مجله سلامت و محیط، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره ششم، شماره اول، بهار ۱۳۹۲، صفحات ۳۳ تا ۴۴

تحلیل داده‌های آلودگی هوای تهران در دهه اخیر (۱۳۸۸-۱۳۷۹)

مهدی احمدی مقدم[۱]، پرویز محمودی[۲]

دریافت: ۹۰/۰۴/۲۷ پذیرش: ۹۰/۰۷/۲۴

چکیده

زمینه و هدف: *از آنجایی که آلودگی هوای تهران به یک مساله زیست محیطی ملی تبدیل شده است. و در اکثر موارد فراتر از حد استاندارد است، بنابراین تحلیل داده های آلودگی هوای شهر تهران در سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ به منظور بررسی تغییرات و تحلیل آن ضروریست.*

روش بررسی: *در این تحقیق داده های ساعتی آلودگی هوای شهر تهران ثبت شده توسط ایستگاه های پایش شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، در فاصله سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ جمع آوری شد و روند تغییرات پنج آلاینده مونواکسیدکربن، ذرات معلق، دی اکسیدگوگرد، دی اکسیدنیتروژن و ازن شهر تهران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.*

یافته ها: *نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که میانگین غلظت سالیانه ذرات معلق، مونواکسیدکربن، دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد و ازن در ایستگاه‌های موجود به ترتیب از $\mu g/m^3$ ۹۱، ppb ۱۱/۸، ppb ۱۰۲/۶، ppb ۴۶/۸ و ppb ۲۲/۱ در سال ۱۳۷۹ به $\mu g/m^3$ ۸۸، ppb ۳/۶۴، ppb ۶۶/۱، ppb ۲۱/۴ و ppb ۸۳ در سال ۱۳۸۸ رسیده است.*

نتیجه‌گیری: *طی یک دهه اخیر کیفیت هوای شهر تهران از نظر آلاینده های مونواکسید کربن، ذرات معلق، دی اکسید گوگرد و دی اکسید نیتروژن بهبود یافته در حالی که در غلظت ازن افزایش یافته است.*

واژگان کلیدی: آلودگی هوا، ایستگاه های شرکت کنترل کیفیت هوا، تهران

۱- دکترای بهداشت محیط، استادیار مرکز تحقیقات فناوری های زیست محیطی و دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز
۲- **(نویسنده مسئول):** کارشناس ارشد بهداشت محیط، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز *parviz_mahmoody@yahoo.com*

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

مقدمه

آلودگی هوا تهدیدی جدی برای سلامت عمومی و محیط زیست است و تخمین زده می شود هر ساله در اثر آلودگی هوا میلیون‌ها تن مواد آلوده سمی وارد محیط زیست می شود (۱). از طرف دیگر آلودگی هوا پنج برابر بیشتر از بیماری‌هایی همچون مالاریا، باعث مرگ و میر می شود (۲). امروزه بسیاری از شهرهای مهم دنیا با مشکلات زیست محیطی مواجه هستند، که در رأس آن وضعیت نامطلوب کیفیت هواست، در نتیجه قرار گرفتن شهروندان در معرض هوای آلوده در شهرهای بزرگ اجتناب ناپذیر است. اطلاعات قابل دسترس نشان می دهد که در بسیاری از شهرهای جهان به خصوص کلان شهرها، کیفیت هوا از حد مجاز تعیین شده توسط سازمان بهداشت جهانی فراتر رفته است. با در نظر گرفتن نرخ رشد جمعیت در این گونه شهرها و فقدان اطلاعات لازم جهت پایش آلودگی هوا، احتمال دارد آلودگی هوا به مرور زمان بیشتر شده و زندگی بسیاری از شهروندان در معرض خطر قرار گیرد (۲). تقریباً نیمی از مردم جهان اکنون به خاطر کیفیت بهتر زندگی، در مناطق شهرها زندگی می کنند؛ این تمرکز جمعیت در یک جا و فعالیت های آنها باعث فشار بر محیط زیست در سطوح شهری، محلی و حتی جهانی شده است (۳). شهر تهران یکی از هشت شهر آلوده دنیا محسوب می شود و با وجود اینکه فقط ۱/۲٪ از مساحت کل کشور را دارد اما ۲۰٪ جمعیت کل کشور ، ۴۰٪ صنعت و ۸۵٪ کل متخصصان کشور را در خود جای داده است. علت اصلی آلودگی هوای تهران (۸۰٪) ناشی از وسایل نقلیه موتوری و خودروها است. وجود وسائط نقلیه به خودی خود مساله ساز نبوده بلکه الگوی نادرست فعالیت ها، الگوی غلط رفت و آمد، روش نادرست نگهداری خودرو، سوخت (قیمت غیرمعقول، نوع ماده مصرفی و...)، رشد و مهاجرت جمعیت، عدم اطلاع رسانی درست و مشارکت مردم و عدم هماهنگی بین دستگاه‌های قانون‌گذار و مجری باعث روند روزافزون آلودگی هوا گشته است. با توجه به آمار و گزارش های سازمان کنترل کیفیت هوا، بیشترین آلاینده های هوای تهران به ترتیب عبارتند از: مونواکسیدکربن، ذرات معلق، دی اکسید نیتروژن، دی اکسید گوگرد و ازن.(۴). برای جلوگیری از تخریب بیشتر محیط زیست و حفظ سلامت در برابر غلظت زیاد آلاینده های هوا، باید مدیریت کیفیت هوا در تمام مناطق شهری، قسمتی از برنامه های توسعه و عمران باشد. در بسیاری از شهرهای ما که به سرعت در حال رشد هستند متاسفانه اطلاعات مربوط به آلودگی هوا یا اصولا وجود ندارد و یا اینکه بسیار ناچیز و پراکنده است.

Anttila و همکارانش در تحقیقات خود مشاهده کردند که در فنلاند در طی سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۴ غلظت آلاینده های اولیه CO و SO_2 به طور قابل ملاحظه ای کاهش داشته است و در هیچ یک از ایستگاه های مورد بررسی غلظت O_3 کاهش نیافته بود و حتی در پیک های بهاری و به خصوص در ایستگاه‌های شمالی تر غلظت O_3 رو به افزایش بوده است. همچنین مشاهده کردند با وجود موفقیت آمیز بودن کاهش میزان NO از طریق اصلاح سوخت خودروها، میزان NO_2 روند کاهشی بسیار ضعیف تری نسبت به NO نشان داد که دلایل آن می‌تواند؛ افزایش سهم خودروهای دیزلی مسافرکش و تغییر در تعادل جوی NO_x O_3 باشد (۵). گزارشات سازمان محیط زیست اروپا نشان داده اند که در طی دو دهه گذشته در بیشتر قسمت‌های اروپا غلظت های اتمسفری کاهش زیادی داشته است، با وجود این که در حال حاضر CO و SO_2 نقش کمتری در آلودگی هوا دارند، این آلاینده ها همچنان به دلیل ایجاد تغییرات آب و هوایی حایز اهمیتند (۶). در ایالات متحده در ۲۰ سال گذشته (۲۰۰۲-۱۹۸۲) غلظت ازن براساس داده‌های یک ساعته ۱۸٪ و براساس داده های ۸ ساعته ۱۱٪ کاهش داشته است، با وجود این در طی همین سال‌ها در ۳۳ پارک ملی، غلظت ازن نزدیک به ۴٪ افزایش را نشان می داد (۷). پایش کیفیت هوا در اروپا نشان داده است که بالا رفتن سطح ازن به طور پیوسته در تابستان رخ می دهد، در سال ۲۰۰۰ غلظت ازن در ۱۲۴ نقطه در ۱۶ کشور مورد پایش قرار گرفت و غلظت یک ساعته ازن که ppb ۷۵ بود، در مناطق مرکزی اروپا بالا رفته و به ۹۵ رسیده بود. بالاترین غلظت متوسطه ساعتی در دو نقطه در ایتالیا به میزان ۱۲۶و ppb ۱۲۸ رخ داده بود. غلظت های بالاتر از ppb ۱۰۰ همچنین در مناطقی از استرالیا، دانمارک، آلمان، لهستان، اسلواکی، سوئد و سوییس در ماه ژوئن ثبت شده بود (۸و۹).

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

Cheraghi در مطالعه ای آلودگی هوای شهرهای تهران و اصفهان در سال ۱۳۸۰ نتیجه گرفت که در شهر تهران در ۹۶٪ از موارد و در شهر اصفهان در ۷۰٪ از موارد، آلاینده مسئول آلودگی هوا مونواکسیدکربن بوده است (۱۰).

نتایج تحقیقی که در سال ۱۳۷۹ بر روی میزان مونواکسید کربن هوای شهر کاشان انجام شد نشان داد که، از ۶۴ نمونه برداشت شده در مناطق پر ترافیک میانگین غلظت از حداکثر غلظت ۸ ساعته (۹ ppm) تجاوز کرد که نشان می دهد در مناطق پر ترافیک شهر کاشان آلودگی به مونواکسیدکربن وجود دارد (۱۱.)

بررسی مونواکسید کربن مناطق مختلف تهران در سال ۱۳۸۲ نشان داد که به طور متوسط ۴/۳۹٪ کل هوای تهران دارای غلظتی بین ppm ۳۰-۱۵ است که براساس استاندارد ۸ ساعته CO در هوای تنفسی که مقدار آن نباید بیشتر از ppm ۹ است، آلوده تلقی می شود، نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که مناطقی که عموما در مرکز شهر و بافت قدیمی شهر قرار دارند و سرعت خودروها در آن کند است دارای بیشترین غلظت مونواکسید کربن بوده و آلودگی بالایی دارند (۱۲).

قدم اول در توسعه سامانه مدیریت کیفیت هوا پایش آلودگی هوا و تجزیه و تحلیل داده های آلودگی هواست. بنابراین جهت انجام هرگونه برنامه‌ریزی برای کنترل آلودگی هوا تجزیه و تحلیل داده های آلودگی هوا حایز اهمیت است. مطالعه حاضر به دلیل کامل بودن داده های آلودگی هوای شهر تهران و در دسترس بودن داده های آلودگی هوا در طی سال‌های ۸۸ -۱۳۷۹، انتخاب شده است. در این مطالعه، با مشخص نمودن روند تغییرات آلودگی هوای شهر تهران و در نتیجه منابع اصلی تولید و انتشار آن می توان در جهت کمک به مدیران و برنامه‌ریزان شهری برای پایش منابع اصلی آلاینده هوا و همچنین آگاه ساختن شهروندان از وضعیت روزانه کیفیت هوای تنفسی گامی موثر برداشت.

مواد و روش‌ها

جامعه مورد مطالعه، نمونه گیری و طرح پژوهش

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش ایستگاه های سنجش آلودگی هوای تهران هستند که تمام ایستگاه های موجود را شامل می شود، شکل۱ و جدول ۱ محل استقرار ایستگاه های سنجش آلودگی هوا و آدرس جغرافیایی مربوط به هر یک رانشان می‌دهد.

غلظت‌های لحظه ای آلاینده های هوای ثبت شده توسط ایستگاه های اندازه گیری غلظت آلاینده های هوای شهر تهران، (ایستگاه های اقدسیه، بازار، فاطمیه، مهرآباد، ژئوفیزیک، پارک رز، گلبرگ، مسعودیه، استانداری، پونک و شهرری) در فاصله سال‌های ۸۸- ۱۳۷۹ که توسط شرکت کنترل کیفیت هوای تهران ثبت شده بود جمع آوری گردید، سپس با استفاده از نرم‌افزار Excel و با توجه به جدول استاندارد هوای پاک ارائه شده از سوی آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده به غلظت استاندارد تبدیل شدند. در این استاندارد، برای مونواکسیدکربن

شکل ۱: نقشه تهران و ایستگاه های سنجش آلودگی هوا

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

جدول ۱: آدرس جغرافیایی ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوای شهر تهران

نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
اقدسیه	۳۵° ۴۸' ۰/۲۱"	۵۱° ۲۹' ۶/۱۱"
بازار	۳۵° ۴۰' ۳۸/۰۶"	۵۱° ۲۵' ۲۳/۵۶"
فاطمیه	۳۵° ۴۳' ۱۶/۳۹"	۵۱° ۲۴' ۲۸/۴۷"
ژئوفیزیک	۳۵° ۴۴' ۴۸/۲۴"	۵۱° ۲۳' ۱۰/۷۰"
پارک رز	۳۵° ۴۴' ۲۳/۶۰"	۵۱° ۱۶' ۴/۳۹"
شهر ری	۳۵° ۳۶' ۱۶/۴۷"	۵۱° ۲۵' ۳۲/۰۸"
گلبرگ	۳۵° ۴۳' ۵۱/۶۹"	۵۱° ۳۰' ۲۲/۰۷"
مسعودیه	۳۵° ۳۷' ۴۸/۱۰"	۵۱° ۲۹' ۵۶/۴۸"
پونک	۳۵° ۴۵' ۴۶/۴۲"	۵۱° ۱۸' ۵۱/۶۱"
استانداری	۳۵° ۴۳' ۴۸/۴۹"	۵۱° ۲۵' ۳۵/۲۰"

از متوسط غلظت هشت ساعته، برای ازن و دی اکسید ازت از متوسط غلظت یک ساعته و برای ذرات معلق و دی اکسید سولفور از متوسط غلظت ۲۴ ساعته استفاده گردید (۱۳). برای گاز مونواکسیدکربن در طول ۲۴ ساعت سه بار غلظت میانگین هشت ساعته محاسبه شده و از بین آنها غلظت بیشینه انتخاب شد، همچنین برای سایر آلاینده ها نیز با توجه به استاندارد وضع شده از روش مشابهی استفاده گردید. سپس با مقایسه غلظت‌های استاندارد شده با استاندارد آلودگی هوای ایران مصوب ۱۳۸۸ (جدول ۲) و سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (جدول ۳) موارد بالای استاندارد مشخص گردیدند (۱۴و۱۵). همچنین برای آزمون معنی دار بودن فرضیات از نرم‌افزار SPSS 18 استفاده گردید.

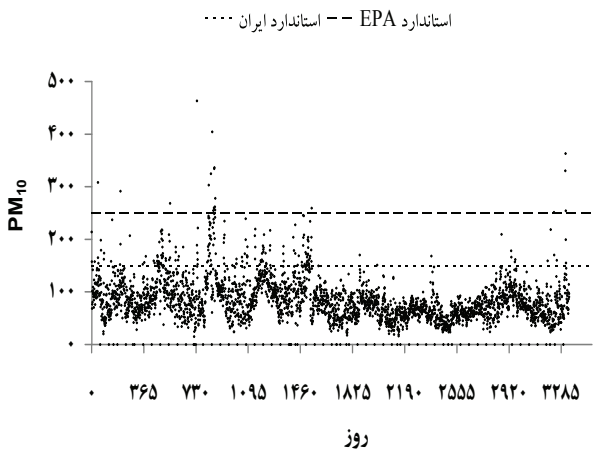
جدول۲: استاندارد آلودگی هوای ایران مصوب ۱۳۸۸

نام آلاینده	غلظت استاندارد
مونواکسید کربن(CO)	۹ ppm (حداکثر غلظت ۸ ساعته)
ذرات معلق(PM_{10})	۱۵۰ $\mu g/m^3$ (حداکثر غلظت ۲۴ساعته)
دی اکسیدنیتروژن(NO_2)	۵۰ ppb (حداکثر غلظت ۲۴ ساعته)
دی اکسیدگوگرد (SO_2)	۱۴۰ ppb (حداکثر غلظت ۲۴ ساعته)
ازن(O_3)	۸۰ ppb (حداکثر غلظت ۱ ساعته)

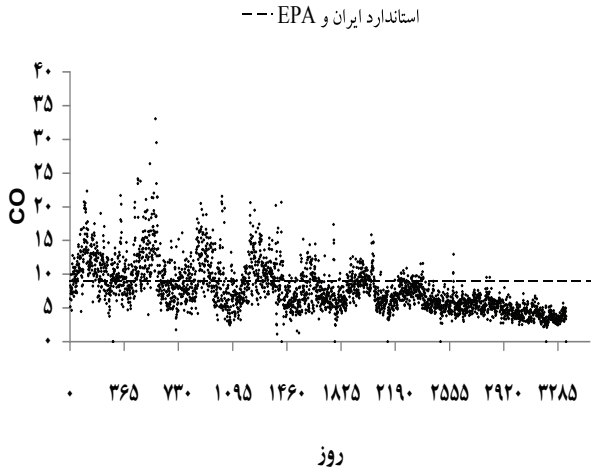
جدول ۳: استاندارد الودگی هوای سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (US.EPA)

نام آلاینده	غلظت استاندارد
مونواکسید کربن(CO)	۹ ppm (حداکثر غلظت ۸ ساعته)
ذرات معلق (PM_{10})	۲۵۰ $\mu g/m^3$ (حداکثر غلظت ۲۴ساعته)
دی اکسیدنیتروژن(NO_2)	۵۰ ppb (حداکثر غلظت ۲۴ ساعته)
دی اکسید گوگرد(SO_2)	۱۴۰ ppb (حداکثر غلظت ۲۴ ساعته)
ازن (O_3)	۱۲۰ ppb (حداکثر غلظت ۱ ساعته)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]



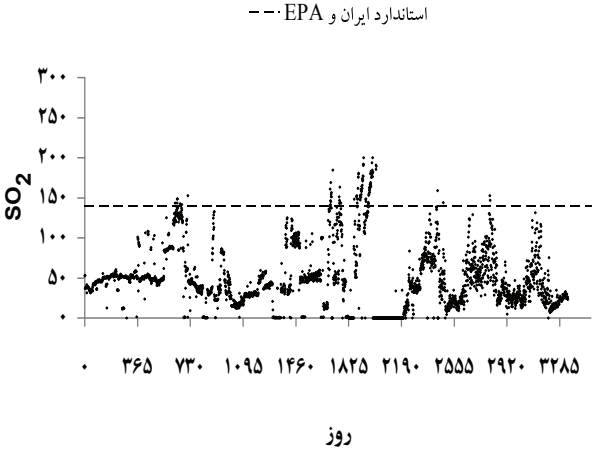
شکل ۲: روند تغییرات ذرات معلق در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹



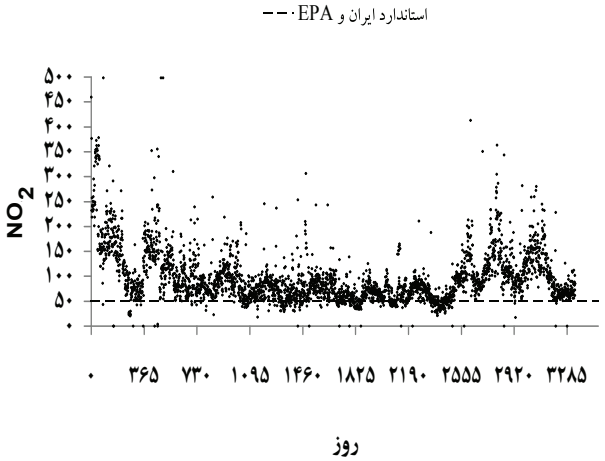
شکل ۳: روند تغییرات مونواکسید کربن در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹

یافته‌ها

در این مطالعه روند تغییرات آلاینده های ذرات معلق، مونواکسید کربن، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و ازن در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج آن در شکل های ۶-۲ و جداول ۴ و ۵ نشان داده شده است.



شکل ۴: روند تغییرات دی اکسید گوگرد در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹



شکل ۵: روند تغییرات دی اکسید نیتروژن در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

جدول ۴: میانگین غلظت سالیانه آلاینده‌های مختلف در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹

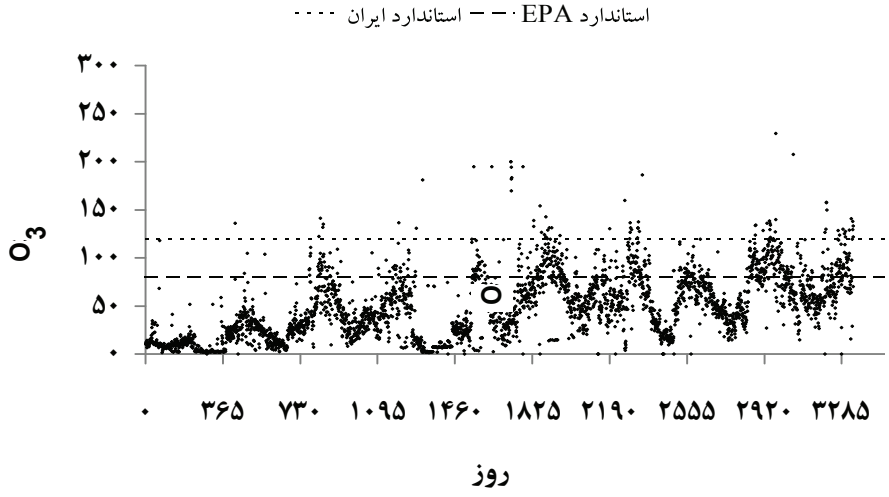
سال	ذرات معلق ($\mu g/m^3$)	مونواکسید کربن (ppb)	دی اکسید گوگرد (ppb)	دی اکسید نیتروژن (ppb)	ازن (ppb)
۱۳۷۹	۹۱	۱۱/۱۸	۴۶/۸	۱۰۲/۶	۲۲/۱
۱۳۸۰	۱۰۵	۱۰/۳۶	۷۸/۵	۷۳/۶	۲۴/۶
۱۳۸۱	۱۰۷	۷/۲۱	۳۵/۳	۷۵/۵	۴۴/۳
۱۳۸۲	۱۱۹	۹/۲۶	۳۲/۱	۷۲/۷	۴۰/۹
۱۳۸۳	۸۹	۷/۲۴	۶۲/۵	۷۸/۲	۴۶/۱
۱۳۸۴	۷۰	۷/۶۷	۸۹/۸	۱۸۲/۶	۶۹/۲
۱۳۹۵	۶۷	۷	۵۵/۲	۹۰/۴	۵۱/۳
۱۳۸۶	۶۴	۵/۵۲	۴۹/۳	۱۲۱	۵۶/۹
۱۳۸۷	۸۲	۴/۵	۳۸/۹	۱۱۹	۷۹/۳
۱۳۸۸	۸۸	۳/۶۴	۲۱/۴	۶۶/۱	۸۳

بحث

روند تغییرات ذرات معلق

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می دهد که بیشینه و کمینه غلظت سالیانه در ایستگاه های پایش به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۶ با غلظت های $\mu g/m^3$ ۱۱۹ و $\mu g/m^3$ ۶۴ است. همچنین بیشینه غلظت روزانه در هر سال مربوط به سال ۱۳۸۲ با غلظت $\mu g/m^3$ ۴۹۶۵ است که در ایستگاه بازار روی داده است.

همچنین نتایج نشان دادند که بیشترین درصد موارد بالای استاندارد ایران، مربوط به سال ۱۳۸۸ است که بطور متوسط در مجموع ایستگاه های آن سال ۳/۵ ٪بالای استاندارد بوده است، که ایستگاه استانداری با ۱۵٪ موارد بالای استاندارد بدترین شرایط را داشته است. ولی براساس استاندارد EPA در سال



شکل ۶: روند تغییرات O_3 در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

جدول ۵: درصد موارد بالای استاندارد ایران و سازمان حفاظت و محیط زیست امریکا (EPA)

نام ایستگاه	سال فعالیت	ذرات معلق		مونواکسید کربن		دی اکسید گوگرد		دی اکسید نیتروژن		ازن	
		ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**
اقدسیه	۱۳۷۹	۰/۹	۳۳	۱۲/۴	۱۲/۴	۰	۰	۹۹/۵	۹۹/۵	۰/۹	۰/۴
	۱۳۸۰	۶/۳	۲۲/۴	۱۰	۱۰	۰	۰	۹۹/۱	۹۹/۱	۳	۱/۲
	۱۳۸۱	۲/۸	۵/۷	۷	۷	۴/۱	۴/۱	۹۵/۲	۹۵/۲	۲۶/۳	۱۳/۳
	۱۳۸۲	۰	۲/۴	۶/۴	۶/۴	۰	۰	۵۹/۹	۵۹/۹	۷/۶	۳/۸
	۱۳۸۳	۰	۰/۹	۶/۶	۶/۶	---	---	۷۵/۳	۷۵/۳	---	---
	۱۳۸۴	۰	۱/۴	۱۱/۶	۱۱/۶	۰	۰	۷۸/۵	۷۸/۵	---	---
	۱۳۸۵	۰	۰/۸	۱۴/۵	۱۴/۵	۰	۰	۶۹	۶۹	---	----
	۱۳۸۶	۰/۵	۳/۳	۲/۵	۲/۵	۵/۱	۵/۱	۷۷/۴	۷۷/۴	۲۸/۷	۳/۴
	۱۳۸۷	۰/۳	۱۰	۰/۶	۰/۶	۳/۳	۳/۳	۹۵/۲	۹۵/۲	۶۹/۱	۴۷/۸
	۱۳۸۸	۳/۱	۹/۴	۰/۸	۰/۸	۰	۰	۸۹	۸۹	۶۱/۴	۱۸/۹
بازار	۱۳۷۹	۱	۳	۲۸/۸	۲۸/۸	۰	۰	۲/۸	۲/۸	۰/۳	۰/۳
	۱۳۸۱	۷	۲۳	۶۸/۲	۶۸/۲	۰	۰	۲/۶	۲/۶	۶/۴	۳/۲
	۱۳۸۲	۴	۳۷/۵	۵۴	۵۴	۰	۰	۴۲/۷	۴۲/۷	۹/۵	۸/۴
	۱۳۸۳	۳	۲۷	۰	۰	---	---	۰	۰	---	---
	۱۳۸۴	۰	۲	۲۴/۶	۲۴/۶	---	---	۱۳/۹	۱۳/۹	---	---
	۱۳۸۵	۰/۶	۴	۱۸/۸	۱۸/۸	---	---	۲۱/۷	۲۱/۷	---	---
	۱۳۸۶	---	---	۱۰/۳	۱۰/۳	---	---	---	---	---	---
	۱۳۸۷	---	---	۶/۸	۶/۸	---	---	---	---	---	---
فاطمیه	۱۳۷۹	۲	۸	۹۴/۴	۹۴/۴	۰	۰	۹۹/۷	۹۹/۷	۱/۴	۰/۳
	۱۳۸۰	۰	۸/۵	۸۹/۹	۸۹/۹	۰	۰	۹۱	۹۱	۰/۳	۰/۳
	۱۳۸۱	۰/۶	۷/۵	۷۰	۷۰	۰	۰	۹۵/۲	۹۵/۲	۲/۱	۰/۳
	۱۳۸۲	۰/۳	۹	۸۲/۷	۸۲/۷	---	---	۷۸/۶	۷۸/۶	۲/۸	۰/۸
	۱۳۸۳	۱/۲	۲/۶	۴۹/۴	۴۹/۴	۰	۰	۷۵/۸	۷۵/۸	۲	۱/۶
	۱۳۸۴	۰	۰/۶	۴۸	۴۸	۰	۰	۳۴/۶	۳۴/۶	---	---
	۱۳۸۵	۰	۰/۳	۴۷/۳	۴۷/۳	---	---	۲۳/۵	۲۳/۵	---	---
	۱۳۸۶	۰	۰	۳۶/۴	۳۶/۴	---	---	۱	۱	---	---
	۱۳۸۷	۱/۱	۱۰	۶/۷	۶/۷	۰	۰	۰	۰	۴۴/۳	۵۵/۷

× درصد موارد بالای استاندارد ایران مصوب ۱۳۸۸

×× درصد موارد بالای استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

نام ایستگاه	سال فعالیت	ذرات معلق		مونواکسید کربن		دی اکسید گوگرد		دی اکسید نیتروژن		ازن	
		ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**	ایران*	EPA**
مهرآباد	۱۳۸۰	---	---	۲۴/۱	۲۴/۱	۹۷/۵	۹۷/۵	۶۵	۶۵	۷/۸	۰
	۱۳۸۱	---	---	۳۳/۹	۳۳/۹	۰	۰	۷۳/۳	۷۳/۳	۳۰	۱/۱
	۱۳۸۲	---	---	۳۰/۵	۳۰/۵	۰/۳	۰/۳	۸۵/۷	۸۵/۷	۲۷/۳	۴/۶
	۱۳۸۳	---	---	۲۰/۹	۲۰/۹	۷/۶	۷/۶	۸۹/۴	۸۹/۴	۳۰/۷	۱۲
	۱۳۸۴	---	--	۲۵/۳	۲۵/۳	۵۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰	۳۱/۷	۳/۷
	۱۳۸۵	---	---	۰/۵	۰/۵	---	---	۹۹	۹۹	۵۸/۳	۶/۵
ژئوفیزیک	۱۳۸۵	۰	۰	۳۱/۳	۳۱/۳	۰	۰	۱۰۰	۱۰۰	۰	۰
	۱۳۸۶	۰	۰/۳	۱۱/۹	۱۱/۹	۰	۰	۹۸	۹۸	۲۹/۷	۶/۸
	۱۳۸۷	۰/۶	۵	۱/۳	۱/۳	۱	۱	۹۵/۷	۹۵/۷	۲۸/۱	۶/۳
	۱۳۸۸	۴/۶	۷/۷	۰/۸	۰/۸	۰	۰	۷۳/۹	۷۳/۹	۶۲/۴	۲۱/۸
گلبرگ	۱۳۸۷	۰	۷	۳/۴	۳/۴	۰	۰	۶۵/۷	۶۵/۷	۱۱/۱	۹/۸
	۱۳۸۸	۳	۷	۰	۰	۱۰/۶	۱۰/۶	۴۷/۹	۴۷/۹	۲۲/۴	۹
مسعودیه	۱۳۸۷	۱/۳	۱۵	۱۵/۹	۱۵/۹	۱/۷	۱/۷	۷۳/۴	۷۳/۴	۵۰/۸	۲۲/۶
	۱۳۸۸	۴	۹	۰	۰	۰	۰	۷۹/۱	۷۹/۱	۹۴/۸	۵۰/۷
استانداری	۱۳۸۷	---	---	---	---	---	---	۹۹/۲	۹۹/۲	---	---
	۱۳۸۸	۱۵	۲۵	۳۱/۹	۳۱/۹	۰	۰	---	---	۱۵/۶	۳/۱
پارک رز	۱۳۸۶	۰	۰	۰	۰	۰/۹	۰/۹	۱۰۰	۱۰۰	۱۴/۹	۸۵/۱
	۱۳۸۷	۰	۲/۳	۰	۰	۴/۵	۴/۵	۸۳/۶	۸۳/۶	۲۰/۹	۱/۸
	۱۳۸۸	۳	۷	۰	۰	۰	۰	۸۰	۸۰	۲۸/۵	۰/۸
پونک	۱۳۸۶	۰	۲	۶/۹	۶/۹	۲۶/۵	۲۶/۵	۹۹/۵	۹۹/۵	۱۶/۴	۸۳/۶
	۱۳۸۷	۱	۶	۵/۶	۵/۶	۵/۴	۵/۴	۹۸/۳	۹۸/۳	۴۹/۷	۳۰
	۱۳۸۸	۲	۸	۰	۰	۰	۰	۹۶/۳	۹۶/۳	۴۹/۲	۹/۸
شهر ری	۱۳۸۵	۰/۴	۲	۱۷/۲	۱۷/۲	۰/۷	۰/۷	۹۷/۲	۹۷/۲	۳۲/۲	۱۷/۵
	۱۳۸۶	۰	۰	۱۰	۱۰	۰/۶	۰/۶	۹۸/۶	۹۸/۶	۳/۹	۰
	۱۳۸۷	۰	۱	۸/۶	۸/۶	۰/۸	۰/۸	۹۹/۷	۹۹/۷	۲۲/۷	۸/۹
	۱۳۸۸	۳	۵/۶	۱/۶	۱/۶	۰	۰	۶۷/۷	۶۷/۷	۳۵/۲	۳/۱

× درصد موارد بالای استاندارد ایران مصوب ۱۳۸۸

×× درصد موارد بالای استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست امریکا (EPA)

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

۱۳۸۲ موارد بالای استاندارد ۱۶/۶٪ بوده است که در این بین ایستگاه بازار با ۳۷/۵ ٪ موارد بالای استاندارد بیشترین بوده است، ولی با این وجود میانگین غلظت سالیانه سال ۱۳۸۸ نسبت به سال ۱۳۷۹ هنوز کمتر است. علاوه بر این بر اساس استاندارد ایران و EPA به ترتیب سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶ با میزان صفر درصد موارد و ۱/۲٪ موارد بالای استاندارد بهترین شرایط را داشته اند.

همان طور که در شکل ۲ دیده می شود تغییرات PM_{10} از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۶ روندی نزولی داشته است که با مقایسه داده های سال ۱۳۷۹ با داده های سال ۱۳۸۶ با استفاده از آزمون میانگین نمونه های جفت (paired samples T test) با اطمینان ۹۵٪ معنی دار بودن تغییرات مشخص شد. از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۸ روندی صعودی مشاهده می شود ولی این تغییرات با اطمینان ۹۵٪ معنی دار نیست.

روند تغییرات مونواکسید کربن

نتایج حاصل از بررسی آلاینده مونواکسید کربن نشان داد که بیشترین غلظت میانگین سالیانه مربوط به سال ۱۳۷۹ با غلظت ppm ۱۱/۱۸ و کمترین غلظت میانگین سالیانه مربوط به سال ۱۳۸۸ با غلظت ppm ۳/۶۴ است. همچنین ماکزیمم و مینیمم غلظت روزانه در طی این ۱۰ سال به ترتیب در ایستگاه فاطمیه در سال ۱۳۸۱ با ppm ۶۰/۶۸ و در ایستگاه مهرآباد در سال ۱۳۸۳ با ppm ۰/۰۸ رخ داد.

بررسی روند کلی آلاینده مونواکسید کربن در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ نشان می دهد که از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۱ روند کاهشی در میزان غلظت CO مشاهده می شود، به گونه ای که در سال ۱۳۸۱ به حدود ppm ۷ می رسد، ولی از سال ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۲ روند افزایشی وجود دارد به طوری که در سال ۱۳۸۲ به ppm ۹ (بیشتر از حد استاندارد) می رسد، از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ روندی کاهشی با شیبی تند مشاهده می شود، و بعد از آن یعنی از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ روندی کاهشی با شیب کمتری را نشان می دهد، به طوری که در سال ۱۳۸۸ به کمترین میزان خود طی ۱۰ سال اخیر (کمتر از ppm ۴) می‌رسد (شکل ۳).

بر طبق استاندارد ایران و EPA روند تغییرات درصد موارد غلظت مونواکسیدکربن بالای استاندارد رو به کاهش بوده است به طوری که از حدود ۴۹/۱٪ بالای استاندارد در سال ۱۳۷۹ به حدود ۴/۱ ٪ بالای استاندارد در سال ۱۳۸۸ رسیده است.

روند تغییرات دی اکسید گوگرد

بر اساس نتایج به دست آمده از آنالیز داده های دی اکسید گوگرد در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ حداکثر غلظت سالیانه مربوط به سال ۱۳۸۴ با غلظت ppm ۸۹/۸ و حداقل غلظت سالیانه مربوط به سال ۱۳۸۸ با غلظت ppb ۲۱/۴ است. همچنین در طی این ۱۰ سال بیشترین غلظت روزانه در سال ۱۳۸۸ و در ایستگاه گلبرگ با میزان ppb ۵۶۱/۱ رخ داده است.

روند تغییرات دی اکسید گوگرد در مجموع ایستگاه های شهر تهران به گونه ای است که از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۰ روندی افزایشی، و از سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۸۲ روندی کاهشی داشته است. به گونه ای که در سال ۱۳۸۲ به حدود ppb ۳۲ می رسد. از سال۸۴ -۱۳۸۲ روندی افزایشی در میزان غلظت میانگین سالیانه SO_2 مشاهده می شود، به گونه ای که در سال ۱۳۸۴ به حداکثر مقدار خود طی ۱۰ سال اخیر (حدود ppb ۸۹/۸) می رسد. از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ روندی کاهشی در میزان دی اکسید گوگرد مشاهده می شود، به طوری که در سال ۱۳۸۸ به کمترین مقدار خود (ppb ۲۱/۴) می رسد.

تغییرات درصد موارد غلظت SO_2 بالای استاندارد ایران و EPA در مجموع ایستگاه های شهر تهران در طی سال‌های ۸۸-۱۳۷۹ دارای روندی متغیر بوده است، به طوری که در این سال‌ها سه تا پیک مشاهده می شود که در سال‌های ۱۳۸۰، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۶ که بیشترین آن مربوط به سال ۱۳۸۴ است که بیش از ۳۲٪ موارد بالای استاندارد بوده است (شکل ۴).

روند تغییرات دی اکسید نیتروژن

بررسی داده های آلاینده دی اکسید نیتروژن حاکی از آن است که در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ حداکثر و حداقل میانگین غلظت سالیانه به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۸۸ با غلظت های ppb ۱۸۲/۶ و ppb ۶۶/۱ است و حداکثر غلظت روزانه در طی این ۱۰ سال ppb ۹۹۷ بوده که در سال ۱۳۸۳ و در ایستگاه بازار روی داده است.

بررسی روند تغییرات دی اکسید نیتروژن نشان می دهد که در طی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ روندی تقریبا یکنواخت در میزان غلظت میانگین سالیانه دی اکسید نیتروژن دیده می شود، ولی از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۴ با یک افزایش ناگهانی در میزان NO_2 مواجهه می شویم، به گونه ای که میانگین سالیانه NO_2 در سال

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

۱۳۸۴ به حداکثر مقدار خود طی ۱۰ سال اخیر (۱۸۲/۶ ppb) می رسد، از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵ روند کاهشی دیده می شود، از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ روندی متغیر دیده می شود، ابتدا تا سال ۱۳۸۶ میانگین سالیانه NO_2 افزایش می یابد، ولی از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۸۷ روندی ثابت داشته و از سال ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ روندی رو به کاهش را نشان می دهد، به گونه ای که در سال ۱۳۸۸ به حدود ۶۶ ppb می رسد که هنوز از حد استاندارد تعیین شده بیشتر است (شکل ۵).

روند تغییرات درصد موارد NO_2 بالای استاندارد ایران و EPA را نشان می دهد، در بیشتر موارد در طی این ۱۰ سال مقدار NO_2 بیشتر از حد مجاز استاندارد ایران و EPA بوده است بطوری که در بهترین سال (۱۳۸۵) درصد موارد بالای استاندارد حدود ۴۰٪ است، این در حالی است که در سایر سال‌ها درصد موارد بالای استاندارد بیش از ۵۰٪ است و حتی در بدترین سال (۱۳۸۷) به حدود ۹۲/۳ ٪ بالای استاندارد هم می رسد.

روند تغییرات ازن

بررسی داده های مربوط به ازن نشان می دهد که حداکثر و حداقل میانگین غلظت سالیانه به ترتیب مربوط به سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۷۹ با غلظت های ۸۳ ppb و ۱ /۲۲ است. همچنین حداکثر غلظت روزانه در طی این ۱۰ سال مربوط به سال ۱۳۸۸ با غلظت ۶۹۸/۲ ppb در ایستگاه ژئوفیزیک است.

روند تغیرات غلظت ازن در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۷۹ به گونه ای است که از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴، روندی افزایشی داشته است به طوری که غلظت میانگین سالیانه ازن از حدود ۲۰ ppb در سال ۱۳۷۹ به بیش از ۶۰ ppb در سال ۱۳۸۴ می‌رسد. از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۵ یک روند کاهشی وجود دارد، ولی دوباره از سال ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ یک روند افزایشی وجود دارد که در سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۸۸ در حدود غلظت ۸۰ ppb روند یکنواختی مشاهده می شود. همچنین براساس استاندارد ایران و EPA به ترتیب غلظت ازن از حدود ۰/۹۶ و ۰/۳۲٪ بالای استاندارد در سال ۱۳۷۹ به حدود ۴۶/۴ و ۱۴/۸٪ در سال ۱۳۸۸ می رسد (شکل ۶).

نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط دیگر محقیق در مناطق مختلف جهان مطابقت دارد، به طوری که در دو دهه گذشته در اروپا CO و SO_2 نقش کمتری در آلودگی هوا پیدا کرده اند (۶)، و همچنین گزارش ها نشان می دهند که غلظت ازن به طور پیوسته در دو دهه گذشته در مناطق مختلفی از اروپا در حال افزایش بوده است (۸ و ۹)، این افزایش حتی در ایالات متحده امریکا نیز گزارش شده است بطوری که غلظت ازن در ۳۳ پارک ملی در ۲۰ سال گذشته نزدیک به ۴٪ افزایش داشته است.

نتیجه‌گیری

آنالیز نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که کیفیت آلودگی هوای شهر تهران در طی ۱۰ سال اخیر رو به تغییر بوده است و این تغییرات در مورد آلاینده ازن، چشمگیر است و آینده کیفیت آلودگی هوا شهر تهران به سمتی پیش می رود که شاهد افزایش بسیار نگران کننده آلاینده های ثانویه ای همچون ازن هستیم.

لازم به ذکر است کاهش در میانگین غلظت مونواکسید کربن در کل ایستگاه های شهر تهران در طی دوره ۱۰ ساله (شکل ۳) نمی تواند با قاطعیت بیان کند که مشکل این آلاینده حل شده است، بلکه در مورد این آلاینده همان طور که ایستگاه های مرکز شهر نشان می دهند (ایستگاه های استانداری، بازار، فاطمیه و ژئوفیزیک) جایی که بیشترین تراکم خودروها که عامل اصلی تولید مونواکسیدکربن هستند وجود دارد، هنوز مشکل پا برجاست هرچند که با اقداماتی که در مورد کاهش مصرف سوخت و از رده خارج کردن خودروهای فرسوده و سایر اقدامات دیگر انجام گرفته است روند کاهشی در میزان غلظت مونواکسید کربن مشاهده می شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش با حمایت مالی معاونت محترم تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به شماره طرح (u-۸۸۰۱۷) انجام گرفته است که بدین وسیله نویسندگان مقاله مراتب سپاس گزاری خود را اعلام می دارند.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

منابع

1. Piraino F, Aina R, Palin L, Prato N, Sgorbati S, Santagostino A, et al. Air quality biomonitoring: assessment of air pollution genotoxicity in the Province of Novara (North Italy) by using Trifolium repens L. and molecular markers. Science of The Total Environment. 2006;372(1):350-59.
2. Mohan M, Kandya A. An analysis of the annual and seasonal trends of Air Quality Index of Delhi. Environmental Monitoring and Assessment. 2007;131(1-3):267-77.
3. Molina MJ, Molina LT. Megacities and atmospheric pollution. Journal of the Air and Waste Management Association. 2004;54(6):644-80.
4. Nori K, Ziaii S, Kazem nejad A. Effects of Carbon Monoxide caused by air pollution on pregnancy and fetal cord pathology. Journal of Babol University of Medical Sciences. 2005;7(3):12-19 (in Persian).
5. Anttila P, Tuovinen JP. Trends of primary and secondary pollutant concentrations in Finland in 1994-2007. Atmospheric Environment. 2010;44(1):30-41.
6. EEA (2007). Air pollution in Europe 1990-2004. Copenhagen: European Environment Agency; Report No.: 2/2007.
7. United States Environmental Protection Agency (USEPA). Ground level ozone: trend in ozone and related emissions. USA: United States Environmental Protection Agency; 2002 [cited 25 Jun 2011]. Available from: http://www.epa.gov/airtrends/ozone.html.
8. Hjellbrekke A-G, Solberg S. 2002. Ozone measurements 2000. Norway: Norwegian Institute for Air Research; 2002. Report No.: EMEP/CCC-Report 5/2002.
9. Matyssek R, Innes JL. Ozone: a risk factor for trees and forests in Europe? Water, Air and Soil Pollution. 1999;116:199-226.
10. Cheraghi M. Investigation and comparing air quality in Tehran and Esfahan at 1999 [dissertation]. Tehran: University of Tehran. 2001 (in Persian).
11. Rezaii Mofrad M, Almassi H. Carbon monoxide levels in Kashan at 2000. Feiz Journal Scientific. 2003;7(1):56-59 (in Persian).
12. Changani F, Baniardalan M, Azam K. Investigation of Carbon monoxide levels in different parts of Tehran. Iranian Journal of Pediatrics. 2004;13(1):29-32.
13. Sobhan Ardakani S, Esmaeili Sari A, Cheraghi M, Tayebi L, Ghasempouri M. Determination of Tehran air quality by useing Air Quality Index (AQI) in 2005. Environmental Sciense and Tecnology. 4:33-38.
14. Department of Environment. Ambient air quality standards. Tehran: Department of Environment; 1994.
15. United States Environmental Protection Agency (USEPA). National ambient air quality standards. USA: United States Environmental Protection Agency; 1990.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]

Analysis of Tehran Air Pollution Data in Recent Decade (2000-2009)

Mehdi Ahmadi Moghadam[1], *Parviz Mahmoudi[2]

[1]Environmental Technologies Research Center, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Khouzestan, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Ahvaz Jundishapour University of Medical Sciences, Khouzestan, Iran

Received; 18 July 2011 Accepted; 16 October 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: Exceeding the standard level in most cases, Tehran air pollution has become a national environmental challenge. Therefore, it is crucial to analyze Tehran air-pollution data set during 2000-2009 for trend analysis.

Materials and Methods: In this study, we collected the hourly data of Tehran air pollution during 2000-2009 recorded by monitoring station of Tehran Air Pollution Control Company and statistical methods was used to determine the trend of the five pollutants, including: CO, PM_{10}, SO_2, NO_2 and O_3.

Results: The results indicate that average annual concentration of PM_{10}, CO, NO_2, SO_2 and O^3 has changed from 91, 11.18, 102.6, 46.8, and 22.1 at monitoring station in 2000 to 88 $\mu g/m^3$, 3.64 ppm, 66.1 ppb, 21.4 ppb, and 83 ppb in 2009 respectively.

Conclusion: Our findings revealed that although the air quality in Tehran has improved in term of particulate matter, SO_2 and NO_2 during this decade as a result of government's recent program in air pollution control, ozone concentration has increased.

Keywords: Air pollution, Tehran air quality monitoring stations, Tehran

*Corresponding Author: *parviz_mahmoody@yahoo.com*
Tel: +98 611 3738269 ***Fax***: +98 611 3738269

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2026-04-23]