Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Investigating the effect of urban form components on air pollution (Case study: Tabriz city)

Ruhollah Namaki [1] | **Akbar Abdollahzadeh taraf** [2]✉ | **Hassan Sattari Sarbangholi** [3]

1. PhD Student in Urban Planning, Department of Architecture and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. **E-mail:** namaki32@gmail.com
2. Corresponding author, Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban PlanningTabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. **E-mail:** taraff_111981@iaut.ac.ir
3. Department of Architecture and Urban Planning, Faculty of Architecture and Urban Planning, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran. **E-mail:** hasan@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2020/10/06
Received in revised
2020/11/08
Accepted
2020/11/12
Published
2020/11/14
Published online
2026/03/21

Keywords:
urban form,
land use,
urban air pollution,
Tabriz.

ABSTRACT

Air pollution and adverse effects of pollution caused by the combustion of fossil fuels in urban settlements are among the important environmental issues of metropolises that need to pay attention to ways to reduce air pollution in cities. Global experience has shown that urban form indicators are one of the most important factors affecting air pollution and energy consumption in the city. Therefore, paying attention to the form of the city plays an important role in the long-term perspective of cities for better air quality. The present study is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. In order to collect the required data and information, library and documentary methods have been used. To analyze the data and answer the research questions, the Moran statistical technique was used in the GIS software environment. The results of this study showed that the air pollution situation in Tabriz in terms of air pollutants, ie sulfur dioxide, nitrogen dioxide, carbon monoxide in the second half of the year is more than the first half of the year, so that among the air monitoring stations The field had the highest number of air pollution. Also, the results of the study of the effect of urban form and land use pattern on air pollution showed that urban form and land use are effective on air pollution.

Cite this article: Namaki, Ruhollah., Abdollahzadeh taraf, Akbar., & Sattari Sarbangholi, Hassan. (2026). Investigating the effect of urban form components on air pollution (Case study: Tabriz city). *Applied Researches in Geographical Sciences*, 26 (80), 274-291. DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.26.80.4

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University
DOI: http://dx.doi.org/10.61882/jgs.26.80.4

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Air pollution and the adverse effects stemming from the combustion of fossil fuels in urban settlements constitute one of the critical environmental challenges facing modern metropolises. As industrialization and urbanization accelerate, the reliance on energy for production, transportation, and daily life has intensified, leading to increased emissions of greenhouse gases and pollutants. Global experience indicates that urban form indicators are among the most significant factors influencing air pollution levels and energy consumption within cities. Consequently, attention to urban form plays a pivotal role in the long-term perspective of cities aimed at achieving better air quality. While there is ongoing debate regarding the compact city model—where proponents argue it reduces travel distances and energy use, while opponents suggest it concentrates pollution sources—the physical structure of the city undeniably affects the dispersion and dilution of pollutants. Meteorological conditions, topography, and urban structures such as building height and arrangement significantly impact wind flow and atmospheric stability. This research addresses the hypothesis that land use patterns and physical urban form components have a significant effect on air pollution levels, specifically investigating the spatial relationship between these variables in Tabriz city.

Material and Methods

The present study is applied in terms of purpose and descriptive-analytical in terms of method. The case study is Tabriz city, which, according to the 2016 census, has a population of approximately 1.77 million, making it the sixth most populous city in Iran. Data collection was conducted using library and documentary methods, focusing on air quality monitoring data from the first and second halves of the solar year 1398 (2019-2020). The primary pollutants analyzed include Sulfur Dioxide (SO2), Nitrogen Dioxide (NO2), and Carbon Monoxide (CO). To analyze the data and answer the research questions, the Moran statistical technique (Local Spatial Autocorrelation) was employed within the GIS software environment (ArcGIS). While the Global Moran's I indicates overall clustering, the Local Moran's I was utilized to reveal local spatial patterns and differences between cells and their neighbors. Additionally, Hotspot Analysis was used to identify areas with high concentrations of pollution. This statistical approach measures the spatial difference of values between each cell and its adjacent cells, evaluating their significance through z-scores and p-values to determine if patterns are clustered, dispersed, or random.

Results and Discussion

The results of the spatial zoning of air pollutants in Tabriz revealed distinct seasonal and spatial variations. For Sulfur Dioxide (SO2), the concentration was found to be higher in the second half of the year (Autumn and Winter) compared to the first half (Spring and Summer). The Meydan Namaz monitoring station recorded the highest concentration of SO2, while the Hakim Nezami station showed the lowest. Conversely, for Nitrogen Dioxide (NO2) and Carbon Monoxide (CO), the spatial distribution indicated that concentrations were generally lower in the second half of the year compared to the first half, though the Meydan Namaz

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

station consistently exhibited the highest pollution levels among all stations. The statistical analysis using Moran's I demonstrated a significant spatial relationship between urban components and pollution. The Moran's Index for the effect of land use patterns on air pollution was calculated at 0.047, with a p-value of 0.000, indicating that land use allocation significantly influences pollution sources and sinks. Furthermore, the correlation between urban form and air pollution yielded a Moran's Index of 0.1356. This positive value confirms a positive relationship between urban form components and air pollution levels, suggesting that specific physical configurations contribute to pollutant accumulation. The hotspot analysis identified that physical barriers, such as large buildings and dense structures, alter wind flow and reduce the dispersion of pollutants, leading to higher concentrations in central and dense areas like Meydan Namaz.

Conclusion

The findings of this research confirm that urban form and land use patterns are effective factors in air pollution levels in Tabriz. The spatial clustering of pollutants is not random but is heavily influenced by the physical structure of the city and the allocation of land uses. The higher pollution levels in specific stations highlight the need for targeted urban design interventions. Based on these findings, several strategies are recommended to mitigate air pollution through urban planning. First, increasing the walkability of urban spaces is essential to reduce reliance on personal vehicles. Second, adopting Transit-Oriented Development (TOD) strategies can help shift the city form from a single-center to a supportive polycentric model. Third, increasing green surfaces and walls, including green roofs and facades, can help filter particulate matter and moderate urban temperatures. Fourth, enhancing urban permeability, especially in the dense central fabric, allows for better wind penetration. Finally, creating open green spaces between buildings is crucial for facilitating air flow and dispersing pollutants. Implementing these measures can significantly improve the environmental sustainability and air quality of Tabriz in the long term.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

بررسی تأثیر مؤلفه‌های فرم شهری بر آلودگی هوا (مطالعه موردی: شهرتبریز)

روح الله نمکی [۱]، اکبر عبداله زاده طرف [۲]✉، حسن ستاری ساربانقلی [۳]

۱. دانشجوی دکتری شهرسازی، گروه معماری و شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: namaki32@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه معماری و شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: taraff_111981@iaut.ac.ir

۳. گروه معماری و شهرسازی، دانشکده معماری و شهرسازی، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران. رایانامه: hasan@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۳۹۹/۰۷/۱۵

تاریخ بازنگری:
۱۳۹۹/۰۸/۱۸

تاریخ پذیرش:
۱۳۹۹/۰۸/۲۲

تاریخ انتشار:
۱۳۹۹/۰۸/۲۴

تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۵/۰۱/۰۱

کلیدواژه‌ها:
فرم شهری،
کاربری زمین،
آلودگی هوای شهری،
تبریز.

چکیده

آلودگی هوا و تأثیرات نامطلوب آلودگی‌های ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی در سکونتگاه‌های شهری از جمله مسائل مهم زیست‌محیطی کلان‌شهرهاست که توجه به راهکارهای کاهش میزان آلودگی هوا در شهرها لازم است. تجربیات جهانی نشان داده است که شاخص‌های فرم شهری یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر میزان آلودگی هوا و مصرف انرژی در شهر هستند. ازاین‌روی توجه به فرم شهر، نقشی مهم در چشم‌انداز بلندمدت شهرها در جهت کیفیت هوای مطلوب‌تر، ایفا می‌کند. پژوهش حاضر از نظر هدف کاربردی و از نظر روش توصیفی- تحلیلی است. به منظور جمع‌آوری داده و اطلاعات مورد نیاز از روش کتابخانه‌ای و اسنادی استفاده شده است. در جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و پاسخگویی به سؤالات پژوهش از تکنیک آماره موران در محیط نرم‌افزار gis استفاده شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد وضعیت آلودگی هوای شهر تبریز از نظر عناصر آلوده‌کننده هوا یعنی دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن، مونوکسید کربن در نیمه دوم سال بیشتر از نیمه اول سال است به‌گونه‌ای که از میان ایستگاه‌های پایش هوا ایستگاه میدان دارای بیشترین تعداد آلودگی هوا بود. همچنین نتایج حاصل از بررسی تأثیر فرم شهری و الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا نشان داد که فرم شهری و کاربری زمین بر آلودگی هوا تأثیرگذار است.

استناد: نمکی، روح الله؛ عبداله زاده طرف، اکبر؛ و ستاری ساربانقلی، حسن (۱۴۰۵). بررسی تأثیر مؤلفه‌های فرم شهری بر آلودگی هوا (مطالعه موردی: شهرتبریز). *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۲۶ (۸۰)، ۲۹۱-۲۷۴.
http://dx.doi.org/10.61882/jgs.26.80.4

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

© نویسندگان.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

مقدمه

صنعتی شدن جوامع، به بهره‌برداری بیش‌تر و فشرده‌تر از سوخت‌های فسیلی به ویژه نفت و مشتقات آن به منظور استفاده در تولید و حمل‌ونقل منجر شده است. آغاز توجه عمومی به مسائل زیست‌محیطی طی دهه ۱۹۶۰ میلادی به وقوع پیوست، اما در این میان، افزایش جمعیت شهرنشین جهان با سرعتی بسیار زیاد و به تبع آن نیاز به مصرف انرژی برای برآوردن نیازهای زندگی روزمره اعم از تولید محصولات مورد نیاز، ایجاد شرایط آسایش زندگی، حمل‌ونقل و ارتباطات، اهمیت حوزه‌های شهری در افزایش بحران‌های زیست‌محیطی و تولید آلاینده‌ها را افزایش داده است. در همین راستا، گرایش به مباحث پایداری زیست‌محیطی در حوزه‌های علمی و حرفه‌ای مرتبط با شهر رشد بسیاری داشته است. در میان این حوزه‌های علمی و حرفه‌ای، حرفه- دانش طراحی شهری از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است(Borrego ,et al,2006) . توسعه و گسترش فضایی شهری احتمالاً تأثیر مثبت و منفی بر کیفیت هوا دارد. به عنوان مثال طرفداران مفهوم شهر فشرده ادعا می‌کنند که توسعه با تراکم بالا منجر به کاهش وابستگی ماشین، کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق کاهش فاصله در سفر شود (Thomas, Cousins ,1996). در مقابل مخالفان ادعا می‌کنند که، فعالیت‌های بسیاری را در یک فضای محدود تمرکز می‌کنند ، معمولاً باعث افزایش آلودگی هوا می‌شوند Waals ,2000) تراکم بیشتر باعث تراکم ترافیک می‌شود و آلودگی هوا بیشتر است .(Breheny ,et al,1996) شهرهای بزرگ بیشتر آلوده و آسیب زیست‌محیطی بیشتری تولید می‌کنند نسبت به موارد متوسط؛ برای مثال، سطوح بالاتری از تولید، مرتبط با افزایش فضای شهری است به احتمال زیاد تراکم آلودگی بیشتر در شهرهای ایتالیا منجر شد(Capello,Camagni,2000) .

رابطه بین کاهش در سطوح آلودگی و تمرکز فضایی انتشار منابع با توسعه شهر فشرده (الگوی فشرده) موردبررسی قرار گرفته است و محققان به این نتیجه رسیده‌اند که اثرات منفی نسبتاً بیشتر از اثرات مثبت بود (Kim ,Lee ,2009). یعنی افزایش هوا آلودگی ناشی از تمرکز فضایی منابع انتشار است و این نشان می‌دهد که بیشتر است از میزان کاهش آلودگی ناشی از کاهش انرژی مربوط به حمل‌ونقل است.در عین حال، ادعا می‌شود که فشردگی با آلودگی هوا ارتباط آماری ندارد (Chen, Lau ,2008).

علیرغم استدلال‌های مختلف، ادبیات موجود هنوز یک طبیعت مهم را نادیده گرفته است ،پدیده‌ای که بر آلودگی هوا تأثیر می‌گذارد. آلاینده‌های هوای منتشر شده در جو، پخش و رقیق می‌شوند(Lyons, Scott,1990) و با توجه به جریان هوا آزادانه حرکت می‌کند. پراکندگی و رقیق شدن هوا در آلودگی هوا به شدت تحت تأثیر شرایط هواشناسی و ویژگی‌های توپوگرافی، و ساختارهای شهری یک اثر بزرگ بر روی پارامترهای هواشناسی مانند جهت باد، سرعت باد، آشفتگی، و ثبات اتمسفر فرآیند پراکندگی و رقیق‌سازی منجر به کاهش آلودگی هوا می‌شود و غلظت مواد مختلفی را نسبت به زمان و فضا نشان می‌دهد(Mayer,1999) .

بر این اساس، آلودگی هوای شهری تحت تأثیر فرآیندهای پراکندگی و رقیق قرار گرفته است که در این صورت تنوع فضایی ،مشخصه‌های آلاینده‌ها را تعیین می‌کنند(Breheny,et al,2001) . جابجایی و پراکندگی آلاینده‌ها در یک منطقه شهری به علت افزایش موانع فیزیکی و کالبدی ناشی از موانع بزرگ (به عنوان مثال، ساختمان‌ها و سازه‌های بزرگ) که آلاینده‌ها باید در بین آن‌ها حرکت کنند و یا از آن‌ها عبور نمایند ، نسبتاً تغییر یافته است(Britter,et al,2003) . ناهمواری‌ها و توپوگرافی‌های بزرگ در زمین باعث افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در سطوح آشفتگی می‌شوند. که منجر به رقت بیشتر از یک آلودگی آلاینده و کاهش غلظت آن می‌شوند (Hanna,et al,1982) . علاوه بر این، گزارش شده است که پراکندگی و رقیق شدن آلودگی‌های هوا با فضاهای باز و سبز ارتباط دارد. فضاهای باز کاشته شده با درختان، درختچه‌ها و گیاهان سبب تغییر آب‌وهوای محلی ،سرعت باد و کاهش دما می‌شود ، در نتیجه باعث گردش بهتر هوا و در نتیجه باعث افزایش پراکندگی آلاینده‌ها می‌شوند(Fenger,1999) . گیاه به طور مستقیم عمل جذب آلاینده‌ها را از طریق شاخ و برگ می‌دهد، بنابراین کاهش میزان آلودگی هوا اتفاق می‌افتد(Hill,1971) ، میانگین غلظت آلاینده‌ها (به‌ویژه ذرات) با افزایش

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

نسبت فضاهای باز کاشته شده ، کاهش می‌یابد(Chandler,1976) .حتی مناطق بسیار کوچک فضای باز در یک منطقه شهری می‌تواند سطوح آلودگی ذرات را کاهش دهد(Wood,1990) .

برخی مطالعات نشان می‌دهد که ارتباط بین مبانی و اصول طراحی شهری، مانند فشرده‌سازی یا پراکندگی و کیفیت هوا وجود دارد، یعنی توزیع فضایی و کاهش آلودگی‌ها از طریق شبیه‌سازی می‌تواند اتفاق بیفتد(Civerolo,et al,2007) . این پژوهش در جهت پاسخگویی به این فرضیه است که الگوی کاربری زمین و مؤلفه‌های آن بر آلودگی هوا تأثیر معناداری دارد. الگوی کالبدی فیزیکی فرم شهری بر آلودگی هوای شهر تأثیر معناداری دارد.

یانگ۱ و همکاران(۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان پراکندگی آلودگی هوا در مناطق شهری با چگالی بالا: تحقیقات در مورد رابطه سه جانبه باد، آلودگی هوا و شکل شهری انجام داده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که حجم ارتفاع ساختمان، چیدمان و جهت‌یابی همه به طور قابل‌توجهی در جریان و توزیع آلودگی هوا تأثیر می‌گذارد.

فان۲ و همکاران(۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان بررسی ویژگی‌های مختلف آلودگی هوای شهری در مناطق شهری چین در بین سال‌های ۲۰۱۵ الی ۲۰۱۹ انجام داده‌اند. نتایج پژوهش حاکی از آن است که شدت مشکلات آلودگی هوای شهری در چین با اندازه شهر و تراکم جمعیت افزایش می‌یابد. آلودگی هوا در فضای باز نه تنها بر کیفیت هوای داخل خانه تأثیر می‌گذارد بلکه باعث افزایش مصرف انرژی ساختمان می‌شود.

یانگ و همکاران(۲۰۲۰) پژوهشی با عنوان نقش فرم شهری بر پراکندگی آلودگی هوای شهری انجام داده‌اند.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که عوامل فضای شهری و جریان هوا نزدیک به سطح شهری که تحت تأثیر آن قرار گرفته است، تأثیرات آشکاری بر جریان آلاینده‌های هوای شهری تقریباً سطحی دارد. به طور خاص ، نوع کاربری ، میانگین ارتفاع و درجه محفظه شاخص‌های اصلی تأثیرگذار بر جریان آلاینده‌های هوا در سطح نزدیک هستند، در حالی که ارتفاع متوسط بیشترین تأثیر را نشان می‌دهد.

آگراول و تاندون۳(۲۰۱۰) پژوهشی با عنوان مدل‌سازی جزایرحرارتی شهری و تأثیر آن بر آلودگی هوای شهر انجام داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که باد ذرات تولید شده توسط جزیره گرمای شهری به آلاینده‌ها کمک می‌کند تا در جهت رو به بالا گردش کرده و حرکت کنند. بنابراین مشکل آلودگی هوا در مناطق شهری شدیدتر می‌شود. همچنین میزان غلظت آلاینده‌ها تحت تأثیر جزیره گرمای شهری در کلیه شرایط جوی تشدید می‌شود.

زبردست و ریاضتی(۱۳۹۴) پژوهشی با عنوان شاخص‌های محیط انسان‌ساخت و تأثیرات آن بر آلودگی هوا انجام داده‌اند. براساس تحلیل فضایی مرکز-پیرامون غلظت آلاینده‌ها، غلظت آلاینده‌ها در نواحی مرکزی و غیرمرکزی شهر متفاوت است. این ارتباط در زمینه دو آلاینده هوا PM به خوبی مشخص است، به طوری که با فاصله از مرکز شهر، آلاینده‌ی ثانویه ۰ افزایش یافته و آلاینده‌ی اولیه PM کاهش می‌یابند. همچنین تحلیل فضایی شاخص‌های محیط انسان‌ساخت نشان داد که با فاصله از مرکز شهر، شاخص‌های تراکم جمعیتی، تراکم تقاطع‌ها، تراکم واحدهای خرده‌فروشی و مساحت فضاهای باز شهری کاهش می‌یابد.

جدول(۱). پیشینه تحقیق

ردیف	نویسنده(گان)	سال	موضوع	چارچوب کار
1	Van der Waals, J.F.M	2000	The compact city and the environment:	بررسی اثرات مثبت و منفی شهر فشرده بر آلودگی هوا
2	Breheny, M.	2001	Densities and sustainable cities	بررسی رابطه بین تراکم سازی و پایداری شهری
3	Tony, P.N	1996	Environmental stress and urban policy. In Compact City	سیاستهای زیست‌محیطی شهر فشرده در رسیدن به شهر پایدار

[1] Yang
[2] Fan
[3] Agarwal, M., & Tandon

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

4	Kim, S.N.; Lee, K.H.	2009	The effects of compact city characteristics on transportation energy consumption and air quality	بررسی فشرده‌سازی شهری بر مصرف انرژی و کاهش سفر و در نهایت بر کیفیت هوا
5	Chen, H.; Jia, B.; Lau, S.S.Y	2008	Sustainable urban form for Chinese compact cities	رسیدن به فرم شهری پایدار برای شهرهای فشرده چینی

مبانی نظری

فرم شهر ظرفی است که امکان می‌دهد فعالیت‌های شهری در آن به وقوع بپیوندند. با توجه به ماهیت پیچیده فرم شهر، متخصصان مختلفی از دیدگاه خاص به آن پرداخته‌اند. عده‌ای صرفاً جنبه زیبایی‌شناسی شکل شهر را مد نظر قرار داده‌اند. برخی بر جنبه‌های عملکردی تأکید کرده و برخی دیگر نیز جنبه‌های متافیزیکی، اسطوره‌ای، استعاره‌ای و نمادی شکل شهر را موردبررسی قرار داده‌اند (بحرینی،۱۳۷۷: ۵۷) . فرم شهر از جمله مهم‌ترین عواملی است که طراحی شهری می‌تواند با مداخله در ابعاد گوناگون فضایی، کالبدی و محیطی آن، بر میزان وابستگی به سوخت‌های فسیلی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ایجاد محیط‌های مطلوب برای حضور انسان در شهر اثرگذار باشد. شرایط سخت اقلیمی در شهرها از عوامل محدود کننده حضور انسان در فضای شهری و رفتارهای وی می‌باشد. لذا طراحی شهری سعی بر آن دارد تا با نزدیک کردن خرده اقلیم‌ها به منطقه آسایش، فضاهای شهری را برای حضور انسان و وقوع دامنه گسترده‌ای از رفتارهای شهری (اعم از فعالیت‌های ضروری، اختیاری و اجتماعی) در طیف وسیعی از زمان‌ها مناسب‌سازی کند (دانشپور و همکاران،۱۳۹۲: ۷۴). در فرهنگ لغات تخصصی شهرسازی آمده است، فرم شهر عبارت است از کالبد و فرم ساخته شده شهر (Cowan,2005). درباره فرم شهر ادبیات وسیعی وجود دارد از کتاب ویترویوس گرفته تا کتاب کامیلوسیته، تا آثار موریس(تاریخ فرم شهر)، لینچ (تئوری فرم خوب شهر)، کالن، کریر(فضای شهری) و الکساندر(یادداشت‌های بر ترکیب فرم). در اهمیت این مفهوم همین بس که بسیاری از نظریه‌پردازان طراحی شهر را با طراحی فرم شهر یکسان دانسته‌اند (Cuthbert,2005). پژوهشگری به نام هندی، فرم شهری را ترکیبی از ویژگی‌های مربوط به الگوی کاربری اراضی، سیستم حمل‌ونقل و طراحی شهری می‌داند(Handy,1996:152-153). کوین لینچ (۱۹۸۱: ۴۷)، فرم شهر را کلیه مظاهر کالبدی و رؤیت پذیر شهر می‌داند. از نظر وی فرم شهر، الگوی فضایی عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌شود که در نتیجه گرد هم آمدن مفاهیم و عناصر کالبدی بزرگ، ساکن و دائمی در شهر تعریف می‌شود که در نتیجه گرد هم آمدن مفاهیم و عناصر متعددی از ساختار شهر است، عناصر این مفاهیم ممکن است مواردی نظیر؛ الگوی خیابان، اندازه و شکل بلوک، طراحی خیابان، شکل‌بندی قطعه، پارک‌ها و فضاهای عمومی و نظایر این باشد. فرم شهر به دلیل آثار مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، می‌تواند یک شهر را به سوی پایداری و یا ناپایداری براند. (Jabareen,2006:39). از نظر دونالد فولی (۱۹۶۴:۲۴) فرم شهر همان جنبه کالبدی محیط است که می‌تواند فضایی یا غیرفضایی باشد. اندرسون در تعریفی عام، فرم شهر را الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های انسان در برهه خاصی از زمان تعریف می‌کند.(Anderson,1996: 8)

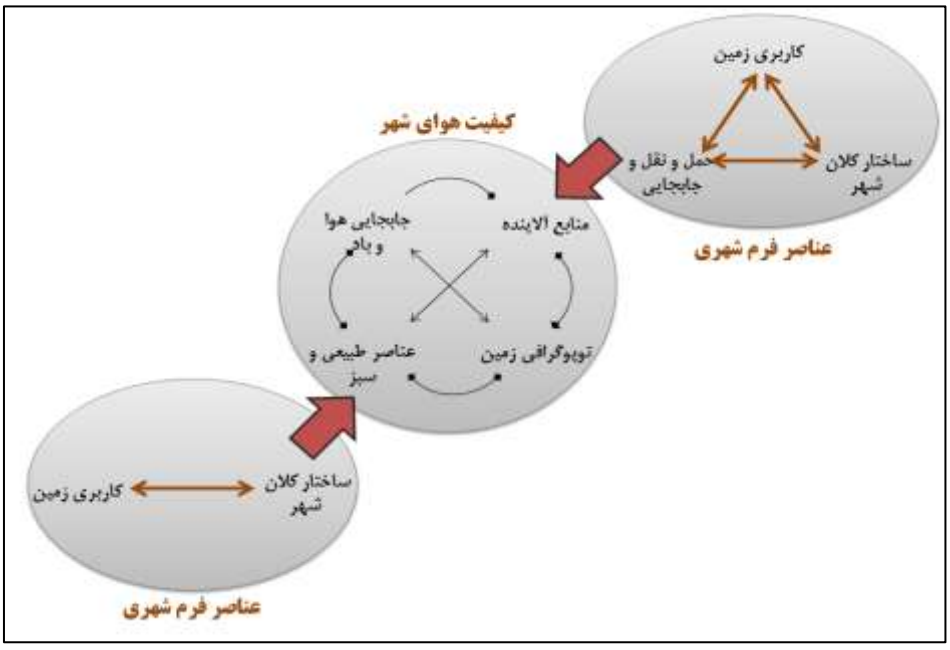
فرم شهری رابطه بین یک شهر و مناطق اطراف آن را نشان داده و تأثیر اقدامات انسانی را بر محیط درون و بیرون آن به نمایش می‌گذارد(Alberti,2005). با توجه به نحوه توزیع فعالیت‌ها، فرم شهر شاید مهم‌ترین وسیله‌ای باشد که یک شهر به‌واسطه آن خودش را عرضه می‌کند (Steadman et al, 2000). فرم شهری یا ساختارشهری به الگوهای کاربری زمین، زیرساخت حمل‌ونقل، آب و زیرساخت انرژی و فرم فیزیکی توسعه که در آن فعالیت‌های انسانی و تعاملات آن‌ها تسهیل می‌شود، اشاره دارد (Marquez & Smith, 1999: 542). فرم شهری محصولی از الگوهای فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی شهر، فرهنگ و تکنولوژی آن و نتیجه شیوه‌های برنامه‌ریزی فیزیکی است (AURAD, 1995). دانشپور در پژوهشی متن فرم شهر را به چندین رمزگان فضایی طبیعی (عوامل طبیعی :آب، پوشش گیاهی، کوه و...)، رمزگان فضایی کالبدی(عوامل مصنوع :ساختمان‌ها، شبکه ارتباطی، فضای باز ...) و رمزگان‌های غیر فضایی(عوامل انسانی :سیاسی، اقتصادی، فنی، اجتماعی و ...)تقسیم می‌کند (دانشپور و همکاران،۱۳۹۲: ۷۹). به طور کلی فرم شهری شامل شماری از ویژگی‌های فیزیکی

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

و غیر فیزیکی است که عبارت‌اند از: اندازه، شکل، مقیاس، تراکم، کاربری‌های زمین، گونه‌های ساخت‌وساز، چیدمان بلوک شهری و توزیع فضای سبز (Jenks & Jones,2009: 22-32)

«حبیب» در بیانی کامل‌تر، فرم شهر را تبلور فضایی و شکلی حیات مدنی، اجتماعی شهر و فعالیت‌های جوامع شهری در مکان و زمان می‌داند که در ترکیبی از ذهنیت و عینیت، ماهیتی فرا دو بعدی یافته است. فرم شهر حاصل تعامل نیروهای بسیاری است که سه عنصر اصلی آن عوامل طبیعی، انسانی و مصنوع بوده و هر کدام نیز از اجزای متعدد فراوانی تشکیل شده است(حبیب،۱۳۸۵: ۸) فرم شهر به خودی خود پدیده‌ای خنثی است مگر اینکه اهداف و عملکردهای اجتماعی، اقتصادی و محیطی خاصی را تحقق بخشد، بنابراین نباید فرم شهر را واقعیتی ایستا و ثابت در نظر گرفت، چراکه در هر وضعیتی حالتی پویا برای دگرگونی دارد و عامل این تغییرات هم عملکرد شهر است(Ernheim,1959:96). اهمیت فرم شهر به خاطر نقشی است که می‌تواند در تحقق اهداف یک شهر داشته باشد، بنابراین بین فرم و عملکرد ارتباط تنگاتنگی وجود دارد و چگونگی ارتباط بین این دو از چالش‌های مهم برنامه‌ریزی شهری به شمار می‌رود(بحرینی،۱۳۷۸: ۸-۱۰).

از میان ابعاد و عناصر مختلف فرم شهری در مقیاس کلان، سه عامل کاربری زمین، حمل‌ونقل و ساختار کلان‌شهر با کنشی که در میان خود ایجاد می‌کنند، بر منابع آلاینده تأثیر می‌گذارند. از طرف دیگر نیز اندرکنش میان ساختار کلان‌شهر و کاربری زمین بر عناصر طبیعی و سبز شهر تأثیر گذاشته و از آن طریق بر کیفیت هوا مؤثر خواهند بود.



شکل(۱). تأثیر مؤلفه‌های فرم شهر در مقیاس کلان بر آلودگی هوای شهر(منبع:بهتاش و همکاران،۱۳۹۲)

شکل(۱) نشان می‌دهد که فرم شهری به طور مستقیم از طریق دو عامل ۱) نوع و پراکنش منابع آلاینده و ۲) عناصر طبیعی و سبز بر کیفیت هوا تأثیرگذار است، البته لازم به ذکر است که چهار عامل مؤثر بر کیفیت هوای شهری به طور یکسان و با یک اندازه بر کیفیت هوا تأثیر ندارند، بلکه شدت و ضعف آن‌ها در تأثیر بر کیفیت هوا متفاوت است، به عنوان مثال، منابع آلاینده شامل تعداد، تراکم و پراکنش آن‌ها در فضای شهر، تأثیر بسیار بیشتری از عناصر طبیعی و سبز بر کیفیت هوا دارد؛ بنابراین می‌توان گفت تأثیر فرم شهر بر کیفیت هوای شهر نیز بسیار بالا بوده و ازاین‌رو اتخاذ راهبردها و راهکارهایی مشخص می‌تواند تأثیر زیادی بر کیفیت هوای شهر داشته باشد(بهتاش و همکاران،۱۳۹۲:۴۵).

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

آلودگی هوا

آلودگی هوا به طور عمومی یعنی افزایش میزان گازهای سمی و ذرات ریز جامد و مایع در هوا در غلظت‌هایی که تهدید کننده سلامتی هستند. میوری (Murry, ۲۰۰۳) تعریف مناسبی از آلودگی هوا را این‌گونه ارائه می‌کند: حضور ذرات در غلظت، تداوم و تناوب‌هایی که سلامت و رفاه انسان و محیط را به طور مخاطره‌آمیزی تحت تأثیر قرار می‌دهد. اجلالی (۱۳۸۶) نیز در ارائه تعریفی از آلودگی هوا معتقد است که حضور یک یا چند آلاینده یا ترکیبی از آن‌ها در اتمسفر بیرونی یا داخلی در مقادیر و مدت زمانی که ممکن است سبب آسیب به زندگی انسان، گیاهان یا حیوانات یا اموال شود و یا به طور نامعقولی سبب تداخل در برخورداری راحت انسان از زندگی یا اموال گردد. فنگر (Fenger, ۱۹۹۹) معتقد است که آلودگی هوا دارای ابعاد مختلف اجتماعی- اقتصادی بوده و دلایل آن ممکن است از شهری به شهر دیگر متفاوت باشد. گسترش شهرنشینی و مصرف بالای سوخت‌های فسیلی از یکسو و تغییرات کاربری و توسعه صنایع از سوی دیگر، افزایش غلظت آلاینده‌ها در هوای شهرها را به دنبال داشته است. اقلیم‌شناسی همدید یکی از مهم‌ترین شاخه‌های آب و هواشناسی است که به مطالعه روابط الگوهای فشار و اقلیم محلی و منطقه‌ای می‌پردازد، در این شاخه‌ی اقلیم‌شناسی، از دو روش مطالعاتی گردشی به محیطی و محیطی به گردشی استفاده می‌شود و با طبقه‌بندی الگوهای فشار، پدیدهای سطحی بررسی می‌شوند(Yarnal,1993).

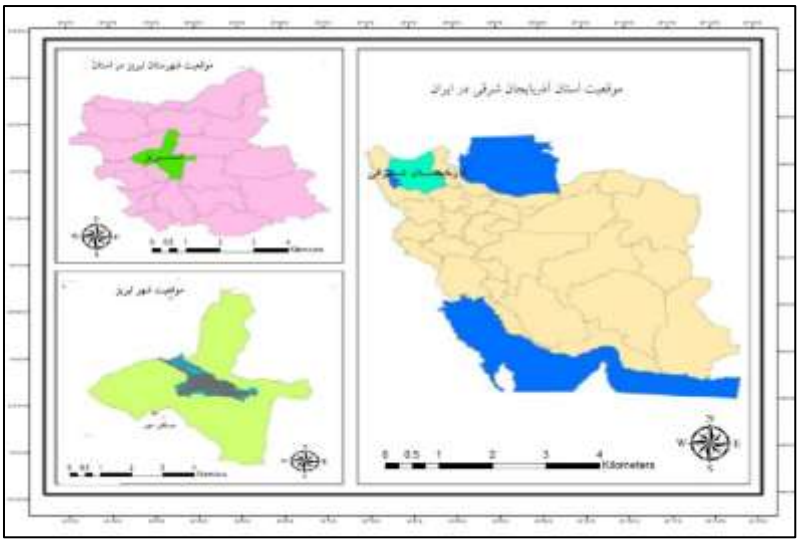
امروزه، حیات بیش از یک میلیارد نفر از مردم جهان به دلیل آلودگی هوای شهری مورد تهدید واقع شده است .برآوردهای انجام شده توسط بانک جهانی نشان می‌دهد که هزینه سالیانه ضررهای مستقیم و غیرمستقیم آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه، تا ۵ درصد تولید ناخالص ملی می‌رسد (Chaaban,2008). آلودگی هوا می‌تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم در محیط داشته باشند برای مثال اکسیدهای گوگردی و ازتی(Nox, co2) با درصد زیاد به درختان و خزه‌ها صدمه زده و در سلامتی انسان تأثیر منفی دارند همچنین موجب خوردگی و تخریب تدریجی مصالح ساختمانی می‌گردد(بید سیاقی، ۱۳۸۳). دو آلاینده‌ی اصلی، یکی ذرات معلق و مونوکسید کربن در فاز اول آلوده‌کننده هوا هستند. ولی در تقسیم‌بندی کلی می‌توانیم، اولی را ذرات معلق یا PM10 بیان کنیم که به معنای ذراتی با قطر 10 میکرون است که این‌ها می‌تواند سلامتی انسان‌ها را تهدید کند و به طور کلی می‌تواند از سد دفاعی بدن همان سیستم تنفسی عبور کند و به آن آسیب وارد نماید. ذرات پایین 10میکرون می‌تواند وارد شش‌ها شود و به صورت آسم و اختلالات ریوی خود را نشان دهد. در فاز دوم می‌توانیم گاز ازن را نام ببریم. البته ازن یک آلاینده‌ی ثانویه است. این ناشی از واکنش‌های شیمیایی است که در جو صورت می‌گیرد. می‌دانیم که نور خورشید پرتوUV یا ماوراءبنفش را دارد. این پرتو می‌تواند در مجاورت اکسیژن و ترکیبات نیتروژنی تبدیل به O3 یا ازن شود. در مرحله‌ی سوم می‌توانیم آلودگی مثل ناکس‌ها یا اکسیدهای نیتروژن یا همانNox ها را داشته باشیم .ترکیباتی مثل سرب، دی‌اکسیدهای گوگرد و ترکیبات آلی فرار یا(volatile organic compound) یا همانVOC ها را هم می‌توانیم در زمره‌ی مهم‌ترین آلوده‌کننده‌های هوا در نظر بگیریم .فضای سبز به عنوان یک فیلتر طبیعی از آلودگی‌های محیطی مانند دود و صدا می‌کاهد و تضمین‌کننده‌ی نسبی سلامت فردی اجتماعی ساکنان شهر و آرامش محیط آن است.

در واقع باید گفت یکی از مسائل مهم در خصوص آلودگی هوا، پیش‌بینی پراکندگی و غلظت آلاینده‌ها در مکان‌های گوناگون است. این مسئله از آن جهت اهمیت دارد که به شناسایی آلاینده‌های گوناگون و مراکز تجمع آن‌ها و در نتیجه شناسایی نقاط حساس و آسیب‌پذیر و همچنین پیش‌بینی اقدامات لازم برای جلوگیری از وقوع چنین موردهایی کمک می‌کند(حیدری نسب،۱۳۹۲). همچنین باید گفت که در افزایش غلظت آلودگی هوای شهرها عوامل گوناگونی مؤثر می‌باشند؛ در این بین عوامل مختلف جوی در انتشار و پراکندگی آلودگی‌ها نقش عمده‌ای دارند (بیگدلی، ۱۳۸۰:) و همچنین فعالیت‌های انسانی و فرایندهای زیست‌محیطی از منابع آلودگی هوا هستند. که در این بین تغییرات فصلی و واکنش‌های شیمیایی بر افزایش غلظت آلاینده‌ها و آلودگی هوا کمک می‌کنند (Wijerane & Bijker, 2006: 125).

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

معرفی محدوده موردمطالعه

شهر تبریز، بر اساس آخرین سرشماری مرکز آمار ایران که در سال ۱۳۹۵ صورت گرفته، شهر تبریز با جمعیتی بالغبر ۱،۷۷۳،۰۳۳ نفر بوده که ششمین شهر پرجمعیت ایران پس از تهران، مشهد، اصفهان، کرج و شیراز محسوب می‌شود(سالنامه آماری،۱۳۹۶).



شکل(۲). محدوده موردمطالعه

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ روش، توصیفی-تحلیلی است. جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز در دو بخش صورت گرفته است. به‌گونه‌ای که بخش اول مربوط به جمع‌آوری داده‌های ثانویه(اسنادی) از طریق مبانی نظری موضوع و سوابق تحقیقات پیشین بوده که با روش مطالعه کتابخانه‌ای، جستجوی اینترنتی در سایت‌ها و سایر منابع علمی و پژوهشی در رابطه با موضوع تحقیق پرداخته شده است.در این پژوهش به منظور دستیابی به اهداف پژوهش از تحلیل آماره‌ی خودهمبستگی مکانی موران محلی استفاده شده است.آماره‌ی موران عمومی فقط خوشه‌بندی کلی متغیر را نشان می‌دهد، اما نمی‌تواند برای تشخیص الگوی ارتباط مکانی آن متغیر در محدوده‌ی همسایگی استفاده شود. برای آشکارسازی الگوی مکانی تفاوت‌های محلی از آماره‌ی خودهمبستگی مکانی موران محلی استفاده شد. این شاخص تفاوت مکانی مقادیر را بین هر سلول و سلول‌های مجاورش اندازه‌گیری کرده و معنی‌داری آن را نیز ارزیابی می‌نماید. آماره‌ی موران محلی شکل تجزیه شده‌ی آماری موران عمومی است. برای سلول i، مقدار موران محلی از طریق رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$I_i = x_i \sum_{i=1, j\neq i}^{N} w_{ij} x_j \qquad \text{رابطه ۱)}$$

به طوری که N تعداد سلول‌ها (مشاهدات مکانی) است، x_i و x_j به ترتیب مقادیر مشاهده شده‌ی استاندارد سلول i و سلول j هستند. W_{ij} مقدار وزن مکانی استاندارد شده است و جمع وزن‌ها برابر ۱ می‌باشد. مشابه با آماره موران عمومی، نتایج آماره موران محلی را می‌توان به‌وسیله‌ی نمرات Z ارزیابی کرد. یک سطح اطمینان (P-value) مشخص می‌شود، اگر سلول i معنی‌داری مثبت داشته باشد (یعنی I_i یک عدد مثبت باشد)، مقدار ارزش سلول i شبیه به مقدار ارزش سلول‌های مجاور آن است. چنانچه مقدار I_i یک عدد مثبت بزرگ باشد، نشانگر یک محدوده‌ی خوشه‌بندی قوی است. از سوی دیگر، اگر مقدار I_i منفی و معنادار باشد، مقادیر سلول i تفاوت زیادی با سلول‌های مجاورش دارد که نشان‌دهنده‌ی همبستگی مکانی منفی است.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

رابطه (۲)
$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_{i.j} - \bar{x} \sum_{i=1}^{n} w_{i.j}}{s\sqrt{\frac{\left[n\sum_{j=1}^{n} w_{i.j}^2 - \left(\sum_{j=1}^{n} w_{i.j}\right)^2\right]}{n-1}}}$$

در رابطه‌ی (۲)، x_j مقدار خصیصه برای عارضه j، $w_{i.j}$ وزن مکانی بین عارضه‌های i و j و n برابر تعداد کل عارضه‌ها می‌باشد. برای محاسبه‌ی S و $\overline{X}$ از روابط (۳ و ۴) استفاده می‌شود:

رابطه (۳) $$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^{n} x_j}{n}$$ رابطه (۴) $$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} x_j^2}{n}}$$

با توجه به اینکه G_i خود نوعی نمره‌ی Z محسوب می‌شود، از محاسبه‌ی دوباره Z پرهیز شده است.

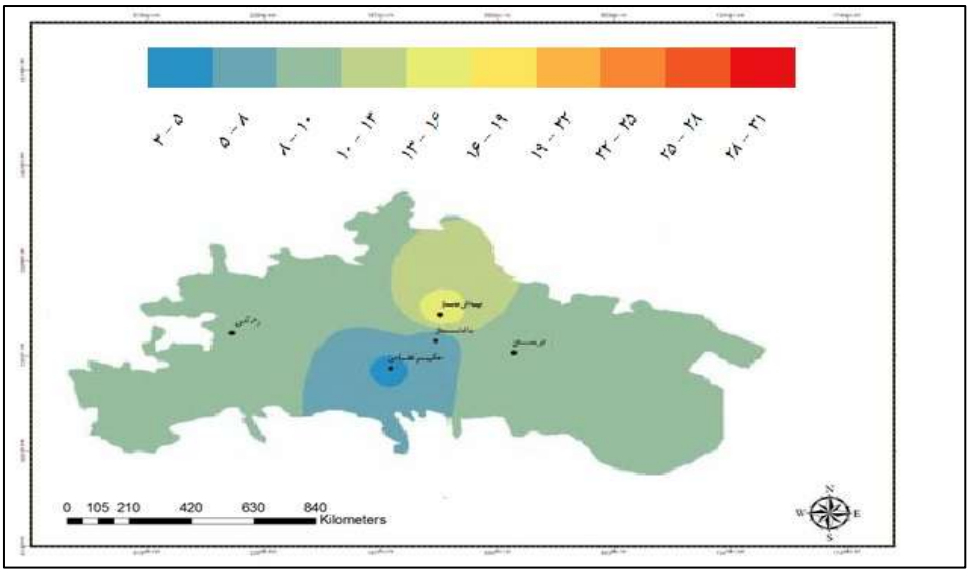
برای اجرا و محاسبه‌ی آماره لکه داغ (Hotspot Analysis) از نرم‌افزار ArcGis v10.3 استفاده شد.

نتایج

در این بخش وضعیت منابع آلاینده هوا موردبررسی قرار گرفته است.

دی‌اکسید گوگرد

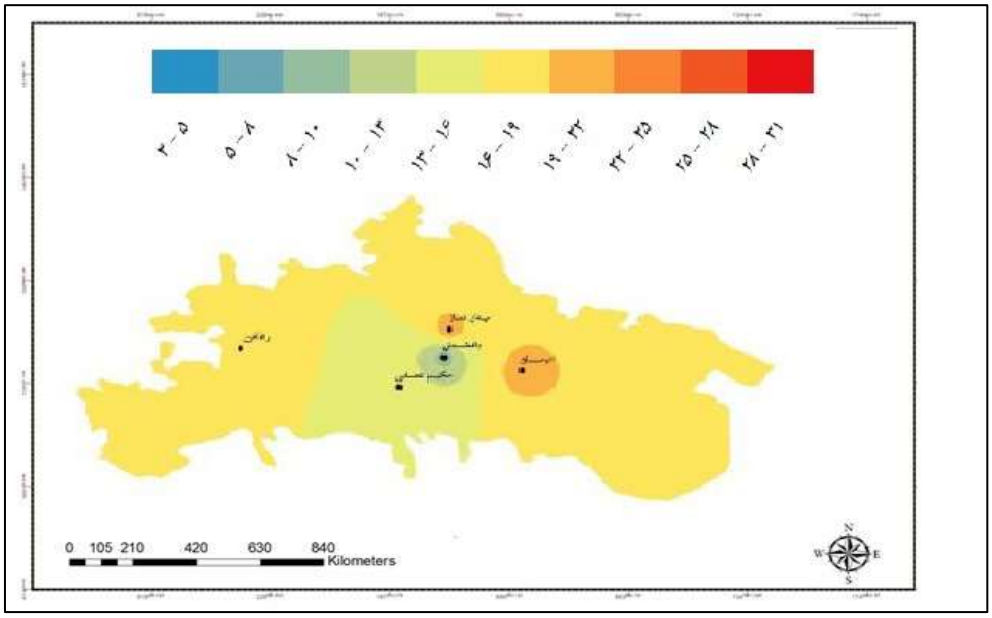
گاز دی‌اکسید گوگرد، بی‌رنگ، غیرآتش‌زا و بی‌بو است که در سطح کره زمین در تراکم‌های پایین وجود دارد. هنگامی که غلظت آن بین ppm ۱-۰/۳ در اتمسفر باشد، بر حس چشایی اثر خواهد گذاشت و در مقادیر بالاتر از ppm ۳ بوی بدی به همراه خواهد داشت. وقتی SO2 در اتمسفر منتشر شود، در جریان واکنش‌های پیچیده به صورت ذرات معلق سولفات(SO4) در می‌آید. برخی از سوخت‌های فسیلی مانند زغال‌سنگ و مواد نفتی سنگین (نفت کوره و گازوییل) حاوی مقادیر زیادی گوگرد می‌باشند که این گوگرد در اثر احتراق به شکل گاز دی‌اکسید گوگرد در فضا پخش می‌شود. خودروهای دیزلی با وجود سهم اندک در ترافیک عامل انتشار تقریباً تمامی دی‌اکسید گوگرد از منابع متحرک می‌باشند. در شکل (۳) پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸ نشان داده شده است با توجه به شکل(۳) بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید گوگرد در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود. همچنین با توجه به شکل(۳) کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه حکیم نظامی مشاهده می‌شود.



شکل(۳). پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

در شکل (۴) پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه دوم سال ۱۳۹۸ نشان داده شده است با توجه به شکل(۴) بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید گوگرد در ایستگاه میدان نماز و آبرسان دیده می‌شود. همچنین با توجه به شکل(۴) کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه حکیم نظامی مشاهده می‌شود. توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت دی اکسید گوگرد در شهر تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان بیشتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است.



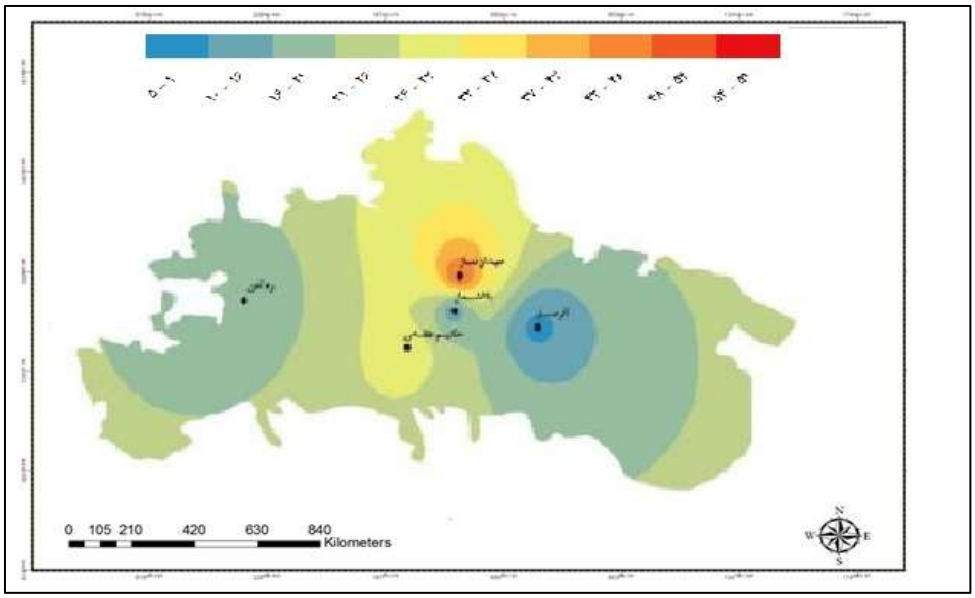
شکل(۴). پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه دوم سال ۱۳۹۸

دی‌اکسید نیتروژن

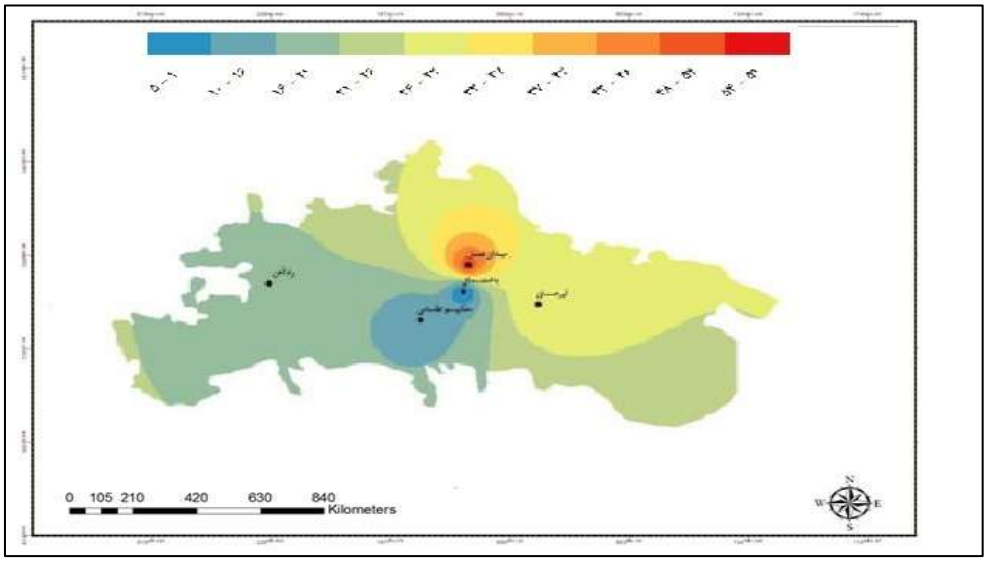
از میان هفت اکسید نیتروژن شناخته شده موجود در هوای محیط، اکسید نیتریک (NO) و دی اکسید نیتروژن (NO2) از آلوده‌کننده‌های مهم هوا به شمار می‌روند. دی اکسید نیتروژن گازی است مرئی با رنگ قهوه‌ای مایل به زرد یا قهوه‌ای مایل به قرمز که طی فرایندهای پیچیده اتمسفر به ذرات معلق نیترات (NO_3) تبدیل می‌شود. به علاوه دی اکسید نیتروژن نیز همچون اکسید نیتریک یکی از آلاینده‌های اصلی مه دود است. این گاز در شهرها به علت فعالیت‌های انسانی از غلظت بالایی برخوردار است. احتراق سوخت‌ها در دمای بالا سبب تولید این آلاینده می‌شود. در اشکال (۵ و ۶) پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید نیتروژن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول و دوم سال ۱۳۹۸ نشان داده شده است با توجه به شکل(۵) بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود. همچنین با توجه به شکل(۵) کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه آبرسان مشاهده می‌شود. از جهتی نتایج حاصل از توزیع فضایی پراکنش آلودگی ناشی از دی‌اکسید نیتروژن در نیمه دوم سال یعنی فصول پاییز و زمستان حاکی از آن است که در میدان نماز دارای بیشترین غلظت و در ایستگاه حکیم نظامی دارای کمترین غلظت است.

توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت دی‌اکسید نیتروژن در شهر تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان کمتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]



شکل(۵). پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید نیتروژن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸



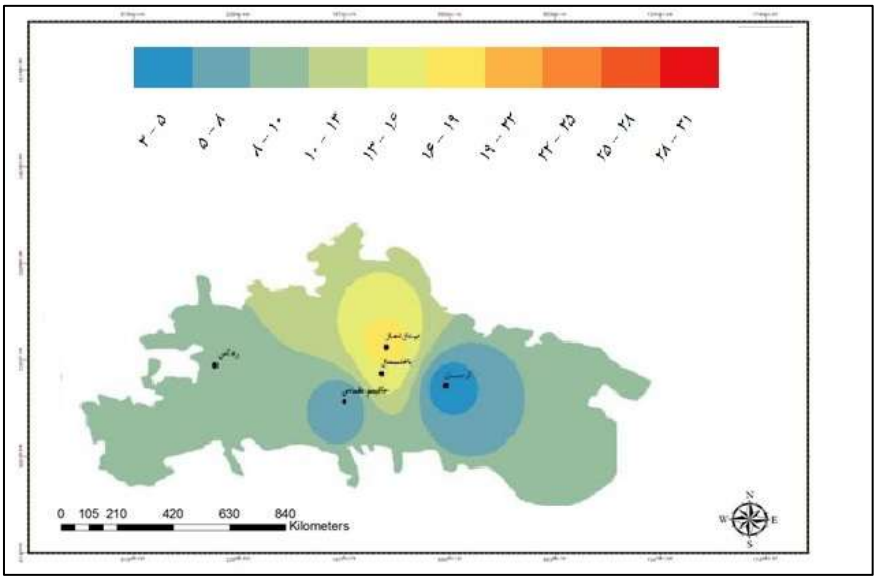
شکل(۶). پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید نیتروژن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه دوم سال ۱۳۹۸

مونوکسید کربن

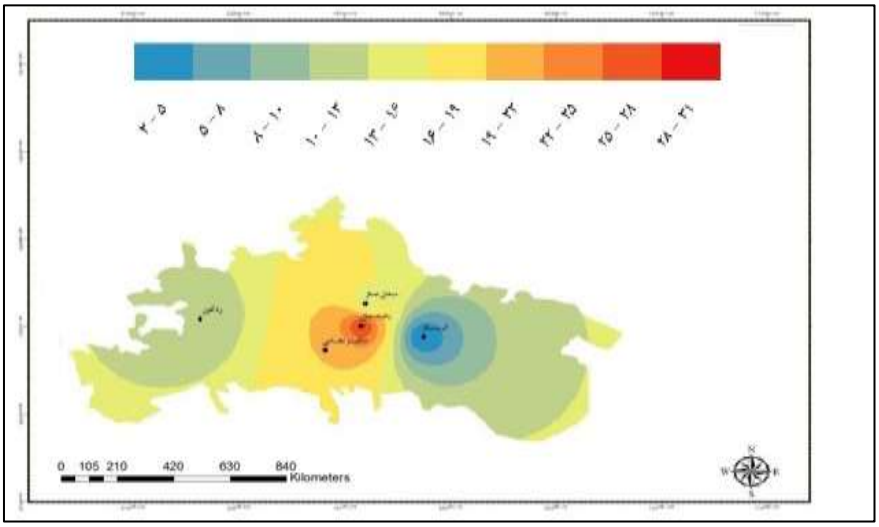
مونوکسید کربن، گازی بی‌رنگ، بی‌بو، بی‌مزه و غیرقابل اشتعال است، که ممکن است از طریق منابع طبیعی و مصنوعی به داخل محیط‌زیست انتشار یابد. این گاز به‌وسیله‌ی احتراق ناقص سوخت‌های حاوی کربن مانند چوب، زغال‌سنگ، نفت، گاز طبیعی و نفت سفید تولید می‌شود. صنایع و وسایل نقلیه‌ی موتوری به عنوان مهم‌ترین منابع برای آلودگی اتمسفری مونوکسید کربن در محیط‌های شهری شناخته می‌شوند. در مناطق شهری معمولاً زیر ppm۱۷ است ولی در کلان‌شهرها در ساعات ترافیک و در بعضی مناطق برای کوتاه‌مدت تا ppm۵۰ و حتی بیشتر هم گزارش شده است. در محیط‌های بسته و کارگاه‌ها غالباً از ۱۰۰ پی پی ام هم تجاوز می‌نماید. در اشکال (۷ و ۸) پهنه‌بندی تغییرات غلظت مونوکسید کربن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول و دوم سال ۱۳۹۸ نشان داده شده است با توجه به شکل(۷) بیشترین غلظت آلودگی ناشی از مونوکسید کربن در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود. همچنین با توجه به شکل(۸) کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه آبرسان مشاهده می‌شود. از جهتی نتایج حاصل از توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت مونوکسید کربن در شهر

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان کمتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است



شکل(۷) پهنه‌بندی تغییرات غلظت مونوکسید کربن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸



شکل(۸). پهنه‌بندی تغییرات غلظت مونوکسید کربن در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸

بررسی تأثیر الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا

برای نشان دادن تأثیر الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا، از نرم‌افزار Arc/GIS و از ابزار خودهمبستگی فضایی استفاده شده است. ابزار آمار فضایی (خودهمبستگی فضایی) یکی از کاربردی‌ترین و مهم‌ترین ابزارهای تحلیلی برای تحقیق درباره داده‌های فضایی است که در زمینه تحلیل الگوهای پراکنش در فضا و مکان به کار می‌رود و به آماره موران I (Moran's I) معروف است. نتایج این تحلیل در دو نوع خروجی عددی و گرافیکی نشان می‌دهد که عوارض به صورت تصادفی، پراکنده یا خوشه‌ای در فضا توزیع شده‌اند. اگر مقدار شاخص موران نزدیک به عدد مثبت (۱+) باشد، داده‌ها خودهمبستگی فضایی دارند و الگوی پخش آن‌ها خوشه‌ای است و اگر مقدار موران نزدیک به عدد منفی (۱-) باشد، نگاه داده‌ها از هم گسسته‌اند و الگوی پخش آن‌ها پراکنده است. در مورد این ابزار فرضیه صفر آن است که هیچ نوع خوشه‌بندی فضایی بین مقادیر

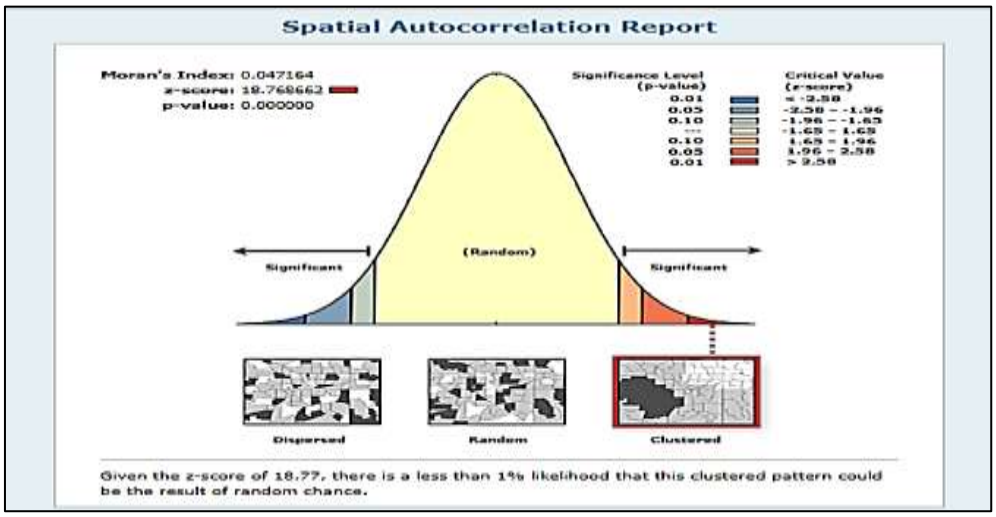
[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

خصیصه مرتبط با عوارض جغرافیایی مدنظر وجود ندارد (عسگری،۱۳۹۵). در جدول (۲)، نمایش عددی خودهمبستگی فضایی الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا نشان داده شده است:

جدول (۲). خروجی عددی تحلیل خودهمبستگی فضایی (آماره موران) برای تأثیر الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا

Moran's Index:	**0.047164**
Expected Index:	**-0.000377**
Variance:	**0.000006**
z-score:	**18.768662**
p-value:	**0.000000**

در این پژوهش شاخص موران محاسبه شده برابر با ۰.۰۴۷ است. این مقدار کوچک‌تر از یک است و از سوی دیگر مقدار P-value برابر با صفر است، می‌توان نتیجه گرفت الگوی کاربری زمین بر آلودگی هوا تأثیرگذار است. شکل (۹)، نمایش گرافیکی این تحلیل را نشان می‌دهد:



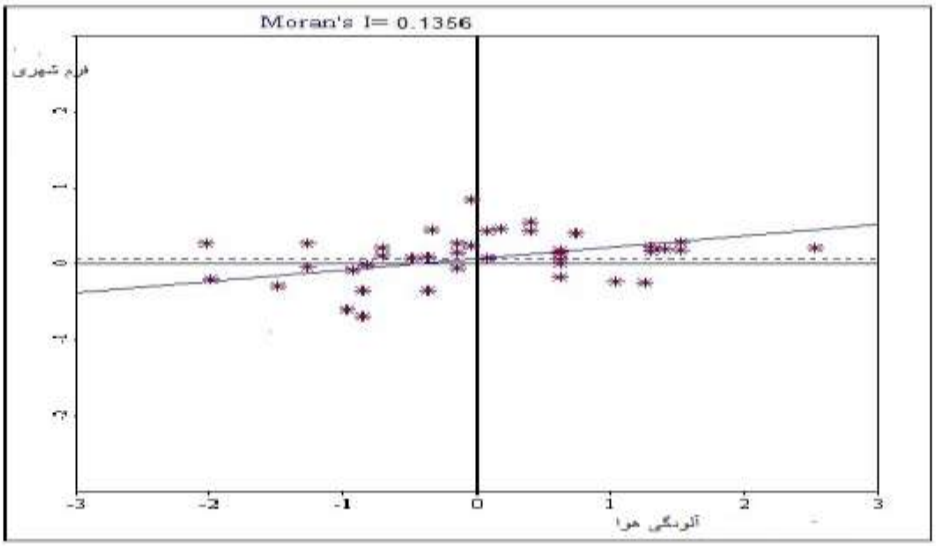
شکل (۹). نمایش گرافیکی تحلیل خودهمبستگی فضایی (آماره موران)

در تبین تأثیر کاربری زمین بر آلودگی هوا می‌توان عنوان نمود که، تخصیص کاربری زمین می‌تواند سبب افزایش یا کاهش عناصر و منابع طبیعی و سبزی شود که می‌توانند به تعدیل آلاینده‌های هوا کمک کنند. موضوع تأثیر کاربری بر آلودگی هوا به‌ویژه در مورد رشد لجام‌گسیخته شهر در زمین‌های پیرامونی زمین به دلیل تغییر کاربری‌ها از زمین‌های سبز و طبیعی به کاربری‌های مسکونی، تجاری، صنعتی و خدماتی و غیره، موضوعی بسیار جدی و تأثیرگذار بر آلودگی هوا دارد. در کنار تأثیر تغییر کاربری اراضی سبز و طبیعی بر افزایش آلودگی‌های هوا، تخصیص زمین‌های شهری به پهنه‌های سبز و طبیعی تأثیر تعیین کننده‌ای بر کاهش آلاینده‌های هوا دارد که از جمله مهم‌ترین این تخصیص کاربری‌های جنگل‌داری شهری و توسعه کریدورهای سبز است.

بررسی تأثیر فرم شهری بر آلودگی هوا

در شکل(۱۰) همبستگی بین فرم شهری با آلودگی هوا ارائه شده است.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]



شکل(۱۰). رابطه همبستگی بین فرم شهری با آلودگی هوا

با توجه به نتایج منتج از آماره موران میزان همبستگی محاسبه شده برابر با ۰.۱۳۵۶ می‌باشد به‌گونه‌ای که عدد به دست آمده از آماره موران مثبت می‌باشد و می‌توان عنوان نمود که بین فرم شهری با آلودگی هوا رابطه مثبتی وجود دارد.

نتیجه‌گیری

روند شهرگرایی در کشور ما کلان‌شهرها را به چالش‌های زیادی روبه‌رو نموده که پایداری آن‌ها را به خطر مواجهه می‌کند. با توجه به رشد جمعیت زیاد شهر تبریز، توجه به مقوله‌های زیست‌محیطی و افزایش کیفیت زندگی از ضروریات برنامه‌ریزی قلمداد می‌شود. ازاین‌رو برای توسعه پایدار شهری توجه به آلودگی‌ها به‌ویژه آلودگی هوا که شهروندان تمام وقت از آن استفاده می‌کنند، امری ضروری است. کسب آمار و اطلاعات دقیق و تحلیل صحیح آلاینده‌های مختلف هوای شهر تبریز به عنوان یکی از مهم‌ترین کلان‌شهرهای کشور می‌تواند اولین گام برای برطرف کردن مشکل آلودگی هوای شهر تبریز باشد که سال‌هاست به عنوان معضلی مهم، مدیران اجرایی را با چالشی مهم روبرو کرده است ازاین‌رو این پژوهش در جهت بررسی تأثیر مؤلفه فرم شهری بر آلودگی هوای شهری نوشته شد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه اول سال ۱۳۹۸ نشان داد بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید گوگرد در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود و کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه حکیم نظامی مشاهده می‌شود.پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید گوگرد در ایستگاه‌های پایش شهر تبریز در نیمه دوم سال ۱۳۹۸ نشان داد که بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید گوگرد در ایستگاه میدان نماز و آبرسان دیده می‌شود.کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه حکیم نظامی مشاهده می‌شود. توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت دی اکسید گوگرد در شهر تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان بیشتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است.پهنه‌بندی تغییرات غلظت دی اکسید نیتروژن نشان داد بیشترین غلظت آلودگی ناشی از دی اکسید نیتروژن در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود. همچنین کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه آبرسان مشاهده شد از جهتی نتایج حاصل از توزیع فضایی پراکنش آلودگی ناشی از دی‌اکسید نیتروژن در نیمه دوم سال یعنی فصول پاییز و زمستان حاکی از آن است که در میدان نماز دارای بیشترین غلظت و در ایستگاه حکیم نظامی دارای کمترین غلظت است.توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت دی‌اکسید نیتروژن در شهر تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان کمتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است.پهنه‌بندی تغییرات غلظت مونوکسید کربن نشان داد بیشترین غلظت آلودگی ناشی از مونوکسید کربن در ایستگاه میدان نماز دیده می‌شود. همچنین

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

کمترین مقدار غلظت دی‌اکسید گوگرد در ایستگاه آبرسان مشاهده می‌شود. از جهتی نتایج حاصل از توزیع فضایی آلودگی ناشی از غلظت مونوکسید کربن در شهر تبریز حاکی از آن است که مقدار غلظت آن در نیمه دوم سال یعنی فصل‌های پاییز و زمستان کمتر از نیمه اول سال یعنی بهار و تابستان است. یافته‌های استنباطی این پژوهش حاکی از آن بود که کاربری زمین و فرم شهری بر آلودگی هوا تأثیرگذار است.با توجه به یافته‌های پژوهش پیشنهادها به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- افزایش پیاده‌مداری فضاهای شهری با هدف کاهش استفاده از خودرو شخصی و تشویق افراد برای حضور پیاده در فضاهای عمومی شهری
- استفاده از استراتژی توسعه مبتنی بر حمل‌ونقل عمومی TOD برای تغییر در فرم کلی شهر از فرم تک مرکزی به چندمرکزی حمایتی.
- افزایش سطوح و جداره سبز در فضاهای شهری شامل بام‌ها، تراس‌ها و نماهای سبز با هدف کاهش ریزگردهای معلق در هوا، تعدیل دمای فضاهای شهری، کاهش هدر رفت انرژی از جداره ساختمان‌ها.
- افزایش نفوذپذیری شهری به‌ویژه در سطح بافت شهری فشرده و به‌هم‌پیوسته مرکز شهر
- ایجاد زمین‌های باز و سبز در میان ساختمان‌ها و درون بافت شهری برای نفوذ باد

منابع

حکمت نیا، حسن و ابوالفضل قنبری هفت‌چشمه(۱۳۸۵)، اصول و روش‌های برنامه‌ریزی شهری، یزد، مفاخر.

حیدری نسب، امیر (۱۳۹۲)، مدل‌سازی ریاضی سه‌بعدی پدیده فتوشیمیایی آلودگی هوا و استفاده از موچک برای کاهش گره‌های شبکه (با تأکید روی هوای تهران بزرگ)، رساله دکتری، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

دانشپور، سید عبدالهادی؛ راضیه رضازاده؛ فرزان سجودی و مریم محمدی (۱۳۹۲)، بررسی کارکرد و معنای فرم شهر مدرن از منظر نشانه‌شناسی لایه‌ای، دو فصلنامه معماری و شهرسازی، شماره ۱۱.

دبیری، مینو(۱۳۷۵)، آلودگی محیط‌زیست هوا- آب- خاک- صوت، انتشارات اتحاد.

رهنما، محمدرحیم؛ عباس زاده، غلامرضا (۱۳۸۷)، اصول، مبانی و مدل‌های سنجش فرم کالبدی شهر، جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول، مشهد

زبردست، اسفندیار، ریاضتی، حسن(۱۳۹۴) شاخص‌های محیط انسان‌ساخت و تأثیرات آن بر آلودگی هوا، نشریه هنرهای زیبا، ۲۰(۱)،۵۶-۷۵.

Agarwal, M., & Tandon, A. (2010). Modeling of the urban heat island in the form of mesoscale wind and of its effect on air pollution dispersal. Applied Mathematical Modelling, 34(9), 2520-2530.

Borrego, C; Martins, H; Tchepel, O; Salmim, L; Monteiro; A; Miranda, A.I (2005), How urban structure can affect city sustainability from an air quality perspective, Environmental Modelling & Software,Vol 10, No 5, pp 1, 6, 7.

Bramely, Glen &Kirk, Karryn (2005): " Does planning make a difference to urban form? Recent evidence from Central Scotland," in The Journal of Environment and Planning. Vol.37. pp 355-37

Carmona, Matthew(2003): Public Places Urban Spaces; The Dimensions of Urban Design, Axford Press. Axford.

CDIAC. (2008). CO2 emissions from Iran. Available from: http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/ira.html.

Cervero, R., Radisch, C.,)1996(. Travel choices in pedestrian versus automobile oriented neighborhoods. Transport Policy, Vol. 3, Issue 3, PP 131 .

Chaaban FB. 2008. Air quality. In: Tolba MK and Saab NW, Editor Arab environment: future

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]

challenges. Beirut: Technical Publications and Environment & Development Magazine;. P.45-62.
Clifton, Kelly et al (2008): "Quantitative analysis of urban form: A multidisciplinary review" in Journal of Urbanism. Vol.1, No.1, March 2008, pp 17-45.
Conzen, M. R. (2004). Thinking about urban form: papers on urban morphology, 1932-1998. Oxford ; New York : Peter Lang, 2004.
Cowan, Robert (2005): The Dictionary of Urbanism. Streetwise Press. London.
Crook, Kenneth F. (2007) Britannica Concise Encyclopaedia, Encyclopaedia Britannica Corp (Available at: www.britannica.com(
Cuthbert, Alexander (2005) Urban Design and Spatial Political Economy: Review of Critique of the 50 Years.
Cuthbert, Alexander (2006) The Form of City, Political Economy and Urban Design, Blackwell, USA.
Cuthbert, Angela. L & Anderson, Wiliam.P (2002): "An Examination of Urban Form in Halfax Dartmouth: Alternative Approaches iv Data" in Canadian Journal of Urban Research, Winter 2002, pp 213 -237 .
Daly, A. & Zannetti, P. (2007). An Introduction to Air Pollution, Definitions Classification and History, Chapter1, the Inviro Group Institute, Fremont, CA (USA).
Yang, J., Shi, B., Shi, Y., Marvin, S., Zheng, Y., & Xia, G. (2020). Air pollution dispersal in high density urban areas: Research on the triadic relation of wind, air pollution, and urban form. Sustainable Cities and Society, 54, 101941.
Yang, J., Shi, B., Zheng, Y., Shi, Y., & Xia, G. (2020). Urban form and air pollution disperse: Key indexes and mitigation strategies. Sustainable Cities and Society, 57, 101955.

[Downloaded from jgs.khu.ac.ir on 2026-06-19]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.206.9]
[DOI: 10.61882/jgs.26.80.4]