

Research Paper



Investigation of the Components and Zoning of Urban Morphology based on Sustainable Development; Case Study: District one of Tabriz



Amin Hamidi ¹, Dariush Sattarzadeh^{2*}, Nima Valizadeh³, Lida Balilan Asl⁴



This paper is an open access and licenced under the CC BY NC licence.



DOI:10.22034/GP.2022.52249.3019

Reference to this article: Hamidi, A; Sattarzadeh, D; Valizadeh, N; Balilan asl, L. (2023). Investigation of the Components and Zoning of Urban Morphology based on Sustainable Development; Case Study: District one of Tabriz. *Geography and Planning*, 27(85): 39-55.

Keywords

Urban Morphology, Sustainable Development, Sustainable Urban Morphology, District One of Tabriz

Received: 2022/07/20

Accepted: 2022/09/03

Available: 2023/10/22

ABSTRACT

The aim of this research is to explain the indicators of urban morphology based on sustainable development and evaluate the level of sustainability of neighborhoods based on these indicators. The present research is of a research-applied type. The indicators used in the research are building age, building materials, building quality, fractal index, texture status index, sky view factor (SVF), proximity to the main street, proximity to public transportation, proximity to shopping centers, proximity to Education centers, Normalized difference vegetation index (NDVI), Land Surface Temperature (LST) and Land Use Mixing. The results determined that Gol Park, Valiasr 1, Valiasr 3, Baghmishe Ghadim 3 are the neighborhoods with sustainable morphology. Also, Golkar, Valiasr 2, Kalantar Koocheh, Sangi Pol 1 and 2, Baghmishe Ghadim 1 and 2, Bilanko 1 and 2 are the neighborhoods with semi-sustainable morphology. In addition, the neighborhoods of Shahid Beheshti, Mullah Zeinal 1 and 2, Idealo 1 and 2, Yousefabad 1 to 3, Ghoshtkhaneh seylab 1 to 3, Valiasr 4, Abbasi 1 and 2 are the neighborhoods with unsustainable morphology. The results showed that neighborhoods with high social and economic status are generally sustainable neighborhoods and neighborhoods with low social and economic status and informal settlements including Shahid Beheshti alley, Mullah Zinal 1 and 2, Ideolo 1 and 2, Yousefabad 1 to 3, Ghoshtkhaneh seylab is 1 to 3, they are unsustainable. The total number of people living in neighborhoods with sustainable, semi-sustainable, and unsustainable morphology is 46.544, 79.603, and 89.851, respectively. Based on the results, texture status index, NDVI, and proximity to public transportation with weights of 0.18335, 0.12975, and 0.11036, respectively, are three essential indicators in explaining urban morphology.

* Corresponding Author: Dariush Sattarzadeh

E-mail: dariush_sat@msn.com

1. Ph.D. Candidate, Tabriz International Campus, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
3. Assistant Professor, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.
4. Associate Professor, Faculty of Art and Architecture, Islamic Azad University, Tabriz, Iran.

Extended Abstract

Introduction

In recent decades, one of the basic pillars of sustainable development is to achieve sustainable urban development; But because cities have a complex system, their conditions are not always simple and changeable; Therefore, it is necessary to carefully evaluate from the perspective of sustainability and to investigate and identify the factors affecting sustainability. Accordingly, the morphology of the city is defined as a model of the spatial distribution of human activities in the city that has a significant impact on the sustainability of the built environment.

Methods and Material

The present study is descriptive-analytical research. Indices of urban morphology based on sustainable development were extracted from the previous studies. Then, a Delphi group consisting of 30 experts was formed and urban morphology indices were paired by a questionnaire of these 30 people. Questionnaires were pre-processed using Excel software. Urban morphology indices were prepared through remote sensing and GIS data. Relevant raster and vector calculations were performed in the ArcMap environment to prepare the data for weighting and merging layers. Using AHP model, the variables were weighted and the final map was obtained. The indicators used in the research are: building age, building materials, building quality, fractal index, texture status index, sky view factor (SVF), proximity to the main street, proximity to public transportation, proximity to shopping centers, proximity to Educational centers, Normalized difference vegetation index (NDVI), Land Surface Temperature (LST) and Land Use Mixing.

Results

Based on the results, it was determined that Gol Park, Valiasr 1, Valiasr 3, Baghmishe Ghadim 3 are the neighborhoods with sustainable morphology. Also, Golkar, Valiasr 2, Kalantar Koocheh, Sangi Pol 1 and 2, Baghmishe Ghadim 1 and 2, Bilanko 1 and 2 neighborhoods are the neighborhoods with semi-sustainable morphology. In addition, the neighborhoods of Shahid Beheshti, Mullah Zeinal 1 and 2, Idealo 1 and 2, Yousefabad 1 to 3, Ghoshtkhaneh seylab 1 to 3, Valiasr 4, Abbasi 1 and 2 are also the neighborhoods with unsustainable morphology. The results showed that neighborhoods with high social and economic status are generally sustainable neighborhoods and neighborhoods with low social and economic status and informal settlements including Shahid Beheshti alley, Mullah Zinal 1 and 2, Idealo 1 and 2, Yousefabad 1 to 3, Ghoshtkhaneh seylab 1 to 3, they are unsustainable. The total number of people living in neighborhoods with sustainable, semi-sustainable, and unsustainable morphology is 46.544, 79.603, and 89.851, respectively.

Conclusion

Based on the results, the texture status index, NDVI, and proximity to public transportation with weights of 0.18335, 0.12975, and 0.11036, respectively, are the three important indicators in explaining urban morphology. The total number of people living in neighborhoods with sustainable, semi-sustainable, and unsustainable morphology is 46.544, 79.603, and 89.851, respectively.

Keywords: Urban Morphology, Sustainable Development, Sustainable Urban Morphology, District One of Tabriz.

References

- Alipour, S. M. H., & Galal Ahmed, K. (2021). Assessing the effect of urban form on social sustainability: a proposed 'Integrated Measuring Tools Method' for urban neighborhoods in Dubai. *City, Territory and Architecture*, 8(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S40410-020-00129-4/TABLES/3>
- Aram, F., Higuera García, E., Solgi, E., & Mansournia, S. (2019). Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*, 5(4), e01339. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2019.E01339>

- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and Land Use/ Land Cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*, 23, 94–104. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2016.03.009>
- Cities alliance. (2006). Annual Report 2006.
- D'Acci, L. (Ed.). (2019). *The Mathematics of Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12381-9>
- Demetriou, Demetris. See Linda. Stillwell, John (2013) a Parcel Shape Index for Use in Land Consolidation Planning. *Transactions in GIS*, 861–882.
- Dirksen, Marieke & Ronda, R.J. & Theeuwes, Natalie & Pagani, G. (2019). Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies. *Urban Climate*, 30. [10.1016/j.uclim.2019.100498](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100498).
- Dixit K., M., H. Culp, C., Lavy, S. and Fernandez-Solis, J. (2014). "Recurrent embodied energy and its relationship with service life and life cycle energy: A review paper". *Facilities*, Vol. 32 No. 3/4, pp. 160-181. <https://doi.org/10.1108/F-06-2012-0041>
- Gao, Ya & Wang, Zhanyong & Liu, Chao & Peng, Zhong-Ren. (2019). Assessing neighborhood air pollution exposure and its relationship with the urban form. *Building and Environment*, 155, 15-24. [10.1016/j.buildenv.2018.12.044](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.044).
- Guo, Guanghui & Wu, Fengchang & Xie, Fazhi & Zhang, Ruiqing. (2012). Spatial distribution and pollution assessment of heavy metals in urban soils from southwest China. *Journal of environmental sciences (China)*, 24, 410-8. [10.1016/S1001-0742\(11\)60762-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60762-6).
- Jepson Jr, Edward. J. (2001). Sustainability and planning: Diverse concepts and close associations. *Journal of planning literature*, 15(4), 499-510.
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, Vol. 15, Page 445, 15(3), 445. <https://doi.org/10.3390/IJERPH15030445>
- Kropf, K. (2017). *The Handbook Of Urban Morphology*. *The Handbook Of Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1002/9781118747711>
- Lai, P. C., Chen, S., Low, C. T., Cerin, E., Stimson, R., & Wong, P. Y. P. (2018). Neighborhood Variation of Sustainable Urban Morphological Characteristics. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, Vol. 15, Page 465, 15(3), 465. <https://doi.org/10.3390/IJERPH15030465>
- Latha P.K. , Y. Darshana, Vidhya Venugopal. (2015). Role of building material in thermal comfort in tropical climates – A review. *Journal of Building Engineering*.
- Li, S., Wu, C., Lin, Y., Li, Z., & Du, Q. (2020). Urban Morphology Promotes Urban Vibrancy from the Spatiotemporal and Synergetic Perspectives: A Case Study Using Multisource Data in Shenzhen, China. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 4829, 12(12), 4829. <https://doi.org/10.3390/SU12124829>
- Li, T., Zhu, M., Yang, Z., Song, J., Dai, J., Yao, Y., Luo, W., Pastel, G., Yang, B., Hu, L. (2016). Wood Composite as an Energy Efficient Building Material: Guided Sunlight Transmittance and Effective Thermal Insulation. *Adv. Energy Mater.*, 6: 1601122. doi: [10.1002/aenm.201601122](https://doi.org/10.1002/aenm.201601122)
- Lou, J. , Xu, J. , & Wang, K. (2017). Study on Construction Quality Control of Urban Complex Project Based on BIM. *Procedia Engineering*, 174. doi: [10.1016/j.proeng.2017.01.215](https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.215)
- Lyu, T., Buccolieri, R., & Gao, Z. (2019). A Numerical Study on the Correlation between Sky View Factor and Summer Microclimate of Local Climate Zones. *Atmosphere*, 10(8), 438. doi:[10.3390/atmos10080438](https://doi.org/10.3390/atmos10080438)

- Manesh, S. V., & Tadi, M. (2012). A sustainable urban morphology for a greener city: Strategy applied for a sustainable oriented urban design. *International Journal of Architectonic, Spatial, and Environmental Design*, 6(2), 171–182. <https://doi.org/10.18848/2325-1662/CGP/V06I02/38334>
- Maretto, M., Gherri, B., Chiovitti, A., Pitanti, G., Scattino, F., & Boggio, N. (2020). Morphology and sustainability in the project of public spaces. *The Journal of Public Space*, 5(2), 23–44. <https://doi.org/10.32891/JPS.V5I2.1280>
- Mashhoodi, B. (2021). Environmental justice and surface temperature: Income, ethnic, gender, and age inequalities. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102810. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.102810>
- Mashhoodi, B., Stead, D., & van Timmeren, A. (2020). Land surface temperature and households' energy consumption: Who is affected and where? *Applied Geography*, 114, 102125. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2019.102125>
- Oliveira, V. (Ed.). (2018). *Teaching Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76126-8>
- Park, J., Kim, J. H., Lee, D. K., Park, C. Y., & Jeong, S. G. (2017). The influence of small green space type and structure at the street level on urban heat island mitigation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 203–212. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2016.12.005>
- Pierer, Carl & Creutzig, Felix. (2019). Star-shaped cities alleviate trade-off between climate change mitigation and adaptation. *Environmental Research Letters*, 14, 10.1088/1748-9326/ab2081.
- Purevtseren, M., Tsegmid, B., Indra, M., & Sugar, M. (2018). The Fractal Geometry of Urban Land Use: The Case of Ulaanbaatar City, Mongolia. *Land*, 7(2), 67. doi:10.3390/land7020067
- Sathre, R., & Gustavsson, L. (2007). Effects of energy and carbon taxes on building material competitiveness. *Energy and Buildings*, 39(4), 488–494. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.09.005>
- Smith, Claire, & Levermore, Geoff (2008). Designing urban spaces and buildings to improve sustainability and quality of life in a warmer world. *Energy Policy*, 36(12), 4558-4562.
- Svensson, M. (2004). Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. *Meteorological Applications*, 11(3), 201-211. doi:10.1017/S1350482704001288
- Tang, H. T., & Lee, Y. M. (2016). The making of sustainable urban development: A synthesis framework. *Sustainability*, 8(5), 492.
- Williams, K. (2001). The Royal Town Planning Institute, continuing professional development and planning for sustainable development. Paper presented at *Cities of the Future: The Role of Continuing Professional Development*.
- Yüksek, Izzet. (2015). The Evaluation of Building Materials in Terms of Energy Efficiency. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 59, 10.3311/PPci.7050.
- Zhang, Y., Murray, A. T., & Turner, B. L. (2017). Optimizing green space locations to reduce daytime and nighttime urban heat island effects in Phoenix, Arizona. *Landscape and Urban Planning*, 165, 162–171. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2017.04.009>.

مقاله پژوهشی



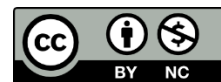
تبیین شاخص‌ها و پهنه‌بندی ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار؛ مطالعه موردی: منطقه یک شهر تبریز



امین حمیدی^۱، داریوش ستارزاده^{۲*}، نیما ولیزاده^۳، لیدا بلیان اصل^۴



این مقاله به صورت دسترسی باز و با لایسنس CC BY NC کپی‌رایت کاملاً قابل استفاده است.



ارجاع به این مقاله: حمیدی، امین؛ ستارزاده، داریوش؛ ولیزاده، نیما؛ بلیان اصل، لیدا. (۱۴۰۲). تبیین شاخص‌ها و پهنه‌بندی ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار؛ مطالعه موردی: منطقه یک شهر تبریز. *نشریه علمی جغرافیا و برنامه‌ریزی*، ۲۷ (۸۵): ۳۹-۵۵.

DOI:10.22034/GP.2022.52249.3019



چکیده

در ده‌های اخیر یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار، دستیابی به توسعه پایدار شهری است؛ اما از آنجایی که شهرها دارای سیستم پیچیده‌ای هستند، لذا شرایط آنها همیشه ساده و قابل تغییر نیست؛ بنابراین لازم است که از دیدگاه پایداری به‌دقت مورد ارزیابی قرار گیرند و عوامل مؤثر بر پایداری بررسی و شناسایی شود. هدف اصلی این پژوهش، تبیین شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار و ارزیابی سطح پایداری محلات بر اساس این شاخص‌ها می‌باشد. پژوهش حاضر از نوع پژوهشی - کاربردی می‌باشد. شاخص‌های مورد استفاده در پژوهش عبارت‌اند از: عمر بنا، مصالح عمده ساختمانی، کیفیت ابنیه، شاخص فرکتال، شاخص وضعیت بافت، ضریب دید به آسمان (SVF)، دسترسی به خیابان اصلی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به مراکز تجاری، دسترسی به کاربری آموزشی، شاخص تفاوت استاندارد شده پوشش گیاهی (NDVI)، دمای سطح زمین (LST) و اختلاط کاربری. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص گردید که محله‌های گل پارک، ولیعصر ۱، ولیعصر ۳، باغمیشه قدیم ۳ جزو محلات با ریخت‌شناسی پایدار می‌باشند. همچنین، محله‌های گلکار، ولیعصر ۲، کلانتر کوچه، پل سنگی ۱ و ۲، باغمیشه قدیم ۱ و ۲، بیلانکو ۱ و ۲ جزو محلات با ریخت‌شناسی نیمه پایدار می‌باشد. علاوه بر این، محله‌های کوی شهید بهشتی، ملا زینال ۱ و ۲، ایده‌لو ۱ و ۲، یوسف‌آباد ۱ تا ۳، سیلاب قوشتخانه ۱ تا ۳، ولیعصر ۴، عباسی ۱ و ۲ نیز جزو محلات با ریخت‌شناسی ناپایدار می‌باشند. مجموع افراد ساکن در محلات با ریخت‌شناسی پایدار، نیمه پایدار و ناپایدار به ترتیب ۴۶۵۴۴ نفر، ۷۹۶۰۳ نفر و ۸۹۸۵۱ نفر می‌باشد.

کلیدواژه‌ها

ریخت‌شناسی شهری، توسعه پایدار، ریخت‌شناسی شهری پایدار، منطقه یک تبریز

دریافت شده: ۱۴۰۱/۰۴/۲۹
پذیرفته شده: ۱۴۰۱/۰۶/۱۲
منتشر شده: ۱۴۰۲/۰۷/۳۰

* نویسنده مسئول: داریوش ستارزاده
dariussh_sat@msn.com

۱. دانشجوی دکتری، پردیس بین‌المللی واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۲. دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۳. استادیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
۴. دانشیار دانشکده هنر و معماری، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.

مقدمه

بررسی رشد شهرنشینی نشان‌دهنده این واقعیت است که جمعیت شهری در دنیا به سرعت در حال پیشرفت است طوری که در شروع قرن نوزدهم ۳ درصد از جمعیت دنیا در شهرها به سر می‌بردند این عدد در سال ۲۰۰۰ به ۴۸/۳ درصد رسیده و در ۲۰۲۵ به ۶۲/۵ درصد خواهد رسید (رفیعیان و همکاران، ۱۳۹۰: ۸۰). این رشد شتابان شهرنشینی و گسترش فعالیت‌های صنعتی، ظرفیت زیرساخت‌های شهری را کاهش و ضایعات زیست‌محیطی را افزایش داد. با تشدید فعالیت‌های آلوده‌کننده در دهه‌های ۵۰ و ۶۰ میلادی مجمع‌عمومی سازمان ملل متحد تصمیم به برگزاری کنفرانس بین‌المللی محیط‌زیست گرفت. به دنبال آن اولین کنفرانس جهانی در ژوئن ۱۹۷۲ برگزار شد که در آن وابستگی انسان به محیط‌زیست و کاهش آلودگی به‌عنوان رهیافت توسعه پایدار مطرح شد (زیاری، ۱۳۹۴: ۱۷). در کنفرانس جهانی محیط‌زیست و توسعه سازمان ملل (۱۹۸۷)، توسعه پایدار به‌عنوان فرایندی که بدون تخریب توانایی‌های نسل‌های آینده برای برآورده کردن نیازهایشان، نیازهای فعلی را برآورده سازد، تعریف شد (Kates, 2005: 10). هدف اصلی توسعه پایدار، تأمین نیازهای اساسی و ارتقای سطح زندگی همه، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و آینده‌ای امن‌تر و سعادتمندتر ذکر شده است. از دیگر اهداف توسعه پایدار می‌توان به کاهش اتلاف و پخش انرژی در محیط، کاهش تولید آلاینده‌ها، استفاده از مواد و مصالح قابل بازیافت به چرخه طبیعت و بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی و انرژی زمین‌گرمایی اشاره کرد (محمودی، ۱۳۹۲: ۳).

الگوهای توسعه شهری، منجر به برهم‌خوردن نظم زیست‌محیطی شده و بقایای نسل بشر و پایداری زندگی روی کره زمین را با تهدیدات جدی روبرو ساخته است (مثنوی، ۱۳۸۲: ۹۰). از دیدگاه برنامه‌ریزان شهری، یکی از راهبردهای دستیابی به توسعه پایدار و ارتقای کیفیت محیط‌زیست شهری، متعادل ساختن توزیع فضایی کاربری‌ها از طریق، شکل پایدار شهر است. بدون شک بحث از پایداری و توسعه پایدار شهری بدون توجه به شهرها و شهرنشینی بی‌معنی خواهد بود (قرخلو و حسینی، ۱۳۸۵: ۱۵۷). هرچند شهرها تنها درصد کمی از زمین را پوشش می‌دهند، آنها به‌شدت پرجمعیت هستند و حجم زیادی از فعالیت‌های اقتصادی را ایجاد می‌کنند. ناپایداری توسعه شهری یکی از مهم‌ترین چالش‌های هزاره سوم است (تقوایی و صفربادی، ۱۳۹۲: ۱). اغلب رویکردها در مورد پایداری شهری از شهر سبز تا شهر هوشمند دارای یک ایده اصلی و نهایی در دستیابی به حداکثر توسعه پایداری هستند (Tang & Lee, 2016: 4). در دهه‌های اخیر یکی از ارکان اساسی توسعه پایدار، دستیابی به توسعه پایدار شهری است؛ اما از آنجایی که شهرها دارای سیستم پیچیده‌ای هستند، لذا شرایط آنها همیشه ساده و قابل تغییر نیست؛ بنابراین لازم است که از دیدگاه پایداری به‌دقت مورد ارزیابی قرار گیرند و عوامل مؤثر بر پایداری بررسی و شناسایی شود. براین‌اساس، ریخت‌شناسی شهر به‌عنوان الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در شهر تعریف می‌گردد تأثیر بسزایی در پایداری محیط ساخته شده دارد. چرا که تقاضای سفر، جزیره حرارتی شهری و مصرف انرژی به نحوی متأثر از

ریخت‌شناسی و شکل شهری است. از این‌رو، لزوم واکاوی و تبیین شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار الزامی می‌نماید. چرا که دو مهم جزیره حرارتی و مصرف انرژی از مهم‌ترین تهدیدکننده‌های پایداری شهرها می‌باشد. توسعه شهر تبریز همانند سایر کلان‌شهرهای ایران ناشی از الگوهای غیربومی و انگاره‌های کالبدی وارداتی بوده است. بارزترین نمود الگوی غربی در شهرها را می‌توان در ساخت شهری یافت. الگوی بلندمرتبه‌سازی و تراکم‌های نسبتاً بالا آشکارترین این الگو است. از طرف دیگر، رشد سریع شهری و مهاجرت‌های روستا به شهری منجر به شکل‌گیری اقتصاد غیررسمی و سکونتگاه‌های غیررسمی گردیده است. این دو الگوی متفاوت در منطقه یک تبریز به‌وضوح قابل‌مشاهده می‌باشد. در این راستا، منطقه یک تبریز که از توسعه فیزیکی و اقتصادی شتابانی برخوردار بوده و دارای بافت‌های ریخت‌شناسانه متعددی همچون متراکم، کم‌تراکم، اسکان غیررسمی، بافت برنامه‌ریزی شده و بافت غیر برنامه‌ریزی شده با پایگاه‌های اجتماعی - اقتصادی بالا و پایین ساکنین می‌باشد، نمونه مطلوبی برای بررسی پایداری ریخت‌شناسانه شهری می‌باشد. از این‌رو منطقه یک تبریز به‌عنوان نمونه پژوهش انتخاب شده است. در این راستا، در مرحله اول شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری با تأکید بر توسعه پایدار از پیشینه پژوهش استخراج گردیده و سپس نقشه پهنه‌بندی وضعیت پایداری محلات توسط مدل AHP تهیه می‌گردد.

هدف اصلی این پژوهش، تبیین شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار و ارزیابی سطح پایداری محلات بر اساس این شاخص‌ها می‌باشد. در این راستا سؤال پژوهش نیز عبارت است از:

▪ کدام یک از محلات منطقه یک تبریز از نظر ریخت‌شناسی شهری پایدار در وضعیت پایدار قرار دارد؟

▪ چند نفر از ساکنین منطقه یک از نظر ریخت‌شناسی شهری در وضعیت ناپایدار زندگی می‌کنند؟

مقاله حاضر ضمن مرور گذرا بر ادبیات نظری شهر پایدار و با به‌کارگیری ابعاد مختلف ریخت‌شناسی شهری با استفاده از تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره به تحلیل فضایی شاخص‌های شهر پایدار در مقیاس محلی در منطقه یک تبریز می‌پردازد. در پایان نیز به حوضه بندی محلات همگن به لحاظ برخورداری از شاخص‌های پایداری در منطقه یک به‌صورت نقشه نمایش داده شده است.

پیشینه پژوهش

جدول شماره ۱. پیشینه پژوهش

ردیف	موضوع	نویسندگان	چارچوب نظری	مدل یا روش تحقیق	نتیجه
۱	تحلیل پایداری محلات شهری بر مبنای شاخص‌های توسعه پایدار (نمونه موردی شهر مهاباد)	بروزن و همکاران (۱۳۹۶)	شاخص اصلی «کالبدی، اجتماعی - فرهنگی، اقتصادی، خدماتی، زیست‌محیطی» و ۴۴ شاخص فرعی	مدل کمی و تائیس و وزن‌های آنتروپی شانون اقدام به رتبه‌بندی محلات	مدل تحلیل خوشه‌ای در سه سطح پایدار و نیمه پایدار و ناپایدار دسته‌بندی شده

۲	ارزیابی توان اکولوژیک شهر همدان به‌منظور توسعه پایدار شهری با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی	نگاهداری و شمس (۱۳۹۸)	معیارهای فاصله از آب‌های جاری سطحی (رودخانه‌ها)، دسترسی به راه‌های اصلی، فاصله از گسل‌های اصلی و فرعی، نزدیکی به توسعه فیزیکی فعلی شهر، نوع کاربری اراضی، مشخصات زمین‌شناسی، جنس خاک، شیب، ارتفاع، جهت شیب و پارامترهای اقلیمی (شرایط آب‌وهوا)	مدل تحلیلی بر پایه سیستم اطلاعات مکانی و فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی استفاده شد. با تلفیق معیارها در محیط نرم‌افزار ArcGIS، نقشه توسعه شهری شهرستان همدان	نقشه توسعه شهری شهرستان همدان در چهار کلاس بسیار مناسب، مناسب، نامناسب و بسیار نامناسب تولید شد
۳	عوامل تأثیرگذار در توسعه پایدار اجتماعی شهر اراک	قهیبه‌یی و همکاران (۱۳۹۸)	تعداد شاخص موردنظر نظرات ۵۰ نفر خبره را جمع‌آوری کرده‌ایم و سپس شاخص‌های اولیه موجود در پایداری اجتماعی را به شکل کلی طراحی کرده‌ایم.	با استفاده از فن تکنیک عاملی و آزمون بارلت و KMO به تعیین این شاخص‌ها رسیده‌ایم	پنج عامل امنیت اجتماعی و رفاه اجتماعی و نیز حس تعلق مکان و انسجام و مشارکت و عدالت اجتماعی در حدود ۷۸ درصد پاسخ‌گوی سوالات بوده
۴	گونه‌شناسی فرم شهر و ساختار فضایی پایدار؛ با نظری بر کلان‌شهر تهران	قرائی و همکاران (۱۳۹۹)	از روش پژوهش استقرایی و بهره‌گیری از مدل خوشه‌بندی K-means در نرم‌افزار Python و همچنین استفاده از نرم‌افزار GIS جهت تحلیل داده‌های مکانی و پرسش‌نامه ساکنین برای شاخص‌های کیفی	از روش پژوهش استقرایی و بهره‌گیری از مدل خوشه‌بندی K-means در نرم‌افزار Python و همچنین استفاده از نرم‌افزار GIS جهت تحلیل داده‌های مکانی و پرسش‌نامه ساکنین برای شاخص‌های کیفی	مؤلفه‌ها و شاخص‌های فرم و ساختار فضایی شهری را در سه مقیاس کلان، میانی و خرد طبقه‌بندی نمود
۵	ارزیابی شاخص‌های کالبدی مسکن با رویکرد توسعه پایدار (مطالعه موردی: مناطق ۲ و ۴ شهر تبریز)	قربانی و همکاران (۱۳۹۷)	رویکرد توصیفی تحلیلی باهدف ارزیابی شاخص‌های کالبدی مسکن	مدل AHP فازی در نرم‌افزار GIS، اقدام به ارزیابی هرکدام از معیارهای پایداری کالبدی به‌صورت	مساکن منطقه ۲ شهر تبریز از سطوح پایداری کالبدی بالاتری نسبت به منطقه ۴ برخوردار است.

۶	ریخت‌شناسی شهری، سرزندگی شهری را از دیدگاه مکانی - زمانی و هم‌افزایی ارتقا می‌دهد: مطالعه موردی با استفاده از داده‌های چند منبعی در <u>شترن، چین</u>	Li et al., 2006	چهار عنصر (جاده، بلوک، ساختمان، نقطه موردنظر) تجزیه می‌شود	مدل رگرسیون وزن‌دار جغرافیایی و زمانی ابتدا برای تعیین اثر مکانی - زمانی معیارهای ریخت‌شناسانه بر سرزندگی استفاده شد و سپس آشکارساز جغرافیایی از منظر ناهمگنی طبقه‌بندی‌شده فضایی برای آشکار کردن اثرات هم‌افزایی استفاده شد	انفرادی گردید. با تشکیل ماتریس مقایسه زوجی، وزن هرکدام از معیارها به دست آمد. در محیط GIS نقشه پایداری کالبدی مسکن دو منطقه مذکور به دست آمد.
۷	ارزیابی تأثیر شکل شهری بر اجتماعی: یک «روش» ابزارهای اندازه‌گیری یکپارچه» پیشنهادی برای محله‌های شهری در <u>دیپ</u>	Alipour & Galal Ahmed, 2021	تراکم، کاربری زمین، گزینه‌های دسترسی، شبکه‌های دسترسی، چیدمان خیابان‌ها، ایمنی و کیفیت زیبایی‌شناختی محیط ساخته شده	افزایش تراکم با توسعه میان‌افزا، بازتعریف کاربری زمین برای دستیابی به تنوع در انواع مسکن، بهبود یکپارچگی فضایی شبکه‌های دسترسی هم‌زمان با مهار حرکت خودروهای شخصی	یک سناریوی توسعه مجدد پایداری اجتماعی در مقایسه با محله خروجی که از IMTM استفاده می‌کند، به طور قابل توجهی به اصول پایداری اجتماعی دست می‌یابد
۸	تنوع همسایگی ویژگی‌های ریخت‌شناسانه پایدار شهری، ۸۹، محله <u>هنگ کنگ</u>	Lai et al., 2018	ابزارهای کمی برای درک ویژگی‌های ریخت‌شناسانه شهری، الگوهای خیابان، حجم ساختمان،	شواهد تجربی را در مورد برخی از ویژگی‌های ریخت‌شناسانه ارائه می‌کند که می‌توانند به طور عینی با	معیارهای قابل‌اندازه‌گیری شکل فیزیکی را با زندگی شهری پایدار مرتبط می‌کند

مفهوم و اندیشه توسعه پایدار ابتدا در حمایت از برنامه‌های اکولوژیک مانند راهبرد حفاظت از جهان «اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت» مطرح شد. این راهبرد، عوامل اصلی تخریب سکونتگاه‌های طبیعی را شامل فقر، ازدیاد و فشار جمعیت، نابرابری اجتماعی و شرایط دادوستد دانست (نوابخش و اقبالی، ۱۳۸۶: ۳). مفهوم امروزی توسعه پایدار، ریشه در تفکرات جنبش‌های زیست‌محیطی قرن اخیر دارد. این مفهوم، برای اولین بار در اواسط دهه ۱۹۷۰ به خانم باربارا وارد نسبت‌داده شده است. قبل از دهه ۱۹۷۰ شوماخر، پایداری را در مفهوم ساختارهای اقتصادی و منابع تجدیدشونده و تولیدات و خدمات به کار برد (شوماخر، ۱۳۷۸: ۳۱). باین حال، می‌توان گفت واژه توسعه پایدار برای اولین بار به طور رسمی توسط برانت لند در سال ۱۹۸۷ در گزارش «آینده مشترک ما» مطرح گردید (زیاری، ۱۳۸۰: ۱۷). در این گزارش توسعه پایدار توسعه‌ای تعریف شده است که نیازهای زمان حال را بدون به مخاطره انداختن قابلیت‌ها و پتانسیل‌ها برای نسل آینده برآورده سازد (Kates, 2005: 10). این کمیسیون همچنین هدف از توسعه پایدار را کاهش فقط مطلق مردم فقیر جهان، تأمین معیشت، به حداقل رساندن منابع و تخریب محیط‌زیست، اختلال فرهنگی و بی‌ثباتی اجتماعی اعلام می‌کند (Awosusi, 2013: 22). رویکرد برانت لند منابع محور بوده و این به دلیل روند رو به افزایش دمای کره زمین می‌باشد که به طور فزاینده‌ای در ارتباط با صنایع ساخت قرار می‌گیرد و به‌عنوان مسئله‌ای از طراحی با مصرف انرژی پایین درک و تفسیر می‌شود (اداردز و تورنت، ۲۰۱۴: ۳۰). هدف اصلی توسعه پایدار، تأمین نیازهای اساسی و ارتقای سطح زندگی همه، حفظ و اداره بهتر اکوسیستم‌ها و آینده‌ای امن تر و سعادتمندتر ذکر شده است. از دیگر اهداف توسعه پایدار می‌توان به کاهش اتلاف و پخش انرژی در محیط، کاهش تولید آلاینده‌ها، استفاده از مواد و مصالح قابل بازیافت به چرخه طبیعت و بهره‌گیری از منابع انرژی تجدیدپذیر مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی و انرژی زمین گرمایی اشاره کرد (محمودی، ۱۳۹۲: ۳).

یکی از نظریات مطرح در سال‌های اخیر جهت حل مشکل شهرها، توسعه پایدار می‌باشد که تأکید آن پاسخگویی به نیازهای جوامع انسانی در حد ظرفیت‌های محیط و بدون کاهش سرمایه‌های طبیعی برای نسل‌های آینده است. می‌توان پایدار را فرایندی محلی، مشارکتی و به دنبال تعادل دانست که در یک ناحیه زیست‌محیطی وارد عمل شده و مشکلی را برای محدوده فراتر از خود و برای نسل‌های آینده به وجود نمی‌آورد (Williams, 2001: 293). به‌طور کلی، مطرح‌شدن توسعه پایدار به‌عنوان شعار اصلی هزاره سوم نیز ناشی از تأثیرات شهرها بر گستره زیست‌کره و ابعاد مختلف زندگی انسانی است. بدون شک، بحث از پایداری و توسعه پایدار بدون توجه به شهرها و شهرنشینی بی‌معنا خواهد بود. شهرها به‌عنوان عامل اصلی ایجادکننده ناپایداری در جهان به شمار می‌روند و در واقع، پایداری شهری و پایداری جهانی هر دو مفهومی واحد هستند (حسین زاده دلیر و همکاران، ۱۳۸۸: ۲). شهرها با وجود اینکه تنها ۲ درصد سطح زمین را اشغال کرده‌اند، ساکنان آنها ۷۵ درصد منابع طبیعی سیاره زمین را مصرف می‌کنند و ۸۰ درصد دی‌اکسیدکربن جهانی در شهرها تولید می‌شود (Cities alliance, 2006: 8). توسعه پایدار شهری دارای ابعاد گسترده و پیچیده است. بهترین

	کاربری‌های زمین و فضای سبز	استفاده از فناوری‌های مدرن زمین فضایی تخمین زده شوند			
۹	ریخت‌شناسی شهری پایدار برای یک شهر سبزتر: استراتژی اعمال شده برای طراحی شهری پایدار	Manesh & Tadi, 2012	برخی از اصول طراحی جدید، رابطه‌ای بین صرفه‌جویی در انرژی، توسعه حمل‌ونقل عمومی، سیاست‌های زیست‌محیطی و معاصر شهری برقرار کنند	ریخت‌شناسی شهری را حجم شهر، فضای باز، کاربری اراضی و شبکه حمل‌ونقل جدید برای دستیابی به توسعه پایدار مرتبط معرفی گردیده است	
۱۰	ریخت‌شناسی و پایداری در پروژه فضاهای عمومی	Maretto et al., 2020	پایداری اقتصادی و مالی، طراحی فضاهای زندگی و آگاهانه و محترمانه از نظر هویتی، کارآمد	استفاده مشترک از ریخت‌شناسی شهری همراه با تجزیه و تحلیل دقیق محیطی توسط نقشه‌های محیطی GIS و کنترل پارامتری هزینه انتخاب‌های طراحی برای توسعه پایدار	

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که از بین پژوهش‌های صورت‌گرفته در داخل کشور توجه چندانی به بعد کالبدی و به طور اخص به ریخت‌شناسی شهری پایدار توجه نشده است. عموم پژوهش‌ها به ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیطی توسعه پایدار معطوف بوده است. بر خلاف پژوهش‌های داخلی، در پژوهش‌های خارجی به رابطه ریخت‌شناسی شهری و پایداری توجه شده است. به‌طوری که تأثیر آن در راستای شهر سبز و شهر پایدار مطالعه گردیده است. این پژوهش جهت پرکردن این خلا و شاخص‌سازی ریخت‌شناسی شهری پایدار طراحی و تدوین شده است. متغیرهای ریخت‌شناسانه توسعه پایدار از پژوهش‌های مذکور و پژوهش‌های به‌روز در این زمینه استخراج شده است. متغیرهای مورد استفاده به‌صورت مجزا و پراکنده در پژوهش‌های پیشین وجود دارد که در این پژوهش ابتدا متغیرها لیست بندی شده و سپس پرفراوانی‌ترین آنها به‌صورت توأمان به کار گرفته شده است. همچنین، این پژوهش هم‌راستا با پژوهش‌های قرائی و همکاران (۱۳۹۶)، قربانی و همکاران (۱۳۹۷)، لی و همکاران (۲۰۲۰) و علی پور و جلال احمد (۲۰۲۱) می‌باشد.

ابعادی که باید در تکوین این پدیده شهرسازی مورد توجه قرار بگیرند، عبارت‌اند از: ابعاد اقتصادی، ابعاد اجتماعی، ابعاد فیزیکی - بیولوژیکی (زیست‌محیطی)، ابعاد کالبدی (معصومی اشکوری، ۱۳۷۹: ۱۳۸). در داخل هر کدام از ابعاد اصلی نیز امکان تقسیم ابعاد ریزتر وجود دارد که در مرحله عملیاتی کردن این ضرورت بیش‌ازپیش احساس می‌گردد. جدول شماره ۲، ابعاد و زیر ابعاد توسعه پایدار را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲. ابعاد و زیر ابعاد توسعه پایدار

ابعاد توسعه پایدار	زیر ابعاد توسعه پایدار
ابعاد فیزیکی - بیولوژیکی (زیست‌محیطی)	برآورده کردن نیازهای اساسی انسان برای هوا و آب سالم حفظ منابع آب، زمین، انرژی و منابع تجدیدناپذیر حداکثر بازیافت ممکن و استفاده مجدد و چرخه دوباره مواد زاید
ابعاد اجتماعی - فرهنگی	محور بودن انسان و نیازهای او خدمات بهداشتی کافی، مسکن امن و سالم باکیفیت بالا برای تمام اعضای جامعه حفظ مکان عاری از جنایت و تجاوز ایجاد حس تعلق، حس مکانی حفظ و ارتقای عمومی و منابع تاریخی
ابعاد اقتصادی	سرمایه‌گذاری مجدد منابع در اقتصاد محلی حداکثر مالکیت محلی فرصت‌های اقتصادی مهم برای همه شهروندان
ابعاد کالبدی	دستیابی به الگوی مطلوب دسترسی‌ها دستیابی به الگوی مطلوب در نظام استقرار کاربری‌ها دستیابی به الگوی مطلوب در توزیع تراکم دستیابی به الگو و فرم مطلوب در فضای شهری

مأخذ: رحیمی، ۱۳۸۸: ۴۷

شهر به‌عنوان یک واحد اکولوژی رابطه دقیق میان انسان و محیط را در خود نهفته دارد (زاکس، ۱۳۷۵: ۹). نگرانی‌های بشر در زمینه محیط‌زیست در ابعاد ملی، منطقه‌ای و جهانی هنگامی مشهود گردید که با توسعه صنعتی و استفاده از منابع معدود تجدیدپذیر و غیرقابل تجدید رو به فزونی نهاد (حاتمی نژاد و دیگران، ۱۳۹۱: ۴). پایداری زیست‌محیطی یا اکولوژیکی به معنی حفظ منابع پایه و انواع مرتبط در سطوحی که اختیارات آینده را سلب نکند و حفظ یا ارتقای ظرفیت، کیفیت و انعطاف اکوسیستم است (Jepson & Edward, 2001: 218). نتیجتاً اصول و بنیان‌های توسعه پایدار در بعد زیست‌محیطی بر ۳ مفهوم انرژی (Energy)، محیط (Environment) و بوم‌شناسی (Ecology) استوار است (ثقه الاسلامی، ۱۳۸۵: ۱۵).

یکی از موضوعاتی که در خصوص ارتباط بین برنامه‌ریزی شهری و محیط‌زیست مطرح است، شکل یا فرم یک شهر است. اگرچه پایداری شهری تنها به فرم بستگی ندارد و به تغییرات عمده‌ای در رفتارها و نگرش‌ها نیاز دارد، باین‌وجود انتظارات مربوط به اثرات بارز شکل شهری بر پایداری آن بسیار زیاد است. فرم‌های شهری را می‌توان به دو گروه اصلی شهر پراکنده به

معنای تراکم کم و شهر متراکم به مفهوم افزایش و تشدید کاربری‌های شهری تقسیم نمود. طی دهه‌های گذشته تلاش‌های زیادی برای پاسخ‌گویی به چالش‌های پیش‌آمده در جهت تغییر به‌سوی شهرهای پایدار صورت گرفته است. توجه اصلی این تحقیقات بیشتر به گسترش مفهوم شهر متمرکز بوده است (زنگنه، ۱۳۹۴: ۷۳). «مورفولوژی» از پسوند «logy»، از یونانی باستان $\lambda\omicron\upsilon\gamma\iota\alpha$ به معنای «مطالعه» و $morph\acute{e}$ به معنای «شکل»، ساخته شده است. ریخت‌شناسی ذاتاً شامل یک مؤلفه کمی است، از این‌رو ریخت‌شناسی شهری مطالعه فرم شهری است. ریخت‌شناسی شهری اندازه، شکل و ساختار فیزیکی سکونتگاه‌های شهری را نشان می‌دهد. انجمن برنامه‌ریزی آمریکا ریخت‌شناسی شهری را درک «ساختار و ویژگی فضایی یک منطقه شهری با بررسی الگوهای آن و روند توسعه آن» می‌داند (Kropf, 2017: 9). به‌طور کلی، ریخت‌شناسی شهری به محیط شهری یا ترکیب کل بافت یک شهر اشاره می‌کند. به طور خاص‌تر، ریخت‌شناسی شهری بر ساختار و چیدمان خیابان‌ها، بلوک‌ها، قطعه‌ها و ساختمان‌ها تمرکز دارد. از این‌رو، عناصر تشکیل‌دهنده ریخت‌شناسی شهری درهم‌تنیده و مرتبط هستند. خیابان‌ها، چارچوب فضای شهری را تشکیل می‌دهند و شهر را به بلوک‌های بزرگ و کوچک تقسیم می‌کنند. بلوک‌ها نیز مجموعه‌ای از اشکال و عملکردهای مختلف را پیکربندی می‌کنند. زمین‌ها، ساختمان‌ها با کاربری‌هایی همچون تجاری، اداری، آموزشی و مسکونی و فضاهای باز همچون میادین، پارک‌ها، محوطه‌ها را در همه سنین و کاربری‌ها ترتیب می‌دهند. خیابان‌ها، بلوک‌ها، قطعه‌ها و ساختمان‌ها که به شیوه‌ای خاص ادغام شده‌اند و الگوهای متنوع و مختلفی را در هر منطقه در شهر تشکیل داده‌اند، که همان ریخت‌شناسی شهری هستند (Li et al., 2020: 4). واضح است که پایداری شهری تنها به شکل وابسته نیست. تغییرات بزرگ در رفتار و نگرش نیز موردنیاز است. باین‌وجود، انتظارات در مورد میزان تأثیر فرم شهری بر پایداری بالا است. تخمین زده شده است که ۷۰ درصد انرژی تحویلی تحت‌تأثیر برنامه‌ریزی کاربری زمین قرار دارد (Oliveira, 2018: 8-25).

امروزه باتوجه‌به ویژگی‌های شهرنشینی و لزوم پایداری توسعه، تحلیل پایداری شهرها در ایران برای نیل به توسعه پایدار امری کلیدی است. در این‌بین محله به‌عنوان هسته اصلی توسعه شهری از نظام رسمی برنامه‌ریزی فضایی به‌دور مانده و محلاتی شکل گرفته‌اند که به لحاظ رعایت اصول و قواعد با اهداف توسعه پایدار شهری در تضاد قرار گرفته‌اند. پژوهشگران در بررسی‌های خود اقدام به سطح‌بندی محلات شهری به سه دسته پایدار، نیمه پایدار و ناپایدار نمودند. این دسته‌بندی بر اساس متغیرهای مورد استفاده آنها صورت پذیرفته است. به‌طوری که متغیرهای مربوط به پایداری را مشخص نموده و سپس اقدام به ارزیابی وضعیت آنها در محلات مورد مطالعه نموده‌اند. پژوهش‌های متعددی در بوشهر، میبد، مهاباد، اردبیل و سایر شهرهای کشور صورت گرفته و محلات مورد مطالعه بر اساس متغیرهای توسعه پایدار به سه سطح پایدار، نیمه پایدار و ناپایدار خوشه‌بندی گردیدند (پرویز و همکاران، ۱۳۹۶؛ قدیری و ممسنی، ۱۳۹۳؛ محمدی و پاشازاده، ۱۳۹۳؛ سربابی و علیزاده شورکی، ۱۳۹۴).

تعریف مفهومی متغیرها

عمر بنا

به طوری که هرچقدر مسکن و محله نوساز باشد در برابر بلایای طبیعی مقاوم است و آلودگی کمتری تولید می‌کند و انرژی کمتری مصرف می‌نماید (مشایخی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Guo, 2012؛ حاجی‌پور و فروزان، ۱۳۹۳؛ Dixit et al., 2014).

مصالح عمده ساختمانی

مصالح ساختمانی کارآمد از نظر انرژی به برداشت مؤثر در نور روز و عایق حرارتی برای کاهش مصرف برق و هزینه تهویه نیاز دارند. در این راستا استفاده از مصالح بومی و یا فناوری‌های نوین در این امر می‌تواند کمک‌کننده باشد (Yüksek, 2015؛ Li et al., 2016؛ Latha, 2015؛ Sathre & Gustavsson, 2007).

کیفیت ابنیه

معمولاً رابطه نزدیکی بین مصالح به کاررفته در یک ساختمان و کیفیت آن وجود دارد. مصالح در صورتی که متناسب شرایط آب‌وهوایی و کیفیت شیمیایی آب‌و خاک نباشد، سریع فرسوده می‌شود و راندمان انرژی بیشتری خواهد داشت. (حاجی‌پور و فروزان، ۱۳۹۳؛ وارثی و مهام، ۱۳۹۱؛ Smith & Levermore, 2008؛ Lou et al., 2017).

انتظام شکل قطعات زمین (فرکتال)

جهت تشخیص شکل قطعات زمین یا به عبارتی میزان منظم بودن قطعات از بعد فراکتال^۱ استفاده شده است (میرکتولی، ۱۳۹۳: ۶۰؛ Purevtseren et al., 2018). هرچقدر شکل قطعه نامنظم باشد از نظر نحوه طراحی، فرم، برخورداری از نور، تهویه مناسب و سایر عوامل با مشکل مواجه می‌گردد که این امر سبب شکل‌گیری خانه‌هایی با کیفیت پایین از لحاظ زیست‌پذیری می‌گردد (کوشش وطن، ۱۳۹۷: ۳۷).

$$FD = \frac{2 \ln p_i}{\ln a_i}$$

در فرمول فوق a_i برابر با مساحت و p_i برابر با محیط شکل می‌باشد (Demetriou et al., 2013: 846). بر این اساس، درجه کاملاً نامطلوب با میزان شاخص ۱/۰۵ به بالا، نامطلوب ۱/۰۴۹ الی ۱/۰۴، متوسط ۱/۰۳۹ الی ۱/۰۳، مطلوب ۱/۰۲۹ الی ۱/۰۲ و کاملاً مطلوب ۱/۰۱۹ الی ۱ تعریف می‌گردد (کوشش وطن، ۱۳۹۷: ۳۷).

شاخص وضعیت بافت

هر نوع بافت شهری، منجر به میکرو اقلیم‌های متفاوتی می‌گردد. بافت ریزدانه، پیوسته باعث افزایش آسایش حرارتی، حبس هوا، افزایش آلودگی هوا، افزایش نیاز به انرژی جهت سرمایش و تهویه می‌گردد. در عوض این بافت باعث کاهش دسترسی و تقاضای سفر می‌شود. علاوه بر این، این بافت آسیب‌پذیری کمتر و کارایی بیشتری بعد از وقوع سانحه و بلایای طبیعی

¹ Fractal Dimension

دارد. بافت درشت‌دانه، ناپیوسته باعث تهویه مطلوب هوا، آسایش حرارتی مناسب و کاهش انرژی برای سرمایش و تهویه می‌گردد. در عوض باعث افزایش تولید سفر و کاهش دسترسی می‌گردد. علاوه بر این، این بافت آسیب‌پذیری بیشتر و کارایی کمتری بعد از وقوع سانحه و بلایای طبیعی دارد (Pierer & Felix, 2019؛ وارثی و مهام، ۱۳۹۱). بافت ریزدانه به معنای کوچک بدون قطعات و ابعاد املاک است. بر اساس تعریف، بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد پلاک‌های آنها مساحت کمتر از ۲۰۰ متر داشته باشد؛ بافت ریزدانه تعریف می‌گردد (درویدی و خوشاب، ۱۳۹۳: ۲).

ضریب دید به آسمان

SVF یا ضریب دید به آسمان، پارامتری در اقلیم‌شناسی شهری است که نشان‌دهنده میزان آسمان مشاهده شده از نقطه‌ای بر روی زمین است. ضریب دید به آسمان به طور مستقیم بر روی میانگین دمای تابشی، دمای کروی، سرعت جابه‌جایی هوا، آسایش حرارتی و جزایر حرارتی شهری اثرگذار است (Svensson, 2004؛ Dirksen et al., 2019؛ Lyu et al., 2019).

دسترسی‌ها

دسترسی به خیابان اصلی، دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، دسترسی به مراکز تجاری، دسترسی به مدرسه از متغیرهای ریخت‌شناسی شهری مؤثر در تقاضای سفر شناخته می‌شود. تقاضای سفر با آلودگی هوا در ارتباط می‌باشد؛ بنابراین هرچقدر سفر کمتری تولید شود، آلودگی کمتری نیز تولید می‌گردد (Gao et al., 2019).

شاخص تفاوت استاندارد شده پوشش گیاهی (NDVI)

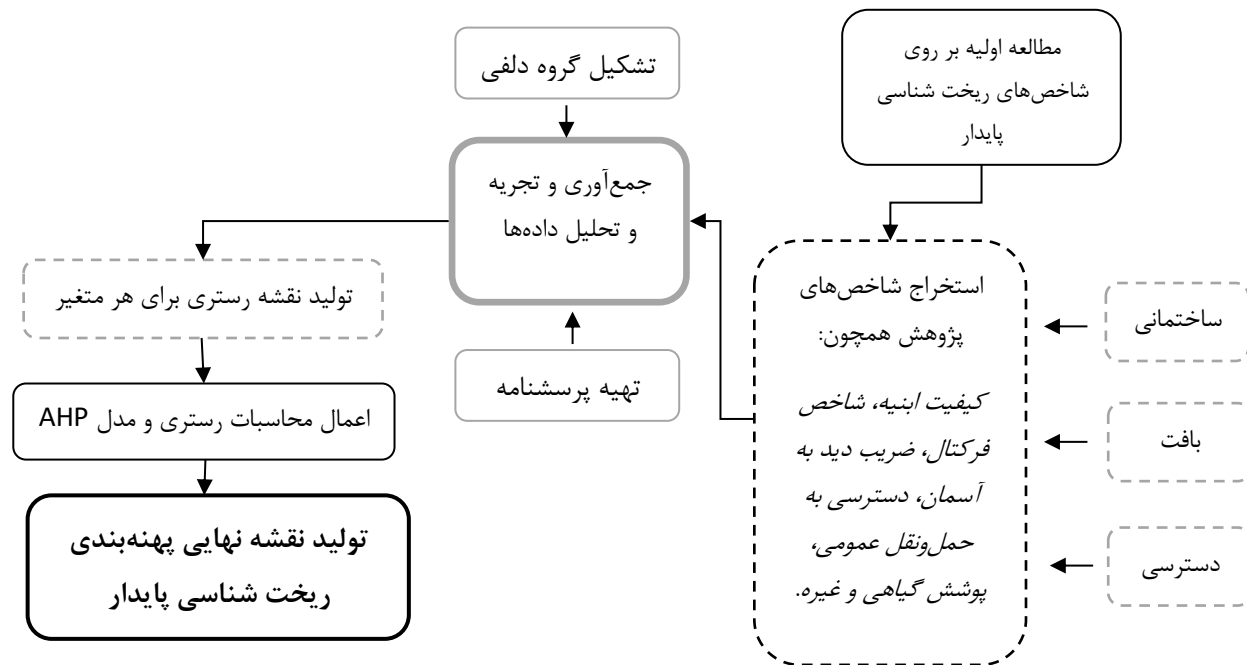
نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که پوشش گیاهی و فضای سبز شهری به طور معنی‌داری در کیفیت زندگی، سلامت شهروندان، کاهش اثرات جزایر حرارتی، خنک‌کنندگی هوا، آسایش حرارتی روزانه و شبانه تأثیر دارد (Aram et al., 2019؛ Kondo et al., 2018؛ Park et al., 2017؛ Zhang et al., 2017).

دمای سطح زمین (LST)

دمای شدید سطح زمین (LST) به طور قابل توجهی بر ناراحتی حرارتی ساکنان تأثیر می‌گذارد و می‌تواند در فصول گرم زندگی را تهدید کند. همچنین، دمای سطح زمین (LST) بر مصرف انرژی خانگی تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، جزایر حرارتی نیز منطبق بر دمای سطح زمین می‌باشد (Mashhoodi et al., 2021؛ Bokaie et al., 2016).

اختلاط کاربری

از مزایای چشمگیر نزدیک ساختن کانون‌های فعالیت به یکدیگر یعنی اختلاط کاربری‌های زمین، کاهش حجم تقاضای سفر است که در چارچوب اهداف توسعه پایدار شهری قرار دارد (خاکساری و همکاران، ۱۳۹۷: ۲).



شکل شماره ۱. مدل مفهومی پژوهش
 مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

مدل AHP متغیرها وزن‌دهی و نقشه نهایی به دست آمد. جدول شماره ۳، متغیرهای پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۳. متغیرهای پژوهش

دسترسی	بافت	ساختمانی
دسترسی به خیابان اصلی	ضریب دید به آسمان	عمر بنا
دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	شاخص وضعیت بافت	مصالح عمده ساختمانی
دسترسی به مراکز تجاری	اختلاط کاربری	کیفیت ابنیه
دسترسی به کاربری آموزشی	شاخص تفاوت استاندارد شده پوشش گیاهی دمای سطح زمین	شاخص فرکتال

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

محدوده مورد مطالعه

منطقه ۱ تبریز هفتمین منطقه در بین ۱۰ منطقه شهری تبریز به لحاظ مساحت ۱۵۶۳ هکتاری آن می‌باشد در مجاورت با مناطق ۱۰، ۸، ۵ و ۲ قرار گرفته است. از لحاظ موقعیت قرارگیری نیز حدوداً در شمال تبریز واقع

روش

پژوهش حاضر از نوع پژوهش‌های کاربردی بوده و به لحاظ روش توصیفی - تحلیلی می‌باشد. شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری هم‌راستا با توسعه پایدار به صورت کتابخانه‌ای از پیشینه پژوهش استخراج گردید. از آنجایی که مدل به کار گرفته شده، مدل AHP می‌باشد یک پرسش‌نامه نیز در این راستا تدوین گردید. جامعه آماری پژوهش حاضر متخصصین در مسائل برنامه‌ریزی شهری می‌باشد. از این رو، یک گروه دلفی متشکل از اعضای هیئت‌علمی، فارغ‌التحصیلان دکتری و کارمندان شهرداری با حداقل مدرک کارشناسی ارشد جهت پرکردن پرسش‌نامه تشکیل شد. در تکنیک دلفی تعداد شرکت‌کنندگان معمولاً کمتر از ۵۰ نفر و اکثراً ۱۵ تا ۲۰ نفر بوده است. از آنجایی که در این تکنیک ۳۰ نفر برای ارائه اطلاعات کافی است و با افزایش آنها پاسخ‌ها تکراری شده و اطلاعات جدیدی اضافه نمی‌شود؛ یک گروه دلفی متشکل از ۳۰ نفر متخصص تشکیل گردید و شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری توسط پرسش‌نامه از این ۳۰ نفر، مقایسه زوجی گردید. پیش‌پردازش پرسش‌نامه‌ها توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت. شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری از طریق داده‌های سنجش‌ازدور و GIS آماده‌سازی و تهیه شدند. محاسبات رستری و وکتوری مربوط در محیط ArcMap صورت پذیرفت تا داده‌ها برای وزن‌دهی و تلفیق لایه‌ها آماده شوند. با استفاده از

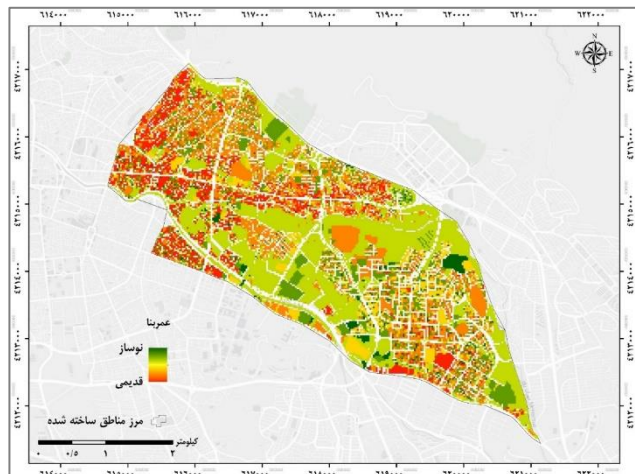
جدول شماره ۴. مساحت و سرانه کاربری‌های کلان منطقه یک

کاربری	مساحت (هکتار)	سرانه (مترمربع)		درصد
		میانگین منطقه	میانگین شهر	
مسکونی	۵۹۶	۲۸/۲	۲۹/۵	۱۸/۴
خدماتی	۲۷۰	۱۲/۸	۲۶/۱	۱۶/۴
شبکه معاور	۳۷۳/۴	۱۷/۷	۲۴	۱۵
سایر	۳۲۳/۵	۱۵/۳	۸۰/۱	۵۰/۲
جمع	۱۵۶۳	۷۴	۱۵۹/۷	۱۰۰

مأخذ: نقش محیط، ۱۳۹۰: ۶۰۰

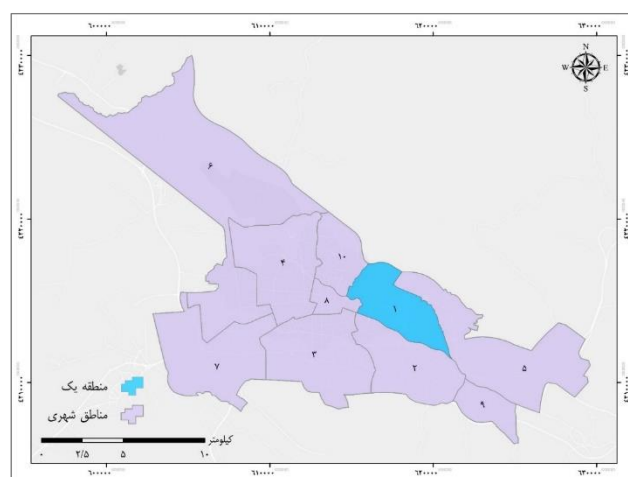
تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای هر یک از شاخص‌های مورداستفاده یک نقشه تهیه گردیده است. این نقشه‌ها دارای طبقات و اطلاعات توصیفی می‌باشد که باتوجه به نقش و تناسب هر یک از طبقات بر اساس ریخت‌شناسی پایدار رتبه‌بندی شده‌اند. به طوری که، اولویت پایین یا وضعیت ناپایدار با امتیاز عددی ۱ و اولویت بالا و وضعیت پایدار با امتیاز عددی ۹، کدبندی گردیده است. در این ارزش‌گذاری از مبانی نظری، پیشینه پژوهشی و نظریات صاحب‌نظران استفاده گردیده است. در زیر نقشه وزن‌دار شده طبقه‌بندی مجدد هر یک از متغیرها نشان داده می‌شود.

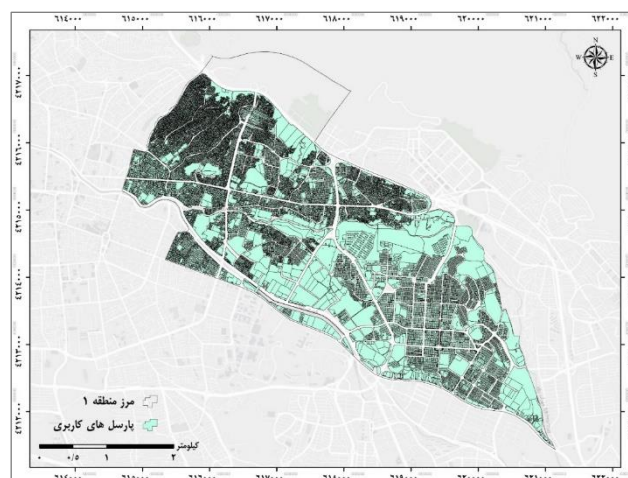


شکل شماره ۳. نقشه طبقه‌بندی مجدد عمر بنا

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



(الف)



(ب)

شکل شماره ۲. الف) موقعیت منطقه یک در شهر تبریز؛ ب) توده‌های

کاربری اراضی منطقه ۱.

مأخذ: طرح جامع شهر تبریز، ۱۳۹۱؛ ترسیم: نگارندگان، ۱۴۰۱

بررسی کاربری‌های کلان این منطقه نشانگر این امر می‌باشد که کاربری مسکونی ۳۸/۱ درصد، کاربری خدماتی ۱۷/۳ درصد، شبکه معاور ۲۳/۹ درصد و سایر کاربری‌ها ۲۰/۷ درصد از مساحت منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین بیشترین مساحت منطقه به کاربری مسکونی اختصاص یافته است.

عمر بنای کاربری‌ها در ۵ گروه از نوساز به قدیمی تقسیم‌بندی شدند. این طبقه‌بندی به شرح زیر می‌باشد: ساخته شده در سال جاری، ۵ سال اخیر، بین ۵ تا ۱۵ سال، بین ۱۵ تا ۳۰ سال، بیشتر از ۳۰ سال.

مصالح عمده ساختمانی

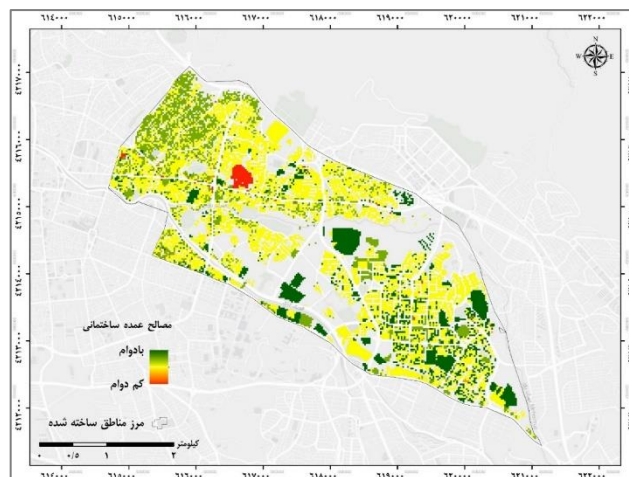
مصالح عمده ساختمانی ساختمان‌ها در ۵ گروه از بادوام به کم‌دوام تقسیم‌بندی شدند. این طبقه‌بندی به شرح زیر می‌باشد: اسکلت بتنی، اسکلت فلزی، آجر و آهن، ترکیبی، خشت و چوب.

کیفیت ابنیه

کیفیت ابنیه ساختمان‌ها در ۴ گروه از نوساز به تخریبی تقسیم‌بندی شدند. این طبقه‌بندی به شرح زیر می‌باشد: نوساز، مرمتی، قابل نگهداری، تخریبی.

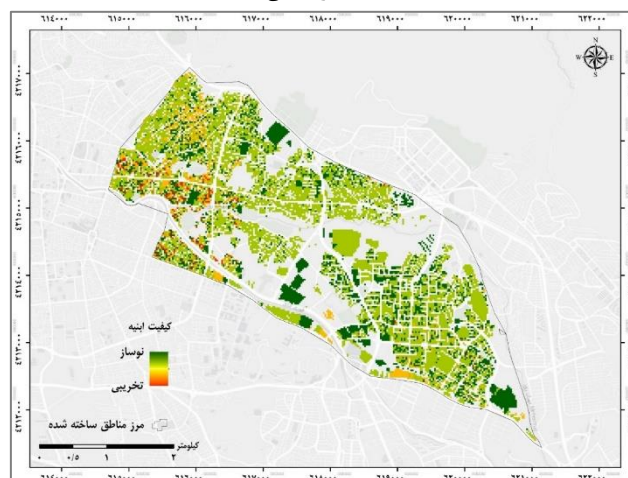
شاخص فرکتال

این شاخص بین ۱ و ۲ قرار می‌گیرد هرچه میزان عدد به دست آمده یک و یا به یک نزدیک‌تر باشد شکل موردنظر منظم‌تر می‌باشد و هر چه که به دو نزدیک‌تر می‌شود از منظم بودن آن کاسته می‌شود.



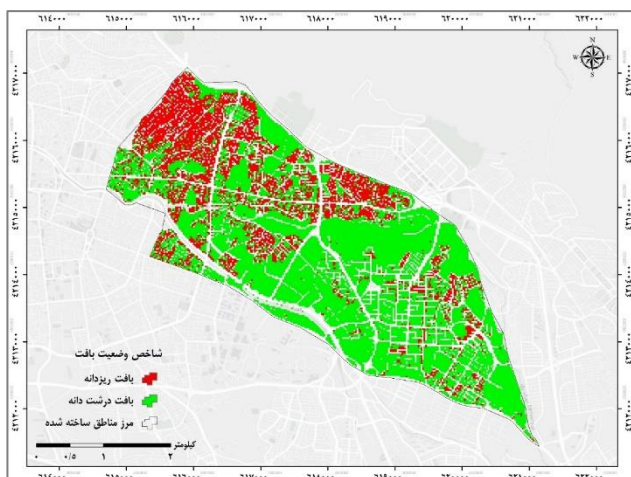
شکل شماره ۴. نقشه طبقه‌بندی مجدد مصالح عمده ساختمانی

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



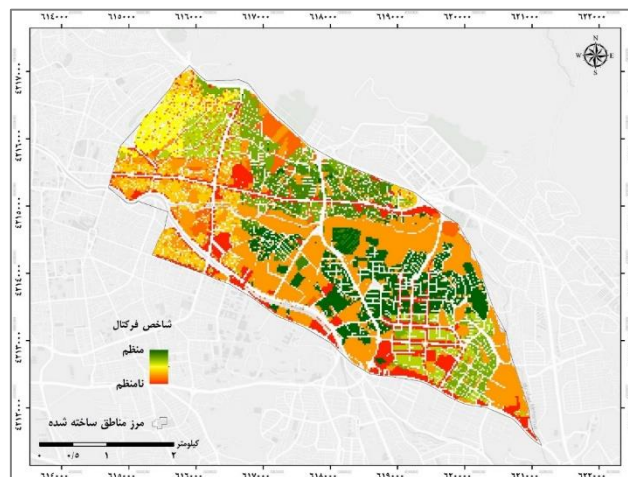
شکل شماره ۵. نقشه طبقه‌بندی مجدد کیفیت ابنیه

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



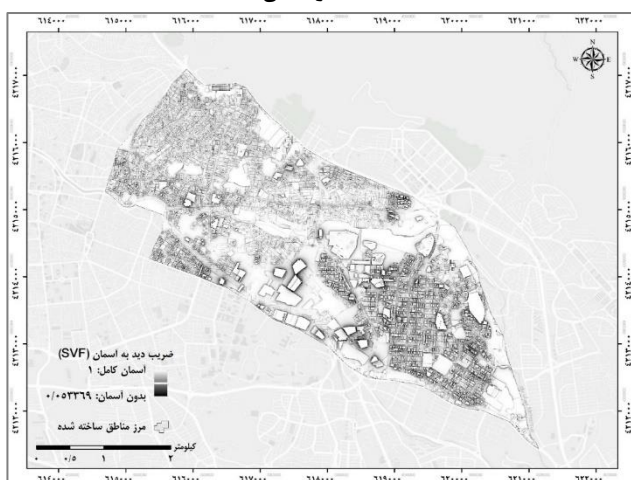
شکل شماره ۷. نقشه طبقه‌بندی مجدد وضعیت بافت

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



شکل شماره ۶. نقشه طبقه‌بندی مجدد شاخص فرکتال

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



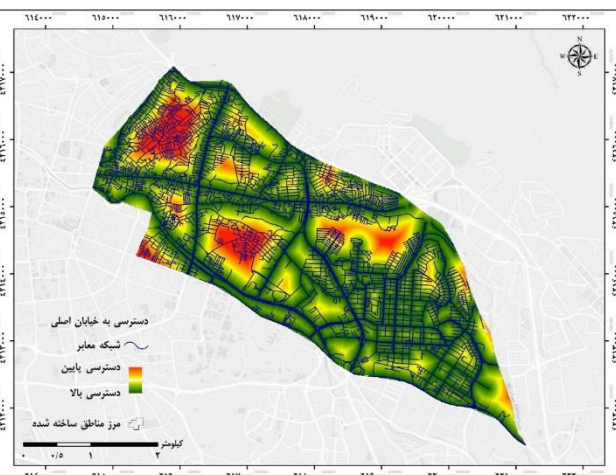
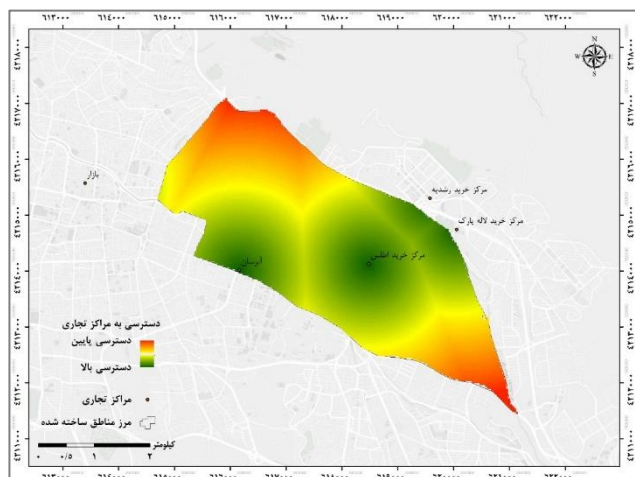
شکل شماره ۸. نقشه طبقه‌بندی مجدد ضریب دید به آسمان

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

عمر بنا

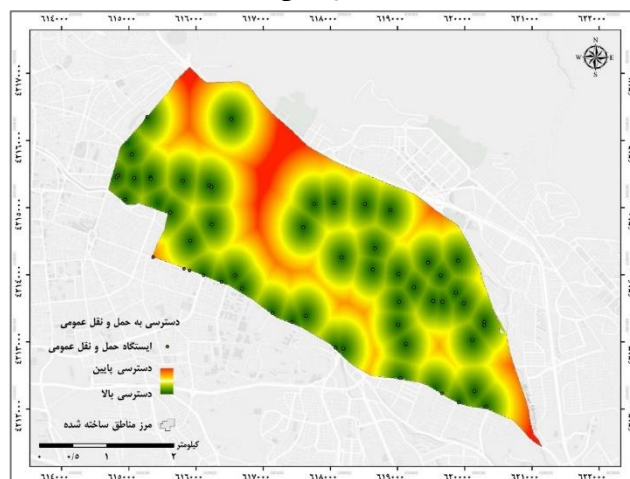
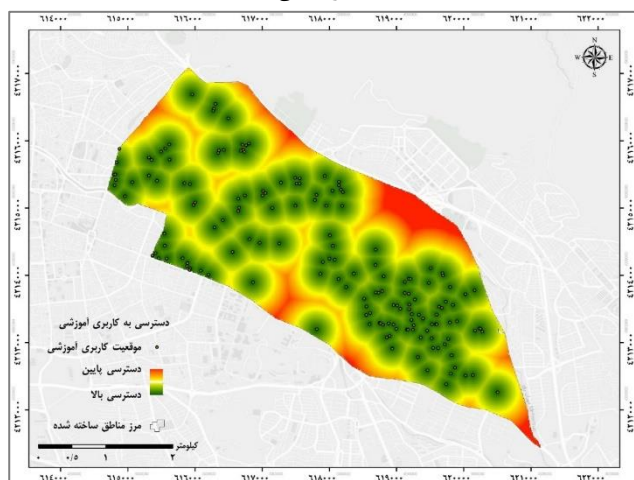
دسترسی به حمل‌ونقل عمومی

دسترسی به ایستگاه‌های مترو (در حال حاضر در فاز احداث می‌باشد و هنوز بهره‌برداری نگردیده است) و ایستگاه‌های اتوبوس به‌عنوان حمل‌ونقل عمومی تعریف گردیده و نقشه تولید شده است. هرچقدر دسترسی بالاتر باشد، وزن بیشتری در نظر گرفته شده است و هرچقدر دسترسی پایین‌تر باشد وزن کمتری تعلق گرفته است.



شکل شماره ۹. نقشه طبقه‌بندی مجدد دسترسی به خیابان اصلی
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

شکل شماره ۱۱. نقشه طبقه‌بندی مجدد دسترسی به مراکز تجاری
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



شکل شماره ۱۰. نقشه طبقه‌بندی مجدد دسترسی به حمل‌ونقل عمومی
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

شکل شماره ۱۲. نقشه طبقه‌بندی مجدد دسترسی به کاربری آموزشی
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

شاخص وضعیت بافت

بافت ریزدانه و یا با تراکم بسیار بالا به‌عنوان بافت نامطلوب در نظر گرفته شده است؛ بنابراین، بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد پلاک‌های آنها مساحت کمتر از ۲۰۰ متر داشتند به‌عنوان بافت ریزدانه و نامطلوب در نظر گرفته شده است.

ضریب دید به آسمان

فاکتوری کمی و بدون بعد، بین ۰ و ۱ است. عدد ۱ به معنی آسمان کامل است و هر چه این مقدار به صفر نزدیک شود، آسمان به‌وسیله عناصر مصنوع یا طبیعی پوشیده می‌شود.

دسترسی به خیابان اصلی

در دسترسی به خیابان اصلی، فقط خیابان‌های درجه ۱ و درجه ۲ در نظر گرفته شده است و خیابان‌های محلی، کوچه‌ها لحاظ نگردیده است. هرچقدر دسترسی بالاتر باشد، وزن بیشتری در نظر گرفته شده است و هرچقدر دسترسی پایین‌تر باشد وزن کمتری تعلق گرفته است.

دو مرکز تجاری و مهم منطقه یعنی مرکز خرید اطلس و آبرسان به‌عنوان مراکز تجاری تعریف گردیده است. هرچقدر دسترسی بالاتر باشد، وزن بیشتری در نظر گرفته شده است و هرچقدر دسترسی پایین‌تر باشد وزن کمتری تعلق گرفته است.

دسترسی به کاربری آموزشی

در این شاخص، دسترسی به مدارس موجود در سطح منطقه برآورد گردیده است. هرچقدر دسترسی بالاتر باشد، وزن بیشتری در نظر گرفته شده است و هرچقدر دسترسی پایین‌تر باشد وزن کمتری تعلق گرفته است.

شاخص تفاوت استاندارد شده پوشش گیاهی (NDVI)

این لایه از طریق ماهواره Sentinel-2 و طی محاسبات رستری حاصل شده است. باتوجه به اینکه این ماهواره دارای قدرت تفکیک ۱۰ متری می‌باشد و بادقت بسیار زیاد می‌تواند فضاهای سبز شهری (در حد چند درخت کنار هم) را تشخیص دهد به‌عنوان شاخص دسترسی به فضای سبز، تعریف گردیده است. هرچقدر دسترسی بالاتر باشد، وزن بیشتری در نظر گرفته شده است و هرچقدر دسترسی پایین‌تر باشد وزن کمتری تعلق گرفته است.

دمای سطح زمین (LST)

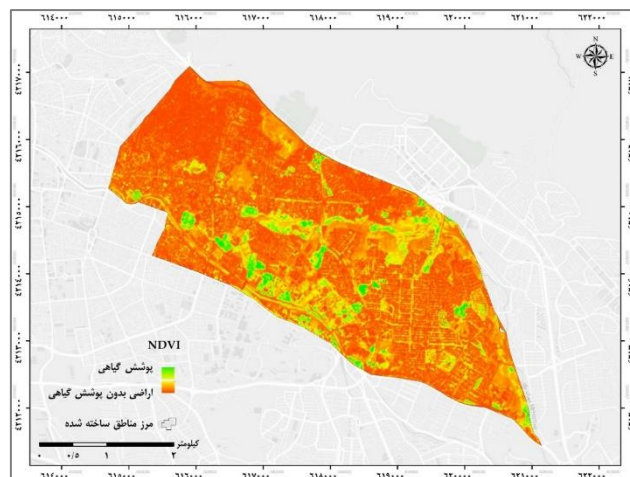
هرچقدر دمای سطح زمین پایین‌تر باشد، امتیاز بیشتر و هرچقدر بیشتر باشد، امتیاز کمتری داده می‌شود.

اختلاط کاربری

بلوک‌هایی که کاربری‌های سازگار با کاربری غالب بلوک را داشته باشند به‌عنوان بلوک‌های با کاربری چندگانه تعریف گردید. از این‌رو، بلوک‌ها با کاربری چندگانه، امتیاز بیشتری داده شده است چرا که سفرها را کاهش می‌دهد و بلوک‌های تک کاربری امتیاز کمتری می‌گیرد.

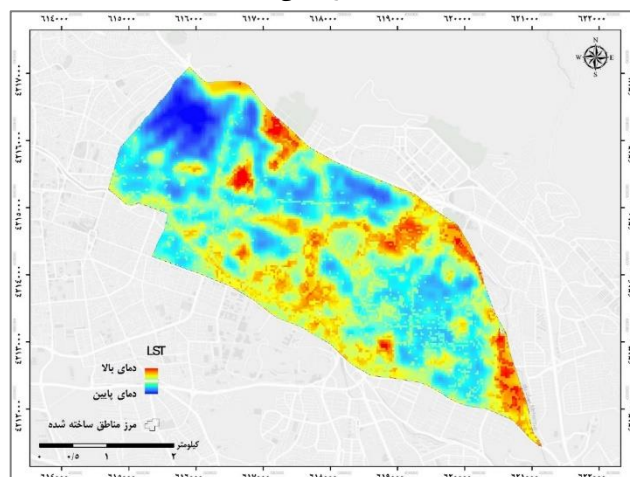
اعمال مدل AHP

بعد از طرح موضوع به‌صورت سلسله‌مراتبی، روش مقایسه زوجی، به دلیل دارابودن دقت بالا و سهولت کاربرد، مورداستفاده قرار گرفته است. مقایسه زوجی عموماً از یک طیف مقیاس فاصله‌ای، ۱-۹ استفاده می‌شود. هرچقدر میزان ارزش داده شده بیشتر باشد، نشان‌دهنده اهمیت بیشتر آن عنصر می‌باشد. به‌طوری که امتیاز ۹، بیانگر کاملاً مهم و امتیاز ۱، بیانگر با ارجحیت یکسان است. براین‌اساس، جدول شماره ۵، ماتریس ارزش‌گذاری و امتیازدهی به شاخص‌های مورداستفاده می‌باشد.



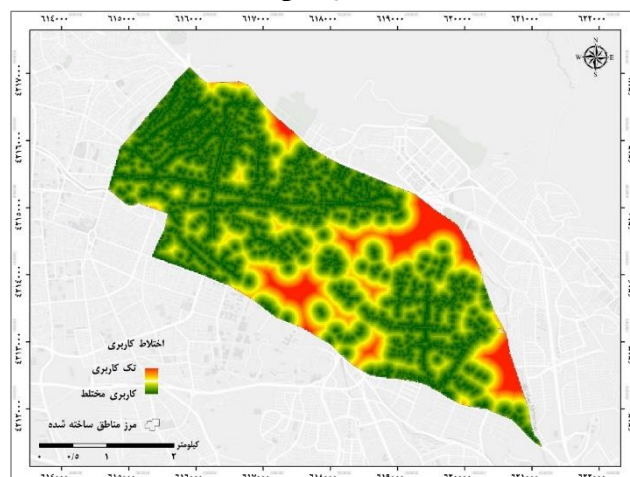
شکل شماره ۱۳. نقشه طبقه‌بندی مجدد NDVI

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



شکل شماره ۱۴. نقشه طبقه‌بندی مجدد دمای سطح زمین

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱



شکل شماره ۱۵. نقشه طبقه‌بندی مجدد اختلاط کاربری

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

دسترسی به مراکز تجاری

جدول شماره ۵. ماتریس امتیازدهی شاخص‌ها

عمر بنا	مصلح عمده ساختمان	کیفیت ابنیه	شاخص فرکتال	شاخص وضعیت بافت	ضریب دید به آسمان	د. به خیابان اصلی	د. به حمل‌ونقل	د. به مراکز تجاری	د. به کاربری آ.م.ا.ش. NDVI	LST	اختلاط کاربری	معیار	
۳	۵	۷	۶	۰/۱۶۶	۵	۳	۰/۲	۰/۲	۶	۰/۱۶۶	۰/۳۳۳	۱	اختلاط کاربری
۵	۷	۳	۶	۰/۱۴۲	۲	۵	۰/۵	۰/۳۳۳	۶	۰/۱۶۶	۱	۳	LST
۵	۶	۴	۶	۰/۱۴۲	۵	۳	۳	۰/۳۳۳	۶	۱	۶	۶	NDVI
۲	۴	۰/۱۴۲	۵	۰/۳۳۳	۴	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۱	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	د. به کاربری آموزشی
۷	۵	۰/۲	۷	۰/۱۴۲	۶	۶	۰/۲	۱	۲	۳	۳	۵	د. به مراکز تجاری
۷	۴	۱	۸	۰/۱۴۲	۶	۵	۱	۵	۵	۰/۳۳۳	۲	۵	د. به حمل‌ونقل عمومی
۶	۴	۰/۲	۵	۰/۲	۰/۲۵	۱	۰/۲	۰/۱۶۶	۲	۰/۳۳۳	۰/۲	۰/۳۳۳	د. به خیابان اصلی
۰/۲	۳	۰/۲	۵	۰/۲	۱	۴	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۲۵	۰/۲	۰/۵	۰/۲	ضریب دید به آسمان
۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۲	۴	۱	۵	۵	۷	۷	۳	۷	۷	۶	شاخص وضعیت بافت
۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۲	۱	۰/۲	۰/۲	۰/۲	۰/۱۲۵	۰/۱۴۲	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	۰/۱۶۶	شاخص فرکتال
۵	۰/۲	۱	۵	۵	۵	۵	۱	۵	۷	۰/۲۵۰	۰/۳۳۳	۰/۱۴۲	کیفیت ابنیه
۵	۱	۵	۶	۶	۰/۳۳۳	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲	۰/۲۵	۰/۱۶۶	۰/۱۴۲	۰/۲	مصلح عمده ساختمانی
۱	۰/۲	۰/۲	۴	۴	۵	۰/۱۶۶	۰/۱۴۲	۰/۱۴۲	۰/۵	۰/۲	۰/۲	۰/۳۳۳	عمر بنا

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱.

پس از وزن‌دهی، باید نرخ سازگاری محاسبه گردد. چنانچه این مقدار، کمتر از ۰/۱ باشد، مقایسات از سازگاری قابل قبولی برخوردار است و در غیر این صورت، انجام تجدیدنظر در وزن شاخص‌ها لازم است. نسبت سازگاری از تقسیم شاخص سازگاری بر شاخص تصادفی به دست می‌آید:

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

جدول شماره ۷. شاخص تصادفی (RI) برای تعداد شاخص‌های مختلف

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰/۵۲	۰/۹	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۹

مأخذ: قدسی‌پور، ۱۳۸۱: ۷۳.

$$\frac{0/0906}{1/56} = 0/0581$$

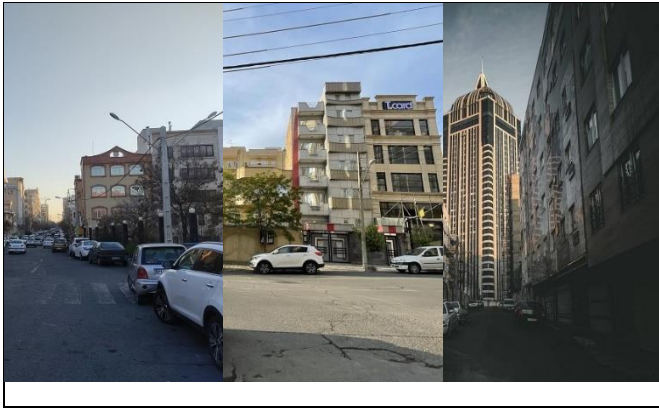
باتوجه به جدول شماره ۷ و محاسبه انجام شده، نرخ سازگاری برابر با ۰/۰۵۸۱ می‌باشد و در نتیجه مقایسات از سازگاری قابل قبولی برخوردار است.

وزن نهایی شاخص‌های مورد استفاده نیز در جدول شماره ۶ آورده شده است.

جدول شماره ۶. وزن نهایی شاخص‌های مورد استفاده در پهنه‌بندی

معیار	وزن شاخص
شاخص وضعیت بافت	۰/۱۸۳۳۵
NDVI	۰/۱۲۹۷۵
دسترسی به حمل‌ونقل عمومی	۰/۱۱۰۳۶
دسترسی به مراکز تجاری	۰/۱۰۴۱۷
کیفیت ابنیه	۰/۰۹۹۵۲
LST	۰/۰۸۱۸۳
اختلاط کاربری	۰/۰۷۹۴۷
مصلح عمده ساختمانی	۰/۰۶۶۰۵
عمر بنا	۰/۰۳۸۷۲
دسترسی به خیابان اصلی	۰/۰۳۶۵۵
دسترسی به کاربری آموزشی	۰/۰۳۳۵۲۰
ضریب دید به آسمان	۰/۰۲۸۷۳
شاخص فرکتال	۰/۰۰۷۹۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱.



شکل شماره ۱۷. تصاویری از محله‌ها با ریخت‌شناسی پایدار
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

ریخت‌شناسی نیمه پایدار

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، محله‌های گلکار (با جمعیت ۱۷۷۰۰ نفر)، ولیعصر ۲ (با جمعیت ۴۴۵۰ نفر)، کلانتر کوچه (با جمعیت ۴۷۴۴ نفر)، پل سنگی ۱ (با جمعیت ۹۸۱۰ نفر) و پل سنگی ۲ (با جمعیت ۵۸۲۲ نفر)، باغ‌میشه قدیم ۱ (با جمعیت ۱۰۸۱۶ نفر) و باغ‌میشه قدیم ۲ (با جمعیت ۸۶۱۹ نفر)، بیلانکو ۱ (با جمعیت ۸۰۴۸ نفر) و بیلانکو ۲ (با جمعیت ۹۵۹۴ نفر) جزو محلات با ریخت‌شناسی نیمه پایدار می‌باشد. براین‌اساس، مجموعاً تعداد ۷۹۶۰۳ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری نیمه پایدار سکونت می‌کنند.



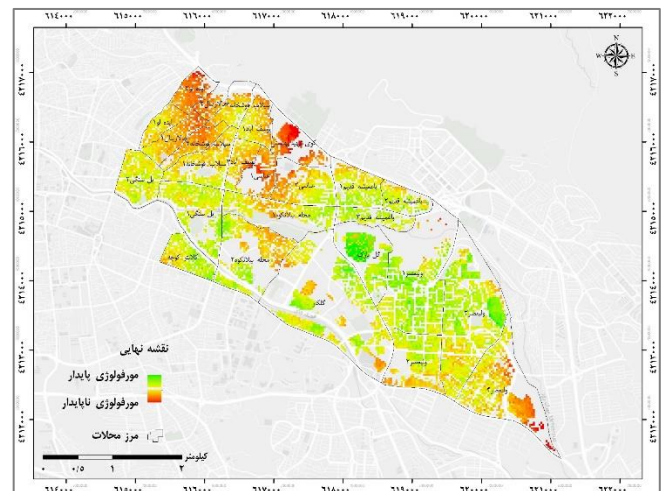
شکل شماره ۱۸. تصاویری از محله‌ها با ریخت‌شناسی نیمه پایدار
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

ریخت‌شناسی ناپایدار

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، محله‌های کوی شهید بهشتی (با جمعیت ۴۳۲۹ نفر)، ملا زینال ۱ (با جمعیت ۴۳۶۶ نفر)، و ملا زینال ۲ (با جمعیت ۷۴۹۲ نفر)، ایده‌لو ۱ (با جمعیت ۷۲۹۲ نفر)، ایده‌لو ۲ (با جمعیت ۵۶۴۹ نفر)، یوسف‌آباد ۱ (با جمعیت ۹۹۷۱ نفر)، یوسف‌آباد ۲ (با جمعیت ۵۴۰۰ نفر)، سیلاب قوشتخانه ۱ (با جمعیت ۱۰۴۴۴ نفر)، سیلاب قوشتخانه ۲ (با جمعیت ۶۵۶۴ نفر)، سیلاب قوشتخانه ۳ (با جمعیت ۵۸۸۵ نفر)، ولیعصر ۴ (با جمعیت ۷۷۵۶ نفر)، عباسی ۱ (با جمعیت ۵۰۹۰ نفر) و عباسی ۲ (با جمعیت ۹۶۱۳ نفر) نیز جزو محلات با ریخت‌شناسی ناپایدار می‌باشند.

تلفیق لایه‌ها و تهیه نقشه نهایی برای مدل AHP

از تلفیق و هم‌پوشانی نقشه‌های وزن‌دار، نقشه نهایی حاصل می‌گردد. به‌طوری‌که، ابتدا نقشه‌های رستری وزن‌دار تولید شده، سپس این نقشه‌ها در وزن خود (جدول شماره ۶) ضرب می‌شود و در نهایت با همدیگر ترکیب می‌گردد. هرکدام از نقشه‌ها خود دارای طبقاتی می‌باشد که بر اساس ریخت‌شناسی پایدار امتیازدهی شده است. بعد از تولید شدن نقشه نهایی، اراضی بایر، باغات و کشاورزی، خیابان‌ها، زمین‌های تاریخی، پارک و فضای سبز که بدون ساختمان هستند و خالی از هرگونه بعد ریخت‌شناسانه هستند، از نقشه حذف شدند. در زیر نقشه نهایی به‌دست‌آمده نشان‌داده شده است.



شکل شماره ۱۶. نقشه نهایی پهنه‌بندی محلات بر اساس ریخت‌شناسی شهری پایدار
مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و نقشه نهایی حاصل شده، محلات به سه قسمت ریخت‌شناسی پایدار، نیمه پایدار و ناپایدار تقسیم شدند. همچنین، با استناد به بلوک‌های آماری سال ۱۳۹۵ که مرکز آمار ایران تهیه نموده است، جمعیت هرکدام از محلات نیز مشخص گردیده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، مشخص شد که عمده محله‌های منطقه ۱ به ترتیب در وضعیت ناپایدار با جمعیت کل ۸۹۸۵۱ نفر و نیمه پایدار با جمعیت کل ۷۹۶۰۳ نفر قرار دارد. علاوه بر این، وضعیت پایدار با جمعیت کل ۴۶۵۴۴ کمترین فراوانی را دارد. در زیر تقسیم‌بندی محله‌های منطقه ۱ بر اساس نتایج حاصله به‌تفصیل بیان شده است.

ریخت‌شناسی پایدار

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، محله‌های گل پارک (با جمعیت ۵۶۵۸ نفر)، ولیعصر ۱ (با جمعیت ۱۳۱۲۱ نفر)، ولیعصر ۳ (با جمعیت ۲۱۴۸۶ نفر)، باغ‌میشه قدیم ۳ (با جمعیت ۶۲۷۹ نفر) جزو محلات با ریخت‌شناسی پایدار می‌باشند. براین‌اساس، مجموعاً تعداد ۴۶۵۴۴ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری پایدار سکونت می‌کنند.

ریخت‌شناسی شهری می‌باشد. شاخص وضعیت بافت که در این پژوهش ریزدانه‌گی (بلوک‌هایی که بیش از ۵۰ درصد پلاک‌های آنها مساحت کمتر از ۲۰۰ مترمربع دارند) تعریف گردیده است مهم‌ترین این شاخص‌ها می‌باشد. به‌طور کلی می‌توان گفت، بافت جدید و برنامه‌ریزی شده که عموماً بعد از انقلاب اسلامی ساخته شده‌اند و قیمت زمین و مسکن در آنها بالا می‌باشد، در وضعیت پایدار و نیمه پایدار می‌باشد. از ویژگی این بافت، می‌توان به تفکیک منظم و درشت‌دانه، شبکه معابر سلسله مراتب دار، توجه به سرانه فضای سبز با ساختمان‌های نوساز و با مصالح با کیفیت اشاره کرد. همچنین، بافت قدیم و غیربرنامه‌ریزی شده که ریزدانه‌گی، تفکیک نامنظم، عدم توجه به سلسله مراتب دسترسی و بدون فضای سبز ویژگی کالبدی آنها می‌باشد در وضعیت ناپایدار قرار گرفته‌اند. علاوه بر این، قیمت زمین و مسکن در این محلات پایین‌تر از مناطق دیگر می‌باشد. نتایج به دست آمده، همراستا با نتایج پژوهش‌های پروزن و همکاران (۱۳۹۶)، نگاهداری و شمس (۱۳۹۸)، قربانی و همکاران (۱۳۹۷)، علی‌پور و جلال احمد (۲۰۲۱) و منش و تادی (۲۰۱۲) می‌باشد. اگرچه پایداری یک مفهوم بسیار گسترده و چندبعدی است؛ اما شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری در پایداری کالبدی شهر نقش موثری دارند. از این رو لازم است که سازمان‌ها و نهادهای متولی توسعه شهری در برنامه‌ریزی‌های خود به این مهم توجه نمایند. در این راستا پیشنهادهایی به شرح زیر تدوین شده است:

- در قسمت غربی منطقه یک که بافت نامنظم و ریزدانه وجود دارد؛ بافت منظم و قطعات درشت‌دانه در تفکیک زمین موردتوجه قرار گیرد تا ساختمان‌ها از نور و تهویه مناسب برخوردار شوند.
- سکونتگاه‌های غیررسمی واقع در قسمت شمالی و غربی منطقه یک، دارای بافت ریزدانه و خردشده می‌باشد؛ بنابراین، باید به تفکیک اصولی (حداقل ۲۰۰ مترمربع) در طرح‌های نوسازی و بهسازی این بافت توجه ویژه گردد.
- فضای سبز منطقه یک عموماً خارج از محدوده محلات و شهر توسعه‌یافته است. در این راستا، پهنه‌های کوچک فضای سبز به‌صورت منظم در سطح محلات تعبیه گردد تا در سطح خرد اقلیم منجر به کاهش اثر حرارتی شهری گردد.
- سیاست‌های محلی تشویقی افزایش فضای سبز در سطح محله موردتوجه قرار گیرد.
- ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی در بخش شمالی و غربی توسعه یابد تا خانوارها بیشتر به استفاده از حمل‌ونقل عمومی ترغیب شوند.
- سکونتگاه‌های غیررسمی واقع در منطقه یک برای ارتقای کیفیت ساختمان توانمندسازی گردند.
- شاخص‌های ریخت‌شناسی پایدار به‌عنوان بند جدید قوانین شهرسازی و شهرداری‌ها اضافه گردد.
- از آنجاکه تفاوتی در پایگاه اجتماعی و اقتصادی محلات و پایداری وجود داشت، توصیه می‌شود برای قانونمندی این رابطه پژوهش‌هایی هم در شهر تبریز و هم در سایر شهرها انجام شود.

براین اساس، مجموعاً تعداد ۸۹.۸۵۱ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری ناپایدار سکونت می‌کنند.



شکل شماره ۱۹. تصاویری از محله‌ها با ریخت‌شناسی ناپایدار

مأخذ: نگارندگان، ۱۴۰۱

بحث و نتیجه‌گیری

ریخت‌شناسی شهر به‌عنوان الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در شهر تعریف می‌گردد تأثیر بسزایی در پایداری محیط ساخته شده دارد. چرا که تقاضای سفر، جزیره حرارتی شهری و مصرف انرژی به نحوی متأثر از ریخت‌شناسی و شکل شهری است. از این رو، لزوم واکاوی و تبیین شاخص‌های ریخت‌شناسی شهری از منظر توسعه پایدار الزامی می‌نماید. چرا که دو مهم جزیره حرارتی و مصرف انرژی از مهم‌ترین تهدیدکننده‌های پایداری شهرها می‌باشد. در راستای پژوهش حاضر، پژوهش‌های بسیار اندکی صورت گرفته است. از این رو، پارامترهای ریخت‌شناسی شهری پایدار با مرور ادبیات پژوهش که به‌صورت جستار و گسیخته بوده است استخراج گردیده است. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص گردید که محله‌های گل پارک، ولیعصر ۱، ولیعصر ۳، باغ‌میشه قدیم ۳ جزو محلات با ریخت‌شناسی پایدار هستند. مجموعاً تعداد ۴۶.۵۴۴ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری پایدار سکونت می‌کنند. همچنین، محله‌های گلکار، ولیعصر ۲، کلانتر کوچه، پل سنگی ۱ و ۲، باغ‌میشه قدیم ۱ و ۲، بیلانکو ۱ و ۲ جزو محلات با ریخت‌شناسی نیمه پایدار می‌باشد. مجموعاً تعداد ۷۹.۶۰۳ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری نیمه پایدار سکونت می‌کنند. علاوه بر این، محله‌های کوی شهید بهشتی، ملا زینال ۱ و ۲، ایده‌لو ۱ و ۲، یوسف‌آباد ۱ تا ۳، سیلاب قوشتخانه ۱ تا ۳، ولیعصر ۴، عباسی ۱ و ۲ نیز جزو محلات با ریخت‌شناسی ناپایدار می‌باشند. براین اساس، مجموعاً تعداد ۸۹.۸۵۱ نفر از ساکنین منطقه ۱ تبریز در ریخت‌شناسی شهری ناپایدار سکونت می‌کنند. نتایج نشان داد که محله‌های با پایگاه اجتماعی و اقتصادی بالا، عموماً محله‌های پایدار می‌باشند و محله‌های با پایگاه اجتماعی و اقتصادی پایین و سکونتگاه‌های غیررسمی که شامل کوی شهید بهشتی، ملا زینال ۱ و ۲، ایده‌لو ۱ و ۲، یوسف‌آباد ۱ تا ۳، سیلاب قوشتخانه ۱ تا ۳ می‌باشد، ناپایدار هستند. بر اساس نتایج حاصله، شاخص وضعیت بافت، NDVI و دسترسی به حمل‌ونقل عمومی به ترتیب با وزن ۰.۱۸۳۳۵، ۰.۱۲۹۷۵ و ۰.۱۱۰۳۶ به‌عنوان سه شاخص با وزن بالا در تبیین

منابع

- پروزن، ادریس، کرکه آبادی، زینب، ارغان، عباس. (۱۳۹۶). تحلیل پایداری محلات شهری بر مبنای شاخص‌های توسعه پایدار (نمونه موردی شهر مهاباد). *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، دوره ۹، شماره ۲، صص ۱۲۴-۱۰۷.
- تقوایی، مسعود، صفرآبادی، اعظم. (۱۳۹۲). توسعه پایدار شهری و برخی عوامل مؤثر بر آن (مورد مطالعه: شهر کرمانشاه). *مطالعات جامعه‌شناختی شهری (مطالعات شهری)*، دوره ۳، شماره ۶، صص ۱-۲۲.
- نقه الاسلامی، عمیدالاسلام. (۱۳۸۵). راهکارهایی برای توسعه شهری پایدار در بافت‌های تاریخی، ماهنامه تخصصی - پژوهشی پیام مهندس، دوره ۷، شماره ۳۴، صص ۶۸-۷۶.
- حاتمی نژاد، حسین، همائی فر، علی، پیروز، تکتم، پریشاد، زهرا. (۱۳۹۱). کلانشهر مشهد و توسعه پایدار: بررسی طرح‌های توسعه و عمران با تأکید بر دیدگاه شهر فشرده. *چهارمین کنفرانس برنامه‌ریزی و مدیریت شهری*، مشهد.
- حاجی‌پور، خلیل، فروزان، نرجس. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر فرم شهر بر میزان مصرف انرژی عملکردی در بخش مسکونی، نمونه موردی: شهر شیراز. *نشریه هنرهای زیبا - معماری و شهرسازی*، دوره ۱۹، شماره ۴، صص ۲۶-۱۷.
- حسین زاده دلیر، کریم، قربانی، رسول، شکری فیروزجاه، پری. (۱۳۸۸). تحلیل و ارزیابی کیفی سنج‌های پایداری شهری در شهر تبریز. *مجله مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای*، دوره ۱، شماره ۲، صص ۱-۱۸.
- خاکساری، علی، عظیمی، میترا، خاکی، ادریس. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر اختلاط کاربری‌ها بر تولید سفر در محله‌های شهری (نمونه موردی محله‌های ۵ و ۶ شهر بانه). *فصلنامه برنامه‌ریزی توسعه شهری و منطقه‌ای*، دوره ۳، شماره ۵، صص ۲۷-۱.
- دردی، محمدهادی، خوشاب، علی. (۱۳۹۳). ارزیابی و تحلیل شاخص‌های تعیین محدوده بافتهای فرسوده شهری در ایران، ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مولفه‌های شهر اسلامی، مشهد.
- رحیمی، حسین. (۱۳۸۸). مقدمه‌ای بر جغرافیا و توسعه پایدار. *نشر اقلیدس*.
- رفیعیان، مجتبی، فتح جلالی، آرمان، داداش پور، هاشم. (۱۳۹۰). بررسی امکان سنجی تأثیر فرم و تراکم بلوکهای مسکونی بر مصرف انرژی شهر، نمونه موردی: شهر جدید هشتگرد. *معماری و شهرسازی آرمان شهر*، دوره ۴، شماره ۶، صص ۱۱۶-۱۰۷.
- زاکس، اینیاسی. (۱۳۷۵). نگاهی به تعاریف توسعه پایدار از دیدگاه‌های مختلف، ترجمه: ویکتوریا جمالی. *خبرنامه انجمن متخصصان محیط‌زیست ایران*، دوره ۲، شماره ۳، صص ۱-۲.
- زنگنه، یعقوب. (۱۳۹۴). درآمدی بر اقتصاد شهری، انتشارات آذرخش.
- زیاری، کرامت اله. (۱۳۹۴). برنامه‌ریزی شهرهای جدید، تهران، انتشارات سمت.
- قرائی، آزاده، زبردست، اسفندیار، ماجدی، حمید. (۱۳۹۹). گونه‌شناسی فرم شهر و ساختار فضایی پایدار؛ با نظری بر کلان‌شهر تهران. *هویت شهر*، دوره ۱۴، شماره ۱، صص ۳۲-۱۷.
- قربانی، رسول، محمودزاده، حسن، حسین پور، مازیار. (۱۳۹۷). ارزیابی شاخص‌های کلیدی مسکن با رویکرد توسعه پایدار (مطالعه موردی: مناطق ۴ و ۲ شهر تبریز). *فصلنامه جغرافیا*، دوره ۱۶، شماره ۵، صص ۹۰-۱۰۲.
- قرخلو، مهدی، حسینی، هادی. (۱۳۸۵). شاخص‌های توسعه پایداری شهری، *مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای*، سال ۴، شماره ۸، صص ۱۷۷-۱۵۷.
- قهیه‌یی، بهناز، ملک حسینی، عباس، رحمانی، بیژن. (۱۳۹۸). عوامل تأثیرگذار در توسعه پایدار اجتماعی شهر اراک. *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، دوره ۱۱، شماره ۳، صص ۱۳۵-۱۱۴.
- کوشش وطن، محمد علی. (۱۳۹۷). بررسی تطبیقی نقش کیفیت زمین در بهره‌وری بهینه از کاربری اراضی در مادرشهرهای ایران، نمونه موردی: منطقه یک و سه مادرشهر تبریز؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.
- مثنوی، محمدرضا. (۱۳۸۲). توسعه پایدار و پارادایم‌های جدید توسعه شهری: شهر فشرده و شهر گسترده. *محیط‌شناسی*، دوره ۲۹، شماره ۳۱، صص ۸۹-۱۰۴.
- مشایخی، حمیدرضا، علوی، سیدعلی، قائدرحمتی، صفر. (۱۳۹۸). تحلیل شاخص‌های هوشمند در کاهش میزان آسیب‌پذیری کالبدی مسکن شهری (مطالعه موردی: منطقه ۱ شهر تهران). *جغرافیا و توسعه فضای شهری*، دوره ۶، شماره ۱۰، صص ۲۰۶-۱۸۵.
- میرکتولی، جعفر، بارگاهی، رضا، عقیلی، سیده زهرا. (۱۳۹۳). تبیین ابعاد استفاده از هندسه فراکتال در تحلیل‌های جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، *مجله آمایش جغرافیایی فضا*، دوره ۴، شماره ۱۴، صص ۸۱-۵۵.
- نگاهداری، جواد، شمس، مجید. (۱۳۹۸). ارزیابی توان اکولوژیک شهر همدان به‌منظور توسعه پایدار شهری با استفاده از سیستم اطلاعات مکانی. *فصلنامه علمی و پژوهشی نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی*، دوره ۱۲، شماره ۱، صص ۵۷۱-۵۵۲.

- Alipour, S. M. H., & Galal Ahmed, K. (2021). Assessing the effect of urban form on social sustainability: a proposed 'Integrated Measuring Tools Method' for urban neighborhoods in Dubai. *City, Territory and Architecture*, 8(1), 1–21. <https://doi.org/10.1186/S40410-020-00129-4/TABLES/3>
- Aram, F., Higuera García, E., Solgi, E., & Mansournia, S. (2019). Urban green space cooling effect in cities. *Heliyon*, 5(4), e01339. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2019.E01339>
- Bokaie, M., Zarkesh, M. K., Arasteh, P. D., & Hosseini, A. (2016). Assessment of Urban Heat Island based on the relationship between land surface temperature and Land Use/ Land Cover in Tehran. *Sustainable Cities and Society*, 23, 94–104. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2016.03.009>
- Cities alliance. (2006). Annual Report 2006.
- D'Acci, L. (Ed.). (2019). *The Mathematics of Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-12381-9>
- Demetriou, Demetris. See, Linda, Stillwell, John (2013) a Parcel Shape Index for Use in Land Consolidation Planning, *Transactions in GIS*, 861–882.
- Dirksen, Marieke & Ronda, R.J. & Theeuwes, Natalie & Pagani, G. (2019). Sky view factor calculations and its application in urban heat island studies. *Urban Climate*, 30. [10.1016/j.uclim.2019.100498](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100498).
- Dixit K., M., H. Culp, C., Lavy, S. and Fernandez-Solis, J. (2014), "Recurrent embodied energy and its relationship with service life and life cycle energy: A review paper", *Facilities*, Vol. 32 No. 3/4, pp. 160-181. <https://doi.org/10.1108/F-06-2012-0041>
- Gao, Ya & Wang, Zhanyong & Liu, Chao & Peng, Zhong-Ren. (2019). Assessing neighborhood air pollution exposure and its relationship with the urban form. *Building and Environment*, 155, 15-24. [10.1016/j.buildenv.2018.12.044](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.12.044).
- Guo, Guanghui & Wu, Fengchang & Xie, Fazhi & Zhang, Ruiqing. (2012). Spatial distribution and pollution assessment of heavy metals in urban soils from southwest China. *Journal of environmental sciences (China)*, 24, 410-8. [10.1016/S1001-0742\(11\)60762-6](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60762-6).
- Jepson Jr, Edward. J. (2001). Sustainability and planning: Diverse concepts and close associations. *Journal of planning literature*, 15(4), 499-510.
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban Green Space and Its Impact on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, Vol. 15, Page 445, 15(3), 445. <https://doi.org/10.3390/IJERPH15030445>
- Kropf, K. (2017). *The Handbook of Urban Morphology. The Handbook of Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1002/9781118747711>
- Lai, P. C., Chen, S., Low, C. T., Cerin, E., Stimson, R., & Wong, P. Y. P. (2018). Neighborhood Variation of Sustainable Urban Morphological Characteristics. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2018, Vol. 15, Page 465, 15(3), 465. <https://doi.org/10.3390/IJERPH15030465>
- Latha P.K., Y. Darshana, Vidhya Venugopal. (2015). Role of building material in thermal comfort in tropical climates – A review, *Journal of Building Engineering*,
- Li, S., Wu, C., Lin, Y., Li, Z., & Du, Q. (2020). Urban Morphology Promotes Urban Vibrancy from the Spatiotemporal and Synergetic Perspectives: A Case Study Using Multisource Data in Shenzhen, China. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 4829, 12(12), 4829. <https://doi.org/10.3390/SU12124829>
- Li, T., Zhu, M., Yang, Z., Song, J., Dai, J., Yao, Y., Luo, W., Pastel, G., Yang, B., Hu, L. (2016). Wood Composite as an Energy Efficient Building Material: Guided Sunlight Transmittance and Effective Thermal Insulation. *Adv. Energy Mater.*, 6: 1601122. doi: 10.1002/aenm.201601122
- Lou, J., Xu, J., & Wang, K. (2017). Study on Construction Quality Control of Urban Complex Project Based on BIM. *Procedia Engineering*, 174. doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.215
- Lyu, T., Buccolieri, R., & Gao, Z. (2019). A Numerical Study on the Correlation between Sky View Factor and Summer Microclimate of Local Climate Zones. *Atmosphere*, 10(8), 438. doi:10.3390/atmos10080438
- Manesh, S. V., & Tadi, M. (2012). A sustainable urban morphology for a greener city: Strategy applied for a sustainable oriented urban design. *International Journal of Architectonic, Spatial, and Environmental Design*, 6(2), 171–182. <https://doi.org/10.18848/2325-1662/CGP/V06I02/38334>
- Maretto, M., Gherri, B., Chiovitti, A., Pitanti, G., Scattino, F., & Boggio, N. (2020). Morphology and sustainability in the project of public spaces. *The Journal of Public Space*, 5(2), 23–44. <https://doi.org/10.32891/JPS.V5I2.1280>
- Mashhoodi, B. (2021). Environmental justice and surface temperature: Income, ethnic, gender, and age inequalities. *Sustainable Cities and Society*, 68, 102810. <https://doi.org/10.1016/J.SCS.2021.102810>
- Mashhoodi, B., Stead, D., & van Timmeren, A. (2020). Land surface temperature and households' energy consumption: Who is affected and where? *Applied Geography*, 114, 102125. <https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2019.102125>
- Oliveira, V. (Ed.). (2018). *Teaching Urban Morphology*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-76126-8>
- Park, J., Kim, J. H., Lee, D. K., Park, C. Y., & Jeong, S. G. (2017). The influence of small green space type and structure at the street level on urban heat island mitigation. *Urban Forestry & Urban Greening*, 21, 203–212. <https://doi.org/10.1016/J.UFUG.2016.12.005>

- Pierer, Carl & Creutzig, Felix. (2019). Star-shaped cities alleviate trade-off between climate change mitigation and adaptation. *Environmental Research Letters*, 14. 10.1088/1748-9326/ab2081.
- Purevtseren, M., Tsegmid, B., Indra, M., & Sugar, M. (2018). The Fractal Geometry of Urban Land Use: The Case of Ulaanbaatar City, Mongolia. *Land*, 7(2), 67. doi:10.3390/land7020067
- Sathre, R., & Gustavsson, L. (2007). Effects of energy and carbon taxes on building material competitiveness. *Energy and Buildings*, 39(4), 488–494. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.09.005>
- Smith, Claire, & Levermore, Geoff (2008). Designing urban spaces and buildings to improve sustainability and quality of life in a warmer world. *Energy Policy*, 36(12), 4558-4562.
- Svensson, M. (2004). Sky view factor analysis – implications for urban air temperature differences. *Meteorological Applications*, 11(3), 201-211. doi:10.1017/S1350482704001288
- Tang, H. T., & Lee, Y. M. (2016). The making of sustainable urban development: A synthesis framework. *Sustainability*, 8(5), 492.
- Williams, K. (2001). The Royal Town Planning Institute, continuing professional development and planning for sustainable development. Paper presented at *Cities of the Future: The Role of Continuing Professional Development*.
- Yüksek, Izzet. (2015). The Evaluation of Building Materials in Terms of Energy Efficiency. *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, 59. 10.3311/PPci.7050.
- Zhang, Y., Murray, A. T., & Turner, B. L. (2017). Optimizing green space locations to reduce daytime and nighttime urban heat island effects in Phoenix, Arizona. *Landscape and Urban Planning*, 165, 162–171. <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2017.04.009>