



ORIGINAL RESEARCH PAPER

Quantitative analysis of the physical development pattern in Yazd city *

Mehrab Mehrabi ^{1, ID}, Mohsen Rafieian ^{2, ** ID}¹ M.A. Student in Urban Planning, Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, Yazd University, Yazd, Iran.² Assistant Professor, Department of Urbanism, Faculty of Art and Architecture, Yazd University, Yazd, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received	2022/06/22
Revised	2022/10/17
Accepted	2022/12/25
Available Online	2023/12/27

Keywords:

Sprawl Growth
Compact Growth
Smart Growth
Yazd City

Use your device to scan
and read the article online



Number of References

44



Number of Figures

11



Number of Tables

6

Extended ABSTRACT

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The dynamic and rapid growth of urbanization and, as a result, the physical changes in cities have led to many challenges and problems. Physical development is manifested in varied forms, ranging from scattered to dense and intelligent. Each form of development has its advantages and disadvantages. Accordingly, without proper planning and consideration of the existing context, unmanaged city growth can cause direct and indirect harm to the urban environment, with citizens and resources being the primary victims and potential future heritage. Iranian cities have also contributed to this global experience based on many variables, such as demographic, social, and economic movements. In the meantime, the historical city of Yazd, as a precious legacy of its predecessors, has experienced a coherent and sustainable form of development by relying on creativity and initiative. The physical structure has been transformed into different types in the last few decades. Continuing this situation not only disrupts the city's physical cohesion but also exacerbates the economic, social, and legal issues. Therefore, the present research seeks to answer whether the findings of different models in the analysis of the physical development pattern in Yazd City yield a unified result or deviate from one another.

METHODS: The current research is an applied research in terms of purpose and adopts a descriptive-analytical approach. The data and information required for analysis in the research have been collected through bibliographic and field studies. Aligned with the research objectives, the study employs quantitative analytical models, namely Shannon entropy, Helden's, Moran's coefficient, and a comparison of filled and empty urban land. Additionally, multi-time satellite images have been incorporated to analyze the data and investigate the physical development pattern of the city.

FINDINGS: In this research, various quantitative analytical models such as Shannon's entropy (2006-2021), Helden's (1996-2016), Moran's coefficient (2006-2016), comparison of full and empty urban land (1398) and multi-temporal satellite images in the period 1990-2000-2013 and 2021 have been used to study the physical development pattern of the city. The results of the study of the city's physical development using multi-temporal satellite images in 1990-2000-2013-2021 indicate a 71.46% growth of the city during these 31 years. Contrasting Shannon's entropy model between 1385 and 1400 reveals the city's dispersed growth over the 15-year period. In accordance with Helden's model, using 1345 as the starting point and 2016 as the endpoint, it is observed that 59% of the overall physical development or city size increase is attributed to population growth, while the remaining 41% is linked to the scattered development of the city. The findings from the comparison of Moran's coefficient in 2006 and 2016 indicate a shift in the spatial distribution pattern of Yazd city's population density, transitioning from a random pattern to a scattered one. Additionally, when evaluating the ratio of dense tissue area to the total city size in Yazd (coefficient 0.015), the comparison reveals that the growth rate of the city area corresponds proportionally to the growth rate of the population during the specified period.



Extended ABSTRACT

CONCLUSION: The results of all these methods indicate that the city of Yazd experiences scattered and unbalanced physical development. According to the results of the study, Yazd City is located in an area where the town's per capita services and facilities are high, with a large volume of services that can serve twice its population. Examining the results, it becomes evident that in Yazd City, the speed of inactive urban levels increases in favor of the active groups as one moves from the central area to the surrounding regions. These functional levels not only exhibit significant potential for internal development but also present a viable option to prevent the sprawling expansion of the city.

HIGHLIGHTS:

- Simultaneous use of several quantitative methods in analyzing the pattern of physical development in Yazd and comparing their results with each other for reliability.
- Explaining the critical and unfavorable situation of the physical development model of Yazd city
- The city of Yazd, despite the share of 33% of vacant lands in the city in the period 1990-2021 has grown by 71.46% and has experienced sporadic physical development.

ACKNOWLEDGMENTS:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

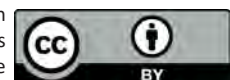
CONFLICT OF INTEREST:

The authors declared no conflicts of interest.

COPYRIGHTS

Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to the Journal of Iranian Architecture & Urbanism (JIAU). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, as long as the original authors and source are cited. No permission is required from the authors or the publishers.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**HOW TO CITE THIS ARTICLE**

Mehrabi, M.; Rafeian, M., (2023). Quantitative analysis of the physical development pattern in Yazd city. *Journal of Iranian Architecture & Urbanism.*, 14(2): 233-246.



<https://doi.org/10.30475/isau.2023.346590.1932>



https://www.isau.ir/article_185136.html



تحلیل کمی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد *

محراب محرابی^۱، محسن رفیعیان^{۲*}

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.
۲. استادیار، گروه شهرسازی، دانشکده هنر و معماری، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

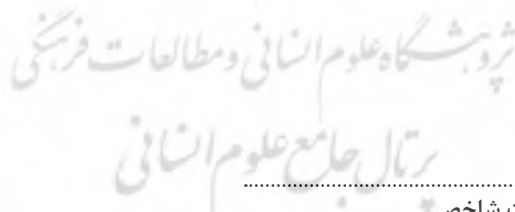
مشخصات مقاله	چکیده
--------------	-------

امروزه رشد شتابان شهرنشینی از زوایای مختلف محیط‌های شهری را تحت تاثیر قرار داده؛ به گونه‌ای که توسعه‌ی کالبدی پویا و مداوم را در شهرها رقم زده است. شرایطی که تعیین جهات توسعه شهرها را بسیار چالش برانگیز ساخته است. توسعه کالبدی که تحت تاثیر نیروهای مختلفی پدید می‌آید و چنانچه بسط ناموزون را تجربه نماید، هزینه‌های فراوانی همچون تبدیل و تغییر کاربری اراضی کشاورزی و طبیعی، افزایش هزینه زیرساخت، افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای، جدایی‌گزینی اجتماعی و... را در ابعاد گوناگون بر شهر و ساکنینش تحمیل می‌کند. این موضوع اهمیت هدایت و مدیریت گسترش کالبدی شهرها را دو چندان می‌کند. براین اساس هدف اصلی این پژوهش، تحلیل کمی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد در دهه‌های اخیر می‌باشد. در پژوهش حاضر از مدل‌های تحلیلی کمی مختلفی همچون آنتروپی شانون، هلدرن، ضریب موران، مقایسه اراضی پر و خالی شهری و تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۳ و ۲۰۲۱ برای بررسی الگوی توسعه کالبدی شهر استفاده شده است. نتایج تمامی تحلیل‌ها حاکی از رشد پراکنده و لجام گسیخته شهر یزد در طی دهه‌های اخیر می‌باشد و نتایج مبین آن است که چهره کنونی ساختار کالبدی شهر یزد با توجه به ظرفیت بالای اراضی قابل توسعه در شهر، خوشه‌ای و نامتوازن بوده و روند پراکنده‌ای را تجربه می‌کند. براین اساس پیشنهاد می‌شود از ظرفیت‌های درونی و سطوح غیرفعال شهری استفاده گردد.

تاریخ ارسال ۱۴۰۱/۰۴/۰۱
تاریخ بازنگری ۱۴۰۱/۰۷/۲۵
تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۱۰/۰۴
تاریخ انتشار آنلاین ۱۴۰۲/۱۰/۰۶

واژگان کلیدی

رشد پراکنده
رشد مترکم
رشد هوشمند
شهر یزد



نکات شاخص

- استفاده همزمان از چندین روش کمی در تحلیل الگوی توسعه کالبدی شهر یزد و مقایسه نتایج آن‌ها با یکدیگر در راستای پایایی نتایج.
- تبیین وضعیت بحرانی و نامطلوب الگوی توسعه کالبدی شهر یزد
- شهر یزد با وجود سهم ۳۳ درصد اراضی خالی در شهر در بازه سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۱ رشد ۷۱،۴۶ درصدی را داشته و توسعه کالبدی پراکنده را تجربه کرده است.

نحوه ارجاع به مقاله

محراب، محراب و رفیعیان، محسن. (۱۴۰۲). تحلیل کمی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد، نشریه علمی معماری و شهرسازی ایران، ۱۴(۲)، ۲۴۶-۲۳۳.

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده نخست با عنوان «آینده‌پژوهی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد با تأکید بر میراث جهانی» می‌باشد که به راهنمایی نویسنده دوم در دانشگاه یزد انجام گرفته است.

** نویسنده مسئول

تلفن: ۰۹۸۹۱۲۵۱۱۲۶۱۳

پست الکترونیک: mrafian@yazd.ac.ir

مقدمه

گردیده و دچار توسعه ناموزن کالبدی شده‌اند.

شهر یزد در طول تاریخ گسترش خود، به عنوان شهری با شرایط اقلیم بیابانی حاکم دارای رشد ارگانیک و هماهنگ بوده است. در چند سال اخیر به دلیل تغییرات جمعیتی، مهاجرت و ساخت وسازهای غیرقانونی، نوعی آشفتگی و توسعه ناموزن در بافت فیزیکی شهر یزد دیده می‌شود (Rasouli & Shirmohammadi, 2020). براین اساس پژوهش حاضر با هدف، تحلیل چگونگی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد با استفاده از مدل‌های تحلیلی کمی مختلفی همچون آنتروپی شانون، هلدرن، ضریب موران، مقایسه اراضی پر و خالی شهری و تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در دهه‌های اخیر می‌باشد.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های مختلفی به تحلیل و ارزیابی توسعه کالبدی در نمونه‌های موردی گوناگون و با استفاده از روش‌های مختلف در سطوح ملی و بین‌المللی پرداخته‌اند که نتایج برخی از این پژوهش‌ها به شرح جدول ۱، می‌باشد. برخلاف سایر پژوهش‌ها، پژوهش حاضر همزمان از چندین روش برای تحلیل الگوی توسعه کالبدی استفاده نموده است و پایایی نتیجه نهایی تحلیل الگوی توسعه کالبدی با مقایسه نتیجه تمامی روش‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مبانی نظری

شکل شهر یکی از مهمترین مسائل مربوط به پایداری یک شهر است و به عنوان الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسانی در یک دوره زمانی خاص تعریف می‌شود (Salehi et al., 2019). شهرها دارای اشکال بسیار متفاوتی هستند؛ برخی در اطراف یک هسته تاریخی متمرکز شده‌اند، برخی دارای مراکز متعدد هستند و برخی دیگر در مناطق وسیعی پراکنده شده‌اند. این ویژگی‌های فیزیکی به شدت بر عملکرد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی آن‌ها تأثیر می‌گذارد (Ahlfeldt et al., 2018). در میان تمامی الگوهای توسعه شهری، توسعه افقی و پراکنده رایج‌ترین این الگوها محسوب می‌شوند و سایر اشکال معمولاً بر اساس این دو شکل تعریف و مشخص می‌شوند (Pradhan, 2017).

الگوی رشد پراکنده^۱

در نگاه نخست «پراکندگی شهری» واژه‌ای ساده به نظر می‌رسد، به معنای طیف گسترده‌ای از صنایع، فعالیت‌ها و کاربری‌ها در شهر، اما آن را می‌توان یک پدیده چندوجهی و الگوی توسعه پراکنده، بی‌برنامه و مصرف‌گرا در حومه‌شهر تعریف کرد که با خود مسائل و مشکلات بسیاری همچون چندپارگی و محرومیت‌های اجتماعی، محیطی و روان‌ساختی را به همراه داشته است (Fuladlu, 2019). تعاریف مختلفی پیرامون پراکندگی ارائه شده است که پراکندگی را به عنوان شکل ویژه‌ای از توسعه شهری با ویژگی‌های

شهر سیستمی پویا و پیچیده است؛ که متأثر از عوامل و کنشگران متعددی در گذر زمان و در بستر طبیعی شکل می‌یابد (Cheng & Massser, 2003). بستری که جوامع انسانی به بهانه زیستن در آن گرد هم آمده و با ایفای نقش و به قدر امکانات و استعداد خود، سازمان کالبدی شهرها را شکل می‌دهند (Tank, 1973). موجودی که بطور پیوسته با چالش‌هایی فراوانی روبه‌رو بوده است و فراز و نشیب‌های بسیاری به چشم دیده است. یکی از چالش‌های عظیمی که امروز شهرها با آن دست و پنجه نرم می‌کنند، «پدیده شهرنشینی» و تغییر و تحولات حاصل از آن می‌باشد؛ که مسائل و مشکلات بسیاری را خلق نموده است. پدیده شهرنشینی حاصل اجتناب‌ناپذیر توسعه شتابان جوامع انسانی است (Zhang et al., 2018) و تقریباً تمامی کشورهای جهان به نوعی در حال تجربه کردن آن هستند (Kramer et al., 2011). رشد شتابان شهری در سال‌های اخیر به طور فزاینده محیط‌های شهری را به خطر انداخته و تعیین جهات توسعه شهر را بسیار چالش برانگیز کرده است (Gonzalo et al., 2018). به گونه‌ای که منجر به توسعه مداوم و پویای، کالبدی شهرها می‌گردد و طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی گسترش می‌یابد (Vanacter et al., 2016). گسترش کالبدی، نتیجه نیروهای موثر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، حقوقی، سازمانی و زیست‌محیطی می‌باشد؛ که در مسیری همزمان و گاه متناقض موجب توسعه مداوم کالبدی شهرها می‌گردند (Campos, 2018). همچنین به دنبال رشد فیزیکی، شرایط اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی و... شهرها نیز دگرگون می‌گردد؛ زیرا این پدیده‌ها بر یکدیگر اثر متقابل دارند و عدم شناخت و آگاهی لازم از هریک از این عناصر و رعایت نکردن حریم آن‌ها، هدایت و گسترش شهر را دربر داشته (Lahmian, 2016) و چنانچه بسط فیزیکی ناموزن رقم بخورد، هزینه‌های بسیاری را با خود به همراه خواهد داشت و موجب ناپایداری شهرها می‌گردد (Newman, 1999).

شهرهای ایرانی بویژه نیز، در این تجربه جهانی سهمیه بوده‌اند و در طی چندین دهه اخیر به سرعت و بر اثر متغیرهای متعددی همچون؛ تحرکات جمعیتی، اجتماعی، اقتصادی و سیاست‌های کلان در سطوح ملی و محلی و همچنین اقدامات و برنامه‌های نهادهای مدیریت شهری و... گسترش فیزیکی را تجربه کرده‌اند (Azizpour, Hosseinzadeh & Ismailpour, 2009). شهرهای ایرانی که در گذر تاریخ با اتکا بر خلاقیت و ابتکار خویش به شکلی منسجم رشد و تکامل یافته‌اند (Montazeri et al., 2017)؛ لیکن در چند دهه اخیر بر اثر گسترش پدیده شهرنشینی و همچنین در پی عوامل سیاسی، اقتصادی و اجتماعی حاکم بر شهرهای کشور، شهرها بتدریج در گون



Table 1. The background of the researches carried out in the field of urban physical development

	Title	Researcher	Year	Results
1	Investigating the physical expansion of Urmia city using quantitative models	Abedini, Musibzadeh and Shokrani	2012	The results show that the process of growth and expansion of Urmia city in the last three decades has fueled instabilities and has not been proportionate to the population needs of the city; So that 69.9% of the city's growth was due to the increase in population and 30.1% was due to the spiral and unbalanced expansion of the city, which is beyond the population's needs. This lack of appropriateness has led to encroachment on the fertile agricultural lands around the city. Thus, the protection of natural fertile lands and its preservation, adopting appropriate approaches to deal with this process and moving towards urban integration and compactness seem necessary.
2	Investigating factors affecting urban sprawl in Mashhad metropolis	Rabbani, Rahnoma & Shafaghi	2016	The results of the dispersion analysis of Mashhad city between 1380 and 1390 based on Heldren's model indicate that only 34% was due to population growth and 66% of the city's growth was due to horizontal growth. Also, the variables of personal vehicles, the volume of daily vehicle trips, land prices, population growth, natural population increase and the number of immigrants, have led to the formation and growth of the phenomenon of dispersion in the metropolis of Mashhad.
3	Analyzing the physical development process of the city and presenting its appropriate strategic model (case study: Ahvaz city)	Shamai et al.	2018	The results showed that at the level of agricultural land prediction models, the most important and the most important factor changed in the process of physical expansion of Ahvaz city was also by comparing the map resulting from physical expansion in 2009 and the output map of physical expansion stratification in this research, it was determined that the direction of physical expansion of Ahvaz metropolis is not in accordance with the comprehensive plan approved in 2009.
4	Analysis of Urban Growth Patterns in Edwardsville/Glen Carbon, Illinois, Using Remote Sensing, Population Change Data, and the Landscape Expansion Index	Onuoha & Odemerho	2018	The results of survey studies from 1990 to 2015 show that land cover classes have been accompanied by major changes in urban/built and agricultural/grassland. Also, the calculation of the landscape expansion index for each studied period shows that the external growth type is the dominant pattern.
5	Spatial and temporal analysis of urban growth in forest and agricultural land using spatial techniques and Shannon's entropy method in the satellite city of Ethiopia, the western outskirts of Addis Ababa.	Deribew	2020	The findings show that the average entropy index has increased from 0.02 in 1986 to 0.996 in 2019, which indicates more dispersed urban growth. Also, more than 90.2 percent of forest losses are caused by agricultural encroachment, expansion of built-up areas, and extensive construction. It is also expected that the process of deforestation and continuous evacuation of agricultural communities in the peri-urban areas for the purpose of investment and infrastructural development will continue in the future, unless revision and strong management measures are adopted.

الگوی رشد متراکم/فشرده^۲

اصطلاح شهر فشرده نقطه مقابل گسترش پراکنده شهری را بیان می‌کند. این الگو ادعا دارد؛ شهر فشرده مصرف انرژی کارآمدتری را دارد و آلودگی کمتری را تولید می‌کند، زیرا ساکنین آن نزدیک‌تر به مغازه‌ها و کار زندگی می‌کنند و می‌توانند پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری یا رفت و آمد داشته باشند (Neuman, 2005). اصطلاح فشردگی از سال ۱۹۶۰ بطور مکرر در سیاست‌های شهری بیان شده است. امروزه نیز، مفهوم شهر فشرده، پاسخی کلیدی در سیاست جهانی و ملی برای مقابله با چالش‌های اجتماعی متعددی است که شهرها در حال حاضر با آن مواجه هستند، مانند تغییرات آب و هوا، تخریب محیط‌زیست، توسعه اقتصادی و انسجام اجتماعی (Kain et al., 2021). شهر فشرده را می‌توان با مجموعه‌ای متراکم و مختلط از مسکن، خدمات اجتماعی، مغازه‌ها، امکانات رفاهی و مشاغل، در یک سیستم یکپارچه که از استفاده کارآمد از

تراکم کم، پراکنده، وابسته به خود و تأثیرگذار بر محیط زیست و اجتماعی توصیف می‌کند. پراکندگی شهری، همانطور که از نام آن بر می‌آید، یک پدیده فضایی ذاتاً پویا است (Hasse & Lathrop, 2003). با وجود این توافق کلی وجود دارد که پراکندگی شهری ترکیبی است از، ثروت روبه رو رشد، تغییر سبک زندگی و گسترش بسیار در تحرکات شخصی که توسط اتومبیل‌ها صورت می‌گیرد. ماشین شکل پراکنده را در جهان مدرن پدید آورده است و شهرها را به خود وابسته ساخته است (Dieleman & Wege-ner, 2004). پراکندگی شکلی از شهرنشینی است که با الگوهای جهشی توسعه، نوارهای تجاری کم‌تراکم، کاربری‌های جدا از هم و تسلط خودرو و فضای باز فراوان متمایز می‌شود. با وجود اینکه الگوی توسعه پراکنده وجود خود را مدیون عوامل بسیاری است، اما چهار عنصر در شکل‌گیری آن بسیار ضروری هستند: مالکیت و کاربری زمین، الگوی حمل‌ونقل، فناوری، مقررات، آیین‌نامه‌ها و استانداردها (Gillham, 2020).

محدوده پژوهش

شهر یزد با جمعیت بالغ بر ۵۲۹،۶۷۳ نفر و با محدوده‌ای با وسعت حدود ۱۰۷۸۸ هکتار، در استان یزد با پهنا‌ی حدود ۷۴۲۱۴ کیلومتر مربع و در کناره کویر نمک در مرکز ایران در ۲۹ درجه و ۵۲ دقیقه تا ۳۳ درجه و ۲۷ دقیقه پهنا‌ی شمالی و ۵۲ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۷ دقیقه در ازای خاوری نسبت به مدار گرینویچ قرار دارد. این استان از شمال و باختر به استان اصفهان، از شمال خاوری به استان خراسان از خاور به استان‌های خراسان و کرمان و از جنوب باختری به استان فارس و از جنوب خاوری به استان کرمان محدود است. بلندی مرکز استان از سطح دریا ۱۲۱۵ متر و فاصله هوایی آن تا تهران ۵۰۸ کیلومتر است (Consulting Engineers Arse, 2007; Statistical Yearbook of Yazd Province, 2017). موقعیت شهر یزد در کشور، استان و شهرستان در شکل ۲ و همچنین محدوده و حریم شهر یزد در شکل ۳ قابل مشاهده است.

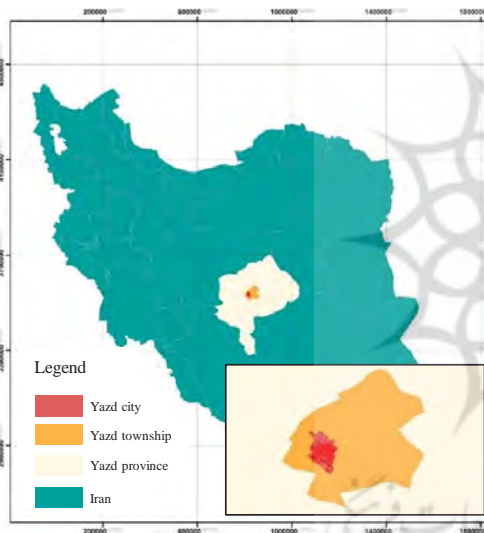


Fig. 2. Location of Yazd city in the province, city and country

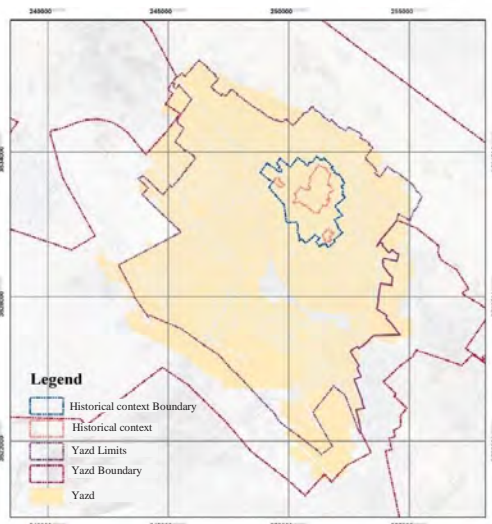


Fig. 3. Map of Yazd city limits and boundaries

زمین و انرژی پشتیبانی می‌کند، مشخص کرد، که همچنین حفاظت از محیط‌زیست و اراضی کشاورزی با وجود کمربند سبز به عنوان مرزهای توسعه تضمین می‌گردد (Kjaeras, 2021). مفهوم شهر فشرده با شکل و الگوی ویژگی‌های شهری مانند توزیع فضایی، مقوله‌های کاربری اراضی و الگوی فضایی شبکه‌های جاده‌ای مرتبط است. اکثر کشورهای توسعه یافته در حال حاضر به طور ضمنی یا صریح به دنبال ترویج اشکال توسعه شهری فشرده‌تر هستند، زیرا فشرده‌گی با طیف گسترده‌ای از اثرات مثبت همراه است (Ahlfeldt et al., 2018).

الگوی توسعه هوشمند^۲

رشد هوشمند در حمایت و ترویج و تقویت و رفع اثرات منفی شکل شهر فشرده در ایالات متحده امریکا رواج پیدا کرد (Numan, 2005). اگر چه سیاست‌های رشد هوشمند در ادامه تلاش‌های قبلی برای مهار پراکندگی می‌باشد، اما به دنبال محدود کردن یا توقف رشد نیستند. در عوض، هدف آن‌ها شکل دادن به رشد به روشی است که اثرات پراکندگی را کاهش دهد. لذا پراکندگی اجتناب‌ناپذیر است؛ همانطور که آنتونی داونز اشاره می‌کند، پراکندگی، هر شکلی از رشد حومه شهر نیست، بلکه یک شکل خاص است. شکلی که رشد هوشمند در تلاش است تا این واقعیت را شناسایی کند و آنرا تغییر دهد. رشد هوشمند مترادف با توسعه با تراکم بالا و فشرده نیست، اگرچه ساختن با تراکم‌های بالا مطمئناً یکی از مؤلفه‌های مهم آن است (Danielsen, 1999).

در نهایت با نگاه عمیق به مفهوم توسعه و سه الگوی مطرح آن (توسعه پراکنده، فشرده و هوشمند) می‌توان این سه الگو را به صورت شکل ۱ نشان داد.

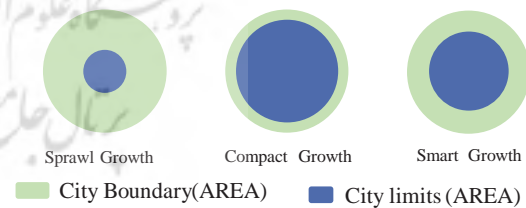


Fig. 1. The difference between the three patterns of scattered, intensive and intelligent development

روش پژوهش

پژوهش حاضر از حیث هدف، کاربردی و به لحاظ روش توصیفی-تحلیلی می‌باشد. داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز به منظور تجزیه و تحلیل در پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و میدانی بدست آمده است. در راستای هدف پژوهش و برای تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده، از مدل‌های تحلیلی کمی اعم از آنتروپی شانون، هلدرن، ضریب موران، مقایسه اراضی پر و خالی شهری و تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه برای بررسی الگوی توسعه کالبدی شهر با استفاده از استفاده شده است.

پژوهش‌های علمی

معماری و شهرسازی ایران

یافته‌ها

به منظور تحلیل الگوی توسعه کالبدی شهرها مدل‌های مختلفی همچون آنتروپی شانون هلدرن، ضریب موران و ضریب‌گری مطرح است. براین اساس در بخش از مطالعات شناخت محدوده مورد مطالعه در راستای بررسی و درک بهتر روند توسعه کالبدی شهر یزد از مدل آنتروپی شانون، هلدرن، ضریب موران، مقایسه اراضی پر و خالی شهری و تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه بهره گرفته شده است.

الف) مدل آنتروپی شانون^۴

آنتروپی شهری شانون در بسیاری از مطالعات برای تعیین کمیت گسترش شهری در یک منطقه با رشد سریع (رشد ناموزون شهری) مورد استفاده قرار می‌گیرد (Deribew, 2020). ساختار این مدل معادل فرمول ۱ و نتایج آن به شرح جدول ۲ است.

$$HN = \sum_{i=1}^n P_i \log_e(P_i) \quad (1)$$

طبق جدول ۲، با توجه به مدل آنتروپی شانون، که ارزش مقداری ما بین صفر و یک می‌باشد و با توجه به بررسی رشد پراکنده مناطق سه‌گانه شهر یزد در سال ۱۳۸۵، از آنجایی که حد استاندارد مدل آنتروپی شانون با سه واحد، برابر ۱,۰۹۸۶۱ محاسبه گردیده و با توجه به اینکه مقدار آنتروپی شهر یزد در سال ۱۳۸۵ برابر ۱,۰۵۱۰۹ می‌باشد، نزدیکی این مقدار (۱,۰۵۱۰۹) به حداکثر مقدار آنتروپی (۱,۰۹۸۶۱) بیانگر رشد پراکنده توسعه فیزیکی شهر یزد می‌باشد.

مطابق با جدول ۳ که ارزش آنتروپی مناطق پنج‌گانه شهر یزد در سال ۱۳۹۸ را نمایش می‌دهد، بیانگر آن است، از آنجایی که حد استاندارد مدل آنتروپی شانون با پنج واحد، برابر ۱,۶۰۹۴۴ محاسبه

گردیده و با توجه به اینکه مقدار آنتروپی شهر یزد در سال ۱۳۹۸ برابر ۱,۵۸۲۶۸ می‌باشد، نزدیکی این مقدار (۱,۵۸۲۶۸) به حداکثر مقدار آنتروپی (۱,۶۰۹۴۴) بیانگر رشد پراکنده توسعه فیزیکی شهر یزد در سال ۱۴۰۰ همچون سال ۱۳۸۵ می‌باشد. مقایسه میزان آنتروپی سال ۱۳۸۵ و ۱۴۰۰، نشان‌دهنده آن است که طی مدت ۱۵ سال توسعه کالبدی شهر یزد پراکنده و غیر متراکم بوده است.

ب) مدل هلدرون^۵

یکی از روش‌های اساسی برای تعیین رشد نامناسب شهری استفاده از مدل هلدرن است. جان هلدرن (۱۹۹۱) این روش را برای تعیین رشد افقی شهر و رشد جمعیت به کار برد. با استفاده از این روش می‌توان تعیین کرد که چه میزان از رشد شهری ناشی از رشد جمعیت و چه میزان از رشد نامناسب و بدقواره شهر بوده است. ساختار مدل هلدرن معادل فرمول ۲ است (Abolfazli, Rahnoma, Shafaghi, 2016):

(2)

$$\ln \frac{\text{وسعت شهر در پایان دوره}}{\text{وسعت شهر در آغاز دوره}} + \ln \frac{\text{سرايه ناخالص پايان دوره}}{\text{سرايه ناخالص آغاز دوره}} = \ln \frac{\text{جمعيت پايان دوره}}{\text{جمعيت آغاز دوره}}$$

براین اساس بر پایه داده‌های جدول ۴ مدل هلدرن برای شهر یزد به شرح ذیل محاسبه گردیده است:

$$1) \ln \frac{529673}{93241} + \ln \frac{257.52}{76.15} = \ln \frac{13640}{710}$$

$$2) \ln(5.68) + \ln(3.38) = \ln 19.21$$

$$3) 1.74 + 1.22 = 2.96$$

$$4) 0.59 + 0.41 = 1$$

چنانچه سال ۱۳۴۵ را آغاز دوره و سال ۱۳۹۵ را پایان دوره در نظر بگیریم، از تمام توسعه فیزیکی

Table 2. Calculation of the entropy value of the three areas of Yazd city in 2015

Row	Area (Hectares)	P_i	$\log_e(P_i)$	$P_i \log_e(P_i)$
1	1982.63	0.19564	1.6315-	0.31918-
2	4250.8	0.41945	0.8688-	0.36442-
3	3900.87	0.38492	0.9547-	0.36749-
Total	10134.3	$\sum P_i = 1$	$P_i \cdot \ln(P_i) = 1$	1.05109-

HN (2015) = 1.05109

Table 3. Calculation of the entropy value of three areas of Yazd city in 2018

Row	Area (Hectares)	P_i	$\log_e(P_i)$	$P_i \log_e(P_i)$
1	2450	0.22710	1.4823-	0.33665-
2	2088	0.19355	1.6422-	0.31785-
3	2677	0.24815	1.3937-	0.34585-
4	2288	0.21209	1.5508-	0.32890-
5	1285	0.11911	2.1277-	0.25344-
Total	10788	$\sum P_i = 1$	$P_i \cdot \ln(P_i) = 1$	1.58268-

HN (2018) = 1.58268

رشد ۶۵،۹۷ درصدی را داشته است. همچنین شاخص تغییرات جمعیت نیز در بازه ۱۳۴۵-۱۳۶۵ شاهد رشد ۴۱،۰۳ درصدی است، که بیانگر افزایش جمعیت و توسعه فیزیکی در طی سال‌های بعد از انقلاب است.

نتایج بررسی رابطه رگرسیونی مابین افزایش جمعیت و مساحت شهر یزد در دوره‌های مورد بررسی، گواه همبستگی قوی و معنادار با توجه به ضریب همبستگی ($R^2 = 0.9831$) بین این دو شاخص می‌باشد. شکل ۴ بیانگر آن است، مساحت شهر به نسبت جمعیت رشد قابل ملاحظه‌ای داشته است.

همچنین بررسی رابطه رگرسیون بین جمعیت و تراکم جمعیتی شهر یزد طی سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۹۵ (شکل ۵) نشان می‌دهد با افزایش جمعیت از تراکم آن کاسته شده است که با توجه به ضریب همبستگی ($R^2 = -1.934$)، همبستگی معکوس و منفی مابین این دو متغیر برقرار است و با بزرگ شدن اندازه شهر نیازهای جدید ایجاد شده و این افزایش نیازها فضاهای جدیدی را طلب نموده است.

و یا افزایش وسعت شهر، ۵۹ درصد آن مربوط به رشد جمعیت شهر و ۴۱ درصد آن مربوط به توسعه پراکنده و افقی شهر می‌باشد، که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و در نهایت گسترش افقی و بی‌رویه شهر بوده است و ۴۱ درصد رشد فیزیکی شهر یزد، نه بر اثر افزایش جمعیت بلکه بر اثر متغیرهایی جدا از افزایش جمعیت شهری صورت یافته است که هلدن آنرا رشد پراکنده می‌نامند.

جدول ۴ بیانگر سیر نزولی تراکم جمعیتی در شهر یزد در طی سالیان ۱۳۴۵-۱۳۹۵ می‌باشد. نرخ رشد سالیانه شهر یزد حدود ۶،۰۹ درصد در طی سال‌های ۱۳۴۵-۱۳۹۵ بوده، به گونه‌ای که این عدد برای جمعیت در بازه زمانی مذکور حدود ۳،۵۴ درصد بوده است. بدین ترتیب نتایج بیانگر عدم هماهنگی مابین نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد مساحت می‌باشد و مساحت حدود دو برابر بیشتر از جمعیت شهر رشد داشته است که این اتفاق ناشی از رشد افقی شهر است. شاخص تغییرات مساحت در بازه ۱۳۴۵-۱۳۶۵

Table 4. Evolution of population, built surfaces and urban density of Yazd during the years 1966-2016

Row	Year	Area (Hectares)	Population	Percentage of area changes (Percentage)	Percentage of population changes (Percentage)	Population density
1	1966	710	93241	-	-	131.33
2	1976	1157	135925	38.63	31.4	117.48
3	1986	3400	230483	65.97	41.03	67.79
4	1996	8550	326776	60.23	29.47	38.22
5	2006	13388.7	461743	36.14	29.23	34.49
6	2016	13640	529673	1.18	12.82	38.83

Consulting Engineers of Arena, 2016; Yazd Housing Population Census, 2015

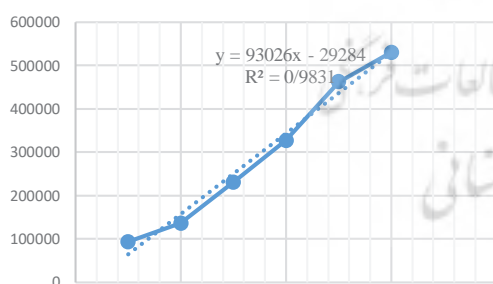


Fig. 4. Regression relationship between the population and the built levels of Yazd city during the years 1996-2016

ضریب موران تراکم جمعیت مناطق شهر یزد در سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ با استفاده از نرم‌افزار ARC GIS10.3 مورد ارزیابی قرار گرفته است که در شکل ۷ نتایج آن نشان داده شده است.

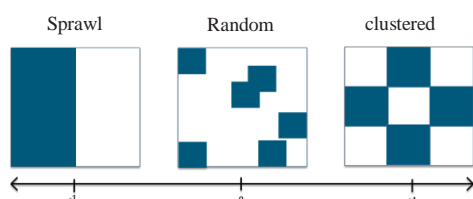


Fig. 6. Different situations in Moran's index

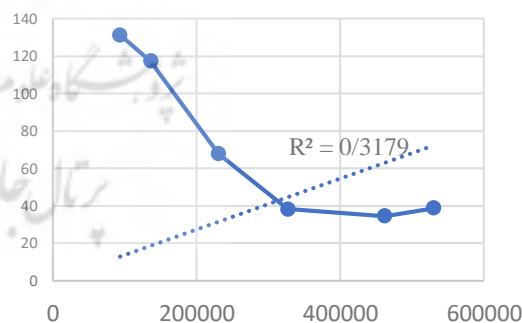


Fig. 5. Relationship between population and population density of Yazd city during the years 1996-2016

د) ارزیابی خود همبستگی فضایی (همبستگی فضایی موران)^۶

شاخص ارزیابی موران در میان طیف گسترده از روش‌های اندازه‌گیری همبستگی فضایی، یکی از شناخته‌ترین مدل‌ها در میان پژوهشگران می‌باشد. مقدار شاخص همبستگی فضایی موران در مطابق شکل ۶ در محدوده -۱ تا +۱ است. این شاخص که نشان‌دهنده الگوی فضایی است به صورت زیر تعریف می‌شود: (> ۰) خوشه‌ای، (= ۰) تصادفی و (< ۰) برای توزیع پراکنده می‌باشد (Shariati et al., 2020).

کمتری را در خود جای داده است. با توجه به اینکه منطقه سه دارای بیشترین مساحت اراضی بایر (۹۷۶,۶۶) و همچنین بیشترین مساحت اراضی درشت‌دانه با مساحت ۸۵۸,۹۴ هکتار در بین تمامی مناطق می‌باشد، می‌تواند در راستای توسعه درونزا و تعادل تراکم جمعیتی در بین تمامی مناطق از اراضی درشت‌دانه و دارای پتانسیل توسعه این منطقه به درستی استفاده شود. همچنین به لحاظ سهم مناطق از مساحت اراضی درشت‌دانه و دارای پتانسیل توسعه بعد از منطقه سه به ترتیب منطقه یک، چهار، دو و تاریخی در رتبه‌های بعدی قرار دارند، که این اراضی نیز می‌توانند در کنار اراضی موجود در منطقه سه در توسعه درونزا مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

مساحت بافت پر شهر یزد برابر ۱۶۷ هکتار است و مساحت کل محدوده شهر یزد برابر است با ۱۰۷۸۸ هکتار می‌باشد. تقسیم مقدار مساحت بافت پر شهری بر مساحت محدوده شهری برابر است با ضریب ۰,۱۵ که طور مثال با مقایسه با شهر تبریز (۰,۳۴) بیانگر پراکندگی شهر است. شکل ۹ نمایش‌دهنده مقایسه اراضی خالی و اراضی پر شهری در شهر یزد می‌باشد و حاکی از آن است که الگوی توسعه کالبدی شهر یزد به شکل پراکند و بدون توجه به توسعه درونزا گسترش یافته است.

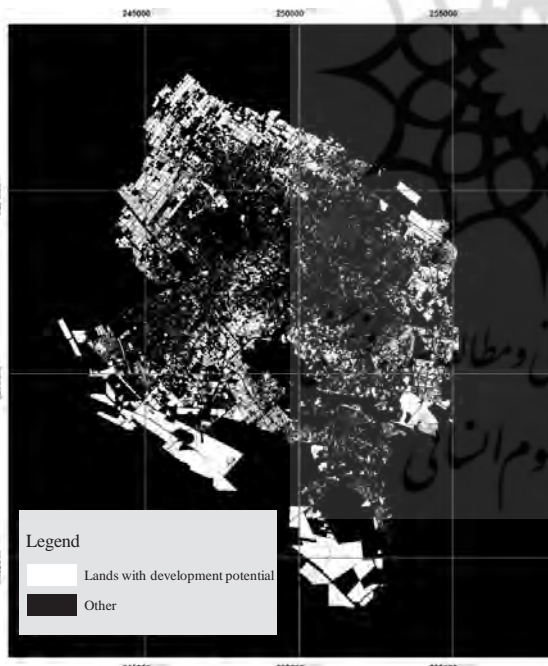


Fig. 9. Status of land with development potential of Yazd city

Table 5. Characteristics of the area, population and population density of the areas of Yazd city

Row	Yazd city areas	Area (Hectares)	Population	Population density (people per hectare)	Ratio of built to empty space	Land area with development potential ($x \geq 500$)
1	Region one	2450	114330	46.66	0.68	789.74
2	Region two	2088	112800	54.023	0.72	609.51
3	Region three	2677	87964	32.86	0.70	858.94
4	Region four	2228	131725	59.12	0.69	705.66
5	Historic area	1285	68840	53.57	0.91	76.41

Organization Fava municipality Yazd, 2018



Fig. 7. Comparison of Moran's index of population density of Yazd city in 2006-2016

نتایج حاکی از آن است ضریب موران مناطق شهر یزد در سال ۱۳۸۵ برابر ۰,۱۸- و سال ۱۳۹۵ نیز برابر ۰,۱۹- می‌باشد؛ که هر دو ضریب بیانگر شهر یزد در هر دو دوره دارای الگوی تصادفی می‌باشد که به سمت الگوی پراکنده تمایل دارد.

همچنین نتایج مقایسه ضریب موران در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ در شکل ۸ نشان‌دهنده این موضوع می‌باشد که، الگوی توزیع فضایی تراکم جمعیتی شهر یزد به سمت و سوی الگوی پراکنده پیش می‌رود.

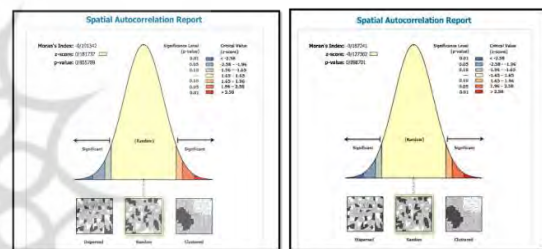


Fig. 8. Calculation of Moran's index of the population density of Yazd city in the years 2015-2016

د) مقایسه اراضی پر و خالی شهری

مطابق شکل ۹، شهر یزد دارای ۵ منطقه شهری می‌باشد. که در این تقسیم‌بندی منطقه چهار دارای بیشترین جمعیت و منطقه تاریخی کمترین جمعیت را به خود اختصاص داده است (جدول ۵). همچنین در این تقسیم‌بندی منطقه سه دارای بیشترین مساحت و منطقه تاریخی نیز کمترین مساحت را دارا است. با توجه به مساحت و جمعیت‌های موجود به ترتیب منطقه چهار بیشترین و منطقه سه کمترین تراکم جمعیتی را دارد.

بررسی تراکم‌های جمعیتی مناطق شهر یزد، بیانگر آن است که منطقه سه به نسبت سایر مناطق با توجه به مساحتی که دارا است، جمعیت

ارائه شده، صورت گرفته است.

تصاویر سنجش از راه دور باید به اطلاعات ملموس تبدیل شوند که بتواند مورد استفاده قرار گیرد (Blaschke, 2010). این بخش از پژوهش به کمک نرم‌افزار ENVI5.3 و ARC GIS10.8 انجام شده است. مراحل تولید نقشه چند زمانه توسعه فیزیکی مطابق شکل ۱۰ می‌باشد.

ه) بررسی توسعه کالبدی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه

هدف از این بخش بررسی و درک بهتر روند توسعه فیزیکی شهر یزد براساس نقشه‌های چند زمانی می‌باشد. این بخش از مطالعه براساس تصاویر ماهواره لندست در سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۰۰، ۲۰۱۳ و ۲۰۲۱ که مشخصات هر کدام از تصاویر در جدول ۶

Table 6. Specifications of satellite images

Row	The date of the picture	Satellite	Gauge	Separation power in meters	The number of bands
1	AD 1990	Landsat-5	TM	meters 30	7
2	AD 2000	Landsat-5	TM	meters 30	7
3	AD 2013	Landsat-8	OLI	meters 30	11
4	AD 2021	Landsat-8	OLI	meters 30	11

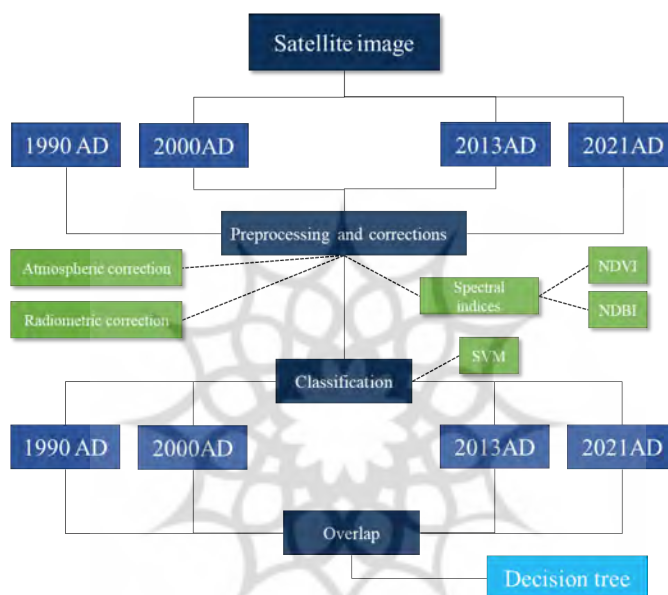


Fig. 10. Production stages of the multi-temporal physical development map of Yazd city in the period 1990-2021

شده توسط اجرام زمین تعریف می‌شود (Aburas et al., 2015) و همچنین NDBI⁸، الگوریتم شاخص ایجاد تفاوت نرمال شده برای تشخیص خودکار مناطق ساخته شده است.

طبقه‌بندی تصاویر

به منظور طبقه‌بندی تصاویر تفکیک پیکسل‌ها با کاربری‌های متفاوت از روش SVM⁹ که به عنوان یکی از روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده می‌باشد، استفاده شده است. SVMها مدل‌های یادگیری نظارت شده‌ای هستند که می‌توانند برای رگرسیون و همچنین مشکلات طبقه‌بندی استفاده شوند (Wang, 2005) و بیشتر برای مشکلات طبقه‌بندی (Classifi-cation) استفاده می‌شوند. روش کار آن‌ها با ترسیم نقاط (ویژگی‌ها) در یک فضای n بعدی (n ویژگی‌ها) و سپس ارائه یک ابر فضا است که به بهترین وجه آن نقاط را تقسیم می‌کند (Vahedi, 2020). طبقه‌بندی‌ها در پنج کلاس پهنه‌های ساخته شده و شهری، پوشش‌های خاکی، پوشش‌های طبیعی و در صورت وجود آبی دسته‌بندی شدند.

پیش‌پردازش و تصحیحات

در ابتدا و قبل از آنالیز تصاویر ماهواره‌ای، عملیات پیش‌پردازش و تصحیح تصاویر ماهواره‌ای با تصحیح رادیومتریک و اتمسفری صورت گرفت. تصاویر سنجش از راه دور ممکن است حاوی نویز یا خطا از سیستم حسگر یا محیط باشد. بنابراین تصحیح رادیومتریک و اتمسفری یک پیش‌نیاز در پردازش تصویر دیجیتال است (Wang & Myint, 2015).

محاسبه شاخص‌های طیفی NDVI و NDBI

پس از تصحیحات صورت گرفته، در این بخش شاخص‌های طیفی NDVI و NDBI مورد سنجش قرار می‌گیرد. شاخص NDVI و NDBI یکی از مهم‌ترین شاخص‌هایی هستند که برای شناسایی پوشش گیاهی در دوره‌های مختلف و در مناطق خاص با استفاده از تکنیک سنجش از راه دور استفاده می‌شوند. نقشه‌های ماهواره‌ای پوشش گیاهی تراکم رشد گیاهان را در سراسر کره زمین نشان می‌دهد (Wei-er & Herring, 2003). NDVI⁷ به عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری تعادل بین انرژی دریافتی و ساطع

تلفیق تصاویر

در نهایت در جهت تلفیق تصاویر اصلاح شده و طبقه‌بندی شده از روش DT^{10} در نرم‌افزار ENVI استفاده شده است. درخت تصمیم مجموعه‌ای از گره‌هاست که برای ایجاد یک تصمیم در مورد وابستگی مقادیر به یک کلاس یا هدفی که به صورت عددی برآورد شده در نظر گرفته می‌شود. که هر گره نشان‌دهنده یک ضابطه تقسیم برای یک ویژگی خاص است. این ضابطه مقادیر هر کلاس را جدا و طبقه‌بندی می‌کند. این تقسیم به روشی بهینه میزان خطا را برای معیار انتخابی کاهش می‌دهد. گره‌هایی جدید تا زمان برآورد معیار توقف، تکرار می‌شوند (Rapidminer, 2021). نتایج تلفیق تصاویر در شکل ۱۱ با عنوان توسعه فیزیکی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در بازه ۱۹۹۰-۲۰۲۱ می‌باشد. نتایج حاکی از روند رشد توسعه کالبدی شهر یزد در این بازه زمانی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

پدیده جهانی‌شدن در عصر حاضر، فرایندی است که در پی فشردگی بعد فاصله، زمان و حذف مرزهای جغرافیای ایجاد شده است. با توجه به اینکه روند جهانی‌شدن در کشورهای در حال توسعه بر خلاف کشورهای توسعه‌یافته، هیچ‌گونه سختی با نیازهای این شهرها ندارد، گاهی شاهد تحولاتی متغیر با هویت و زمینه این شهرها هستیم. شهرهای ایران، بویژه شهر یزد نیز از قراگیری در مسیر این تحولات مستثنی نبوده است. یکی از مهم‌ترین مقوله‌هایی که در شهر یزد، تحت‌تأثیر تحولات فرایند جهانی‌شدن قرار گرفته است، الگوی توسعه کالبدی شهر یزد می‌باشد. بر این اساس پژوهش حاضر با هدف ارزیابی کمی الگوی توسعه کالبدی شهر یزد در دهه‌های اخیر صورت گرفته

است. تحلیل کمی صورت گرفته در این پژوهش بر خلاف بسیاری از پژوهش‌ها، با استفاده همزمان از چندین روش کمی و مقایسه نتایج آن‌ها با یکدیگر در راستای پایایی نتایج صورت یافته است. نتایج تمامی این روش‌ها حاکی از آن است که شهر یزد توسعه کالبدی پراکنده و نامتوازی را تجربه می‌کند. بررسی توسعه کالبدی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۰۰-۲۰۱۳-۲۰۲۱ بیانگر رشد ۷۱،۴۶ درصدی شهر در این بازه ۳۱ ساله می‌باشد. تحلیل‌های صورت گرفته براساس مدل آنتروپی شانون نیز در بازه سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۴۰۰ نیز حاکی از رشد پراکنده شهر یزد می‌باشد و بررسی نتایج مقایسه ضریب موران در دو دوره ۱۳۸۵ و ۱۳۹۵ نشان دهنده این موضوع می‌باشد که، الگوی توزیع فضایی تراکم جمعیتی شهر یزد از الگوی تصادفی به سمت و سوی الگوی پراکنده پیش می‌رود. همچنین ارزیابی نسبت مساحت بافت پر به مساحت کل محدوده شهر یزد (ضریب ۰،۱۵) و مقایسه ما بین نرخ رشد جمعیت و نرخ رشد مساحت شهر در بازه نشان می‌دهد، مساحت شهر به نسبت جمعیت، رشد قابل ملاحظه‌ای (حدود دو برابر) داشته است، که نتیجه آن کاهش تراکم ناخالص جمعیت و افزایش سرانه ناخالص زمین شهری و در نهایت گسترش افقی و بی‌رویه شهر بوده است. بر این اساس نتایج این بخش از مطالعات بیانگر این موضوع است که به هر حال شهر یزد در پهنه‌ای قرار گرفته که سرانه خدمات و امکانات شهری در آن بالاست؛ حجمی وسیع از خدمات که حداًالامکان می‌تواند به دو برابر جمعیت خود خدمات دهد.

با نگاه به یافته‌ها، در شهر یزد هرچه از منطقه مرکزی به سمت و سوی مناطق پیرامونی طی طریق نماییم، سرعت سطوح غیرفعال شهری به سود سطوح فعال بیشتر می‌شود و این سطوح

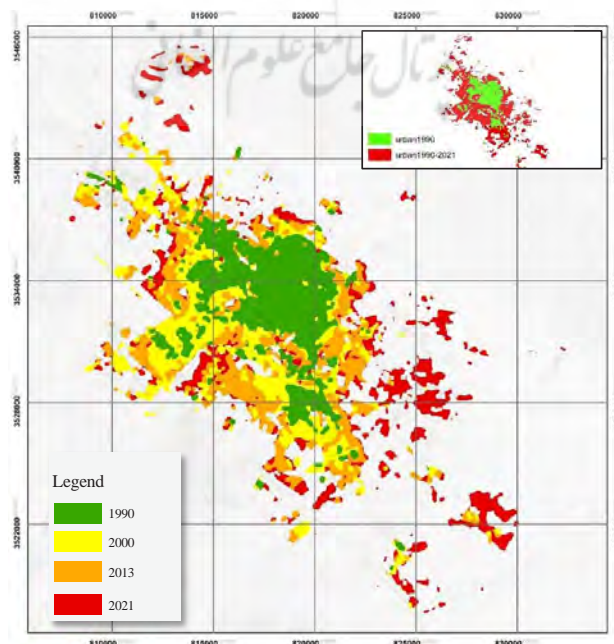


Fig. 11. Multi-term development of Yazd city in the period 1990-2021

3. Smart Growth
4. Shannon Entropy
5. Heldron Model
6. Moran Index
7. Normalized Difference Vegetation Index
8. Normalized Difference Built-up Index
9. Support Vector Machines
10. Decision Tree

تشکر و قدردانی

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند که در انجام این پژوهش هیچ‌گونه تعارض منافی برای ایشان وجود نداشته است.

تأییدیه‌های اخلاقی

نویسندگان متعهد می‌شوند که کلیه اصول اخلاقی انتشار اثر علمی را براساس اصول اخلاقی COPE رعایت کرده‌اند و در صورت احراز هر یک از موارد تخطی از اصول اخلاقی، حتی پس از انتشار مقاله، حق حذف مقاله و پیگیری مورد را به مجله می‌دهند.

منابع مالی / حمایت‌ها

موردی توسط نویسندگان گزارش نشده است.

مشارکت و مسئولیت نویسندگان

نویسندگان اعلام می‌دارند به‌طور مستقیم در مراحل انجام پژوهش و نگارش مقاله مشارکت فعال داشته و به‌طور برابر مسئولیت تمام محتویات و مطالب گفته‌شده در مقاله را می‌پذیرند.

References

1. Abedini, Asghar, Musibzadeh, Ali, Shokrani, Mehssa. (2014). Investigating the physical expansion of Urmia city using quantitative models. *Human Geography Research*, 47(3), 411-422, [In Persian].
2. Abolfazli, G. R., Rahnoma, M. R., & Shafaghi, C. (2016). Studying the factors affecting urban dispersion in mashhad metropolis. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 8(2), 1812-1828.
3. Aburas, M. M. , Abdullah, S. H. , Ramli, M. F. , & Ash'aari, Z. H. (2015). Measuring land cover change in Seremban, Malaysia using NDVI index. *Procedia Environmental Sciences*, 30, 238-243.
4. Ahlfeldt, G. , Pietrošćefani, E. , Schumann, A. , & Matsumoto, T. (2018). Demystifying compact urban growth: Evidence from 300 studies from across the world.
5. Azizpour, Maleke, Hosseinzadeh Delir, Karim, Ismailpour, Najma. (1388). Investigating the relationship between rapid horizontal growth of Yazd city and population movements in this city. *Geography and Environmental Planning*, 20(2), 105-124, [In Persian].
6. Blaschke, T. (2010). Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*, 65(1), 2-16.
7. Braulio-Gonzalo, M. , Ruá, M. J. , & Bovea, M. D. (2018). Exploring residential urban form patterns: a Spanish case study. *International Planning Studies*.
8. Campos, P. B. R., de Almeida, C. M., & de Queiroz, A. P. (2018). Educational infrastructure and its impact on urban land use change in a peri-urban area: a cellular-automata based approach. *Land Use Policy*, 79, 774-788.
9. Cheng, J. , & Masser, I. (2003). Modelling urban growth patterns: a multiscale perspective. *Environment and Planning A*, 35(4), 679-704.
10. Consulting engineers Arse architecture and urban planning. (2016), studies of the current situation, (Volume 1), [In Persian].
11. Danielsen, K. A. , Lang, R. E. , & Fulton, W. (1999). Retracting suburbia: Smart growth and the future of housing. *Housing Policy Debate*, 10(3), 513-540.
12. Deribew, K. T. (2020). Spatiotemporal analysis of urban growth on forest and agricultural land using geospatial techniques and Shannon entro-

فعال پتانسیل ویژه‌ای برای توسعه درونی و همچنین گزینه‌ای مناسب برای جلوگیری از گسترش پراکنده و افقی شهر می‌باشند.

نتایج تمامی این روش‌ها حاکی از آن است که شهر یزد توسعه کالبدی پراکنده و نامتوازنی را تجربه می‌کند. نمونه‌ای که کمتر می‌توان مشابه به آن یافت. بسط پراکنده و ناموزون که به دلایل مختلفی همچون عدم کارایی و فقدان قدرت اجرایی در قوانین و مقررات، ضعف در مقابله و نظارت با تخلفات ساخت و ساز و تغییر کاربری، عدم ارایی سیاست‌ها و طرح‌های توسعه شهری، درآمدزایی ناپایدار شهرداری‌ها، رانت و بوس بازی زمین و املاک و شدت مهاجرت‌ها و.. صورت می‌گیرد. و بر اساس نتایج حاضر همچنان انتظار می‌رود این روند ادامه یابد، مگر اینکه بازنگری و اقدامات مدیریتی قوی اتخاذ شود.

پیشنهاد می‌شود از طریق برنامه‌ریزی منطقه‌ای و آمایشی هدفمند تعادل مناسبی در خدمات، امکانات و اشتغال در سطح منطقه ایجاد کرد. نگاه ویژه مدیریتی به تخلفات، رانت و بورس بازی و حرکت به سوی درآمد پایدار برای شهرداری به عنوان نهاد اصلی مدیریت شهری به وجود آید. همچنین نقش و جایگاه بازیگران شبکه اصلی این حوزه همچون مدیران شهری، سازندگان و مشاورین املاک، سایر نهادها و تعاونی‌ها دولتی و... بایستی اصلاح گردد.

پی‌نوشت

1. Sprawl Growth
2. Compact Growth



- py method in the satellite town of Ethiopia, the western fringe of Addis Ababa city. *Ecological Processes*, 9(1), 1-16.
13. Deribew, K. T. (2020). Spatiotemporal analysis of urban growth on forest and agricultural land using geospatial techniques and Shannon entropy method in the satellite town of Ethiopia, the western fringe of Addis Ababa city. *Ecological Processes*, 9(1), 1-16.
 14. Dieleman, F. , & Wegener, M. (2004). Compact city and urban sprawl. *Built environment*, 30(4), 308-323.
 15. Fava organization of Yazd municipality. (2018), population and area information by dividing the regions of Yazd city, [In Persian].
 16. Fuladlu, K. (2019). Urban sprawl negative impact: Enkomi return phase. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 3(1), 44-51.
 17. Gillham, O. (2002). *The limitless city: a primer on the urban sprawl debate*. Island Press.
 18. Hasse, J. E. , & Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied geography*, 23(2-3), 159-175.
 19. Kain, J. H. , Adelfio, M. , Stenberg, J. , & Thuvander, L. (2021). Towards a systemic understanding of compact city qualities. *Journal of Urban Design*, 1-18.
 20. Kjaeras, K. (2021). Towards a relational conception of the compact city. *Urban Studies*, 58(6), 1176-1192.
 21. Kramer, A., Khan, M. H., & Kraas, F. (Eds.). (2011). *Health in megacities and urban areas*. Springer Science & Business Media.
 22. Lahmian, Reza. (2016). The use of quantitative models in the analysis of urban body development developments (case example: Sari city). *Physical development planning scientific-research quarterly*, 4(1), 109-119, [In Persian].
 23. Lotfata, Y. , & Lotfata, A. (2018). Effect of physical changes on the spatial structure of historical area, the Historical District of Urmia city as a case study. *Journal of Sustainable Development*, 11(4), 174-189.
 24. Montazeri, Marjan, Jahanshahlou, Lala, Majdi, Hamid (2016). Developments of the physical-spatial structure of Yazd city and factors affecting it. *Haft Hesar Environmental Studies*, 6(21), 27-42, [In Persian].
 25. Neuman, M. (2005). The compact city fallacy. *Journal of planning education and research*, 25(1), 11-26.
 26. Newman, P. , & Kenworthy, J. (1999). *Sustainability and cities: overcoming automobile dependence*. Island press.
 27. Onuoha, H. U., Hu, S., & O. Odemerho, F. (2018). Analysis of urban growth pattern in Edwardsville/Glen carbon, Illinois, using remote sensing, population change data, and landscape expansion index. *Papers in applied geography*, 4(1), 72-82.
 28. Pradhan, B. (2017). *Spatial Modeling and Assessment of Urban Form*. Cham: Springer.
 29. Rana, I. A. , & Bhatti, S. S. (2018). Lahore, Pakistan-Urbanization challenges and opportunities. *Cities*, 72, 348-355.
 30. Rapidminer, (2021). Decision Tree (Concurrency), Retrieved from https://docs.rapidminer.com/9.6/studio/operators/modeling/predictive/trees/parallel_decision_tree.html. 28.05.2022 17:54
 31. Rasouli, Mohammad, Shirmohammadi, Mina. (2019). Analyzing the physical development pattern of cities in desert areas with a futuristic approach (case study: Yazd city). *Geographical Explorations of Desert Regions*, 8(1), 269-299, [In Persian].
 32. Salehi, H. , Meshkini, A. , Shokripur Dizaj, H. , & Najafi, S. (2019). Analysis of urban sprawl and its role in the trend of green space changes Case study: City of Yazd. *Anthropogenic Pollution*, 3(1), 11-24.
 33. Saraei, Mohammad (1384). Multiple patterns of physical development of Yazd city. *Journal of Geographical Research*, 22(1), 75-98, [In Persian].
 34. Shamai, Ali, Vahidinejad, Seyed Hossein, Azarshab, Soghari, Ghasemi, Muslim. (2018). Analyzing the physical development process of the city and presenting its appropriate strategic model, case study: Ahvaz city. *Applied Research Journal of Geographical Sciences*, 22 (67): 25-39, [In Persian].
 35. Shariati, M. , Mesgari, T. , Kasraee, M. , & Jahangiri-Rad, M. (2020). Spatiotemporal analysis and hotspots detection of COVID-19 using geographic information system (March and April, 2020). *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 18(2), 1499-1507
 36. Statistical yearbook of Yazd province. (2017), Program and Budget Organization of Yazd Province. Deputy of statistics and information, [In Persian].
 37. Tank, R. W. (1973). *Focus on environmental geology*, oxford university press, New York.
 38. USC, (2021), Research Paper Offers detailed guidance on how to develop, organize, and write a college level research paper in the social and behavioral science, <https://libguides.usc.edu/writingguide/theoreticalframework>.
 39. Vahidi, Masoumeh. (2019). *An introduction to machine learning and its application in remote sensing*. Iran Remote Sensing Academy Company, , [In Persian].
 40. Van Acker, V., Goodwin, P., & Witlox, F. (2016). Key research themes on travel behavior, lifestyle, and sustainable urban mobility. *International journal of sustainable transportation*, 10(1), 25-32.
 41. Wang, C. , & Myint, S. W. (2015). A simplified empirical line method of radiometric calibration for small unmanned aircraft systems-based remote sensing. *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 8(5), 1876-1885.

42. Weier, J., & Herring, D. (2000). Measuring vegetation (ndvi & evi). NASA Earth Observatory, 20. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation>.
43. Yazd housing population census. (2016), Iran Statistics Center, [In Persian].
44. Zhang, Y. , Xia, J. , Yu, J. , Randall, M. , Zhang, Y. , Zhao, T. , ... & Shao, Q. (2018). Simulation and assessment of urbanization impacts on runoff metrics: insights from landuse changes. Journal of hydrology, 560, 247-258.

