



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

مقاله پژوهشی

## ارزیابی نابرابری محیطی در مواجهه به آلاینده‌های هوای شهری در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در سال ۱۳۹۰

فرزاد خدامراد<sup>۱</sup>، اکبر فتوحی<sup>۱</sup>، مسعود یونسیان<sup>۲</sup>، محمدحسین امامیان<sup>۳</sup>، هیرش امینی<sup>۴</sup>، منصور شمسی پور<sup>۵</sup>\*

۱. گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۲. گروه روش شناسی و تحلیل اطلاعات، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
۴. دانشگاه علوم پزشکی شاهرود، مرکز تحقیقات علوم رفتاری و اجتماعی در سلامت، شاهرود، ایران
۵. گروه اپیدمیولوژی و سلامت همگانی، انستیتو سلامت همگانی و تروپیکال سوئیس، دانشگاه بازل، بازل، سوئیس
۶. مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران
۷. نویسنده مسئول) گروه روش شناسی و تحلیل اطلاعات، پژوهشکده محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

### چکیده

### اطلاعات مقاله:

زمینه و هدف: هدف مطالعه حاضر ارزیابی نابرابری در مواجهه طولانی مدت به آلاینده‌های هوای شهری در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در سال ۱۳۹۰ است.

۹۵/۰۷/۱۲

تاریخ دریافت:

روش بررسی: پژوهش حاضر یک مطالعه اکولوژیک است و در آن از شاخص تمرکز برای بررسی نابرابری استفاده شده است. در این بررسی مقادیر غلظت‌های آلاینده‌های  $SO_2$ ،  $NO_2$ ،  $PM_{10}$  در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران از روش *Land use regression* بدست آمده‌اند. متغیرهایی که اثر آنها بر توزیع مواجهه با آلاینده‌ها بررسی شده‌اند عبارت بودند از: سطح تحصیلات، اشتغال و داشتن خودروی شخصی که از طریق سایت شهرداری تهران و داده‌های سرشماری کشوری بدست آمدند.

۹۵/۱۰/۰۱

تاریخ ویرایش:

یافته‌ها: برای آلاینده  $PM_{10}$  شاخص تمرکز برای بی‌سواد، افراد دارای تحصیلات دانشگاهی و مالکین خودروی شخصی به ترتیب برابر بود با  $۰/۰۵۹$  (تا  $۰/۱۱۳$ )،  $۰/۰۵۶$  (تا  $۰/۱۱۰$ ) و  $۰/۰۰۱$  (تا  $۰/۰۱۶$ ) و  $۰/۰۳۱$  (تا  $۰/۱۲۷$ ) که از لحاظ آماری معنی‌دار بود. این شاخص برای شاغلین برابر بود با  $۰/۰۱۶$  که معنی‌دار نبود. در مورد آلاینده‌ها  $SO_2$ ،  $NO_2$  برای بی‌سواد، افراد دارای تحصیلات دانشگاهی، شاغلین و مالکین خودروی شخصی نابرابری وجود نداشت.

۹۵/۱۰/۰۸

تاریخ پذیرش:

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان می‌دهد بین مناطق مختلف تهران از نظر مواجهه به آلاینده  $PM_{10}$  از نظر جمعیت بی‌سواد، تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی نابرابری وجود دارد. توجه به این زیر گروه‌ها در زمینه تحقیقات بیشتر و سیاست‌گذاری در زمینه آلاینده‌های محیطی می‌تواند کمک‌کننده باشد.

۹۵/۱۲/۱۶

تاریخ انتشار:

واژگان کلیدی: نابرابری محیطی، آلودگی هوا، تهران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:

shamsipour@sina.tums.ac.ir

## مقدمه

آلودگی هوا اثرات حاد و مزمنی روی سلامت انسان دارد. مواجهات کوتاه و بلند مدت در ارتباط با میرایی زودرس و کاهش امید به زندگی بوده است (۱). سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا (US.EPA) سموم هوا را به عنوان آلوده‌کننده‌هایی که به عنوان علت سرطان یا دارای دیگر اثرات مضر بر سلامت و یا دارای اثرات محیطی زیان آور شناخته شده‌اند، تعریف کرده است (۲). مواجهه با آلودگی هوا می‌تواند باعث آبریزش چشم، سوزش بینی، دهان و گلو، ایجاد یا بدتر شدن بیماری‌های ریوی مانند آسم، برونشیت و آمفیژم شود (۳). براساس نتیجه مطالعه بار بیماری‌های جهانی در سال ۲۰۱۰، ۳/۱ درصد (۲/۷ - ۳/۴) از کل DALY (بار بیماری‌ها) جهانی و ۳/۱ میلیون مرگ به ذرات معلق به عنوان یکی از آلاینده‌های هوای بیرونی منتسب شده است (۴). مواجهه با ذرات معلق (PM)، NOx و SO<sub>2</sub> خطر مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی را بالا می‌برد (۵). مطالعاتی به صورت پراکنده در سطح کشور ایران در مورد عوامل خطر محیطی صورت گرفته است. برای مثال در مطالعه‌ای که در شهر تهران در سال ۲۰۱۲ انجام شده است، نشان داده شد که میانگین سالانه PM<sub>10</sub> در تهران ۱/۳ برابر میانگین جهانی (۷۱ μg/m<sup>3</sup>) و ۴/۵ برابر مقادیر توصیه شده سازمان جهانی بهداشت است. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهد میانگین سالیانه NO<sub>2</sub> در تهران ۲/۱ برابر مقدار توصیه شده سازمان جهانی بهداشت است (۶). مفهوم نابرابری محیطی به اثرات منفی بیشتر روی سلامت به علت ضرر و زیان‌های محیطی در بعضی جمعیت‌ها نسبت به جمعیت‌های دیگر مربوط می‌شود (۷). دیده شده است جمعیت‌های با وضعیت اقتصادی اجتماعی پایین و محرومیت بالاتر احتمال بالاتری برای مواجهه با آلاینده‌های منتشر شده نسبت به جمعیت‌های با درآمد بالاتر و وضعیت اقتصادی اجتماعی بهتر داشته‌اند (۸). مطالعات مقایسه‌ای نشان داده‌اند که جمعیت‌های با درآمد پایین و اقلیت‌های قومی خطر سرطان را که در ارتباط با آلوده‌کننده‌های NO<sub>2</sub> و PM<sub>2.5</sub> است ۱۲-۳ برابر بالاتر از جمعیت‌های با درآمد بالا به دلیل توزیع نابرابر آلاینده‌ها تجربه می‌کنند (۸). براساس نتایج مطالعات خطر نسبی برآورد شده برای مرگ و میر مربوط به میانگین سالانه PM<sub>2.5</sub> در میان افراد با سطح

آموزش کمتر از دبیرستان در مقایسه با افراد با سطح آموزش بالاتر از دبیرستان بیشتر است (۹). طی مطالعه‌ای مشخص شده که گروه‌های نژادی در اقلیت مواجهه بالاتری با PM<sub>2.5</sub> نسبت به سفیدپوستان داشته‌اند و همچنین مشخص شد که مواجهه با PM<sub>2.5</sub> برای اشخاص بیکار ۲/۳ درصد بیشتر از افراد دارای کار است و افراد زیر سطح فقر ۳ درصد مواجهه بالاتری نسبت به افراد بالای سطح فقر داشته‌اند (۷). با توجه به نتایج مطالعات مختلف که حاکی از وجود نابرابری در مواجهه با آلودگی هوا در بین گروه‌های مختلف است. همچنین با توجه به اینکه تهران به عنوان یکی از کلان شهرهای بزرگ دنیا از تراکم جمعیت بالایی برخوردار است این مطالعه با هدف ارزیابی نابرابری محیطی در مواجهه با آلاینده‌های هوای شهری در سطح مناطق ۲۲ گانه این شهر انجام شده است. شناخت الگوی نابرابری محیطی در بین زیر گروه‌های مختلف جمعیت می‌تواند در سیاست‌گذاری‌های مختلف و محافظت از این زیر گروه‌ها کمک کننده باشد.

## مواد و روش‌ها

## - داده‌ها

روش مطالعه حاضر اکولوژیک است، یعنی داده‌هایی که در این مطالعه استفاده شده است در سطح فردی نیستند و تمام شاخص‌ها و متغیرها در سطح اکولوژیک گردآوری شده‌اند. براساس تقسیم‌بندی‌های شهرداری، تهران به ۲۲ منطقه شهرداری تقسیم می‌شود، لذا واحد آنالیز مطالعه حاضر مناطق ۲۲ گانه شهر تهران است. داده‌هایی که در این مطالعه استفاده شده‌اند شامل: داده‌های مربوط به اشتغال، تحصیلات و مالکیت خودروی شخصی در سطح مناطق است که از طریق سایت شهرداری تهران و داده‌های سرشماری سال ۱۳۹۰ از مرکز آمار ایران بدست آمدند. همچنین داده‌های مربوط به غلظت آلاینده‌های شهری (PM<sub>10</sub>، NO<sub>2</sub> و SO<sub>2</sub>) از نتایج مطالعه‌ای استفاده شده‌اند که در سال ۲۰۱۰ برای مناطق ۲۲ گانه تهران انجام شده است. این مطالعه براساس یکی از روش‌های ارزیابی مواجهه بنام LUR (Land Use Regression) (۱۰) توزیع فضایی طولانی مدت آلاینده‌های فوق الذکر را مدل‌سازی و پیش‌بینی کرده است این روش از متغیرهای مختلف جغرافیایی اطراف هر ایستگاه اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا (مانند موقعیت جاده، پوشش

شخصی را نشان می‌دهد. جدول ۲ میانگین غلظت آلاینده‌های  $SO_2$ ،  $NO_2$ ،  $PM_{10}$  را در سطح مناطق ۲۲ گانه تهران نشان می‌دهد. آلوده‌ترین مناطق از نظر  $PM_{10}$  مناطق ۱۶ و ۸ هستند. آلوده‌ترین مناطق از نظر  $NO_2$  منطقه ۲۱ و ۲ هستند. آلوده‌ترین مناطق از نظر  $SO_2$  منطقه ۲۱ و ۲ هستند. جدول ۳ شاخص تمرکز برای آلاینده‌های  $SO_2$ ،  $NO_2$ ،  $PM_{10}$  بر حسب جمعیت شاغلین، بی‌سواد، تحصیلات دانشگاهی و مالکین خودروی شخصی را در مناطق ۲۲ گانه تهران نشان می‌دهد. همان گونه که در این جدول دیده می‌شود برای آلاینده  $PM_{10}$  شاخص تمرکز برای بی‌سوادی مثبت است (۰/۰۵۹) که نشان‌دهنده نابرابری در سطح مناطق است.

به گونه‌ای که در مناطق با بی‌سوادی بیشتر، آلاینده‌ها بیشتر است. در اینجا چون فاصله اطمینان شاخص تمرکز عدد صفر را در برنگرفته است لذا این رابطه از لحاظ آماری معنی‌دار است. برای متغیرهای تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی مقدار شاخص منفی است (به ترتیب  $-0/056$  و  $-0/079$ ) که نشان‌دهنده نابرابری در مناطق است به گونه‌ای که در مناطق با تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی کمتر، آلاینده‌ها بیشتر است که از لحاظ آماری معنی‌دار است. در این جدول برای آلاینده  $SO_2$  و  $NO_2$  شاخص تمرکز برای هیچکدام از متغیرهای شغل، بی‌سوادی، تحصیلات دانشگاهی مالکیت خودروی شخصی معنی‌دار نشده است. نمودار ۱ منحنی تمرکز آلاینده  $PM_{10}$  برای مالکین خودروی شخصی، تحصیلات دانشگاهی، بی‌سوادی و شاغلین در مناطق ۲۲ گانه تهران را نشان می‌دهد. قرار گرفتن منحنی تمرکز بالای خط برابری نشان‌دهنده نابرابری در مناطق است به گونه‌ای که در مناطق با تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی کمتر، آلاینده‌ها بیشتر است که از نظر آماری معنی‌دار است. قرار گرفتن منحنی تمرکز پایین خط برابری برای بی‌سوادی نشان‌دهنده نابرابری بیشتر در مناطقی است که بی‌سوادی بیشتر است که از نظر آماری معنی‌دار است. چون منحنی تمرکز برای شاغلین از خط برابری عبور کرده نشان‌دهنده عدم وجود نابرابری برای شاغلین است.

فضای سبز، تراکم جمعیت، ارتفاع و غیره) به عنوان متغیر پیشگو و غلظت‌های اندازه‌گیری شده در سطح ایستگاه‌ها به عنوان متغیر پیامد استفاده می‌کند و از طریق مدل‌های رگرسیون چند متغیره در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی برای تمام نقاط سطح شهر غلظت‌ها را پیش‌بینی می‌کند.

## - آنالیز آماری

در این مطالعه برای ارزیابی نابرابری مواجهه در آلودگی هوا از شاخص تمرکز (Concentration Index) استفاده شده است. مقدار عددی این شاخص بین  $-1$  تا  $+1$  تغییر می‌کند. مقدار صفر این شاخص نشان‌دهنده وجود برابری است و هر چه این مقدار به سمت  $-1$  و  $+1$  میل می‌کند، حاکی از نابرابری بیشتر است. در این مطالعه، محور  $X$  در منحنی تمرکز درصد تجمعی جمعیت مورد نظر (رتبه‌بندی شده براساس متغیرهای شغل، بی‌سوادی، تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی) را نشان می‌دهد. محور  $Y$  درصد تجمعی آلاینده برای مناطق ۲۲ گانه شهر تهران را که آلاینده‌های  $PM_{10}$ ،  $SO_2$  و  $NO_2$  هستند، نشان می‌دهد. اگر منحنی تمرکز در قسمت بالا (مقدار شاخص تمرکز منفی) یا پایین (مقدار شاخص تمرکز مثبت) خط برابری قرار گرفت یعنی نابرابری در سطح مناطق وجود دارد. برای مثال در مورد متغیر مالکین خودروی شخصی به این صورت تفسیر می‌شود که اگر منحنی تمرکز بالای خط برابری قرار گرفت، یعنی تمرکز آلاینده در مناطق با مالکیت خودروی شخصی کمتر، بیشتر است و مقدار عددی شاخص نیز در این حالت منفی می‌شود. همچنین اگر منحنی تمرکز پایین خط برابری قرار گرفت یعنی در مناطق با مالکیت خودروی شخصی بیشتر، تمرکز آلاینده‌ها بیشتر است و در این حالت مقدار شاخص مثبت می‌شود. در این مطالعه برای محاسبه شاخص تمرکز از پکیج (Distributive Analysis Stata Package (DASP)) در نرم افزار (STATA) استفاده شد.

## یافته‌ها

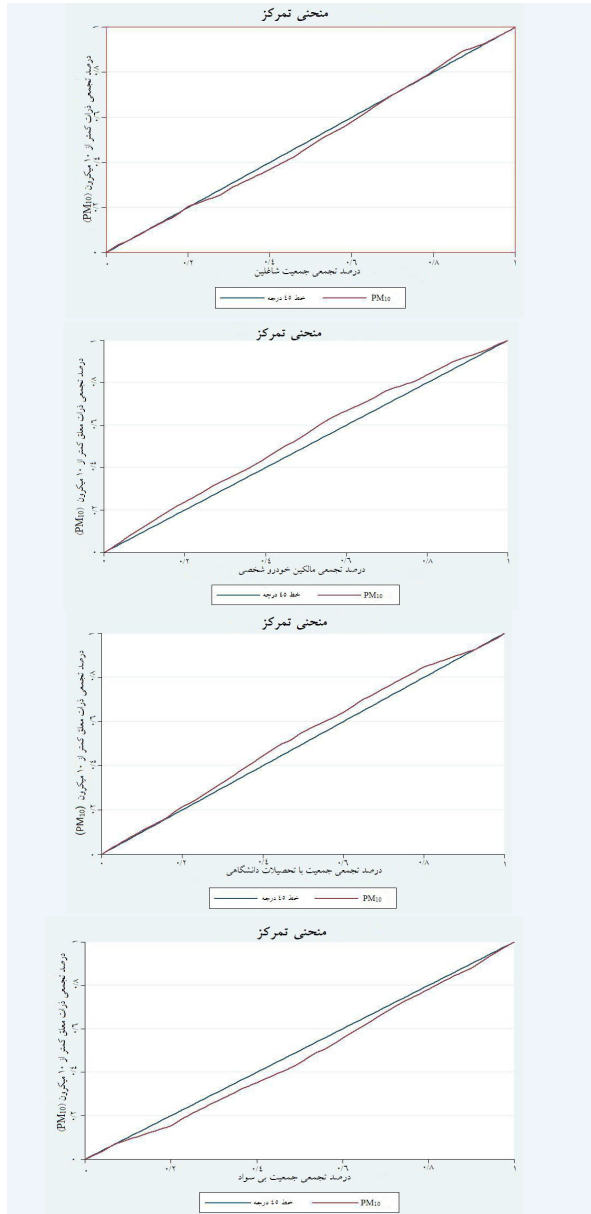
جدول ۱ تعداد جمعیت در هر منطقه از مناطق ۲۲ گانه تهران و تعداد جمعیت هر منطقه را بر حسب متغیرهای شاغلین، افراد با تحصیلات دانشگاهی، بی‌سوادی و افراد دارای خودروی

جدول ۱- وضعیت مناطق ۲۲ گانه شهر تهران بر حسب شاغلین، افراد با تحصیلات دانشگاهی، افراد بی سواد و افراد دارای خودروی شخصی در سال ۱۳۹۰

منطقه	شاغلین	تعداد افراد با تحصیلات دانشگاهی	تعداد افراد بی سواد	تعداد افراد دارای خودروی شخصی	جمعیت منطقه
۱	۱۲۹۱۳۴	۲۴۰۷۳۰	۱۳۲۶۲	۳۱۳۸۴۸	۴۳۶۲۶۴
۲	۱۷۰۶۸۴	۳۸۹۳۵۰	۱۷۳۲۱	۴۷۸۸۶۴	۶۳۲۱۶۵
۳	۹۳۵۷۰	۲۰۳۷۴۷	۶۴۴۲	۲۳۸۰۲۳	۳۱۲۷۳۶
۴	۲۳۱۴۴۷	۳۳۰۹۰۵	۴۴۲۵۱	۵۷۶۹۶۲	۸۴۹۳۴۸
۵	۲۰۹۴۳۴	۴۱۳۶۴۰	۳۲۷۱۴	۵۹۵۱۱۲	۷۹۲۱۱۱
۶	۶۲۱۶۳	۱۵۰۳۳۷	۵۰۱۳	۱۵۶۶۸۵	۲۲۹۹۸۰
۷	۹۷۴۷۶	۱۴۰۹۰۳	۱۱۶۱۵	۱۸۷۸۲۹	۳۰۹۷۴۵
۸	۱۰۸۹۶۸	۱۴۸۷۶۶	۲۱۶۱۹	۲۳۲۵۹۹	۳۷۷۹۶۴
۹	۴۳۶۸۷	۴۲۹۱۰	۱۲۸۷۱	۸۰۹۳۸	۱۵۸۵۱۶
۱۰	۸۵۸۲۸	۹۴۹۱۳	۱۸۳۲۲	۱۳۹۷۹۶	۳۰۲۸۵۲
۱۱	۸۴۶۱۴	۹۳۱۹۳	۱۷۷۳۷	۱۴۲۷۹۵	۲۸۸۸۱۴
۱۲	۶۸۰۹۹	۶۲۴۶۶	۲۰۳۱۶	۱۰۱۹۲۰	۲۴۰۷۲۰
۱۳	۷۷۹۷۷	۱۰۵۰۸۳	۹۶۳۳	۱۷۱۲۱۹	۲۷۶۰۲۷
۱۴	۱۲۲۶۸۳	۱۲۴۰۶۵	۲۹۰۲۱	۲۴۲۴۶۹	۴۴۵۷۹۸
۱۵	۱۸۳۴۹۰	۱۰۹۷۳۷	۶۱۶۵۱	۳۱۸۴۴۹	۶۳۶۸۹۸
۱۶	۷۷۱۴۸	۵۲۱۹۰	۳۱۹۲۴	۱۲۲۲۸۵	۲۸۷۸۶۶
۱۷	۶۴۱۷۲	۶۶۷۰۴	۲۹۰۴۷	۱۰۹۳۰۰	۲۵۳۲۴۵
۱۸	۱۱۰۲۸۷	۶۷۶۶۷	۳۸۴۷۱	۲۰۱۸۲۸	۳۹۱۳۶۸
۱۹	۶۸۶۸۲	۳۷۲۲۸	۲۸۱۹۶	۱۲۷۷۸۲	۲۳۹۵۶۳
۲۰	۹۳۰۷۰	۷۶۴۸۸	۳۰۷۵۱	۱۷۶۶۶۰	۳۳۹۷۹۷
۲۱	۴۲۱۱۸	۵۳۳۴۴	۹۶۷۹	۱۱۱۲۵۷	۱۶۲۶۸۱
۲۲	۳۴۲۰۳	۵۵۲۹۶	۶۶۹۶	۱۰۱۳۲۱	۱۲۸۷۷۷

جدول ۲- میانگین غلظت آلاینده‌های هوا در سطح مناطق ۲۲ گانه تهران در سال ۲۰۱۰

منطقه	PM <sub>۱۰</sub> (μg/m <sup>۳</sup> )	SO <sub>۲</sub> (ppb)	NO <sub>۲</sub> (ppb)
۱	۵۹/۴	۴۵/۶	۴۸/۴
۲	۶۰/۵	۸۱/۸	۶۷
۳	۸۷/۱	۴۹/۴	۵۲/۹
۴	۸۲	۳۸/۹	۵۵/۴
۵	۹۲	۲۰/۵	۴۴/۲
۶	۱۱۰/۳	۴۳/۳	۵۳/۵
۷	۹۵	۴۵/۵	۵۵/۲
۸	۱۲۰/۴	۳۷/۵	۴۴/۷
۹	۱۱۸/۲	۷۰/۲	۵۲/۸
۱۰	۱۱۵/۱	۲۵/۳	۴۴/۸
۱۱	۱۱۲/۷	۴۴/۳	۵۸
۱۲	۱۱۱	۷۸/۴	۶۲
۱۳	۱۱۴/۱	۲۹/۳	۴۴/۷
۱۴	۱۱۳/۹	۲۱/۳	۴۴/۱
۱۵	۹۸/۲	۴۳/۵	۳۸/۸
۱۶	۱۲۵/۵	۶۰/۶	۴۰/۸
۱۷	۱۱۰/۶	۵۶/۹	۵۹/۲
۱۸	۸۵/۳	۶۴/۵	۵۲
۱۹	۱۰۵/۹	۲۰/۵	۴۸/۹
۲۰	۹۰/۱	۵۲/۴	۲۴/۱
۲۱	۶۶/۵	۸۶/۶	۷۷/۴
۲۲	۷۲	۱۹/۱	۵۷
میانگین	۹۷/۵	۴۶/۶	۵۱/۱



نمودار ۱- نابرابری در مالکین دارای خودروی شخصی، تحصیلات دانشگاهی، شاغلین و بی سوادها در سطح مناطق ۲۲ گانه برای PM<sub>10</sub>

جدول ۳- شاخص تمرکز برای آلاینده‌های  $SO_2$ ,  $NO_2$ ,  $PM_{10}$  در مناطق ۲۲ گانه تهران در سال ۱۳۹۰

شاخص تمرکز ( دامنه اطمینان)	متغیر	آلاینده
۰/۰۷۶ ( -۰,۰۴۳ - ۰/۰۱۶ )	شاغلین	$PM_{10}$
۰/۰۵۹ ( ۰,۰۰۴ - ۰,۱۱۳ )	بی سواد	
-۰/۰۵۶ ( -۰/۱۱۰ - -۰/۰۰۱ )	تحصیلات دانشگاهی	
-۰/۰۷۹ ( -۰/۱۲۷ - -۰/۰۳۱ )	مالکین خودروی شخصی	
-۰/۰۲۲ ( -۰/۰۷۲ - ۰/۰۲۸ )	شاغلین	$NO_2$
-۰/۰۴۰ ( -۰/۰۹۳ - ۰/۰۱۳ )	بی سواد	
-۰/۰۰۷ ( -۰/۰۵۹ - ۰/۰۴۴ )	تحصیلات دانشگاهی	
-۰/۰۳۱ ( -۰/۰۸۱ - ۰/۰۱۷ )	مالکین خودروی شخصی	
-۰/۰۲۶ ( -۰/۱۵۵ - ۰/۱۰۱ )	شاغلین	$SO_2$
-۰/۰۰۲ ( -۰/۱۴۲ - ۰/۱۴۱ )	بی سواد	
-۰/۰۲۷ ( -۰/۱۳۵ - ۰/۰۸۱ )	تحصیلات دانشگاهی	
-۰/۰۱۶ ( -۰/۱۷۳ - ۰/۱۴۰ )	مالکین خودروی شخصی	

## بحث

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بین مناطق مختلف تهران از نظر آلاینده  $PM_{10}$  در بین جمعیت‌های بی سواد، تحصیلات دانشگاهی و مالکیت خودروی شخصی نابرابری وجود دارد و این نابرابری از لحاظ آماری معنی‌دار است ولی براساس جمعیت شاغلین نابرابری دیده شده معنی‌دار نیست. براساس آلاینده‌های  $SO_2$ ,  $NO_2$  در بین جمعیت‌های مورد نظر نابرابری دیده شده معنی‌دار نبود. مطالعه‌ای که توسط Brainis و همکاران انجام شد، نشان می‌دهد میزان بیکاری بالا با افزایش  $SO_2$  و  $PM_{10}$  در ارتباط هستند اما این رابطه در مورد  $NO_2$  مشاهده نشد (۱۱). نتایج این مطالعه براساس آلاینده  $NO_2$  با نتایج مطالعه حاضر سازگار است اما براساس آلاینده‌های دیگر سازگار نیست؛ دلایل این تفاوت‌ها را می‌توان مربوط به تفاوت داده‌ها و روش بدست آمدن آنها و یا به دلیل نوع متفاوت اقلیم و یا نوع متفاوت منبع ایجاد آلاینده‌ها دانست. در مطالعه Lavaine و همکاران دیده شد که بین میزان بیکاری با آلودگی هوا ارتباط وجود دارد که با

نتایج این مطالعه سازگار نیست. (۱۲). یکی از دلایل تفاوت میانگین غلظت‌های اندازه‌گیری شده در این مطالعه از میانگین غلظت‌های گزارش شده در مطالعه Lavaine است (۱۲). در این مطالعه نابرابری در بین جمعیت بی سوادها و دارای تحصیلات دانشگاهی برای آلاینده  $PM_{10}$  معنی‌دار بود ولی برای آلاینده‌های دیگر معنی‌دار نبود. مطالعه Goodman و همکاران نشان می‌دهد مواجهه با  $NO_x$  در ارتباط با آموزش عالی نبوده است (۱۳). مطالعه Deguen و همکاران نشان داد که هیچ رابطه معنی‌داری بین  $NO_2$  و آموزش دیده نشده است (۱۴). نتایج این مطالعات با نتایج مطالعه حاضر برای آلاینده‌های  $SO_2$  و  $NO_2$  سازگار است. در مطالعه Fan و همکاران دیده شد که میانگین آلاینده  $PM_{10}$  برای بلوک‌های با پایین‌ترین و بالاترین نسبت از افراد که آموزش ابتدایی را دارند برابر است، یعنی تفاوتی از نظر  $PM_{10}$  در بین بلوک‌های که دارای بیشترین نسبت افراد با تحصیلات ابتدایی و کمترین نسبت افراد با تحصیلات ابتدایی هستند دیده نشد (۱۵). نبود توافق روی اینکه چه متدولوژی برای بررسی نابرابری محیطی

کمتر باعث ایجاد آلودگی می‌شوند به طور نامتناسبی بیشتر از آلودگی محیطی رنج می‌برند (۱۹). تعدادی از محدودیت‌های مطالعه حاضر به شرح ذیل است: ۱- این مطالعه به صورت اکولوژیک انجام شده و نتایج بدست آمده از آن را نمی‌توان به سطح فردی تعمیم داد، ۲- نداشتن داده‌ها به صورت بلوک‌های کوچک در سطح هر منطقه از مناطق ۲۲ گانه شهر تهران و در نظر گرفتن هر منطقه به عنوان یک بلوک.

این مطالعه بصورت اکولوژیک انجام شده است چرا که انجام مطالعات در سطح فردی از لحاظ برآورد مواجهه‌ها در سطح فردی نیازمند منابع و هزینه‌های بسیار زیادی است، لذا اطلاعات و برون‌داد مطالعه حاضر در بحث سیاست‌گذاری در پرداختن به رفع این نابرابری‌های محیطی در سطح مناطق کمک‌کننده است.

### نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر شاخص تمرکز در زمینه  $PM_{10}$  برای متغیرهای بی‌سوادی، افراد دارای تحصیلات دانشگاهی و مالکین خودروی شخصی به ترتیب برابر است با ۰/۰۵۹، ۰/۰۵۶- و ۰/۰۷۹- که نشان‌دهنده نابرابری در این جمعیت‌ها است و این روابط معنی‌دار بود. در مورد آلاینده‌ها  $SO_2$ ،  $NO_2$  برای بی‌سوادها، افراد دارای تحصیلات دانشگاهی، شاغلین و مالکین خودروی شخصی روابط از لحاظ آماری معنی‌دار نبودند. یافته‌های این مطالعه می‌تواند به مدیران سلامت در کاهش نابرابری‌های ایجاد شده توسط این آلاینده‌ها کمک نماید.

### تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل (بخشی از) پایان نامه با عنوان "ارزیابی نابرابری محیطی در مواجهه به آلاینده‌های هوای شهری در سطح مناطق ۲۲ گانه شهر تهران در سال ۱۳۹۰" در مقطع کارشناسی ارشد اپیدمیولوژی سال ۱۳۹۴ است، که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران اجرا شده است.

(واحد جغرافیایی، روش‌های آنالیز آماری و روندهای ارزیابی مواجهه) استفاده شود باعث شده که بسیاری از نتایج مطالعات متفاوت باشند (۱۴). مطالعه دیگر نشان داده که  $PM_{10}$  در اشخاص با کمتر از ۱۰ سال تحصیل بیشتر از اشخاص با بیشتر از ۱۰ سال تحصیل است (۱۴). نتایج این مطالعه با مطالعه حاضر برای آلاینده  $PM_{10}$  که نشان‌دهنده نابرابری برای مناطق ۲۲ گانه است یکسان است (۱۴). مطالعه‌ای که توسط Brainis و همکاران انجام شد، نشان داد که تحصیلات پایین با  $SO_2$  و  $PM_{10}$  ارتباط دارد. به این صورت که هر چه تعداد افراد با تحصیلات پایین بیشتر باشد، سطح  $SO_2$  و  $PM_{10}$  افزایش می‌یابد. این مطلب نشان‌دهنده توزیع نابرابر  $SO_2$  و  $PM_{10}$  در بین افراد دارای تحصیلات بالا و پایین است (۱۱). نتایج این مطالعه که نشان‌دهنده نابرابری براساس آلاینده  $SO_2$  است با نتایج مطالعه حاضر سازگاری ندارد ولی با نابرابری براساس آلاینده  $PM_{10}$  سازگار است. دلیلی که می‌توان داشت این است که آلودگی هوا براساس مناطقی که سنجش در آنها انجام می‌شود می‌تواند روابط متفاوتی نشان دهد (۱۳) در مطالعه‌ای که توسط O'Neill و همکاران انجام شد، مشاهده گردید آموزش پایین یک جامعه به نظر می‌رسد یک شاخص سازگار برای آسیب‌پذیری از آلودگی هوا باشد (۱۶). در مطالعه انجام شده توسط Germani و همکاران مشاهده گردید که ۱ درصد افزایش سهم افراد با مدرک دانشگاهی یک اثر منفی در احتمال کسب سطح بالا از آلودگی هوا دارد که نشان‌دهنده رابطه بین آلودگی هوا و تحصیلات دانشگاهی است (۱۷). مطالعه حاضر برای آلاینده  $PM_{10}$  نشان داد که نابرابری در مالکیت خودروی شخصی در بین مناطق ۲۲ گانه وجود دارد؛ اما برای آلاینده‌های  $NO_2$  و  $SO_2$  نابرابری دیده نشد. مطالعه Mitchell و همکاران نشان داد که آلودگی ناشی از  $NO_2$  در بخش‌های که مالکیت خودروی شخصی کمتر است، بیشتر و در جاهای که بیشتر است، کمتر دیده می‌شود (۱۸). از آنجایی که مالکین خودروی شخصی بیشتر در مناطقی رانندگی می‌کنند که افراد خودروی کمتری دارند باعث شده که توزیع آلاینده‌ها در مناطقی که خودرو کمتر است بیشتر دیده شود (۱۸). در مطالعه دیگر نشان داده شد که افراد فقیر نسبت به افراد ثروتمند کمتر دارای خودروی شخصی هستند و آنها با اینکه



## منابع

1. Kampa M, Castanas E. Human health effects of air pollution. *Environmental Pollution*. 2008;151(2):362-67.
2. Touma JS, Isakov V, Ching J, Seigneur C. Air quality modeling of hazardous pollutants: current status and future directions. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 2006;56(5):547-58.
3. Higginbotham N, Freeman S, Connor L, Albrecht G. Environmental injustice and air pollution in coal affected communities, Hunter Valley, Australia. *Health & Place*. 2010;16(2):259-66.
4. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*. 2013;380(9859):2224-60.
5. Shahi AM, Omraninava A, Goli M, Soheilarezo-omand HR, Mirzaei N. The effects of air pollution on cardiovascular and respiratory causes of emergency admission. *Emergency*. 2014;2(3):107-14.
6. Naddafi K, Hassanvand MS, Yunesian M, Momeniha F, Nabizadeh R, Faridi S, et al. Health impact assessment of air pollution in megacity of Tehran, Iran. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 2012;9(1):1-7.
7. Bell ML, Ebisu K. Environmental inequality in exposures to airborne particulate matter components in the United States. *Environmental Health Perspectives*. 2012;120(2):1699-704.
8. Peerawat C. Environmental justice implications of air pollution in the Norfolk, Virginia area through sociodemographic analysis of localized air emissions data. *New Horizons Online*. 2012;6(1):1-20.
9. Forastiere F, Stafoggia M, Tasco C, Picciotto S, Agabiti N, Cesaroni G, et al. Socioeconomic status, particulate air pollution, and daily mortality: differential exposure or differential susceptibility. *American Journal of Industrial Medicine*. 2007;50(3):208-16.
10. Amini H, Taghavi-Shahri SM, Henderson SB, Naddafi K, Nabizadeh R, Yunesian M. Land use regression models to estimate the annual and seasonal spatial variability of sulfur dioxide and particulate matter in Tehran, Iran. *Science of the Total Environment*. 2014;488:343-53.
11. Branis M, Linhartova M. Association between unemployment, income, education level, population size and air pollution in Czech cities: Evidence for environmental inequality? A pilot national scale analysis. *Health & Place*. 2012;18(5):1110-14.
12. Lavaine E. Atmospheric pollution, environmental justice and mortality rate: a spatial approach. Paris: Université Paris 1 Panthéon Sorbonne; 2010.
13. Goodman A, Wilkinson P, Stafford M, Tonne C. Characterising socio-economic inequalities in exposure to air pollution: a comparison of socio-economic markers and scales of measurement. *Health & Place*. 2011;17(3):767-74.
14. Deguen S, Zmirou-Navier D. Social inequalities resulting from health risks related to ambient air quality—a European review. *The European Journal of Public Health*. 2010;20(1):27-35.
15. Fan X, Lam K-c, Yu Q. Differential exposure of the urban population to vehicular air pollution in Hong Kong. *Science of the Total Environment*. 2012;426:211-19.
16. O'Neill MS, Jerrett M, Kawachi I, Levy JI, Cohen AJ, Gouveia N, et al. Health, wealth, and air pollution: advancing theory and methods. *Environmental Health Perspectives*. 2003;111(16):1861-70.
17. Germani AR, Morone P, Testa G. Environmental justice and air pollution: A case study on Italian



- provinces. *Ecological Economics*. 2014;106:69-82.
18. Mitchell G, Dorling D. An environmental justice analysis of British air quality. *Environment and Planning A*. 2003;35(5):909-29.
19. Kohlhuber M, Mielck A, Weiland SK, Bolte G. Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany. *Environmental Research*. 2006;101(2):246-55.



Available online: <http://ijhe.tums.ac.ir>

Original Article



## Environmental Inequalities Assessment in Exposure to Urban Air Pollution in 22 Districts of Tehran City in 2012

F Khodamoradi<sup>1</sup>, A Fotouhi<sup>1</sup>, M Yunesian<sup>2,3</sup>, MH Emamian<sup>4</sup>, H Amini<sup>5,6</sup>, M Shamsipour<sup>7\*</sup>

1. Department of Epidemiology and Biostatistic, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

3. Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health and Institute of Public Health Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

4. Epidemiology Center for Health Related Social and Behavioral Sciences Research, Shahroud University of Medical Sciences, Shahroud, Iran

5. Department of Epidemiology and Public Health, Swiss Tropical and Public Health Institute, University of Basel, Basel, Switzerland

6. Environmental Health Research Center, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran

7. Department of Research Methodology and Data Analysis, Institute for Environmental Research, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

### ARTICLE INFORMATION:

**Received:** 3 October 2016

**Revised:** 21 December 2016

**Accepted:** 28 December 2016

**Published:** 6 March 2017

**Key words:** Inequality, Air pollution, Tehran

**\*Corresponding Author:**

shamsipour@sina.tums.ac.ir

### ABSTRACT

**Background and Objective:** The aim of present study was to assess environmental inequality in long-term exposure to outdoor air pollution in 22 districts of Tehran in 2012.

**Materials and Methods:** The present study is an ecological study and concentration index was used for assessment of inequality. In this study the amounts of pollutant concentrations ( $PM_{10}$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ) obtained were based on land use regression (LUR) for exposure assessment. Variables that their effects have been studied on the distribution of exposure to pollutants included: education level, employment status and car ownership, which were obtained from census demographic and Tehran Municipality's dataset.

**Results:** The concentration index for  $PM_{10}$  in the case of illiteracy, people with higher education and private car owners was 0.059 (0.004-0.113), -0.056 (-0.001- -0.110) and -0.079 (-0.031- -0.127), respectively. These relationships were statistically significant. Concentration index for  $PM_{10}$  was 0.016 for the workers population, which was not statistically significant. For  $NO_2$  and  $SO_2$ , no inequality was found in illiterate people, people with higher education, employees and car owners.

**Conclusion:** This study showed that there was significant inequality in terms of exposure to  $PM_{10}$  between different regions of Tehran in the illiterate, people with higher education and car owners. Considering these subgroups of population can be helpful in policy-making process.

Please cite this article as: Khodamoradi F, Fotouhi A, Yunesian M, Emamian MH, Amini H, Shamsipour M. Environmental inequalities assessment in exposure to urban air pollution in 22 districts of Tehran City in 2012. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;9(4):471-80.