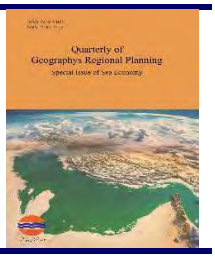
Iranian Association of Geopolitical

Geography (Regional Planning)

Autumn 2024. Vol 14. Issue 56

ISSN (Print): 2228-6462 - ISSN (Online): 2783-2112

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Research Paper

Investigating the Effective Factors on Reducing Urban Energy Consumption for the Sustainability of Smart Metropolises (Tabriz Case Study)

Mohammad Hosain Foutebafan[1], Mohammad Reza Pourmohammadi[*2], Karim Hosainzadeh Dalir[3]

1. Department of Geography and urban planning, Marand Branch, Islamic Azad university, Marand, Iran
2. Visiting Professor, Department of Geography and Urban Planning, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran
3. Professor of Department of Geography and urban planning, Marand branch, Islamic azad university, Marand, Iran

ARTICLE INFO

PP: 247-262

Use your device to scan and read the article online

Keywords: *Sustainable Metropolis, Smart City, Smart Building, Energy Consumption, Tabriz*

Abstract

In the near future, the automated performance and intelligence of cities will become a vital need to improve the economic, social and environmental well-being of citizens. Urban smart technologies play an important role in the sustainable development of cities and make smart cities a reality. In this sense, the energy sustainability of cities has become a global concern, and has brought with it a wide range of research and challenges that affect many aspects of people's lives. Buildings that make up an urban subsystem In fact, buildings are the cornerstone of global carbon dioxide emissions. Therefore, the present study seeks to identify the factors affecting the reduction of urban energy consumption for the sustainability of smart metropolises. The present research is descriptive-analytical and survey, the sample size is 15 city managers, managers and professors of information and communication technology. Data analysis was performed by structural equation method (SEM) with SPSS and Smart PLS software. The results show that the greatest impact on reducing energy consumption in the direction of urban sustainability in the metropolis of Tabriz is related to the physical index (PH), citizens' satisfaction and comfort index (SA), energy consumption management. (CM) with the extracted coefficients based on the structural model of the research are 0.965, 0.960 and 0.902, respectively. Therefore, to reduce energy consumption for sustainability in the metropolis of Tabriz, the use of smart urban development methods along with the forecast of smart buildings will be very effective.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Citation: Foutebafan, M.H., Pourmohammadi, M.R., Hosainzadeh Dalir, K. (2024). **Investigating the Effective Factors on Reducing Urban Energy Consumption for the Sustainability of Smart Metropolises (Tabriz Case Study)**. Geography (Regional Planning), 14(56), 247-262

DOI: 10.22034/jgeoq.2023.349317.3760

* **Corresponding author:** Mohammad Reza Pourmohammadi, **Email:** m.r.pourmohammadi@gmail.com

Copyright © 2024 The Authors. Published by Qeshm Institute. This is an open access article under the CC BY license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Extended Abstract

Introduction

One of the fundamental factors of sustainable development of countries and very important issues for urban managers is paying attention to environmental, social and economic factors so that appropriate public services are provided to them in line with population growth. Smartening cities is an important step towards achieving sustainable development and preserving resources and energy for future generations. In this regard, converting urban buildings into smart buildings can have very positive results in reducing energy consumption and act as an accelerating factor in the city's movement towards a sustainable future. Given the increasing development of the Tabriz metropolis, the need for sustainable development and creating efficient conditions in the form of the Tabriz metropolis being smart is an inevitable necessity. Creating smart buildings in the smart urban development of the Tabriz metropolis seems to be essential and vital in order to reduce energy consumption for sustainability. In the physical development of the city of Tabriz, physical indicators have the greatest impact, which in turn leads to the formation of tall buildings and the creation of density in the city and the reduction of energy consumption at the city level to achieve sustainability. Research shows that the smartization of cities has an impact on some housing indicators. Things like remote shopping in a smart city increase the need to increase the area and number of rooms and other physical indicators in an urban housing, mixed use and the use of electronic systems can be effective in increasing or decreasing housing prices as an economic indicator, and the independence of units in a smart city reduces neighborhood relations, which are social indicators of housing. Therefore, in the process of urban planning, things like the smartization of cities and the subsequent effects they have on other urban dimensions and components should also be considered. Based on the studies conducted, so far, a deep and comprehensive research has not been conducted, relying on smart buildings in order to reduce energy consumption to achieve sustainable development in the Tabriz metropolis and how they are connected, as well as the impact of these on the quality of life, behaviors and activities of individuals in contemporary Iranian settlements. The approach of this research is to create a practical and applied link between the concepts of smart urban development with an emphasis on smart buildings in order to ensure the sustainability of urban energy consumption in the Tabriz metropolis

Methodology

The method of the present research is descriptive, analytical and survey. In terms of the time domain, it was cross-sectional (1400) that the research team obtained the required data during field work. Information was collected through library and field methods. The sampling method will be based on non-probability sampling and chain sampling. For this purpose, two library and field methods have been used to collect information, and the structural equation method has been used to analyze the data.

Results and Conclusion

With the increase in urbanization observed in recent decades, there is an urgent need to achieve energy-efficient environments to ensure the energy sustainability of cities. For greater energy efficiency in buildings, automated solutions are needed to monitor and control the capabilities provided by a sensor and actuator network deployed as part of the system. In addition, residents play an important role in this type of system, however, to date, the proposed solutions are mainly based on deterministic models with few accurate predictions, and are unable to take into account real-time data in most cases. The results showed that the effectiveness of the variables under study confirms the significance of the relationship between the indicators and the reduction of energy consumption towards the sustainability of the Tabriz metropolis at a confidence level of 95%. Also, all 11 indicators studied have a significant relationship with reducing energy consumption for urban sustainability in the Tabriz metropolis, among which the most influential factors on reducing energy consumption for urban sustainability in the Tabriz metropolis are the physical index, the citizen satisfaction and comfort index, and energy consumption management and reduction. It is also observed in the measurement model that the factor coefficient for each variable is higher than 0.50 percent. Therefore, to reduce energy consumption for sustainability in the

Tabriz metropolis, the use of smart urban development methods along with the prediction of smart buildings will be very effective, and there is a significant and direct relationship between smart city, smart building, reducing urban energy consumption, and urban sustainability.

References

1. Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart Buildings Features and Key Performance Indicators: A Review. Sustainable Cities and Society, 102328. doi: 10.1016/j.scs.2020.102328.
2. Alaa, M.; Zaidan, A.A.; Zaidan, B.B.; Talal, M.; Kiah, M.L.M. (2017), A review of smart home applications based on internet of things. J. Netw. Comput. Appl. 2017, 97, 48-65.
3. Almalaq, A.; Hao, J.; Zhang, J.; Fei, W. (2019), Parallel building: A complex system approach for smart building energy management. IEEE/CAA J. Autom. Sin, 1452-1461.
4. Apanaviciene, R., Vanagas, A., & Fokaides, P. A. (2020). Smart Building Integration into a Smart City (SBISC): Development of a New Evaluation Framework. Energies, 13(9), 2190. https://doi.org/10.3390/en13092190.
5. Bagheri, Vahida and Ahad Nejad Ebrahimi¬(2018), Energy optimization in building facade design with emphasis on value engineering approach (Case study: Omid Mashhad commercial-residential complex). Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), 8(2), 195-207. [In Persian]
6. Caragliu, A.; del Bo, C.F. (2019), Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. Technol. Forecast. Soc. Chang. 142, 373383.
7. Carayannis, E.G.; Dezi, L.; Gregori, G.; Calo, E. (2021), Smart environments and techno-centric and human-centric innovations forindustry and society 5.0: A quintuple Helix innovation system view towards smart, sustainable, and inclusive solutions. J. Knowl.Econ. 1-30.
8. Dai, X., Liu, J., & Zhang, X. (2020). A review of studies applying machine learning models to predict occupancy and window-opening behaviours in smart buildings. Energy and Buildings, 223, 110159.doi:10.1016/j.enbuild.2020.110159
9. Dryjanski, M., Buczkowski, M., Ould-Cheikh-Mouhamedou, Y., & Kliks, A. (2020). Adoption of Smart Cities with a Practical Smart Building Implementation. IEEE Internet of Things Magazine, 3(1), 58-63. https://doi.org/10.1109/IOTM.0001.1900050.
10. Ghaemi Rad, Tayyebeh and Hossein Hatami Nejad¬ (2018), Evaluation of ecological footprint of transportation in Lahijan city. Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), 8(2), 69-80. [In Persian]
11. Ghaffarianhoseini, A., AlWaer, H., Ghaffarianhoseini, A., Clements-Croome, D., Berardi, U., Raahemifar, K. and Tookey, J. (2018) Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward. Intelligent Buildings International Journal, 10 (2). pp. 122-129. ISSN1750-8975doi:https://doi.org/10.1080/17508975.2017.1394810Available at https://centaur.reading.ac.uk/74501/.
12. Gonzalez. R. A, Ferro. R. E& Liberona. D (2020), Government and Governance in Intelligent Cities, Smart Transportation Study Case in Bogotá Colombia, Ain Shams Engineering Journal, 11(1).
13. Guimarães. J. C. F, Severo. E. A, Júnior. L. A. F, Costa. W. P. L. B and Salmoria. F. T (2020), Governance and Quality of Life in Smart Cities: Towards Sustainable Development Goals, Journal of Cleaner Production, 253, 20.
14. Gulabi Dezfuli, Mahsa, Majedi, Hamid, Zavarat, Esfandiar and Seyyed Majid Mofidi Shemirani-(2019), Comparative comparison of the effect of morphology on energy efficiency using the I.M.M method, in Haft Hoz and Chizar neighborhoods of Tehran. Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), 10(3-1), 359-373. [In Persian]
15. Haji Fathali, Mahsa, Feyzi, Mohsen and Atefeh Dehghan Turan Poshti¬(2019), Short-term strategies for reducing the destructive effects of heat islands in urban areas, Quarterly Journal of Geography (Regional Planning), 10(2-1), 195-214. [In Persian]
16. Hashemi Seyed Ali, Rahnejat Mitra, Sharifzadeh Fattah, Saadi, Mohammad Reza, (2019), Correlation analysis of good governance and smart city (case study: Tehran city), Socio-cultural strategy, 9(34), 67-90. [In Persian]

17. Hussain, M., & Gao, Y. (2018). A review of demand response in an efficient smart grid environment. The Electricity Journal, 31(5), 55–63. https://doi.org/10.1016/J.TEJ. 2018.06.003.

18. Iddianozie, C. Palmes, P. (2020), Towards smart sustainable cities: Addressing semantic heterogeneity in building management systems using discriminative models. Sustain. Cities Soc. 2020, 62, 102367.

19. Iddianozie, C.; Palmes, P. (2020), Towards smart sustainable cities: Addressing semantic heterogeneity in building management systems using discriminative models. Sustain. Cities Soc. 62, 102367.

20. Kuzior, A.; Kuzior, P. (2020), The quadruple helix model as a smart city design principle. Virtual Econ.3, 39-57.

21. Liu, Z.; Chi, Z. Osmani, M.; Demian, P. (2021), Blockchain and Building Information Management (BIM) for sustainable building development within the context of smart cities. Sustainability 2021, 13, 2090.

22. Melillo. P & Pecchia, L. (2016). What is the appropriate sample size to run AHP in survey-based research? International Symposium on the Analytic Hierarchy Process. Vol, 4, pp. 1-12

23. Mofareh Bonab; Mojtaba; Majnuni Totakhaneh, Ali; Soleimani, Alireza, Aftab, Ahmad, (2018), Assessment and analysis of the sustainability situation in metropolises, case study: Ten regions of Tabriz city; Quarterly Journal of Geographical Research, Volume 33, Issue 1 (128), 140-157. [In Persian]

24. Pourahmad Ahmad, Ziari Keramatollah, Hatami Nejad Hossein, Parsapshahabadi Shahram, (2018), New perspectives in human geography (Human Geography), 2(10), 1-22. [In Persian]

25. Radziejowska, A., & Sobotka, B. (2021). Analysis of the Social Aspect of Smart Cities Development for the Example of Smart Sustainable Buildings. Energies, 14(14), 1-14, 4330. doi:10.3390/en14144330.

26. Rahimi, Akbar (2019), Urban land policies and their impact on the development of Tabriz city; Environmental Planning Quarterly, No. 48, pp. 110-129. [In Persian]

27. Rahnama Mohammad Rahim, Hosseini Seyed Mostafa, Mohammadi Hamidi Somayeh, (2019), Measuring and evaluating smart city indicators in the metropolis of Ahvaz, Human Geography Research (Geographical Research), 52(2), 589-611. [In Persian]

28. Shokri Yazdanabad Shadi, Behzadfar Mostafa, (2019), Housing indicators in Iran and the world and the impact of smart city on it, Geography and Urban Space Development, 6(2), 217-248. [In Persian]

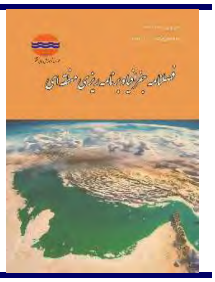
29. Sobotka, A.; Linczowski, K.; Radziejowska, A. (2021), Substitution of material solutions in the operating phase of a building. Appl. Sci.2021, 11, 2812.

30. To, W.-M., Lee, P. K. C., & Lam, K.-H. (2018). Building professionals' intention to use smart and sustainable building technologies-An empirical study. PLOS ONE, 13(8), e0201625. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201625.

31. Zeinali Azim Ali, (2019), An analysis of the physical development of Tabriz city based on the analysis of smart urban growth indicators (case study of regions 2, 4 and 7), PhD thesis, Department of Urban Planning, Faculty of Postgraduate Studies, Islamic Azad University, Marand Branch. [In Persian]

32. Zeinali Azim Ali, Mousavi Mirsaeed, Sarwar Rahim, (1400), Evaluation of physical development of Tabriz city based on analysis of smart urban growth indicators (case study: Tabriz regions 2, 4 and 7), New perspectives in human geography, 2, 728-749. [In Persian]

33. Zhuang, H., Zhang, J., C. B., S., & Muthu, B. A. (2021). Sustainable Smart City Building Construction Methods. Sustainability, 12(12), 4947. doi:10.3390/su12124947.



فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)

دوره ۱۴، شماره ۵۶، پاییز ۱۴۰۳

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Journal Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

مقاله پژوهشی

بررسی عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی شهری برای پایداری کلانشهرهای هوشمند (نمونه موردی تبریز)

محمد حسین فوطه بافان- دانشجوی دکترای تخصصی جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

محمدرضا پورمحمدی*- استاد مدعو گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

کریم حسین زاده دلیر- استاد گروه جغرافیا و برنامه ریزی شهری، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران

اطلاعات مقاله

شماره صفحات: ۲۶۲-۲۴۷

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید

واژه‌های کلیدی:

کلانشهر پایدار، شهر هوشمند، ساختمان هوشمند، مصرف انرژی، تبریز

چکیده

در آینده نزدیک، عملکرد خودکار و هوشمند بودن شهرها به عنوان یک نیاز حیاتی برای بهبود رفاه اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی شهروندان تبدیل خواهد شد. فناآوری‌های هوشمند شهری، سهم مهمی در توسعه پایدار شهرها دارند و شهرهای هوشمند را به یک واقعیت تبدیل می‌کنند. در این مفهوم، پایداری انرژی شهرها به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است، و طیف گسترده‌ای از تحقیقات و چالشها را با خود به همراه داشته است که بسیاری از جنبه‌های زندگی مردم را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ساختمان‌ها که یک زیرسیستم شهری را تشکیل می‌دهند در واقع، ساختمان‌ها سنگ بنای انتشار دی‌اکسید کربن در مقیاس جهانی هستند. از این رو تحقیق حاضر به دنبال شناسایی عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی شهری برای پایداری کلانشهرهای هوشمند می باشد. تحقیق حاضر بصورت توصیفی-تحلیلی و پیمایشی بوده، حجم نمونه هم ۱۵ نفر از مدیران شهری، مدیران و اساتید فناوری اطلاعات و ارتباطات است. تجزیه و تحلیل داده ها به روش معادلات ساختاری (SEM) با نرم افزارهای SPSS و Smart PLS بدست آمد. نتایج نشان می دهد که بیشترین تأثیرگذاری بر کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری شهری را در کلانشهر تبریز مربوط به شاخص کالبدی (PH)، شاخص رضایت و آسایش شهروندان (SA) و مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن. (CM) به ترتیب با ضرایب استخراج شده بر اساس مدل ساختاری تحقیق ۰/۹۶۵، ۰/۹۶۰ و ۰/۹۰۲ می باشد. بنابراین برای کاهش مصرف انرژی برای پایداری در کلانشهر شهر تبریز بکارگیری روشهای توسعه شهری هوشمند به همراه پیش بینی ساختمانهای هوشمند بسیار تاثیرگذار خواهد بود.

استناد: فوطه بافان، محمدحسین؛ پورمحمدی، محمدرضا؛ حسین زاده دلیر، کریم (۱۴۰۳). **بررسی عوامل موثر بر کاهش مصرف انرژی شهری برای پایداری کلانشهرهای هوشمند-(نمونه موردی تبریز)**. فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای)، ۱۴(۵۶). صص: ۲۴۷-۲۶۲

DOI: 10.22034/jgeoq.2023.349317.3760

* **نویسنده مسئول:** محمدرضا پورمحمدی، **پست الکترونیکی:** m.r.pourmohammadi@gmail.com

مقدمه

امروزه در جهان جمعیت شهرنشینی به سرعت در حال افزایش می باشد. در حال حاضر ۵۵ درصد از مردم دنیا در شهرها زندگی می کنند که پیش بینی می‌شود این آمار تا سال ۲۰۵۰ به ۷۰ درصد خواهد رسید. از عوامل اساسی توسعه پایدار کشورها ومسائل بسیار مهم برای مدیران شهری، توجه به عوامل زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی می‌باشد تا همگام با رشد جمعیت، خدمات عمومی مناسب نیز برای آن‌ها تأمین شود (Radziejowska, A., & Sobotka, 2021). هوشمندسازی شهرها یک قدم مهم برای رسیدن به توسعه پایدار و حفظ منابع و انرژی برای نسل‌های آینده می باشد. در این راستا تبدیل ساختمانهای شهری به ساختمانهای هوشمند، می‌تواند نتایج بسیار مثبت در کاهش مصرف انرژی داشته باشد و به عنوان عاملی تسریع کننده در حرکت شهر به سوی آینده ای پایدار داشته باشد (Kuzior & Kuzior, 2020, Liu & Chi, 2021). در عصر اطلاعات و ارتباطات الکترونیکی، هر سیستمی هر اندازه و با هر فعالیتی که باشد، با تغییر و تحولات سریعی روبرو می‌شود که این رویارویی، سیستم را مجبور به برنامه ریزی در محیط بی ثبات می‌کند. یکی از شرایط بقا در محیط پیچیده امروزی، برخورداری از ویژگیهای آینده نگری و گرایش به نظارت محیطی است (زینالی و همکاران، ۱۴۰۰). با آینده نگری می‌توان به واسطه بهره گیری از قابلیت‌های درونی، از فرصت‌های بالقوه محیطی، استفاده بهینه کرد. از این رو ضرورت تدوین و اجرای برنامه استراتژیک احساس می‌شود. یکی از ویژگی هایی که در سند چشم انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ خورشیدی برای جامعه ایرانی در نظر گرفته شده، برخورداری از دانش پیشرفته و توانا در رابطه با مباحث محیط زیستی و مدیریت انرژی است. همچنین دستیابی به جایگاه اول علمی و فناوری محیط زیست و منابع طبیعی در سطح آسیای جنوب غربی است. در این راستا، کلانشهرهای ایران جهت قرار گرفتن در مسیر توسعه هوشمند و دانش بنیان و استقرار ساختمان‌های هوشمند نیازمند انجام مطالعات دقیق و شناسایی سیاست‌های راهبردی هستند، که این امر از حیاتی ترین پیش نیازهای تبدیل کلانشهرهای کشور به مراکز نوآوری و توسعه به شمار می‌رود(گلابی دزفولی و همکاران، ۱۳۹۹). شهر تبریز به دلیل موقعیت خاص در زمینه‌های گوناگون سیاسی، اقتصادی و فرهنگی و همچنین هدف گذاری‌های راهبردی جهت نیل به توسعه هوشمند شهری، بستر مناسبی برای هدف مذکور و مطالعه محققان به شمار می‌رود. برای بسیاری از شهرها، هدف کلیدی در اجرای فناوری دیجیتال هوشمند، توسعه پایدار است. در شهرهای بزرگ می‌توان با استفاده از فناوری دیجیتال، نظارت هوشمندی در مصرف انرژی ساختمان ها داشت. در نتیجه توسط یک سیستم کنترل مرکزی مصرف انرژی ساختمان های مسکونی و تجاری به حداقل رسیده و منافع مشترک ساختمان ها حفظ می‌شود حتی کارهایی مانند خدمات آتش نشانی، کنترل وضعیت آب و هوا، تهویه مطبوع و روشنایی به راحتی قابل کنترل خواهد بود. با توجه به توسعه روز افزون کلانشهر تبریز، نیاز به توسعه پایدار و ایجاد شرایط کارآمد در قالب هوشمند بودن کلانشهر تبریز ضرورتی اجتناب ناپذیر است(حاجی فتحعلی، ۱۳۹۹). از سویی ساختمان های یک شهر جزء اصلی شهرها محسوب می شوند و ساختمان های هوشمند فرم دهنده پایه های شهر هوشمند می باشند. از اینرو ایجاد ساختمانهای هوشمند در توسعه شهری هوشمند کلانشهر تبریز در راستای کاهش مصرف انرژی برای پایداری امری ضروری و حیاتی بنظر می رسد.

زینالی عظیم (۱۳۹۹)، در بررسی توسعه کالبدی شهر تبریز بر اساس شاخصهای رشد هوشمند شهری به این نتیجه می رسد که در توسعه کالبدی شهر تبریز شاخص های کالبدی بیشترین تاثیر داشته که به نوبه خود باعث شکل گیری ساختمانهای بلند و ایجاد فشردگی در شهر و کاهش مصرف انرژی در سطح شهر برای رسیدن به پایداری منجر می شود.

رهنما و همکاران (۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان «سنجش و ارزیابی شاخص های شهر هوشمند در کلان شهر اهواز» نتایج نشان داد مناطق سه و دو مطلوب ترین شرایط و منطقه یک و پنج نامطلوب ترین شرایط را از نظر شاخص های شهر هوشمند دارا هستند.

هاشمی و همکاران (۱۳۹۹)، در نسبت سنجی حکمروایی خوب و شهر هوشمند (مطالعه موردی: تهران) بیان می کنند اگر وضعیت فعلی ایران به لحاظ دارا بودن شهرهای هوشمند بررسی شود می تواند دریافت که حتی کلانشهر تهران هنوز با

استانداردهای یک شهر هوشمند فاصله زیادی دارد؛ که یکی از اصلی ترین موانع فراروی آن، چندپارگی مدیریت شهری در عرصه سیاستگذاری، تصمیم سازی، برنامه ریزی، هدایت و نظارت است.

شکری یزدان‌آباد (۱۳۹۹)، شاخصهای مسکن در ایران و جهان و تأثیر شهر هوشمند بر آن، نتایج پژوهش نشان می دهد که هوشمند شدن شهرها در برخی از شاخصهای مسکن تاثیرگذار است. مواردی نظیر خرید از راه دور در شهر هوشمند نیاز به افزایش مساحت و تعداد اتاق و سایر شاخصهای کالبدی را در یک مسکن شهری افزایش می دهد، کاربری مختلط و استفاده از سیستمهای الکترونیک می تواند در افزایش و یا کاهش قیمت مسکن به عنوان یک شاخص اقتصادی تاثیرگذار باشند، همچنین استقلال واحدها در شهر هوشمند سبب کم شدن روابط همسایگی که از شاخصهای اجتماعی مسکن است می شود. لذا می بایست در مسیر برنامه ریزی شهری، مواردی نظیر هوشمند شدن شهرها و متعاقب آن، تاثیراتی که بر سایر ابعاد و مولفه‌های شهری دارند را نیز در نظر گرفت. پوراحمد و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله شهر هوشمند: شهر تهران برای هوشمندی»، تنها از بعد پارادایم شهر هوشمند و ناقص بودن این پارادایم در مدیریت کلان تهران، به این موضوع پرداخته اند.

آپاناویسیین و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان یکپارچه سازی ساختمان هوشمند در یک شهر هوشمند (SBISC): ایجاد یک چارچوب ارزیابی جدید، انجام دادند، نتایج نشان داد که ساختمان‌های هوشمند با استفاده از قابلیت‌های شهرهای هوشمند در زمینه‌های انرژی هوشمند، تحرک هوشمند، زندگی هوشمند و محیطزیست هوشمند، پتانسیل بیشتری برای هوشمندتر شدن دارند. شهرهای هوشمند برجسته ترین روند در ایجاد یک شهر منسجم دارند.

دریخانسکی و همکاران (۲۰۲۰)، در بررسی تصویب شهرهای هوشمند با اجرای عملی ساختمان هوشمند، نتایج نشان می دهند که شهرهای هوشمند امروزه یکی از موضوعات داغ در میان برنامه ریزان و طراحان و سیاستمداران است. و این زمانی عملی خواهد شد که ساختمانهای هوشمند بطور عملی در شهرها اجرا شوند.

گنزالز و همکارانش (۲۰۲۰)، به مطالعه دولت در شهرهای الکترونیک در بوگاتای کلمبیا پرداختند. گویماریس و همکاران، (۲۰۲۰) حاکمیت و کیفیت زندگی پایدار در شهرهای هوشمند را در بستر توسعه پایدار شهری بررسی کرده اند. توو و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیق هدف متخصصان ساختمان برای استفاده از فن آوری های ساختمان هوشمند و پایدار – یک مطالعه تجربی. نتایج نشان داد که تسهیل شرایط، سهولت استفاده قابل درک و سودمندی درک شده به طور مشترک بر قصد متخصصان ساختمان برای استفاده از فن آوری های ساختاری هوشمند و پایدار تأثیر می گذارد. .

بر اساس مطالعات صورت گرفته اکثر پژوهشهای انجام شده در حیطه توسعه شهری هوشمند در کلانشهرها به مباحث کلی در حیطه معماری آن پر داخته و یا اینکه در صورت انجام پژوهش به صورت کاربردی و عملی اصول طراحی شهر هوشمند مورد استفاده قرار نگرفته است. لذا می توان گفت از این دیدگاه، تاکنون پژوهشی عمیق و جامع، با تکیه بر ساختمانهای هوشمند در راستای کاهش مصرف انرژی برای رسیدن به توسعه پایدار در کلانشهر تبریز و نحوه ارتباط آنها و همچنین تأثیر اینها بر کیفیت زندگی، رفتارها و فعالیتهای افراد در سکونتگاه های معاصر ایران صورت نگرفته است. رویکرد این تحقیق از آنجا که در جهت ایجاد پیوند عملی و کاربردی میان مفاهیم توسعه ی شهری هوشمند با تاکید برساختمانهای هوشمند در راستای پایداری مصرف انرژی شهری در کلانشهر تبریز مورد استفاده قرارگرفته است

مبانی نظری

حرکت به سوی شهرهای هوشمند پایدار

روند رو به رشد حرکت مردم به مناطق شهری و فرآیند شهرنشینی مرتبط، منجر به نیاز فوری به مقابله با چالش‌های مربوط به توانایی زیرساخت‌های شهری برای پوشش نیازهای هر شهروند از نظر تامین آب، حمل و نقل، مراقبت‌های بهداشتی، آموزش، ایمنی و از همه مهم‌تر، انرژی شده است (Iddianozie& Palmes, 2020) در این زمینه، یکپارچه‌سازی و توسعه سیستم‌های مبتنی بر فن‌آوری اطلاعات و ارتباطات) (ICT و به طور خاص‌تر، شبکه اینترنتی اشیا محور) (IoT، توانمندسازهای مهم طیف وسیعی از کاربردها، هم برای صنایع و هم برای جمعیت عمومی، کمک به تبدیل شهرهای هوشمند به واقعیت هستند (Alaa et al, 2017). در این رابطه، فرصت بزرگی برای بهبود رقابتی‌ترین بازیگران در سراسر جهان به منظور ارائه محصولات

مقرون‌به‌صرفه‌تر، کاربرپسند، سالم و ایمن برای شهرهای هوشمند وجود دارد. به عنوان مثال، در اروپا، حوزه سیستم‌های مدیریت انرژی در ساختمان‌ها تازه شروع شده‌است اما به سرعت در حال حرکت به سمت وضعیت مبتنی بر فن‌آوری با افزایش بهره‌وری است (Caragliu& del Bo, 2019). این عمدتا به دلیل پیشرفت در نیاز به کاهش انرژی و گازهای گلخانه‌ای) (GHG است. این امر در نهایت یک پایه و اساس محکم برای نوآوری مستمر در بخش ساختمان از طریق مشارکت پایدار ایجاد می‌کند، و یک اکوسیستم خلاق را به عنوان سنگ بنای اساسی شهرهای هوشمند پرورش می‌دهد (Carayannis et al, 2021)

در چشم‌انداز جهانی بهره‌وری انرژی، مهم است که تاکید کنیم که ساختمان‌ها ۴۰ درصد از کل مصرف انرژی را به خودشان اختصاص داده و ۳۶ ٪ گازهای گلخانه را تولید می کنند(قائمی راد، ۱۳۹۷). این امر نیاز به دستیابی به ساختمان‌های با بهره‌وری انرژی بالا برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی آن‌ها را نشان می‌دهد. علاوه بر این، محیط ساختمان بر کیفیت زندگی و کار همه شهروندان تاثیر می‌گذارد (Radziejowska& Sobot, 2021)، بنابراین، ساختمان‌ها باید نه تنها قادر به ارائه مکانیسم‌هایی برای به حداقل رساندن مصرف انرژی خود باشند (حتی یکپارچه‌سازی منابع انرژی خود برای اطمینان از پایداری انرژی خود)، بلکه همچنین باید به بهبود کیفیت زندگی شهری شهروندان باشند (Zhuang et al, 2021). در این کار، ما بر تجزیه و تحلیل نقش مهمی که ساختمان‌ها از نظر عملکرد انرژی خود در سطح شهر و حتی در سطح جهان نشان می‌دهند تمرکز می‌کنیم، جایی که آن‌ها سنگ بنای پایداری انرژی سیاره را نشان می‌دهند (Iddianozi Palmes, 2021)،

ساختمان‌های هوشمند برای شهرهای با پایداری انرژی

شهر می‌تواند به عنوان شبکه‌ای از فضاهای عمومی و خصوصی، زیرساخت‌های حمل و نقل، ساختمان‌ها، خدمات ضروری کاربر محور (مانند برق، گرمایش، سرمایش، آب و فاضلاب – آب و غیره)و شهروندان دیده شود(Almalaq et al, 2019). برای پوشش تمام این ابعاد، منابع طبیعی (مانند انرژی) باید به طور عاقلانه مدیریت شوند، و این مدیریت باید توسط دولت‌ها، محققان، مدل‌های کسب وکار نوسازی شده و برای شهروندان فراهم شود. در این رویکرد، IoT یک توانمندساز کلیدی برای شهرهای هوشمند ارائه می‌دهد که امکان تعامل بین چیزهای هوشمند و ادغام موثر اطلاعات و دانش دنیای واقعی در دنیای دیجیتال را فراهم می‌کند. اشیا هوشمند (تلفن همراه)که دارای قابلیت‌های حسی و تعاملی یا تکنولوژی‌های شناسایی شده هستند. قادر به تاثیر گذاری بر نهادهای جهان واقعی و دیگر بازیگران در اکوسیستم شهر هوشمند در زمان واقعی خواهد بود (Oprea& Bara, 2019)

با در نظر گرفتن تمام این جنبه‌ها و تمرکز بر نیاز به محیط‌های با بهره‌وری انرژی، نظارت و مدیریت عملکرد انرژی ساختمان به عنوان مولفه‌های اساسی برای شتاب بخشیدن به واقعیت شهرهای هوشمند شناخته می‌شوند که در آن فناوری اطلاعات و ارتباطات(ICT) ، نقش غالب را ایفا خواهد کرد. همانطور که اشاره شد، ساختمان‌ها یکی از عوامل اصلی در مصرف انرژی در شهرها هستند (Sobotka, 2021). با این وجود، فن‌آوری‌های نوین و راه‌حل‌های سیستماتیک هنوز هم برای توسعه قابلیت‌های تحقیق ارائه‌شده توسط پارادایم هایی مانند اینترنت آینده مورد نیاز است. به عنوان مثال، شونوالدر و همکاران اینترنت آینده را به عنوان ترکیبی از افزایش در محتوای موجود، تعریف خدمات جدید که برای کاربران متمرکز و شخصی سازی شده‌اند، همراه با افزایش در قابلیت‌های مدیریتی تعریف می‌کنند (Ghaffarianhoseini et al, 2018). در این رابطه، تا به امروز، کاربران ساختمان نقش بسیار کمی برای کنترل انرژی امکانات، دستگاه‌ها و غیره خود داشته‌اند(باقری، ۱۳۹۷). بنابراین، لازم است که به کاربران آگاهی بیشتری داده شود (به خصوص در مورد انرژی که مصرف می‌کنند)و به آن‌ها اجازه داده شود تا آنها خودشان به عنوان یک ورودی در فرآیندهای اساسی سیستم‌های مدیریت ساختمان انرژی عمل کنند (Al Dakheel et al, 2020). عامل دیگر که تاثیر مستقیم در مصرف انرژی زیاد وجود دارد، ریشه در این واقعیت است که کاربران آگاهی کمی از مصرف انرژی مرتبط با رفتار اتلاف انرژی خود دارند، و این تا حدی به دلیل این واقعیت است که بیشتر مردم در واقع نمی‌دانند شرایط آسایش مطلوب با توجه به ویژگی‌های محیطی و نیازهایشان چه هستند (Hussain& Gao, 2018)

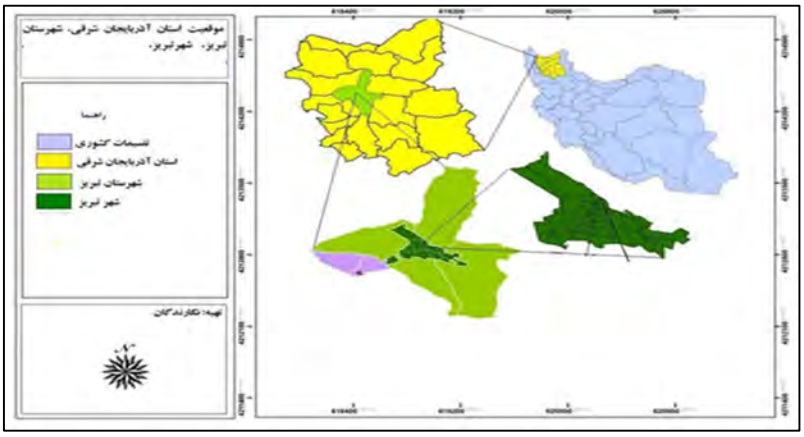
با در نظر گرفتن تمام این جنبه‌ها و برای این که ساختمان‌ها در سطح شهر از نظر بهره‌وری انرژی تاثیر داشته باشند، چالش‌های مختلفی در زنجیره ارزش ساختمان (از طراحی تا پایان عمر ساختمان‌ها)شناسایی شده‌اند، که می توان آن‌ها را به صورت زیر خلاصه کرد(Dai et al, 2020):

(۱) طراحی. طراحی ساختمان‌ها باید یکپارچه، جامع و چند منظوره باشد. (۲) ساختار. ساختار ساختمان‌ها باید ویژگی‌هایی مانند ایمنی، پایداری، سازگاری و مقرون به‌صرفه بودن را فراهم کند. (۳) پوشش ساختمان. این امر باید عملکرد کارآمد انرژی و محیط‌زیست را تضمین کند. (۴) تجهیزات و سیستم‌های انرژی. راه‌حل‌های پیشرفته گرمایش/ سرمایش، تامین آب گرم خانگی، از جمله استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر، باید مورد توجه قرار گیرند. (۵) فرآیندهای ساخت‌وساز. در فرآیند ساخت‌وساز باید برای بهبود عملکرد انرژی از ابزارهای ساخت‌وساز خودکار به کمکICT استفاده کرد (Lee et al, 2020). (۶) نظارت و مدیریت عملکرد. این امر باید قابلیت هم‌کاری بین زیر سیستم‌های مختلف ساختمان را تضمین کند، از جمله سیستم‌های مدیریت انرژی هوشمند که اقدامات انعطاف‌پذیری را برای کاهش شکاف بین عملکرد واقعی و پیش‌بینی‌شده ساختمان انرژی، مدل‌سازی اشتغال، ارزیابی سریع و تکرارپذیر عملکرد واقعی یا طراحی، و نظارت و کنترل مداوم در طول عمر خدمات را فراهم می‌کند. در نهایت، به اشتراک گذاری دانش باید با استفاده از استانداردهای داده باز در نظر گرفته شود که اجازه هم‌کاری بین ذینفعان و قابلیت هم‌کاری بین سیستم‌ها را می‌دهد. (۷)پایان کار. این باید شامل پشتیبانی تصمیم‌گیری در مورد نوسازی احتمالی یا ساخت یک ساختمان جدید و سیستم‌های مرتبط باشد.

شکل ۱. مدل مفهومی تحقیق

محدوده مورد مطالعه

استان آذربایجان شرقی با جمعیت ۳۹۰۹۶۵۲ نفر از استانهای ترک نشین ایران است که تبریز مرکز استان آذربایجانشرقی در ناحیه شمال غربی آن واقع شده است.مرکز استان شهر تبریز با جمعیت ۱۵۹۳۳۷۳ نفر ۴۲ درصد جمعیت استان را به خود اختصاص داده است. بر اساس تقسیمات کالبدی طرح جامع، این شهر به ۱۰ منطقه تقسیم شده است (مفرح بناب و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۴۵). شهر تبریز از نظر الگوی کلی فرم شهری دارای یک شکل خاص قابل طبقه‌بندی نمی باشد. شکل شهر تبریز به تبع تاثیر از توسعه اداوری فرم‌های متفاوتی را به خود گرفته است. به طوی که شکل درون گرایانه را در بافت تاریخی شهر(هسته مرکزی)، شکل شعاعی را در بافت داخلی، شکل حلقوی را در میان بافت داخلی و حاشیه ای، شکل شطرنجی را در بافت های نو و برنامه ریزی شده و شکل آشفته را در بافتهای غیررسمی می توان ملاحظه نمود (رحیمی، ۱۳۹۹: ۱۱۶).



شکل ۲. موقعیت شهر تبریز

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰

یافته‌های پژوهش

روش تحقیق حاضر بصورت توصیفی تحلیلی و پیمایشی می باشد. به لحاظ قلمرو زمانی مقطعی(۱۴۰۰) بوده است که تیم پژوهش طی انجام کار میدانی اقدام به اخذ داده های مورد نیاز کرده اند. گردآوری اطلاعات به طرق کتابخانه‌ای و میدانی صورت گرفته است. در پژوهش‌های راهبردی؛ مردم از منابع عمده داده های مورد نیاز به شمار می آیند و داده های آن به دو شکل عمده اعداد و کلمات تولید می شوند. از این منظر روش پیمایشی خواهد بود، روش نمونه گیری مبتنی نمونه گیری غیراحتمالی و به روش نمونه گیری زنجیره ای خواهد بود. بدین منظور جهت جمع‌آوری اطلاعات از دو روش کتابخانه‌ای و میدانی بهره برده شده است و برای تحلیل داده‌ها از روش معادلات ساختاری با استفاده از نرم افزار SPSS و Smart Pls استفاده شده است. بدین‌صورت که برای پرسشنامه خبرگان از ۱۵ متخصص در زمینه شهر هوشمند و ساختمانهای هوشمند تبریز استفاده شده است، لازم به ذکر است برای نمونه خبره محور بنا بر یافته‌های محققان هیچ محدودیتی وجود ندارد و فرمول و حد مطلوب خاصی نیز برای آن تعیین نشده است(Melillo & pecchia, 2016: 2). شاخص های تعقیق حاضر به شرح جدول (۱) استفاده شده است. حجم نمونه اندک بهترین دلیل استفاده از Pls در این تحقیق نسبت به روشهای دیگر بوده است. روش های نسل اول مدل سازی معادلات ساختاری که با نرم افزارهایی نظیر LISREL، EQS و AMOS اجرا می شدند، نیاز به تعداد نمونه زیاد دارند، در حالی که Pls (پی ال اس) توان اجرای مدل با تعداد نمونه خیلی کم را دارا می باشد. یک مزیت مهم دیگر امکان استفاده از مدل های اندازه گیری با یک شاخص (سوال) در روش PLS-SEM می باشد. این روش امکان را داده که در مدل پژوهشی خود از مدل های اندازه گیری با یک سوال استفاده کنیم.

جدول ۱. شاخص های تحقیق

شاخص ها	زیر شاخص ها	تعدادگویه ها
شهر هوشمند	اقتصادی	۵
	زیست محیطی	۴
	کالبدی	۵
	اجتماعی	۴
	دسترسی	۳
ساختمان هوشمند	مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	۳
	کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	۵
	تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	۴
	کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	۲
پایداری شهری	کاهش مصرف انرژی شهری	۳
	رضایت و آسایش شهروندان	۲

با توجه به جدول ۲ آنالیز داده ها در مورد الویت بندی عوامل موثر در توسعه شهر هوشمند در راستای کاهش مصرف انرژی و پایداری شهرکلانشهر تبریز انجام شد. الویت بندی ها با ضریب تغییرات (C.V) نشان داده شد. بدین صورت که متغیر کالبدی با ضریب تغییرات ۰/۴۸۹ و رضایت و آسایش شهروندان با ضریب ۰/۴۷۲ بترتیب الویتهای اول و دوم و متغیر تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم با ضریب تغییرات ۰/۳۷۲ الویت آخر را بدست آوردند.

جدول ۲. اولویت بندی عوامل توسعه شهر هوشمند در راستای کاهش مصرف انرژی شهری برای رسیدن به پایداری با استفاده از شاخص ضریب تغییرات (C.V)

مولفه ها	شاخص ها	تعدادگویه ها	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییراتC.V	رتبه بندی
شهر هوشمند	اقتصادی	۵	۳/۹۹	۱/۱۱	۰/۴۱۸	۷
	زیست محیطی	۴	۴/۰۴	۰/۹۸	۰/۴۳۲	۵
	کالبدی	۵	۴/۶۱	۰/۷۵	۰/۴۸۹	۱
	اجتماعی	۴	۴/۰۱	۱/۰۱	۰/۴۲۷	۶
	دسترسی	۳	۳/۸۳	۱/۲۵	۰/۴۰۹	۸
ساختمان هوشمند	مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	۳	۴/۳۷	۰/۸۹	۰/۴۶۹	۳
	کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	۵	۳/۶۶	۱/۴۱	۰/۳۹۹	۹
	تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	۴	۳/۳۷	۱/۵۵	۰/۳۸۲	۱۱
	کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	۲	۳/۴۳	۱/۴۴	۰/۳۹۱	۱۰
پایداری شهری	کاهش مصرف انرژی شهری	۳	۴/۱۵	۰/۹۲	۰/۴۵۵	۴
	رضایت و آسایش شهروندان	۲	۴/۴۵	۰/۸۳	۰/۴۷۲	۲

پایایی ترکیبی و روایی همگرایی

برای پایایی ترکیبی در Pls از روش(CR) استفاده می شود که هر چقدر مقدار (CR) بیشتر از ۰/۷ باشید پایایی درونی سازه ها برای پایداری در مدل اندازه گیری بیشتر و بهتر خواهد بود با توجه به جدول ۳ همه سازه ها بالای ۰/۷۰ هستند که نشان از پایایی ترکیبی مناسب متغیرها دارد.

جدول ۳. شاخص پایایی ترکیبی برای متغیرهای پژوهش

شاخص ها	تعدادگویه ها	CR
اقتصادی	۵	۰/۸۶۸
زیست محیطی	۴	۰/۸۸۸
کالبدی	۵	۰/۹۲۵
اجتماعی	۴	۰/۸۷۴
دسترسی	۳	۰/۸۶۷
مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	۳	۰/۹۰۲
کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	۵	۰/۸۵۹
تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	۴	۰/۸۳۳
کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	۲	۰/۸۴۱
کاهش مصرف انرژی شهری	۳	۰/۸۹۵
رضایت و آسایش شهروندان	۲	۰/۹۱۱

فورنل و لاکر برای سنجش روایی همگرایی از معیار (AVE) استفاده کردند و نقطه بحرانی را عدد ۰/۵ معرفی کردند اگر AVE بیشتر از ۰/۵ باشد به معنای قابل قبول بودن روایی همگرایی متغیرها است. با توجه به جدول ۵ همه متغیرها دارای AVE بالای ۰/۵ هستند.

جدول ۴. سنجش روایی همگرایی تحقیق (AVE)

شاخص ها	تعدادگویه ها	AVE
اقتصادی	۵	۰/۷۳۹
زیست محیطی	۴	۰/۷۶۲
کالبدی	۵	۰/۸۳۲
اجتماعی	۴	۰/۷۵۵
دسترسی	۳	۰/۷۳۱
مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	۳	۰/۷۹۳
کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	۵	۰/۷۱۹
تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	۴	۰/۶۹۵
کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	۲	۰/۷۰۳
کاهش مصرف انرژی شهری	۳	۰/۷۸۱
رضایت و آسایش شهروندان	۲	۰/۸۰۵

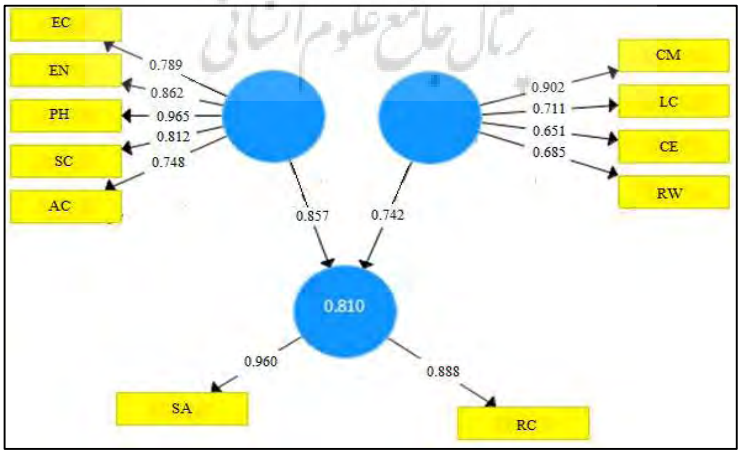
تحلیل معادلات ساختاری

در شکل ۳ که تحلیل مدل ساختاری را نشان می‌دهد، ضرایب هر یک از مسیرها به نمایش درآمده است. هر یک از ضرایب در صورتی قابل قبول است که مقدار آماره t بیش تر از ۱/۹۶ یا کم تر از ۱/۹۶- (در سطح خطای ۵٪) باشد. در شکل ۳ و جدول ۵ ضرایب مسیر و آماره t بیان شده است که دلالت بر تایید نتایج آزمون دارد.

جدول۵. معناداری ضرایب مسیر و آماره t

متغیر مستقل	متغیر وابسته	ضریب مسیر	آماره t	نتیجه آزمون
اقتصادی	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۷۸۹	۷/۰۳	تایید
زیست محیطی	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۸۶۲	۷/۵۶	تایید
کالبدی	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۹۶۵	۸/۱۴	تایید
اجتماعی	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۸۱۲	۷/۱۴	تایید
دسترسی	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۷۴۸	۶/۸۹	تایید
مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۹۰۲	۷/۸۵	تایید
کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۷۱۱	۶/۷۴	تایید
تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۶۵۱	۵/۹۸	تایید
کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۶۸۵	۶/۴۳	تایید
کاهش مصرف انرژی شهری	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۸۸۸	۷/۷۷	تایید
رضایت و آسایش شهروندان	کاهش مصرف انرژی با پایداری شهری	۰/۹۶۰	۷/۹۹	تایید

منبع: نگارندگان، ۱۴۰۰



شکل ۳. مدل برازش شده معناداری مدل

جدول شماره ۵ و شکل ۳ مقدار تأثیرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته را نشان می‌دهد، همانطوری که قابل مشاهده است، اثرگذاری متغیرهای مورد بررسی، معنی‌دار بودن رابطه‌ی بین شاخصها و کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری کلانشهر تبریز در سطح اطمینان ۹۵ درصد را مورد تأیید قرار می‌دهد. همچنین همه‌ی ۱۱ مورد از شاخص های مورد بررسی رابطه‌ی معنی‌داری با کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری شهری در کلانشهر تبریز در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند که در بین مؤلفه‌های مورد بررسی، بیشترین تأثیرگذاری بر کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری شهری را در کلانشهر تبریز مربوط به شاخص کالبدی (PH)، شاخص رضایت و آسایش شهروندان (SA) و مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن. (CM) به ترتیب با ضرایب استخراج شده بر اساس مدل ساختاری تحقیق ۰/۹۶۵، ۰/۹۶۰ و ۰/۹۰۲ می باشد. همچنین در مدل اندازه گیری نیز مشاهده می شود که ضریب عاملی برای هر متغیر بالاتر از مقدار ۰/۵۰ درصد می باشد.

برازش مدل نهایی

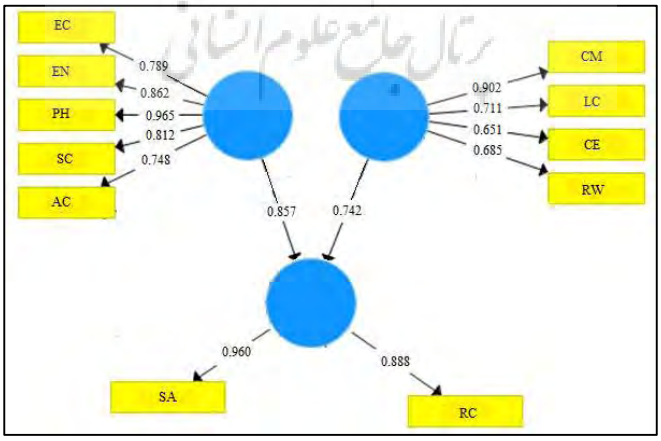
برای برازش مدل نهایی از تکنیک حداقل مربعات جزیی با شاخص GOF که سال (۲۰۰۴) توسط تننهاوس و همکارانش ارائه گردید استفاده شد. این شاخص با استفاده از میانگین هندسی شاخص R^2 و میانگین شاخص‌های اشتراکی قابل محاسبه است.

$$GOF = \sqrt{\text{average (Commonality)} \times \text{average } (R^2)}$$

شاخص نیکویی برازش بالاتر از ۰/۵۰ نشان دهنده برازش مناسب مدل است. شاخص برازش کلی مدل تحقیق (GOF) براساس جدول ۶ برابر ۰/۷۲۷ درصد است که نشان دهنده برازش مناسب و بالای تحقیق حاضر می باشد که در شکل ۴ نشان داده شده است.

جدول ۶. برازش مدل نهایی تحقیق

شاخص ها	R^2	Communality
اقتصادی	۰/۷۳۲	۰/۷۰۲
زیست محیطی	۰/۷۹۱	۰/۷۷۵
کالبدی	۰/۸۵۳	۰/۸۳۸
اجتماعی	۰/۷۴۸	۰/۷۱۲
دسترسی	۰/۷۰۴	۰/۶۸۹
مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن.	۰/۸۰۹	۰/۷۹۸
کنترل ارائه سطح روشنایی مطلوب.	۰/۶۹۴	۰/۶۵۹
تجهیزات ارتباطی بین کاربران و سیستم	۰/۶۳۷	۰/۶۱۵
کاهش پسماندهای حاصل از ساخت و ساز	۰/۶۶۹	۰/۶۳۱
کاهش مصرف انرژی شهری	۰/۸۰۱	۰/۷۸۳
رضایت و آسایش شهروندان	۰/۸۲۱	۰/۸۰۹
برازش کلی GOF= ۰/۷۲۷		



شکل ۴. مدل نهایی برازش استاندارد شده تحقیق

نتیجه‌گیری و دستاورد علمی پژوهشی

گسترش راه‌حل‌های ICT (IoT در میان آن‌ها)نشان‌دهنده فرصت‌های جدید برای توسعه خدمات هوشمند جدید است، که به شهرهای کارآمدتر و پایدارتر کمک می‌کند. در این مفهوم، با افزایش شهرنشینی که در دهه‌های اخیر مشاهده شده‌است، نیاز فوری به دستیابی به محیط‌های با بهره‌وری انرژی برای اطمینان از پایداری انرژی شهرها وجود دارد. اما برای رسیدن به این هدف، ابتدا حل نگرانی‌های بهره‌وری انرژی در سطح ساختمان ضروری است، زیرا این اساس مشکل کلی را تشکیل می‌دهد. برای بهره‌وری انرژی بیشتر در ساختمان‌ها، راه‌حل‌های خودکار برای نظارت و کنترل قابلیت‌های ارائه‌شده توسط یک سنسور و شبکه محرک مستقر شده به عنوان بخشی از سیستم مورد نیاز است. علاوه بر این، ساکنان نقش مهمی در این نوع سیستم ایفا می‌کنند، زیرا آن‌ها دریافت کنندگان خدمات داخلی ارائه‌شده توسط لوازم الکتریکی نصب‌شده در ساختمان‌ها هستند، که مسئول فراهم کردن شرایط آسایش و رضایت هستند. شرایط آسایش و رضایت باید در نظر گرفته شود. با این حال، تا به امروز، راه‌حل‌های پیشنهاد شده عمدتا مبتنی بر مدل‌های تعیین‌کننده با پیش‌بینی‌های دقیق اندک هستند، و قادر به در نظر گرفتن داده‌های زمان واقعی در اکثر موارد نیستند. در واقع، آن‌ها حتی به انعکاس واقعیت نزدیک نمی‌شوند. نتایج نشان داد که اثرگذاری متغیرهای مورد بررسی، معنی‌دار بودن رابطه‌ی بین شاخصها و کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری کلانشهر تبریز در سطح اطمینان ۹۵ درصد را مورد تأیید قرار می‌دهد. همچنین همه‌ی ۱۱ مورد از شاخص های مورد بررسی رابطه‌ی معنی‌داری با کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری شهری در کلانشهر تبریز در سطح اطمینان ۹۵ درصد دارند که در بین مؤلفه‌های مورد بررسی، بیشترین تأثیرگذاری بر کاهش مصرف انرژی در راستای پایداری شهری را در کلانشهر تبریز مربوط به شاخص کالبدی (PH)، شاخص رضایت و آسایش شهروندان (SA) و مدیریت مصرف انرژی و کاهش مصرف آن. (CM) به ترتیب با ضرایب استخراج شده بر اساس مدل ساختاری تحقیق ۰/۹۶۵، ۰/۹۶۰ و ۰/۹۰۲ می باشد. همچنین در مدل اندازه گیری نیز مشاهده می شود که ضریب عاملی برای هر متغیر بالاتر از مقدار ۰/۵۰ درصد می باشد. بنابراین برای کاهش مصرف انرژی برای پایداری در کلانشهر شهر تبریز بکارگیری روشهای توسعه شهری هوشمند به همراه پیش بینی ساختمانهای هوشمند بسیار تاثیرگذار خواهد بود و یک رابطه معنادار و مستقیمی بین شهر هوشمند، ساختمان هوشمند، کاهش مصرف انرژی شهری و پایداری شهری وجود دارد.

منابع

۱. باقری، وحیده و احد نژاد ابراهیمی(۱۳۹۷)، بهینه‌سازی انرژی در طراحی نمای ساختمان با تأکید بر رویکرد مهندسی ارزش (مطالعه موردی: مجموعه تجاری- اقامتی امید مشهد). فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۸(۲)، ۱۹۵-۲۰۷.

۲. پوراحمد احمد، زیاری کرامت اله، حاتمی نژاد حسین، پارساپشاه آبادی شهرام، (۱۳۹۷)، نگرش های نو در جغرافیای انسانی (جغرافیای انسانی)، ۲(۱۰)، ۱-۲۲.

۳. حاجی فتحعلی، مهسا, فیضی، محسن و عاطفه دهقان توران پشتی(۱۳۹۹)، راهبردهای کوتاه مدت برای کاهش اثرات مخرب جزایر گرمایی در مناطق شهری، فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۰(۲-۱)، ۱۹۵-۲۱۴.

٤. رحیمی، اکبر(۱۳۹۹)، سیاستهای زمین شهری و تاثیر آن بر توسعه شهر تبریز؛ فصل نامه آمایش محیط، شماره ۴۸ ، صص۱۱۰-۱۲۹.

۵. رهنما محمدرحیم، حسینی سیدمصطفی، محمدی حمیدی سمیه، (۱۳۹۹)، سنجش و ارزیابی شاخص های شهر هوشمند در کلان شهر اهواز، پژوهشهای جغرافیای انسانی (پژوهش های جغرافیایی)، ۵۲(۲)، ۵۸۹- ۶۱۱.

٦. زینالی عظیم علی، (۱۳۹۹)، تحلیلی بر توسعه کالبدی شهر تبریز براساس تحلیل شاخص های رشد هوشمند شهری (مطالعه موردی منطقه ۲، ۴ و ۷)، رساله دکتری، گروه برنامه ریزی شهری، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرند.

۷. زینالی عظیم علی، موسوی میرسعید، سرور رحیم، (۱۴۰۰)، ارزیابی توسعه ی کالبدی شهر تبریز بر اساس تحلیل شاخص های رشد هوشمند شهری (مورد مطالعه: منطقه ی ۲، ۴ و ۷ تبریز)، نگرشهای نو در جغرافیای انسانی، ۲، ۷۲۸-۷۴۹.

۸. شکری یزدان‌آباد شادی، بهزادفر مصطفی، (۱۳۹۹)، شاخصهای مسکن در ایران و جهان و تأثیر شهر هوشمند بر آن، جغرافیا و توسعهٔ فضای شهری، ۶(۲)، ۲۱۷-۲۴۸.

۹. قائمی راد، طیبه و حسین حاتمی نژاد(۱۳۹۷)، ارزیابی جای پای اکولوژیک حمل و نقل شهرستان لاهیجان. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۸(۲)، ۶۹-۸۰.

۱۰. گلابی دزفولی، مهسا، ماجدی، حمید، زبردست، اسفندیار و سید مجید مفیدی شمیرانی(۱۳۹۹)، مقایسه تطبیقی تاثیر مورفولوژی بر کارایی انرژی با استفاده از روش I.M.M ، در محلات هفت حوض و چیذر تهران. فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)، ۱۰(۳-۱)، ۳۵۹-۳۷۳.

۱۱. مفرح بناب؛ مجتبی؛ مجنونی توتاخانه، علی؛ سلیمانی، علیرضا، آفتاب، احمد، (۱۳۹۷)، ارزیابی و تحلیل وضعیت پایداری در کلانشهرها، مطالعه موردی: مناطق ده گانه شهر تبریز؛ فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، دوره ۳۳، شماره ۱(پیاپی ۱۲۸)، ۱۴۰-۱۵۷.

۱۲. هاشمی سیدعلی، راه نجات میترا، شریف‌زاده فتاح، سعدی، محمدرضا، (۱۳۹۹)، نسبت‌سنجی حکمروایی خوب و شهر هوشمند (مطالعه موردی:شهر تهران)، راهبرد اجتماعی فرهنگی، ۹(۳۴)، ۶۷-۹۰.

13. Al Dakheel, J., Del Pero, C., Aste, N., & Leonforte, F. (2020). Smart Buildings Features and Key Performance Indicators: A Review. Sustainable Cities and Society, 102328. doi:10.1016/j.scs.2020.102328.

14. Alaa, M.; Zaidan, A.A.; Zaidan, B.B.; Talal, M.; Kiah, M.L.M. (2017), A review of smart home applications based on internet of things. J. Netw. Comput. Appl. 2017, 97, 48-65.

15. Almalaq, A.; Hao, J.; Zhang, J.; Fei, W. (2019), Parallel building: A complex system approach for smart building energy management. IEEE/CAA J. Autom. Sin, 1452-1461.

16. Apanaviciene, R., Vanagas, A., & Fokaides, P. A. (2020). Smart Building Integration into a Smart City (SBISC): Development of a New Evaluation Framework. Energies, 13(9), 2190. https://doi.org/10.3390/en13092190.

17. Caragliu, A.; del Bo, C.F. (2019), Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation. Technol. Forecast. Soc. Chang. 142, 373383.

18. Carayannis, E.G.; Dezi, L.; Gregori, G.; Calo, E. (2021), Smart environments and techno-centric and human-centric innovations forindustry and society 5.0: A quintuple Helix innovation system view towards smart, sustainable, and inclusive solutions. J. Knowl.Econ. 1-30.

19. Dai, X., Liu, J., & Zhang, X. (2020). A review of studies applying machine learning models to predict occupancy and window-opening behaviours in smart buildings. Energy and Buildings, 223, 110159. doi:10.1016/j.enbuild.2020.110159

20. Dryjanski, M., Buczkowski, M., Ould-Cheikh-Mouhamedou, Y., & Kliks, A. (2020). Adoption of Smart Cities with a Practical Smart Building Implementation. IEEE Internet of Things Magazine, 3(1), 58-63. https://doi.org/10.1109/IOTM.0001.1900050.

21. Ghaffarianhoseini, A., AlWaer, H., Ghaffarianhoseini, A., Clements-Croome, D., Berardi, U., Raahemifar, K. and Tookey, J. (2018) Intelligent or smart cities and buildings: a critical exposition and a way forward. Intelligent Buildings International Journal, 10 (2). pp. 122-129. ISSN 1750-8975 doi: https://doi.org/10.1080/17508975.2017.1394810 Available at https://centaur.reading.ac.uk/74501/.

22. Gonzalez. R. A, Ferro. R. E& Liberona. D (2020), Government and Governance in Intelligent Cities, Smart Transportation Study Case in Bogotá Colombia, Ain Shams Engineering Journal, 11(1).

23. Guimarães. J. C. F, Severo. E. A, Júnior. L. A. F, Costa. W. P. L. B and Salmoria. F. T (2020), Governance and Quality of Life in Smart Cities: Towards Sustainable Development Goals, Journal of Cleaner Production, 253, 20.

24. Hussain, M., & Gao, Y. (2018). A review of demand response in an efficient smart grid environment. The Electricity Journal, 31(5), 55–63. https://doi.org/10.1016/J.TEJ. 2018.06.003.

25. Iddianozie, C. Palmes, P. (2020), Towards smart sustainable cities: Addressing semantic heterogeneity in building management systems using discriminative models. Sustain. Cities Soc. 2020, 62, 102367.

26. Iddianozie, C.; Palmes, P. (2020), Towards smart sustainable cities: Addressing semantic heterogeneity in building management systems using discriminative models. Sustain. Cities Soc. 62, 102367.

27. Kuzior, A.; Kuzior, P. (2020), The quadruple helix model as a smart city design principle. Virtual Econ.3, 39-57.

28. Liu, Z.; Chi, Z. Osmani, M.; Demian, P. (2021), Blockchain and Building Information Management (BIM) for sustainable building development within the context of smart cities. Sustainability 2021, 13, 2090.

29. Melillo. P & Pecchia, L. (2016). What is the appropriate sample size to run AHP in a survey based research? International Symposium on the Analytic Hierarchy Process. Vol, 4, pp. 1-12

30. Radziejowska, A., & Sobotka, B. (2021). Analysis of the Social Aspect of Smart Cities Development for the Example of Smart Sustainable Buildings. Energies, 14(14), 1-14, 4330. doi:10.3390/en14144330.

31. Sobotka, A.; Linczowski, K.; Radziejowska, A. (2021), Substitution of material solutions in the operating phase of a building. Appl. Sci.2021, 11, 2812.

32. To, W.-M., Lee, P. K. C., & Lam, K.-H. (2018). Building professionals' intention to use smart and sustainable building technologies-An empirical study. PLOS ONE, 13(8), e0201625. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201625.

33. Zhuang, H., Zhang, J., C. B., S., & Muthu, B. A. (2021). Sustainable Smart City Building Construction Methods. Sustainability, 12(12), 4947. doi:10.3390/su12124947.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی