Geography and Sustainability of Environment
journal homepage: http://ges.razi.ac.ir/

Print ISSN: 2322-3197
Online ISSN: 2676-5683

The Assessment of Environmental Justice in Tehran Based on Spatial Distribution of Air and Noise Pollution

Sareh Ghorbani[1], Esmail Salehi[1*], Shahrzad Faryadi[1], Hamid Reza Jafari[1]

[1] *Department of Environmental Planning, Faculty of Environment, University of Tehran, Tehran, Iran*

ARTICLE INFO

*Article Type:*Research article

Article history:
Received 1 April 2019
Accepted 21 September 2019
Available online 23 October 2019

Keywords:
Sustainable Development, Urban Environment, Injustice, Air and Noise Pollutant, Geographically Weighted Regression.

Citation: Ghorbani, S., Salehi, E., Faryadi, Sh., Jafari, H. R. (2019). The Assessment of Environmental Justice in Tehran Based on Spatial Distribution of Air and Noise Pollution. *Geography and Sustainability of Environment, 9* (3), 19-31. doi: 10.22126/GES.2019.3819.1982

ABSTRACT

The rapid development of Tehran has increased air and noise pollution which lead to the unsustainable development. Since most vulnerable groups are more exposed to pollution due to the disproportionate distribution of air and noise pollution, the main objective of this research is to investigate the relationship between socioeconomic factors and air and noise pollution distribution in order to evaluate urban environmental justice of Tehran. In order to analyze the spatial distribution of mentioned pollution, air and noise pollutants have been studied. Pollution by stationary and mobile sources were analyzed in 22 districts of Tehran using geographically weighted regression model. The results reveal that geographically weighted regression model with local R2 was 0.94, 0.59 and 0.85for the amount of pollutant emissions from domestic consumption, vehicle and motorcycle ownership respectively, with acceptable accuracy for modeling between the socioeconomic rank and air pollution source. Findings from noise pollution revealed that the model with R2 0.43 does not strongly confirm the relation between the socioeconomic rank of areas with noise pollution. This study showed that the 1,3 and 6 regions, with higher rank in terms of socioeconomic status, have the highest air pollution production, while the 18, 19, 20 regions with the lowest socioeconomic rank are more likely exposed to air and noise pollution. Hence, more vulnerable groups face urban environmental injustice.

*. Corresponding author E-mail address: tehranssaleh@ut.ac.ir

جغرافیا و پایداری محیط
وبگاه نشریه: http://ges.razi.ac.ir/
شاپای چاپی: ۳۱۹۷-۲۳۲۲
شاپای الکترونیکی: ۵۶۸۳-۲۶۷۶

ارزیابی عدالت محیط‌زیست در شهر تهران مبتنی بر توزیع فضایی آلودگی هوا و صدا

ساره قربانی[۱]، اسماعیل صالحی[۱*]، شهرزاد فریادی[۱]، حمیدرضا جعفری[۱]

[۱] گروه برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، پردیس فنی دانشگاه تهران، تهران، ایران.

مشخّصات مقاله

نوع مقاله: پژوهشی

تاریخچهٔ مقاله:
دریافت ۱ اردیبهشت ۱۳۹۸
پذیرش ۳۰ شهریور ۱۳۹۸
دسترسی آنلاین ۱ آبان ۱۳۹۸

کلیدواژه‌ها:
توسعهٔ پایدار، محیط شهری، بی‌عدالتی، آلایندهٔ صدا و هوا، رگرسیون وزنی جغرافیایی.

استناد: قربانی، ساره؛ صالحی، اسماعیل؛ فریادی، شهرزاد؛ جعفری، حمیدرضا (۱۳۹۸). ارزیابی عدالت محیط‌زیست در شهر تهران مبتنی بر توزیع فضایی آلودگی هوا و صدا. *جغرافیا و پایداری محیط*، ۹ (۳)، ۱۹-۳۱.
doi: 10.22126/GES.2019.3819.1982

چکیده

توسعهٔ شتابان شهر تهران باعث افزایش آلودگی هوا و صدا و درنهایت توسعهٔ ناپایدار شهری شده است. ازآنجاکه گروه‌های آسیب‌پذیرتر به‌دلیل توزیع نامتناسب آلودگی هوا و صدا بیشتر در معرض آلودگی قرار می‌گیرند؛ هدف نوشتار پیش رو بررسی ارتباط میان آلودگی هوا و صدا با عوامل اجتماعی و اقتصادی در شهر تهران برای ارزیابی عدالت محیط‌زیست شهری است. به‌منظور بررسی توزیع فضایی آلاینده‌های مورد نظر، غلظت آلاینده‌های هوا و صدا ناشی از منابع ساکن و متحرّک با رتبهٔ اجتماعی اقتصادی در مناطق ۲۲ گانهٔ شهر تهران و با مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی بررسی شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مدل رگرسیون جغرافیای مورد نظر دقّت قابل قبولی برای مدل‌سازی روابط میان رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی و منابع تولید آلودگی هوا داشته است. میزان R^2 محلّی برای تولید آلایندهٔ ناشی از مصرف خانگی، میزان مالکیت خودرو و میزان مالکیت موتورسیکلت به‌ترتیب برابر با ۰/۹۴، ۰/۵۹ و ۰/۸۵ بوده است. یافته‌های ناشی از ارتباط آلودگی صدا و رتبهٔ اقتصادی و اجتماعی مناطق نشان داد که مدل مورد نظر با R^2 محلّی ۰/۴۳ رابطهٔ میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی مناطق با آلودگی صدا را به‌شدّت تأیید نمی‌کند. این مطالعه نشان داد که مناطق سه، یک و شش که ازلحاظ معیارهای اقتصادی و اجتماعی رتبهٔ بالاتری دارند، سهم بیشتری در تولید آلودگی دارند. درصورتی‌که مناطق ۱۸، ۱۹ و ۲۰ که پایین‌ترین رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی را دارند، بیشتر از سایر مناطق در معرض آلودگی هوا قرار دارند؛ بنابراین گروه‌های آسیب‌پذیرتر ساکن جنوب شهر تهران بیشتر از سایر گروه‌ها با بی‌عدالتی محیط‌زیستی شهری روبه‌رو هستند.

*. رایانامهٔ نویسندهٔ مسئول: tehranssaleh@ut.ac.ir

مقدّمه

مسئلهٔ بی‌عدالتی محیط‌زیستی در مناطق شهری به‌دلیل توزیع فضایی نامتناسب سازوکارهای تولید و قرارگرفتن در معرض آلودگی، باعث شده تا گروه‌های کم‌بهره‌مندتر بیشتر از سایر شهروندان در معرض اثرات بدِ ناشی از آلودگی‌های هوا و صدا به‌ویژه سلامت فردی قرار گیرند (ارنستون[۱]، ۲۰۱۳؛ لی[۲] و همکاران، ۲۰۱۸). شناسایی اثرات نامطلوب آلودگی هوا در جوامع اقلّیت یا حاشیه‌نشین نشان‌دهندهٔ اهمّیت این موضوع در شهرها است (پاپ[۳] و همکاران، ۱۹۹۵). بررسی عدالت محیط‌زیست شهری و پرداختن به جنبه‌های عادلانهٔ توزیع آلودگی در شهر اثرات ناشی از آلودگی را کاهش، سلامتی شهروندان را تأمین و شهر را به‌سمت پایداری بیشتر هدایت می‌کند (داوودی و بروکس[۴]، ۲۰۱۲؛ رابینز[۵]، ۲۰۱۴؛ بون و همکاران، ۲۰۱۴؛ آژانس حفاظت محیط‌زیست آمریکا[۶]؛ سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۴)؛ ازاین‌رو بررسی ابعاد تولید و در معرض آلودگی هوا و صدا قرارگرفتن در شهر تهران از اهمّیت ویژه‌ای برخوردار است.

در پژوهش‌های مرتبط با عدالت محیط‌زیست شهری، ارتباط شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی با پارامترهای آلایندهٔ هوا و چگونگی توزیع آن مطالعه شده است. از این پژوهش‌ها می‌توان به بررسی ارتباط سن، جنس، تحصیلات، شغل، ارزش مسکن، درآمد، اقلّیت قومی و وضعیّت اجتماعی کودکان و طبقهٔ اجتماعی اشاره کرد (جرت[۷] و همکاران، ۲۰۰۱؛ بون[۸] و همکاران، ۲۰۱۴؛ گرمنی[۹] و همکاران، ۲۰۱۴؛ جفکوت[۱۰] و همکاران، ۲۰۱۲). بیشتر این مطالعات نشان داده‌اند که ارتباط قوی میان میزان در معرض آلودگی قرارگرفتن و ویژگی‌های اقتصادی اجتماعی شهروندان به‌ویژه اقلّیت سیاه‌پوستان، مهاجران و کودکان وجود دارد (روتکو[۱۱]، ۲۰۰۴: ۱۴۱)؛ همچنین رابطهٔ قوی میان خطر ابتلا به سرطان ریه و قرارگرفتن در معرض آلودگی و میزان درآمد مشاهده شده است (پوئت و همکاران[۱۲]، ۲۰۱۴)؛ به‌گونه‌ای که افراد با درآمد کمتر بیشتر از سایر شهروندان در معرض خطر آلودگی هوا قرار دارند (فن[۱۳] و همکاران، ۲۰۱۲)؛ همچنین در کشورهای مهاجرپذیر توزیع جغرافیایی جمعیّت‌های آسیب‌پذیر نظیر، مهاجرین، سیاه‌پوستان، کودکان، سالمندان و مهاجران بیشتر از سایر شهروندان در معرض آلودگی هوا بوده‌اند (گودمن[۱۴] و همکاران، ۲۰۱۱؛ مورنو ژمینز[۱۵] و همکاران، ۲۰۱۶؛ استوارت[۱۶] و همکاران، ۲۰۱۵).

در برخی از مطالعات از شاخص‌های ترکیبی نظیر شاخص محرومیت اجتماعی به‌منظور ارزیابی آلودگی هوا و عدالت محیط شهری استفاده شده است. این شاخص دربرگیرندهٔ درآمد، شغل، تحصیلات و مهاجرت بوده است. نتایج این مطالعات نشان داد که میان شاخص محرومیت اجتماعی و غلظت ذرّات معلّق کمتر از ۲/۵ میکرون

1- Ernstson
2- Li
3- Pope
4- Davoudi & Brooks
5- Robbins
6- Environmental Protection Agency (EPA)
7- Jerrett
8- Boone
9- Germani
10- Jephcote
11- Rotko
12- Puett
13- Fann
14- Goodman
15- Moreno-Jiménez
16- Stewart

همبستگی قوی وجود دارد (لی و همکاران، ۲۰۱۸). اثرات ناشی از در معرض آلودگی صوتی قرارگرفتن و وضعیّت اجتماعی و اقتصادی در اروپا نشان داده که بیشتر شهروندان با وضعیّت اجتماعی پایین‌تر از اثرات منفی ناشی از افزایش تراز صوت بیشتر رنج می‌برند (درگر[1] و همکاران، ۲۰۱۹). پژوهش حاضر به‌دنبال پرکردن شکاف در مطالعات پیشین، نیرومحرّکه‌های عدالت محیط زیستی را بررسی می‌کند و بدین منظور رابطهٔ سازوکارهای تولید و در معرض آلودگی هوا قرارگرفتن را براساس توزیع فضایی منابع ثابت و متحرّک مولّد آلودگی و شاخص‌های اقتصادی اجتماعی بررسی می‌کند تا با دید جامع‌تر و متفاوت‌تری به موضوع عدالت شهری بپردازد. هدف اصلی نوشتار پیش رو بررسی ارتباط فضایی میان متغیّرهای اقتصادی و اجتماعی درون شهر با متغیّرهای آلودگی هوا و صدای شهر تهران است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی عدالت محیط‌زیست شهر تهران، ارتباط توزیع فضایی آلاینده‌های هوا و صدا با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی، میزان تولید و در معرض آلودگی قرارگرفتن را به‌تفکیک منابع متحرّک و ثابت آلودگی هوا بررسی کرده است؛ بدین منظور اطّلاعات آلودگی هوا و صدا شامل (متغیّرهای غلظت آلاینده‌ها مرتبط با ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا و صدا)، منابع ساکن متشکّل از (منابع خانگی و صنایع مختلف دایر در شهر تهران) و منابع متحرّک شامل (درصد مالکیت خودروها و موتورسیکلت‌ها) همچنین اطّلاعات وضعیّت اجتماعی و اقتصادی دربرگیرندهٔ (متغیّرهای سرانهٔ زیربنای مسکونی، میانگین قیمت فروش هر متر مربع مسکن، مالکیت ملکی، درصد کارفرمایان و مدیران، سطح تحصیلات و سطح سواد به‌تفکیک مناطق شهری تهران) بررسی شدند. متغیّرهای یادشده به‌دلیل انعکاس وضعیّت کلّی اجتماعی - اقتصادی شهر تهران (سجادی و احمدی دستجردی، ۱۳۸۷) انتخاب شدند.

غلظت آلاینده‌ها از ایستگاه پایش هوای سازمان کنترل کیفیّت هوای شهر تهران و سازمان حفاظت محیط‌زیست در سال ۱۳۹۴ به‌دست آمد؛ همچنین داده‌های وضعیّت اقتصادی و اجتماعی از آمارنامهٔ سال ۱۳۹۴ شهرداری تهران استخراج شد. دلیل استفاده از اطّلاعات این سال آماری، داده‌های موجود و معتبر ارائه‌شدهٔ شهرداری تهران بوده است و در سال‌های اخیر چنین اطّلاعات جامعی به‌تفکیک مناطق شهر تهران ارائه نشده است. توزیع فضایی وضعیّت موجود غلظت آلاینده‌های هوا با نرم‌افزار جی.آی.اس.[2] و مدل اینترپولاسیون عکس فاصله[3] به‌تفکیک مناطق ۲۲ گانه پهنه‌بندی شده‌اند. به‌منظور بررسی سهم منابع خانگی در تولید آلودگی هوا میزان تولید آلایندهٔ هوا ناشی از مصرف خانگی شامل متان، مونوکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن بررسی شد. براساس آمار شرکت گاز ایران، به‌ازای هر متر مربع مساحت واحد مسکونی سالیانه ۳۹/۵ متر مکعب گاز طبیعی مصرف می‌شود (آمارنامهٔ شهر تهران، ۱۳۹۴).

براساس اندازه‌گیری‌های انجام‌شدهٔ شرکت کنترل کیفیّت هوا و درصد خانه‌های دارای موتورخانه، سرانهٔ تولید آلودگی هر فرد به‌تفکیک هر منطقه در سال ۱۳۹۴ به‌دست آمد. براساس بررسی آژانس همکاری‌های بین‌المللی ژاپن[4] میزان تولید آلاینده از هر متر مکعب گاز و درصد خانه‌های دارای موتورخانه می‌توان سرانهٔ سالیانهٔ تولید آلودگی هوای هر فرد در هر منطقه از تهران را برحسب تن به‌دست آورد. به‌منظور بررسی سهم منابع متحرّک در

1- Dreger
2- ArcGIS
3- Inverse Distance Weighting (IDW)
4- Japan International Cooperation Agency (JICA)

تولید آلودگی هوا براساس طبقات اجتماعی و با استفاده از آمار حمل‌ونقل شهری تهران، درصد مالکیت خودرو و موتورسیکلت به‌تفکیک مناطق ۲۲ گانهٔ شهرداری تهران بررسی شدند. در این پژوهش با توجّه به نبود آمار صحیح سطح درآمد به‌تفکیک مناطق ۲۲ گانهٔ شهر تهران، وضعیّت شغلی ساکنین براساس درصد کارفرمایان و مدیران نسبت به کلّ جمعیّت شاغل در هر منطقه به‌دست آمد. به‌دلیل اینکه این معیار بازتاب‌دهندهٔ وضعیّت درآمدی و خدمات مناسبی نظیر بهره‌مندی از بیمه و خدمات مربوط به حفظ سلامتی است؛ از این شاخص بهره گرفته شد (بهداد و نعمانی، ۱۳۸۷: ۸۵)؛ همچنین سطح تحصیلات و سواد شهروندان در سطح هر منطقه استخراج شد. درنهایت با تلفیق معیارهای یادشده رتبهٔ نهایی وضعیّت اجتماعی و اقتصادی به‌تفکیک مناطق شهری تهران به‌دست آمد.

لازم به ذکر است که به‌دلیل اهمّیت یکسان معیارها در شکل‌دهی رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی مناطق، هر معیار ابتدا امتیازدهی و سپس رتبه‌بندی شده و درنهایت با جمع جبری امتیاز ناشی از رتبه‌بندی هر معیار، رتبهٔ نهایی وضعیّت اجتماعی و اقتصادی به‌تفکیک مناطق به‌دست آمد؛ درنهایت ارتباط میان پارامترهای آلاینده، شامل غلظت آلاینده‌های هوا و صدای ایستگاه‌های پایش هوا و صوت، آلودگی ناشی از مصرف گاز خانگی، درصد مالکیت خودرو و موتورسیکلت با پارامترهای اجتماعی و اقتصادی مناطق با استفاده از روش رگرسیون جغرافیایی وزنی بررسی شده‌اند. رگرسیون وزنی جغرافیایی با تولید داده‌های فضایی این امکان را به‌وجود می‌آورد تا تغییر فضایی در روابط بین متغیّرها بررسی شود. نقشه‌هایی که از این داده‌های فضایی حاصل می‌شوند در پژوهش و تفسیر شرایط موجود نقش کلیدی بازی می‌کنند (کاردوزو[1] و همکاران، ۲۰۱۲). در این روش رگرسیون خطّی داده‌های فضایی در فرایندی ایستا فرض می‌شوند، رگرسیون خطّی عمومی به‌صورت رابطهٔ ۱ است:

$$yi=\beta_0(U_i,V_i)+\Sigma\beta_k(U_i,V_i)X_{ik}+\varepsilon_i \qquad \text{رابطهٔ ۱}$$

فرمول اصلی رگرسیون وزنی جغرافیایی (GWR) رابطهٔ ۱ است. در این رابطه، (U_i,Vi): مختصات i امین نقطه در فضا را نشان می‌دهد $(\beta_k(U_i,V_i)$: تابع پیوسته از $\beta U_i,V_i$ در هر نقطه i است و $X_{i1}.....X_{ik}$: متغیّرهای توضیحی در نقطهٔ i و ε جزء خطا است. وزن‌های wij: به‌عنوان (ui , vi) در هر موقعیّت j=1,2,…,n و دیگر نقاط i تابع پیوسته‌ای از فواصل بین نقاط داده‌ای به‌دست می‌آیند.

$$\beta=\begin{bmatrix}\beta_0(U_1,V_1) & \beta_1(U_1,V_1) & \beta_p(U_1,V_1)\\ \beta_0(U_1,V_1) & \beta_0(U_1,V_1) & \beta_0(U_1,V_1)\end{bmatrix}$$

برآورد ضرایب در (GWR) با استفاده از رابطهٔ ۲ صورت می‌پذیرد:

$$\beta_i=(X^TW(i)X)^{-1}X^TW(i)y \qquad \text{رابطهٔ ۲}$$

W_i: وزن داده‌شده به نقطهٔ داده‌ای n برای تخمین پارامترهای منطقه در موقعیّت i است. نوآوری این روش استفاده از موقعیّت در فضای جغرافیایی به‌جای فضای متغیّرها است. ماتریس W(i): ماتریس مربع وزن برای موقعیّت i، در پهنهٔ مورد مطالعه است (رابطهٔ ۳).

$$w_i=diag[w_{i1},w_{i2},\dots w_{in}]$$

$$W(i)=\begin{matrix}W_{i1} & 0 & 0\\ 0 & W_{i2} & 0\\ 0 & 0 & W_{in}\end{matrix} \qquad \text{رابطهٔ ۳}$$

1- Cardozo

با توجّه به مبانی ارائه‌شده مدل رگرسیونی در رابطهٔ ۴ برای این پژوهش طرّاحی شده است:

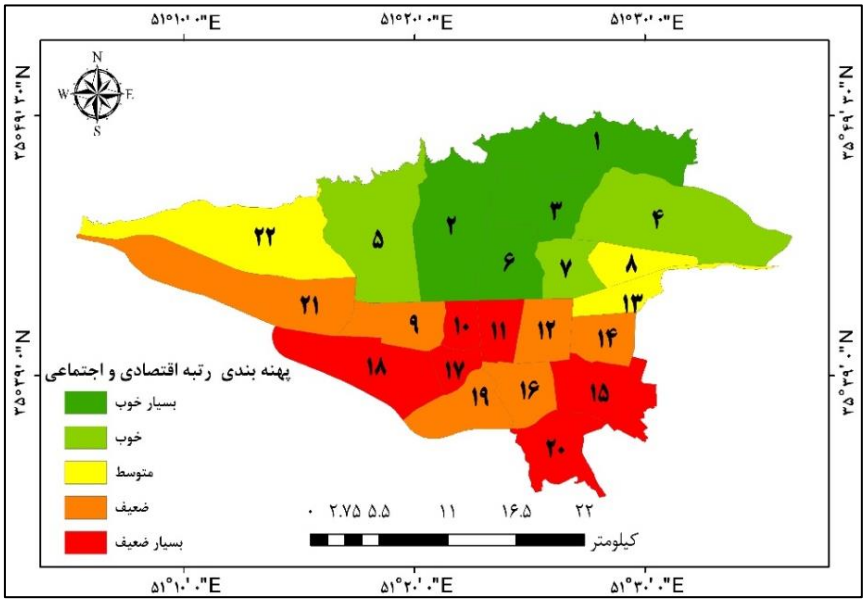
$$l_i=\beta_0+\beta_1 HV_i+\beta_2 MP_i+\beta_5 EP_{i+}\beta_3 UE_i+\beta_4 L_i+\varepsilon_i \qquad \text{رابطهٔ ۴}$$

در این رابطه، l_i: میزان آلودگی هوا و صدا متغیّر وابسته است؛ HV: ارزش مسکن است که خود حاصل‌ضرب متوسّط قیمت فروش هر متر مربع زمین، سرانه زیربنای مسکونی و مجموع مالکیت ملکی در بازهٔ ۹۴-۹۵ است؛ MP: درصد مدیران نسبت به کلّ شاغلین؛ EP: درصد کلّ کارفرمایان نسبت به کلّ شاغلین؛ UE: درصد تحصیلات دانشگاهی نسبت به کلّ دانش‌آموختگان و L_i: درصد باسوادان است.

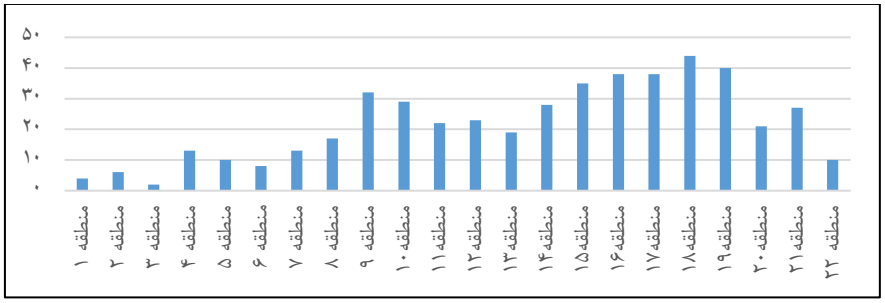
نتایج

تجزیه‌وتحلیل وضعیّت اجتماعی - اقتصادی شهر تهران

نتایج حاصل از تجزیه‌وتحلیل وضعیّت اجتماعی و اقتصادی نشان داد که منطقهٔ سه و هجده به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین رتبه را ازنظر وضعیّت اجتماعی و اقتصادی دارند. منطق امتیازدهی مبتنی بر رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی، امتیاز کمتر را به رتبهٔ بهتر و امتیاز بیشتر را به رتبهٔ پایین‌تر اختصاص داده است؛ به‌طوری‌که امتیاز نهایی بالاتر نشانهٔ آسیب‌پذیری منطقه و امتیاز نهایی پایین‌تر نشانهٔ مرفّه‌بودن منطقه ازنظر رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی شهر تهران بوده است؛ بنابراین وضعیّت اجتماعی و اقتصادی مناطق نوزده، هجده و بیست بسیارضعیف و مناطق سه، دو، یک و شش بسیارخوب تشخیص داده شد (شکل ۱ و ۲).



شکل ۱. نقشهٔ نهایی پهنه‌بندی رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی شهر تهران



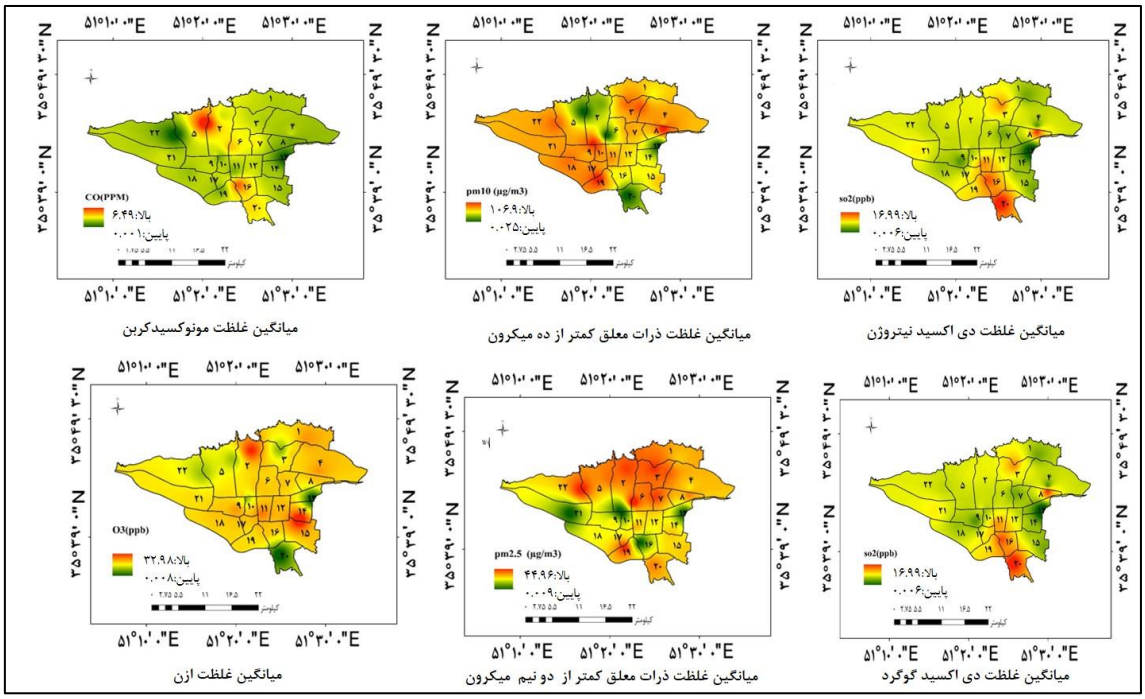
شکل ۲. نتایج حاصل از بررسی وضعیّت اقتصادی و اجتماعی شهر تهران

ارتباط آلودگی هوای ناشی از ایستگاه‌های پایش با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

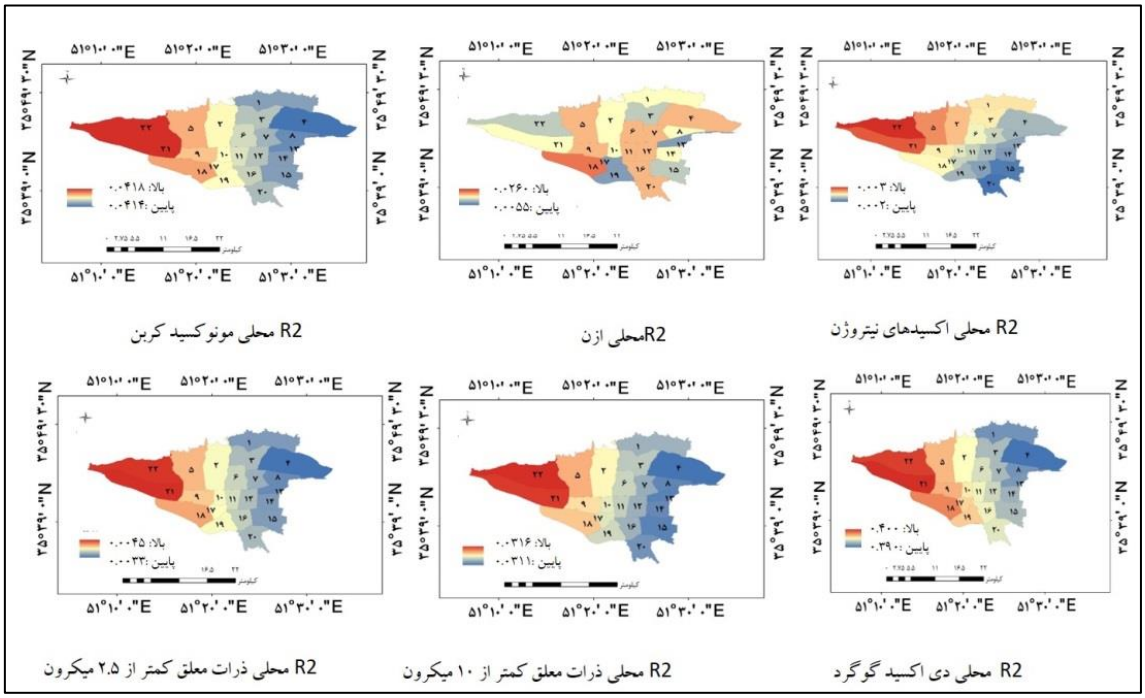
براساس نقشهٔ پهنه‌بندی آلاینده‌های هوا، میزان دی‌اکسید گوگرد در مناطق چهار ۴، ۸، ۱۷، ۱۹، ۱۸ و ۲۰ بیشتر از سایر مناطق است (شکل ۳). دلیل این رخداد را می‌توان مجاورت این مناطق با پالایشگاه تهران و صنایع موجود در مناطق ۴ و ۱۸ دانست؛ همچنین ساکنان این منطقه‌ها ازلحاظ وضعیّت اجتماعی و اقتصادی در سطح پایینی قرار دارند (شکل ۲). میزان ذرّات معلّق کمتر از ۱۰ میکرون در مناطق ۱، ۱۸ و ۲۱ بیشتر از سایر مناطق است. میزان غلظت ازن در مناطق ۲۱ و ۱۸ بیشتر و در منطقهٔ ۲۰ کمتر از سایر مناطق است، میزان غلظت ذرّات معلّق کمتر از ۲/۵ میکرون در مناطق ۱۸، ۱۷ و ۱۹ بیشتر از سایر مناطق است و به‌طور کلّی نیمهٔ شمالی و شرقی تهران ازلحاظ ذرّات معلّق کمتر از ۲/۵ میکرون در وضعیّت بهتری قرار دارند. میزان غلظت دی‌اکسید نیتروژن تقریباً در همهٔ مناطق جز منطقهٔ ۳، ۱ بخشی از منطقهٔ ۲۲ و بخش کوچکی از مناطق ۱۰، ۱۷ و ۱۹ تقریباً بالا است. میزان مونوکسید کربن در مناطق ۱۶، ۲۰ و ۱۹ و بخشی از منطقهٔ ۵ بیشتر از سایر مناطق است که می‌توان علّت آن را در وجود پالایشگاه تهران و نیروگاه آلستوم موجود در منطقهٔ ۲ دانست.

در اوّلین خروجی‌سازی مدل رگرسیون وزنی جغرافیایی، اطّلاعات عمومی مربوط به مدل برآورد شد (جدول ۱ و شکل ۴). این خروجی پارامترهای مدل، همچنین آماره‌هایی را نشان می‌دهد که میزان برازش مدل را منعکس می‌کند. مهم‌ترین مقادیر در اینجا مقادیر R^2 و R^2 تعدیل‌شده (Adjusted R^2) است که درحقیقت بیانگر خوبی و دقّت مدل مورد استفاده است. هرچه این مقادیر به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، به‌معنای آن است که متغیّرهای مستقل مورد استفاده توانسته‌اند به‌خوبی تغییرات متغیّر وابسته را توضیح دهند. مقادیر بسیارکم از عدم پیش‌بینی قوی رگرسیون وزنی جغرافیایی حکایت می‌کند.

میزان R^2 محلّی ناشی از ازن، مونوکسید کربن، اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن و ذرّات معلّق کمتر از ۲/۵ و ۱۰ میکرون ارتباط بسیارناچیزی با وضعیّت اقتصادی و اجتماعی دارد (جدول ۱). در مناطق ۱۵ و ۲۰ بیشترین ارتباط میان غلظت ازن و معیارهای اقتصادی و اجتماعی نسبت به سایر مناطق شهرداری وجود دارد.



شکل ۳. پهنه‌بندی آلاینده‌های هوای تهران به‌تفکیک مناطق ۲۲ گانهٔ شهر تهران



شکل ۴. نتایج حاصل از رگرسیون فضایی میان پارامترهای آلاینده و معیارهای اقتصادی و اجتماعی

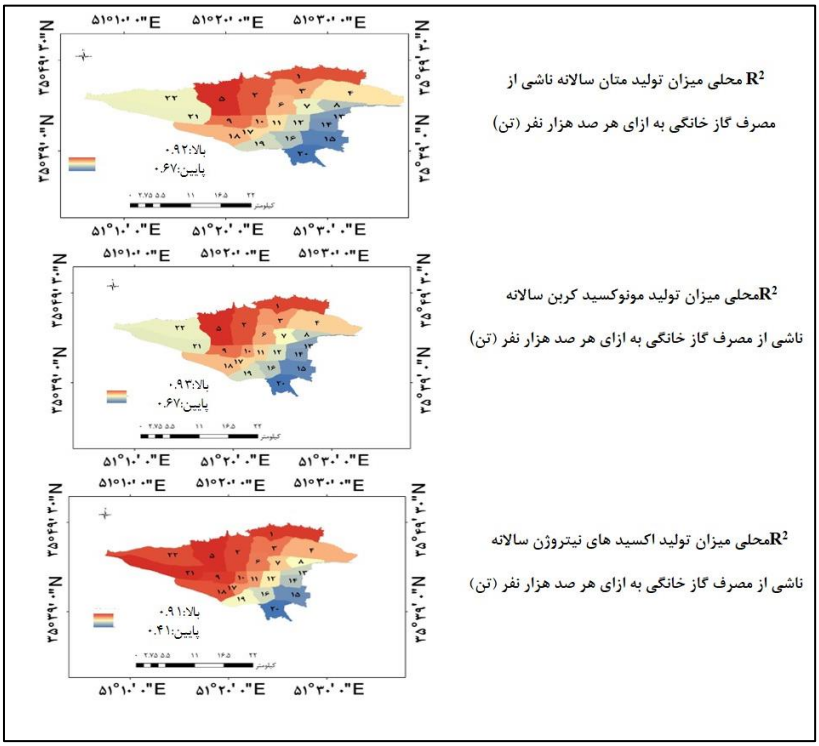
میزان R^2 محلّی تنها برای دی‌اکسید گوگرد برابر با ۰/۴ بوده است که از سایر متغیّرهای این مقدار بیشتر است و میزان برآوردشده و برازش‌شده در بخش غربی تهران را بیش از سایر مناطق پیش‌بینی می‌کند (جدول ۱)؛ با وجود این، می‌توان گفت که یکی از علّت‌های ناشی از کم‌بودن R^2 محلّی نبود داده‌های آلودگی هوا و عدم پراکنش درست ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا است. درهرحال نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی نشان داد که مدل برای متغیّر وابسته و متغیّر مستقل معنی‌دار نیست و میزان غلظت آلاینده‌ها با وضعیّت اجتماعی - اقتصادی مناطق ارتباط معنی‌داری ندارد.

ارتباط آلودگی هوای ناشی از منابع خانگی با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

نتایج حاصل از ارتباط میان تولید آلاینده‌های متان، مونوکسید کربن و دی‌اکسید نیتروژن با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی بیانگر ارتباط قوی میان تولید آلودگی و رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی مناطق است؛ به‌طوری‌که هرچه رتبهٔ اجتماعی و اقتصادی بهتر باشد، میزان تولید آلودگی هوا ناشی از مصرف خانگی نیز بیشتر است (شکل۵). میزان R^2 محلّی ناشی از مدل رگرسیون جغرافیایی بین ۰/۸ تا ۰/۹ است که نشان از دقّت قابل قبول در مدل‌سازی روابط فضایی عوامل اجتماعی و اقتصادی مؤثّر در میزان تولید آلودگی هوا است.

جدول ۱. نتایج حاصل از رگرسیون فضایی آلاینده‌های شهر تهران ۱۳۹۴-۱۳۹۵

پارامترهای مدل	اکسیدهای نیتروژن	اکسیدهای گوگرد	مونوکسید کربن	ازن	ذرّات معلّق کمتر از ۲/۵ میکرون	ذرّات معلّق کمتر از ۱۰ میکرون
طول باند	۲۸۵۷۸۲/۱	۲۸۵۷۸۲/۱	۲۸۵۷۸۲	۴۱۳۹۱/۸	۷۸۰۹۵/۴۷	۲۰۱۹۴/۹۰
مجموع مربعات باقیمانده	۱۴۰۰۶	۱۶۱/۹	۴۰/۸۵	۸۳۵/۷	۱۰۶۴/۴۰	۶۴۷۱/۹
تعداد متغیّرهای تأثیرگذار	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۲۵	۲/۷	۳/۰۱
sigma	۲۶/۴۶	۲/۸۴	۱/۴۲	۶/۵۰	۷/۳۰	۱۸/۴۶
AICc	۲۱۱/۸	۱۱۳/۶۸	۸۳/۳۹	۱۵۰/۱۶	۱۵۵/۲۱	۱۹۶/۴۷
R^2	۰/۰۰۳	۰/۴۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۰۸	۰/۲۱
R^2adjustd	-۰/۰۰۴	۰/۳۹	۰/۰۳	-۰/۰۲	-۰/۰۴	۰/۱۹۸



شکل ۵. نتایج حاصل از رگرسیون میزان آلودگی هوا ناشی از مصرف گاز خانگی و متغیّرهای اقتصادی و اجتماعی

نقشهٔ حاصل از مقادیر R^2 محلّی نشان داد بیشترین ارتباط فضایی میان مونوکسید کربن، متان و وضعیّت اجتماعی و اقتصادی در مناطق ۱، ۲ و ۵ وجود دارد؛ همچنین میان دی‌اکسید نیتروژن با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی ارتباط فضایی قوی در مناطق ۱ و ۴ وجود دارد؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت بیشترین تولیدکنندهٔ آلودگی هوا ناشی از منابع خانگی در شهر تهران مربوط به مناطق با رتبهٔ بالاتر ازنظر وضعیّت اقتصادی و اجتماعی هستند (شکل ۵ و جدول ۲).

ارتباط آلودگی هوای ناشی از صنایع با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

صنایع مولّد آلودگی هوا در شهر تهران شامل پالایشگاه تهران (شهید تندگویان) نیروگاه بعثت، نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، نیروگاه ری، فرودگاه مهرآباد، راه‌آهن تهران، پایانه‌های اتوبوس‌رانی و جایگاه‌های تولید بنزین است (شهبازی و همکاران، ۲۰۱۶: ۳۵). با توجّه به اینکه عمدهٔ بادهای تهران از غرب به شرق هستند، ولی به‌دلیل ضعیف‌بودن و نبود جهت مشخّص سهمی در کاهش آلودگی ندارند؛ همچنین با توجّه به نقشهٔ وضعیّت اجتماعی - اقتصادی و نقشهٔ پهنه‌های آلودگی (شکل ۱ و ۲).

جدول ۲. نتایج حاصل از رگرسیون فضایی آلاینده‌های ناشی از مصرف خانگی شهر تهران

پارامترهای مدل	میزان تولید مونوکسید کربن به‌ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر در سال	میزان تولید اکسیدهای نیتروژن به‌ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر در سال	میزان تولید متان به‌ازای هر ۱۰۰۰۰۰ نفر در سال
طول باند	۷۳۲۳/۲	۷۵۰۱/۶	۷۶۰۲/۷
مجموع مربعات باقیمانده	۵۸۳۰۶۶/۳	۵۷۲۰۷۵/۲	۲۶۵۰۸۶/۳
تعداد متغیّرهای تأثیرگذار	۸/۳	۸/۲	۸/۳
sigma	۲۰۶/۸۷	۱۳۸/۴	۱۳۷/۵
AICc	۳۰۹/۸	۲۹۴/۳	۲۹۱/۱
R^2	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۹۴
R^2adjustd	۰/۹۱	۰/۹۱	۰/۹۱

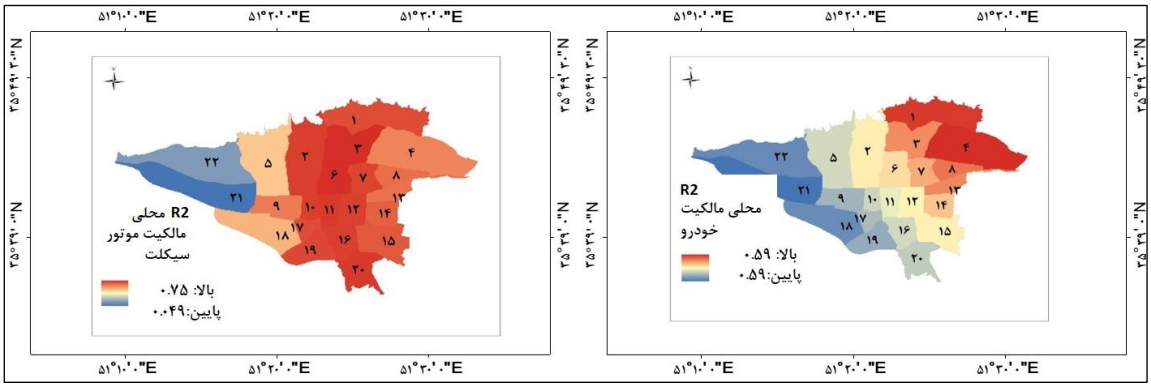
می‌توان دریافت که بیشتر طبقات ضعیف در بخش جنوبی قرار دارند؛ بنابراین باد اثری بر کاهش آلودگی بر طبقات ضعیف اقتصادی و اجتماعی مناطق تهران ندارد. همان‌طور که در نقشهٔ پهنه‌بندی آلودگی هوا و خروجی‌های مدل‌سازی آلودگی هوا نشان داد، در مناطق ۹، ۱۶، ۱۸، ۲۰ و ۲۱ میزان آلاینده‌های دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن و ذرّات معلّق کمتر از ۱۰ میکرون بیش از سایر مناطق است که نشان می‌دهد ساکنین مناطق ۹، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ که ازنظر وضعیّت اجتماعی و اقتصادی در رتبهٔ پایین‌تری قرار دارند، بیشتر از سایر مناطق در معرض آلودگی هستند.

ارتباط منابع متحرّک آلودگی هوا با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

یافته‌های حاصل از سهم تولید آلودگی هوا به‌واسطهٔ منابع متحرّک برای درصد مالکیت موتورسیکلت R^2 محلّی ۰/۸ و برای خودرو عدد ۰/۵ را نشان داد که نشان از تبیین مدل رگرسیون دارد؛ به‌عبارت دیگر میزان تولید آلودگی هوای ناشی از منابع متحرّک در مناطقی که وضعیّت اجتماعی و اقتصادی بهتری دارند بیشتر است، به‌طوری‌که مناطق ۱، ۳ و ۶ بیشترین میزان آلودگی هوا را تولید می‌کنند (جدول ۳ و شکل ۶).

ارتباط قرارگرفتن درمعرض آلودگی صوتی با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

به‌منظور بررسی میزان درمعرض آلودگی صوتی قرارگرفتن شهروندان مناطق مختلف و رابطهٔ میان سطح صدا و متغیّرهای اقتصادی و اجتماعی داده‌های مربوط به سطح صدا از ایستگاه‌های پایش صدا با استفاده از روش رگرسیون وزنی جغرافیایی بررسی شد. نتایج نشان داد که میزان R^2 برای ارتباط میان درمعرض قرارگرفتن سطح صدا براساس وضعیّت اجتماعی و اقتصادی تهران برابر با ۰/۴ بوده است. با وجود این، بیشترین ارتباط میان سطح صدا و رتبهٔ اقتصادی و اجتماعی مربوط به مناطق ۱ و ۴ مشاهده شد، به‌طوری‌که در منطقهٔ ۴ و ۱ شهر تهران، شهروندان کمتر درمعرض آلودگی صوتی براساس سطح صدای پایش‌شدهٔ ایستگاه‌های پایش بوده‌اند و کمترین ارتباط میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی و درمعرض آلودگی قرارگرفتن در مناطق ۱۸، ۲۱ و ۲۲ بوده است (جدول ۴، شکل ۷).



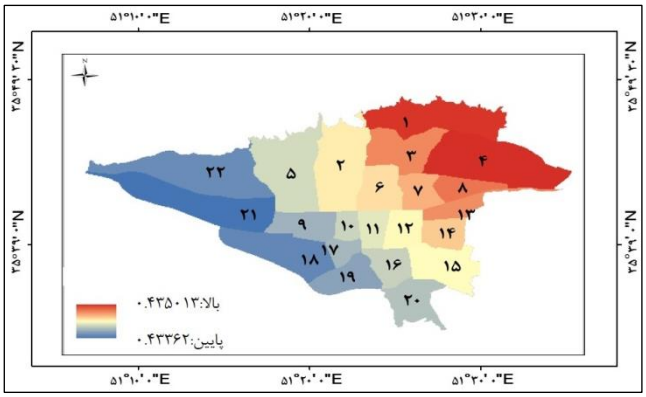
شکل ۶. نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی منابع متحرّک آلودگی هوا با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

جدول ۳. نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی درصد مالکیت خودرو و موتورسیکلت با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

پارامترهای مدل	درصد مالکیت خودرو	درصد مالکیت موتورسیکلت
طول باند	۲۸۵۷۸۲/۱	۷۷۶۱/۸
مجموع مربعات باقیمانده	۱۲۲۹/۸۵	۳۹۰/۵
عدد مؤثّر	۲/۰۰	۷/۷۹
تعداد متغیّرهای تأثیرگذار	۷/۸۴	۵/۲۴
sigma	۱۵۸/۲	۱۴۶/۹
AICc	۰/۵۹	۰/۸۵
R2	۰/۵۷	۰/۷۹
R^2adjustd	۰/۵۷	۰/۷۹

جدول ۴. نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی سطح صدا با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

پارامترهای مدل	درمعرض قرارگرفتن سطح صوت
طول باند	۲۸۵۷۸۲
مربع باقیمانده	۱۰۷/۲
عدد مؤثّر	۲/۰۰۵
سیگما	۲/۳۱۶
AICc	۱۰۴/۶
R2	۰/۴۳
R2ADJUSTED	۰/۴۰



شکل ۷. نتایج حاصل از رگرسیون وزنی جغرافیایی سطح صدا با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی

بحث

با استناد به نتایج نوشتار پیش رو و مقایسه با سایر پژوهش‌های انجام‌شده در این حوزه می‌توان گفت که مطالعهٔ حاضر تأییدکنندهٔ وجود بی‌عدالتی محیط‌زیستی در شهر تهران به‌ویژه ازلحاظ آلودگی است؛ به‌طوری‌که گروه‌های آسیب‌پذیر ساکن مناطق جنوبی شهر بیشتر درمعرض آلودگی قرار دارند و گروه‌های با وضعیّت مطلوب‌تر بیشتر در تولید آلودگی سهیم هستند؛ همچنین الگوی توزیع فضایی سکنی‌گزینی شهروندان تهرانی در انطباق با توپوگرافی و به‌صورت شمالی و جنوبی بوده است، به‌طوری‌که گروه‌ها با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی بهتر در شمال تهران سکنی گزیده و گروه‌های فرودست‌تر در بخش جنوبی ساکن شده‌اند (اعظم آزاده، ۱۳۸۱؛ کرمی، ۱۳۹۳).

ارتباط فضایی میان تولید آلودگی توسّط گروه‌های پردرآمدتر در مطالعات (گرمنی و همکاران، ۲۰۱۴: ۷۷) مشاهده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که مناطق ۱، ۳ و ۶ بیشترین تولید آلودگی هوا ازنظر منبع متحرّک آلودگی هوای تهران (خودروها) و منبع ثابت آلودگی هوا (منابع خانگی) را به‌عهده دارند (جدول ۳ و ۵). نتایج ناشی از مدل رگرسیون جغرافیایی پژوهش حاضر برای میزان تولید آلایندهٔ ناشی از مصرف خانگی، میزان مالکیت خودرو و میزان مالکیت موتورسیکلت با R^2 محلّی ۰/۹۴، ۰/۵۹ و ۰/۵۸ بیانگر دقّت قابل قبول برای روابط میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی و تولید آلودگی هوا بوده است. نبود ارتباط میان غلظت آلاینده‌های ثبت‌شده در ایستگاه‌های پایش هوا در شهر تهران را می‌توان به عوامل توپوگرافی، اقلیمی مستقل از وضعیّت اجتماعی و اقتصادی شهروندان همچنین کمبود داده و نبود توزیع فضایی مناسب این ایستگاه‌ها نسبت داد.

ارتباط میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی و درمعرض آلودگی هوا قرار گرفتن در مطالعات لی و همکاران (۲۰۱۸) بررسی و به اثبات رسیده است. نتایج نوشتار پیش رو در این رابطه نشان داد که ارتباط معنی‌داری میان این دو پارامتر وجود دارد؛ به‌طوری‌که افزایش میزان دی‌اکسید کربن در مناطق جنوبی شهر تهران و منطقهٔ ۴ به‌دلیل مجاورت این مناطق با پالایشگاه تهران و ری همچنین صنایع موجود در مناطق ۴ و ۱۸ بوده است. با توجّه

به وضعیّت مالکیت صنایع، فرودگاه مهرآباد (وزارت راه و شهرسازی)، راه‌آهن تهران نیروگاه‌ها که اغلب دولتی هستند می‌توان نتیجه گرفت که ساکنین مجاور این صنایع سهمی در استفاده از خدمات ناشی از این صنایع ندارند؛ زیرا با بررسی بودجهٔ خانوار ساکنان مجاور این صنایع توانایی خرید خدمت این صنایع را ندارند، امّا بیشتر از سایرین در معرض آسیب‌های ناشی از تولید آلودگی صنایع مجاور محلّ زندگی‌شان هستند. نتایج حاصل از بررسی وضعیّت اجتماعی و اقتصادی شهروندان با آلودگی صدا با R^2 محلّی ۰/۴۳ رابطهٔ میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی مناطق با آلودگی صدا را تأیید نکرد.

در برخی از مطالعات میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی و آلودگی صوتی رابطهٔ معنی‌دار و مستقیمی وجود داشته است (بون و همکاران، ۲۰۱۴: ۴۳؛ درگر و همکاران، ۲۰۱۹: ۳). در برخی از شهرها نیز چنین ارتباط فضایی میان وضعیّت اجتماعی و اقتصادی و آلودگی صدا وجود نداشته است (جفکوت و همکاران، ۲۰۱۲: ۱۴۶). دلیل این رخداد در پژوهش حاضر و شهر تهران را می‌توان به عوامل متعدّدی نظیر پراکنش نادرست ایستگاه‌های پایش صوت در شهر تهران، کمبود داده و سایر عوامل مرتبط فیزیکی و جغرافیایی مرتبط با پراکنش صوت در شهر تهران نسبت داد. در پاسخ به پرسش اصلی این پژوهش که چه کسانی در چه مناطقی سهم بیشتری در تولید آلودگی هوا دارند و چه کسانی در چه مناطقی بیشتر درمعرض آلودگی هوا قرار دارند، می‌توان گفت که ساکنان مناطق ۳، ۱ و ۶ بیش از سایر مناطق در تولید آلودگی سهیم هستند. چنین نتایجی در مطالعهٔ گرمنی و همکاران (۲۰۱۴) و پوئت و همکاران (۲۰۱۴) نیز مشاهده شده است؛ بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آلوده‌کنندگان اصلی هوا در مناطق شمالی‌تر با وضعیّت اجتماعی و اقتصادی بهتری ساکن‌اند. درحالی‌که اثرات نامطلوب ناشی از آلودگی هوای شهر تهران را گروه‌های اجتماعی و اقتصادی ضعیف‌تر و به حاشیه رانده‌شده‌تر ساکن مناطق ۱۸، ۲۰ و ۲۱ متحمّل می‌شوند.

نتیجه‌گیری

یافته‌های نوشتار پیش رو نشان‌دهندهٔ بی‌عدالتی محیط‌زیستی در مناطق شهری تهران به‌واسطهٔ توزیع ناعادلانهٔ فضایی آلودگی هوا بوده است؛ به‌طوری‌که گروه‌های آسیب‌پذیر و کمتربهره‌مند اجتماعی - اقتصادی بیشتر در معرض آلودگی هوا و صدا قرار دارند و بیشتر از سایر گروه‌های اجتماعی از اثرات بی‌عدالتی محیط‌زیست شهری رنج می‌برند؛ درحالی‌که گروه‌های توانمندتر ازلحاظ وضعیّت اجتماعی و اقتصادی سهم بیشتری در تولید آلودگی دارند و به‌واسطهٔ وضعیّت اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کمتر از اثرات بد آلودگی هوا رنج می‌برند؛ بنابراین پژوهش حاضر به‌منظور کاهش بی‌عدالتی محیط‌زیستی در شهر تهران، به برنامه‌ریزان فضایی پیشنهاد می‌کند که مکان‌یابی، توزیع و تخصیص بودجه در شهر تهران براساس سطح نیازمندی حال و آیندهٔ ساکنان شهر باشد؛ به‌گونه‌ای‌که سطح برخورداری ساکنان مناطق با سطح نیازمندی آن‌ها تطابق داشته باشد؛ همچنین با پایش مداوم و توزیع فضایی متناسب ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا در مناطق جنوبی‌تر به بررسی دقیق وضعیّت آلودگی در این مناطق بپردازند. پیشنهاد می‌شود واحدهای صنعتی آلاینده در مجاورت مناطق کم‌بهره‌مندتر به‌دقّت نظارت شوند و درصورت انتشار بیش‌ازحدّ آلودگی با اجرای اقدامات ضربتی و نظارتی عواید حاصل از جریمهٔ آلودگی این واحدها برای بهبود وضعیّت مناطق آسیب‌پذیرتر بکوشند تا گام‌هایی به‌منظور کاهش بی‌عدالتی محیط‌زیستی این مناطق برداشته شود.

منابع

اعظم آزاده، منصوره (۱۳۸۲). چگونگی جدایی‌گزینی سکونتی در شهر تهران. *فصلنامهٔ علمی - پژوهشی علوم انسانی دانشگاه*

الزهرا، ۱۲ و ۱۳ (۴۴ و ۴۵)، ۲۵-۵۰.

بهداد، سهراب؛ نعمانی، فرهاد (۱۳۸۷). *طبقه و کار در ایران*. تهران: آگاه.

سجادی، ژیلا؛ احمدی دستجردی، حمید (۱۳۸۷). بررسی علل و پیامدهای اجتماعی و فضایی مهاجرت‌های درون‌شهری مطالعهٔ موردی: بافت قدیم تهران‌پارس در منطقهٔ ۸ شهرداری، *پژوهش‌های جغرافیایی انسانی*، *۶۶*، ۹۹-۱۱۶.

شرکت کنترل کیفیت هوا (۱۳۹۴). *گزارش سالیانهٔ کیفیت هوا تهران در سال ۱۳۹۴*. برگرفته از: http://airnow.tehran.ir

شهرداری تهران (۱۳۹۴). *آمارنامهٔ شهر تهران*. تهران: انتشارات سازمان فناوری اطّلاعات و ارتباطات شهر تهران.

کرمی، تاج‌الدین (۱۳۹۳). تبیین نقش توزیع مکانی قشربندی اجتماعی در آسیب‌پذیری از مخاطرات محیطی شهر تهران. *نشریهٔ تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ۱ (۱)، ۶۷-۸۳.

Refrences

Air Quality Control Company (2015). *Tehran Air Quality Annual Report 2015*, http://airnow.tehran.ir/. (In Persian)

Azam Azadeh, M. (2002) How to Resettle in Tehran. *Journal of Humanities of Alzahra University*, *45*, 25-50. (In Persian)

Behdad, S. & Nomani, F. (2006). *Class and Labor in Iran*. Informative Publications (In Persian).

Boone, C. G., Fragkias, M., Buckley, G. L. & Grove, J. M. (2014). A long view of polluting industry and environmental justice in Baltimore. *Cities*, *36*, 41-49.

Cardozo, O. D., García-Palomares, J. C. & Gutiérrez, J. (2012). Application of geographically weighted regression to the direct forecasting of transit ridership at station-level. *Applied Geography*, *34*, 548-558.

Davoudi, S. & Brooks, E. (2012). *Environmental Justice and the City: Full Report*. Newcastle: Newcastle University, Global Urban Research Unit.

Dreger, S., Schüle, S. A., Hilz, L. K. & Bolte, G. (2019). Social inequalities in environmental noise exposure: A review of evidence in the WHO European Region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16* (6), 1011.

Environmental Protection Agency (EPA). (2014). *Last updated on environmental justice* issue. http://www.epa.gov/environmentaljustice/.

Ernstson, H. (2013). The social production of ecosystem services: A framework for studying environmental justice and ecological complexity in urbanized landscapes. *Landscape and Urban Planning*, *109* (1), 7-17.

Fann, N., Lamson, A. D., Anenberg, S. C., Wesson, K., Risley, D. & Hubbell, B. J. (2012). Estimating the national public health burden associated with exposure to ambient PM2. 5 and ozone. *Risk Analysis: An International Journal*, *32* (1), 81-95.

Germani, A. R., Morone, P. & Testa, G. (2014). Environmental justice and air pollution: A case study on Italian provinces. *Ecological Economics*, *106*, 69-82.

Goodman, A., Wilkinson, P., Stafford, M. & Tonne, C. (2011). Characterising socio-economic inequalities in exposure to air pollution: a comparison of socio-economic markers and scales of measurement. *Health & Place*, *17* (3), 767-774.

Jephcote, C. & Chen, H. (2012). Environmental injustices of children's exposure to air pollution from road-transport within the model British multicultural city of Leicester: 2000-09. *Science of the Total Environment*, *414*, 140-151.

Jerrett, M., Burnett, R. T., Kanaroglou, P., Eyles, J., Finkelstein, N., Giovis, C. & Brook, J. R. (2001). A GIS–environmental justice analysis of particulate air pollution in Hamilton, Canada. *Environment and Planning*, *33* (6), 955-973.

karami, T. (2014), the Role of Social Stratification in the Spatial Distribution of Vulnerability To Environmental Hazards in the City of Tehran. *Journal of Spatial Analysis of Environmental Hazards*, *1*, 14-18 (In Persian).

Li, V. O., Han, Y., Lam, J. C., Zhu, Y. & Bacon-Shone, J. (2018). Air pollution and environmental injustice: Are the socially deprived exposed to more PM2. 5 pollution in Hong Kong?. *Environmental Science & Policy*, *80*, 53-61.

Moreno-Jimenez, A., Cañada-Torrecilla, R., Vidal-Domínguez, M. J., Palacios-Garcia, A. & Martinez-Suarez, P. (2016). Assessing environmental justice through potential exposure to air pollution: a socio-spatial analysis in Madrid and Barcelona, Spain. *Geoforum, 69*, 117-131.

Pope, C. A., Dockery, D. W. & Schwartz, J. (1995). Review of epidemiological evidence of health effects of particulate air pollution. *Inhalation Toxicology, 7* (1), 1-18.

Puett, R. C., Hart, J. E., Yanosky, J. D., Spiegelman, D., Wang, M., Fisher, J. A. & Laden, F. (2014). Particulate matter air pollution exposure, distance to road, and incident lung cancer in the nurses' health study cohort. *Environmental Health Perspectives, 122* (9), 926-932.

Robbins, P. (2014). Cries along the chain of accumulation. *Geoforum, 54*, 233-235.

Rotko, T. (2004). *Social Aspects of Air Pollution, Sociodemographic differences in exposure, perceived annoyance and concern about air pollution*. University of Helsinki: National Public Health Institute.

Sajadi, Z., Ahmadi & D. H. (2009). The Causes and Socio-Spatial Impacts of Intra-Urban Migration, the Case: Old Neighborhood of Tehran Pars, *Human Geographical Research, 8*, 99-116. (In Persian).

Shahbazi, H., Reyhanian, M., Hosseini, V. & Afshin, H. (2016). The relative contributions of mobile sources to air pollutant emissions in Tehran, Iran: an emission inventory approach. *Emission Control Science and Technology, 2* (1), 44-56.

Statistics Information and Communication Technology Organization (2015). *Statistics of Tehran city*. Publications of Tehran City.Tehran. (In Persian).

Stewart, J. A., Mitchell, M. A., Edgerton, V. S. & VanCott, R. (2015). Environmental justice and health effects of urban air pollution. *Journal of the National Medical Association, 107* (1), 50-58.

World Health Organization (2014). *Ambient Air Pollution: A global assessment of exposure and burden of disease*. WHO document production service. Geneva, Switzerland.