چهار دوره ۱۹۸۷، ۱۹۹۹، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ به پنج کلاس مناطق ساخته شده، اراضی بایر، پوشش گیاهی، اراضی مرطوب ساحلی و پهنه آبی با استفاده از روش حداکثر احتمال تعیین گردیده است. نتایج پژوهش نشان داد اراضی ساخته شده در دوره ۳۶ ساله دارای بیشترین تغییرات مساحت بوده‌اند و اراضی بایر کاهش مساحت داشته است و از سال ۲۰۱۰ پوشش گیاهی با کاهش مساحت شدیدی روبرو بوده است. نتایج تحلیل شاخص گسترش چشم‌انداز و شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه نشان داد در دوره اول (۱۹۹۹-۱۹۸۷) شهر دارای الگوی لبه‌ای بوده و در دوره دوم (۲۰۱۰-۱۹۸۷) رشد لبه‌ای به مقدار حداکثر خود رسید و الگوی شهر متراکم‌تر و فشرده‌تر گشته و در دوره سوم (۲۰۲۳-۲۰۱۰) شهر به سمت پراکنده‌رویی و ناپایداری حرکت کرده است. در نهایت راهبردهایی به منظور برنامه‌ریزی پایدار اراضی ارائه شده است.

استناد: ناصحی، سعیده؛ نوحه‌گر، احمد؛ فرهادی، رضا (۱۴۰۲). سنجش فضایی زمانی الگوهای رشد شهری به‌منظور ارائه راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی (نمونه موردی: شهر بندرعباس). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۱۳ (۴)، ۶۹-۸۳. DOI: 10.22126/GES.2023.9381.2675

ناشر: دانشگاه رازی

© نویسندگان.

مقدمه

امروزه بیش از پنجاه‌درصد از جمعیت جهان در شهرها زندگی می‌کنند و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۵۰ این رقم به ۶۸٪ برسد (UNDESA, 2018, Wu et al., 2023). با این میزان از افزایش جمعیت شهری، درک چگونگی تغییرات الگوهای رشد شهری جهت برنامه ریزی پایدار زمین و بهره‌برداری بهینه از منابع موجود شهر بیش از پیش احساس می شود (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲). رشد روزافزون جمعیت شهرها، تحت تاثیر رشد جمعیت و مهاجرت به شهرها باعث بروز شرایط ناپایدار در الگوی توسعه شهری گردیده است (Achmad et al., 2015). بنابراین شناخت الگوهای در حال تغییر رشد شهری و برنامه‌ریزی برای پویایی و مسیر تحولات آن پیش نیاز حرکت به سوی توسعه پایدار شهری می‌باشد (Deng et al., 2018).

شهرها با الگوهای متفاوتی رشد می‌کنند. دیتزل (۲۰۰۵) الگوی رشد شهری را بر مبنای تئوری رشد شهری تعریف می‌کند، بر اساس این تعریف الگوی رشد شهری دارای دو مرحله انتشار و انعقاد یا پخش و ترکیب می‌باشد، بدین ترتیب که در مرحلهٔ نخست، توسعه از هسته شهری به صورت پخش و انتشار صورت گرفته و سپس بصورت تدریجی، مرحلهٔ ترکیب صورت می‌گیرد تا گونه نهایی شکل گیرد (Dietzel et al., 2005). هرولد (۲۰۰۵) الگوی رشد شهری را تقریبا مشابه دیتزل می‌داند و معتقد است این الگو دارای چهار مرحلهٔ اساسی است، در مرحلهٔ اول شروع رشد از هسته شهری آغاز می‌گردد، در مرحلهٔ دوم انتشار و پخشایش رشد شهری به پیرامون صورت می‌گیرد، در مرحله سوم این لکه‌های شهری بزرگتر، فشرده‌تر و به هم پیوسته شده و تعداد آنها کاهش می‌یابد و لکه‌های مجزا تولید می‌شود و در نهایت لکه‌های به‌هم پیوسته مجددا به عنوان هسته جدید، لکه‌های مجزای دیگری بازتولید می‌نمایند (خلیلی و همکاران، ۱۳۹۷). فورمن (۱۹۹۵) الگوهای رشد شهری را به سه طبقه اصلی توسعه درونی یا درونزا[1]، توسعه لبه‌ای یا متصل[2] و توسعه بیرونی یا منفصل [3]تقسیم بندی می‌کند (Forman, 1996). یکی از اشکال ناپایدار شهری توسعه منفصل یا بیرونی می‌باشد که به اصطلاح پراکنده‌رویی شهری[4] نام دارد (Sinha, 2018, Bueno-Suárez & Coq-Huelva, 2020, Lowry & Lowry, 2014, Manesha et al., 2021, Getu & Bhat, 2021).

پراکنده‌رویی شهری از اواسط قرن بیستم به توسعه کم‌تراکم، پراکنده و به‌دوراز مراکز شهری اطلاق می‌شود که معمولاً با عدم اختلاط کاربری‌ها نمایان می‌شود و باعث نابودی زمین‌های باز و زمین‌های کشاورزی پیرامون شهر می‌گردد. این توسعه زمانی اتفاق می‌افتد که مساحت شهر جوابگوی جمعیت اضافه شده به شهر را نداشته باشد و گسترش به پیرامون، باعث پراکندگی عملکردهای شهری در خارج از مرزهای اداری می‌گردد (Manesha et al., 2021).

به دلیل اهمیت بالای اثرات ناپایداری شهری در اثر پراکنده‌رویی، تحقیقات زیادی به الگوهای رشد شهری، خصوصا رشد پراکنده شهری پرداخته‌اند (Ewing, 1997, Hasse & Lathrop, 2003, Nong et al., 2018, Sun et al., 2013, Topuz & Deniz, 2023, Weerakoon, 2017, Huang et al., 2009). این نوع توسعه کم تراکم و پراکنده شهر که در اغلب اوقات به صورت برنامه‌ریزی‌نشده شکل گرفته است دارای پیامدهای منفی برای شهرها می باشد و به دلایل زیر ناپایدار است: افزایش وابستگی به خودرو، طولانی‌تر شدن زمان سفر، افزایش مصرف انرژی، ایجاد آلودگی هوا (Johnson, 2001) افزایش زمین‌های رها شده درون شهری، کاهش کیفیت مناظر و افزایش رواناب‌های سطحی (Camagni et al., 2002) تخریب زمین‌های کشاورزی، مزروعی و باغ‌های اطراف شهر، تهدید تنوع زیستی، کاهش فعالیت‌های فیزیکی شهروندان و پیاده‌روی، افزایش هزینه‌های دسترسی به خدمات شهری، فرسوده شدن مراکز و درنهایت کاهش سرزندگی محلی (Dutta & Das, 2019, McDonald et al., 2008, Seto et al., 2012).

جهت رفع این نگرانی‌ها نظریه‌های الگوهای پایدار شهری گسترش یافت تا بتوان از طریق اصلاح الگوی رشد شهری

1. Infilling
2. Edge-expansion
3. Outlying
4. Urban sprawl

به رفع مسائل و مشکلات شهری پرداخت و به توسعه پایدار شهری کمک نمود.

از جمله این نظریه‌ها شامل توسعه پایدار شهری، شهرسازی نوین، مرزهای رشد شهری، نظریه رشد هوشمند شهری و توسعه درون‌زای شهری می باشد. در توسعه پایدار شهری توسعه‌ای مد نظر است که بتوان نیازهای امروز جامعه را بدون کاهش نیازهای آیندگان برآورده ساخت. این نظریه به دنبال مشکلات زیست‌محیطی اوایل دهه ۷۰ و ایجاد جنبش‌هایی بر ضد توسعه معمول شهرهای بزرگ پدید آمد. به طوریکه در دهه ۹۰ در کنفرانس ریو توسعه شهرها طبق توسعه پایدار مورد پذیرش قرار گرفت (Klopp & Petretta, 2017). در شهرسازی نوین، جهت پایداری شهری اهدافی دنبال می‌شود که شامل پیاده‌مدار بودن شهر، اختلاط کاربری‌ها، تراکم بالا، ارتقای کیفیت زندگی و حمل‌ونقل هوشمند می‌باشد (قیلچی و همکاران، ۱۳۹۵). در نظریه مرزهای رشد شهری مرز بین زمین‌های با تراکم بالا و زمین‌های با تراکم پایین(قطعات بزرگ مسکونی و زمین‌های کشاورزی، زراعی، مرتعی، زمین‌های طبیعی و حفاظت شده) مشخص می‌شود که به منظور حفاظت از اراضی طبیعی پیرامون شهر و محدود کردن رشد شهر مورد توجه است (Woo, 2007). نظریه رشد هوشمند شهری دارای سه زمینه اصلی کاربری زمین، تراکم و شیوه حمل‌ونقل می‌باشد. تاکید این نظریه بر کاربری مختلط، محدودسازی توسعه و رشد شهری، حمل و نقل عمومی و ایجاد فضاهایی جذاب برای پیاده‌روی می باشد. یکی از موفق‌ترین الگوهای توسعه پایدار شهری در جهان، توسعه درون‌زا می باشد که هدف اصلی آن توسعه‌ای متوازن، متعادل و پایدار می باشد. در توسعه درون‌زا، به جای گسترش شهر به پیرامون، رشد شهر به صورت عمودی و درون‌زا در نواحی داخلی شهر صورت می‌گیرد؛ بدین منظور از سیاست‌هایی نظیر به‌سازی و نوسازی بافت‌های فرسوده و قدیمی درون شهر و اراضی بدون استفاده و زمین‌های خالی درون شهر جهت توسعه‌های جدید استفاده می‌شود (Rahimi, 2016, Mohammadi-Hamidi et al., 2022).

استفاده از روش‌های کمی برای شناسایی هر یک از الگوهای رشد شهری به برنامه‌ریزان کمک می‌کند، مسائل شهری را بهتر درک کرده و در جهت حل آن‌ها اقدام نمایند. تحقیقات جهانی در این زمینه نشان می‌دهد محققان برنامه‌ریزی شهری از روش‌های گوناگونی به منظور سنجش الگوهای رشد شهری استفاده نموده‌اند. در حال حاضر برنامه‌ریزان و سیاستگزاران به منظور ارزیابی و نقشه‌سازی پدیده‌های فضایی شهری و الگوهای رشد شهری از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده می‌کنند. از میان متغیرهای مورد استفاده متغیرهایی از جمله شاخص گسترش چشم انداز[1] و شاخص شدت گسترش شهر[2] و شاخص آنتروپی شانون[3] ابزارهای کمی قدرتمندی جهت کمی سازی الگوی رشد شهری، سرعت پراکندگی شهری و تغییرات آنها در طی دوره زمانی مشخص می باشند (Nong et al., 2018, Sun et al., 2013, Weerakoon, 2017, Shi et al., 2012, Dutta & Das, 2019, Manesha et al., 2021)

از سوی دیگر شاخص‌های سیمای سرزمین نیز برای تعیین پراکنده‌رویی مناطق شهری و سنجش تکه‌تکه شدن و تخریب زیستگاه در طی زمان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Nasehi et al., 2023, Huang et al., 2009, Magidi & Ahmed, 2019).

گالستر و همکاران (۲۰۰۱) به‌منظور ارزیابی رشد پراکندهٔ شهری از هشت شاخص پیوستگی[4]، تمرکز[5]، تراکم[6]، مرکزیت[7]، خوشه‌بندی[8]، هسته‌ای بودن[9]، اختلاط کاربری‌ها[1] و مجاورت[2] استفاده نمودند. اگر این شاخص‌ها در سطح

1. Landscape expansion index
2. Urban expansion intensity
3. Shannon entropy index
4. Continuity
5. Concentration
6. Density
7. Centrality
8. Clustering
9. Nuclearity

بالایی باشند نشان‌دهندهٔ رشد آرام شهر و فشردگی کالبدی آن است؛ اما سطوح پایین این شاخص‌ها رشد افقی و پراکندهٔ شهر و حرکت به سمت ناپایداری را نشان می‌دهد (Galster et al., 2001). سان و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش از دور به مدل‌سازی سه نوع رشد بیرونی، رشد درونی و رشد لبه‌ای در شهرگوانگژو چین پرداختند نتایج مطالعه نشان داد در ابتدا منطقه شهری به عنوان رشد بیرونی گسترش می‌یابد و باعث افزایش چندپارگی و پراکنده‌رویی و ناپایداری شهر می‌شود در مرحله بعد با کاهش رشد بیرونی و پر شدن فضاهای خالی درون شهر به واسطهٔ افزایش رشد درونی، الگوی شهر به الگوی فشرده‌تر و متراکم‌تر تبدیل می‌گردد. (Sun et al., 2013)

گتو و بیهت (۲۰۲۱) با استفاده از آنتروپی شانون و سنجه‌های سیمای سرزمین پراکنده‌رویی شهری را اندازه‌گیری نمودند. نتایج آنها نشان داد پراکنده‌رویی شهری به تدریج با فاصله از بخش تجاری مرکزی شهر (CBD) [3]و نزدیک شدن به حاشیه شهر افزایش می یابد و باعث قطعه قطعه شدن زیستگاه پیرامون و ناپایداری شهر می‌گردد. (Getu & Bhat, 2021) شای و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از شاخص گسترش چشم انداز، شش قانون را برای شناسایی سه نوع رشد درونی، بیرونی و لبه‌ای توسعه دادند. همچنین مناطق حایل را به منظور سنجش تراکم رشد از مرکز شهر به حاشیه استفاده کردند. نتایج این مطالعه نشان داد در دوره اول، نوع غالب رشد لبه‌ای بود و در دورهٔ دوم توسعه درونی افزایش یافت و بافت شهر متراکم‌تر گردید و زمین‌های قابل کشت گسترده‌ای در اثر رشد شهری از بین رفت (Shi et al., 2012). مانشا و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از شاخص‌های سیمای سرزمین، آنتروپی شانون و شاخص شدت گسترش شهری به کمی‌سازی، نقشه‌سازی و رتبه‌بندی پراکنده‌رویی در ده شهر کوچک و متوسط در سریلانکا پرداختند. (Manesha et al., 2021)

در ایران نیز مطالعاتی در زمینهٔ الگوی رشد شهری به منظور تعیین کارآمدی رشد شهری طی زمان انجام شده است به طور مثال تربقان و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از مدل‌های کمی آنتروپی شانون، هلدرن و موران به ارزیابی رشد پراکنده شهری در شهر کاشمر پرداختند و نتایج این مطالعه ناکارآمدی و نامناسبی رشد شهری شهر کاشمر را طی بیست سال نشان داد. عنابستانی و همکاران (۱۳۹۹) با کاربرد تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه و شاخص گسترش چشم انداز در بازهٔ زمانی بیست ساله به ارزیابی رشد پراکنده شهری و مدل‌سازی سه نوع رشد بیرونی، درونی و لبه‌ای در کلان‌شهر مشهد پرداختند. نتایج این مطالعه رشد لبه‌ای کلان‌شهر مشهد را نشان داد (عنابستانی و جعفری، ۱۳۹۹).

این پژوهش برای نخستین بار در ایران با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و با بهره‌گیری از شاخص گسترش چشم‌انداز و شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه به بررسی الگوی فضایی زمانی رشد شهری پرداخته است. در چند دهه اخیر شهر بندرعباس، مرکز استان هرمزگان با رشد سریع جمعیت (نرخ بالای مهاجرپذیری) و توسعه فیزیکی شهر(افزایش مساحت و وسعت شهر) روبرو بوده است. این رشد باعث از هم گسیختگی و ناپایداری در فرم فضایی شهر شده است. بدین منظور در این پژوهش، الگوهای رشد شهری در طی زمان سنجیده شده و ارزیابی پایداری و ناپایداری توسعه شهری در طی زمان تحلیل می‌گردد و در نهایت به منظور اصلاح الگوی رشد شهری راهبردهای بهینه ارائه می‌شود.

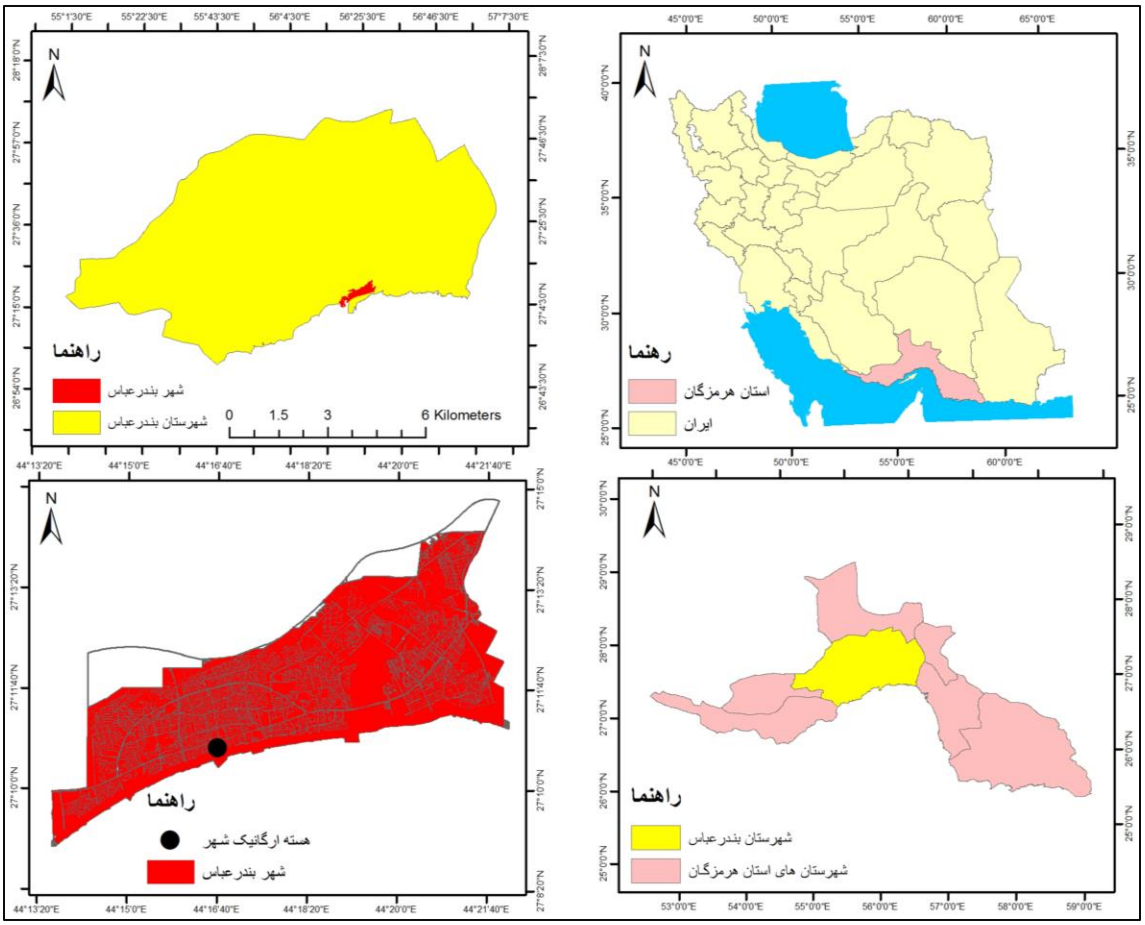
مواد رو روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شهر بندرعباس در جنوب استان هرمزگان واقع شده است. بندرعباس در حدفاصل بین مختصات جغرافیایی ۲۷ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. از شمال به ارتفاعات و کوه‌ها و

1. Mixed uses and Proximity
2. Proximity
3. Central business district

از جنوب به دریا منتهی می‌شود. بنابراین شیب عمومی شهر در راستای شمال به جنوب است (مداحی و همکاران،۱۳۹۹). هسته ارگانیک و تاریخی شهر بندرعباس، عمارت کلاه فرنگی است که در حدود ۴۰۰ سال پیش گمرک قدیمی و تاریخی شهر بندرعباس و محل تجارتخانه داخلی و خارجی بوده است و مربوط به دوره صفویه می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

روش کار

روش پژوهش حاضر تحلیلی توصیفی است. مراحل روش کار در ادامه توضیح داده شده است: در مرحله اول ارزیابی تغییرات پوشش اراضی انجام شده است. در این مرحله، پس از دریافت تصاویر ماهواره‌ای لندست، نقشه‌های چهار زمانه پوشش اراضی برای سال های ۱۹۹۹،۱۹۸۷، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۳ آماده گردیده است. بدین‌منظور پس از تصحیحات هندسی و اتمسفری بر روی تصاویر ماهواره‌ای، نمونه های آموزشی برای پوشش اراضی با استفاده از بازدید میدانی و گوگل ارث به دست آمده است، در مرحله بعد تصاویر ماهواره‌ای با بکارگیری این نمونه‌های آموزشی و با روش طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال با استفاده از نرم افزار ENVI طبقه‌بندی شده است. روش حداکثر احتمال از دقیق‌ترین و پرکاربردترین روش‌های طبقه‌بندی در سنجش از دور می‌باشد (De Jong & Van der Meer, 2007). باتوجه‌به هدف پژوهش ۵ طبقه پوشش شامل مناطق ساخته شده، اراضی بایر، پوشش گیاهی، اراضی مرطوب ساحلی و پهنه آبی مورد شناسایی قرار گرفته است. سپس با هدف سنجش صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده، شاخص دقت کلی (رابطه ۱) و ضریب کاپا (رابطه ۲) برای هر چهار دوره استفاده شده است.

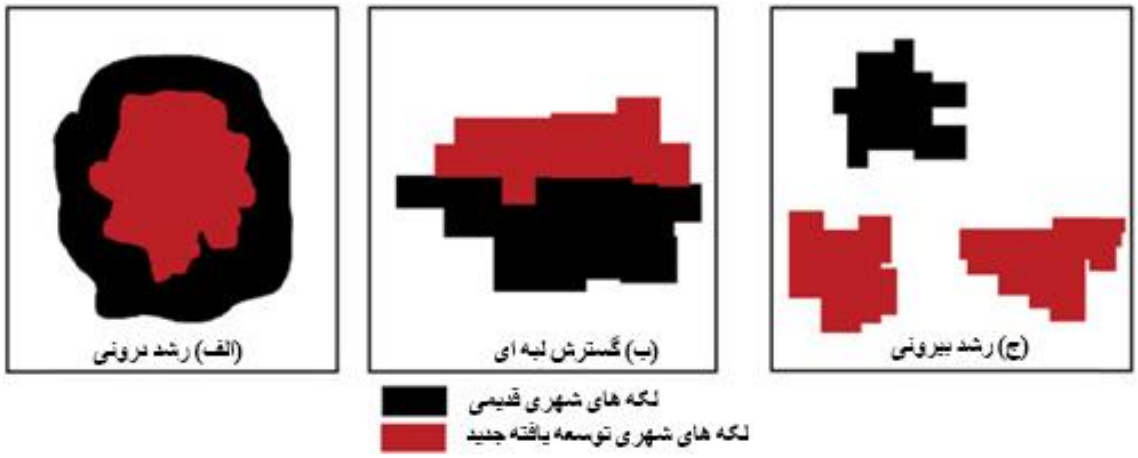
$$OV=1/N\sum P_{ii} \qquad (۱)$$

در این رابطه OV نشان‌دهنده دقت کلی و N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و ∑Pii پیکسل‌های درست طبقه‌بندی شده است.

شاخص کاپا با استفاده از رابطه ۲ به‌دست می‌آید که در این رابطه P0 درستی مشاهده شده و PC توافق مورد انتظار می‌باشد (Lu et al., 2004).

$$K=(P_0-P_C/1-P_C) \quad (۲)$$

در مرحله دوم به‌منظور شناسایی و سنجش فضایی زمانی الگوهای رشد شهری از روش ارائه شده توسط ویلسون و همکاران استفاده شده است (Wilson et al., 2003). این روش یک روش کمی برای سنجش سه نوع رشد درونی و بیرونی و لبه‌ای می‌باشد و نشان‌دهندهٔ پراکنده‌رویی و ناپایداری شهری یا الگوی رشد متوازن شهری می‌باشد (Dutta & Das, 2019). در این مقاله با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده و کاربرد نرم افزارسیستم اطلاعات جغرافیایی این سه نوع رشد شهری محاسبه و اندازه‌گیری شده است. بدین منظور پس از تبدیل تصاویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شده با فرمت رستر به فرمت برداری، لکه‌های شهری که بین دو دوره مورد نظر وجود داشت تحت عنوان لکه‌های شهری قدیمی و لکه‌های شهری که در دوره قبل وجود نداشت و در دوره جدید شکل گرفته، تحت عنوان لکه‌های شهری توسعه یافته جدید شناسایی شده است. نمای شماتیک این سه نوع رشد در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲. سه نوع رشد شهری

به منظور محاسبه الگوی فضایی زمانی رشد شهری از شاخص گسترش چشم انداز[1] از رابطه ۳ استفاده شده است:

$$LEI=\frac{Lc}{p} \quad (۳)$$

که در آن Lc برابر است با طول مرز مشترک لکه‌های توسعه‌های جدید و لکه‌های قدیمی و p محیط لکه‌های توسعه یافته جدید می‌باشد.

ارزش LEI بین صفر تا یک می‌باشد. در صورتی که LEI> 0.5 باشد رشد درونی و اگر ۰,۵ > LEI >0 باشد گسترش لبه‌ای و در صورتی که LEI =۰ باشد نوع رشد بیرونی است (Nong et al., 2018).

در مرحله سوم با استفاده از شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه[2] (AWMEI) الگوی رشد شهری در طی سه دوره ۱۹۹۹-۱۹۸۷، ۲۰۱۰-۱۹۹۹ و ۲۰۲۳-۲۰۱۰ به لحاظ تراکم یا پراکندگی سنجیده می‌شود ، بدین گونه که مقادیر بالاتر این شاخص که در رابطه ۴ نشان داده شده است نمایانگر رشد فشرده و مقادیر پایین‌تر این شاخص رشد پراکنده را نشان می‌دهد.

1. Landscape Expansion Index
2. Area weighted Mean expansion index

$$AWMEI=\sum_{i=1}^{N} LEI_i \times \left(\frac{a_i}{A}\right) \quad (۴)$$

در این رابطه LEI_i شاخص مقدار گسترش چشم‌انداز برای لکه‌های توسعه یافته جدید i و a_i مساحت لکه‌های جدید نوع i و A مجموع مساحت همه لکه‌های جدید می‌باشد. N تعداد همهٔ لکه‌های توسعه‌یافته جدید می‌باشد (Wu et al., 2023).

در مرحله چهارم، تراکم اراضی انسان‌ساخت هر سه نوع رشد درونی، لبه‌ای و بیرونی در پهنه‌های متحدالمرکز پیرامون هسته ارگانیک شهر محاسبه شده است. به منظور نمایش الگوی فضایی زمانی رشد شهر، پانزده پهنه متحدالمرکز با فواصل ۱۰۰۰ متری از هسته ارگانیک شهر ترسیم شده است. تراکم اراضی انسان‌ساخت هر سه نوع رشد شهری در این پهنه‌ها طی سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳ محاسبه شده است که به معنی تقسیم شدن مجموع مساحت مناطق ساخته شده در هر پهنه بر مساحت کل آن پهنه است.

در مرحله پنجم پس از شناسایی الگوی فضایی زمانی رشد شهری به منظور دست‌یابی به الگوی پایدار شهری راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی ارائه گردیده است.

نتایج

دقت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای هر چهار دوره توسط نمونه‌های آموزشی، ماتریس خطا، پارامترهای آماری، صحت کلی و ضریب کاپا نشان داد در سطح قابل قبولی (بالای ۸۰٪) می‌باشد.

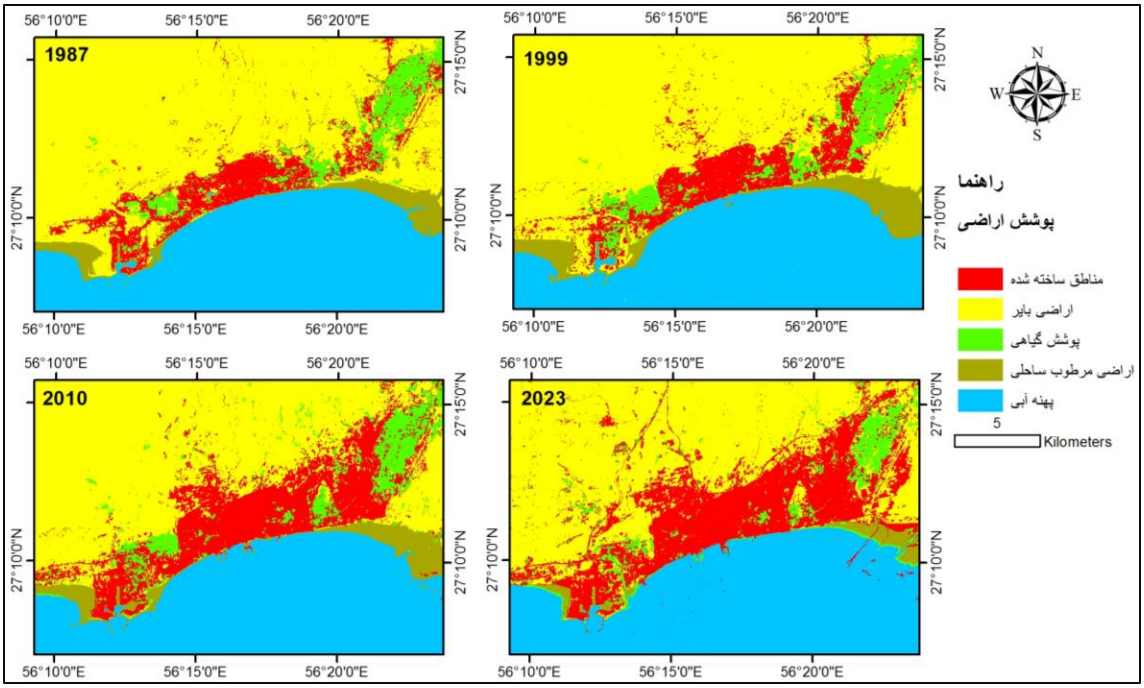
براساس جدول ۱ در طول دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳ شهر بندرعباس با روند رو به رشد اراضی ساخته شده روبرو بوده است به طوری‌که از حدود ۸٪ در سال ۱۹۸۷ به ۹٪ در سال ۱۹۹۹ و ۱۴٪ در سال ۲۰۱۰ و درنهایت ۱۶٪ در سال ۲۰۲۳ رسیده است و این نشان می‌دهد که اراضی ساخته شده در این دوره ۸٪ رشد داشته‌اند. اراضی بایر در این دوره دارای روند کاهشی شدیدی بوده‌اند و با ۸٪ کاهش مساحت مواجه شده‌اند. پوشش گیاهی از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۱۰ دارای روند افزایشی بوده به طوری‌که مساحت پوشش گیاهی از ۵٪ در سال ۱۹۸۷ به ۷٪ در سال ۲۰۱۰ رسیده است و این بیانگر رشد دو درصدی پوشش گیاهی در این دوره می‌باشد اما از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۲۳ پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. مساحت پهنه آبی از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۲۳ افزایش داشته است. اصلی‌ترین دلیل افزایش مساحت پهنه آبی، پیشروی آب دریا می‌باشد.

جدول ۱. مساحت پوشش اراضی در طول ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳

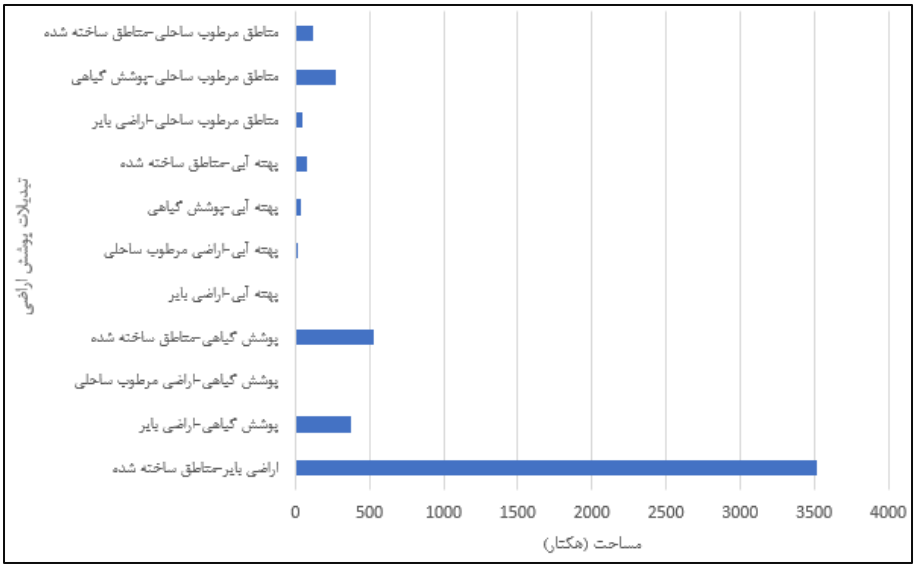
پوشش اراضی	مساحت سال ۱۹۸۷		مساحت سال ۱۹۹۹		مساحت سال ۲۰۱۰		مساحت سال ۲۰۲۳	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
پهنه آبی	۴۱/۱۲۱۷۸	۷۱۴۶۶۶/۳۱	۶۷/۱۱۷۳۸	۵۶۹۴۶۱/۳۰	۸۴/۱۱۹۴۶	۱۴۹۲۰۰۲/۳۱	۶۹/۱۲۶۸۵	۰۳۵۶۹۱۹/۳۳
اراضی بایر	۷۴/۱۹۴۵۸	۶۷۳۸۸۷/۵۰	۶۴/۱۸۶۹۷	۶۹۱۷۷۹۶/۴۸	۲۱/۱۶۷۰۴	۵۵۳۱۶۴۳/۴۳	۶۳/۱۶۲۳۳	۲۷۵۱۴۸۹/۴۲
پوشش گیاهی	۸۹۴/۱۹۴۱	۰۵۷۰۲۴۴۹/۵	۶۴۱/۲۳۵۴	۱۳۱۸۷۶۹۸/۶	۷۱/۲۷۰۳	۰۴۹۴۲۹۵۷/۷	۶۳۴/۲۴۲۵	۳۱۶۷۶۴۸۳/۶
مناطق ساخته‌شده	۳۱۵/۳۲۸۹	۵۶۵۹۳۸۷/۸	۸۷۶/۳۵۸۶	۳۴۰۸۲۱۸/۹	۲۷/۵۳۸۱	۰۳۰۶۷۷۸/۱۴	۰۷۳/۶۴۷۵	۸۶۲۱۹۵۵/۱۶
اراضی مرطوب ساحلی	۵۷۵/۱۵۳۱	۹۸۸۴۶۸۳۲/۳	۱۶۷/۲۰۲۲	۲۶۶۰۶۰۶۳/۵	۵۷۴/۱۶۱۷	۲۱۷۵۲۸۰۸/۴	۹۱۵۵/۵۷۹	۵۱۰۱۹۸۸۸/۱

نقشه پوشش اراضی شهر بندرعباس در طول دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳ در شکل ۳ نمایش داده شده است.

نتایج تغییرات پوشش اراضی از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳ نشان می‌دهد که بیشترین تغییرات مربوط به تبدیل بخش قابل توجهی از اراضی بایر به مناطق ساخته شده می‌باشد به طوری که ۳۵۱۹ هکتار از اراضی بایر در سال ۱۹۸۷ به مناطق ساخته شده در طول ۳۶ سال تبدیل شده است. در مرحله بعد پوشش گیاهی می‌باشد که ۵۲۸ هکتار در طول دوره ۳۶ ساله به مناطق ساخته شده و ۳۷۴ هکتار از پوشش گیاهی به اراضی بایر تبدیل شده است. شکل ۴ تبدیلات هر کدام از انواع پوشش اراضی را در طول دوره ۲۰۲۳ تا ۱۹۸۷ نشان می‌دهد.



شکل ۳. نقشه پوشش اراضی شهر بندرعباس طی بازه زمانی ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳



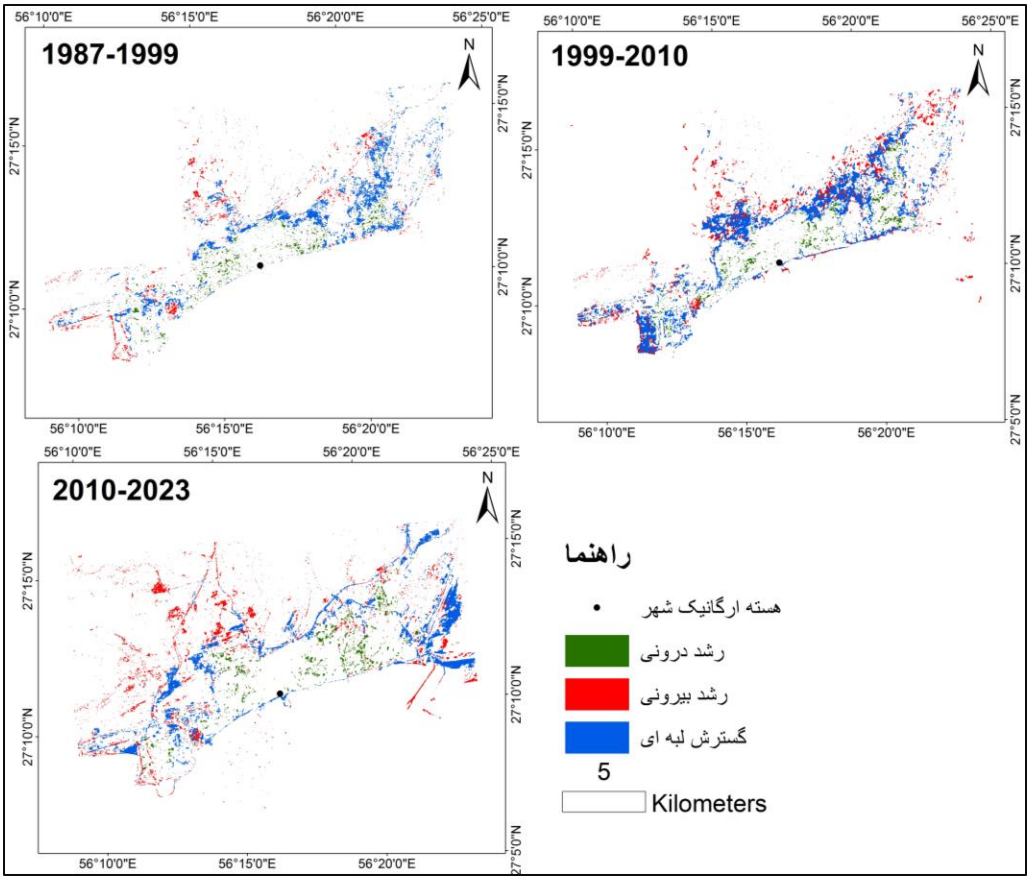
شکل ۴. تبدیلات پوشش اراضی در طول دوره ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳

در این پژوهش سه نوع الگوی شهری بیرونی، لبه‌ای و درونی در سه دورهٔ ۱۹۹۹-۱۹۸۷ و ۲۰۱۰-۱۹۹۹و ۲۰۲۳-۲۰۱۰ بر اساس مساحت اراضی اختصاص یافتهٔ الگوهای رشد مختلف محاسبه گردید.

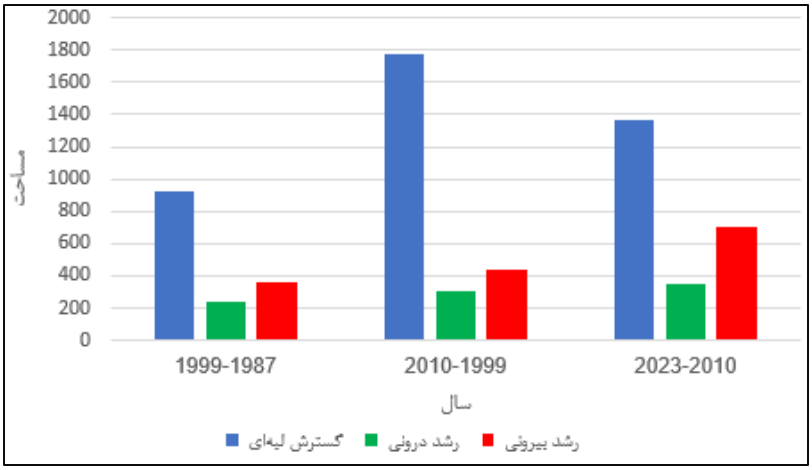
در رشد درونی عمدتا توسعه‌های جدید در فضاهای خالی در درون شهر بوجود می‌یابند، در رشد بیرونی توسعه‌های جدید دور از هستهٔ مرکزی شهر به صورت پراکنده گسترده می‌شوند و در گسترش لبه‌ای توسعه‌های جدید عمدتا در امتداد شبکه‌های حمل و نقل جدید گسترش می‌یابند. شکل ۵ الگوهای مختلف رشد شهری را در ادوار مختلف نشان می‌دهد. در دورهٔ اول (۱۹۹۹-۱۹۸۷) رشد اصلی شهر گسترش لبه‌ای بود. در دوره دوم (۲۰۱۰-۱۹۹۹) رشد بیرونی کاهش یافت و رشد درونی و رشد لبه‌ای افزایش یافت، در این دوره رشد لبه‌ای به رشد غالب تبدیل گردید و به مقدار اوج و حداکثر رسید. در دوره سوم (۲۰۲۳-۲۰۱۰) رشد لبه‌ای کاهش یافت و رشد بیرونی افزایش پیدا کرد.

شکل ۶ نمودار تغییرات انواع الگوهای رشد شهری در سه دوره را بر حسب مساحت (هکتار) نشان می‌دهد. در طول دوره

اول، رشد بیرونی درصد ناچیزی حدود ۲۳٪ (۳۵۷ هکتار) را به خود اختصاص می‌دهد، در این دوره گسترش لبه‌ای رشد غالب می‌باشد و ۹۲۸ هکتار را به خود اختصاص می‌دهد. رشد درونی و گسترش لبه‌ای در دوره دوم (۲۰۱۰-۱۹۹۹) افزایش می‌یابد و باعث پیوستگی و فشردگی شهری در این دوره می‌گردد، به طوری‌که مساحت رشد لبه‌ای با افزایش قابل توجه از ۹۲۸ هکتار در دوره اول به ۱۷۷۴ هکتار رسید و سپس در دوره سوم کاهش می‌یابد. رشد بیرونی از دوره اول تا دوره سوم روند صعودی داشته به طوری که از حدود ۳۵۷ هکتار در دوره اول به ۴۴۲ هکتار در دوره دوم و ۷۰۰ هکتار در دوره سوم رسیده است. نرخ رشد بیرونی از دوره اول تا دوم ۲۳٪ و از دوره دوم تا سوم نرخ رشد ۵۸٪ بوده است که نشان می‌دهد از دوره دوم تا سوم با سرعت قابل توجهی رشد بیرونی گسترش پیدا کرده است.

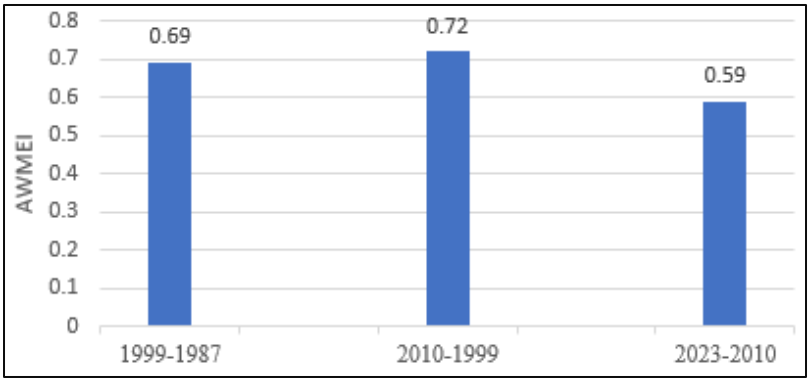


شکل ۵. الگوهای مختلف رشد شهری در ادوار مختلف



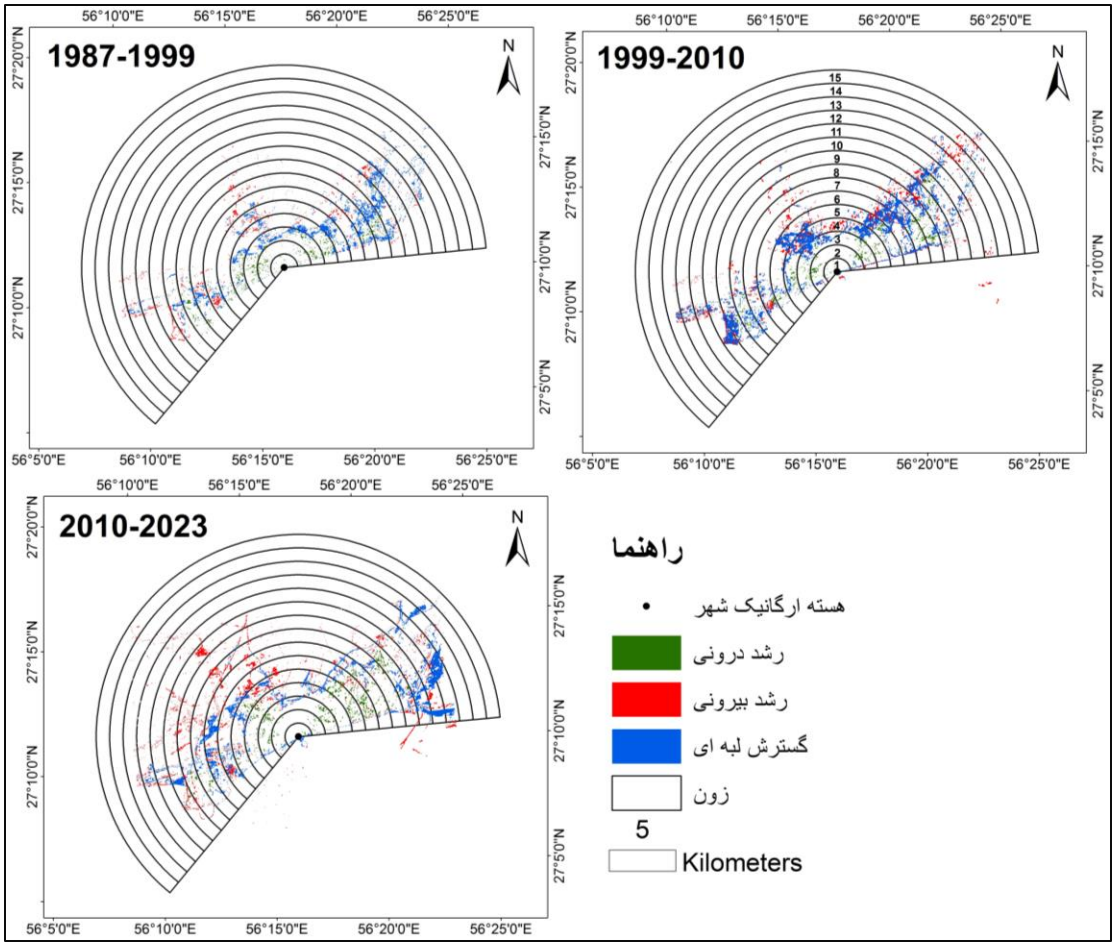
شکل ۶. نمودار تغییرات انواع الگوهای رشد شهری در سه دوره زمانی

مقدار شاخص AWMEI در دوره اول (۱۹۹۹-۱۹۸۷) ۰/۶۹ می‌باشد، مقادیر بالای این شاخص نشان‌دهندۀ توسعه فشرده‌تر است و هر چه این شاخص پایین‌تر باشد الگوی پراکندگی شهر رانشان می‌دهد. در دوره دوم (۲۰۱۰-۱۹۹۹) مقدار شاخص افزایش یافته و به عدد ۰/۷۲ رسیده است در این دوره الگوی شهر متراکم‌تر و فشرده‌تر گشته و در دوره سوم مقدار شاخص کاهش قابل توجهی پیدا نموده است و شهر به سمت پراکندگی و چندپارگی حرکت کرده است. مقادیر این شاخص در سه دوره زمانی به ترتیب ۰/۶۹، ۰/۷۲ و ۰/۵۹ می‌باشد (شکل ۷).



شکل ۷. نمودار تغییرات شاخص AWMEI در سه دوره زمانی

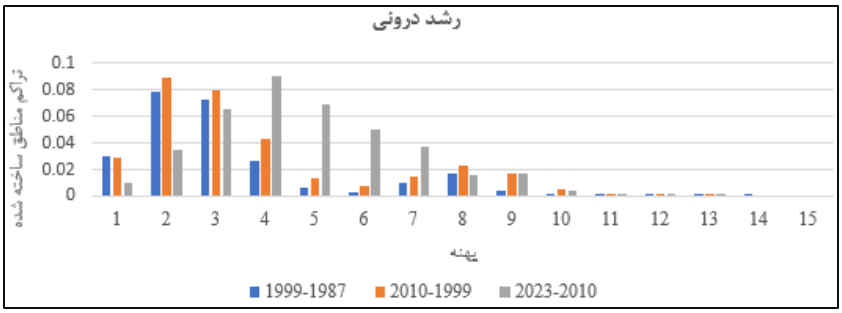
در مرحله بعد تحلیل تراکم مناطق ساخته شده در سه حالت رشد لبه‌ای، رشد بیرونی و درونی در پهنه‌های متحدالمرکز اطراف هسته ارگانیک شهر صورت گرفته است (شکل ۸).



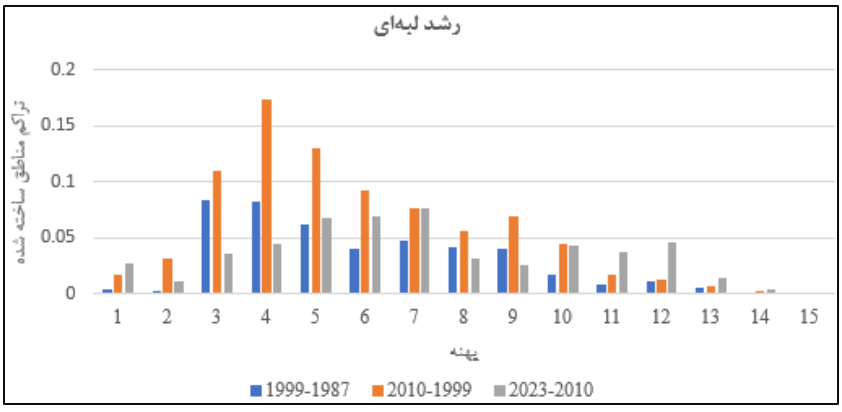
شکل ۸. تغییرات الگوی رشد شهری در پهنه‌های متحدالمرکز اطراف هسته ارگانیک شهر طی سه دوره زمانی

با فاصله گرفتن پهنه‌های متحدالمرکز از هسته ارگانیک شهر، رشد درونی و لبه‌ای کاهش می‌یابد و هر چه به هسته مرکزی شهر نزدیک می‌شویم تراکم رشد درونی و لبه‌ای بیشتر است. به عبارت دیگر در پهنه‌های بیرونی توسعه پراکنده‌تر بوده (شکل ۱۱) و در پهنه‌های درونی فشرده‌تر(شکل ۹و ۱۰). نتایج شکل ۹ نشان می‌دهد رشد درونی تنها در ۱۰ پهنه اول وجود دارد و در دوره اول و دوم این رشد در اطراف هسته ارگانیک شهر اتفاق افتاده است، در دوره سوم به دلیل بافت فشرده نواحی مرکزی شهر، در پهنه‌های بیرونی‌تر گسترش یافته است. پهنه‌های بیرونی شهر (بافر ۶ تا ۱۰) در شکل ۱۱ در دوره سوم افزایش قابل توجه تراکم مناطق ساخته شده رشد بیرونی نسبت به دوره اول و دوم را نشان می‌دهد که بیانگر پراکنده‌رویی و رشد مارپیچی و بدقوارهٔ شهر در این مدت بوده است.

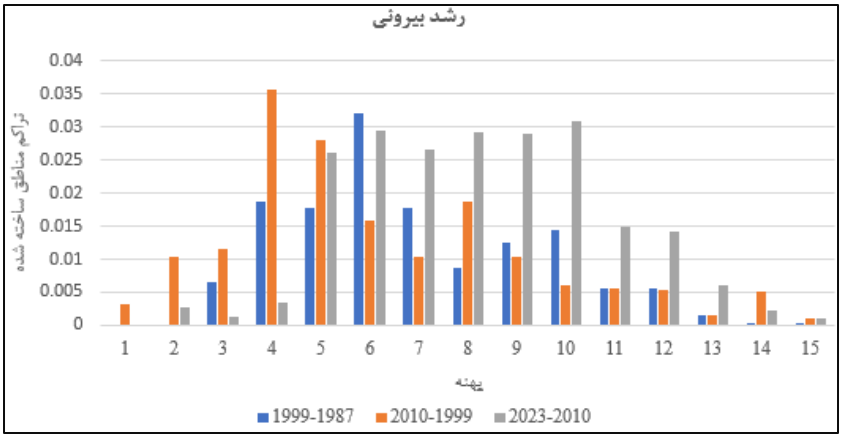
متراکم‌ترین گسترش لبه‌ای به عنوان فشرده‌ترین رشد شهری حومه‌ای شناخته می‌شود، نتایج شکل ۱۰ نشان می‌دهد در دوره دوم در فاصله ۳تا ۴ کیلومتر از هسته ارگانیک شهر (بافر ۴) بیشترین رشد لبه‌ای اتفاق افتاده است و به عنوان متراکم‌ترین رشد حومه‌ای محسوب می‌شود که در اطراف محورهای ارتباطی حومه شهر شکل گرفته است.



شکل ۹. نمودار تغییرات رشد درونی در سه دوره زمانی



شکل ۱۰. نمودار تغییرات رشد لبه‌ای در سه دوره زمانی



شکل ۱۱. نمودار تغییرات رشد بیرونی در سه دوره زمانی

بحث

نتایج بدست آمده از تحلیل تغییرات پوشش اراضی بیانگر روند صعودی اراضی ساخته شده از سال ۱۹۸۷ تا ۲۰۲۳ می‌باشد به طوری که در بازه زمانی ۳۶ ساله اراضی ساخته شده ۳۱۸۵/۷۵۸هکتار افزایش داشته است. در مقابل اراضی بایر به دلیل تبدیل شدن به اراضی ساخته شده روند نزولی قابل توجهی داشته است. این تغییرات در سال‌های اخیر علاوه بر تخریب پوشش گیاهی، تخریب چشم‌اندازهای طبیعی، باعث از بین رفتن انسجام و یکپارچگی شهری و پراکنده‌رویی و ناپایداری شهری شده است. نتایج تحلیل شاخص گسترش چشم انداز و شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه و تراکم سه نوع رشد درونی، بیرونی و لبه‌ای در اطراف هسته ارگانیک شهر نیز رشد لبه‌ای و انبساطی و پیوسته در حاشیه شهر در راستای محورهای حمل‌ونقل و شبکه‌های ارتباطی به سمت لبه شهر در بازه زمانی ۱۹۹۹-۱۹۸۷ و ۲۰۱۰-۱۹۹۹ نشان می‌دهد که شدت رشد پیوسته و فشرده درونی و لبه‌ای در بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۹ بیشتر می‌شود.

در بازه زمانی۲۰۲۳-۲۰۱۰ اراضی ساخته شده بصورت مجزا و منفرد به‌گونهٔ جهشی رشد پیدا می‌کنند. بنابراین رشد بدقواره و نامتوازن شهری را رقم می‌زنند. پیامدهای ادامهٔ این رشد ناپایدار و پراکنده شهری می‌تواند بر همهٔ جنبه‌های اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی شهر اثر گذارد. یکی از ملموس‌ترین این اثرات، جدایی عملکردی مناطق مختلف شهر می‌باشد. این موضوع علاوه بر افزایش مسافت و زمان سفر باعث افزایش اتکا به وسیله نقلیه شخصی و کاهش پیاده‌روی در دسترسی به خدمات شهری می‌باشد. جاکوبز (۱۹۹۲) اذعان می‌دارد این موضوع اثرات مضری بر منابع مالی، زیست محیطی و اجتماعی دارد. کاماگنی و همکاران (۲۰۰۲) بیان می‌کنند این موضوع باعث انزوای فیزیکی و کاهش سرزندگی شهری و نیاز به افزایش هزینه‌های هنگفت آموزشی، بهداشتی درمانی و توسعه زیرساخت‌های شهری دارد و همان‌گونه که متیو و همکاران (۲۰۱۹) استدلال می‌کنند بر کل سیستم شهری اثر می‌گذارد. بنابراین شهرهای فشرده از نظر کارایی مصرف انرژی و استفاده بهینه از زمین برتری دارند (Frey, 2003، پوراحمد و همکاران، ۱۳۹۴) با توجه به این پیامدهای منفی راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی در شهر بندرعباس در جدول ۲ ارائه شده است. راهبردهای ارائه شده در این مقاله نتایج مطالعات پیشین را تایید می‌نماید (Shi et al., 2012, Dutta & Das, 2019, Nong et al., 2018, Getu & Bhat, 2021).

جدول ۲. راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی

اصول	راهبرد
استفاده از اراضی بایر درون شهر	۱- افزایش رشد درونی با تبدیل اراضی بایر و خالی درون شهر به مناطق ساخته شده
بازتوسعه اراضی نامناسب و رهاشده درون شهر	۲- استفاده از اراضی رها شده و متروکه جهت ساخت و سازهای جدید
بازتوسعه مناطق ساخته شده قدیمی و فرسوده درون شهر	۳- بازسازی و نوسازی و بهسازی بافت فرسوده و قدیمی درون شهر به منظور پتانسیل رشد درونی
استفاده از تراکم بالاتر ساختمان‌ها به جای توسعه کم تراکم به پیرامون شهر	۴- ترکیب کاربری‌ها ۵- تفکیک قطعات ۶- افزایش تعداد طبقات ساختمانی
استفاده از کمربند سبز	۷- کاشت جنگل‌های دست‌کاشت و توسعه فضای سبز در اطراف شهر به عنوان کمربند سبز

نتیجه‌گیری

پایداری شهری از مباحث مهم برنامه‌ریزی شهری محسوب می‌شود که یکی از موضوعات اصلی آن چگونگی الگوی رشد شهری در طی زمان می‌باشد که از عوامل تاثیرگذار در دست‌یابی به توسعه پایدار شهری می‌باشد و به ارتقای کیفیت محیط شهری کمک شایان توجهی می‌کند. همین موضوع باعث شده است شکل‌دهی دوبارهٔ محیط شهری، چگونگی مصرف منابع شهری و تعیین شکل‌های فضایی پایدار هم از جنبهٔ برنامه‌ریزی شهری و هم برنامه‌ریزی فضایی مهم و غیر قابل چشم‌پوشی محسوب شود و مورد توجه و دغدغه پژوهشگران می‌باشد. نتایج پژوهش‌های اخیر در جهان نشان داده است که گسترش افقی شهر به پیرامون و پراکنده‌رویی شهری نتیجهٔ برنامه‌ریزی ضعیف می‌باشد و باعث تخریب پوشش گیاهی، کاهش کیفیت منظر شهری، آلودگی و کاهش عملکرد خدمات شهری می‌گردد.

پژوهش حاضر با هدف تعیین الگوی شهری شهر بندرعباس در طی ۳۶ سال از سال ۱۹۸۷ تا سال ۲۰۲۳ و چگونگی رشد شهر در طی زمان از تکنیک‌های سنجش از دور و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی و سنجش شاخص‌گسترش چشم

انداز و شاخص گسترش میانگین وزن‌دار منطقه و تراکم مناطق ساخته شده در پهنه‌های متحدالمرکز اطراف هسته ارگانیک شهر بهره جسته است. بنابراین در این پژوهش ابتدا بررسی تغییرات پوشش اراضی انجام شد، سپس تحلیل تغییرات سه نوع رشد درونی، لبه‌ای و بیرونی شهر صورت گرفت. یافته‌ها بیانگر جایگزین شدن گسترده اراضی ساخته شده به‌جای پوشش گیاهی و اراضی بایر می‌باشد، همچنین روند صعودی رشد پراکنده و ناپایدار شهری را در سال‌های اخیر نشان داد. به همین دلیل راهبردهای برنامه‌ریزی پایدار اراضی در شهر بندرعباس پیشنهاد شده است. روش و راهبردهای بکار رفته در این مقاله می‌تواند راهنمای برنامه‌ریزان شهری در هدایت و کنترل تغییرات کالبدی شهرها با هدف بهبود ساختار و عملکرد شهرها و درنتیجه ارتقای کیفیت زندگی شهروندان تاثیر بسزایی داشته باشد.

منابع

پوراحمد، احمد؛ زنگنه شهرکی، سعید؛ آروین، محمود (۱۳۹۴). شناسایی ظرفیّت های بافت کالبدی به منظور توسعهٔ میان افزا با استفاده از مدل‌های تصمیم گیری ترکیبی و GIS (مطالعهٔ موردی: شهر اهواز). *جغرافیا و پایداری محیط*، ۵(۳)، ۱۷-۳۷. https://ges.razi.ac.ir/article_379.html

حیدری، رقیه؛ علی اکبری، اسماعیل؛ پوراحمد، احمد (۱۳۹۹). سنجش پراکنده‌رویی شهری در پویش فضایی شهر رشت. *مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، *۱۷*(۴)، ۹۶۱-۹۷۶. https://jshsp.rasht.iau.ir/article_682735.html

خلیلی، احمد؛ زبردست، اسفندیار؛ عزیزی، محمدمهدی (۱۳۹۷). گونه‌شناسی فضایی الگوهای رشد در مناطق شهر بنیان. *نشریه هنرهای زیبا: معماری و شهرسازی*، ۲۳ (۲)، ۵۳-۶۶. doi: 10.22059/JFAUP.2018.69756

عبدی تربقان، جواد؛ صرافی، مظفر؛ رضویان، محمدتقی (۱۳۹۸). بررسی توسعه کالبدی شهرها با استفاده از مدل‌های کمی آنتروپی شانون، هلدرن و موران (مورد پژوهی: شهر کاشمر). *توسعه پایدار محیط جغرافیایی*، *۱*(۱)، ۵۳-۷۲. doi: 10.52547/sdge.1.1.53

عنابستانی، علی‌اکبر؛ جعفری، فهیمه (۱۳۹۹). تحلیل پیشرانهای کلیدی مؤثر بر تغییر کاربری اراضی سکونتگاه‌های پیراشهری کلان‌شهر مشهد با رویکرد آینده‌پژوهی. *فصلنامه علمی و پژوهشی پژوهش و برنامه‌ریزی شهری*، *۱۱*(۴۳)، ۱۷-۳۴. https://journals.marvdasht.iau.ir/article_4029.html

مداحی، ریحانه؛ المدرسی، سیدعلی؛ جمالی، علی‌اکبر؛ مهدوی‌نجف‌آبادی، رسول (۱۳۹۹). ارزیابی گسترش کمی شهر و مدل‌سازی توسعه فیزیکی در نوار ساحلی شهر بندرعباس. *آمایش محیط*، ۴۹ (۱۳)، ۴۵-۵۶. https://ebtp.malayer.iau.ir/article_675466.html

مولایی قلیچی، محمد؛ مشکینی، ابوالفضل؛ خاوریان گرمسیر، امیر (۱۳۹۵). روندهای پراکنده‌رویی شهری و برنامه ریزی توسعهٔ فضایی پایدار (مطالعه موردی: منطقه ۲ تهران). *معماری و شهرسازی پایدار*، ۴ (۲)، ۴۳-۵۴. https://jsaud.sru.ac.ir/article_665.html

References

Abdi, T. J., Sarrafi, M., & Razaviain, M. T. (2020). Study of Urban physical development by using quantitative models Shannon entropy, Holdren and Moran (Case Study: Kashmar city). *Journal of Sustainable Development of Geographical Environment*, *1*(1), 53-72. doi: 10.52547/sdge.1.1.53 (In Persian).

Achmad, A., Hasyim, S., Dahlan, B., & Aulia, D. N. (2015). Modeling of urban growth in tsunami-prone city using logistic regression: Analysis of Banda Aceh, Indonesia. *Applied geography*, *62*, 237-246. doi: 10.1016/j.apgeog.2015.05.001

Anabestani, A. A., & Jafari, F. (2019). Analysis of Key Proponents Affecting Land Use Change of Pri-urban Settlements in Mashhad metropolitan with approach future study. *Journal of Urban Research and Planning*, *11*(43), 17-34. https://journals.marvdasht.iau.ir/article_4029.html (In Persian)

Bueno-Suárez, C., & Coq-Huelva, D. (2020). Sustaining what is unsustainable: A review of urban sprawl and urban socio-environmental policies in North America and Western Europe. *Sustainability*, *12*(11), 11-36. doi: 10.3390/su12114445

Camagni, R., Gibelli, M. C., & Rigamonti, P. (2002). Urban mobility and urban form: the social and environmental costs of different patterns of urban expansion. *Ecological economics*, *40*(2), 199-216. doi: 10.1016/S0921-8009(01)00254-3

De Jong, S. M., & Van der Meer, F. D. (Eds.). (2007). *Remote sensing image analysis: including the*

spatial domain (Vol. 5). Springer Science & Business Media.

Deng, Y., Fu, B., & Sun, C. (2018). Effects of urban planning in guiding urban growth: Evidence from Shenzhen. *China. Cities*, *83*, 118-128. doi: 10.1016/j.cities.2018.06.014

Dietzel, C., Herold, M., Hemphill, J. J., & Clarke, K. C. (2005). Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*, *19*(2), 175-195. doi: 10.1080/13658810410001713407

Dutta, I., & Das, A. (2019). Application of geo-spatial indices for detection of growth dynamics and forms of expansion in English Bazar Urban Agglomeration, West Bengal. *Journal of Urban Management*, *8*(2), 288-302. doi: 10.1016/j.jum.2019.03.007

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles-style sprawl desirable?. *Journal of the American planning association*, *63*(1), 107-126. doi: 10.1080/01944369708975728

Forman, R. T. (1996). Land mosaics: the ecology of landscapes & regions//Review. *Environments*, *24* (2), 65. https://www.proquest.com/openview/

Frey, H. (2003). *Designing the city: Towards a more sustainable urban form*. Taylor & Francis.

Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Housing policy debate*, *12*(4), 681-717. doi: 10.1080/10511482.2001.9521426

Getu, K., & Bhat, H. G. (2021). Analysis of spatio-temporal dynamics of urban sprawl and growth pattern using geospatial technologies and landscape metrics in Bahir Dar, *Northwest Ethiopia. Land Use Policy*, 109, 105676. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105676

Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, *23*(2-3), 159-175. doi: 10.1016/j.apgeog.2003.08.002

Heydari, R., Aliakbari, E., & Pourahmad, A. (2021). A measurement of Urban sprawl in spatial dynamics of Rasht, Iran. Journal of Studies of Human Settlements Planning, *Journal of Studies of Human Settlements Planning*, *17*(4), 53-72. https://jshsp.rasht.iau.ir/article_682735.html (In Persian)

Huang, S. L., Wang, S. H., & Budd, W. W. (2009). Sprawl in Taipei's peri-urban zone: Responses to spatial planning and implications for adapting global environmental change. *Landscape and urban planning*, *90*(1-2), 20-32. doi: 10.1016/j.landurbplan.2008.10.010

Johnson, M. P. (2001). Environmental impacts of urban sprawl: a survey of the literature and proposed research agenda. *Environment and planning A*, *33*(4), 717-735. doi: 10.1068/a3327

Khalili, A., Zebardast, E., & Azizi, M. M. (2018). Spatial Typology of Growth Patterns in Urban-based Regions. *Journal of Fine Arts: Architecture and Urban Planning*, *23*(2), 53-66. doi:10.22059/JFAUP.2018.69756 (In Persian)

Klopp, J. M., & Petretta, D. L. (2017). The urban sustainable development goal: Indicators, complexity and the politics of measuring cities. *Cities*, *63*, 92-97. doi: 10.1016/j.cities.2016.12.019

Lowry, J. H., & Lowry, M. B. (2014). Comparing spatial metrics that quantify urban form. Computers, *Environment and Urban Systems*, *44*, 59-67. doi: 10.1016/j. compenvurbsys. 2013.11.005

Lu, D., Mausel, P., Brondizio, E., & Moran, E. (2004). Change detection techniques. *International journal of remote sensing*, *25*(12), 2365-2401. doi: 10.1080/0143116031000139863

Maddahi, R., Almodaresi, S. A., Jamali, A. A., & Mahdavi Najafabadi, R. (2020). Evaluation of the Quantitative Expansion of the City and Modeling of Physical Development in the Coastal Strip of Bandar Abbas. *Journal of Geography Environment Preparation*, *13*(49), 45-56. https://ebtp.malayer.iau.ir/article_675466.html (In Persian)

Magidi, J., & Ahmed, F. (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015). *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *22*(3), 335-346. doi: 10.1016/j.ejrs.2018.07.003

Manesha, E. P. P., Jayasinghe, A., & Kalpana, H. N. (2021). Measuring urban sprawl of small and medium towns using GIS and remote sensing techniques: A case study of Sri Lanka. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, *24*(3), 1051-1060. doi: 10.1016/j.ejrs.2021.11.001

McDonald, R. I., Kareiva, P., & Forman, R. T. (2008). The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological conservation*, *141*(6), 1695-1703. doi: 10.1016/j.biocon.2008.04.025

Mohammadi-Hamidi, S., Beygi Heidarlou, H., Fürst, C., & Nazmfar, H. (2022). Urban infill development: a strategy for saving peri-urban areas in developing countries (the case study of Ardabil, Iran). *Land*, *11*(4), 454. doi: 10.3390/land11040454

Moulai Qalichi, M., Meshkini, A., Khavarian Garmsir, A. (2015). Dispersed trends of urban planning and sustainable spatial development planning (Case study: District 2 of Tehran). *Sustainable architecture and urbanism*, *4*(2), 43-54. https://jsaud.sru.ac.ir/article_665.html (In Persian)

Nasehi, S., Alemohammad, S., Ramezani Mehrian, M., & Mobarghei Dinan, N. (2023). Formulating sustainability strategies for urban green infrastructures by using the landscape changes assessment (Tehran Metropolitan District 2). *Geography and Environmental Sustainability*, *13*(2), 95-114. doi:10.22126/GES.2023.8640.2614 (In Persian)

Nong, D. H., Lepczyk, C. A., Miura, T., & Fox, J. M. (2018). Quantifying urban growth patterns in Hanoi using landscape expansion modes and time series spatial metrics. *PloS one*, *13*(5), 1-18. doi: 10.1371/journal.pone.0196940

Pourahmad, A., Zanganeh Shahraki, S., & Arvin, M. (2015). Identification of the Physical Fabric Potential to Infill Development Applying Decision Making and GIS Models (case study: Ahvaz). *Geography and Environmental Sustainability*, *5*(3), 17-37. https://ges.razi.ac.ir/article_379.html (In Persian)

Rahimi, A. (2016). A methodological approach to urban land-use change modeling using infill development pattern—a case study in Tabriz, Iran. *Ecological processes*, *5*(1), 1-15. doi: 10.1186/s13717-016-0044-6

Seto, K. C., Güneralp, B., & Hutyra, L. R. (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(40), 16083-16088. doi: 10.1073/pnas.1211658109

Shi, Y., Sun, X., Zhu, X., Li, Y., & Mei, L. (2012). Characterizing growth types and analyzing growth density distribution in response to urban growth patterns in peri-urban areas of Lianyungang City. *Landscape and urban planning*, *105*(4), 425-433. doi: 10.1016/j. landurbplan.2012.01.017

Sinha, S. K. (2018). Causes of urban sprawl: a comparative study of developed and developing world cities. *International Journal of Multidisciplinary*, *3*(9), 1-5. doi: 10.5281/zenodo. 1409035

Sun, C., Wu, Z. F., Lv, Z. Q., Yao, N., & Wei, J. B. (2013). Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *21*(1), 409-417. doi: 10.1016/j.jag.2011.12.012

Topuz, M., & Deniz, M. (2023). Application of GIS and AHP for land use suitability analysis: case of Demirci district (Turkey). *Humanities and Social Sciences Communications*, *10*(1), 1-15. doi: 10.1080/09640568.2019.1594726

UNDESA. (2018). *World urbanization prospects: The 2018 revision*, online edition.

Weerakoon, K. G. P. K. (2017). Analysis of spatio-temporal urban growth using GIS integrated urban gradient analysis; Colombo district, Sri Lanka. *American Journal of Geographic Information System* , *6*(3), 83-89. doi: 10.5923/j.ajgis.20170603.01

Wilson, E. H., Hurd, J. D., Civco, D. L., Prisloe, M. P., & Arnold, C. (2003). Development of a geospatial model to quantify, describe and map urban growth. *Remote sensing of environment*, *86*(3), 275-285. doi: 10.1016/S0034-4257(03)00074-9

Woo, M. (2007). *Impacts of urban containment policies on urban growth and structure* (Doctoral dissertation, The Ohio State University).

Wu, C., Li, C., Ouyang, L., Xiao, H., Wu, J., Zhuang, M., ... & Finka, M. (2023). Spatiotemporal evolution of urbanization and its implications to urban planning of the megacity, Shanghai, *China*. *Landscape Ecology*, *38*(4), 1105-1124. doi: 10.1007/s10980-022-01578-7