ISSN: 2538-4384; Geographical Researches. 2022;37(2):253-266. DOI: 10.29252/geores.37.2.253

Assessing the Role of Spatial Structure of Metropolises in Environmental Resilience of Tabriz Metropolis by Fuzzy MABAC Method

ARTICLE INFO

Article Type
Descriptive Study

Authors
Shiripour M.[1] *MSc,*
Sasanpour F.*[1] *PhD,*
Fassihi H.[1] *PhD,*
Shamai A.[1] *PhD*

How to cite this article
Shiripour M, Sasanpour F, Fassihi H, Shamai A. Assessing the Role of Spatial Structure of Metropolises in Environmental Resilience of Tabriz Metropolis by Fuzzy MABAC Method. Geographical Researches. 2022;37(2):253-266.

[1]Department of Human Geography, Faculty of Geography, Kharazmi University, Tehran, Iran

Correspondence
Address: Fourth Floor, department of Human Geography, Faculty of Geography, Kharazmi University, South Mofteh St., Tehran, Iran. Postal Code: 15719-14911
Phone: -
Fax: -
sasanpour@khu.ac.ir

Article History
Received: January 26, 2022
Accepted: March 11, 2022
ePublished: June 22, 2022

ABSTRACT

Aim Urban resilience has become a major problem in metropolitan areas in recent years, especially with the prevalence of corona epidemics and increasing environmental pollution. Also, the inefficiency and poor performance of the spatial structure of metropolises has caused environmental problems and problems and reduced the resilience of the urban environment; For this purpose, in this study, the role and effect of the spatial structure of Tabriz metropolis in the resilience of its urban environment have been studied.

Methodology The research method is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. The location of the research is the metropolis of Tabriz and its time range was in 2020 and the first half of 2021. The method of collecting research data was field and library. Data analysis methods included kernel density statistics, spatial arrangement analysis, standard deviation elliptical analysis, and the MABAC Fuzzy ranking method.

Findings Findings indicate that the city of Tabriz in terms of criteria for determining the spatial structure is a single core with the dominance of the central part over other parts; Therefore, the environmental resilience of the urban environment was measured in this section. The results of the Fuzzy MABAC ranking also showed that the Q coefficient for commercial and industrial centers was 0.442 and 0.416, respectively, and these coefficients indicate the high impact of commercial and industrial centers on the degree of resilience of the urban environment.

Conclusion The results showed that the highest air pollution, airborne particles, and environmental instability in the central part of the city are more than in other parts; Therefore, it can be concluded that the spatial structure of the city has a great impact on the degree of resilience of the urban environment.

Keywords Spatial Structure of the City; Urban Environmental Resilience; Activity Centers; Ecological Capacity; Tabriz Metropolis

CITATION LINKS

[Adger W, et al; 2020] Commentary: Inequality, precarity ...; [Amadeh H, et al; 2015] Tehran's ecosystem resilience ...; [Azadi Mubaraky M, Ahmadi M; 2020] Long-term variability of particulate ...; [Burgalassi D, Luzzat T; 2015] Urban spatial structure and ...; [Connolly C; 2020] From resilience to multi-species ...; [Cruz S, et al; 2013] Resilience Thinking in Urban ...; [Environmental Role Consulting Engineers; 2016] Comprehensive plan of Tabriz ...; [Esmailnejad M, et al; 2015] Evaluation and zoning of urban ...; [Farzad Behtash MR, et al; 2013] Evaluation and analysis of dimensions ...; [Ghadami M, et al; 2013] Strategic assessment of city ...; [Glaeser EL; 2021] Urban ...; [Hashemi B; 2021] Analysis of the role of different ...; [Hendi H, et al; 2020] The measurement of environmental ...; [Hillier B, Vaughan L; 2007] The city as ...; [Honey-Rosés J, et al; 2013] The impact of COVID-19 on ...; [Karimi Rahnama A, et al; 2020] Presenting a transtit-oriented ...; [Krasny ME, Tidbal KG; 2009] Applying a resilience systems ...; [Langemeyer J, et al; 2021] Urban agriculture—A necessary ...; [Leichenko R; 2011] Climate change and urban ... [Long Y; 2007] The relationships between ... [Lu Y, et al; 2020] Risk reduction through urban ... [Mahriyar M, Rho J; 2014] The compact city concept ... [Mehdizad V; 2016] Sanitation rate of Sanandaj ... [Meshkini A, et al; 2017] Spatial and chronological ... [Mortazavi S, Tabibian M; 2015] Investigating and explaining ... [Motamedi M, Gharavi M; 2020] Assessing the model of resilience ... [Movahed S, Tabibian M; 2018] Investigating the changes of ... [Niazi H, Mohammadzadeh R; 2010] Investigation of environmental ... [Omidpour M, et al; 2020] The impact of urban growth ... [Pacumar D, Cirovic G; 2015] The selection of transport ... [Parivar P, et al; 2013] Developing the ecological ... [Parivar P, et al; 2020] Resilience Thinking: concepts ... [Piri S, Saremi H; 2018] Analysis of the spatial structure ... [Sobhani B, et al; 2019] Evaluation and zoning of ... [Soleimani A, et al; 2018] Assessment and Analysis of ... [Serra M, Pinho P; 2011] Dynamics of periurban spatial ... [Tucker BE, et al; 1994] Some Remark Concerning ... [Viitanen J, Kingston R; 2014] Smart cities and green growth ...

Copyright© 2022, the Authors | Publishing Rights, ASPI. This open-access article is published under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License which permits Share (copy and redistribute the material in any medium or format) and Adapt (remix, transform, and build upon the material) under the Attribution-NonCommercial terms.

سنجش نقش ساختار فضایی کلان‌شهرها در تاب‌آوری زیست‌محیطی کلان‌شهر تبریز با روش فازی ماباک

مهدی شیری‌پور MSc
گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
فرزانه ساسان‌پور* PhD
گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
حبیب‌اله فصیحی PhD
گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
علی شماعی PhD
گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

چکیده

اهداف: تاب‌آوری شهری طی سال‌های اخیر به خصوص با شیوع همه‌گیری کرونا و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی به مساله اصلی کلان‌شهرها تبدیل شده است. همچنین ناکارآمدی و ضعف عملکردی ساختار فضایی کلان‌شهرها، باعث بروز مشکلات و معضلات محیطی و کاهش تاب‌آوری محیط زیست شهری شده است؛ با این منظور در این پژوهش به شناخت نقش و تاثیر ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز در تاب‌آوری محیط زیست شهری آن پرداخته شد.

روش‌شناسی: روش پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است. محدوده مکانی پژوهش، کلان شهر تبریز و محدوده زمانی آن سال‌های ۱۳۹۹ و نیمه اول سال ۱۴۰۰ بود. روش جمع‌آوری داده‌های پژوهش به صورت میدانی و کتابخانه‌ای و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل آماره‌های تراکم کرنل، تحلیل چیدمان فضا، تحلیل بیضوی انحراف استاندارد و روش رتبه‌بندی فازی ماباک بود.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که شهر تبریز از نظر معیارهای تعیین ساختار فضایی به صورت تک‌هسته‌ای با تسلط بخش مرکزی نسبت به سایر بخش‌ها است؛ بنابراین وضعیت تاب‌آوری محیط زیست شهری در این بخش مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج حاصل از رتبه‌بندی ماباک فازی نیز نشان داد که ضریب Q برای مراکز تجاری و صنعتی به ترتیب ۰/۴۴۲و ۰/۴۱۶ به دست آمد و این ضرایب نشان‌دهنده تاثیر زیاد مراکز تجاری و صنعتی بر میزان تاب‌آوری محیط زیست شهری بود.

نتیجه‌گیری: بیشترین آلودگی هوا، ذرات معلق در هوا و ناپایداری محیط زیست در بخش مرکزی شهر بیشتر از سایر بخش‌ها است؛ بنابراین ساختار فضایی شهر تاثیر زیادی بر میزان تاب‌آوری محیط زیست شهری دارد.

کلیدواژگان: ساختار فضایی شهر، تاب‌آوری محیط زیست شهری، مراکز فعالیتی، ظرفیت بوم‌شناسی ، کلان‌شهر تبریز

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۲۷
*نویسنده مسئول: sasanpour@khu.ac.ir

مقدمه

طی سال‌های اخیر، تاب‌آوری به دغدغه مهمی برای شهرها تبدیل شده است؛ به‌طوری‌که توجه و پرداختن به آن در شهرهایی که تحت تاثیر مخاطرات طبیعی و تهدیدهای احتمالی انسانی قرار گرفته‌اند، حائز اهمیت است. تاب‌آوری به شهرها کمک می‌کند تا با آماده‌نگه داشتن خود برای تمامی وقایع قابل و غیرقابل‌پیش‌بینی، با آن‌ها مواجه شده، سازگاری پیدا کرده و همچنین به سمت اهداف بلندمدت خود قدم بردارند [Motamedi & Yapang Gharavi, 2020]. سازمان جهانی کلان‌شهرهای جهان با عنوان متروپلیس، تاکید می‌کند که در ساخت‌وساز شهری برای رسیدن به تاب‌آوری نیازمند نگاه همه‌جانبه به شهر و درک درستی از سیستم‌ها، ناکارآمدی‌ها و ریسک‌های احتمالی است؛ چون تنها با تقویت ساختار شهری و درک بهتر شوک‌ها است که شهر می‌تواند مسیر توسعه و رفاه شهروندان را فراهم آورد [Honey-Rosés *et al.,* 2020]. برای مثال شوک همه‌گیری کووید-۱۹ طی سال‌های اخیر نشان داد که شهرها از سازوکارهای مناسب و تاب‌آور برای مقابله با وقایع ناگهانی از جمله آلودگی‌های زیستی برخوردار نیستند [Glaeser, 2021]؛ چرا که الگوهای رفت‌وآمدها، فعالیت و همزیستی در سکونتگاه‌های متراکم شهری و غیره، بر میزان تاب‌آوری محیط زیست شهری تاثیر می‌گذارد. برای این منظور درک ساختار فضایی شهر و شناسایی ارتباط آن با تاب‌آوری محیط زیست شهری دارای اهمیت فراوانی است.

ناکارآمدی و ضعف عملکردی ساختار فضایی، شهر را دچار مشکلات جدی خواهد کرد، به‌طوری که نیازهای اساسی شهروندان به سختی تامین می‌شود [Omidpour *et al.,* 2020]؛ مشکلات و معضلات محیطی هر روز بخش‌های مختلف شهر را فرا می‌گیرند؛ بنابراین پویایی و سرزندگی هر شهری رابطه مستقیمی با نحوه ساختاریابی عناصر فضایی آن شهر دارد [Ghadami *et al.,* 2013]. همچنین ساختار فضایی شهرها نقش تعیین‌کننده کیفیت زندگی، وضعیت تاب‌آوری شهری در مواقع بروز بحران‌های حاد و طولانی‌مدت، بحران‌های زیست‌محیطی و سلامتی شهروندان است؛ بنابراین عوامل متعددی همچون کاربری نامناسب زمین، ساخت و طراحی نامناسب ساختمان‌ها و زیرساخت‌های ناکارآمد شهری، دسترسی نامناسب به خاطر عدم توزیع مناسب امکانات، شیوه حمل و نقل سنتی و ناکارآمد شهری، عدم تعادل در توزیع جمعیت و فعالیت، شبکه حمل و نقل نامتوازن و غیره می‌تواند موجب افزایش خطر سکونتگاه‌های انسانی شده و تاب‌آوری آن‌ها را تحت تاثیر قرار دهد [Tucker *et al.*, 1994]. همچنین ساختار فضایی کلان‌شهرها میزان رفت‌وآمدهای شهری را کنترل کرده و میزان نیاز به وسایل حمل و نقل موتوری را مشخص می‌کند [Hashemi, 2021]. ساختار فضایی کلان‌شهرها چگونگی توزیع کانون‌های فعالیت و سکونت را به نمایش می‌گذارد و این الگوهای پراکندگی می‌توانند بر کیفیت محیط زیست تاثیرگذار باشند [Meshkini *et al.,* 2017]. در ساختار فضایی شهر، میزان استفاده حداکثر و حداقل از فضای شهری مشخص می‌شود و میزان استفاده از مکان و نوع فعالیت می‌تواند بر کیفیت محیط زیست تاثیرگذار باشد؛ بنابراین ساختار فضایی شهرها ارتباط تنگاتنگی با محیط زیست و سلامت شهر داشته و این امر باعث شده است که ساختار فضایی به مرور زمان بر محیط زیست شهری تاثیر بگذارد.

طی دهه‌های اخیر، پژوهش‌های زیادی در خصوص تاب‌آوری شهری و همچنین کاهش ظرفیت و کیفیت محیط زیست شهری انجام شده است. در این پژوهش به برخی از مهم‌ترین پژوهش‌هایی که

در حوزه تاب‌آوری محیط زیست و بوم‌شناسی شهری انجام شده است، اشاره می‌شود و نتایج و تجارب عملی این پژوهش‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. از نتایج پژوهش‌های انجام‌شده برای استخراج شاخص‌ها و تعریف روش پژوهش و همچنین بررسی تاثیر ساختار فضایی شهر تبریز بر محیط زیست شهری آن استفاده شده است.

جدول ۱) خلاصه نتایج پیشینه تحقیق داخلی و خارجی

مرجع	خلاصه نتایج	محوریت
[Krasny & Tidbal, 2009]	در سازماندهی فضای شهری، تنوع زیستی و فرآیندهای مدیریت منابع بایستی دیده شود.	افزایش تاب‌آوری محیط زیست شهری
[Leichenko, 2011]	فرآیندهای به‌هم‌پیوسته فضای شهری بر محیط زیست شهری تاثیر می‌گذارد.	تاب‌آوری محیط زیست شهری
[Cruz *et al.*, 2013]	تغییرات سیستمی شهر و بازساخت شهری بر تاب‌آوری محیط زیست شهری تاثیرگذار بوده است.	نگاه سیستمی به شهر
[Viitanen & Kingston, 2014]	شهرهای هوشمند و رشد سبز باعث افزایش تاب‌آوری محیط زیست شهری می‌شود.	فضای سبز شهری
[Mahriyar & Rho, 2014]	رفت‌وآمدهای روزانه مردم از نواحی پیرامونی به داخل شهر، مقدار دی اکسیدکربن در بخش مرکزی را به شدت افزایش داده است.	تحلیل ساختار فضایی شهری و توسعه فشرده
[Connolly, 2020]	بروز سیلاب‌ها و رانش زمین در نتیجه رشد ساختار پراکنده شهر و توسعه بی‌پروای آن در دامنه‌ها و جنگل‌های پیرامون شهر بوده است.	تاب‌آوری محیط زیست شهری
[Adger *et al.*, 2020]	تاب‌آوری زیست‌محیطی با ساختارهای اقتصادی و اجتماعی شهر در ارتباط است.	ساختارهای شهری و تاب‌آوری محیط زیست
[Lu *et al.*, 2020]	برای درک سیستم‌های فضایی شهر و ایجاد تاب‌آوری فضایی، نیاز است که نگاه منسجم و یک‌پارچه به تاب‌آوری و مولفه‌های فضاهای شهری داشت.	تاب‌آوری و رویکرد یکپارچه
[Langemeyer *et al.*, 2021]	دانش موجود و جدید در مورد خطرات و آسیب‌پذیری‌های شهری، متابولیسم شهری آشکار و همچنین خدمات محیط زیست باید در تصمیم گیری در مورد استفاده از زمین قوی‌تر باشد.	تاب‌آوری محیط زیست شهری
[Behtash *et al.*, 2013]	میزان تاب‌آوری در شهر تبریز پایین است و از بین مولفه‌های مورد مطالعه، تاب‌آوری زیست‌محیطی و کالبدی ضریب پایین‌تری دارد.	تاب‌آوری شهری
[Parivar *et al.*, 2013]	با بوم‌شناسی شهری مدرن و تنظیم ساختار فضایی شهر، امکان یکپارچه سازی عوامل انسانی و بوم‌شناسی در سیستم‌های شهری و درک تعاملات بین آن‌ها، می‌توان به افزایش راهبردهای پایداری و تاب‌آوری شهری کمک کرد.	ارتباط بین تاب‌آوری شهری و ساختار فضایی
[Mortazavi & Tabibian, 2015]	دیدگاه سیستمی در خصوص تاب‌آوری زیست‌محیطی بسیار اهمیت دارد. مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی هوا در قالب دیدگاه سیستمی قابل مرتفع‌شدن است.	دیدگاه سیستمی به تاب‌آوری شهری
[Mehdizad, 2016]	تمرکز جمعیت، چیدمان عناصر و فضاهای شهری، زیرساخت‌های به‌هم وابسته و سایر موارد، شهرها را در معرض مخاطرات طبیعی و زیست‌محیطی قرار می‌دهند.	ساختار فضایی شهر و تاب‌آوری محیط زیست
[Movahed & Tabibian, 2018]	محیط زیست‌های شهری در طی گذشت زمان و در نتیجه برهم‌کنشی پویا میان فرآیندهای اجتماعی-اقتصادی و بیوفیزیکی رشد و تکامل یافته و تاب‌آوری بوم‌شناسی محیط شهری تحت تاثیر چنین برهم‌کنش‌هایی قرار دارد.	تاب‌آوری محیط زیست‌های شهری
[Amadeh *et al.*, 2018]	تاب‌آوری محیط زیست شهر تهران در برابر آلاینده‌های واردشده بسیار پایین آمده است و این شهر توان کافی برای مقابله با شوک‌های واردشده را ندارد.	تاب‌آوری محیط زیست‌های شهری
[Parivar *et al.*, 2020]	با رشد شهر، خدمات محیط زیستی اولیه از بین می‌رود.	محیط زیست شهری
[Hendi *et al.*, 2020]	برنامه‌ریزان شهری بیش از اینکه بر توسعه فیزیکی تاکید نمایند، باید پیامدها و هزینه‌های زیست‌محیطی آن را درک نمایند.	توسعه شهری
[Omidpour *et al.*, 2020]	روند رشد و توسعه شهری بر ساختار شبکه بوم‌شناسی شهر تاثیر گذاشته است.	توسعه فیزیکی شهر و تاب‌آوری شهری

نتایج حاصل از بررسی پژوهش‌های فوق نشان می‌دهد که تغییر و تحولات عناصر کالبدی و نظام فضایی شهر منجر به تغییر فرآیندهای فضایی و در نتیجه ازبین‌رفتن الگوهای سنتی و جایگزین‌شدن آن با الگوهای جدید زندگی شهری از جمله سیستم رفت‌وآمد و نوع فعالیت شده است. در مواردی که عناصر تشکیل‌دهنده ساختار فضایی شهر همراستا با نظام بوم‌شناسی شهر بوده است، ظرفیت و تاب‌آوری شهری نه‌تنها آسیب ندیده بلکه باعث افزایش تاب‌آوری شهری نیز شده است؛ اما در صورت عدم سازگاری نحوه توسعه شهر با نظام بوم‌شناسی و محیط زیست شهر، تاب‌آوری شهری از جمله تاب‌آوری محیط زیست شهری کاهش پیدا کرده است.

در حوزه نظری، نظریات مختلفی در خصوص اینکه ساختار فضایی شهر چیست؟، چگونه شکل می‌گیرد؟ و چه تاثیری بر تاب‌آوری شهر و محیط زیست آن دارد؟ وجود دارد. منشاء هر کدام از این نظریات به حوزه‌های گوناگونی برمی‌گردد. دلیل تعدد نظریات گوناگون در شناخت ساختار فضایی شهر، دخالت عوامل مختلف در شکل‌گیری ساختار شهر است. هر کدام از نظریه‌پردازان سعی کرده‌اند از ابعاد گوناگون، ساختار فضایی شهر را بررسی کرده و تصویری از مکانیزم شکل‌گیری شهر و ساختار آن ارایه دهند. روش شناسایی ترکیب فضا با تکنیک چیدمان فضایی از جمله روش‌هایی است که به صورت کمی به شناسایی ساختار فضایی شهرها می‌پردازد. در این پژوهش منظور از فضا و مقیاس آن فضای جغرافیایی است. منظور از فضای جغرافیایی، فضایی با مقیاس بزرگ است که ساختار آن به طور معنی‌داری، بزرگ مقیاس‌تر از مشاهدات در دسترس انسان است [Long, 2007]. برای شناخت و تحلیل ساختار فضایی شهر، مهم‌ترین نظریه، نظریه چیدمان و پیکره‌بندی فضا است. این نظریه بر این باور است که پیکره‌بندی فضایی و نحوه ترکیب فضاهای شهری، عامل اصلی الگوی پخشایش فعالیت‌های اجتماعی-اقتصادی مانند الگوی پخشایش کاربری‌های تجاری، قومیت‌های مختلف، جرایم شهری و حرکت در سطح شهر است [Hillier, 2007]. برای تحلیل ساختار فضایی شهر در روش تحلیل چیدمان فضا از فنون هم‌پیوندی فضا، عمق فضا، اتصال فضا و انتخاب فضایی استفاده شده است. این فنون به عنوان پارامترهای اصلی تحلیل چیدمان فضا شناخته شده‌اند [Serra & Pinho, 2011]. نظریه دیگر در ساختار فضایی شهری، نظریه پیتر هال است. در این نظریه برای شناخت ساختار فضایی شهر از نحوه توزیع کاربری‌های خدماتی، تجاری، گردشگری و صنعتی استفاده شده است [Burgalassi & Luzzat, 2015]. نظریات موجود در شناخت تاب‌آوری شهری در حوزه محیط زیست، نظریه ظرفیت محیط و بوم‌شناسی شهری است که از این نظریات برای استخراج مولفه‌های تاب‌آوری شهری استفاده شد.

با توجه به مقدمات فوق، تجارب عملی پژوهشگران و مبانی نظری مذکور، مساله پژوهش حاضر این است که کلان‌شهر تبریز طی دهه‌های اخیر با رشد و توسعه کالبدی و جمعیتی مواجه بوده است. این شهر به موازات رشد کالبدی، دچار تغییرات و دگرگونی‌هایی در ساختار فضایی مواجه شده است. در حال حاضر یکی از مشکلات اصلی کلان‌شهر تبریز وجود یک هسته قوی در مرکز شهر است که با توجه به فعالیت‌های فراشهری و شهری که در این مرکز استقرار یافته است باعث جذب رفت و آمدها از منطقه کلان‌شهری می‌شود [Piri & Saremi, 2018]. همچنین ساختار موجود شهر تبریز سبب افزایش استفاده از وسایل نقلیه موتوری و ناکارآمدی طرح‌های توسعه پیاده محوری شده است [Environmental Role Consulting Engineers, 2016]. به خصوص طی دهه‌های اخیر، این شهر بدون ساختاری منسجم و کارآمد، با توسعه کالبدی سریعی مواجه شده و این عامل باعث افزایش فواصل بین کانون‌های سکونت و فعالیت شده است. مساله فوق باعث پیامدهای زیست محیطی از جمله بروز آلودگی‌ها در کانون‌های فعالیت و انباشت پسماندها و مشکلات دفع پساب‌ها در کانون‌های سکونت شده است. شهروندان در این شهر برای رفع نیازهای خود، روزانه مسیرهای زیادی را به ناچار طی می‌کنند. این امر باعث افزایش رفت‌وآمدهای درون‌شهری، اتلاف وقت و هزینه و همچنین افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی شده است [Karimi Rahnama *et al.*, 2020]. الگوهای فضایی موجود در کلان‌شهر تبریز و نحوه توزیع و ارتباطات فضایی از جمله کانون‌های فعالیت و سکونت تحت تاثیر ساختار فضایی شهر عمل می‌کنند. در حالی که چنین ساختاری ناشی از صرفه‌های اقتصادی و تحولات تاریخی شهر شکل گرفته است و ظرفیت محیط زیست و تاب‌آوری شهری نادیده گرفته شده است؛ بنابراین انتظار می‌رود تا تاب‌آوری زیست‌محیطی شهر، روز به روز تحت تاثیر قرار گرفته و در سال‌های آینده، بحران‌های ناشی از پیامدهای عدم توجه به ظرفیت محیط زیست شهری ظهور پیدا کند. چنین مساله‌ای در کمترین زمان به کل سیستم شهری تسری پیدا کرده و پایه‌های حیات و بقاء شهر را سست خواهد کرد؛ بنابراین شناخت نقش و تاثیر ساختار فضایی بر تاب‌آوری زیست‌محیطی شهری می‌تواند وجوه توسعه اقتصادمحور، خودرومحور و شهر سرمایه‌محور کلان‌شهر تبریز را زیر سئوال برده و بنیان‌های نظری چنین توسعه‌های شهری را از دیدگاهی متفاوت توضیح و تشریح کند. برای این منظور در این پژوهش هدف آن بود که تاثیر ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز بر تاب‌آوری محیط زیست شهری مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

روش‌شناسی

روش پژوهش از نظر هدف کاربردی و از نظر روش، توصیفی-تحلیلی است. محدوده مکانی پژوهش، کلان شهر تبریز و محدوده زمانی آن سال‌های ۱۳۹۹ و نیمه اول سال ۱۴۰۰ بود. روش جمع‌آوری داده‌ها به صورت میدانی و کتابخانه‌ای و شامل نقشه‌های شبکه معابر شهر تبریز در طرح جامع و تفصیلی این شهر در سال ۱۳۹۹، نقشه کاربری اراضی طرح جامع [Environmental Role Consulting Engineers, 2016] و نقشه بلوک‌های جمعیتی حاصل از سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵ مرکز آمار (تحلیل‌های

جمعیتی) بود. قابل ذکر است که برای سنجش تاب‌آوری محیط زیست بخش‌های کانونی و مرکزی شهر از ۱۱ متغیر تاب‌آوری استفاده شد.

روش تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل آماره‌های تراکم کرنل، تحلیل چیدمان فضا، بیضوی انحراف استاندارد و روش رتبه‌بندی فازی ماباک (Fuzzy MABAC) بوده است. تکنیک ماباک یکی از جدیدترین تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه است که برای رتبه‌بندی در مدل‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره استفاده می‌شود. این روش اولین بار توسط *پاموکار* و *سیروویچ* [Pacumar & Cirovic, 2015] ارایه شد و مراحل آن به شرح زیر است:

اولین گام در این روش تعیین عوامل و گزینه‌های پژوهش است. دومین گام تشکیل ماتریس تصمیم است. در گام سوم باید ماتریس تصمیم مرحله دوم را نرمال کرد. نرمال‌سازی با استفاده از روابط زیر صورت می‌گیرد؛ چنانچه معیارها جنبه مثبت داشته باشند از رابطه اول و چنانچه معیارها جنبه منفی داشته باشند از رابطه دوم استفاده می‌شود.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-}$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+}$$

در گام چهارم با استفاده از رابطه زیر ماتریس نرمال، وزن‌دار شده است.

$$v_{ij} = w_i.(n_{ij} + 1)$$

که در آن n_{ij} عناصر ماتریس نرمال‌شده (N) را نشان می‌دهد، w_i ضرایب وزنی معیار را نشان می‌دهد.

در بخش پنجم با استفاده از رابطه زیر برای هر معیار، یک مرز ناحیه شباهت مشخص می‌شود؛ در واقع باید از امتیازات هر معیار میانگین هندسی گرفته شود تا مرز ناحیه شباهت به دست آید.

$$gi = (\prod_{j=1}^{m} vij)^{\frac{1}{m}}$$

جایی که v_{ij} عناصر ماتریس وزنی (V) و m تعداد کل گزینه‌های جایگزین را نشان می‌دهد. پس از محاسبه مقدار g_i بر اساس معیارها یک ماتریس از مناطق تقریبی G در فرم n x 1 ایجاد می‌شود.

$$C_1 \; C_2 \ldots C_n$$

$$\tilde{G} = [\tilde{g}_1 \; \tilde{g}_2 \; \ldots \; \tilde{g}_n]$$

در گام ششم با استفاده از رابطه زیر فاصله گزینه‌ها را تا ناحیه g به دست می‌آید. در واقع باید ماتریس وزن‌دار را از ماتریس g کم کرد.

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & v_{2n} \\ v_{m1} & v_{m2} & v_{mn} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} g_1 & g_2 & g_n \\ g_1 & g_2 & g_n \\ g_1 & g_2 & g_n \end{bmatrix}$$

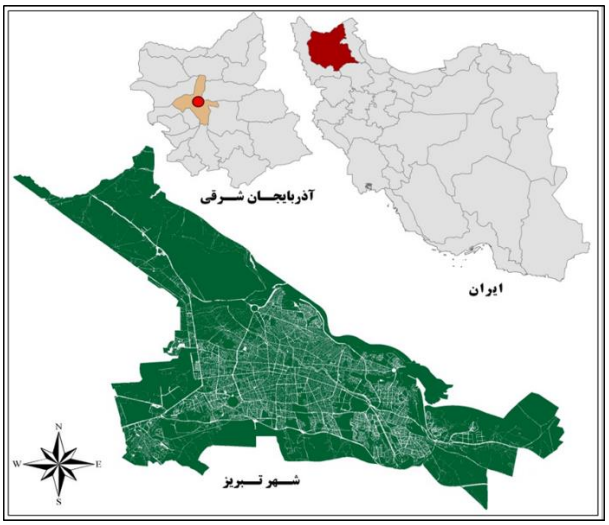
در گام هفتم با استفاده از رابطه زیر امتیاز نهایی هر گزینه را مشخص کرده و بر اساس آن گزینه‌ها رتبه‌بندی می‌شوند.

$$S_i = \sum_{j=1}^{n} q_{ij}, \quad j = 1,2,\ldots,n, \quad i = 1,2,\ldots,m$$

که n تعداد معیارها و m تعداد گزینه‌های جایگزین است [Pacumar & Cirovic, 2015]

محدوده مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه کلان‌شهر تبریز است. این شهر با وسعتی معادل ۱۳۱کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ٤٦ درجه و ۲۳ دقیقه تا ٤٦ درجه و ۱۱ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه ۹ دقیقه تا ۳۸ درجه ۱ دقیقه عرض شمالی با ارتفاع متوسط ۱۳٤۰ متر در جلگه‌ای به همین نام قرار گرفته است [Environmental Role Consulting Engineers, 2016]. شهر تبریز سومین شهر بزرگ ایران (به لحاظ مساحت) پس از تهران و مشهد محسوب می‌شود. شکل ۱، موقعیت کلان‌شهر تبریز و همچنین محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل ۱) موقعیت جغرافیایی شهر تبریز و محدوده مورد مطالعه پژوهش

یافته‌ها

عناصر تعیین‌کننده ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز به شرح زیر بودند:

-بررسی ساختار فضایی شهری با روش تحلیل مراکز فعالیتی: در خصوص عناصر تشکیل‌دهنده ساختار فضایی شهرها نظریات مختلفی ارایه شده است. روش پیتر هال و روش هلیر از معروف‌ترین و جدیدترین نظریاتی هستند که ساختار فضایی شهرها را حاصل چگونگی پراکندگی کاربری‌های فعالیتی و نحوه توزیع سلسله مراتب شبکه معابر شهر می‌دانند. در روش پیتر هال کاربری‌های فعالیتی شهر در پنج کارکرد اصلی شامل اداری-مالی، گردشگری، تجاری، فعالیت‌های عمومی و صنعتی تقسیم‌بندی می‌شود. در این پژوهش

ابتدا از روش اول برای بررسی ساختار فضایی شهر استفاده شده است. نتایج حاصل به شرح زیر است:

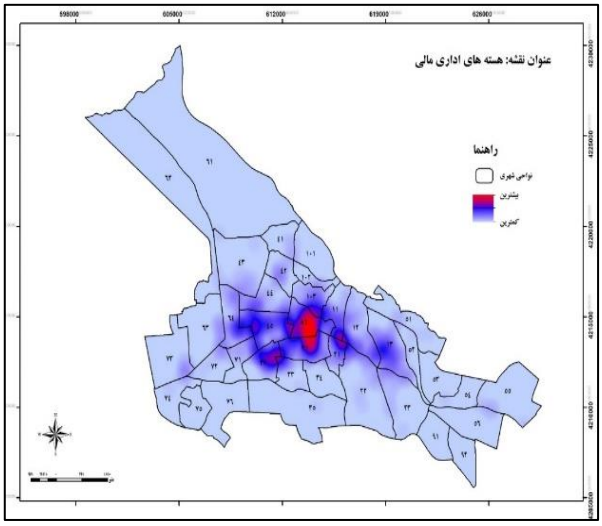
برای تحلیل ساختار فضایی شهر تبریز و تاثیر آن بر میزان تاب‌آوری محیط زیست شهری، کاربری‌های فعالیتی در پنج گروه طبقه‌بندی شد و نحوه توزیع این کاربری‌ها با تراکم کرنل مورد نمایش داده شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که کاربری‌های اداری در بخش مرکزی شهر بیشترین تمرکز را نشان می‌دهد. همچنین نحوه توزیع مراکز گردشگری و تفریحی نیز نشان داد که بیشترین تمرکز این کاربری‌ها در مرکز شهر بوده است. تراکم کاربری‌های تجاری نشان می‌دهد که این کاربری‌ها نیز در مرکز شهر بیشترین تمرکز فعالیتی را داشته است. پراکندگی سایر کاربری‌های عمومی که اداری، گردشگری و تجاری نبودند و به عنوان کاربری‌های مدنظر قرار می‌گیرند در این مولفه مورد توجه قرار گرفتند. این کاربری‌های، مراکز آموزشی، درمانی، مذهبی، فرهنگی و غیره بوده است. نحوه توزیع این کاربری‌ها نیز نشان می‌دهد که در مرکز شهر بیشترین تمرکز و انباشتگی وجود دارد. وضعیت توزیع کاربری‌های صنعتی متفاوت از چهار مراکز فعالیتی مذکور بوده است. کاربری‌های صنعتی در کلان‌شهر تبریز در پیرامون شهر بخصوص در غرب و شمال غرب توزیع شده است. در نتیجه برای بررسی الگوی توزیع این فعالیت‌ها از بیضوی انحراف استاندارد استفاده شد و نتایج حاصل نشان می‌دهد که الگوی توزیع فعالیت‌های پنج‌گانه به صورت متمرکز در بخش مرکزی شهر است. به عبارتی بخش مرکزی شهر دارای هسته اصلی بوده و سایر بخش‌های آن، به عنوان نواحی پرکننده در قالب نواحی مسکونی شهر است (شکل ۲).

-بررسی ساختار فضایی شهر با روش تحلیل پیکره‌بندی فضایی: برای درک ساختار فضایی شهر تبریز در کنار چگونگی پراکندگی فعالیت‌ها، از روش پیکره‌بندی فضایی شهر نیز استفاده شد. در این تحلیل از روش هم‌پیوندی که اصلی‌ترین مفهوم چیدمان فضاست، استفاده شده است. در روش هم‌پیوندی، محورها به عنوان فضاهای مستقل در نظر گرفته شده است که به صورت رابطه‌ای با هم در ارتباط هستند. همچنین لازم به ذکر است که در کنار سنجش هم‌پیوندی فضاهای مورد بررسی برای شناسایی ساختار فضایی شهر تبریز، بایستی به تحلیل «عمق» فضا نیز اشاره کرد. این دو مفهوم مقابل هم بوده و کاهش یکی با افزایش دیگری همراه است. با این روش نتایج به‌دست‌آمده از هم‌پیوندی محورهای مورد مطالعه کلان‌شهر تبریز با شعاع n نشان دادند که محورهای منتهی به مرکز شهر که در محدوده منطقه ۸ شهرداری تبریز قرار دارند، دارای بیشترین هم‌پیوندی فضایی هستند. خیابان‌های امام خمینی، فردوسی، سرگرد محققی، فلسطین و خیابان‌های جنوبی منتهی به بازار شهر از میزان هم‌پیوندی بالایی برخوردار هستند. این هم‌پیوندی نشان می‌دهد که با خیابان‌کشی‌ها و بازشدن معابر سواره‌رو در پیرامون بازار، میزان هم‌پیوندی از بازار و بخش قدیمی شهر به لبه‌های این خیابان‌ها کشیده شده است. در کل، گذرهای اصلی شهر که با طیف قرمز نشان داده شده است، دارای هم‌پیوندی بیشتری نسبت به طیف رنگ آبی برخوردار است. طیف رنگی زرد که پیرامون بخش مرکزی شهر را در برگرفته است، نسبت به طیف رنگ آبی از هم‌پیوندی بیشتری برخودار بوده اما نسبت به رنگ قرمز از هم‌پیوندی پایین‌تری برخوردار است (شکل ۳). با توجه به نقشه هم‌پیوندی به‌دست‌آمده در شکل ۳ مشخص شد که میزان هم‌پیوندی خیابان امام که به صوت شرقی-غربی است با میزان هم پیوندی ۰/۲۱ دارای بیشترین همبستگی و خیابان‌های پیرامون شهر و بخصوص محدود به شمال غرب شهر که با رنگ آبی نشان داده شده است با میزان ۰/۰٤ دارای کمترین هم‌پیوندی را نشان می‌دهند (ضرایب فوق در محیط نرم‌افزار Depth Map محاسبه شده است). به این ترتیب طبق تئوری چیدمان فضا، احتمال وقوع حرکت و فعالیت در محور امام و ۲۲ بهمن و همچنین محورهای منتهی به این دو محور از حرکت و احتمال جذب کاربری بیشتری برخوردار بوده و بیشترین نقش را در ساختار فضایی شهر تبریز دارد.

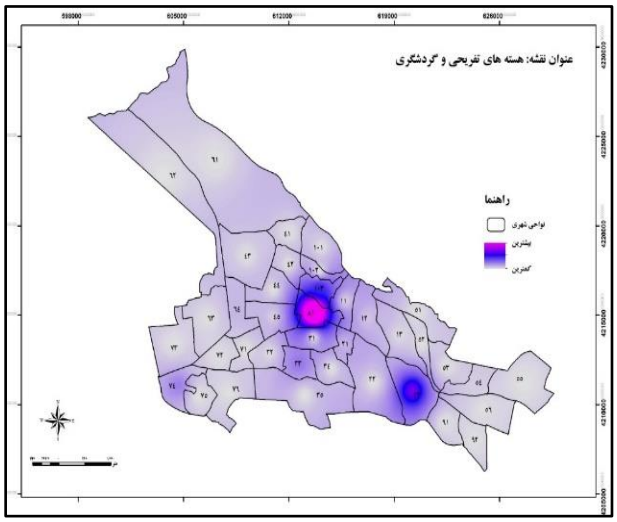
در مراحل بعدی نحوه اتصال تقاطع‌ها مورد بررسی قرار گرفت. طبق اصل اتصال، بیشترین تقاطع شهری به جهت ارتباطی به محور امام خمینی از میدان جانبازان تا تقاطع خیابان خاقانی نزدیک ساختمان مرکزی شهرداری تعلق دارد. همچنین خیابان ۲۲ بهمن، خیابان شهید بهشتی و خیابان دانشسرا، از اتصالات بیشتری نسبت به سایر محورهای شهر برخوردار هستند. به عبارتی این محورها مهم‌ترین محورها در ساختار فضایی شهر تبریز بوده و بیشترین نقش را در شکل‌دهی به ساختار فضایی شهر تبریز ایفا می‌کنند. قلب عملکردی شهر همان‌گونه که انتظار می‌رود، دارای بالاترین درجه هم‌پیوندی فراگیر است.

-بررسی ساختار فضایی شهر با روش تحلیل نحوه توزیع مراکز جمعیتی: تراکم جمعیت و نحوه پراکندگی آن یکی از عناصر اصلی در ساختار فضایی شهرها هستند که در بستر زمان و مکان و در کنش متقابل با سطح تکنولوژی جوامع، تراکم‌های شهری را رقم می‌زنند؛ بنابراین در این پژوهش برای شناسایی ساختار فضایی شهر از نحوه توزیع تراکم جمعیت استفاده شد. نتایج حاصل نشان می‌دهد که بیشترین تمرکز جمعیت در پیرامون بخش مرکزی شهر قرار گرفته و میزان این تمرکز در بخش‌های شمالی از جمله مناطق ۱ و ۵ بیشتر بود (شکل ٤).

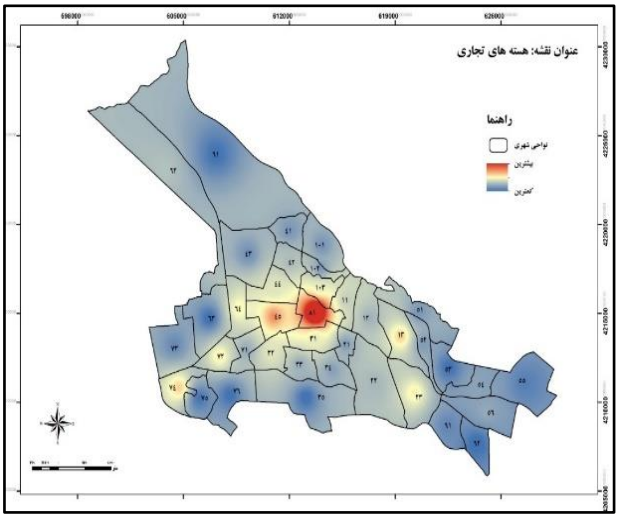
در روش فازی ماباک و رتبه‌بندی میزان تاب‌آوری محیط زیست شهری در بخش‌های دارای اهمیت در ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز، ابتدا وضعیت معیارهای تاب‌آوری محیط زیست شهری با استفاده از مساحت موجود هر کدام از کاربری‌ها (عناصر موجود ساختار فضایی)، داده‌های موجود در آرشیو شهرداری (میزان ترافیک، تخمین میزان زباله و کیفیت هوا) و چک لیست حاصل از مشاهده میدانی (تعداد سطل‌های زباله، بهداشت محیط، وضعیت فضای سبز و کیفیت بافت) رقومی‌سازی شد. این رقومی‌سازی در دامنه طیف ۱ تا ۵ بود. به طوری که وضعیت هر کدام از معیارهای تاب‌آوری محیط زیست شهری در مراکز مختلف شهر (هسته‌های اصلی شهر) تعیین شد (جدول ۲).



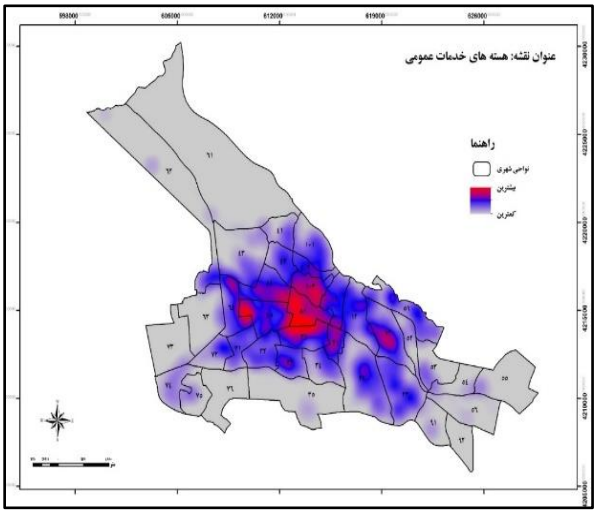
الف) اداری



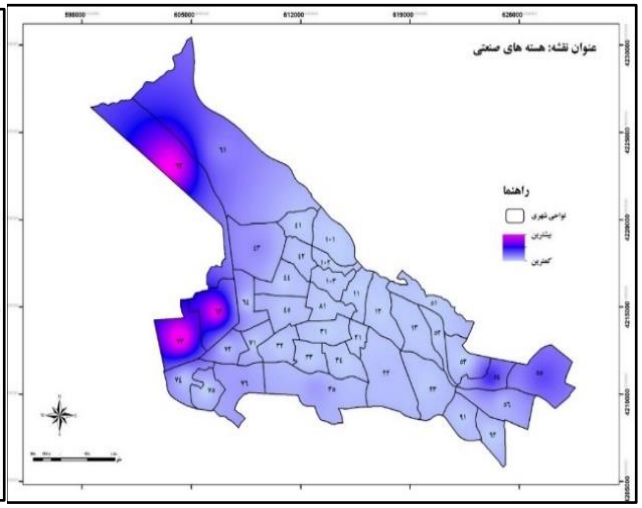
ب) گردشگری



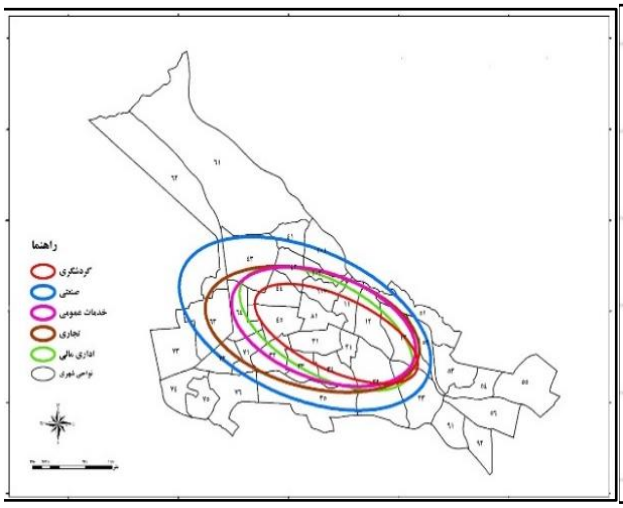
ج) تجاری



ه) عمومی

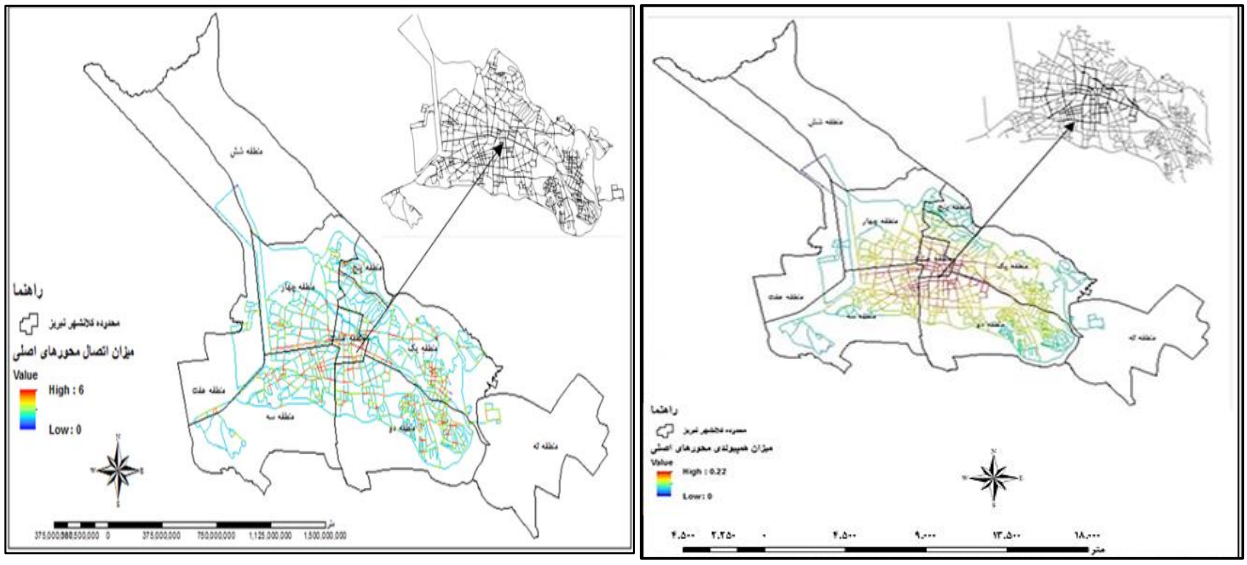


خ) صنعتی



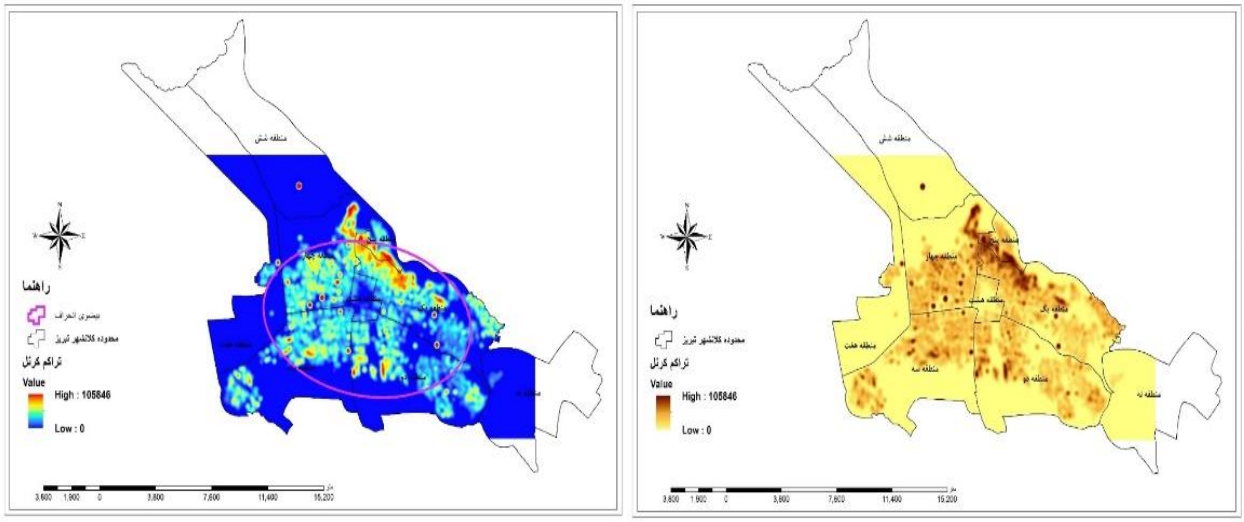
س) فعالیتی

شکل ۲) توزیع فضایی کاربری‌های فعالیتی در شهر تبریز



الف) همپیوندی فراگیر ساختار فضایی شهر تبریز **ب) میزان اتصال محورهای ارتباطی در ساختار فضایی شهر تبریز**

شکل ۳) ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز بر منطق پیکربندی فضایی



الف) تراکم کرنل جمعیت کلان‌شهر تبریز در سال ۱۳۹۵ **ب) تحلیل بیضوی استاندارد جمعیت کلان‌شهر تبریز در سال ۱۳۹۵**

شکل ٤) الگوی پراکندگی جمعیت در ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز

جدول ۲) ماتریس هدف برای سنجش نقش ساختار فضایی در تاب‌آوری محیط زیست شهری تبریز

عناصر ساختار	معیارهای تاب‌آوری محیط زیست شهری									
فضایی	فضای سبز	کیفیت بافت	کیفیت هوا	کیفیت دفع پسماندها	پوشش گیاهی	بهداشت محیط	آسایش محیطی	تنوع گونه‌های گیاهی	میزان ترافیک	میزان زباله	ریزگردها
مراکز تجاری	۵	۵	۵	٤	۵	٤	۵	٤	۵	٤	٤
مراکز صنعتی	٤	۳	۵	۲	۵	٤	۵	۵	۵	٤	۵
معابر هم‌پیوند	۵	٤	۵	٤	۵	٤	۵	۳	۵	٤	٤
مراکز عمومی	۳	۲	۳	۳	۲	۳	۳	۳	۳	٤	۳
مراکز جمعیتی پرتراکم	۲	۳	۱	۳	۱	۲	۱	۱	۱	۳	۲
مراکز اداری	۲	۲	۲	۲	۲	۲	۳	۲	٤	۳	۲
مراکز توریستی	۱	۱	۱	۲	۲	۳	۳	۱	۳	۳	۱

پس از رقومی‌سازی معیارها، داده‌های مورد نظر با استفاده از روش فازی وزن‌دهی شد (جدول ۳).

پس از وزن‌دهی اولیه، برای رتبه‌بندی معیارها و گزینه‌های ساختار فضایی شهر تبریز ماتریس نرمال تشکیل شد (جدول ۴).

بعد از تشکیل ماتریس نرمال با استفاده از وزن‌های حاصل از روش فازی، ماتریس وزن‌دار به دست آمد (جدول ۵).

بعد از محاسبه ماتریس نرمال وزن‌دار به محاسبه ماتریس مرز ناحیه تخمین نماگرهای مورد مطالعه اقدام شد. با استفاده از تکنیک ماباک ماتریس مرز ناحیه تخمین نماگرهای تاب‌آوری محیط زیست شهری در کلان‌شهر تبریز در سال ۱۴۰۰ محاسبه شد (جدول ٦).

بعد از محاسبه ماتریس مرز ناحیه تخمین متغیرهای تاب‌آوری محیط زیست شهری با استفاده از تکنیک ماباک، ماتریس فاصله نماگرهای تاب‌آوری محیط زیست شهری از مرز ناحیه تخمین در سال ۱۴۰۰ محاسبه شد (جدول ۷).

بعد از محاسبه ماتریس فاصله نماگرهای تاب‌آوری محیط زیست شهری برای هر عنصر، تاب‌آوری محیط زیست شهری از مرز ناحیه تخمین به محاسبه ماتریس Q و رتبه‌بندی عناصر ساختار فضایی شهری در معیارهای تاب‌آوری محیط زیست شهری اقدام شد (جدول ۸). در این رتبه‌بندی مشخص شد که مراکز تجاری در رتبه اول قرار گرفته است.

-عوارض زیست‌محیطی ساختار فضایی کلان‌شهر تبریز: برخی از پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از الگوی متمرکز ساختار فضایی شهر تبریز، در زیر مورد بررسی قرار گرفته است:

آلودگی هوا: اولین پیامدهای ساختار فضایی شهرهای تک‌هسته‌ای و متمرکز، آلودگی هوای شهر به خصوص در بخش مرکزی شهرها است. این عامل باعث می‌شود که میزان تاب‌آوری محیط زیست شهر کاهش پیدا کند. بررسی وضعیت کیفیت هوای شهر تبریز نشان می‌دهد که میزان آلودگی هوای در نتیجه ازدیاد بی‌رویه وسایط نقلیه موتوری، روند صعودی داشته است. به عنوان مثال در سال ١٣٦٤ سهم وسایط نقلیه در آلودگی هوای شهر و حومه ۷% و در سال ۱۳۷۳ حدود ۱۰/٦% بوده که این رقم در سال ۱۳۸٦ با افزایش بیش از دو برابر به رقم ۲۳% و در حدود ۷ سال بعد (۱۳۹۳)، در محدوده ۱۵ کیلومتری از شهر به ۲۸/۵% و در محدوده ۵ کیلومتری از شهر به ٦٦/۲% رسید. این رشد با توجه به تعداد وسایط نقلیه در حال حرکت و متوسط مسافرت در روز (۳۸/۸ کیلومتر) و نیز میزان مصرف سوخت به ازاء مسافت طی شده به معنای مصرف سوخت فسیلی به میزان حدود ۱۱۲۸۰۰۰ لیتر در روز است (شکل ۵).

در این بخش به پهنه‌بندی میزان آلودگی هوای تبریز و مقایسه آن با نتایج مدل ماباک پرداخته شد. نتایج تجزیه و تحلیل میزان آلودگی هوا در شهر تبریز نشان می‌دهد که بیشترین آلودگی هوای شهر در مرکز شهر و منطقه صنعتی در شمال غرب آن بوده است. در حالی که نتایج ساختار فضایی شهر نیز نشان می‌دهد که این مناطق به عنوان هسته‌های اصلی شهر بوده و بیشترین نقش در ساختار فضایی شهر دارند. همچنین در روش ماباک نیز مشخص شد که بخش‌های مذکور دارای بیشترین آلودگی هوا از نظر معیارهای تاب‌آوری محیط زیست شهری هستند؛ بنابراین مشخص می‌شود که مناطق با آلودگی بسیار زیاد شامل مناطق مرکزی شهر است. منطقه‌ای که در طول روز با افزایش ترافیک و دود ناشی از ماشین‌ها، آلاینده‌های موجود در هوای این مناطق، به اوج خود می‌رسد و شامل منطقه ۸ است. در این بین بیشترین کاربری‌های منطقه ۸ شامل کاربری‌های خدماتی (آموزشی، فرهنگی، بهداشتی، اداری و تجاری) و ارتباطی و کمترین آن مربوط به کاربری‌های مسکونی و فضای سبز است. ازدحام این کاربری‌ها در این منطقه، به تشدید آلودگی‌ها دامن می‌زند. همچنین نقشه تراکم جمعیت نشان داد، علی‌رغم اینکه جمعیت زیادی در قسمت‌های شمالی شهر ساکن است، ولی به علت تمرکز اکثر کاربری‌های خدماتی-تجاری در مرکز شهر، ازدحام جمعیت در طول روز در این مناطق، بیشتر بوده و این امر باعث افزایش ترافیک و تردد وسایل نقلیه و در نهایت آلودگی بیشتر هوا شده است (شکل الف-۶). نقشه ب شکل ۶ نیز نشان می‌دهد محلات بخش مرکزی از نظر آلودگی هوا نسبت به سایر محلات در وضعیت نامطلوبی قرار دارند؛ اما از نظر وضعیت دی‌اکسیدکربن نیز مشخص شد که بخش جنوب‌غربی شهر نسبت به سایر بخش‌های آن آلودگی بیشتری دارد. وضعیت فوق حاکی از آن است بیشترین آلودگی هوای شهر تبریز در بخش‌های مرکزی شهر قرار دارد. از آنجا که بیشترین راه‌های منتهی به مراکز خدماتی و بازار شهر در بخش مرکزی شهری به هم متصل می‌شوند، این بخش دارای حداکثر آلودگی هوا بود.

• **توزیع میانگین سالانه ذرات معلق**: یکی از مصادیق تاب‌آوری محیط زیست کلان‌شهر تبریز، مدیریت ذرات معلق در هوا است. توزیع میانگین سالانه $PM_{2.5}$ شهر تبریز نشان می‌دهد که $PM_{2.5}$ (ذرات معلق) در مناطق غربی شهر بیشتر از بقیه مناطق است؛ بنابراین این منطقه به عنوان منطقه آلوده شهری در شهر تبریز و کمترین و بیشترین مقدار ذرات معلق موجود در شهر تبریز به ترتیب $11/29 u/m^3$ تا $16/86 u/m^3$ بود. مناطق جنوبی و شمالی شهر کمترین ذرات را نشان دادند، اما بخش مرکزی شهر نیز همچنان دارای بیشترین مقدار ذرات را در هوا نشان داد (شکل ۶).

جدول ۳) ماتریس وزن‌دهی به معیارها با روش فازی

معیار	وزن (Wj)
فضای سبز	۰/۰٦٦
کیفیت بافت	۰/۰٦۳
کیفیت هوا	۰/۰۷۱
کیفیت دفع پسماندها	۰/۰٦٦
پوشش گیاهی	۰/۱۲۱
بهداشت محیط	۰/۰۷۱
آسایش محیطی	۰/۰٦٦
تنوع گونه‌های گیاهی	۰/۱۵۵
میزان ترافیک	۰/۰٤۸
میزان زباله	۰/۰۷٦
ریزگردها	۰/۱۹٦

جدول ۴) ماتریس نرمال

عناصر ساختار فضایی	فضای سبز	کیفیت بافت	کیفیت هوا	کیفیت دفع پسماندها	پوشش گیاهی	بهداشت محیط	آسایش محیطی	تنوع گونه‌های گیاهی	میزان ترافیک	میزان زباله	ریزگردها
Wj	۰/۰۶۶	۰/۰۶۲	۰/۰۷۱	۰/۰۶۶	۰/۱۲	۰/۰۷۱	۰/۰۶۶	۰/۱۵۵	۰/۰۴۷	۰/۰۷۶	۰/۱۹۶
مراکز تجاری	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۷۵	۱	۱	۰/۷۵
مراکز صنعتی	۰/۷۵	۰/۵	۱	۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
معابر هم‌پیوند	۱	۰/۷۵	۱	۱	۱	۱	۱	۰/۵	۱	۱	۰/۷۵
مراکز عمومی	۰/۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۱	۰/۵
مراکز جمعیتی پرتراکم	۰/۲۵	۰/۵	۰	۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵
مراکز اداری	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰	۰/۲۵	۰	۰/۵	۰/۲۵	۰/۷۵	۰	۰/۲۵
مراکز توریستی	۰	۰	۰	۰	۰/۲۵	۰/۵	۰/۵	۰	۰/۵	۰	۰

جدول ۵) ماتریس وزن‌دار

عناصر ساختار فضایی	فضای سبز	کیفیت بافت	کیفیت هوا	کیفیت دفع پسماندها	پوشش گیاهی	بهداشت محیط	آسایش محیطی	تنوع گونه‌های گیاهی	میزان ترافیک	میزان زباله	ریزگردها
مراکز تجاری	۰/۱۳۲	۰/۱۲۵	۰/۱۴۳	۰/۱۳۲	۰/۲۴۱	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۲۷۲	۰/۰۹۶	۰/۱۵۳	۰/۳۴۳
مراکز صنعتی	۰/۱۱۶	۰/۰۹۴	۰/۱۴۳	۰/۰۶۶	۰/۲۴۱	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۳۱۱	۰/۰۹۶	۰/۱۵۳	۰/۳۹۲
معابر هم‌پیوند	۰/۱۳۲	۰/۱۰۹	۰/۱۴۳	۰/۱۳۲	۰/۲۴۱	۰/۱۴۳	۰/۱۳۳	۰/۲۳۳	۰/۰۹۶	۰/۱۵۳	۰/۳۴۳
مراکز عمومی	۰/۰۹۹	۰/۰۷۸	۰/۱۰۷	۰/۰۹۹	۰/۱۵۱	۰/۱۰۷	۰/۰۹۹	۰/۲۳۳	۰/۰۷۲	۰/۱۵۳	۰/۲۹۴
مراکز جمعیتی پرتراکم	۰/۰۸۳	۰/۰۹۴	۰/۰۷۱	۰/۰۹۹	۰/۱۲۱	۰/۰۷۱	۰/۰۶۶	۰/۱۵۵	۰/۰۴۸	۰/۰۷۶	۰/۲۴۵
مراکز اداری	۰/۰۸۳	۰/۰۷۸	۰/۰۸۹	۰/۰۶۶	۰/۱۵۱	۰/۰۷۱	۰/۰۹۹	۰/۱۹۴	۰/۰۸۴	۰/۰۷۶	۰/۲۴۵
مراکز توریستی	۰/۰۶۶	۰/۰۶۳	۰/۰۷۱	۰/۰۶۶	۰/۱۵۱	۰/۱۰۷	۰/۰۹۹	۰/۱۵۵	۰/۰۷۲	۰/۰۷۶	۰/۱۹۶

جدول ۶) ماتریس مرز ناحیه تخمین

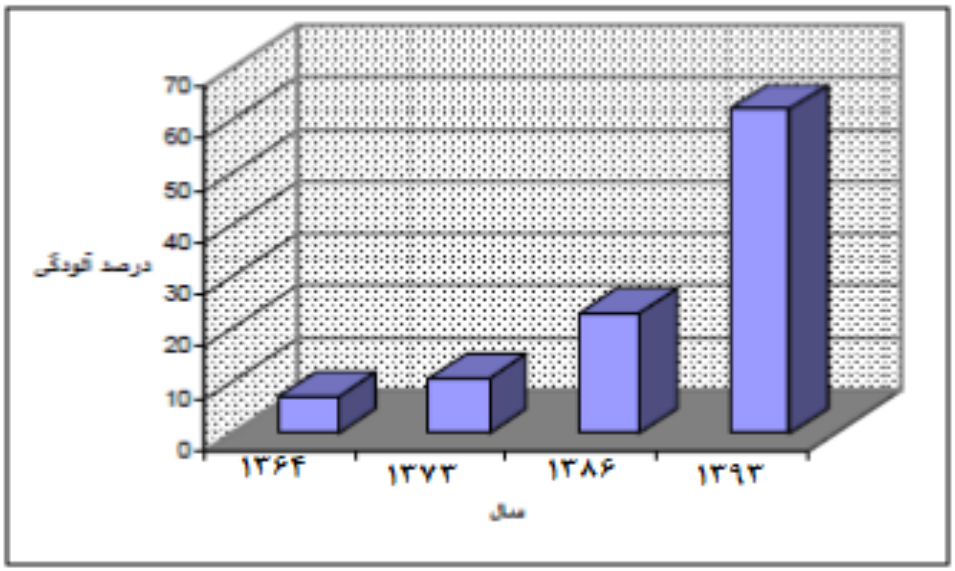
معیار	میانگین هندسی (g)
فضای سبز	۰/۰۹۹
کیفیت بافت	۰/۰۹
کیفیت هوا	۰/۱۰۵
کیفیت دفع پسماندها	۰/۰۹
پوشش گیاهی	۰/۱۷۹
بهداشت محیط	۰/۱۰۸
آسایش محیطی	۰/۱۰۶
تنوع گونه‌های گیاهی	۰/۲۱۵
میزان ترافیک	۰/۰۷۸
میزان زباله	۰/۱۱۳
ریزگردها	۰/۲۸۷

جدول ۷) فاصله هر گزینه از مرز ناحیه تخمین

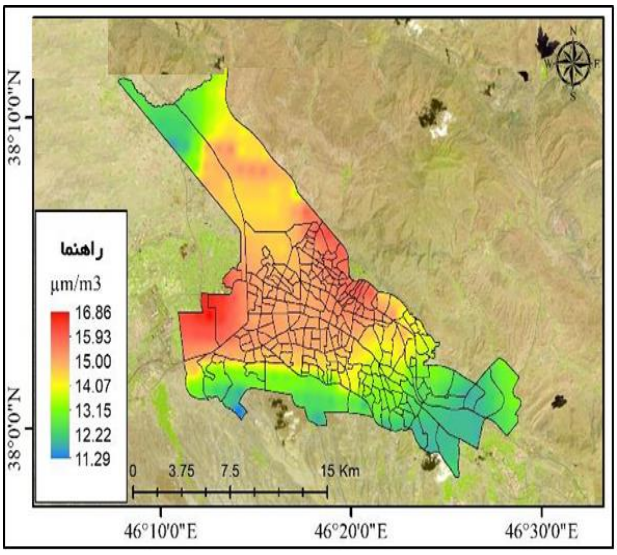
عناصر ساختار فضایی	فضای سبز	کیفیت بافت	کیفیت هوا	کیفیت دفع پسماندها	پوشش گیاهی	بهداشت محیط	آسایش محیطی	تنوع گونه‌های گیاهی	میزان ترافیک	میزان زباله	ریزگردها
مراکز تجاری	۰/۰۳۴	۰/۰۳۶	۰/۰۳۸	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۳۵	۰/۰۲۶	۰/۰۵۷	۰/۰۱۷	۰/۰۳۹	۰/۰۵۶
مراکز صنعتی	۰/۰۱۷	۰/۰۰۴	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴	۰/۰۶۳	۰/۰۳۵	۰/۰۲۶	۰/۰۹۵	۰/۰۱۷	۰/۰۳۹	۰/۱۰۵
معابر هم‌پیوند	۰/۰۳۴	۰/۰۲	۰/۰۳۸	۰/۰۴۲	۰/۰۶۳	۰/۰۳۵	۰/۰۲۶	۰/۰۱۸	۰/۰۱۷	۰/۰۳۹	۰/۰۵۶
مراکز عمومی	۰/۰۰۱	-۰/۰۱۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۹	-۰/۰۲۸	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۷	۰/۰۱۸	-۰/۰۰۷	۰/۰۳۹	۰/۰۰۷
مراکز جمعیتی پرتراکم	-۰/۰۱۶	۰/۰۰۴	-۰/۰۳۴	۰/۰۰۹	-۰/۰۵۸	۰-/۰۳۶	-۰/۰۴	-۰/۰۶	۰-/۰۳	۰-/۰۳۷	-۰/۰۴۲
مراکز اداری	-۰/۰۱۶	-۰/۰۱۱	-۰/۰۱۶	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۸	-۰/۰۳۶	-۰/۰۰۷	-۰/۰۲۱	۰/۰۰۵	-۰/۰۳۷	-۰/۰۴۲
مراکز توریستی	-۰/۰۳۳	-۰/۰۲۷	-۰/۰۳۴	-۰/۰۲۴	-۰/۰۲۸	-۰/۰۰۱	-۰/۰۰۷	-۰/۰۶	-۰/۰۰۷	-۰/۰۳۷	-۰/۰۹۱

جدول ۸) محاسبه ماتریس Q و رتبه‌بندی عناصر ساختار فضایی موثر در تاب‌آوری محیط زیست شهری

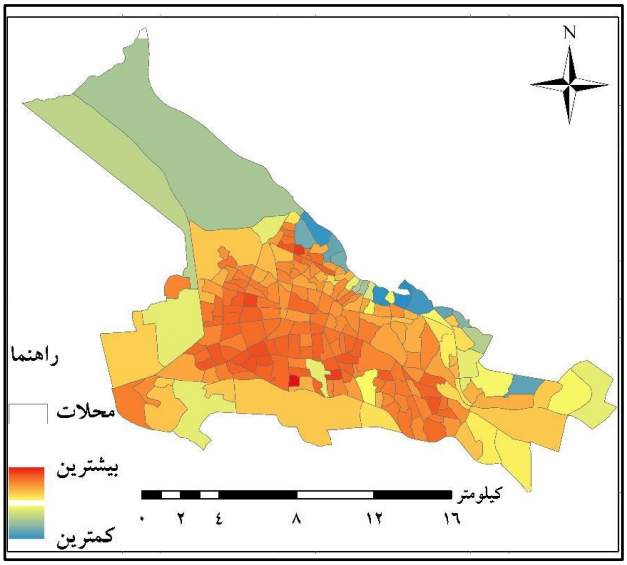
عناصر ساختار فضایی	Q	رتبه	میزان تاثیر
مراکز تجاری	۰/٤٤۲	۱	خیلی‌زیاد
مراکز صنعتی	۰/٤۱٦	۲	
معابر هم‌پیوند	۰/۳۸۷	۳	زیاد
مراکز عمومی	۰/۰۲۲	٤	متوسط
مراکز جمعیتی پرتراکم	-۰/۳٤۰	٦	کم
مراکز اداری	-۰/۲۳۳	۵	
مراکز توریستی	-۰/۳٤۷	۷	



شکل ۵) افزایش درصد آلودگی هوا در شهر تبریز طی سال‌های مختلف



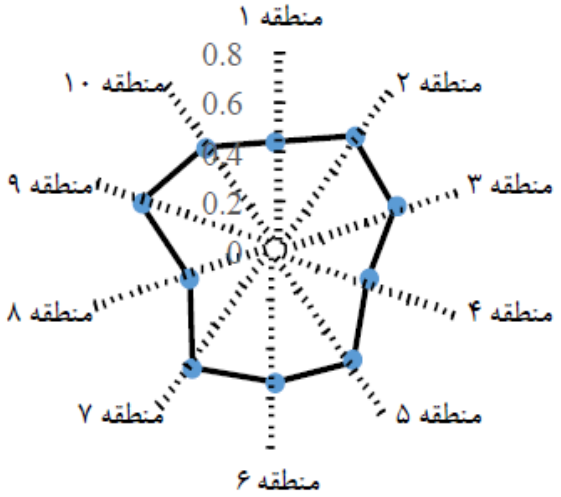
الف) ذرات با قطر کمتر از ۲/۵میکرون (PM2.5)



ب) ذرات با قطر کمتر از ۱۰میکرون (PM10)

شکل ۶) میانگین بلندمدت ذرات معلق در هوا در کلان‌شهر تبریز

• **پایداری زیست‌محیطی:** از جمله مصادیق تاب‌آوری محیط زیست شهری، سنجش پایداری محیط زیست شهرها است. برای طبقه‌بندی پایداری شهر تبریز و مقایسه آن با نتایج به‌دست‌آمده از مدل ماباک از داده‌های کسب‌شده از مدیریت کار گروه محیط زیست شهری شهرداری تبریز استفاده شد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مشخص شد که از نظر پایداری زیست‌محیطی، منطقه ۹ شهرداری تبریز باارزش پایداری ۰/۶۰۱، دارای بالاترین میزان پایداری بود. مناطق ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷ و ۱۰ در وضعیت پایداری متوسط و منطقه ۸ با کمترین میزان پایداری در وضعیت ناپایداری بالقوه قرار داشت. در واقع می‌توان گفت که ۸۰% سطح شهر تبریز از نظر زیست‌محیطی در وضعیت متوسط، ۱۰% در وضعیت پایداری بالقوه و ۱۰% در وضعیت ناپایداری بالقوه قرار دارد. ارزش نهایی پایداری زیست‌محیطی مناطق ۱۰گانه تبریز برابر با ۰/۵۱۴ به دست آمد که نشان‌دهنده سطح پایداری متوسط است (شکل ۷).



شکل ۷) وضعیت پایداری محیط‌زیست مناطق کلان‌شهر تبریز

بحث

در این پژوهش ارتباط بین ساختار فضایی شهر و تاب‌آوری محیط زیست شهر تبریز مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور سعی شد فرآیندهای به‌هم‌پیوسته عناصر فضایی شهر با نگاه سیستمی مدنظر قرار گیرد. از آنجا که شهر به عنوان سیستمی با اجزاء مختلف است، تغییر هر عنصر فضایی شهر می‌تواند بر کارکرد سایر عناصر و اجزاء سیستم تاثیرگذار باشد. تاب‌آوری شهری و بالاخص تاب‌آوری محیط زیست شهری موجودیت و بقاء سیستم شهری را تامین می‌کند. به عبارتی شرایط پایداری سیستم‌های شهری در ارتباط با کیفیت محیط طبیعی شهر است؛ هر چند که در بسیاری از موارد محیط زیست شهری هم به عنوان بخشی از سیستم شهری مدنظر قرار می‌گیرد ولی در این پژوهش عناصر فضایی از جمله شبکه معابر، مراکز فعالیتی-خدماتی و مراکز جمعیتی به عنوان اجزای اصلی سیستم شهر تبریز مدنظر قرار گرفته و چگونگی ارتباط عناصر مختلف آن و آثار و تبعات چنین ارتباطی بر کیفیت محیط زیست شهری مورد توجه قرار گرفته است.

در پی‌گیری هدف پژوهش و نگاه نظام‌مند به نحوه کارکرد شهر تبریز، تحلیل ساختار فضایی شهر نتایج سودمندی به دست می‌دهد. همچنان که مشخص شد اجزای مختلف تشکیل‌دهنده ساختار فضایی شهر تبریز از جمله نحوه توزیع مراکز اداری، گردشگری، تجاری، عمومی و صنعتی به صورت یکنواخت نبوده است. بیشترین تمرکز کانون‌های فعالیتی و خدماتی-تفریحی مذکور به جز مراکز صنعتی در مرکز شهر و لکه‌هایی کم‌رنگ در پیرامون بخش مرکزی شهر بوده است. به عبارتی ویژگی ساختار فضایی شهر تبریز با توجه به عناصر مورد نظر، تک‌هسته‌ای بوده است. در این میان باید توجه داشت که شرایط بوم‌شناسی طبیعی در مقیاس شهر تا حدودی می‌تواند یکسان عمل کند، اما تمرکز کانون‌های فعالیتی می‌تواند چنین شرایط زیست‌محیطی را برهم زند. بدین صورت تمرکز شهروندان و فعالیت‌های آن‌ها در یک نقطه شهر می‌تواند ظرفیت و تاب‌آوری محیط زیست شهری را برهم زند. چنان که یافته‌های پژوهش نیز نشان دادند که کیفیت هوا و آلودگی صوتی و همچنین میزان فضای سبز در مرکز شهر نسبت به نواحی پیرامونی کمتر شده است. نتایج این بخش از پژوهش با یافته‌های [Sobhani *et al.,* 2019; Esmailnejad *et al.,* 2015] همسو است.

نتایج همچنین نشان داد که تاب‌آوری محیط زیست شهری تنها به آلودگی هوا و انتشار ریزگردها خلاصه نمی‌شود، افزایش حساسیت‌های محیطی نسبت به عوامل محیط طبیعی از جمله آلودگی سطح زمین با دفع زباله‌های خانگی و صنعتی، فرسایش خاک و آب، کاهش میزان فضای سبز با افزایش تراکم ساختمانی، افزایش فعالیت‌های ساختمانی در عمق زمین و آلودگی لایه‌های زیرین خاک و سایر موارد از این قبیل باعث کاهش تاب‌آوری محیط زیست شهری شده است. چنان که نتایج تحلیل مطالعات میدانی در کلان‌شهر تبریز نشان می‌دهد، ساختمان‌های واقع در لبه‌های بزرگراه‌های درون شهری و همچنین خانواده‌های ساکن در بخش مرکزی شهر از آلودگی صوتی و کیفیت هوای شهر ناراضی بوده و تمایل به خروج از بخش مرکزی شهر و سکونت در فواصل دورتر از خیابان‌های اصلی شهر دارند. در رتبه‌بندی روش فازی ماباک نیز مشخص شد که مراکز تجاری و صنعتی با ضریب Q به ترتیب ۰/۴۴۲ و ۰/۴۱۶ دارای اهمیت زیادی در تاب‌آوری محیط زیست شهری هستند. به عبارتی مراکز تجاری و صنعتی از حساسیت و امکان آلودگی بیشتر نسبت به سایر بخش‌های شهر دارد. از آنجا که میزان ضریب آن دو متغیر مثبت بوده است، می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش حجم و تراکم کاربری‌های تجاری و صنعتی، معضلات محیط زیست شهری نیز افزایش پیدا می‌کند و تاب‌آوری در این بخش‌ها کاهش پیدا می‌کند. مراکز جمعیتی پرتراکم و مراکز اداری و مراکز توریستی به دلیل ضریب منفی به ترتیب ۰/۳۴۰-، ۰/۲۳۳- و ۰/۳۴۷- تاثیر کمی در تاب‌آوری محیط زیست شهری تبریز دارند.

این بخش از پژوهش با نتایج [Niazi & Mohammadzadeh, 2010] همسو بوده است.

در بخش دیگر از یافته‌های پژوهش مشخص شد که بیشترین آلودگی هوا و ذرات معلق در بخش‌های مرکزی شهر وجود دارد. همچنین مشخص شد که وضعیت تاب‌آوری در بخش‌های مرکزی شهر نسبت به بخش‌های پیرامونی کمتر است. این امر حاکی از شرایط آسیب‌پذیر محیط زیست شهر به دلیل رشد بالای تراکم عبور و مرور و همچنین توسعه بی‌رویه تراکم فعالیت‌ها و پلاک‌های ریزدانه بوده است. چنان که ساختار فضایی شهر نشان داد که وضعیت هم‌پیوندی و تراکم کاربری‌های فعالیتی و خدماتی در مرکز شهر بیشتر است، مدل‌های سنجش محیط زیست شهری نیز نشان دادند که مرکز شهر دارای بیشترین آلودگی هوا نسبت به سایر بخش‌ها مواجه است. نتایج سایر پژوهشگران نیز نشان می‌دهد در بخش مرکزی شهر، فضاهای ارتباطی با وجود اختصاص ۲۱/٦% سطح بافت شهر، نتوانسته قسمت‌های مختلف شهر را به صورت منطقی و متعادل نسبت به یکدیگر متصل کند و حرکت مسیرها را روان‌تر کند. این بخش با جذب بیش از ٤٠% کل سفرهای شهری بیش از هر قسمتی دیگر شاهد حرکات کند، راه‌بندان‌های طولانی، آلودگی هوا، صدا و تصادفات رانندگی است. نتایج فوق با نتایج [Niazi & Mohammadzadeh, 2010; Amadeh *et al.,* 2018; Karimi *et al.,* 2020] هم‌راستا و همسو هستند.

نتیجه‌گیری

شرایط و کیفیت محیط زیست شهر تبریز در مرکز شهر و مناطق نزدیک به آن با ناپایداری و ناتاب‌آوری همراه است. ساختار فضایی شهر باعث شده است که میزان تمرکز کاربری‌های جذب سفر در این محدوده بیش از حد بوده و ترافیک و آلودگی هوا در این بخش بیشتر از سایر بخش‌های شهر باشد.

تشکر و قدردانی: از عوامل نشریه تحقیقات جغرافیایی سپاسگزاریم.

تاییدیه اخلاقی: موردی برای گزارش وجود ندارد.

تعارض منافع: این مقاله مستخرج از رساله دکتری *مهدی شیری‌پور* با راهنمایی نویسنده دوم و سوم و مشاوره نویسنده چهارم بوده است.

سهم نویسندگان: مهدی شیری‌پور (نویسنده اول)، نگارنده مقدمه/تحلیلگر داده (۳۰%)؛ فرزانه ساسان‌پور (نویسنده دوم)، نگارنده مقدمه/روش‌شناس (۳۰%)؛ حبیب‌اله فصیحی (نویسنده سوم)، پژوهشگر کمکی (۲۰%)؛ علی شماعی (نویسنده چهارم)، پژوهشگر کمکی (۲۰%)

منابع مالی: مقاله به صورت مستقل و با هزینه شخصی تهیه شده است.

منابع

-Adger W, Safra de Campos R, Siddiqui T, Szaboova L (2020). Commentary: Inequality, precarity and sustainable ecosystems as elements of urban resilience. Urban Studies. 57(7):1588-1595.

-Amadeh H, Ghodsi Maab M, Ahrari M (2018). Tehran's ecosystem resilience against air pollution. New Economy and Trade. 13(3):27-56. [Persian]

-Azadi Mubaraky M, Ahmadi M (2020). Long-term variability of particulate matter (PM2.5) in Tabriz using remote sensing data. Physical Geography Research Quarterly. 52(3):467-480. [Persian]

-Burgalassi D, Luzzat T (2015). Urban spatial structure and environmental emissions: A survey of the literature and some empirical evidence for Italian NUTS 3 regions. Cities. 49:134-48.

-Connolly C (2020). From resilience to multi-species flourishing: (Re)imagining urban-environmental governance in Penang, Malaysia. Urban Studies. 57(7):1485-1501.

-Cruz S, Costa J, de Sousa S, Pinho P (2013). Resilience Thinking in Urban Planning. Dordrecht: Springer.

-Environmental Role Consulting Engineers (2016). Comprehensive plan of Tabriz metropolis. Tabriz: Ministry of Roads and Urban Development, High Council of Urban Planning and Architecture. [Persian]

-Esmailnejad M, Eskandari Sani M, Barzaman S (2015). Evaluation and zoning of urban air pollution in Tabriz. Regional Planning. 5(19):173-186. [Persian]

-Farzad Behtash MR, Keynejhad MA, Taghi Pirbabaei M, Asgary A (2013). Evaluation and analysis of dimensions and components of Tabriz metropolis resiliency. HONAR-HA-YE-ZIBA: MEMARY VA SHAHRSAZI. 18(3):33-42. [Persian]

-Ghadami M, Divsalar A, Ranjbar Z, Gholamian Aghamahali T (2013). Strategic assessment of city spatial structure in sustainability framework (the case of the city of Sari). Journal of Urban Economics and Management. 1(3):1-16. [Persian]

-Glaeser EL (2021). Urban Resilience. National Bureau of Economic Research. Working Paper: 29261.

-Hashemi B (2021). Analysis of the role of different functional nuclei on the spatial structure of Karaj metropolis. Geographical Research. 36(4):447-458. [Persian]

-Hendi H, Eghbali N, Sarvar R, Pishgahi Fard Z (2020). The measurement of environmental resilience in the district 14 of Tehran. Quarterly Journal of Geography Environment Preparation. 13(48):1-20. [Persian]

-Hillier B, Vaughan L (2007). The city as one thing. Progress in Planning. 67(3):205-230.

-Honey-Rosés J, Isabelle A, Chireh, V (2020). The impact of COVID-19 on public space: an early review of the emerging questions–design, perceptions and inequities. Cities & Health. 5(suppl 1):S263-S279.

-Karimi Rahnama A, Faramarzi M, Jamali S, Sattarzadeh D (2020). Presenting a transtit-oriented model considering macro urban form. Quarterly of Geography & Regional Planning. 10(2-3):719-739. [Persian]

-Krasny ME, Tidbal KG (2009). Applying a resilience systems framework to urban environmental education. Environmental Education Research. 15(4):465-482.

-Langemeyer J, Madrid-Lopez C, Beltran A, Mendez G (2021). Urban agriculture—A necessary pathway towards urban resilience and global sustainability?. Landscape and Urban Planning. 210:104055.

-Leichenko R (2011). Climate change and urban resilience. Current Opinion in Environmental Sustainability. 3(3):164-168.

-Long Y (2007). The relationships between objective and subjective evaluation of the urban environment: space syntax, cognitive maps and urban legibility [Dissertation]. Raleigh, North Carolina: PROQUEST LLC.

-Lu Y, hai, G, Zhou S, Shi Y (2020). Risk reduction through urban spatial resilience: A theoretical framework. Human

and handling resources in logistics centers using multi-attributive border approximation area comparison (MABAC). Expert Systems with Applications. 42(6):3016-3028.
-Parivar P, Faryadi S, Yavari A, Salehi E, Harati P (2013). Developing the ecological sustainable strategies to increase urban environmental resilience: (case study: districts 1 and 3 of Tehran Municipality). Journal of Environmental Studies. 39(1):123-132. [Persian]
-Parivar P, Sotoudeh A, Ahmadi A (2020). Resilience Thinking: concepts and applications in urban environmental management. Yazd: Yazd University Press. [Persian]
-Piri S, Saremi H (2018). Analysis of the spatial structure of the population of Tabriz metropolitan area. Urban and Rural Management. 17(53):77-92. [Persian]
-Sobhani B, Shokrzadeh Fard A, Piroozi A (2019). Evaluation and zoning of air pollution using AHP and ANP methods (Case study: Tabriz). Journal of Geography and Environmental Hazards. (29):153-169. [Persian]
-Soleimani A, Majnouni Toutakhane A, Soleimani A R, Aftab A (2018). Assessment and Analysis of Sustainability Status in Metropolises, Case Study: All Ten Regions of Tabriz. GeoRes.; 33 (1) :140-157. [Persian]
-Serra M, Pinho P (2011). Dynamics of periurban spatial structures: investigating differentiated patterns of change on Oporto's urban fringe. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. 38(2):359-382.
-Tucker BE, Trumbull JG, Wyss SJ (1994). Some Remark Concerning Worldwide Earthquake Hazard and Earthquake Hazard mitigation. Issues in Urban Earthquake Risk. 271.
-Viitanen J, Kingston R (2014). Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector. Environment and Planning A: Economy and Space. 46(4):803-819.
and Ecological Risk Assessment: An International Journal. 27(4):921-937.
-Mahriyar M, Rho J (2014). The compact city concept in creating resilient city and transportation system in Surabaya. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 135:41-49.
-Mehdizad V (2016). Sanitation rate of Sanandaj city in environmental dimension. International Conference on Urban Economics, Tehran. Tehran: CIVILICA. [Persian]
-Meshkini A, Azadi Ghatar S, Roknoldin Eftekhari A, Mostafavi E, Ahadnejad Reveshti M (2017). Spatial and chronological analysis of deaths from gastric cancer in Tehran. Geographical Research. 31(4):7-23. [Persian]
-Mortazavi S, Tabibian M (2015). Investigating and explaining strategies for environmental resilience of cities with emphasis on Iranian metropolises. Seventh International Conference on Comprehensive Crisis Management. Tehran: CIVILICA. [Persian]
-Motamedi M, Gharavi M (2020). Assessing the model of resilience of cities with fuzzy dematel approach, case study: Gorgan and Shirvan cities. Journal of Applied Researches in Geographical Sciences. 20(56):329-348. [Persian]
-Movahed S, Tabibian M (2018). Investigating the changes of ecological network and its role in the ecological resilience of Mashhad city. Journal of Environmental Studies. 44(2):373-394. [Persian]
-Niazi H, Mohammadzadeh R (2010). Investigation of environmental and human effects of intra-city traffic in Tabriz. Journal of Geography and Planning. 15(34):191-216. [Persian]
-Omidpour M, Sayahnia R, Rezaei Y (2020). The impact of urban growth and development trend on ecological network structure with resilience and landscape approach (case study of Hamedan). Iranian Journal of Remote Sensing & GIS. 12(2):19-32. [Persian]
-Pacumar D, Cirovic G (2015). The selection of transport