A Study on the Comparative Investigation of Air Quality Health Index (AQHI) and its application in Tehran as a Megacity since 2007 to 2014

Majid Kermani
Assistant Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences Tehran, Iran.

Mohsen Dowlati
* MS, Student of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. (Corresponding Author)
mohsendowlati.69@gmail.com
Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences Tehran, Iran.

Ahmad Jonidi Jaffari
Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences Tehran, Iran.

Roshanak Rezaei Kalantari
Professor of Environmental Health Engineering Department, School of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
Research Center for Environmental Health Technology, Iran University of Medical Sciences Tehran, Iran.

Received: 15 January 2016
Accepted: 31 January 2016

ABSTRACT

Background & objective: Air pollution is one of the major factors threatening human health and our environment. This study aimed at the comparative investigation of Air Quality Health Index (AQHI) and its application in the city of Tehran since 2007 to 2014.

Materials & Methods: This Study was a descriptive–analytic one. First, the required data were taken from Department of Environment and the Air Quality Control Company. The data were validated by the World Health Organization criteria .The air quality health index was measured based on the air quality standard tables and classified into low, medium, high and very high degrees.

Results: The results show that according to air quality health index, the level of air pollution in Tehran has been undesirable since 2007 to 2014 and in 95%,92%,73%,65%,57%,65%,52%,46% of days Air quality has exceeded the standard level respectively .So, the level of risk has been high and sometimes very high.

Conclusion: As a result, due to high level of air pollution and its dangerous effects, proper planning and management should be considered in environmental health sectors to control and reduce air pollution.

Keywords: Air pollution, air quality health index, Tehran Megacity

▶ **Citation:** Kermani m, Dowlati M, Jonidi jaffari A, Rezaei kalantari R. A Study on the Comparative Investigation of Air Quality Health Index (AQHI) and its application in Tehran as a Megacity since 2007 to 2014. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*.Winter 2015;1 (4) : 275-284.

بررسی مقایسه‌ای شاخص بهداشت کیفیت هوا (AQHI) و کاربردهای آن در کلانشهر تهران در سال‌های ۸۶ تا ۹۳

مجید کرمانی
استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

محسن دولتی
* نویسنده مسئول: دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
mohsendowlati.69@gmail.com
مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

احمد جنیدی جعفری
استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

روشنک رضایی کلانتری
استاد گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران
مرکز تحقیقات تکنولوژی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا یکی ازعوامل مهم تهدید کننده سلامت انسان‌می‌باشد. کیفیت نامطلوب هوا باعث ایجاد آسیب‌های زیادی بر انسان و محیط زیست و اثرات بهداشتی مختلف‌می‌شود. از این رو مطالعه حاضر با هدف بررسی مقایسه‌ای شاخص بهداشت کیفیت هو (AQHI) و کاربردهای آن در کلانشهر تهران در سال‌های ۸۶ تا ۹۳ انجام شد.

مواد و روش‌ها: این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی‌می‌باشد ابتدا اطلاعات ساعتی مربوط به چهار آلاینده معیار از اداره کل محیط زیست تهران و شرکت کنترل کیفیت هوا جمع‌آوری گردید .سپس به وسیله معیارهای سازمان جهانی بهداشت اعتبار سنجی گردید و با توجه به دستورالعمل ها، شاخص بهداشت کیفیت هوا محاسبه شد و بر مبنای جداول استاندارد کیفیت بهداشتی هوا در گروه‌های خطر کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد طبقه بندی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بر اساس شاخص بهداشت کیفیت هوا میزان آلودگی هوا در شهر تهران در وضعیت نا مناسبی قرار دارد و بر این اساس طی سالهای ۹۳-۸۶ به ترتیب در ۹۵ ٪، ۹۲ ٪، ۷۳ ٪، ۶۵ ٪، ۵۷ ٪، ۶۵ ٪، ۵۲ ٪ و ۴۶٪ از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که شامل مجموع سطح خطر زیاد و سطح خطر خیلی زیادی‌می‌باشد.

نتیجه‌گیری: در نتیجه با توجه به میزان بالای آلودگی هوا و خطرات ناشی از آن، بایستی برنامه ریزی و مدیریت مناسبی در بخش بهداشت و محیط زیست جهت کنترل و کاهش آلودگی هوا صورت گیرد.

کلیدواژه‌ها: آلودگی هوا، شاخص بهداشت کیفیت هوا، کلانشهر تهران.

◀ **استناد:** کرمانی م، دولتی م، جنیدی جعفری ا، رضایی کلانتری ر. بررسی مقایسه‌ای شاخص بهداشت کیفیت هوا (AQHI) و کاربردهای آن در کلانشهر تهران در سال‌های ۸۶ تا ۹۳. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. زمستان ۱۳۹۴؛ ۱ (۴): ۲۷۵-۲۸۴.

مقدمه

تنفس و کیفیت زندگی انسان، از کیفیت هوا تاثیرمی‌پذیرد. با تغییر روز به روز و لحظه به لحظه وضعیت آب و هوا، کیفیت هوا نیزمی‌تواند دچار تغییر گرددآلودگی هوا یکی از پیامدهای پیشرفت صنعت و توسعه شهرنشینی‌می‌باشد که علاوه بر تخریب محیط زیست، سلامت ساکنین را بطور جدی تهدیدمی‌نماید و موجب موجب ایجاد طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن از اختلالات جزئی فیزیولوژیکی گرفته تا مرگ می شود. (۱). امروزه آلودگی هوا از مهمترین مشکلات بهداشتی و زیست محیطی شهرهای در حال توسعه‌می‌باشد که در نتیجه گسترش روز افزون شهرنشینی و توسعه صنایع رو به افزایش است (۲) آلودگی هوا جزء ده عامل مهم افزایش مرگ و میر در دنیا شناخته شده است. به طوری که میزان مرگ و میر ناشی از آن، از ۸۰۰ هزار نفر در سال ۲۰۰۰ به ۳/۷ میلیون نفر در سال ۲۰۱۲ رسیده است که در این میان، ۶۵ درصد از این مرگ و میرها به قاره آسیا اختصاص دارد. (۶-۳) آلاینده‌های هوا با نفوذ به نقاط حساس در عمق ریه سبب ایجاد یا تشدید شدن بیماریهای تنفسی مانند آمفیزم و برونشیت می شوند. همچنین می توانند منجر به تشدید بیماریهای قلبی- عروقی، افزایش میزان مراجعه و پذیرش در بیمارستان و مرگ زودرس شوند. براساس گزارش سال ۲۰۱۲ سازمان جهانی بهداشت سالانه حدود ۳/۷ میلیون نفر در جهان در اثر آلودگی هوا جان خود را از دست می دهند. (۷) آلودگی هوا به طرق مختلفی همچون ایجاد باران‌های اسیدی، مه دودهای فتوشیمیایی و اسیدی، اینورژن و به دام انداختن آلاینده‌های هوا نزدیک سطح زمین و تشکیل ازن تروپوسفری، سلامت انسان‌ها را به طور جدی به خطر انداخته است. امروزه بسیاری از شهرهای مهم ایران با مشکل وضعیت نا مطلوب کیفیت هوا مواجه هستند. آمار نشان‌می‌دهد که در بسیاری از کلان شهرهای کشور به خصوص شهر تهران کیفیت هوا از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی فراتر رفته است(۸) طبق گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO) هزینه بهداشتی سالیانه آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوندمی‌باشد که باعث ۶ درصد مرگ و میرمی‌شود. نیمی از این آلودگی نیز ناشی از وسایل نقلیه است (۹). بنابراین یکی از اقدامات مهم و موثر به منظور کنترل کیفیت هوا، تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف کیفیت هوا در مقایسه با شرایط استاندارد است. (۱۰) طبق برآوردهای سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۲، سالانه ۳/۷ میلیون مرگ منتسب به آلودگی هوای آزاد (AAP)[1] رخ می‌دهد که حدود ۸۸ درصد از این مرگ‌ها در کشورهای با درآمد کم و متوسط به وقوع پیوسته است(۱۱). گزارش‌های این سازمان نشان می‌دهد آلودگی هوا، سیزدهمین رتبه را در بین مرگ و میرهای جهانی دارد(۱۲). در بین آلاینده‌های هوا، ذرات معلق از آلاینده‌های اصلی، از دیدگاه مخاطرات بهداشت عمومی و سلامتی‌می‌باشد. اغلب شواهد اپیدمیولوژیکی بر اساس تحقیقاتی است که از PM ۱۰[2] بعنوان شاخص تماس با ذرات معلق استفاده شده است و بیشترین داده‌های پایش شده در حال حاضر نیز در این زمینه بر اساس اندازه گیری PM ۱۰ می‌باشد. بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیکی در دهه‌های اخیر شواهد مستحکمی فراهم آورده که ذرات معلق با میزان بالایی از مرگ و میر در مواجهه‌های بلند و کوتاه مدت مرتبط هستند(۱۹-۱۳) ذرات معلق کوچکتر و مساوی ۲/۵ میکرون به صورت جدی بر سلامت تاثیر گذاشته و مرگ ناشی از بیماریهای تنفسی و قلبی و عروقی و سرطان ریه را افزایش می‌دهد. از این رو تعیین اثرات آلودگی هوا بر بهداشت عمومی بطور قابل ملاحظه ای مورد بحث و توجه قرار گرفته است. نتایج مطالعه برآورد بار جهانی بیماری‌های ناشی ازآلودگی هوا توسط سازمان جهانی بهداشت نشان می دهد که ۸۹ درصد ازکل مرگهای منتسب به آلودگی هوا مربوط به مرگ‌های ناشی از بیماری‌های قلبی و تنفسی بوده است (۲۰)سازمان جهانی بهداشت برآورد نموده است که سالیانه ۵۰۰۰۰۰ نفر بر اثر مواجهه با ذرات معلق هوابرد موجود در هوای آزاد دچار مرگ زودرس

1. Ambient Air Pollution
2. Particulate Matter with an aerodynamic diameter smaller than 10 microns

می‌شوند. به ازای افزایش هر ۱۰میکرو گرم ذرات معلق، میزان مرگ و میر ۱تا ۳درصد افزایش‌می‌یابد (۲۱). اغلب این نوع از ذرات معلق از احتراق سوخت در هر دو منابع ساکن و متحرک ناشی شده و با طیف وسیعی از اثرات بهداشتی حاد و مزمن، از اختلالات جزئی گرفته تا مرگ ناشی از بیماری‌های تنفسی، قلبی عروقی و سرطان ریه مرتبط هستند (۲۲، ۲۳). از جمله اثرات حاد بهداشتی در غلظت‌های بالای ذرات ریز از جمله PM ۲/۵، افزایش شدت مرگ و میر، افزایش میزان عفونت‌های سیستم تنفسی، شروع آسم و برونشیت‌می‌باشد. این ذرات علاوه بر این، به طور مستقیمی در لوله تنفسی سایش ایجاد کرده، مسیرهای عبور هوا را مسدودمی‌کنند و به مسیرهای موکوسی در ریه آسیب وارد می‌کنند (۲۴) اعتقاد بر این است که PM ۲/۵ نسبت به PM ۱۰ تهدید سلامتی بزرگتری باشد چرا که احتمال رسوب ذرات کوچکتر در اعماق پایین تر ریه بیشتر است. به علاوه مطالعات نشان داده‌اند که ذرات کوچک تر تا این اندازه قادرند به داخل ساختمان‌ها نیز نفوذ کنند و سلامت را بطور جدی‌تری تحت تأثیر قرار دهند (۲۵،۲۶) دی اکسید نیتروژن گازی به رنگ قرمز متمایل به قهره ای‌می‌باشد. این گاز خورنده، اکسیدان قوی و از نظر فیزیولوژکی محرک مجاری تحتانی تنفسی است و سمیت آن چندین برابر NO است. اثرات این آلاینده بر انسان شامل تغییرات بافت‌های کلیه و کبد و قلب پس از ۲ ساعت تماس با غلظت ۱۵ پی پی ام، کاهش وزن، کاهش مصونیت در برابر بیماری‌های عفونی و حساسیت در برابر باکتری‌ها و احتمالاً عفونت‌های ویروسی نیز از عوارض آلودگی به دی اکسید ازت است (۲و۹). اشخاص سالم در تماس با غلظت‌های ppm ۵-۰/۷ از NO_2 برای مدت ۱۰-۱۵ دقیقه دچار ناهنجاری هایی در مسیر تنفسی‌می‌شوند(۲). به هر حال در غلظت‌های موجود در اتمسفر، NO_2تنها به صورت بالقوه تحریک کننده‌می‌باشد و با بیماری انسداد مزمن ریوی مرتبط است. دی اکسید نیتروژن علاوه بر تشکیل ازن فوتوشیمیایی، در سطح زمین دارای اثرات بهداشتی ویژه‌ای است، اثرات حاد دی اکسید نیتروژن به صورت مستقیم و غیر مستقیم‌می‌باشند. اثرات مستقیم آن شامل صدمه به غشای سلولی بافت ریه و نیز محدود کردن مسیر عبور هوامی‌باشد . افراد مبتلا به آسم تحت تاثیر این اثرات حاد قرارمی‌گیرند . اثرات غیر مستقیم دی اکسید نیتروژن بروز ادم یا پر شدن فضاهای بین سلولی با سیالات‌می‌شود و ممکن است در بخش هایی که عفونی شده، رخ دهد(۸). ازن یکی از سمی‌ترین ترکیبات فتوشیمیایی در هوای آلوده‌می‌باشد. راه ورود ازن به بدن بیشتر از طریق تنفس بوده و بسته به غلظت اولیه‌می‌تواند در هر قسمت از بافت ریه نفوذ کند (۲۷). حدود ۴۰ درصد از ازن در بینی و حنجره جذب شده و ۶۰ درصد آن به اعماق ریه نفوذمی‌کند. بیشترین مقدار آن در سطح بافت‌ها در منطقه ی بین نایژه و حبابچه‌ها بوده و اندکی نیز به جریان خون واردمی‌شود (۲۸). مطالعات کنترل شده‌ای که اکثرا بر روی بزرگسالان سالم صورت گرفته، نشان داده‌اند که تماس با غلظت‌های بالای ازن باعث بروز پاسخ التهابی(۳۰،۲۹) و آسیب به اپی‌تلیال ریه (۳۱)می‌گردد که این اثرات نیزمی‌توانند شرایط را برای ابتلا به عفونت‌های تنفسی فراهم کنند. ازن‌می‌تواند باعث افزایش تولید سیتوکین‌های پیش التهابی ناشی از سلول‌های آلوده به رینو ویروس ۱۶ (RV۱۶) شده و التهاب ویروسی مجاری هوا را در بخش‌های تحتانی و فوقانی ریه تشدید کنند (۳۲). علاوه بر این ازن باعث کاهش عملکرد ریه‌می‌گردد که از مشخصه‌های آن‌می‌توان به تغییر در حجم و دبی ریه، افزایش حساسیت و مقاومت مجاری هوا اشاره نمود. تضعیف عملکرد و واکنش ریه چند روز بعد از تماس با ازن صورت‌می‌گیرد (۳۴, ۳۳). یکی از اقدامات مهم و موثر جهت کنترل و پایش کیفیت هوا تعیین میزان واقعی آلاینده‌ها و توصیف وضعیت کیفی هوا در مقایسه با شرایط استاندارد و اطلاع رسانی به موقع و صحیح به مردم و همچنین وضع اقدامات احتیاطی و پیشگیرانه جهت مواردی که کیفیت هوا نامطلوب و آلودگی از حد استاندارد فراترمی‌رود می‌باشد(۳۵)بدین منظورمی‌توان از شاخص کیفیت هوا (AQHI) استفاده نمود. AQHI شاخصی برای گزارش روزانه کیفیت هوامی‌باشد که در کشور کانادا بسط و گسترش داده شده است و

مورد تائید سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده آمریکا نیز قرار گرفته است. این شاخص بر اثرات آلاینده‌ها روی سلامت متمرکز شده است که برای چهار آلاینده معیار محاسبه‌می‌شود و در چهار گروه دسته بندی‌می‌گردد. هر چقدر میزان AQHI بیشتر باشد، سطح آلودگی هوا بالاترمی‌باشد و نگرانی‌های مرتبط با آلودگی هوا بیشتر خواهد شد. (۳۶) در سال ۲۰۱۳ در تورنتو کانادا مطالعه‌ای تحت عنوان شاخص بهداشت کیفیت هوا و عوارض آسم انجام شده است که نشان‌می‌دهد که در یک روز مشخص با افزایش یک واحد در AQHI تعداد مراجعه کننده گان آسم به مراکز خدمات درمانی ویژه آسم در آن روز مشخص ۵/۶ درصد افزایش یافته است همچنین تعداد افراد بستری شده در بیمارستان در آن روز ۱/۲ درصد افزایش داشته است.(۳۷) در شهر شانگ‌های چین مطالعه‌ای انجام شده است که از شاخص AQHI در جهت رابطه بین خطرات آلودگی هوا و ارتباط آن با سلامت عموم مردم مورد بحث قرار گرفته است. که نشان داده شده است که با افزایش در مقدار AQHI مرگ و میر و تعداد بیماران بستری شده در بیمارستان بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۰۸ نیز افزایش یافته است(۳۸)مطالعه‌ای در سال ۹۴ توسط کرمانی و همکاران تحت ارزیابی اثرات سلامتی مرتبط با آلاینده‌های هوا بر اساس شاخص AQHI در هوای شهر اصفهان و اهواز در سال ۱۳۹۰ نشان داد که کیفیت هوای شهر اصفهان ۶۶ روز و اهواز ۸۴ روز بیش از حد استاندارد (AQHI>۱۰) بود که به ترتیب ۰/۳۵درصد و ۰ درصد خطر کم، ۳۹ درصد و ۱۶ درصد خطر متوسط، ۳۷ درصد و ۲۴ درصد خطر زیاد و ۲۳ درصد و ۶۰ درصد خطر خیلی زیاد بوده است. (۳۹)مطالعه دیگری که توسط کرمانی و همکاران در سال ۹۴ تحت عنوان بررسی آلودگی هوای کلانشهر تهران بر سلامتی شهروندان با تکیه بر شاخص بهداشت کیفیت هوا (AQHI) در سالهای ۹۲ و ۹۳ صورت گرفت نشان داد که در سال ۹۲ در ۵۱/۹۹ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۴۵/۱۷ درصد سطح خطر زیاد و ۶/۸۲ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. در سال ۹۳ در ۵۲/۶ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که در ۴۱/۶۴ درصد از روزهای سال سطح خطر زیاد و ۱۰/۹۶ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است (۴۰) از آنجا که کیفیت هوا مستقیما بر سلامت مردم تاثیرگذار است و اطلاع از کیفیت هوا از حقوق اولیه مردم تلقی‌می‌شود، این مطالعه با هدف بررسی روند وضعیت بهداشتی کیفیت هوای کلانشهر صنعتی تهران و تاثیر آن بر سلامت شهروندان توسط در دهه اخیر(۹۳-۸۶) به وسیله شاخص AQHI انجام شد، تا بدین ترتیب با مشخص نمودن کیفیت بهداشتی هوای این کلانشهر بتوان در جهت کمک به مدیران و برنامه ریزان شهری برای پایش منابع اصلی آلاینده هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای تنفسی محل زندگیشان گام موثری برداشت.

روش کار

این مطالعه مقطعی و از نوع توصیفی ـ تحلیلی‌می‌باشد. ابتدا اطلاعات ساعتی مربوط به چهار آلاینده معیار از اداره کل محیط زیست تهران و شرکت کنترل کیفیت هوا جمع‌آوری گردید. این داده‌ها با توجه به معیارهای سازمان جهانی بهداشت اعتبار سنجی گردید. بر این اساس شهر تهران در سالهای ۹۳-۸۶ به ترتیب دارای ۳، ۳، ۷، ۶، ۵، ۸، ۳، ۷ ایستگاه سنجش آلاینده‌های هوامی‌باشد که از نظر وجود اطلاعات معتبر شناخته شده و مورد آنالیز قرار گرفتند. ایستگاه هایی که دارای اعتبار بودند با توجه به دستور العمل سازمان حفاظت محیط زیست و با استفاده از نرم افزار Excel به غلظت‌های استاندارد (غلظت میانگین سه ساعته) تبدیل شده و در نهایت مقدار شاخص روزانه AQHI برای دو آلاینده PM ۲/۵ و PM ۱۰ با استفاده از رابطه شماره ۱ و ۲ به صورت جداگانه، برای همه غلظت‌های استاندارد شده آلاینده‌های مورد نظر در ایستگاه‌های ذکر شده محاسبه گردید. میانگین مقادیر از بین شاخص‌های محاسبه شده به عنوان شاخص نهایی انتخاب شد. شاخص بهداشتی کیفیت هوا(AQHI) بر مبنای جداول استاندارد کیفیت بهداشتی هو ا در چهار گروه خطر کم، متوسط، زیادو خیلی زیاد طبقه بندی شده

است که هر دسته را به سطوح خطرات مرتبط با سلامت انسان مربوط‌می‌سازد و در جدول ۱ آورده شده است. (۴۱) .همچنین این شاخص برای دو جمعیت هدف تعریف‌می‌شود: ۱.جمعیت عمومی ۲.جمعیت در معرض خطر. جمعیت در معرض خطر علاوه بر کودکان و سالمندان شامل بیماران تنفسی و قلبی-عروقی (بیماران مبتلا به آسم، دیابت، انسداد مزمن ریوی یا نارسایی قلبی)می‌باشد. شاخص بهداشتی کیفیت هوا بر اساس غلظت میانگین سه ساعته آلاینده‌های دی اکسید نیتروژن NO_2 ، ازن سطح زمین (O۳)، ذرات معلق کوچکتر از ۲/۵ میکرون یا کوچکتر از ۱۰ میکرون (PM ۲/۵ یا PM ۱۰) محاسبه‌می‌شود که واحد ازن و دی اکسید نیتروژن (ppm) و واحد ذرات معلق ($\mu g/m^3$)می‌باشد. این شاخص بر اساس اطلاعات یک جامعه محاسبه‌می‌شود.

$$PM_{2.5}AQHI = 10/10.4*(100*(e^{(0.000871*NO_2)} - 1 + e^{(0.000537*O_3)} - 1 + e^{(0.000487*PM_{2.5})} - 1)) \quad (4)$$

$$PM_{10}AQHI = 10/11.7*(100*(e^{(0.000871*NO_2)} - 1 + e^{(0.000537*O_3)} - 1 + e^{(0.000297*PM_{10})} - 1)) \quad (5)$$

AQHI= Air Quality Health Index شاخص بهداشت کیفیت هوا

NO۲ = میانگین غلظت ۳ ساعته NO۲ (واحد ppb)

O۳ = میانگین غلظت ۳ ساعته O۳ (واحد ppb)

PM ۲/۵ = میانگین غلظت ۳ ساعته PM ۲/۵ (واحد $\mu g/m^3$)

PM ۱۰ = میانگین غلظت ۳ ساعته PM ۱۰ (واحد $\mu g/m^3$)

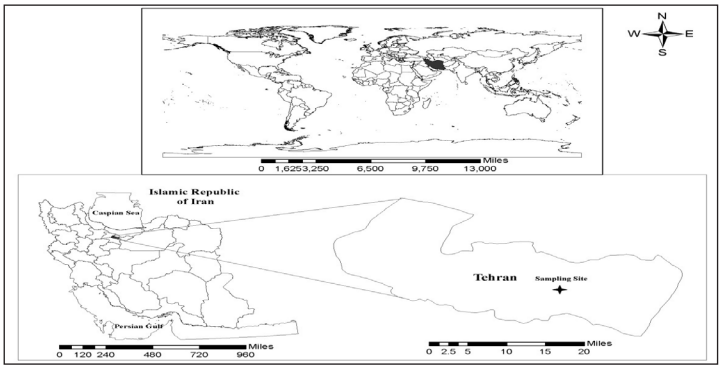
e = عدد نپر که مقدار آن برابر با ۲/۷۱ است.

جدول ۱: طبقه بندی شاخص بهداشتی کیفیت هوا، سطح خطرات بهداشتی مرتبط با آلودگی هوا و پیام‌های بهداشتی برای جمعیت عمومی و جمعیت در معرض خطر

پیام‌های بهداشتی		شاخص کیفیت هوا	خطر برای سلامت
جمعیت عمومی	جمعیت در خطر *		
کیفیت هوای ایده آل برای فعالیت‌های بیرونی	از فعالیت‌های بیرونی معمول خود لذت ببرید.	۱-۳	خطر کم
نیازی نیست فعالیت‌های بیرونی معمول خود را تغییر دهید مگر آنکه دچار علائمی نظیر سرفه یا سوزش گلو شوید.	اگر دچار علائم بیماری‌می‌شوید فعالیت‌های بیرونی سخت و طاقت فرسای خود را کاهش دهید یا مجدداً آنها را برنامه ریزی کنید.	۴-۶	خطر متوسط
اگر دچار علائمی مانند سرفه یا سوزش گلومی‌شوید، فعالیت‌های بیرونی سخت و طاقت فرسای خود را کاهش دهید یا مجددا آنها را برنامه ریزی کنید.	فعالیت‌های بیرونی سخت و طاقت فرسای خود را کاهش دهید یا مجدداً برنامه ریزی کنید. کودکان و سالخوردگان نیز باید فعالیت‌های ملایمی انجام دهند.	۷-۱۰	خطر زیاد
فعالیت‌های بیرونی سخت و طاقت فرسای خود را کاهش دهید یا مجددا آنها را برنامه ریزی کنید، به ویژه اگر دچار علائمی مانند سرفه یا سوزش گلومی‌شوید.	از فعالیت‌های بیرونی سخت و طاقت فرسا خودداری کنید. کودکان و سالخوردگان نیز باید از فعالیت‌های جسمی بیرونی خودداری کنند.	بالای ۱۰	خطر خیلی زیاد

*افراد مبتلا به بیماری‌های قلبی یا تنفسی در معرض خطر بیشتری قرار دارند. توصیه‌های پزشک خود را در خصوص ورزش و ساماندهی وضعیت خود دنبال کنید.

شهر مورد مطالعه در شکل زیر نشان داده شده است.



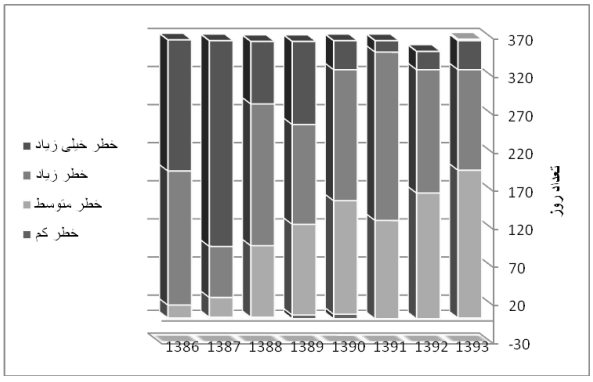
شکل ۱: موقعیت شهر مورد مطالعه در نقشه ایران

یافته‌ها

مقادیر محاسبه شده شاخص AQHI شامل متوسط سالیانه، متوسط فصل بهار، تابستان پاییز و زمستان در جدول شماره ۲ نمایش داده شده است. شکل ۲ کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران طی سالهای ۹۳-۸۶ را طبق شاخص کیفیت هوا در هر یک از طبقات چهار گانه بر حسب روز نشان‌می‌دهد.

جدول ۲: مقادیر میانگین شاخص AQHI طی سالهای ۹۳-۸۶

سال	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
متوسط سالیانه	۱۱/۱۱	۱۳/۲۰	۸/۵۹	۸/۷	۷/۶۶	۷/۴۴	۷/۳۵	۷/۳۸
متوسط بهار	۱۰/۴۱	۱۱/۰۸	۸/۱۳	۶/۷۰	۷/۸۲	۷/۲۱	۶/۵۲	۵/۸۹
متوسط تابستان	۸/۶۰	۱۵/۷۵	۱۰/۳۸	۱۰/۴۵	۷/۲۸	۷/۸۶	۷/۲۳	۷/۹۸
متوسط پاییز	۱۰/۵۶	۱۵/۷۸	۷/۸۹	۱۰/۰۲	۶/۷۴	۷/۲۵	۷/۶۷	۷/۵۸
متوسط زمستان	۱۵/۰۱	۱۰/۱۴	۷/۸۹	۷/۶۱	۸/۸۳	۷/۴۴	۸/۰۴	۸/۱۱



شکل ۲: کیفیت بهداشتی هوای تهران طی سالهای ۹۳-۸۶

جدول شماره ۳ کیفیت بهداشتی هوای شهر تهران طی سالهای ۹۳-۸۶ را طبق شاخص کیفیت هوا در هر یک از طبقات چهار گانه بر حسب روز نشان‌می‌دهد. ملاحظه‌می‌شود در تمامی سال‌ها همه روزهای سال دارای داده معتبرمی‌باشند. با توجه به نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که در سال ۸۶ هیچ یک از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر نمی باشد و در ۹۵ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۴۸ درصد سطح خطر زیاد و ۴۷ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. در سال ۸۷ تنها دو روز از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر بوده و در ۹۲ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۱۸ درصد سطح خطر زیاد و ۷۳ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. .در سال ۸۸ نیز تنها دو روز از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر بوده و در ۷۳ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۴۶ درصد سطح خطر زیاد و ۲۲ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. در سال ۸۹ تنها پنج روز از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر بوده و در ۶۵ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که در ۳۵ درصد از روزهای سال سطح خطر زیاد و ۲۹ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است.

در سال ۹۰ در سال ۹۰ تنها ۶ روز در سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر بوده و در۵۷ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۴۷ درصد سطح خطر زیاد و ۱۰ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. در سال ۹۱ هیچ یک از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر نمی باشد و در ۶۵ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۶۰ درصد سطح خطر زیاد و ۵۱ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است.در سال ۹۲ نیز هیچ یک از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر نمی باشد و در۵۲ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استاندارد تجاوز کرده است که به ترتیب ۴۶ درصد سطح خطر زیاد و ۶ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. در سال ۹۳ تنها یک روز از روزهای سال کیفیت بهداشتی هوا در سطح کم خطر بوده و در

۴۶ درصد از روزها کیفیت هوا از حد استانداردتجاوز کرده است که در ۳۶ درصد از روزهای سال سطح خطر زیادو ۱۰ درصد سطح خطر خیلی زیاد بوده است. لازم به ذکر است دلیل مقادیر بالای شاخص آلودگی هوا در سالهای ۸۶ و۸۷ نسبت به سالهای اخیر محدودیت داده‌های معتبر جهت محاسبه شاخص‌می‌باشد به طوری که شاخص بهداشتی کیفیت هوا بر اساس تنها ۳ ایستگاه محاسبه گردیده است و به ترتیب در هر سال با افزایش تعداد ایستگاه‌ها میانگین شاخص کاهش یافته است ولی در هر حال شاخص بهداشتی کیفیت هوا مقادیر بالا و نامطلوبی را به خود اختصاص داده است.

جدول ۳ : کیفیت بهداشتی هوای کلانشهر تهران با استفاده از شاخص کیفیت هوا طی سالهای ۹۳-۸۶

شاخص کیفیت هوا	سطح اهمیت بهداشتی	تعداد روزهای سال							
		۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
۱-۳	خطر کم	۰	۲	۲	۵	۶	۰	۰	۱
۴-۶	خطر متوسط	۱۷	۲۶	۹۴	۱۱۹	۱۴۹	۱۲۹	۱۶۵	۱۹۴
۷-۱۰	خطر زیاد	۱۷۶	۶۷	۱۸۶	۱۳۱	۱۷۲	۲۲۱	۱۶۲	۱۳۲
>۱۰	خطر خیلی زیاد	۱۷۲	۲۷۰	۸۲	۱۰۹	۳۸	۱۵	۲۴	۳۸
تعداد روزهایی از سال که داده معتبر وجود داشت		۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۶۵	۳۵۱	۳۶۵
تعداد روز هایی از سال که AQHI بالاتر از حد استاندارد بود		۳۴۸	۳۳۷	۲۶۸	۲۴۰	۲۱۰	۲۳۶	۱۸۶	۱۷۰

بحث

با توجه به نتایج و با وجود فعالیت‌های انجام شده در جهت کاهش آلودگی هوا از جمله معاینه فنی خودروها، ساخت خودروهای کم مصرف با موتورهای انژکتوری، عدم شماره گذاری خودروهای دیزلی و گازسوز کردن آنها، کاهش وزن خودروها و طراحی آیرودینامیکی مناسب، افزایش راندمان احتراق و بهبود سیستم احتراق موتورها، توسعه زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی و تغییر الگوی مصرف، هنوز کیفیت هوای شهر تهران دچار مشکل است و میزان آلودگی هوا در این شهر میزان بالایی بوده و در شرایط وخیمی قرار دارد و نقش بسیار مهمی در بروز مرگ و بیماری افراد ایفامی‌کند، بنابراین نیازمند توجه هر چه بیشتر مسئولین و متخصصین امر جهت کنترل آلودگی هوامی‌باشد.

پیشنهادها در جهت کاهش آلودگی‌می‌تواند شامل اعمال برنامه‌های مدیریتی مناسب از قبیل بررسی مداوم کیفیت هوا، آنالیز هزینه – اثر، قرار دادن برنامه‌های مدریت کیفیت هوا جزء برنامه‌های توسعه و عمرانی هر منطقه، اقداماتی همچون معاینه فنی خودروها، افزایش وسایل نقلیه عمومی و در عین حال استفاده از تکنولوژی‌های پاک باشند که‌می‌توانند سبب حفظ سلامت عموم و جلوگیری از خسارات وارده گردند.

نتیجه گیری:

با توجه به نتایج این مطالعه و در نظر گرفتن استانداردهای سازمان جهانی بهداشت مشاهده میگردد که آلودگی هوای کلانشهر تهران روند افزایشی داشته و وضعیت کیفی هوای این شهر از نظر حفظ سلامتی افراد جامعه به ویژه افراد حساس مثل کودکان، افراد مسن و بیماران با مشکلات تنفسی، عصبی و قلبی عروقی از کیفیت مطلوبی برخوردار نبوده است. بنابراین این امر نیازمند توجه بیشتر مسئولان و برنامه ریزان شهری جهت برنامه‌های مدیریتی مناسب مثل ارزیابی کیفیت هوا و تدابیر کاهش آلاینده‌ها جهت حفظ سلامت عموم در برابر غلظت‌های زیاد آلاینده‌ها ی هوامی‌باشد.

مسئولین و متخصصین امر جهت کنترل آلودگی هوامی‌بایست تلاش‌ها و اقدامات لازم را جهت کنترل آلاینده‌های هوا و کاهش اثرات سوء آنها بر سلامتی عموم بکار گیرند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از طرح تحقیقاتی با عنوان «ارزیابی اثرات بهداشتی آلودگی هوای کلانشهر تهران بر تعداد موارد مرگ و میر و بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی و تحلیل شاخص‌های کیفیت هوا طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۴»، مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران در سال ۱۳۹۳، به کد ۲۵۴۵۵می‌باشد که با حمایت معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ایران اجرا شده است.نویسندگان مقاله بر خود لازم‌می‌دانند از همکاری مسئولین محترم شرکت کنترل کیفیت هوای شهر تهران و اداره کل محیط زیست استان تهران در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تشکر و قدردانی نمایند.

References:

1. Ministry of Health and Medical Education, (2012). A guide to calculation, determination and announcement of Air Quality Index. Environmental and Occupational Center, Institute for Environmental Research
2. Wark K, Warner CF, Davis WT (1998). Air pollution Its origin and control. New York: Addison Wesley Longman Press.
3. Chaaban FB. Air quality. In: Tolba MK and SaabNW, Editor Arab environment: future challenges. Beirut: Technical Publications and Environment& Development Magazine; 2008. P.45-62.
4. Larsen B. Cost assessment of environmentaldegradation in the Middle East and North Africa region. Cairo: The Economic Research Forum(ERF); 2011. P. 8-9.
5. Zarei, F., et al., Health Promoting Hospital: A pilot study in Bo-Ali hospital, Qazvin, Iran. Journal of Fasa University of Medical Sciences, 2013. 3(3): p. 215-223.
6. Wong CM. Public health and air pollution in Asia(PAPA): Coordinated studies of short term exposure to air pollution and dairy mortality infour cities. Boston: Health Effects Institute; 2010. P.377-80.
7. Younusian. M. Air pollution epidemiology, studies and the ahead challenges Science and Health Journal. (IranianEpidemiology Congress Sixth):(2010)34-5.
8. Ghiaseddin, M., 2006. Air pollution. first edition ed. Tehran: Tehran University, pp 135-50
9. Colls Jeremy, Tiwary abhishek. Air pollution, measurement, modeling and mitigation. Third edition.2010
10. Bahrami Asl F, Kermani M, Aghaei M, Karimzadeh S, Salahshour Arian S, Shahsavani A, Goudarzi G. Estimation of Diseases and Mortality Attributed to NO2 pollutant in five metropolises of Iran using AirQ model in 2011-2012. J Mazandaran Univ Med Sci 2015; 25(121): 239-249 .
11. Saber M, T.H., Hasani Kabootarkhani M, Ghorban Sabagh M, Bagheri M, Acquaintance of Kerman Hospitals' Staff about Patient Safety Culture. 2015.
12. Anderson, JO, Thundiyil JG, Stolbach A. Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health. Journal of Medical Toxicology 2012; 8(2): 166-175.
13. Zhang M, Song Y, Cai X. A health-based assessment of particulate air pollution in urban areas of Beijing in 2000–2004. Science of the Total Environment, 2007: 376(1); 100-108.
14. Arfaeinia H, Kermani M, Aghaei M, Bahrami Asl F, Karimzadeh S. Comparative Investigation of Health Quality of Air in Tehran, Isfahan and Shiraz Metropolises in 2011-2012. Journal of Health in the Field, Vol.1, No.4, winter 2014
15. Kermani M, Bahrami Asl F, Aghaei M, Arfaeinia H, Karimzadeh S, Shahsavani A. [Comparative Investigation of Air Quality Index (AQI) for Six Industrial Cities of Iran in 2011-2012]. URMIA MED J 2014: 25(9): 819 ISSN: 1027-3727
16. Kan H, London SJ, Chen G, Zhang Y, Zhao N, Jiang L, et al. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China. Environment international, 2007: 3(33); 376-384
17. Kassomenos PA, Dimitriou K, Paschalidou AK. Human health damage caused by particulate matter PM10 and ozone in urban environments: the case of Athens, Greece. Environmental monitoring and assessment, 2013:185(8); 6399-42
18. Katsouyanni K, Touloumi G, Spix C, Schwartz J, Balducci F, Medina S, et al. Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. BMJ: British Medical Journal, 1997:314(7095); 1658.
19. Zolfaghari.H, Abedzade.H, (2005). Synoptic analysis of dust systems in West Iran, Journal of Geography and Development.
20. Stieb DM, Burnett RT, Smith-Doiron M, Brion O, Shin HH, Economou V. (2008). A new multipollutant, no-threshold air quality health index based on short-term associations

observed in daily time-series analyses. J Air Waste Manag Assoc;58: 435-50.
21. WHO, Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. 2009; p. 23.
22. Ostro, B. Outdoor air pollution. WHO Environmental Burden of Disease Series, 2004(5).
23. Hadi, T., et al., Patient Safety Culture among Healthcare Providers: A Survey at a Teaching Hospital in Kerman, Iran. European Journal of Scientific Research, 2013. 116(2): p. 251-258.
24. Jonidi Jafari A, Zohour AR, Rezaee R, Malekafzali Sh, Seif A. estimation of respiratory and cardiovascular mortality attributed to air pollution in Tehran based on particles (2006). Teb va tazkiyeh journal 2008; (74-75): 37-47 .
25. Wang YQ, Zhang XY, Arimoto R, Cao JJ, Shen ZX. Characteristics of carbonate content and carbon and oxygen isotopic composition of northern China soil and dust aerosol and its application to tracing dust sources. Atmospheric Environment, 2005. 39(14): p. 2631-2642.
26. Burnett RT, Dales RE, Raizenne ME, Krewski D, Summers PW, Roberts GR, et al. Effects of low ambient levels of ozone and sulfates on the frequency of respiratory admissions to Ontario hospitals. Environmental Research. 1994;65(2):172-94.
27. Lippmann M. Health effects of tropospheric ozone: review of recent research findings and their implications to ambient air quality standards. Journal of exposure analysis and environmental epidemiology. 1992;3(1):103-29
28. Devlin RB, McDonnell WF, Mann R, Becker S, House DE, Schreinemachers D, et al. Exposure of humans to ambient levels of ozone for 6.6 hours causes cellular and biochemical changes in the lung. American journal of respiratory cell and molecular biology. 1991;4(1):72-81.
29. Balmes JR, Chen LL, Scannell C, Tager I, Christian D, Hearne PQ, et al. Ozone-induced decrements in FEV1 and FVC do not correlate with measures of inflammation. American journal of respiratory and critical care medicine. 1996;153(3):904-9.
30. Foster W, Stetkiewicz P. Regional clearance of solute from the respiratory. J Appl Physiol. 1996;81:1143-9.
31. Spannhake EW, Reddy SP, Jacoby DB, Yu X-Y, Saatian B, Tian J. Synergism between rhinovirus infection and oxidant pollutant exposure enhances airway epithelial cell cytokine production. Environmental health perspectives. 2002;110(7):665.
32. Gauderman WJ, Vora H, McConnell R, Berhane K, Gilliland F, Thomas D, et al. Effect of exposure to traffic on lung development from 10 to 18 years of age: a cohort study. The lancet. 2007;369(9561):571-7.
33. Ghorbanli M, Bakand Z, Bakand S. Air pollution effects on the activity of antioxidant enzymes in Nerium oleander and Robinia pseudo acacia plants in Tehran. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2007;4(3):157-62.
34. Ardakani. S, (2011). calculate air quality in Tehran using index AQI in 1380, Mcs thesis. Department of Natural sources and Marine Science, Tarbiatmodares University.
35. Abelsohn, A. and D. M. Stieb, (2011). Health effects of outdoor air pollution Approach to counseling patients using the Air Quality Health Index, Canadian Family Physician; 57(8): 881-887.
36. Tota, et al. (2013). "The Air Quality Health Index and Asthma Morbidity: A Population-Based Study." Environmental health perspectives 121(1): 46
37. Chen, R., et al. (2013). "Communicating air pollution-related health risks to the public: An application of the Air Quality Health Index in Shanghai, China." Environment international 51: 168-173.
38. Kermani m, Dowlati M, fallah s.(2015). "Assessment of health effects related to air pollution based on AQHI in Isfahan and Ahvaz weather in 1390"The International Conference on Environmental Science Engineering and Technologies. UniversityOf Tehran.Tehran,Iran.
39. Kermani m, Dowlati M, fallah s.(2015)." Study of air pollution in metropolitan Tehran On The health of citizens based on air quality health index (AQHI) in years 92 and 93 " 2nd Conference on New Finding in Enviornment and Agricultural Ecosestems .Tehran University.2015.
40. Environment Canada, (2012). Health Canada. Air Quality Health Index. http://AirHealth.ca Adams, R.M.D. Kelly, (2013). Air quality health index mapping: a data driven moddelling approach, CEST2013, Athens, Greece.