Sustainable Urban & Regional Development Studies Quarterly

Volume 4, Issue 3 - Serial Number 14, Winter 2024 **Online ISSN: 2783-0764**
Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://dorl.net/dor/20.1001.1.27830764.1402.4.4.4.5

Evaluation of the impact of industrial areas on city air pollution (Case Study: Tabriz Metropolis)

Mojtaba Azmoon [1*] Mohammad Mohammadnejad[2]
1 MSc in Urban Planning, Urmia University, Urmia, Iran.
2. MSc in Urban Management, Urmia University, Urmia, Iran.

Received Date: 24 January 2024 **Accepted Date:** 04 March 2024

Abstract

Background and Aim: The accurate locating and design of industrial areas can be considered a robust step taken to improve the environment, develop industries, and accurate and logical growth of urban and rural areas. In this research, the number of pollutants is measured during the 30 days of November 2023 to examine and analyze the impact of industrial uses of Tabriz City on its air pollution, and its location and placement in Tabriz have increased the air pollution indicators. The mentioned indicators are revised and examined based on the collected data and available data of research through Geographic Information System (GIS) and using library and analytical methods such as the IDW method.

Methods: the variables examined in this study included pollutants and their types over the 30 days of November 2022 in Tabriz Metropolis, which is done through library and data collection methods. Carbon monoxide (CO), Sulfur Dioxide (SO2), Particulate Matter (PM2.5) and (PM10), Nitrogen Dioxide (NO2), and Ozon were collected based on the point method in Kajvar, Hakim Nezami, Azerbaijan Square, Hotel Marmar, Namaz Square, Rah Ahan, Bagheshmal, Abresan, and Behdasht Stations. These data are prepared and expressed as pollutant distribution maps for each pollutant in the form of descriptive maps through ARC GIS software based on the Inverse Distance Weighted (IDW) method.

Findings and Conclusion: The results show that the location of industrial areas in Tabriz does not affect the air pollution rate of Tabriz, and has no negative effect on increasing air pollution in Tabriz.

Keywords: Urban Air Pollution, Industrial Use, Land-Use Change, Geographic Information System (GIS), Tabriz Metropolis .

* **Correspong Author: Email**: Author: moji.az.98@gmail.com
Cite this article: Azmoon, M; Mohammadnejad,.M. (2024) Evaluation of the impact of industrial areas on city air pollution (Case Study: Tabriz Metropolis). *Journal of Sustainable Urban & Regional Development Studies (JSURDS),4(4)54*,-66.

فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای

دوره ۴، شماره ۴، شماره پیاپی ۱۴، زمستان ۱۴۰۲ شاپا:۰۷۶۴-۲۷۸۳

Journal Hompage https://www.srds.ir/
https://dorl.net/dor/20.1001.1.27830764.1402.4.4.4.5

ارزیابی تأثیر نواحی صنعتی در آلودگی هوای شهر(نمونه موردی: کلان‌شهر تبریز)

مجتبی آزمون* [۱]، محمد محمدنژاد [۲]

۱.کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری،دانشگاه آزاد اسلامی،اهواز،ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۴

چکیده

زمینه و هدف: مکان‌یابی صحیح و طراحی درست نواحی صنعتی، را می‌توان گامی استوار در جهت بهبود محیط‌زیست، توسعه صنایع و رشد صحیح و منطقی مناطق شهری و روستایی بر شمرد. در این تحقیق میزان آلاینده‌های موجود در دوره‌ی سی‌روزه آبان‌ماه ۱۴۰۲ که باهدف بررسی و تحلیل میزان تأثیرگذاری کاربری‌های صنعتی شهر تبریز بر آلودگی هوای آن صورت‌گرفته که با مکان‌یابی و نوع جایگزینی خود در بطن شهر تبریز باعث افزایش شاخص‌های آلایندگی هوایی شده و باتوجه‌به اطلاعات جمع‌آوری‌شده و داده‌های در دسترس پژوهش در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و با استفاده از روش‌های کتابخانه‌ای و تحلیل مانند روش IDW مورد بازبینی و بررسی قرار گرفت.

روش بررسی: موارد مورد بررسی در این مطالعه، آلاینده‌ها و همچنین نوع آن در دوره زمانی ۳۰ روزه در آبان‌ماه سال ۱۴۰۱ در کلان‌شهر تبریز به‌صورت کتابخانه‌ای و جمع‌آوری اطلاعات است. آلاینده‌های منوکسید کربن (CO)، دی‌اکسید گوگرد (SO_2)، ذرات معلق ($PM_{2.5}$) و (PM_{10})، دی‌اکسید نیتروژن (NO_2) و اوزون، به‌صورت نقطه‌ای در ایستگاه‌های کجوار، حکیم نظامی، میدان آذربایجان، هتل مرمر، میدان نماز، راه‌آهن، باغشمال، آب‌رسان و بهداشت جمع‌آوری شدند و با استفاده از روش معکوس فاصله (IDW) در نرم‌افزار آرک جی‌آی‌اس به‌صورت نقشه‌ی توزیع آلاینده به تفکیک هر آلاینده به‌صورت نقشه‌های توصیفی تهیه و بیان گشته است.

یافته ها و نتیجه گیری: نتیجه حاصل از پژوهش چنین بیان می‌شود که موقعیت نواحی صنعتی شهر تبریز بر میزان آلودگی هوای شهر تبریز بی‌تأثیر است و هیچ اثر سویی بر افزایش آلودگی هوایی شهر تبریز ندارد.

کلید واژه‌ها: آلودگی هوای شهری، کاربری صنعتی، تغییر کاربری زمین، سیستم اطلاعات جغرافیایی، کلان‌شهر تبریز.

* نویسنده مسئول:moji.az.98@gmail.com

ارجاع به این مقاله: آزمون، مجتبی؛ محمدنژاد، محمد، (۱۴۰۲). ارزیابی تأثیر نواحی صنعتی در آلودگی هوای شهر(نمونه موردی: کلان‌شهر تبریز). فصلنامه مطالعات توسعه پایدار شهری و منطقه ای , ۴(۴)،۵۴-۶۶.

مقدمه و بیان مسأله

صنعت و شهرنشینی، همراه با رفاه و آسایش برای جوامع بشری، به همراه تحمیل فشار بر طبیعت و بهره‌برداری بی‌رویه از منابع طبیعی و تولید مواد آلاینده در محیط‌زیست، زندگی و سلامت انسانی را تهدید می‌کند. از زمان انقلاب صنعتی، فعالیت‌های صنعتی به طور گسترده‌ای تأثیرات نامطلوبی را بر آب‌وهوا و اکوسیستم‌های جهانی ایجاد کرده‌اند. اما تأثیرات محیطی صنعت در مقیاس محلی به مکان‌یابی آن‌ها نسبت‌داده‌شده و بیشتر به مراکز استقرار جمعیت و شهرها متمایل است. شهرهای بزرگ و مناطق حاشیه‌ای به دلیل امکانات بهتر و دسترسی به بازار و نیروی کار، همواره جاذبه برای صنایع آلاینده بوده‌اند و استقرار آن‌ها در این نواحی یکی از چالش‌های اساسی قرن گذشته و حال است(فصیحی، ۱۳۹۸: ۱۶۸). گسترش شهرنشینی و توسعه شهرها به همراه افزایش شتابان جمعیت و توسعه فعالیت‌های صنعتی با مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی به‌شدت آلودگی‌ها را افزایش داده و میزان آن را بیش از ظرفیت قابل‌تحمل محیط نموده است که عواقب آن در درجه اول به‌صورت انواع امراض و بیماری‌های تنفسی، تشدید بیماری‌های قلبی و ریوی متوجه ساکنان شهرها می‌شود. مضرات زیست‌محیطی از جمله خسارت‌های ناشی از آلودگی هوا همه ساله مقادیر هنگفتی از اعتبارات مالی، نیروی انسانی و... را موجب می‌شود(رجبلو و همکاران، ۱۳۹۹: ۷۱). امروزه گسترش شهرها و به‌ویژه شهرهای بزرگ در جهان سوم، موجب تشدید عوارض منفی توسعه شهری شده است که تشدید آلودگی‌های محیطی از مهم‌ترین آنها به شمار می‌رود(زیاری و همکاران، ۱۳۹۷: ۴). آلودگی هوای کلان‌شهرها در نتیجه صنعتی‌شدن جوامع بدون درنظرگرفتن مخاطرات ناشی از آن است که منجر به ظهور مشکلات زیادی در حوزه سلامت و محیط‌زیست شده است و ازاین‌رو توجه ویژه پژوهشگران را در دنیا به خود جلب کرده است. باتوجه‌به نقش اساسی بخش صنعت در روند توسعه کشورهای درحال‌توسعه رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و میزان آلودگی ناشی از بخش صنعت از اهمیت فراوانی برخوردار است صنایع پالایشگاهی و پتروشیمی یکی از منابع اصلی انتشار آلاینده‌های مختلف به محیط اطراف می‌باشند، با افزایش نیازهای مربوط به بخش انرژی و همچنین محصولات تولید شده پالایشگاه و پتروشیمی سهم این صنایع از انتشار آلودگی هوا در حال افزایش است. باتوجه‌به انتشار آلاینده‌های مختلف از این صنایع، برای توسعه استراتژی‌های مؤثر کنترل آلودگی هوا نیازمند شناخت منابع آلودگی این صنایع و ماهیت آلاینده‌ها است. انتشار آلودگی ناشی از این صنایع از منابع مختلف شامل انتشارات فرایندی (جداسازی، تبدیل و...) انتشارات احتراقی (سوزاندن سوخت‌ها)، انتشارات فرار (نشت بخارات از تجهیزات) و انتشارات انتقال و نگهداری مخازن نگهداری و... می‌باشد. در ایران نیز مطالعات جامعی دراین‌خصوص بر روی شهرهایی مانند تهران، مشهد، شیراز، اصفهان، تبریز، اراک و اهواز صورت‌گرفته است. آلودگی هوا از جمله مشکلات زیست‌محیطی است که با صنعتی‌شدن و افزایش مصرف انرژی شدت یافته است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهند که در بسیاری از این شهرها غلظت برخی آلاینده‌ها نظیر CO از حد مجاز بیشتر است. باتوجه‌به اثرات زیان‌بار این آلاینده بر سلامت انسان، شناسایی مناطق آلوده و برنامه‌ریزی صحیح برای مقابله با آن از اهمیت به سزایی برخوردار است (سفیدکار و همکاران، ۱۳۹۳: ۲۱۱). آلودگی هوا به‌عنوان یکی از عمده‌ترین معضلات حاضر جهان در اثر رشد و توسعه بی‌رویه شهرها حادث شده است. افزایش شدت شهرنشینی به ترافیک متراکم‌تر، ازدحام بیش از حد و آلودگی بیشتر هوا منجر می‌شود (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸: ۱۸۴). آلودگی هوا در نتیجه آزادشدن سوخت‌های فسیلی از موتور کارخانه‌ها، وسایل نقلیه و سوزاندن زباله‌ها انجام می‌پذیرد که آلاینده‌های موجود در هوای آلوده مونواکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌های ازن و ذرات معلق شامل گردوغبار و فلزات سنگین بر اساس گزارش بار بیماری‌های جهانی در آلودگی هوا ۷ مین عامل مرگ‌ومیر در دنیا و ایران است. بر اساس گزارش مؤسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان وابسته به سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۳، آلودگی هوا و ذرات معلق در هوا به‌عنوان ترکیبات سرطان‌زا برای انسان طبقه‌بندی‌شده است (گزارش دفتر مطالعات زیربنایی، ۱۳۹۶: ۸۸).

در دهه ۸۰ باتوجه‌به انقراض مجموعه گیاهی و جانوری دریاچه‌های اروپای غربی، کشورهای این منطقه متوجه آلودگی صنعتی "اسیدی شدن آب‌وخاک" و تخریب لایه اوزون شدند (پور خباز، ۱۳۸۱: ۳۳). توسعه صنعتی در ایران نیز باعث افزایش آلودگی هوا، آب، خاک، بالارفتن میزان امراض، به‌خطرافتادن سلامتی انسان و افزایش هزینه‌های درمانی شده است (رحیمی ۱۳۸۳: ۱۳). توسعه بیش از حد صنایع در تبریز زمینه‌ساز جذب جمعیت و پیامدهایی بوده که به‌تبع آن آلودگی محیط‌زیست به همراه داشته و باعث قطبی شدن تبریز در بخش صنعت شده است؛ ازاین‌رو هدف این پژوهش بررسی و تحلیل میزان تأثیرگذاری کاربری‌های صنعتی شهر تبریز بر آلودگی هوای آن است که با مکانیابی و نوع جایگزینی خود در بطن شهر تبریز باعث افزایش شاخص‌های آلایندگی هوایی شده است.

مبانی نظری

از سال ۱۹۹۹ به دلیل اصلاح استاندارد آلاینده‌های اوزون تروپوسفری و ذرات ریز معلق، شاخص جدیدی به نام AQI ، توسط EPA برای ارتقای سطح درک عمومی از آلودگی هوا در سطح ملی، تهیه اطلاعات دقیق و به‌آسانی قابل‌درک درباره مقادیر روزانه آلاینده‌های هوا و همچنین گزارش روزانه کیفیت هوای شهرهایی با جمعیت بیش از سیصد و پنجاه‌هزار نفر از رسانه‌های عمومی مورداستفاده قرار می‌گیرد (طیبی و چراغی، ۱۳۸۸: ۶). این شاخص غلظت ترکیبات آلاینده هوا را به اعداد ساده‌ای بین صفر تا ۵۰۰ در شش گروه، طبقه‌بندی و در نهایت کیفیت هوا را با واژه‌ها و رنگ‌هایی (جدول ۱ و ۲) که هر یک بیانگر مشخصه‌ای هستند را بیان می‌کند.

جدول ۱. شاخص کیفیت هوا

نوع شاخص	نحوه محاسبه
شاخص روزانه	از محاسبه شاخص کیفی هوا از ساعت ۱۱ صبح دیروز تا ۱۱ صبح امروز به دست می‌آید.
شاخص آنلاین	از محاسبه شاخص کیفی هوا در ۲۴ ساعت گذشته (منتهی به ساعت حاضر) به دست می‌آید.
شاخص هم‌اکنون	با استفاده از میانگین وزنی غلظت آلاینده‌ها در ۱۲ ساعت گذشته (با تأکید بر ۲ ساعت اخیر) محاسبه می‌شود.

جدول ۲. مفهوم رنگ و میزان محاسبه شده در شاخص کیفیت هوا

شاخص کیفیت هوا	سطح اهمیت بهداشتی	توضیح
۵۰-۰	پاک	هوای پاک و سالم برای همه افراد
۱۰۰-۵۱	قابل‌قبول	افراد خیلی حساس در صورت امکان فعالیت‌های طولانی یا سنگین را کاهش دهند.
۱۵۰-۱۰۱	ناسالم برای گروه-های حساس	افراد مبتلا به بیماری قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید فعالیت‌های طولانی یا سنگین خارج از منزل را کاهش دهند.
۲۰۰-۱۵۱	ناسالم	افراد مبتلا به بیماری قلبی یا ریوی، سالمندان و کودکان باید فعالیت‌های طولانی یا سنگین خارج از منزل خودداری ورزند. افراد دیگر باید فعالیت‌های طولانی یا سنگین خارج از منزل را کاهش دهند.
۳۰۰-۲۰۱	بسیار ناسالم	افراد باید از فعالیت‌های طولانی یا سنگین خارج از منزل خودداری ورزند.
۵۰۰-۳۰۱	خطرناک	افراد باید از فعالیت‌های خارج از منزل خودداری ورزند.

آلاینده‌ها در محیط‌های شهری به دو صورت اولیه و ثانویه وجود دارند. آلاینده‌های اولیه (منو اکسید کربن، اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد، گردوغبار و ذرات معلق) به طور مستقیم از منابع خارج می‌شوند. در مقابل آلاینده‌های ثانویه

(اوزون، انواع اسیدها و به‌ویژه ذرات معلق ثانویه) با واکنش‌های شیمیایی آلاینده‌های اولیه به وجود می‌آیند. عوامل مؤثر در تولید و انتشار آلودگی هوا را به دودسته کلی تقسیم می‌کنیم:

منابع متحرک: شامل وسایل نقلیه مانند خودروهای سواری، باری، تاکسی‌ها، اتوبوس‌ها، مینی‌بوس‌ها، کامیون‌ها و موتورسیکلت‌ها است.

منابع ساکن: این منابع شامل پنج بخش اصلی عبارت هستند از:

- ✓ تولید انرژی (مانند نیروگاه‌ها و پالایشگاه‌ها)
- ✓ صنایع آلاینده (مانند صنایع فولاد و سیمان)
- ✓ فعالیت‌های خانگی و تجاری
- ✓ پایانه‌های مسافربری و باری
- ✓ جاهای سوخت

همچنین، شاخص کیفیت هوا به‌عنوان جامع‌ترین شاخص، وضعیت هوای یک منطقه را بر اساس محاسبه شش آلاینده اصلی شامل دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن، کربن منوکسید، اوزون، ذرات معلق با اندازه کوچک‌تر از ۱۰ میکرومتر و کوچک‌تر از ۲٫۵ میکرومتر نشان می‌دهد. مدیریت پایش و نظارت بر کیفیت هوا در شهرهای بزرگ، اطلاعات مربوط به کیفیت هوا را جمع‌آوری کرده و آن‌ها را به شاخص کیفیت هوا تبدیل می‌کند، سپس این اطلاعات را در اختیار عموم قرار می‌دهد(نورانی و شکرانی، ۱۴۰۰: ۸۷).

منوکسید کربن: گازی بی‌رنگ، بی‌بو و بسیار پایدار است که دارای زمان ماند ۲ تا ۴ ماه در اتمسفر است. این گاز از اجزاء کمیاب تروپوسفر بوده و توسط فرایندهای طبیعی و از منابع مصنوعی تولید می‌شود. یافته‌های مربوط به روند جهانی CO، افزایش سالانه ۱ تا ۲ درصدی از این ماده برای چندین دهه اخیر با غلظت زمینه جهانی بین ppb50 تا ppb120 را نشان می‌دهند. غلظت‌های متوسط زمینه به طور فصلی تغییر نموده به‌طوری‌که غلظت‌های بالاتر در ماه‌های زمستان و مقادیر پایین‌تر در ماه‌های تابستان وجود دارند (مرکز تحقیقات آلودگی هوا، ۱۴۰۱: ۱۱۲).

دی‌اکسید 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. به‌علاوه دی‌اکسید نیتروژن نیز همچون اکسید نیتریک یکی از آلاینده‌های اصلی مه‌دود است. این گاز در شهرها به علت فعالیت‌های انسانی از غلظت بالایی برخوردار است. احتراق سوخت‌ها در دمای بالا سبب تولید این آلاینده می‌شود (گزارش سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۴۰۱: ۱۷)

دی‌اکسید گوگرد: گازی غیر قابل‌اشتعال، غیر قابل‌انفجار و بی‌رنگ می‌باشد که در غلظت‌های ppm0/3 تا ppm1 در هوا ایجاد مزه می‌کند. در غلظت‌های بالای ppm3 این گاز دارای بوی تند و محرک می‌باشد. همچنین تخمین زده می‌شود که SO_2 به طور متوسط بین ۲ تا ۴ روز در هوا باقی بماند. بیش از ۸۰ درصد اکسیدهای گوگرد به دست بشر در جریان احتراق سوخت‌های فسیلی از منابع ثابت آلوده‌کننده تولید می‌شود. اکسیدهای گوگرد در ترکیب با مواد معلق و رطوبت زیان‌بارترین اثرات مرتبط با آلودگی هوای اتمسفری را ایجاد می‌کنند (مرکز تحقیقات آلودگی هوا، ۱۴۰۱: ۱۱۳).

آلودگی ناشی از صنایع منبع اصلی آلودگی هوا، است که در اثر فعالیت‌های مصنوعی ایجاد می‌شود. شهرهای صنعتی به دلیل افزایش جمعیت، مهاجرت و وجود کارخانه‌ها به مراکز اصلی ایجاد آلودگی‌های جبران‌ناپذیر تبدیل شده‌اند. باتوجه‌به این که اغلب کشورها در فرایند رشد اقتصادی به سمت صنعتی‌شدن حرکت می‌کنند و تمرکز اصلی صنایع در شهرها می‌باشد، در نتیجه آلودگی هوا در نواحی شهری به دلیل تنوع در منشأ آلودگی‌ها به‌مراتب بیشتر از نواحی روستایی و غیرصنعتی است. فرایند صنعتی‌شدن در مقیاس وسیع و افزایش جمعیت به احداث کارخانه‌های بیشتر و مصرف بیشتر سوخت‌های فسیلی، ترافیک متراکم‌تر، استفاده از انواع کاربری‌ها و دستگاه‌های خنک‌کننده در مناطق شهری و در مجموع به ایجاد انواع گازهای مضر در جو منجر شده است. با تمام مسائل زیست‌محیطی که واحدهای تولیدی و صنعتی می‌توانند ایجاد نمایند، واضح است

که هرگاه، صنایع، در نزدیکی مناطق حساس به آلودگی هوا استقراریافته باشند؛ مانند مناطق مسکونی، کشاورزی، مراکز آموزشی و پرورشی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از فعالیت آنها دوبرابر می‌شود. زیرا در این حالت انسان و محیط او به طور مستقیم تحت‌تأثیر آلودگی هوا قرار می‌گیرند. بدین سبب کوشش می‌شود واحدهای تولیدی و صنعتی که می‌توانند موجبات آلودگی هوا را فراهم آورند تاحدامکان در نقطه‌ای به‌دوراز مناطق حساس نسبت به آلودگی هوا استقرار داده شوند (سعیدی و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۷). برنامه‌ریزی مراکز شهری، یکی از اساسی‌ترین مسائل برنامه‌ریزی و طرح‌ریزی شهری است که هویت و شخصیت شهرها به چگونگی و کیفیت کارکردی و کالبدی آنها مربوط می‌شود، معیار مکانی در کاربری زمین، استانداردی است که با آن مکان بهینه یک کاربری در شهر مورد سنجش قرار می‌گیرد که میتوان نتیجه گرفت تعریف کاربری صنعتی در هر شهر متفاوت است(سعیدنیا، ۱۴۰۰: ۳۹).

پیشینه پژوهش

حسینی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله «ارزیابی پایداری زیست‌محیطی شهر اصفهان با تأکید بر آلودگی هوا» در قالب ۵ شاخص اصلی آلودگی هوا (میانگین مونوکسید کربن CO، میانگین گاز دی‌اکسید گوگرد SO2، میانگین گاز ازت NO2، میانگین گاز اوزون O3 و میانگین ذرات معلق (زیر ۱۰ میکرون) طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۰) بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شرایط زیست‌محیطی در شهر اصفهان در ساله‌ای بررسی شده، بخصوص در سال ۱۳۹۰ که بیشترین میزان آلودگی هوا را دارد، به سمت ناپایداری سوق پیدا کردهاست و از بین ۵ شاخص اصلی آلودگی هوا، گاز دی‌اکسید گوگرد و منوکسید کربن، در ناپایداری زیست‌محیطی شهر اصفهان تأثیر بیشتری داشته‌اند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۷). همچنین نورانی و شکرانی (۱۴۰۰) در مقالهای با عنوان «تحلیل فضایی و سطح‌بندی مناطق پانزده‌گانهٔ کلان‌شهر اصفهان بر مبنای توزیع آلودگی هوا» به روش‌های کتابخانه‌ای و میدانی پرداخته اند، نتایج پژوهش حاکی است توزیع فضایی آلودگی هوا در سطح مناطق پانزده‌گانهٔ کلان‌شهر اصفهان نامتوازن است؛ به‌گونه‌ای که در مناطق ۷، ۸، ۱۳ و ۱۴ عمدتاً به‌واسطهٔ تأثیرپذیری از فعالیت‌های ناسازگار از قبیل صنایع مجاور و درون شهر و پایانه‌ها، وجود معابر و تقاطع‌های پرتردد و رعایت‌نشدن حریم ساخت‌وساز برای آنها و تمرکز جمعیت، آلودگی هوا در وضعیت نامناسب‌تری نسبت به سایر مناطق است (نورانی و شکرانی، ۱۴۰۰). همچنین سبحانی و همکاران (۱۳۹۸)، در طی مطالعاتی، عوامل مؤثر در افزایش آلودگی هوا در شهر تبریز را شناسایی کرده و سپس با تهیه لایه‌های اطلاعاتی توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی و همچنین ارزش‌گذاری و استانداردسازی در محیط ادریسی با استفاده از مجموعه‌های فازی، درنهایت باتوجه‌به عوامل مؤثر در آلایندگی هوای شهر تبریز به تعیین اهمیت معیارها پرداخته که باتوجه‌به نقشه پهنه‌بندی آلودگی هوای تهیه شده، در مدل ANP مناطق با آلودگی بسیار زیاد شامل مناطق شمالی و شمال غربی است و نتایج مدل AHP نشان می‌دهد، مناطق با خطر بسیار زیاد شامل کل مناطق مرکزی و مناطق شمال غربی است. نتایج حاصل از این مطالعه، حاکی از پتانسیل بالای آلایندگی در منطقه موردمطالعه است؛ ازاین‌رو مناطق با احتمال خطر بسیار زیاد و زیاد، مناطقی هستند که باید تدابیر خاص و اقدامات مناسبی برای کاهش آلودگی آن به‌صورت جدی صورت بگیرد (سبحانی و همکاران، ۱۳۹۸).جوزی و رضاییان (۱۳۹۴) در مقاله «بررسی اثرات محیط‌زیستی شهرک صنعتی فولاد جعفری همدان در مرحله ساختمانی به روش تحلیل سلسله‌مراتبی» در قالب سه محیط فیزیک و شیمیایی، بیولوژیک و اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شناسایی و مورد بررسی قرارگرفتن؛ نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در تعیین اثرات شاخص ناشی از احداث شهرک صنعتی فولاد جعفری، اثرات سوء بر محیط طبیعی با وزن ۰,۷۵۰ نسبت به اثرات منفی وارد بر محیط انسانی با وزن ۰,۲۵۰ از اهمیت بالاتری برخوردارند، همچنین باتوجه‌به فاصله مراکز جمعیتی به محل سایت، اثرات ناشی از انتشار آلاینده‌های گازی و آلودگی صوتی بر سلامت و بهداشت افراد بومی قابل‌اغماض

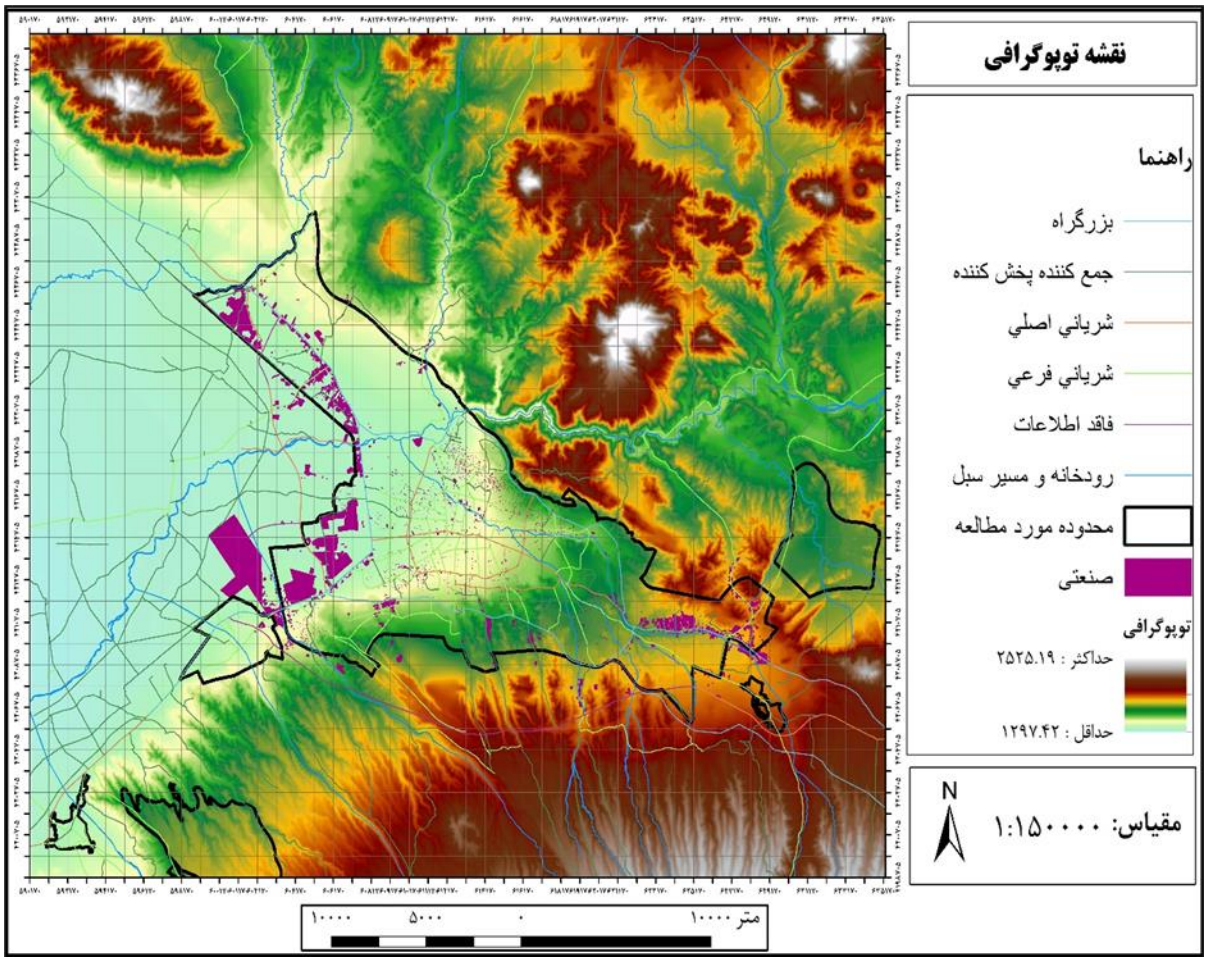
پیش‌بینی شده است. در محیط طبیعی نیز اثر بر محیط فیزیک و شیمیایی با وزن ۰,۶۶۷ از امتیاز بالاتری نسبت به محیط بیولوژیک برخوردار است (جوزی و رضاییان، ۱۳۹۴).

روش پژوهش

در این مطالعه، مرحله‌ی اول شامل مطالعه کتابخانه‌ای جهت تهیه پیشینه‌ی تحقیق و نحوه درجه‌بندی آلودگی هوا و ویژگی‌های آلاینده‌ها است. مرحله‌ی دوم جمع‌آوری اطلاعات و داده‌های موردنیاز از سازمان آمار ایران و سازمان محیط‌زیست آذربایجان شرقی، داده‌هایی چون میزان آلاینده‌های موجود در دوره‌ای سی‌روزه آبان‌ماه ۱۴۰۲ و همچنین مختصات ایستگاه‌ها و غیره که به‌صورت جداگانه و در ستون‌های مجزا در نرم‌افزار word انجام شد. در مرحله‌ی سوم شاخص استاندارد آلودگی هوا (AQI) برای تمام آلاینده‌ها در ایستگاه‌های موردنظر محاسبه گردید و باتوجه‌به میزان شاخص استاندارد آلودگی هوا (AQI) به‌دست‌آمده آلوده‌ترین ایستگاه مشخص گردید. در مرحله چهارم موقعیت ایستگاه‌ها و میانگین شاخص استاندارد آلودگی هوا (AQI) آلاینده‌های موجود در هر ایستگاه را به‌صورت لایه‌های رقومی به محیط نرم‌افزاری سیستم اطلاعات جغرافیایی (ARC GIS) افزوده و سپس با استفاده از روش IDW (معکوس فاصله یک روش وزن‌دهی متوسط) به تجزیه‌وتحلیل نقشه‌ها و اطلاعات تهیه شده پرداخته شده است.

معرفی محدوده مورد مطالعه

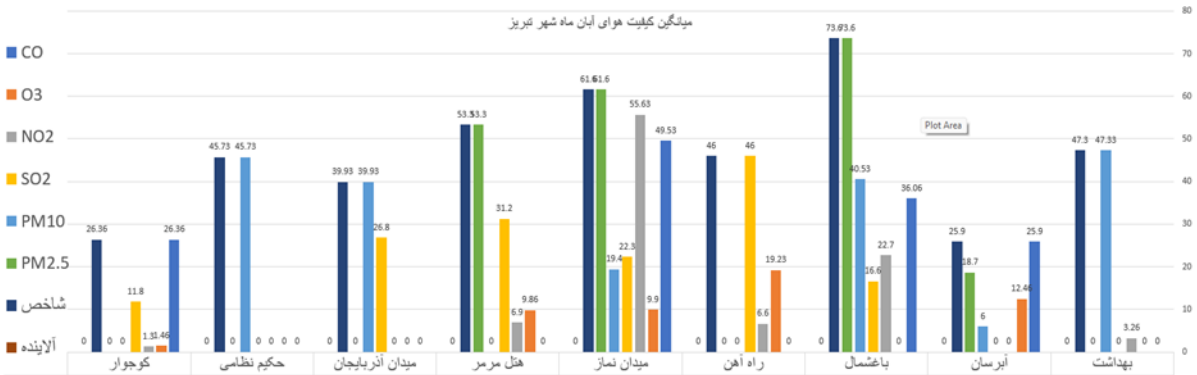
شهر تبریز با وسعتی حدود ۲۵۰۵۶ هکتار در ۳۸ درجه و ۱ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۴۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی واقع شده است. متوسط ارتفاع شهر حدود ۱۴۶۰ متر از سطح دریاهای آزاد برآورد گردیده است. شهر تبریز در گوشه شمال غربی کشور و در امتداد محور بین‌المللی تهران - بازرگان که ایران را به اروپا متصل می‌سازد قرار گرفته است. این شهر دارای موقعیتی کوهپایه‌ای و دشتی است. دشت‌ها و کوهپایه‌ها به دلیل مساعدت‌های بیشتر محیط از دیرباز مورد استقبال جوامع بشری بوده و به‌عنوان کانون‌های جذب جمعیت و استقرار سکونتگاه‌ها از اهمیت فوق‌العاده برخوردارند. استان آذربایجان از دیرباز با تمرکز صنایع سنگین و تولید ماشین‌آلات و تجهیزات همواره به‌عنوان یکی از قطب‌های صنعتی کشور مطرح بوده است. در این میان، شهر تبریز با مساحتی در حدود ۲۵۰۰۰ هکتار به‌تنهایی ۳۸,۸ درصد از کل جمعیت استان را در خود جای‌داده و به‌عنوان یک قطب بزرگ جمعیتی و صنعتی در سطح کشور مطرح است (طرح جامع شهر تبریز، ۱۳۹۵: ۲۱۳). بنا به نقشهٔ توپوگرافی تبریز (شکل ۱)، عمده‌ترین نواحی صنعتی در قسمت غرب آن جایگزینی شده‌اند که شامل صنایعی مانند: پتروشیمی و پالایشگاه، تراکتورسازی، صنایع ماشین‌سازی و دیگر صنایع می‌باشد که بخش عمده‌ای از آلودگی هوا یا مواد آلاینده هوا از سوی غرب به داخل شهر وارد می‌شود.



شکل۱: (نقشه موقعیت نواحی صنعتی)، مأخذ: نگارندگان

تجزیه و تحلیل داده ها

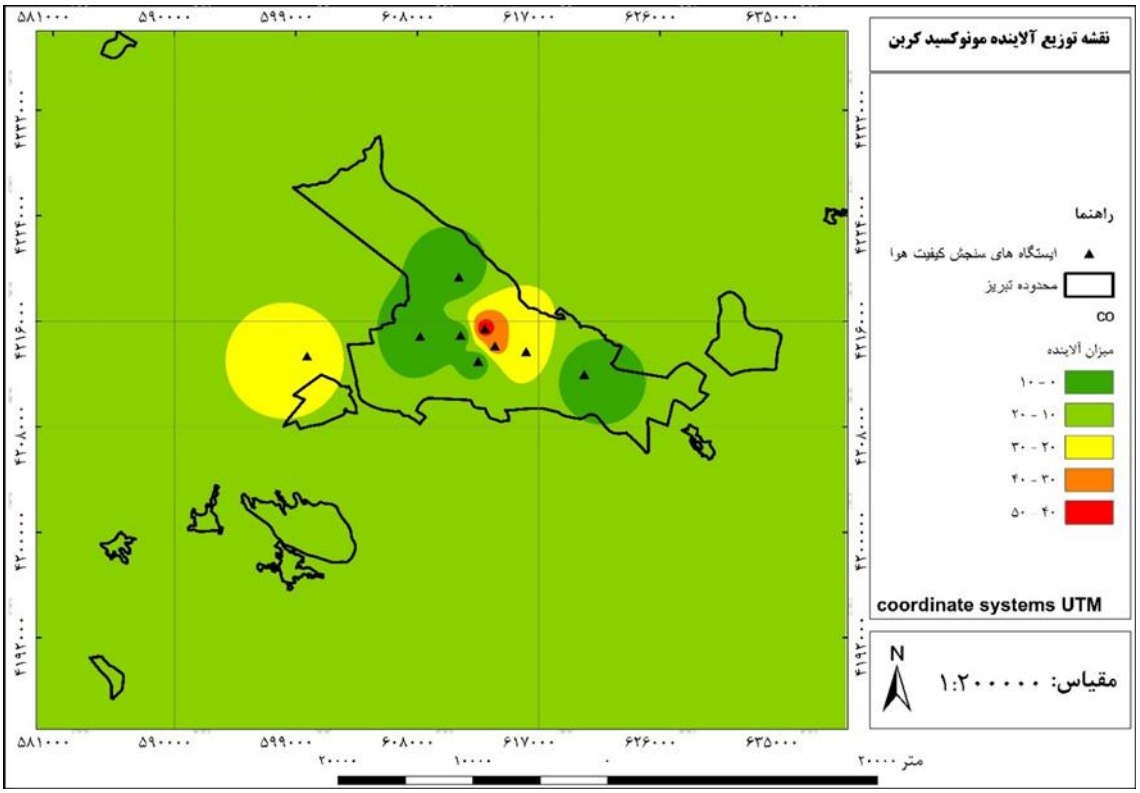
نمودار میانگین میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده در ایستگاه‌های سطح کلان‌شهر تبریز (شکل ۲)، نمایانگر میانگین میزان هر آلایندگی در هریک از ایستگاه‌ها بوده و داده‌های کمی را نسبت به هر آلایندگی به‌صورت نمودار مستطیلی به نمایش می‌گذارد که بیشترین میزان شاخص آلایندگی در سطح شهر مربوط به ایستگاه باغشمال (با شاخص ۷۳,۶ درصد) بوده و کمترین آن‌ها مربوط به ایستگاه آبرسان (با شاخص ۲۵,۹ درصد) می‌باشد. در این نمودار شش آلاینده مورد بررسی قرار گرفته‌اند که میزان شاخص آلایندگی بیانگر مجموع میزان آلایندگی‌ها در هر ایستگاه می‌باشد و باتوجه‌به شاخص آلایندگی در هر ایستگاه میزان آلودگی هوا بررسی و ارزیابی می‌شود.



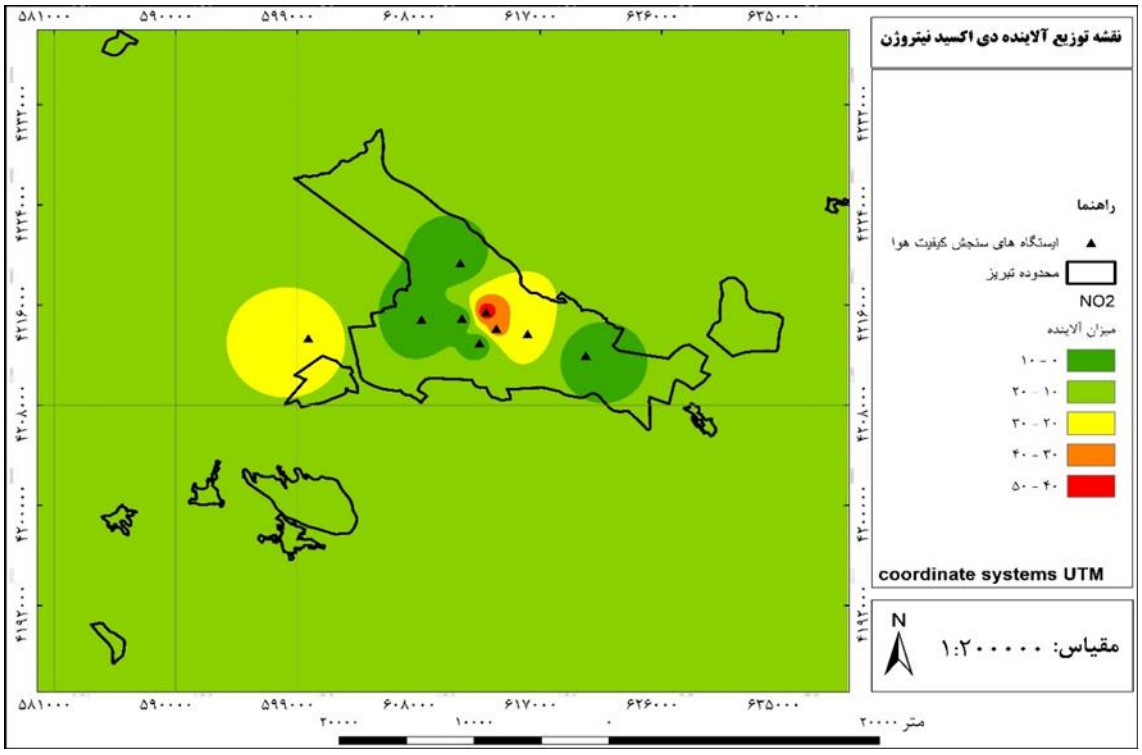
	کوجوار	حکیم نظامی	میدان آذربایجان	هتل مرمر	میدان نماز	راه آهن	باغشمال	آبرسان	بهداشت
CO	26.36	0	0	0	49.53	0	36.06	25.9	0
O3	1.46	0	0	9.86	9.9	19.23	0	12.46	0
NO2	1.3	0	0	6.9	55.63	6.6	22.7	0	3.26
SO2	11.8	0	26.8	31.2	22.3	46	16.6	0	0
PM10	0	45.73	39.93	0	19.4	0	40.53	6	47.33
PM2.5	0	0	0	53.3	61.6	0	73.6	18.7	0
شاخص	26.36	45.73	39.93	53.3	61.6	46	73.6	25.9	47.3
آلاینده	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل۲ (میانگین میزان آلاینده‌ها در هر ایستگاه در کلان‌شهر تبریز در آبان ۱۴۰۲)، مأخذ: نگارندگان

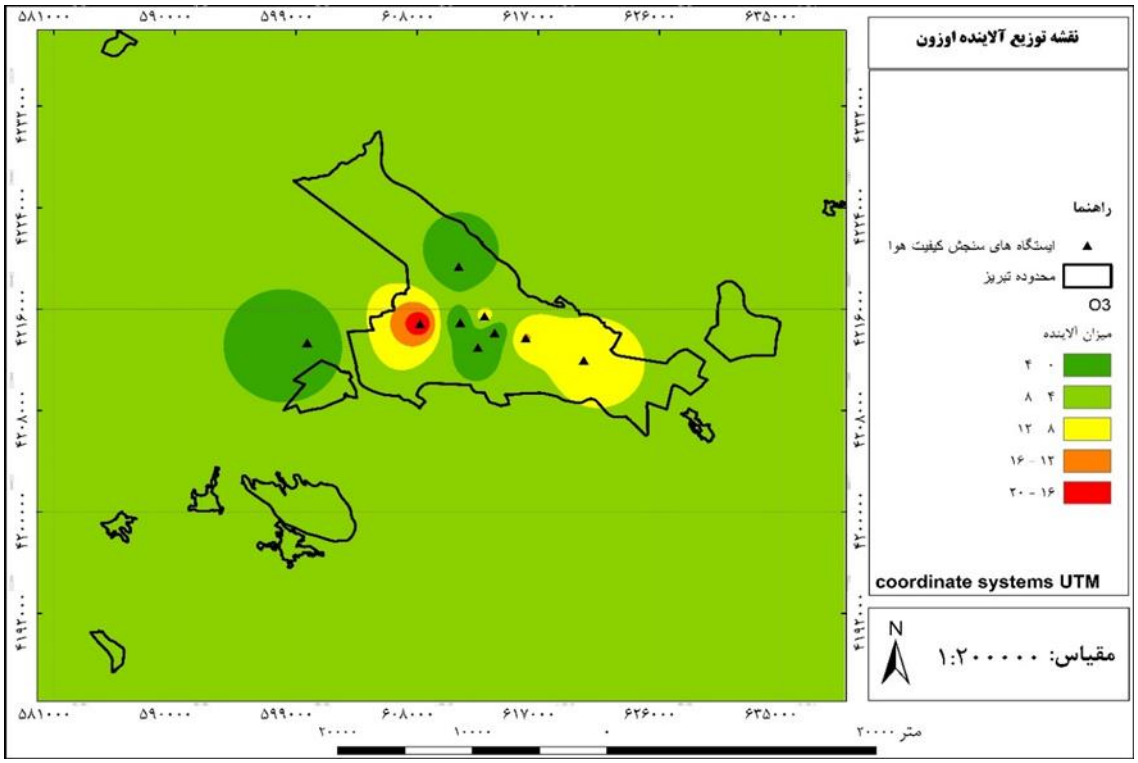
باتوجه‌به میزان هر آلایندگی در ایستگاه‌های سنجش آلاینده‌های هوایی (این اطلاعات با روش کتابخانه‌ای از سایت سامانه پایش کیفیت هوای کشور جمع‌آوری و میانگین ۳۰ روز را به دست آورده و با استفاده از روش معکوس فاصله (**IDW**) در نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شدند) به‌صورت نقشه‌ی توزیع آلاینده به تفکیک هر آلاینده به‌صورت نقشه‌های توصیفی (اشکال ۳ تا ۸) بیان گشته‌اند.



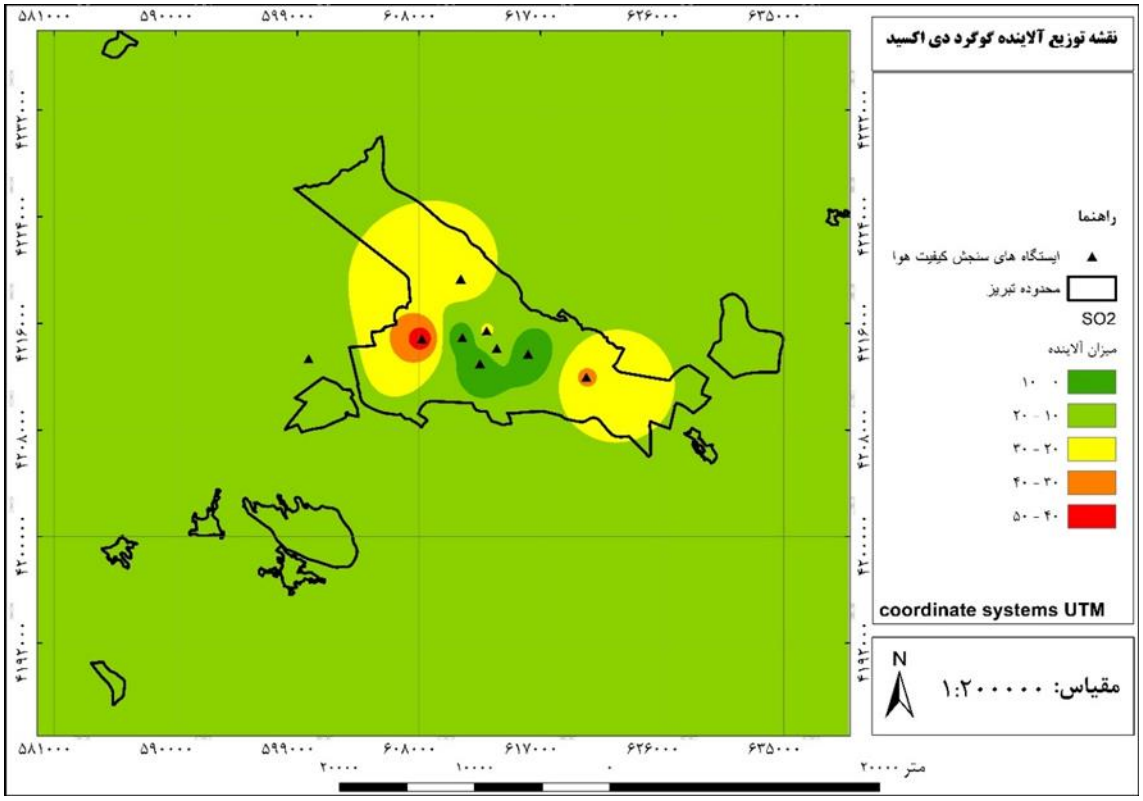
شکل ۳ (نقشه توزیع آلاینده مونواکسید کربن در تبریز)، مأخذ: نگارندگان



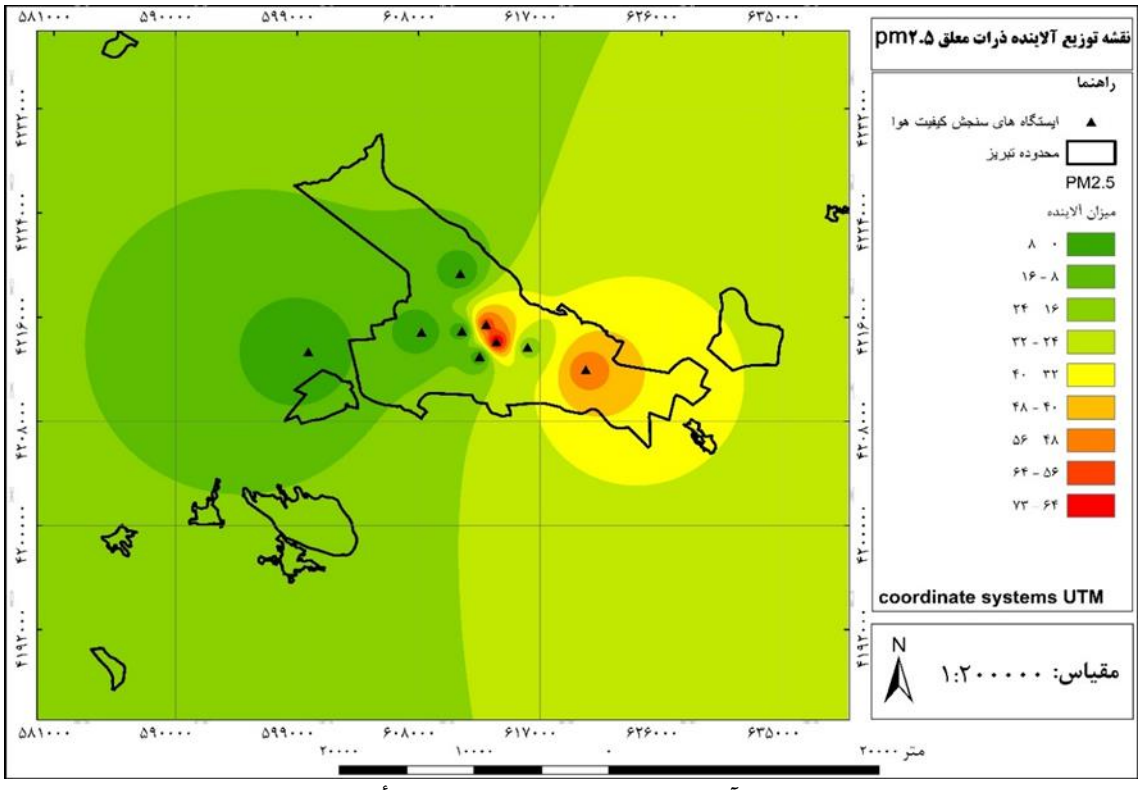
شکل ۴ (نقشه توزیع آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در تبریز)، مأخذ: نگارندگان



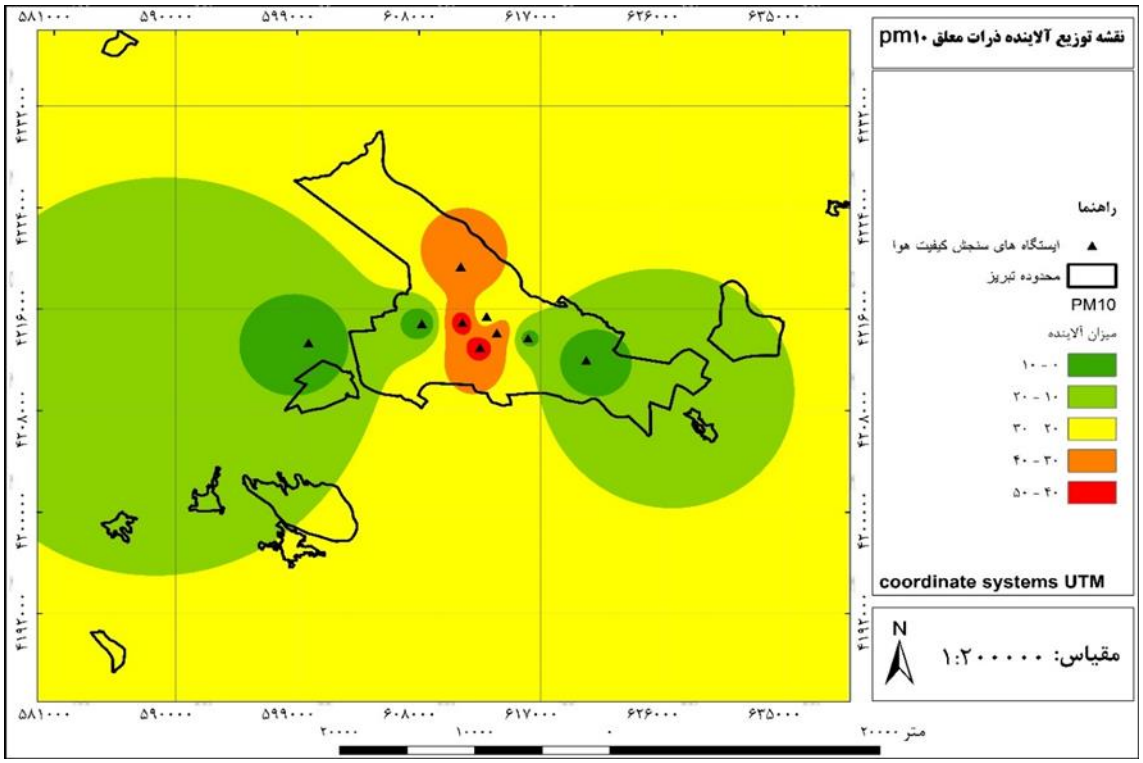
شکل ۵ (نقشه توزیع آلاینده اوزون در تبریز)، مأخذ: نگارندگان



شکل ۶ (نقشه توزیع آلاینده گوگرد دی‌اکسید در تبریز)، مأخذ: نگارندگان



شکل ۷ (نقشه توزیع آلاینده ذرات معلق PM2.5 در تبریز)، مأخذ: نگارندگان



شکل ۸ (نقشه توزیع آلاینده ذرات معلق PM10 در تبریز)، مأخذ: نگارندگان

باتوجه‌به نتایج به‌دست‌آمده (جدول ۳) بیشترین آلودگی‌های موجود در هر ایستگاه که در ۲۴ ساعته شبانه ثبت کرده‌اند به ترتیب زیر است:

آلاینده مونواکسید کربن در ایستگاه میدان نماز بیشترین آلودگی را با مقدار ۶۱ ثبت کرده، آلاینده ازن در ایستگاه راه‌آهن به مقدار ۲۷ را ثبت کرده، آلاینده دی‌اکسید نیتروژن در ایستگاه میدان نماز با مقدار ۷۳ ثبت کرده، آلاینده گوگرد دی‌اکسید در ایستگاه راه‌آهن با مقدار ۱۱۱ ثبت کرده، آلاینده ذرات معلق کوچک‌تر از ۱۰ میکرون به ترتیب ایستگاه حکیم نظامی با مقدار ۸۰ را ثبت کرده و آلاینده ذرات معلق کوچک‌تر از ۲٫۵ میکرون را ایستگاه باغشمال با مقدار ۱۳۱ را ثبت کرده‌اند.

جدول ۳. ماکزیمم و مینیمم داده‌های موجود

	MAX/MIN	CO	O_3	NO_2	SO_2	$PM_{2.5}$	PM_{10}
بهداشت	MAX	–	–	۴	–	–	۷۵
	MIN	–	–	۱	–	–	۲۲
آبرسان	MAX	۳۶	۱۹	–	–	۹۸	۴۰
	MIN	۱۵	۸	–	–	۱۲	۴
باغشمال	MAX	۴۶	–	۳۳	۶۵	۱۳۱	۶۶
	MIN	۲۸	–	۱۴	۵	۵۲	۲۰
راه‌آهن	MAX	–	۲۷	۸	۱۱۱	–	–
	MIN	–	۱۰	۶	۲۴	–	–
میدان نماز	MAX	۶۱	۱۵	۷۳	۸۶	۹۸	۴۳
	MIN	۳۰	۷	۳۸	۱۳	۳۱	۷

تقاطع هتل مرمر	MAX	–	۲۱	۳۱	۱۰۰	۱۲۷	–
	MIN	–	۶	۲۸	۱۳	۲۶	–
میدان آذربایجان	MAX	–	–	–	۴۹	۱۰۹	–
	MIN	–	–	–	۱۷	۳۶	–
حکیم نظامی	MAX	–	–	–	–	–	۸۰
	MIN	–	–	–	–	–	۵۲
کوجوار	MAX	۴۷	۱۳	۳	۲۲	–	–
	MIN	۲۶	۱۰	۱	۹	–	–

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

باتوجه‌به جدول (۲) و شاخص‌های نمودار میانگین میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده در هر ایستگاه کلان‌شهر تبریز، در آبان‌ماه ۱۴۰۲ و بررسی‌های صورت‌گرفته توسط نقشه‌های توزیع آلایندگی‌ها و مجاورت کاربری‌های صنعتی با ایستگاه‌های کوجوار، میدان آذربایجان، راه‌آهن و بهداشت انتظار می‌رفت که بیشترین شاخص آلایندگی مربوط به ایستگاه‌های فوق‌الذکر بوده باشد؛ زیرا با وجود کاربری‌های صنعتی و موقعیت نواحی صنعتی و تأثیر آنها در ایجاد آلایندگی در سطح شهرها انتظار می‌رود که هم‌جواری مناطق صنعتی با ایستگاه‌های سنجش شاخص آلودگی نمایانگر میزان شاخص آلایندگی زیاد در آن نواحی بوده باشد؛ اما باتوجه‌به داده‌های نمودار میانگین میزان آلاینده‌های اندازه‌گیری شده در هر ایستگاه در سطح کلان‌شهر تبریز و بررسی داده‌های مربوط به ایستگاه‌های کوجوار، میدان آذربایجان، راه‌آهن و بهداشت و وجود شاخص‌هایی بین صفر تا ۵۰ در آنها می‌توان گفت سالم‌ترین شاخص‌های ثبت شده در سطح ایستگاه‌ها از میان شاخص‌های سرتاسر شهر تبریز مربوط به این ایستگاه‌ها می‌باشد؛ یعنی هم‌جواری مناطق صنعتی شهر تبریز با سالم‌ترین شاخص آلودگی در ایستگاه‌های سنجش میزان آلایندگی هوا در سطح شهر تبریز، موقعیت نواحی صنعتی شهر تبریز در ورود آلایندگی‌های هوایی به داخل سطح شهر تبریز بی‌تأثیر و یا با حداقل میزان اثرگذاری می‌باشد؛ چراکه در صورت تأثیرگذاری آلایندگی‌ها می‌بایست میزان شاخص آلایندگی در ایستگاه‌های هم‌جوار بسیار بالا می‌بوده و به لحاظ آلایندگی دارای شاخص‌های AQI بسیار بالایی باشند؛ لذا باوجود شاخص کم آلایندگی در ایستگاه‌های مجاور نواحی صنعتی و بررسی و ارزیابی این شاخص‌ها، نتیجه‌ی حاصل از این پژوهش چنین بیان می‌شود که موقعیت نواحی صنعتی شهر تبریز بر میزان آلودگی هوای شهر تبریز بی‌تأثیر است و هیچ اثر سویی بر افزایش آلودگی هوایی شهر تبریز ندارد.

منابع و مأخذ

Air Pollution Research Center.(2022). Tehran University of Medical Sciences Environmental Research Institute, Carbon Monoxide, 2022. https://ier.tums.ac.ir .(in persian)

Air Pollution Research Center.(2022). Tehran University of Medical Sciences Environmental Research Institute, Sulfur Dioxide, 2022, https://ier.tums.ac.ir .(in persian)

Environmental consequences of air pollution(2016). Vice-Chancellor of Infrastructure Research and Production Affairs, Office: Infrastructure Studies, August 2016. (in persian)

Environmental consulting engineers.(2016). Development and construction plan (comprehensive) of Tabriz city, 2016. (in persian)

Fasihi, H. (2019). Investigating Spatial Distribution of Pollutants in the Town of Baghershahr, Tehran, Iran. Journal of Natural Environmental Hazards, 8(22), 163-178. doi: 10.22111/jneh.2019.27830.1472. (in persian)

Firoozi, M. A., Mohammadi Deh cheshme, M., & Saeedi, J. (2017). Evaluation of Environmental Sustainability Indicators, With emphasis on air pollution and industrial pollutants, Case Study: Ahvaz Metropolis. Journal of Urban Ecology Researches, 8(15), 13-28. (in persian)

Hassanzadeh Samarin, T., & Sefidkar, S. (2014). Investigation the Relationship Between Organizational Virtuousness and Organizational Citizenship Behavior. Management Studies in Development and Evolution, 23(76), 141-155. (in persian)

Jozi, seyed ali, & Rezaian, sahar. (2016). investigation on environmental impacts of hamedan jafari steel industrial estate in constructional phase by using of analytical hierarchy process method. journal of environmental science and technology, 17(4 (67)), 117-143. sid. https://sid.ir/paper/87167/en .(in persian)

kavosi A, sefidkar R, alavi majd H, rashidi U, imanzad M, noormoradi H. (2014). Spatial Analysis of Air Pollution in Tehran City by Using of Autologistic and Centered Autologistic Models and Indicator Kriging Method. J. Ilam Uni. Med. Sci; 21 (7) :206-214. URL: http://sjimu.medilam.ac.ir/article-1-1604-fa.html . (in persian)

Nooraie, H., & Shokrani, S. M. (2021). Spatial Analysis and Ranking of Fifteen Regions of Isfahan Metropolis based on the Distribution of Air Pollution•. Geography and Environmental Planning, 32(2), 83-102. doi: 10.22108/gep.2021.126981.1394. (in persian)

Organization of Environmental Protection, Tehran, 1401, https://nacc.doe.ir/portal/home . (in persian)

Pourkhba, A,(2002). the major environmental disturbances of the current century, Publication of Pervane books. (in persian)

Rahabloo,ALI,Aghamohamdi,Hosin,rahimzadegan,majid,Rajaee,mohamadali.(2019).Analysis and zonation map of Tehran air quality monitoring data using grand and Rs.Application of Geography information system and remote sensing in planning,4(9),70-82. (in persian)

Ragothaman, A., Anderson, W., (2017). Air quality impacts of petroleum refining and petrochemical industries. Environments, 4(3), 66.

Rahimi, H. (2004). Geography and Sustainable Development, Euclid Publications. (in persian)

Saeednia, A.(2021). Urban Land Use (2nd edition), Tehran, Ministry of Interior. (in persian)

Sobhani, B., Shokrzadeh Fard, E., & Piroozi, E. (2019). Evaluation and Zoning of Airborne Pollution Using AHP and ANP Methods (Case Study: Tabriz City). Journal of Geography and Environmental Hazards, 8(1), 153-169. doi: 10.22067/geo.v0i0.75734. (in persian)

Seydaei, S. S., hosseini, S. S., & Yazdanbaks, B. A. (2018). Evaluation of the Environmental Sustainability of Isfahan with an Emphasis on Air Pollution. Geography and Environmental Planning, 29(1), 113-126. doi: 10.22108/gep.2018.97857.0 . (in persian)

Taibi, L. Cheraghi, M.(2009). Introduction and comparison of "standard polluting substances" and "air quality" indices to evaluate the health quality of air. National Human, Environment and Sustainable Development Conference, 2009. (in persian)

Ziari, K., Ajza Shokouhi, M., & Khademi, A. H. (2018). Reducing Environmental Pollutions through Biophilic Urbanism Approach (Region 14 in Tehran). Geography and Urban Space Development, 5(1), 1-19. doi: 10.22067/gusd.v5i1.59838. (in persian)