FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

Journal of Environmental Sciences Studies (JESS)
Volume 10, Number 1, Spring, (2024)

Journal Homepage: www.jess.ir
Print ISSN: 2588-6851 Online ISSN: 2645-520X

The effect of the land use pattern of western area of Tehran on air pollution with the attitude of health buffer

Ghazalhe Goodarzi [1*];Reza Rasti[2]

[*]1. PhD in Urban planning and design, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2. Urban Engineering, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[*]Email Address: gh.goodarzi@iau-tnb.ac.ir

Article Info

Article Type:

Research Paper

Article history:
Received Date:
2024/05/31
Revised Date:
2024/06/04
Accepted Date:
2024/06/09
Published Date:
2024/07/01

Keywords:
Health buffer,
land use,
air pollution,
interpolation,
western area of Tehran.

ABSTRACT

The city consists of a complex set of types of uses and the relationships between them, and the pattern of urban land use, as a link connecting urban uses and activities, plays a very important role in the production and distribution of environmental pollution. The effect of land use patterns on the distribution of pollutants and the subsequent increase in air pollution and its impact on citizens' health makes it important to consider urban land use patterns. In this regard, the attitude of health buffer reduces the exposure to pollutants by absorbing or blocking part of the pollution and thus reduces the concentration of pollutants. This research aims to describe the spatial-place changes of air pollutants in the west of Tehran metropolis with the view of creating health buffers by identifying the influential components in air pollution in the west of Tehran, with field observations and air quality monitoring data, information for spatial analysis in ArcGIS software is examined. and finally, by overlapping the layers, he has defined health buffer zones around sensitive uses such as schools, hospitals, and residential areas. The findings indicate that the pattern of urban land use has an effect on the spatial distribution of air pollution, and the industrial areas in the south of the range (area 21) due to the accumulation of industrial and workshop uses have caused the expansion and spread of pollutants and have the largest share in air pollution. has had studies at the level of the range. The implementation of zoning regulations and health buffer strategies that prioritize the separation of polluting activities from sensitive uses can effectively prevent human exposure to pollutants and make cities healthier and more sustainable environments create for their residents.

Cite this article: Ghazalhe Goodarzi, Reza Rasti (2024). The effect of the land use pattern of western area of Tehran on air pollution with the attitude of health buffer ,Journal of Environmental Sciences Studies,10(1), Pages 9777- 9788.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

In urban areas, environmental crises often appear in different forms due to the concentration of the human population, industrial activities, and infrastructure development. One of the key environmental crises in urban environments includes air pollution caused by vehicle emissions, industrial activities, and more (WHO, 2022). Rapid urbanization often leads to the loss of green spaces such as parks and forests (World Bank, 2022), which has caused the release of many pollutants that contribute to numerous heart and respiratory diseases (Hamidi et al., 2022). Social life is shaped by its use and development, making land use management the main structure of city planning.

Materials and methods

The current research is applied in terms of purpose and descriptive in terms of data collection method. To identify the current situation according to the desired dimensions, a spatial analysis technique has been used in this research. For this purpose, spatial buffers have been utilized to extract indicators and variables of land use patterns affecting air quality. This assessment is done with the help of interpolation and the IDW method (Inverse Distance Weighting),In the second step, information related to the land use pattern in each buffer, with the aim of identifying the main sources of pollution based on the estimation of human health effects, has been identified and specified.

Results and discussion

According to the produced spatial map and by identifying and determining the settlements and residential areas in this area, it is suggested to design vegetative buffers around Briyank, Haft Chenar, Soleimani, and Jay neighborhoods to reduce the amount of polluting gases such as carbon dioxide (CO2), nitrogen dioxide (NO2), and sulfur dioxide (SO2) and purify suspended particles (PM) from the air. This leads to the improvement of air quality in the residential areas of these neighborhoods and increases the health of the residents. Additionally, by identifying and determining the high-traffic highways of Hammat, Nawab, Sheikh Fazlullah, Sattari, etc., building and creating sound walls as effective structures in reducing environmental noise play an important role in improving the quality of life for the residents of the area. These structures can reduce the noise caused by traffic, industrial activities, and other sound sources, providing a quieter living environment. According to the produced spatial map and by identifying the polluting uses, monitoring buffers are proposed for this area in a part of Region 5, which is mostly abandoned industrial workshops and barren lands.

Conclusion

Land use patterns change over time, reflecting changes in the natural, economic, and social environment to meet population needs. Therefore, the strategy of physical separation of polluting sources and sensitive uses under the title of a health buffer is suggested as an effective solution for urban planners at the local and regional scales. In addition, the spatial distribution of land use in urban areas plays an important role in shaping differences in exposure to air pollution among population groups. Vulnerable communities, including low-income and densely populated neighborhoods, often bear a disproportionate burden of air pollution due to their proximity to industrial facilities and transportation corridors.The key findings of this research show that land use patterns have a significant effect on the amount of air pollution. Industrial areas and areas with high traffic density are known as the main sources of pollutants that emit a range of harmful substances such as particulate matter, nitrogen oxides, and volatile organic compounds. On the contrary, green spaces and areas with low-density residential development are associated with improved air quality and act as a natural buffer against pollution. The pattern of urban land use affects the spatial distribution of air pollution, and the industrial areas in the south of the region (Region 21) have caused the spread of pollutants due to the accumulation of industrial and workshop uses, contributing the most to air pollution at the study area level.Land use patterns change over time, reflecting changes in the natural, economic, and social environment to meet the needs of the population. Therefore, creating healthier environments for residents is essential.

مجله مطالعات علوم محیط زیست
جلد ۱۰، شماره ۱
Journal Homepage:www.jess.ir
شاپای چاپی: 2588-6851 شاپای الکترونیکی: 2645-520X

FANPAYA
Knowledge Based Company
(PUBLISHERS)

تاثیر الگوی کاربری اراضی پهنه غربی تهران بر آلودگی هوا با نگرش بافر سلامتی

غزاله گودرزی [۱*]، رضا راستی [۲]

[*]۱. دکتری تخصصی شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران،
۲. مهندسی شهرسازی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران
*ایمیل نویسنده مسئول: gh.goodarzi@iau-tnb.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله علمی پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۳/۱۱
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۳/۱۵
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۳/۲۰
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۰۴/۱۱

کلید واژه ها:
بافر سلامتی، کاربری اراضی، آلودگی هوا، درونیابی، پهنه غربی تهران

چکیده

شهر، متشکل از مجموعه‌ای پیچیده از انواع کاربری‌ها و روابط بین آن‌ها است و الگوی کاربری اراضی شهری به عنوان مهره متصل کننده کاربری‌ها و فعالیت‌های شهری، نقش بسیار مهمی در تولید و پراکنش آلودگی‌های محیطی بر عهده دارد. تاثیر الگو کاربری اراضی بر توزیع آلاینده‌ها و به دنبال آن افزایش آلودگی هوا و تاثیر آن بر سلامت شهروندان، توجه به در نظر گرفتن الگوهای کاربری اراضی شهری را حائز اهمیت می‌کند. در این راستا، نگرش بافر سلامتی با جذب یا مسدود کردن بخشی از آلودگی، قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها را کاهش داده و در نتیجه آلودگی هوا را کنترل می‌نماید. این پژوهش با هدف توصیف تغییرات مکانی – فضایی آلاینده‌های هوای غرب کلانشهر تهران با نگرش ایجاد بافرهای سلامتی با شناسایی مولفه‌های تاثیرگذار در آلودگی هوا، با مشاهدات میدانی و داده‌های پایش کیفیت هوا، اطلاعات جهت تحلیل فضایی در نرم افزار ARCGIS را مورد بررسی قرار داده و در نهایت با هم‌پوشانی لایه‌ها، مناطق بافر سلامتی در اطراف کاربری‌های حساس مانند مدارس، بیمارستان‌ها و مناطق مسکونی تعریف نموده است. یافته‌ها حاکی از آن است که الگوی کاربری اراضی شهری بر توزیع فضایی آلودگی هوا تاثیرگذار است و مناطق صنعتی جنوب محدوده (منطقه ۲۱) به واسطه تجمع کاربری‌های صنعتی و کارگاهی باعث گسترش و پخشایش آلاینده‌ها شده و بیشترین سهم را در آلودگی هوا در سطح محدوده مطالعاتی داشته است. اجرای مقررات منطقه‌بندی و استراتژی‌های مربوط به بافرهای سلامتی که جداسازی فعالیت‌های پر آلودگی از کاربری‌های حساس را در اولویت قرار می‌دهد، می‌تواند به طور موثری از قرار گرفتن انسان در معرض آلاینده‌ها جلوگیری نماید و شهرها، محیط‌های سالم‌تر و پایدارتری را برای ساکنان خود ایجاد نمایند.

ناشر: انتشارات فن پایا

DOI:10.22059/JES.2024.367508.1008453

۱-مقدمه

در مناطق شهری، بحران‌های زیست محیطی اغلب به دلیل تمرکز جمعیت انسانی، فعالیت‌های صنعتی و توسعه زیرساخت‌ها به اشکال مختلفی بروز می‌نماید. یکی از بحران‌های زیست محیطی کلیدی در محیط‌های شهری شامل آلودگی هوا ناشی از انتشار وسایل نقلیه، فعالیت‌های صنعتی و ... است (WHO, 2022) و این در حالی است که شهرنشینی سریع اغلب منجر به از بین رفتن فضاهای سبز مانند پارک‌ها و جنگل‌ها می‌شود (World Bank, 2022) که این امر باعث انتشار بسیاری از آلاینده‌ها شده که بروز بسیاری از بیماری‌های قلبی و تنفسی را به همراه دارد) ا .(Hamidi at al, 2022یکی از مهم‌ترین حوادث مربوط به آلودگی هوا، حادثه وارونگی هوا در دره میوز بلژیک در دسامبر ۱۹۳۰ تحت تأثیر خروج آلاینده‌های صنایع تولیدی اسید سولفوریک است. همچنین، تراکم آلاینده‌های ناشی از صنایع فولاد بر روی شهر دونورا پنسیلوانیا در ۳۱ اکتبر ۱۹۴۸ باعث بیماری نیمی از جمعیت آن شد. در اثر تجمع مه‌دود در آسمان لندن و استیلای وارونگی هوا، بیش از ۱۳ هزار نفر جان خود را از دست دادند. افزون بر این، در سال ۱۹۶۳ مه‌دود مرگبار ناشی از وارونگی هوا باعث مرگ ۲۰۰ نفر در نیویورک و لس‌آنجلس شد. در سال ۱۹۶۶ تعداد ۱۶۸ نفر دیگر به دلیل بیماری‌های ناشی از تنفس هوای آلوده جان خود را از دست دادند. در سال ۱۹۹۲ سازمان ملل، مکزیکوسیتی را به عنوان آلوده‌ترین شهر جهان معرفی کرد که در سال ۱۹۹۰، در این شهر ۳۳۰ روز شاخص آلاینده‌ها بالاتر از حد استاندارد بود (افخمی‌نمین و رفیعی، ۱۳۹۵: ۲۶-۲۱). همچنین در سال ۲۰۱۲، تهران با یک بحران شدید آلودگی هوا مواجه شد که سطوح آلودگی به سطوح خطرناک رسید. عواملی مانند گازهای گلخانه‌ای وسایل نقلیه، آلودگی صنعتی و عوامل جغرافیایی در ایجاد مه‌دود مؤثر بوده و منجر به تعطیلی مدارس، لغو پروازها و توصیه‌های بهداشتی شد که از ساکنان خواسته می‌شد در خانه بمانند. برنامه‌ریزی و مطالعات طرح کاهش آلودگی تهران از سال ۱۳۹۲ با نگاهی به تجربیات موفق دنیا آغاز شد. مصوبات متعددی در شورای ترافیک تهران و شورای عالی هماهنگی کلان‌شهرها در وزارت کشور و دولت برای طرح کاهش گذرانده شد. بر اساس این مصوبات، منطقه زوج و فرد فعلی به عنوان محدوده کاهش تهران تعیین شد و از مهرماه ۱۳۹۵ ورود خودروهای بدون معاینه فنی به این محدوده ممنوع و مشمول جریمه اعلام گردید .(https://air.tehran.ir, 2024) با این حال، می‌توان تنها نقشه فضایی از موقعیت آلودگی و آلاینده‌ها را محدود به تعیین منطقه زوج و فرد دانست. عدم توجه به مکانیابی درست کاربری‌ها و صدور مجوز ساخت و ساز بدون توجه به مسائل زیست‌محیطی و عدم وجود نقشه‌های مکانی و فضایی در طرح‌های شهری، منجر به ایجاد آلودگی‌های صوتی و زیست‌محیطی گسترده‌ای در شهر شده است.پژوهشگران متعددی رابطه بین کاربری اراضی و آلودگی هوا را مورد مطالعه قرار داده اند. Thakrar SK (۲۰۲۳) در مقاله خود بیان می‌دارد که، ارزیابی مداوم خدمات اکوسیستم به تصمیمات موثر بر کاربری زمین تاثیر گذار است و بدون ارزیابی کیفیت هوا، نمی‌توان تعیین نمود که آیا تصمیمات کاربری اراضی وضعیت شهر را بهتر یا بدتر می‌کند. Liang & Gong (۲۰۲۰) در پژوهشی، به طور جامع به بررسی اثرات فرم شهری بر کیفیت هوا در شهرهای با اندازه‌های جمعیتی مختلف در موقعیت‌های همبستگی فضایی مختلف پرداخته و نشان می‌دهند تکامل شکل شهری اثرات بلند مدتی بر سطح PM2.5 دارد. مطالعات متعددی نیز بر اهمیت بافرهای سلامتی در کاهش آلودگی هوا تأکید داشته‌اند. بافرهای سلامتی شامل مناطق سبز، فضاهای باز و درختان شهری هستند که می‌توانند به عنوان فیلترهای طبیعی و غیر طبیعی عمل کرده و ذرات معلق و گازهای آلاینده را جذب کنند. پژوهشی که توسط Nowak et al. (۲۰۰۶) انجام شد، نشان داد که درختان شهری می‌توانند به طور قابل توجهی میزان ذرات معلق در هوا را کاهش دهند و کیفیت هوای شهری را بهبود بخشند. در مطالعه‌ای که توسط Zhang et al. (۲۰۱۷) انجام شد، تأثیرات مختلف کاربری اراضی بر کیفیت هوا در شهرهای بزرگ چین مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که توسعه مناطق مسکونی و تجاری به طور مستقیم با افزایش سطح آلودگی هوا مرتبط است، در حالی که افزایش فضاهای سبز و پارک‌ها به بهبود کیفیت هوا منجر می‌شود. بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که تغییرات در الگوی کاربری اراضی می‌تواند به طور مستقیم بر میزان انتشار آلاینده‌ها و در نتیجه کیفیت هوا تأثیر بگذارد (Brown, 2019)؛ بنابراین، تحلیل دقیق این الگوها و ارائه راهکارهایی برای بهبود شرایط موجود از اهمیت بالایی برخوردار است؛ لذا این پژوهش با هدف، تحلیل تأثیرات کاربری اراضی بر آلودگی هوا در پهنه غربی تهران، با توصیف تغییرات مکانی – فضایی آلاینده‌های هوای غرب کلانشهر تهران به دنبال پاسخگویی به سؤال" چگونه بافرهای سلامتی بر الگوی کاربری اراضی شهری تاثیر می‌گذارند؟"صورت گرفته و برای شناخت وضع موجود و همچنین جهت شناسایی مولفه‌های تاثیرگذار در آلودگی هوای پهنه غرب تهران، با مشاهدات میدانی و داده‌های پایش کیفیت هوا، اطلاعات جهت تحلیل فضایی در نرم افزار ARCGIS به صورت لایه لایه تشکیل و مورد بررسی قرار داده است.

۲-مبانی نظری پژوهش

شهرنشینی و صنعتی شدن، چشم‌انداز بسیاری از شهرها را به طور قابل توجهی تغییر داد و باعث تغییراتی در الگوهای کاربری زمین شد که مستقیما بر کیفیت هوا تأثیر گذاشته و عواملی مانند افزایش جمعیت، استفاده بیش از حد از سوخت‌های فسیلی، عدم به‌کارگیری فناوری‌های سازگار با محیط زیست و ... (افخمی نمین و رفیعی، ۱۳۹۵: ۱۴) منجر به گسترش آلودگی هوا در کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته شده است. به همین دلیل، میزان آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین پارامترهای رشد شهری و بزرگ‌ترین مشکل زیست‌محیطی کلان‌شهرها به حساب می‌آید. از منظر سازمان جهانی بهداشت (WHO)، هرگاه حضور یک یا چند ماده آلاینده یا مجموعه‌ای از مواد آلاینده در هوا به مقدار و مدتی دوام یابد که برای انسان، جانوران، گیاهان و ابنیه زیان‌آور باشد و با آسایش مردم و مالکیت اشخاص را به نحوی خدشه‌دار سازد، آن هوا آلوده محسوب می‌شود. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، مسئله آلودگی هوا به تبع شهرنشینی شتابان و ایجاد صنایع سنگین در پیرامون شهرها، همواره به عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط زیستی در بخش اعظمی از روزهای سال مطرح بوده است و این مورد از موضوعات مهم در مطالعات شهری و محیطزیستی است. الگوی کاربری زمین در مناطق شهری می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر میزان آلودگی هوا تأثیر بگذارد (Wang, 2021). منشأ آلودگی هوا ممکن است طبیعی یا انسان ساخت (مصنوعی) باشد؛ اما آنچه امروز موجبات آلودگی هوا را فراهم آورده، آلودگی ناشی از فعالیت‌های انسانی است (Chen et al, 2020). ساختار فضایی شهرها به شکلی عمیق با الگوی سفرهای درون شهری به منظور دسترسی به محل کار، سکونت، تفریح و امور روزمره در ارتباط است. این پیوند ناگسستنی به نوبه خود تحت تأثیر کیفیت و شیوه‌های مختلف سفر می‌تواند بر کیفیت محیطی شهرها و از آن جمله کیفیت هوا، تأثیر مستقیم برجای بگذارد (قدمی، ۱۳۹۷). از سویی زمین سرمایه طبیعی بشر است که حیات اجتماعی با استفاده و توسعه آن شکل می‌گیرد و موجب می‌شود تا ساختار اصلی برنامه‌ریزی شهرها بر اساس مدیریت کاربری اراضی استوار باشد. در آلودگی هوای شهرها، کاربری زمین دارای نقش حیاتی و سرنوشت سازی است؛ زیرا نتیجه مطالعات جمعیت، اقتصاد و ... در کاربری زمین انعکاس پیدا کرده و به این طریق تجلی کالبدی- فضایی می‌یابد؛ از این رو توزیع کاربری‌ها در شهر باید به گونه‌ای صورت پذیرد که موجب تشدید آلودگی هوا نگردد. مناطق صنعتی که با امکانات تولیدی و ماشین آلات سنگین مشخص می‌شوند، اغلب با سطوح بالای انتشار آلودگی همراه هستند و به طور مشابه، کریدورهای حمل و نقل و مناطق پر ترافیک به طور قابل توجهی به آلودگی هوا از طریق انتشار گازهای گلخانه‌ای وسایل نقلیه و گرد و غبار جاده کمک می‌کنند (Liu et al,2020). مناطق مسکونی، بسته به عواملی مانند تراکم مسکونی و نزدیکی به منابع آلودگی، ممکن است سطح آلودگی بالایی را نیز تجربه کنند. از سویی سرعت باد در سطح شهر و خیابان، تحت تأثیر عناصر طراحی شهری از جمله ارتفاع و تراکم ساختمان‌ها و همچنین پراکندگی ساختمان‌های مرتفع، دچار تغییر قابل‌توجهی می‌شود به طوری‌که سرعت باد در برخورد با سطح ناهموار که در اثر ساخت‌وساز در شهر ایجاد شده است دچار افت و کاهش می‌شود. ضمن آنکه بین میزان وزش و جریان باد با تمرکز یا دفع آلودگی هوا، رابطه مستقیم وجود دارد؛ لذا کاربری‌ها براساس اثرگذاری و اثرپذیری که از آلودگی هوا دارند را می‌توان در سه دسته کلی طبقه‌بندی نمود:

۱) **کاربری‌های کاهش‌دهنده آلودگی هوا:** فضاهای سبز در استراتژی‌های برنامه‌ریزی شهری می‌تواند کیفیت هوا را بهبود بخشد، تنوع زیستی را ارتقاء دهند و مزایای مشترک متعددی برای سلامت و رفاه انسان فراهم کند(Liu et al ,2020) این کاربری‌ها به دلیل نوع پوشش (معمولا پوشش گیاهی و طبیعی) که دارند سبب کاهش میزان غلظت مواد آلاینده می شوند، برخی کاربری‌ها نیز به دلیل فضای بازی که بر اساس نوع فعالیت آن تعریف شده است سبب کاهش غلظت آلودگی‌ها شده و می‌تواند به بهبود کیفیت هوا کمک کند، فضای سبز (پارک‌ها)، زمین‌های کشاورزی، جنگل‌ها و فضاهای باز شهری با پوشش گیاهی و طبیعی منا سب از جمله این کاربری‌ها هستند (USEPA, 2009). زیر ساخت‌های سبز، از جمله پارک‌ها، باغ‌ها و درختان خیابان‌ها، نقش مهمی در کاهش آلودگی هوا از طریق جذب آلاینده و فیلتر کردن دارند (Escobedo et al., 2019).

۲) **کاربری‌های حساس به آلودگی هوا:** این کاربری‌ها به دلیل فعالیت یا عملکرد خاصشان که سبب جذب کاربران ویژه شده است، جز این دسته قرار گرفته‌اند به عبارت دیگر جمعیت حساسی به این کاربری‌ها مراجعه می‌نماید که در برابر آلودگی و کیفیت نامناسب هوا صدمه می‌بینند. این افراد شامل کودکان، سالمندان و تمام افرادی است که ممکن است از نظر سلامت در مواجه با کیفیت نازل هوا دچار مشکلات عمده شوند. کاربری‌هایی مانند؛ مدارس، پارک‌ها، مراکز بازی کودکان، مهد کودک‌ها، خانه‌های سالمندان، بیمارستان (کلیه مراکز خدمات درمانی) و واحدهای مسکونی در این دسته از کاربری‌ها جای دارند (USPA, 2009).

۳) **کاربری‌های آلاینده هوا:** این کاربری‌ها جز مهم‌ترین منابع انتشار آلودگی در سطح شهر به شمار می‌آیند، غلظت مواد آلاینده ناشی از فعالیت و عملکرد روزانه این کاربری‌ها سهم قابل توجهی از آلودگی هوای شهری را به خودش اختصاص می‌دهد، ازاین‌رو توجه محل استقرار، همجواری و نحوه ترکیب این کاربری‌ها و در بستر شهری از نظر محیطی، تداوم و زمان استفاده، از اهمیت بالایی برخوردار است.

آزاد راه‌ها و راه‌های با ترافیک عبوری بالا، مراکز پخش، راه آهن، بنادر، تجهیزات آبکاری فلزات، خشـــکشـــویی‌ها، پمپ بنزین‌ها و مراکز پخش ســـوخت و مراکز بازیافت از جمله کاربری‌های آلاینده‌ی هوا به شـــمار می‌روند (USEPA, 2009). فعالیت‌های صـــنعتی ســـهم عمده‌ای در آلودگی هوا دارند و آلاینده‌هایی مانند ذرات معلق، دی اکسـید گوگرد و اکسـیدهای نیتروژن منتشـر می‌کنند. مطالعات مناطق صنعتی را به عنوان نقاط مهم آلودگی شنا سایی کرده‌اند که انت شارات نا شی از فرآیندهای تولید و ما شین‌آلات سنگین بر کیفیت هوای محلی تأثیر می‌گذارد (Chen et al, 2020).

- **نگرش بافر سلامتی**

مطالعات اخیر در زمینه آلودگی هوا و سـلامتی نشـان می‌دهد که وابسـتگی میان بیماری‌های تنفسـی و سـرطانی مرتبط با آلودگی هوا و نزدیکی به راه‌ها با ترافیک بالا وجود دارد. از سوی دیگر ذرات معلق و مواد آلاینده منتشر شده از اتومبیل‌ها و وسایل نقلیه موتوری خطر ابتلا به سرطان را در میان شهروندان افزایش می‌دهد. از این رو محققان EPA استراتژی بافر سلامتی را با هدف جدایی فیزیکی میان منابع آلاینده و کاربری‌های حسـاس را به عنوان راه حل مؤثری برای برنامه‌ریزان شـهری در مقیاس محلی و منطقه‌ای پیشـنهاد نمودند. نگرش بافر ســلامتی یکی از رویکردهای مهم در کاهش آلودگی هوا و بهبود کیفیت زندگی در مناطق شــهری اســت. بافر ســلامتی به مناطق سبز و فضاهای باز اطلاق می شود که به عنوان فیلترهای طبیعی عمل کرده و می‌توانند آلاینده‌های هوا را جذب کنند و در نتیجه به کاهش آلودگی هوا کمک کنند. این رویکرد نقش حیاتی در بهبود کیفیت هوا و سلامت عمومی دارد (Nowak et al., 2006). این استراتژی بر پایه نظریات سلامتی و آلودگی هوا شکل‌گرفته است که محققان EPA با بررسی دقیق الگوی کاربری اراضی، مطالعه نیازها، نیاز به شبکه ارتباطی، م سکن، تو سعه اقت صادی و سایر عنا صر کیفیت محیط زندگی، پی شنهاداتی را به برنامه‌ریزان ارائه نمودند که با افزایش حداقل فاصله میان منابع آلاینده و کاربری حساس می‌توان به ارتقای کیفیت هوا و کاهش اثرات جانبی آن را بر شهروندان دست یافت. از این رو با توجه به فعالیت‌ها و کاربران، کاربری‌ها را به دو دسـته حسـاس و آلاینده دسـته‌بندی کرده‌اند و با در نظر گرفتن میزان خطرات آلاینده‌ها و کاهش آن خطرات در فا صله مکانی، فا صله حداقل و منا سب برای هر کاربری را در مجاورت منابع ساکن و متحرک پیشنهاد نموده‌اند (CEPA, 2005). بافرها اشکال مختلفی دارند، یک بافر ممکن است عمدتاً از علف‌ها و گیاهان غیرچوبی (بافر گیاهی) یا ترکیبی از گیاهان غیرچوبی و چوبی تشکیل شده باشد. گیاهان موجود در یک بافر، مواد مغذی و رسوبات را جذب می‌کنند و فرسایش را کاهش می‌دهند و در حین حرکت آب از خ شکی به بدنه آبی، سرعت آب را کاهش می‌دهند. وجه م شترک در میان همه بافرها این ا ست که اغلب مناطق پو شش گیاهی ه ستند که بین یک منطقه منبع آلودگی و کاربری ح ساس به منظور کاهش آلودگی واقع شده اند. انواع بافر و محدود کننده را می‌توان به صورت زیر دسته بندی نمود:

۱) **بافرهای رویـ شی (**vegetative buffer zones**):** این نوع از بافرها و محدود کننده‌ها، گونه‌های مختلفی از درختان، درختچه‌ها و سایر پوشش‌های گیاهی هستند که در اطراف منابع آلودگی یا بین منابع آلودگی و مردم کاشته می‌شوند. بافرهای گیاهی افراد را از منابع آلودگی جدا می‌کند و می‌تواند آلاینده‌ها را قبل از رسیدن به افراد از طریق هوا کنترل نمایند و این در حالی است که گیاهان آسیب کمی در برابر آلودگی دارند (Hartig et al., 2014)؛ زیرا، مقدار کمی از آلودگی هوا می‌تواند از طریق روزنه‌های گیاه (منافذ کوچک عمدتا در سطح زیرین برگ) جذب شود. اکثر آلاینده‌ها بر روی سطوح درختان رسوب می‌کنند (یا بعداً به گردش در می‌آیند یا با ریزش برگ و شاخه‌ها رها می‌شوند). بافرهای رویشی همچنین می‌توانند دما را با سایه اندزی کاهش دهند و در نتیجه مصرف انرژی را کاهش یابد. در دیترویت، به منظور حفاظت از بخش‌های جنوب غربی شهر در برابر اثرات منفی صنایع و افزایش ترافیک و سایل نقلیه، طرح‌هایی برای کا شت درختان و ایجاد بافرهای رویشی اجرا شده است. این طرح‌ها شامل توصیه‌های سیا ستی برای کا شت درختان به عنوان بافرهای رویشی و تشکیل کارگروهی ویژه برای نظارت و اجرای موثرتر این طرح‌ها است.(Smith et al., 2020) .

۲)**بافرهای فضایی** (Distance-Based Buffers): بافرهای مبتنی بر فا صله، شکلی از بافر غیر رویـشی هستند. این نوع از بافرها و محدود کننده‌ها، اغلب، غلظت آلاینده‌های هوا از گازهای گلخانه‌ای و سایل نقلیه نزدیک به منبع خود بالاترین میزان ا ست و با افزایش فا صله از منبع کاهش می‌یابد(Cole,2019). در این روش فوا صل م شخصی را در اطراف کاربری‌های حساس ایجاد می‌کنند، که فراتر از آن، فعالیت‌ها یا انتشارات خاصی برای به حداقل رساندن قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها محدود می‌شوند. این بافرها معمولاً بر اساس ارزیابی‌های علمی پراکندگی آلاینده‌ها و آسـتانه خطر سـلامت تعریف می‌شـوند (Maroko, 2014) بافرهای فضـایی با ایجاد جدایی فیزیکی بیشـتر بین منبع آلودگی و مکان‌هایی که افراد در آن هســتند مانند مدارس، زمین‌های بازی، مراکز نگهداری از کودکان، مراکز مراقبت‌های بهداشتی، مراکز توانبخشی کار می‌کنند(National,2016).

۳)**دیوارهای صوتی (**Sound barriers**)**: این نوع از بافرها و محدود کننده‌ها، شکلی از بافرهای غیر رویـ شی با ساختارهای فیزیکی هستند که می‌توانند، قرار گرفتن افراد در معرض سر و صدا و همچنین آلاینده‌های م ضر هوا را کاهش دهند. دیوارهای صوتی که عمدتاً

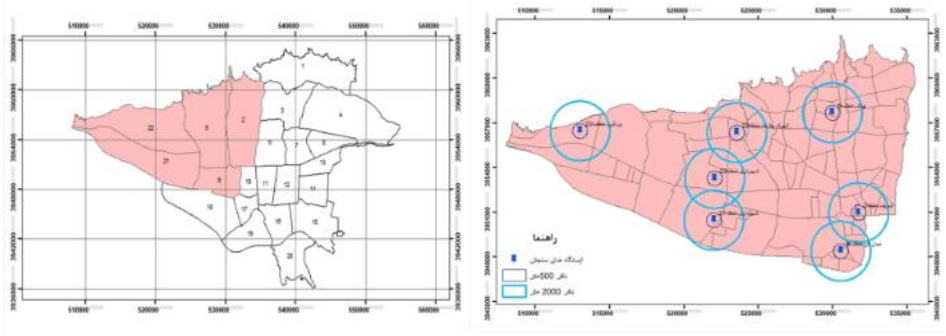
در امتداد مسیرهای اصلی برای کاهش صدای ترافیک به محله اطراف ساخته می شوند، بر توزیع آلاینده های ناشی از ترافیک در امتداد آن جاده ها نیز تأثیر می‌گذارند.

۴) **بافرهای نظارتی (**Regulatory Buffers**)**: بافرهای نظارتی شـــامل اجرای مقررات منطقه بندی، مقررات اســـتفاده از زمین و سیاست‌های زیست محیطی برای اجرای الزامات بافر و محافظت از گیرنده‌های حساس از قرار گرفتن در معرض آلاینده‌ها است. این مقررات انطباق و پاسخگویی در پروژه‌های توسعه شهری را تضمین می‌کند (Jennings,2015).

۳-روش انجام تحقیق

- **محدوده مورد مطالعه**

کلانشهر تهران به عنوان مرکز سیاسی کشور از دهه‌های گذشته با معضل آلودگی روبرو بوده است؛ اما در سال‌های اخیر با افزایش تعداد روزهای آلوده این مشـکل بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته اسـت؛ از سـویی جهت وزش باد در شـهر در طول کلیه فصـل‌های سـال شـمال‌غربی، غرب و جنوب‌غربی اسـت. وزش باد غالب در تهران غربی (۲۷۰ درجه) می‌باشـد (صـالحی و همکاران، ۱۳۹۵). بر اسـاس گزارش کیفیت هوای تهران تا پایان دی ماه سال ۱۴۰۲، تهران فقط ۹ روز هوای پاک داشته است و ۲۰۰ روز در وضعیت قابل قبول بوده است و با در نظر گرفتن تغییر در استاندارد نقاط شکست، این وضعیت در شرایط مشابه در سال گذشته، ۲ روز هوای پاک و ۱۵۵ روز در وضعیت قابل قبول اعلام شده است (https://airnow.tehran.ir/). منابع اصلی آلاینده‌های هوا در تهران شامل فعالیت‌های انسانی مانند حمل‌ونقل جاده‌ای، مجتمع‌های صنعتی، پالایشگاه‌های نفت، نیروگاه‌ها و معادن و همچنین منابع طبیعی مانند رویدادهای گرد و غبار محلی و منطقه‌ای (طوفان‌های گرد و غبار شکل‌گرفته در عراق و سوریه) است (Khoshakhlagh,2023). همچنین بخشی از نگرانی‌ها در مورد آلودگی هوای تهران ناشـی از تغییر الگوی کاربری اراضـی در منطقه ۲۲ و رواج بلند مرتبه سـازی در این منطقه اسـت. به دلیل مکان‌یابی نادرست و غیراصولی ساختمان‌های بلند در این منطقه الگوی طبیعی وزش باد تغییر یافته و در نتیجه موجب بروز اثرات ثانویه ناشی از رکود یا تشدید جریان باد شده و کریدور ورودی هوا به شهر تهران را با مشکل جدی مواجه ساخته است، چرا که جهت وزش باد در شهر تهران در طول کلیه فصول سال شمال‌غربی، غرب و جنوب غربی و وزش باد غالب در آن غربی است و منطقه ۲۲ شهرداری تهران واقع در غرب در مسیر جریان باد غالب شهر است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

- **روش پژوهش**

پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی و از نظر شیوه گردآوری اطلاعات تحقیق توصیفی است. جهت شناسایی وضع موجود با توجه به ابعاد مورد نظر در این پژوهش از تکنیک تحلیل فضـایی بهره برده شـده، بدین منظور جهت اسـتخراج شـاخص‌ها و متغیرهای الگوی کاربری اراضی موثر در کیفیت هوا از بافرهای فضایی استفاده شده است و اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا و کاربری‌های مدنظر با محوریت ۷ ایستگاه سنجش آلودگی هوای در سمت غرب تهران انجام شده است. در این تکنیک ابتدا وضعیت آلاینده‌های هوا، تحت عنوان آلاینده‌های معیار شامل شش آلاینده ازن (O_3)، ذرات معلق (PM: Particulate Matter)، دی اکسید نیتروژن (NO_2)، دی اکسید گوگرد (SO_2)، سرب و مونوکسیدکربن (CO) در اطراف۷ ایستگاه سنجش آلودگی هوا با بافرهایی به شعاع‌های مختلف (از ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متر) با کمک درونیابی و روشIDW (که روشی برای پیش‌بینی مقادیر نامشخص برای هر نقطه جغرافیایی مانند، ارتفاع، بارش، غلظت شیمیایی، سطح آلودگی هوا و ...) با اسـتفاده از مقادیر معلوم سـنجیده شـده و در مرحله دوم اطلاعات مربوط به الگوی کاربری اراضـی در هر بافر با هدف شناسایی منابع اصلی آلودگی، بر اساس برآورد اثرات سلامت انسان شناسایی و مشخص شده است؛ لازم به ذکر است که برخی از بافر

کاربری‌ها (حریم دریاچه، مسیل و بزرگراه و ...) بر اساس استانداردهای ضوابط شورای عالی شهر سازی در نظر گرفته شده است و در نهایت با روی هم‌گزاری لایه‌ها و درونیابی مجدد داده‌ها و بررسی آمار فضایی با تمرکز بر ایجاد بافر سلامتی با محدوده‌های همپوشانی شده صورت گرفته و پیشنهاداتی برای این محدوده‌ها ارائه شده است.

۴- نتایج و بحث

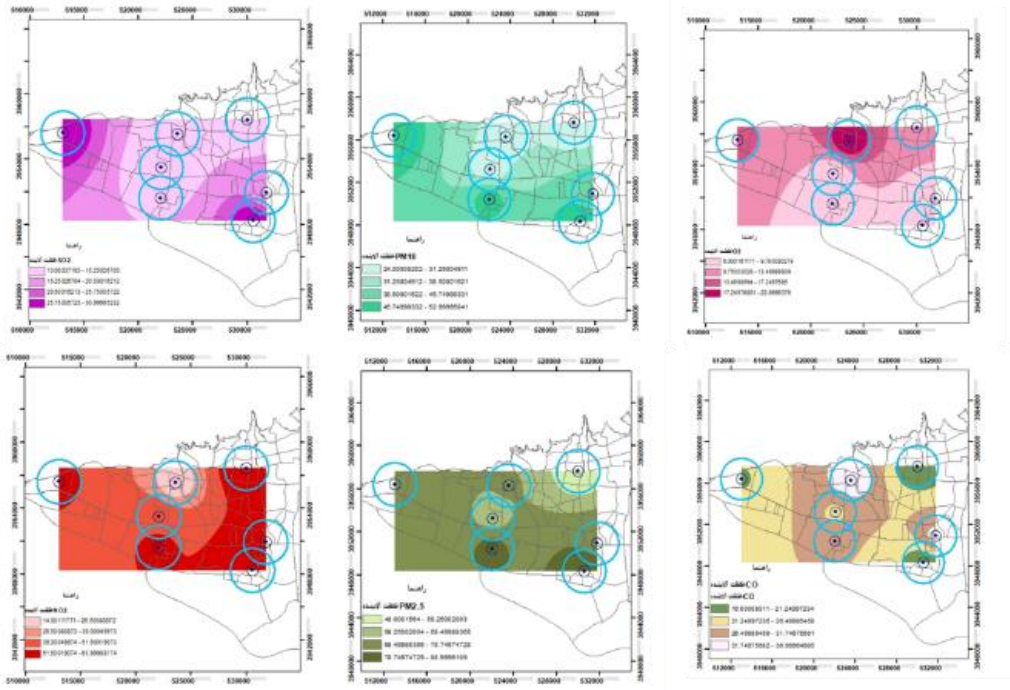
در **مرحله اول** طبقه‌بندی مربوط با آلاینده‌های هوا و آلاینده‌های خطرناک هوا بر اساس ایستگاه‌های شرکت کنترل کیفیت هوا مستخرج از تارنمای شرکت کنترل کیفیت هوا (https://airnow.tehran.ir,on access 2024) برای ۷ ایستگاه مورد نظر بررسی شده است. جدول ۱ شاخص کیفیت هوا (AQI) به تفکیک هر ایستگاه مورخ۱۴۰۲/۱۰/۲۴در ساعت ۱۱ نشان می‌دهد.

جدول۱ – جدول شاخص کیفیت هوا (**AQI**)

ایستگاه	CO	O3	NO2	SO2	PM10	PM2.5
ماکزیمم شاخص ایستگاه‌ها	۵۸	۳۰	۷۸	۵۴	۷۰	۱۱۸
میانگین شاخص ایستگاه‌ها	۳۲	۱۲	۵۵	۲۱	۴۵	۶۷
پونک.منطقه۵	۱۶	۱۳	۶۴	۱۱	۲۴	۴۸
شهرک.چشمه .منطقه۲۲	۳۷	۲۱	۱۴	-	۲۸	۶۹
شهرداری.منطقه۲۲	۲۶	-	۵۰	۱۰	-	۶۴
شهرداری.منطقه۲۱	۲۷	۶	۵۴	۱۵	۵۰	۸۳
وردآورد.منطقه۲۲	۲۱	۱۴	۵۳	۳۱	۵۳	۷۷
شریف.منطقه۲	۳۳	۶	۵۷	۱۵	۴۱	۷۵
میدان.فتح. منطقه۹	-	۸	۶۳	۳۱	۵۲	۸۹

–این دستگاه اندازه‌گیری در حال تعمیر می‌باشد یا این دستگاه اندازه‌گیری در ایستگاه موجود نیست.

در ادامه تحلیل فضایی انتشار هر یک از شش عامل فوق در دو بافر ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری (این ارقام طبق اصول نگرش بافر سلامتی در نظر گرفته شده) مورد بررسی قرار گرفته است(شکل۲).

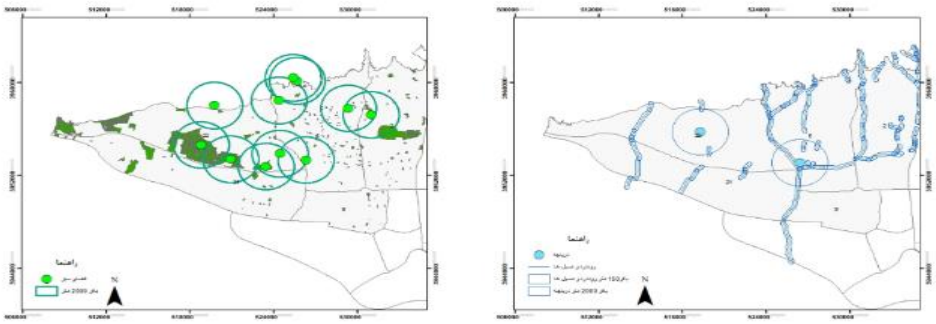


شکل۲- تحلیل فضایی انتشار آلایندها در دو بافر ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری

یافته نشان می‌دهد نزدیکی ایستگاه‌های ترافیکی به بزرگراه‌ها و کمربندی شهر تهران و همچنین تردد زیاد خودروهای سبک و سنگین از این مسیرها می‌تواند تأثیر بالقوه‌ای در افزایش تولید آلاینده‌ها داشته باشد. با این حال، شایان ذکر است که غلظت هر یک از آلاینده‌ها در

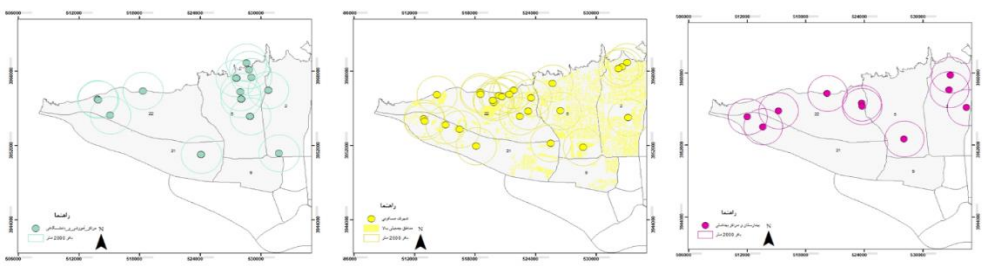
مکان‌های ترافیکی و ایستگاه‌های شهری تفاوت قابل‌توجهی نداشته و با تغییرات کمی همراه بوده است. در نقشه‌های فضایی فوق مشخص است مقدار $PM_{2.5}$ در ۶ ایستگاه بالاتر از حد میانگین است. ذرات دارای قطر کمتر از ۲/۵ میکرون ترکیب شیمیایی ذرات بسته به محل، زمان و آب و هوا متفاوت بوده و منابع انتشار آن شامل انواع فعالیت‌های احتراقی (وسایل نقلیه موتوری، نیروگاهی، سوزاندن چوب و ...) و فرآیندهای صنعتی خاص می‌باشد. مطالعات بهداشتی، ارتباط معنی‌داری بین قرار گرفتن در معرض ذرات ریز و مرگ زودرس ناشی از بیماری‌های قلبی و ریوی نشان داده است. ذرات ریز می‌تواند بیماری‌های قلب و ریه را تشدید نماید و باعث اثراتی مانند علائم قلبی و عروقی، آریتمی‌های قلبی، حملات قلبی، علائم تنفسی، حملات آسم و برونشیت گردد. این شاخص در میدان فتح واقع در منطقه ۹ بیش‌ترین میزان را به خود اختصاص داده است. گاز NO_2 از نظر فیزیولوژیکی محرک مجاری تنفسی تحتانی می‌باشد و طبق نتایج حاصل از مطالعات، باعث بروز اثرات بهداشتی متعددی در انسان مانند ایجاد تغییرات در بافت‌های کلیه، کبد و قلب، کاهش ایمنی در برابر بیماری‌های عفونی، حساسیت در برابر باکتری‌ها و افزایش احتمال عفونت‌های ویروسی، حساسیت ریوی و بیماری مزمن انسداد ریوی می‌گردد. ایستگاه‌های پونک واقع در منطقه ۵، شریف در منطقه ۲، میدان فتح در منطقه ۹، شهرداری منطقه ۲۱ و وردآورد منطقه ۲۲ بیشترین غلظت NO_2 را به خود اختصاص داده‌اند. در ارتباط با آلاینده‌ی دی‌اکسید گوگرد SO_2 نیز مطالعات اپیدمیولوژیکی انجام گرفته که آلودگی هوای ناشی از این گاز همراه با افزایش خطر مرگ و میر به علت ایجاد بیماری‌های دستگاه تنفسی و سرطان ریه همراه است. به‌طور کلی، ریه‌ها به عنوان عضو هدف در آلودگی با SO_2 مطرح بوده و اثرات مضر بهداشتی این آلاینده شامل سوزش، کاهش شفافیت دید و تنگی نفس می‌باشد. بیش‌ترین مقدار این آلاینده در ایستگاه میدان فتح واقع در منطقه ۹ و نیز ایستگاه وردآورد منطقه ۲۲ یافت می‌شود.

در **مرحله دوم،** شناسایی کاربری‌های شاخص در ۳ دسته مورد بررسی قرار گرفته است. در اولین دسته‌بندی کاربری کاهش‌دهنده آلودگی هوا در سطح پهنه غرب تهران شامل فضای سبز، پارک‌ها و فضاهای بازی، زمین‌های کشاورزی، زمین‌های چمن، جنگل و بوستان‌های شهری؛ دریاچه ها، رودخانه‌ها، مسیل‌ها و .... شناسایی شده است؛ که در این پژوهش فضاهایی مانند بوستان جنگلی چیتگر، بوستان جنگلی خرگوش‌دره، بوستان پردیسان، بوستان نهج‌البلاغه و... را شامل می‌شود. این کاربری‌ها به دلیل نوع پوششی که دارند سبب کاهش میزان غلظت مواد آلاینده می‌شوند، برخی کاربری‌ها نیز به دلیل فضای بازی که بر اساس نوع فعالیت آن تعریف شده است سبب کاهش غلظت آلودگی‌ها شده و می‌تواند به بهبود کیفیت هوا کمک کند که دریاچه چیتگر و دریاچه پارک ارم از جمله این کاربری‌ها هستند.(شکل ۳)



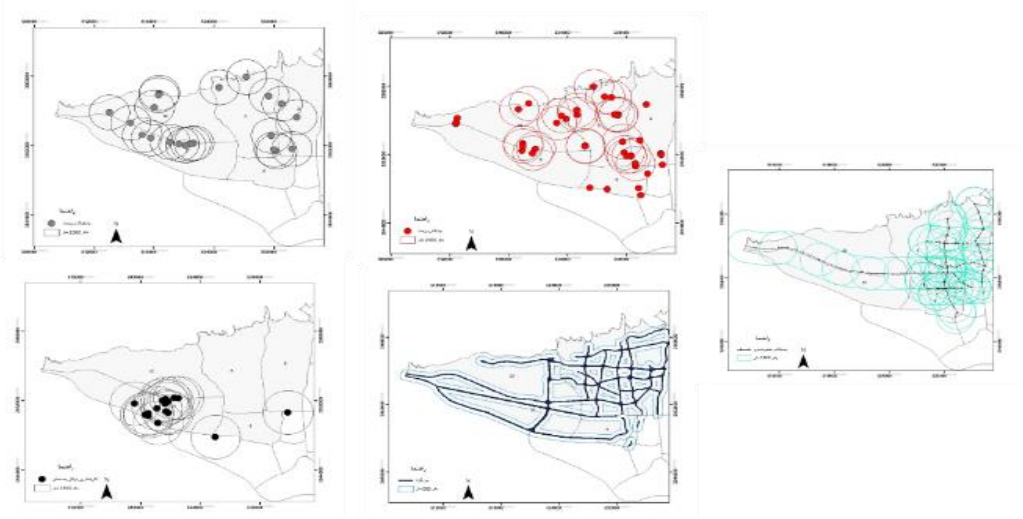
شکل۳- کاربری‌های کاهش‌دهنده آلودگی هوا در دو بافر ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری

دومین دسته‌بندی کاربری‌های حساس به آلودگی هوا شامل شهرک های مسکونی، مراکز بهداشتی و درمانی، مراکز آموزشی و دانشگاهی و ... شناسایی شد که در انتخاب این مراکز سعی شده است، وسعت کاربری و جمعیت استفاده کنندگان ملاک انتخاب باشد. در این زمینه کاربری‌هایی مانند مراکز بازی کودکان، مهد کودک‌ها، خانه‌های سالمندان و بیمارستان‌ها (کلیه مراکز درمانی) مورد توجه قرار گرفته است.(شکل ۴)



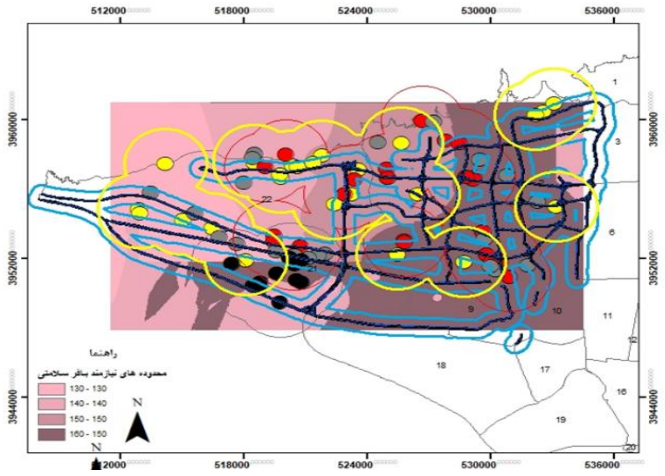
شکل۴- کاربری‌های حساس به آلودگی هوا در دو بافر ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری

در آخرین دسته بندی کاربری‌های آلاینده هوا شامل جایگاه های سوخت، بزرگراه ها و راه های اصلی، کارخانه و صنایع و ... شناسایی شد. در این زمینه کاربری‌هایی مانند مراکز صنعتی و کارگاهی، آزاد راه‌ها و راه‌های با ترافیک عبوری بالا، مراکز بازیافت، پمپ بنزین‌ها و مراکز پخش سوخت مورد توجه قرار گرفته است(شکل ۵).



شکل۵- کاربری‌های آلاینده هوا در دو بافر ۵۰۰ و ۲۰۰۰ متری

در آخرین مرحله با روی هم‌گذاری لایه‌ها محدوده‌های نیازمند بافر سلامتی در ۳ دسته زیر پیش‌بینی شده است؛ همانطور که در شکل۶ مشخص است. محدوده‌هایی که جمعیت زیادتری نسبت به سایر مناطق دارند و در شرق محدوده (با رنگ صورتی تیره) مشخص شده است؛ نیازمند در نظر گرفتن بافر سلامتی است.



شکل۶- روی هم‌گذاری لایه‌ها وشناسایی محدوده های نیازمند بافر سلامتی

طبق نقشه فضایی تولید شده و با شناسایی و تعیین شهرک‌ها و مناطق مسکونی در این محدوده، برای ایجاد بافرهای رویشی با توجه به نیازهای محلی و شرایط زیست‌محیطی موجود، پیشنهاد طراحی بافرهای رویشی اطراف محله‌های بریانک، هفت چنار، سلیمانی و جی پیشنهاد می‌شود تا از میزان گازهای آلاینده مانند دی‌اکسید کربن (CO_2)، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و دی‌اکسید گوگرد (SO_2) بکاهد و ذرات معلق (PM) را از هوا تصفیه کنند. این امر منجر به بهبود کیفیت هوای مناطق مسکونی این محله‌ها و افزایش سلامت ساکنان می شود. همچنین با شناسایی و تعیین بزرگراه‌های پرتردد همت، نواب، شیخ فضل الله، ستاری و .... جهت بافر سلامتی، احداث و ایجاد دیوارهای صوتی به عنوان سازه‌هایی موثر در کاهش نویز محیطی، نقش مهمی در بهبود کیفیت زندگی ساکنان محدوده دارند. این سازه‌ها می‌توانند نویزهای ناشی از ترافیک، فعالیت‌های صنعتی و سایر منابع صوتی را کاهش دهند و محیطی آرام‌تر برای زندگی فراهم کنند. طبق نقشه فضایی تولید شده و با شناسایی کاربری‌های آلاینده، بافرهای نظارتی برای این محدوده در بخشی از منطقه ۵ که اغلب صنایع کارگاهی متروک و زمین‌های بایری هستند پیشنهاد می‌شود.

۵-نتیجه‌گیری

الگوهای کاربری زمین در طول زمان متحمل تغییراتی شده‌اند که در حقیقت بیانگر چگونگی تغییرات در محیط طبیعی، اقتصادی و اجتماعی برای پاسخگویی به نیاز جمعیت می‌باشند. از این رو استراتژی جدایی فیزیکی میان منابع آلاینده و کاربری‌های حساس تحت عنوان بافر سلامتی، به عنوان یک راه حل مؤثر برای برنامه‌ریزان شهری در مقیاس محلی و منطقه‌ای پیشنهاد می‌شود. علاوه بر این، توزیع فضایی کاربری زمین در مناطق شهری نقش مهمی در شکل‌دهی اختلافات قرار گرفتن در معرض آلودگی هوا در میان گروه‌های جمعیتی ایفا می‌کند. جوامع آسیب‌پذیر، از جمله محله‌های کم درآمد با جمعیت‌های زیاد، اغلب بار نامتناسبی از آلودگی هوا را به دلیل نزدیکی به تاسیسات صنعتی و کریدورهای حمل و نقل به دوش می‌کشند. یافته‌های کلیدی این پژوهش نشان می‌دهد که الگوهای کاربری زمین تأثیر قابل توجهی بر سطوح آلودگی هوا دارند. مناطق صنعتی و مناطق با تراکم ترافیک بالا به عنوان منابع اصلی آلاینده‌ها شناخته می‌شوند که طیفی از مواد مضر مانند ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن و ترکیبات آلی فرار را منتشر می‌کنند. برعکس، فضاهای سبز و مناطق با توسعه مسکونی کم تراکم با بهبود کیفیت هوا همراه هستند و به عنوان بافر طبیعی در برابر آلودگی عمل می‌کنند. الگوی کاربری اراضی شهری بر توزیع فضایی آلودگی هوا تاثیرگذار است و مناطق صنعتی جنوب محدوده (منطقه ۲۱) به واسطه تجمع کاربری‌های صنعتی و کارگاهی باعث گسترش و پخشایش آلاینده‌ها شده و بیشترین سهم را در آلودگی هوا در سطح محدوده مطالعاتی داشته است. اجرای مقررات منطقه‌بندی و استراتژی‌های مربوط به بافرهای سلامتی از نوع بافرهای نظارتی که جداسازی فعالیت‌های پر آلوده از کاربری‌های حساس را در اولویت قرار می‌دهد، می‌تواند به طور موثری از قرار گرفتن انسان در معرض آلاینده‌ها جلوگیری نماید و شهرها، محیط‌های سالم‌تر و پایدارتری را برای ساکنان خود ایجاد نمایند.

منابع

- Afkhami Namin, Neda and Rafiei, Samia (2015). Investigating new environmental aspects of Tehran air pollution, Department of Environment, first edition, Tehran: Tuli Technical Publications
- Borrelli, P., Panagos, P., Märker, M., & Modugno, S. (2015). Land Use and Climate Change Impacts on Urban Air Quality. Atmospheric Environment, 104, 202-210.
- Brown, A. (2019). The Impact of Land Use Patterns on Urban Air Pollution. Journal of Urban Studies, 22(1), 45-60.
- Chen, X., Zhou, Y., Wang, R., & Wang, L. (2020). Spatial distribution of industrial pollution and its health risks in China: A nationwide study. Environmental Pollution, 265(Pt B), 115060. doi:10.1016/j.envpol.2020.115060
- Cole, H. V. S., & Banerjee, D. (2019). Buffer zones as a planning tool: Implications for urban green spaces. Landscape and Urban Planning, 191, 103637. doi:10.1016/j.landurbplan.2019.103637
- Escobedo, F. J., Kroeger, T., Wagner, J. E., & Nowak, D. J. (2019). Urban forests and pollution mitigation: Analyzing ecosystem services and disservices. Environmental Pollution, 244, 733-745. doi:10.1016/j.envpol.2018.10.066
- Ghadami, M., & Abdollahvand, H. (2018). The Impact of Urban Spatial Structure Scenarios on Air Pollution (A Case Study of Tehran). Geography and Urban Space Development, 5(1), 261-280. doi: 10.22067/gusd.v5i1.73356
- Hamidi, F., afshari, M., & Mashhadi, A. (2022). Mechanisms to guarantee the right to clean air in Iran and the European Union. Sustainability, Development & Environment, 3(3), 51-66.
- Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. Annual Review of Public Health, 35, 207-228.
- Jennings, V., & Gaither, C. J. (2015). Approaching environmental health disparities and green spaces: An ecosystem services perspective. International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(2), 1952–1968. doi:10.3390/ijerph120201952
- Khoshakhlagh AH, Mohammadzadeh M, Morais S.(2023) Air quality in Tehran, Iran: Spatio-temporal characteristics, human health effects, economic costs and recommendations for good practice. Atmospheric Environment.
- Liang, L., Gong, P. (2020). Urban and air pollution: a multi-city study of long-term effects of urban landscape patterns on air quality trends. Sci Rep 10, 18618 https://doi.org/10.1038/s41598-020-74524-9

- Liu, Y., Ding, Y., Liu, G., & Wang, Y. (2020). Spatial distribution of traffic-related nitrogen dioxide emissions and impacts on air quality in China. Science of the Total Environment, 703, 134989. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134989
- Maroko, A. R., & Maantay, J. A. (2014). Mapping urban risk: flood hazards, race, & environmental justice in New York. Applied Geography, 46, 89–100. doi:10.1016/j.apgeog.2013.10.004
- National Institute of Health and Environmental Sciences, RO1ES022616, and the Fred A. and Barbara M. Erb Family Foundation. Additional support was provided by the Michigan Center on Lifestage Environmental Exposures and Disease (M-LEEaD),2016
- Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air Pollution Removal by Urban Trees and Shrubs in the United States. Urban Forestry & Urban Greening, 4(3-4), 115-123.
- Salehi, E., y/avri, A., Vakili, F., & Parivar, P. (2016). Assessing the Impact of Urban High-rise Building on Wind Flow Performance, Case Study: Tehran, District 22. Journal of Urban Ecology Researches, 7(13), 67-80.
- Smith, J., & Jones, M. (2020). Urban Land Use and Air Quality: A Comprehensive Review. Environmental Science Journal, 15(3), 234-256.
- Smith, J., Brown, A., & Williams, R. (2020). Urban Planning and Environmental Protection in Detroit: Strategies for Sustainable Development. Journal of Urban Affairs, 42(4), 567-589.
- Thakrar SK, Johnson JA, Polasky S. Land-Use Decisions Have Substantial Air Quality Health Effects. Environ Sci Technol. 2024 Jan 9;58(1):381-390. doi: 10.1021/acs.est.3c02280. Epub 2023 Dec 15. PMID: 38101325; PMCID: PMC10785758.
- USEPA (2009). Endangerment andCause or Contribute Findings forGreenhouse Gases under Section202(a) of the Clean Air Act. Availableat: www.epa.gov/climatechange/index.html
- Wang, J., & Wang, Z. (2021). Investigating the relationship between air pollution and land use: A comprehensive analysis. Environmental Pollution, 278, 116898. doi:10.1016/j.envpol.2021.116898
- WHO, 2022: World Health Organization. "Air Pollution
- World Bank, 2022: World Bank. "Waste Management". [Link] (https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/brief/solid-waste-management).
- Zhang, Y., Bocquier, A., Ecochard, R., & Vesin, J. (2017). Land Use Change and Urban Air Pollution: A Case Study in China. Environmental Pollution, 229, 237-244.
- افخمی نمین، ندا و رفیعی، سـمیه (۱۳۹۵). بررسـی ابعاد جدید زیسـت محیطی آلودگی هوای تهران، دپارتمان محیط زیسـت، ویرایش اول، تهران: انتشارات فنی تولی
- صالحی، ا سماعیل، یاوری، احمدر ضا، وکیلی، فرانه و پریور، پر ستو. (۱۳۹۵). ارزیابی اثر بلندمرتبه سازی بر عملکرد جریان باد شهری، پژوهش موردی: منطقه ۲۲ کلانشهرتهران. فصلنامه علمی پژوهش های بوم شناسی شهری, ۷(۱۳), ۶۷-۸۰.
- قدمی، م صطفی، عبداله وند، هادی. (۱۳۹۷). برر سی تأثیر سناریوهای ساختار ف ضایی شهر بر آلودگی هوا (نمونه مورد مطالعه: شهر تهران). جغرافیا و توسعه فضای شهری, ۵(۱), ۲۶۱-۲۸۰ doi: 10.22067/gusd.v5i1.73356 .