Archive of SID

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره دوازده، اسفند ماه ۹۹

ارزیابی میزان آلاینده های گازی و ذرات معلق هوا در پایانه های درون شهری شرکت واحد اتوبوسرانی تهران

سیدعلیرضا حاجی سید میرزا حسینی[1*]

mirzahosseini@gmail.com

علی محمدی[2]

عظیمه یکپایی نجف آبادی[3]

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۹**

چکیده

زمینه و هدف : پایانه های اتوبوس نقش کلیدی در سامانه حمل و نقل عمومی کلان شهرها دارد. کیفیت هوا و آلاینده های موجود در محیط پایانه از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا روزانه افراد زیادی در این محل توقف و تردد کرده و هوای آن را تنفس می کنند، لذا بررسی، شناسایی و تعیین میزان آلاینده های تولید شده در هوای این اماکن گامی اساسی در مدیریت و کنترل آلودگی هوای آن می‌باشد. این پژوهش از نوع توصیفی مقطعی بوده و هدف آن سنجش و تعیین میزان غلظت ذرات معلق PM_{10} ، $PM_{2.5}$، PM_1 و گازهای NO_2 ، SO_2، CO ، HC در هوای آزاد شش پایانه مهم و پر ترافیک کلان شهر تهران می باشد.

روش بررسی : از دستگاه پرتابل Met One برای سنجش ذرات معلق و دستگاه Aeroqual برای سنجش گازها در مدت یک سال از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ استفاده شد ، نمونه ها با استفاده از نرم افزار SPSS ، EXEL تجزیه و تحلیل شد.

یافته ها: نتیجه این تحقیق نشان داد، بیش ترین میزان غلظت ذرات معلق PM_1 با میانگین ۱/۲۰ میکرو گرم بر مترمکعب، $PM_{2/5}$ با میانگین ۶/۷۲ میکروگرم بر مترمکعب ، PM_{10} با میانگین ۱۰۰/۲۳ میکروگرم بر متر مکعب، میزان غلظت گاز CO با میانگینغلظت ppm ۶/۹۵ ، NO_2 با میانگین غلظت ppm ۰/۰۵ ، SO_2 با میانگین ppm ۰/۰۵ ، HC ، با میانگین ppm ۲/۵۶ در فصل زمستان وجود دارد.

۱- استادیار گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران*(مسوول مکاتبات).

۲- استادیار گروه مدیریت محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ایران.

۳- دانشجوی مهندسی محیط زیست، گرایش آلودگی هوا، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

بحث و نتیجه گیری : از دلایل افزایش آلاینده ها می توان به پایین بودن دما، عدم وزش باد، وارونگی هوا، موقعیت نامناسب قرار گیری پایانه ، منابع آلاینده اطراف و نوع سوخت و تکنولوژی به کار رفته در اتوبوس ها اشاره کرد. با استفاده از نتایج این تحقیق می توان در تدوین راه کارهای مدیریتی مناسب جهت کنترل و کاهش آلاینده های هوا با هدف بهبود سیستم در این اماکن بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، تهران، پایانه های اتوبوس، ذرات معلق، گازها.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Env. Sci. Tech., Vol 22, No.12, March, 2021

Evaluation of the amount of gaseous pollutants and airborne particles in the internal terminals of Tehran Bus Company

Seyyed Alireza Haji Seyyed Mirza Hosseini[1*]
mirzahosseini@gmail.com
Ali Mohammadi[2]
Azimeh yekpaei Najaf Abadi[3]

Admission Date:February 28, 2018 Date Received: December 22, 2017

Abstract

Background and Objective: This is a cross-sectional descriptive study with the aim of Measure and determine the concentration of suspended particles: PM_{10} PM_1; $PM_{2.5}$; And NO_2 gases; SO_2; CO; HC in open air six important passenger terminals and traffic jams in the metropolis of Tehran.

Method: Using portable device MET ONE to measure suspended particles and the portable device Aeroqual to measure gases in the course of one year, from autumn 94 to summer 95. Samples were analyzed using software SPSS; EXEL.

Findings: The results of this study showed that the highest concentration of suspended particles was PM_1 with an average of 1.20 micrograms per cubic meter; $PM_{2.5}$ with average of 6.72 micrograms per cubic meter; PM_{10} with an average of 100.23 micrograms per cubic meter; CO concentration with a mean concentration of 6.95 ppm, NO_2 with a mean concentration of 0.05 ppm, SO_2 with an average of 0.05 ppm HC, with an average of 2.56 ppm in winter.

Discussion and Conclusion: The reasons for the increase in pollutants include: low temperature, no wind blowing, air reversal, terminal location, surrounding pollutants and type of fuel and technology used on buses. Using the results of this research, we can devise appropriate methods for controlling and reducing air pollutants with the aim of improving the system in these sites.

Keywords: air pollution, Tehran, Bus terminals, suspend particles, gases.

1- Assistant Professor, Department of Environmental and Energy Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Research Sciences Branch, Tehran, Iran. * (Corresponding Author)
2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resources and Environment, Islamic Azad University, Research Sciences Branch, Tehran, Iran.
3- M.Sc, Faculty of Natural Resources and Environment, Department of Environmental Engineering, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran.

www.SID.ir

مقدمه

آلودگی هوا یکی از ره آوردهای توسعه صنعتی است که با افزایش جمعیت و گسترش شهر نشینی ، توسعه حمل و نقل و میزان سوخت، روز به روز بر شدت آن افزوده می شود. امروزه در تهران و بسیاری از شهرهای بزرگ صنعتی دنیا به خصوص درکشور های توسعه یافته، آلاینده های مختلف از طریق وسایط نقلیه موتوری، صنایع و منابع موتوری و تجاری و خانگی در هوا تخلیه می شود که غلظت بسیاری از این آلاینده ها در ساعات مختلف شبانه روز در تهران بالاتر از استاندارد می باشد (۱). بر اساس مطالعات انجام شده سهم خودروهای شخصی و عمومی در آلودگی هوا بیش از سایر منابع است و عمدتا استفاده از سوخت های فسیلی (گازوییل و بنزین) عامل اصلی تولید آلاینده های هوا می‌باشد (۲). از جمله پارامترهای موثر در انتشار آلاینده های هوا بار ترافیکی خیابان های شهری است (۳). بر اساس آمار تراز نامه انرژی بخش حمل و نقل به استثنای نشر CO_2 ، SO_3 ، SO_2 در مورد سایر آلاینده ها بیش ترین و قابل ملاحظه ترین سهم را دارا می باشد (۴). در بخش حمل و نقل درون شهری ، گسترش شبکه های حمل و نقل عمومی شامل مترو ، تراموا ، اتوبوسرانی ، شبکه های ریلی، تشویق به استفاده از دوچرخه و پیاده روی و غیره است (۵). استفاده از شبکه حمل و نقل شهری خصوصا اتوبوس از جمله راهکارهای مدیریتی کاهش آلودگی کلان شهر تهران بوده و محل توقف اتوبوس های شهری از جمله مکان هایی است که از نقطه نظر سنجش تولید آلاینده های اصلی هوا حایز اهمیت می باشد. اتوبوس به عنوان یکی از وسایل حمل و نقل عمومی موتوری در ناوگان حمل و نقل کلان شهرهای بزرگ است(۶). ایستگاه های اتوبوس، موقعیت شهری مهمی هستند که در آنجا مسافران می توانند سوار و پیاده شوند ولی در معرض مقادیر قابل توجهی از آلودگی های ناشی از آن قرار می گیرند (۷). آلاینده های حاصل از خودروهای گازوییلی برحسب وضعیت فیزیکی شان به دو صورت گاز و یا ذرات معلق تقسیم می شوند.

گازهای خروجی از اگزوز (O_3 ، SO_x ، H_2O، CO_2، CO ، HC) و تبخیر از مسیر سیستم سوخت(HC) هر کدام به طریقی اثرات سوء بر محیط زیست دارند و ذرات معلق به صورت کربن های نسوخته شکل گرفته هنگام احتراق ناقص سوخت و پراکنده شدن مواد افزودنی به سوخت از قبیل سرب منگنز، نیکل ، باریم ، فسفر و کادمیم می باشد(۸). ذرات کل ، دی اکسید گوگرد، دی اکسید نیتروژن و ازن به عنوان آلاینده های شاخص جهت بررسی کیفیت هوا شناخته می شوند ، وجود ذرات معلق در غلظت های بالاتر از حد استاندارد به عنوان یکی از علل اصلی کیفیت نا مناسب هوا در محدوده شهری در همه کشور ها شناخته شده است ، به طوری که در اکثر کلان شهرها غلظت ذرات معلق قابل استنشاق بالاتر از حد مجاز می باشد(۱۰-۹).

بر اساس گزارش برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد ذرات معلق مهم ترین آلاینده هوا در شهرهای بزرگ جهان می باشد. منابع غیر طبیعی ذرات شامل احتراق مواد سوختی، ذرات حاصل از فرایندهای مختلف در صنایع ، ذرات حاصل از خرد کردن و ساییدن مواد، ترافیک و وسایل نقلیه از منابع مهم می‌باشند (۱۱). ذرات معلق یکی از آلاینده های شاخص هوا می باشد که توسط ایستگاه‌های سنجش آلودگی هوا در امریکا و سایر نقاط جهان اندازه‌گیری می‌شود(۱۲). آمارها نشان می دهد که مهم ترین آلاینده هوا در شهرهای ایران، ذرات معلق هستند(۱۳). در برخی از کشورها برای اندازه گیری و ارزیابی آلاینده های هوا در اماکن مربوط به ایستگاه های سیستم حمل و نقل عمومی تحقیقات میدانی انجام شده است که تعدادی عبارتند از برزین استرالیا(۱۴)، شانگهای چین(۱۵)، پاریس (۱۶)، ونکوور (۱۷)، نانجینگ چین (۱۸)، پوزنان لهستان (۱۹)، برنئای دارالسلام (۲۰) می باشد. با توجه به این که بادهای غالب تهران جهت غربی و بیش تر صنایع در غرب تهران مستقر هستند می‌توان انتظار داشت که هوای شهر اغلب اوقات آلوده شود (۲۱). با توجه به اهمیت آلودگی هوا و تاثیرات آن، در این تحقیق گازهای محیطی و ذرات معلق در شش پایانه مسافربری درون شهری در فاصله ی بین پاییز ۱۳۹۴ لغایت تابستان ۱۳۹۵ مورد مطالعه قرار گرفته و هدف از سنجش و ارزیابی آلاینده های هوا در این مناطق، بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

عوامل ایجادکننده آلاینده ها و ارایه راهکارهایی مناسب برای رفع مشکل آلودگی هوا در این سایت ها می باشد.

روش کار

معرفی منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق، شش پایانه ی مسافربری درون شهری وابسته به شرکت واحد اتوبوسرانی تهران بزرگ از بین تعداد ۵۸ پایانه- ی فعال شهر تهران شامل، پایانه درون شهری ترمینال جنوب و پایانه خاوران در منطقه ۱۵، پایانه مترو صادقیه و پایانه آزادی در منطقه ۵، پایانه امام خمینی و پایانه فیاض بخش در منطقه ۱۲ با توجه به موقعیت قرار گیری و حجم تردد مسافر و اتوبوس انتخاب شد.

نقشه ۱- نقشه موقعیت منطقه ای قرار گیری پایانه ها ی مورد مطالعه در سال ۱۳۹۵-۱۳۹۴

Map 1. The regional status of the terminals studied in the years 1394-1395

روش اجرای تحقیق

در این مطالعه که از نوع مطالعات غیر مداخله ای و از نوع توصیفی و مقطعی – تحلیلی محسوب می شود، غلظت ذرات معلق PM_{10} ، PM_1 ، $PM_{2.5}$ و گازهای NO_2 ، SO_2 ، CO ، HC طی مدت یکسال از پاییز ۱۳۹۴ لغایت تابستان ۱۳۹۵ در طول چهار فصل ترجیحا هفته دوم از ماه دوم هر فصل در ساعات پر ترافیک (۹صبح الی۱۹عصر) درروزهای غیر تعطیل و بدون شرایط بارش(نمونه برداری از HC در هر فصل در هر پایانه به دلیل محدودیت آزمایشگاهی دریک موقعیت مشخص فقط یکبار انجام شد) از هشت موقعیت متفاوت ، شمال، شمال شرق، شمال غرب، غرب، شرق، جنوب، جنوب شرق، جنوب غرب، انجام شد.

برای اندازه گیری ذرات معلق از دستگاه اندازه گیری پرتابل ذرات Met One (قرائت آنی) مدل ۵۲۱s ساخت کشور آمریکا استفاده شد. اصول اندازه گیری در آن با قواعد و استانداردهای EPA و اتحادیه اروپا منطبق و به طور اتوماتیک مقادیر را در حافظه ذخیره و میانگین دقیقه ای، ساعتی و روزانه را محاسبه شد.دستگاه براساس سنجش لیزری تعداد و قطر ذرات، عمل کرده و از تکنولوژی تفرق نور برای شمارش ذرات استفاده می- کند و در آن یک نیمه هادی لیزری بعنوان منبع نور بکار رفته است که قادر است ذرات تا قطر ۰/۷ میکرون PM_{10} ، PM_1 ، $PM_{2.5}$ را درمکان مورد نظرسنجش کند.

برای اندازه گیری گازها از دستگاه Aeroqual ساخت کشور نیوزلند مجهز به پنج سنسور برای گازهای (NO_2-SO_2-O3-CO-HC) استفاده شد، هر سنسور برای اندازه گیری یک آلاینده گازی به کار می رود، اندازه گیری با این دستگاه بسیار دقیق انجام می شود، به طوری که عملکرد برخی سنسورها در

www.SID.ir

محدوده ppb است. نمونه ها در فاصله ۴۰ الی۵۰ متری از محل توقف اتوبوس ها در یک موقعیت مشخص اندازه‌گیری و برای هر ایستگاه تعداد سه نمونه (برای هر آلاینده) و تکرار سه بار به عنوان نمونه نهایی ثبت شد. (تعداد ۳۸۸۸ نمونه برای کل آلاینده ها در مدت زمان نمونه برداری ثبت گردید تعداد ۱۸۰ نمونه برای گازها، ۱۴۴ نمونه برای ذرات معلق در هر فصل، تعداد ۷۲۰ نمونه برای گازها و ۵۷۶ نمونه برای ذرات معلق و تعداد کل ۱۲۹۶ نمونه برای کل گازها و ذرات معلق در طول یک سال جمع آوری شد.

تحلیل داده ها

نمونه ای استخراج شده با استفاده از نرم افزار Microsoft Excel مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. جهت ترسیم تمام نمودارها از نرم افزار SPSS و روش آماری و برای تحلیل و مقایسه نتایج نیز از one-way ANOVA استفاده شده. سایر پارامترها ازجمله دما، رطوبت، سرعت و جهت وزش باد (با استفاده از اطلاعات هوا شناسی منطقه در روز و ساعت اندازه گیری) ، موقعیت جغرافیایی محل پایانه ها (دستگاه GPS) نسبت به سطح زمین ، نوع سوخت مصرفی اتوبوس ها، تعداد اتوبوس های موجود و زمان توقف آن ها در محل پایانه ، بررسی سایر منابع آلوده کننده موجود در اطراف پایانه ، نیز مد نظر قرار گرفت.

یافته ها

آمارتوصیفی ، برای نمایش بهتر، داده های جمع آوری شده در جداول بصورت میانگین های دوره ای نمایش داده شد. جداول(۱،۲،۳) به ترتیب میانگین یک ساله غلظت پارامترهای اندازه، میانگین یک ساله غلظت ذرات و گازها، در کلیه ی پایانه های مسافربری، در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ ارایه می دهد.

جدول ۱ میانگین یک ساله پارامترهای اندازه گیری شده در کلیه پایانه های مسافربری در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ را نشان می دهد، بیش ترین غلظت ها مربوط به ذرات PM_{10} با مقدار ۷۵/۱۳ میکرو گرم بر متر مکعب و گاز NO_2 با مقدار ppm ۰/۰۳ بوده است که فراتر از حد استاندارد ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب برای ذرات PM_{10} و ppm ۰/۰۲۱ برای گاز NO_2 در طول دوره آماری یک ساله بوده است.

جدول ۱- نتایج میانگین یک ساله غلظت پارامترهای اندازه گیری شده در کلیه پایانه های مسافربری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Table 1. Annual mean concentration of measured parameters in all passenger terminals of fall 94 to summer 95

متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر
PM_1 ($\mu g/m^3$)	۰/ ۷۵	۰/۱	۱/۹
$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	۵/۲۲	۲/۵	۱۱/ ۲
PM_{10} ($\mu g/m^3$)	۷۵/ ۱۳	۳۰/۷	۱۶۰/ ۶
CO(ppm)	۵/ ۴۳	۲/ ۷۱	۹/ ۶۲
NO_2(ppm)	۰/۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۶۸
SO_2(ppm)	۰/۰۲۸	۰/۰۰۹	۰/۱۷
HC(ppm)	۱/ ۳۴	۰/۱	۳
سرعت وزش باد (m/s)	۱/ ۴۶	۰/ ۸۵	۲/۱۰
درجه حرارت (C^o)	۲۲/ ۳۲	۱۱	۳۴
درصد رطوبت(درصد)	۳۱/ ۷۹	۲۲/۵	۴۲

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲ میانگین یک ساله غلظت ذرات PM_{10}، PM_1، $PM_{2.5}$در پایانه های مختلف را در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹ نشان می دهد، بیش ترین غلظت مربوط به PM_{10} با مقدار ۸۷/۸۲ میکروگرم بر متر مکعب در پایانه آزادی بوده است، که فراتر از حد استاندارد ۵۰ میکروگرم بر متر مکعب برای ذرات PM_{10} می باشد.

جدول ۲- نتایج میانگین یک ساله غلظت های PM_1، $PM_{2.5}$، PM_{10} در پایانه های مختلف از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Table 2. Annual mean values of concentrations PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{10} at different terminals of fall 94 to summer 95

پایانه ها		PM_1 ($\mu g/m^3$)	$PM_{2.5}$ ($\mu g/m^3$)	PM_{10} ($\mu g/m^3$)
پایانه ترمینال جنوب	میانگین	۰/۷۴	۵/۰۲	۶۷/۸
پایانه امام خمینی	میانگین	۰/۸۳	۶/۰۵	۷۱/۵۶
پایانه آزادی	میانگین	۰/۶۰	۴/۸۵	۸۷/۸۲
پایانه فیاض بخش	میانگین	۰/۹۱	۵/۴۱	۸۵/۳۳
پایانه صادقیه	میانگین	۰/۵۷	۴/۶۷	۵۹/۷۳
پایانه خاوران	میانگین	۰/۸۳	۵/۳۴	۷۸/۵۵

جدول۳ میانگین یک ساله غلظت گازهای NO_2 ، SO_2، HC،CO را در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ نشان می دهد، بیش ترین غلظت گاز مربوط به گاز NO_2 با مقدار ppm ۰/۰۴۳ در پایانه امام خمینی بوده است، که فراتر از حد استاندارد ppm۰/۰۲۱ برای گاز NO_2 می باشد.

جدول ۳- نتایج میانگین یک ساله غلظت گازهای CO، NO_2، SO_2 و HC در پایانه های مختلف از پاییز ۹۴ الی تابستان۹۵

Table 3. Annual gas concentrations PM_1, $PM_{2.5}$, PM_{10} at different terminals of fall 94 to summer 95

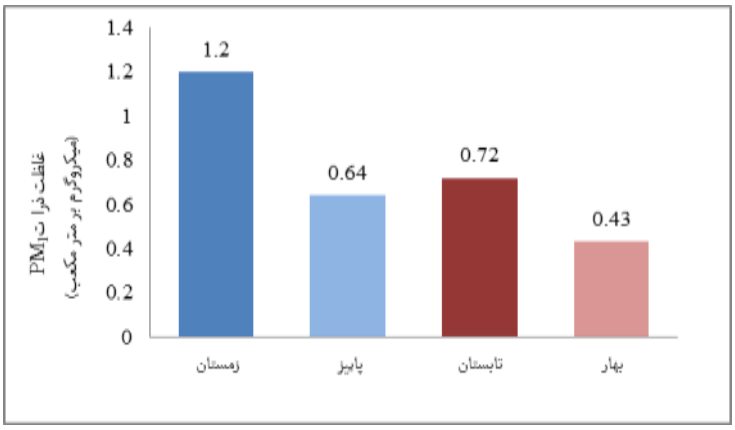
پایانه ها		CO (ppm)	NO_2 (ppm)	SO_2 (ppm)	HC (ppm)
پایانه ترمینال جنوب	میانگین	۵/۲۷	۰/۰۳۶	۰/۰۳۴	۱/۲۵
پایانه امام خمینی	میانگین	۶/۳۵	۰/۰۴۳	۰/۰۳۲	۱/۲۰
پایانه آزادی	میانگین	۶/۴۹	۰/۰۳۹	۰/۰۲۵	۱/۳۲
پایانه فیاض بخش	میانگین	۵/۰۵	۰/۰۴۰	۰/۰۲۹	۱/۲۷
پایانه صادقیه	میانگین	۴/۲۴	۰/۰۳۳	۰/۰۲۴	۰/۸۳
پایانه خاوران	میانگین	۵/۱۶	۰/۰۳۸	۰/۰۲۴	۱/۴۸

نمودارهای (۶-۵-۱-۲-۳-۴) به ترتیب مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق و گازها را طی فصول مختلف اندازه گیری در طول دوره ی آماری ارایه می دهد.

نمودار ۱ مقایسه میانگین غلظت ذرات معلقPM_1 را طی فصول مختلف در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ نشان می دهد، بیش ترین میزان غلظت ذرات معلق PM_1 در فصل زمستان با میانگین ۱/۲۰ میکرو گرم بر مترمکعب و

www.SID.ir

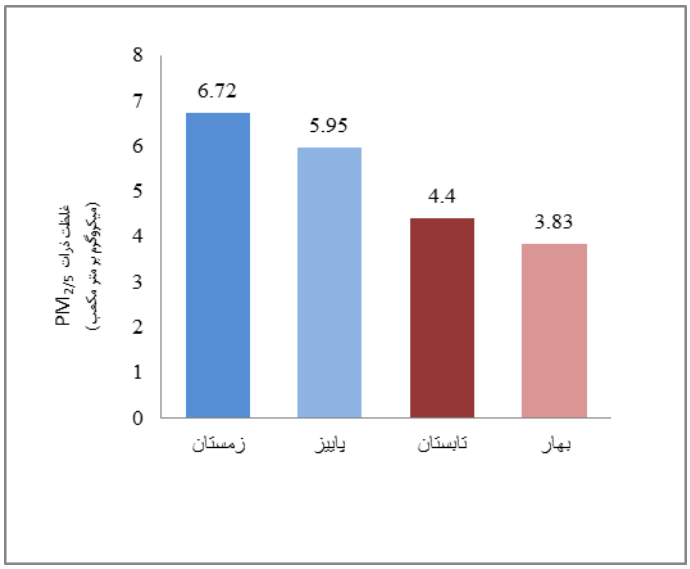
کم ترین میزان این ذرات، با میانگین ۰/۴۳ میکروگرم بر مترمکعب در فصل بهار بوده است.



نمودار۱- مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق PM_1 در طی فصول مختلف اندازه‌گیری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Diagram 1 . Comparison of the average concentration of suspended particles PM_1 during different seasons from autumn 94 to summer 95

نمودار۲ مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق $PM_{2/5}$ را طی فصول مختلف در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵نشان می دهد،بیش ترین میزان غلظت ذرات معلق با $PM_{2/5}$ میکروگرم بر متر مکعب در فصل زمستان با میانگین ۶/۷۲ میکروگرم بر مترمکعب و کم ترین میزان غلظت این ذرات با میانگین ۳/۸۳ میکروگرم بر مترمکعب در فصل بهار می‌باشد که کم تر از حد استاندارد ۲۵ میکرو گرم بر متر مکعب $PM_{2/5}$ بوده است.



نمودار۲- مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ در طی فصول مختلف اندازه‌گیری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

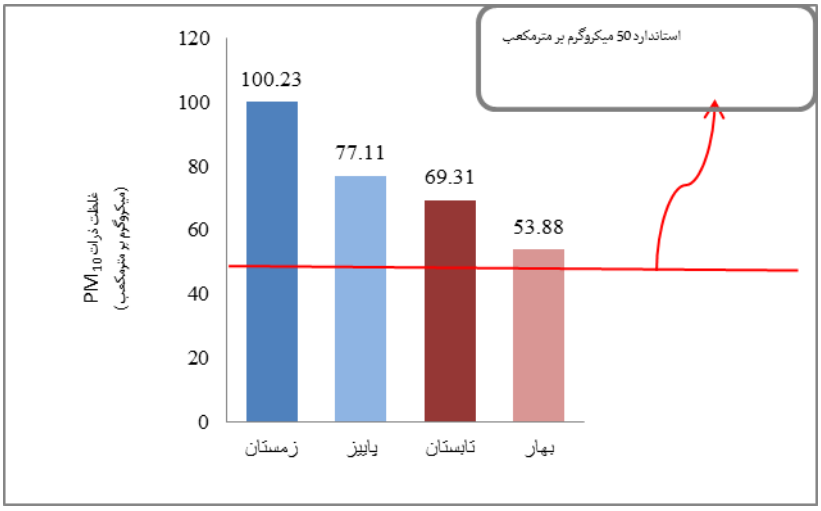
Diagram 2. Comparison of the average concentration of suspended particles $PM_{2.5}$ during different seasons from autumn 94 to summer 95

همانطور که در نمودار ۳ مشخص است مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق PM_{10} را طی فصول مختلف در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ نشان می دهد، بیش ترین میزان غلظت ذرات معلق PM_{10} با میانگین ۱۰۰/۲۳ میکروگرم بر

www.SID.ir

Archive of SID

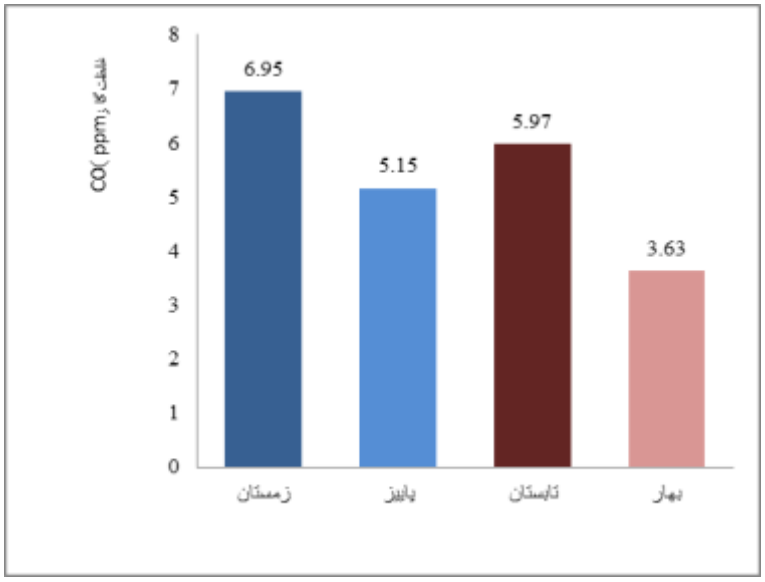
متر مکعب در فصل زمستان و کم ترین میزان این غلظت ذرات با میانگین ۵۳/۸۸ میکروگرم بر مترمکعب در فصل بهار، در تابستان ۶۹/۳۱ میکروگرم بر مترمکعب و در پاییز ۷۷/۱۱ میکروگرم بر مترمکعب می باشد، که با توجه به استاندارد ۵۰ میکرو گرم بر متر مکعب PM_{10} ، دارای بیش ترین غلظت در چهار فصل سال بوده است.



نمودار ۳- مقایسه میانگین غلظت ذرات معلق PM_{10} در طی فصول مختلف اندازه‌گیری پاییز ۹۴ تا تابستان ۹۵

Diagram 3. Comparison of the average concentration of suspended particles PM_{10} during different seasons from autumn 94 to summer 95

در نمودار ۴ مقایسه میانگین غلظت گاز CO را طی فصول مختلف در طول دوره آماری نشان می دهد، بیش ترین میزان غلظت CO با میانگین ۶/۹۵ ppm در فصل زمستان و همچنین کم ترین میزان این غلظت گاز با میانگین ppm ۳/۶۳ در فصل بهار می‌باشد، که کم تر از حد استاندارد ۹ppm بوده است.

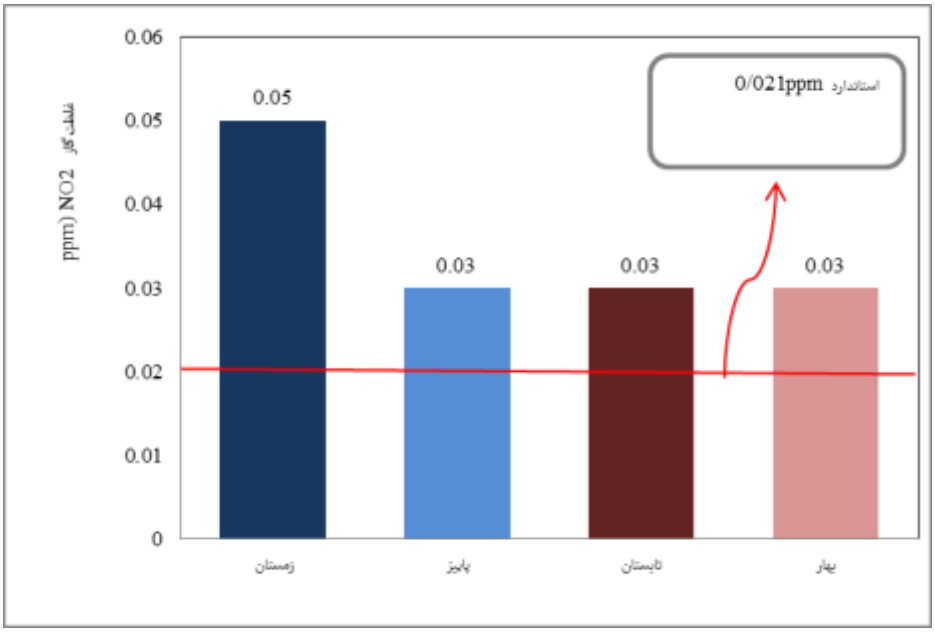


نمودار ۴- مقایسه میانگین غلظت CO در طی فصول مختلف اندازه‌گیری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Diagram 4. Comparison of the average concentration of suspended particles CO during different seasons from autumn 94 to summer 95

www.SID.ir

مقایسه میانگین غلظت گاز NO_2 را طی فصول مختلف در طول دوره آماری از پاییز ۹۴ لغایت تابستان ۹۵ نشان می دهد، بیش ترین میزان غلظت گاز NO_2 در فصل زمستان با میانگین ppm ۰/۰۵ و کم ترین میزان غلظت این گاز با میانگین ppm ۰/۰۳ در فصل تابستان، بهار، پاییز می باشد، که با توجه به استانداردppm ۰/۰۲۱ NO_2، در هر چهار فصل بالا بوده است(نمودار۵).



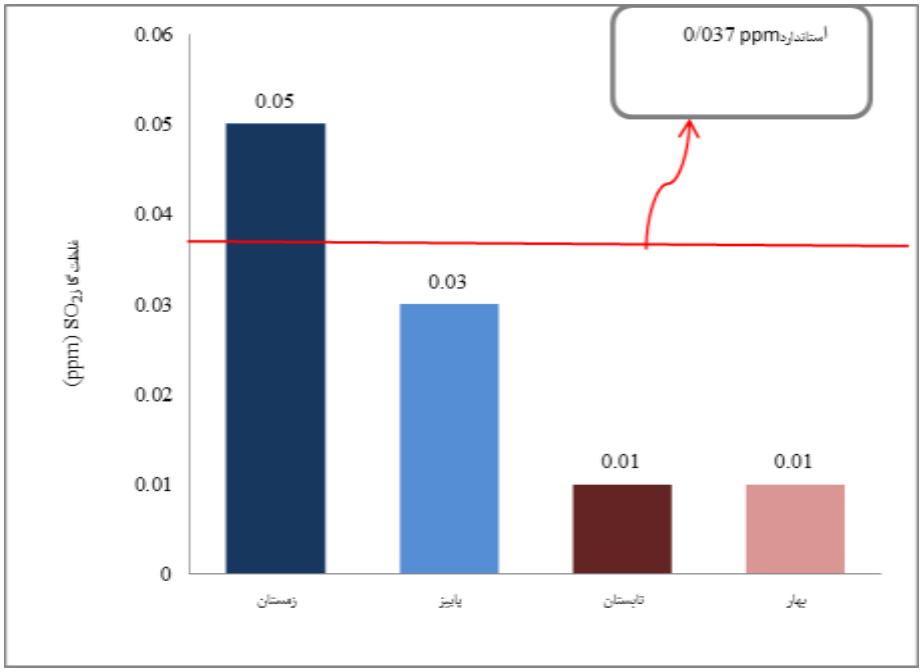
نمودار۵- مقایسه میانگین غلظت NO_2 در طی فصول مختلف اندازه گیری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Diagram 5. Comparison of mean NO_2 concentration during different seasons of measurement from autumn 94 to summer 95

نمودار ۶ مقایسه میانگین غلظت گاز SO_2 را طی فصول مختلف در طول دوره آماری نشان می دهد، بیش ترین میزان غلظت گاز SO_2 در فصل زمستان با میانگین ppm ۰/۰۵ و کم ترین میزان این گاز، با میانگین ppm ۰/۰۱ در فصل تابستان می‌باشد، که با توجه به استاندارد ppm ۰/۰۳۷ SO_2، میزان غلظت این گاز در فصل زمستان بالاتر از حد استاندارد بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۶- مقایسه میانگین غلظت SO_2 در طی فصول مختلف اندازه‌گیری از پاییز ۹۴ الی تابستان ۹۵

Diagram 6 . Comparison of the average concentration of suspended particles SO_2 during different seasons from autumn 94 to summer 95

نتایج آمار استنباطی

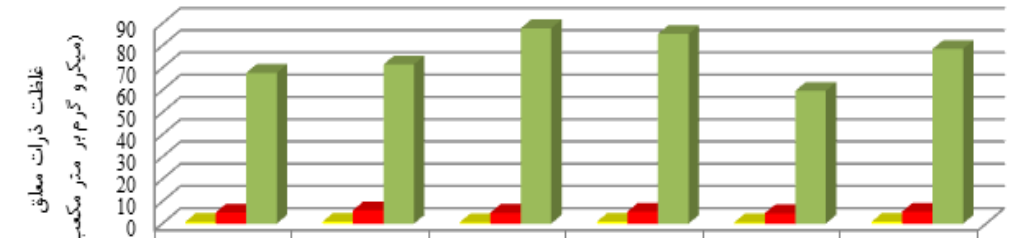
به منظور بررسی نرمال بودن داده‌های مربوط به سنجش ذرات معلق و گازها از آزمون کولموگروف – اسمیرنوف استفاده شد و نشان داد: سطح معنی داری کم تر از ۰/۰۵ برای گازها و ذرات معلق وجود دارد ولی برای PM_{10} اختلاف بیش تری با حد استاندارد داشته است، بنابراین بین فراوانی مشاهداتی و ذرات معلق و گازها تفاوت معنی دار وجود دارد و توزیع جامعه نرمال است، همچنین آزمون تی تست نشان داد، سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ بین استاندارد با میانگین کلیه مقادیر ذرات معلق و گازها ی سنجیده شده وجود دارد.

در نتایج همبستگی بین ذارت معلق و گازها با پارامترهای جوی در سایت مورد مطالعه، با افزایش وزش باد و دمای محیط از میزان غلظت ذرات کم می شود، با افزایش رطوبت هوا از غلظت ذرات PM_1 کم می شود و سطح معنی داری بین رطوبت هوا و ذرات معلق $PM_{2/5}$، PM_{10} تایید نگردید. همچنین با افزایش وزش باد از غلظت گاز CO کم می شود و سطح معنی داری بین وزش باد و غلظت گازهای NO_2، SO_2 ، HCمشاهده نشد، با افزایش دمای هوا، غلظت گازهای HC ، CO، NO_2، SO_2 کم می شود و با افزایش رطوبت هوا از غلظت گاز CO ، SO_2 کم می شود همچنین بین رطوبت هوا و گازهای NO_2، HC سطح معنی داری تایید نگردید.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نمودارهای ۸ و ۹ نشان می دهد که شاخص غلظت ذرات PM_1 با ۰/۹۱ میکرو گرم بر متر مکعب مربوط به پایانه فیاض بخش، شاخص غلظت ذرات $PM_{2/5}$ با ۶/۰۵ میکرو گرم بر متر مکعب مربوط به پایانه امام خمینی، شاخص غلظت‌ذرات PM_{10} با ۸۷/۸۲ میکرو گرم بر متر مکعب مربوط به پایانه آزادی، شاخص غلظت گاز CO با ۶/۴۹ ppm مربوط به پایانه آزادی، شاخص غلظت گاز NO_2 با ۰/۰۴۳ ppm مربوط به پایانه امام خمینی، شاخص میزان غلظت گاز SO_2 با ۰/۰۳۴ ppm مربوط به پایانه ترمینال جنوب و شاخص غلظت گاز HC با ۱/۴۸ppmمربوط به پایانه خاوران می باشد.

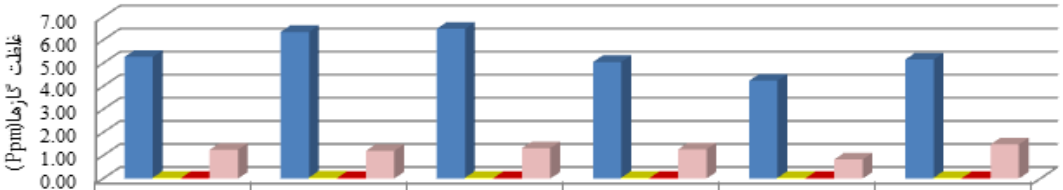
www.SID.ir



	پایانه ترمینال جنوب	پایانه امام خمینی	پایانه آزادی	پایانه فیاض بخش	پایانه صادقیه	پایانه خاوران
غلظتPM1	0.74	0.83	0.6	0.91	0.57	0.83
غلظتPM2.5	5.02	6.05	4.85	5.41	4.67	5.34
غلظتPM10	67.80	71.56	87.82	85.33	59.73	78.55

نمودار۷- نتایج میانگین یکساله غلظت ذرات در پایانه های مختلف

Diagram 7. Average annual mean concentration of particles at different terminals



	پایانه ترمینال جنوب	پایانه امام خمینی	پایانه آزادی	پایانه فیاض بخش	پایانه صادقیه	پایانه خاوران
گازCO	5.27	6.35	6.49	5.05	4.24	5.16
گازNO2	0.036	0.043	0.039	0.040	0.033	0.038
گازSO2	0.034	0.032	0.025	0.029	0.024	0.024
گازHC	1.25	1.20	1.32	1.27	0.83	1.48

نمودار۸- نتایج میانگین یکساله غلظت گازها در پایانه های مختلف

Diagram 8. Average annual gas concentration results at different terminals

غلظت آلاینده ها در فصول بهار، تابستان، پاییز، زمستان شامل غلظت ذرات PM_1 در پایانه امام خمینی و فیاض بخش، غلظت ذرات $PM_{2/5}$ در پایانه های فیاض بخش و امام خمینی، غلظت ذرات PM_{10} در پایانه های آزادی، امام خمینی و خاوران در فصول مختلف سال ، غلظت گاز CO در پایانه های فیاض بخش و آزادی، غلظت گاز NO_2 در پایانه های امام خمینی، خاوران، آزادی، فیاض بخش و شاخص غلظت گاز SO_2 در پایانه های فیاض بخش، خاوران و ترمینال جنوب بالاتر از سایر آلاینده ها می باشد. با توجه به استانداردهای هوای پاک که برای آلاینده های CO ، ۹ ppm ، SO_2 ppm ، ۳۷ ppm ، NO_2 ، ۰/۰۲۱ppm ، PM_{10} ، ۵۰ و $PM_{2.5}$ ۲۵ میکروگرم بر مترمکعب است ، آلاینده $PM_{2/5}$ و CO در کلیه فصول میانگین مقادیر کم تر از حد استاندارد هوای پاک دارد. برای آلاینده PM_{10} و NO_2 میانگین مقادیر در کلیه فصول و برای آلاینده SO_2 میانگین مقادیر در فصل زمستان بیش از حد استاندارد هوای پاک می باشد. در مقایسه بیش ترین مقادیر فصلی غلظت ذرات و گازهای اندازه گیری شده در ایستگاه های هشت گانه مستقر در پایانه ها در روز های سنجش، مقادیر بیش ترین شاخص روزانه ایستگاه های شرکت کنترل کیفیت هوا در روز های سنجش مشخص شد ، بیش ترین غلظت PM_{10} درکلیه فصول مربوط به ایستگاه های هشت گانه مستقر در پایانه ها است. این در حالی است که که بیش ترین غلظت های $PM_{2.5}$ ، SO_2 ، NO_2 ، CO در کلیه ی فصول توسط شرکت کنترل کیفیت هوا گزارش شده است. با

www.SID.ir

Archive of SID

توجه به دسته بندی شاخص PSI مقادیر PM_{10} در نمونه برداری فصل بهار در محدوده خوب (پاک) و در نمونه برداری فصول تابستان، پاییز و زمستان در محدوده متوسط (سالم) بود. مقادیر $PM_{2/5}$ و NO_2 در نمونه برداری کلیه فصول سال در محدوده خوب (پاک) بودند. مقادیر SO_2 در نمونه برداری فصول بهار، تابستان، پاییز، در محدوده خوب (سالم) و در نمونه برداری فصل زمستان شاخص در محدوده متوسط (سالم) است. مقادیر CO در نمونه برداری فصل بهار در محدوده خوب و در تابستان، پاییز و زمستان در محدوه متوسط است.

پیشنهادات : با توجه به نتایج تحقیق و پایش میدانی انجام شده پیشنهدات ذیل ارایه می گردد:

- خارج از رده نمودن اتوبوس های فرسوده و قدیمی.
- تجزیه و به روز نمودن ناوگان اتوبوس رانی با ورود اتوبوس‌های دارای استاندارد های زیست محیطی.
- استفاده از سوخت های پاک نظیر CNG به عنوان سوخت جایگزین گازوییل.
- استفاده از سوخت گازوییل ویژه (با گوگرد کم تر از ۴۰۰ppm).
- تعمیرات دوره ای پمپ انژکتور اتوبوس ها به منظور بهینه سازی مصرف سوخت و کاهش آلودگی.
- خاموش نمودن اتوبوس در زمان توقف طولانی در مبادی و مقاصد پایانه ها و خطوط .
- رفع عیوب ساختمانی، اصلاح موقعیت محل پایانه ها، کنترل و کاهش منابع آلوده کننده اطراف محل پایانه توسط شهرداری مناطق.
- تعداد پایانه های مورد سنجش افزایش یابد.
- سن و تکنولوژی به کار رفته در اتوبوس ها و کیفیت سوخت و زمان مشخص معاینات فنی لحاظ گردد.
- سنجش آلودگی های محیطی در فواصل مختلف
- سنجش از منابع آلوده کننده اطراف پایانه ها نیز انجام شود.

تشکر و قدر دانی

این مقاله مستخرج از پایان نامه مورد حمایت مرکز مطالعات و بر نامه ریزی شهرداری تهران انجام شده است.

Reference

1. Solmaz Ahadi, Mohammad Ali Najafi, Mohsen Roseni, Annual Report on Tehran's Air Quality in 2011, Technical Report of Tehran Air Quality Control Company, QM91/02/06(U)/01, October 2012. First issueper. (In Persian)
2. Shimohammadi, Hamid, Rostamzadeh Khameneh, Zakieh, November 2001, Identification and study of pollutant sources and modeling of air pollution for Urmia, 4th National Conference on Environmental Health in Yazd, 885 to 898. (In Persian)
3. Mansoori, Nabiollah, Kakavand, Mehrnoush, Hesami, Zohreh, Kakavand, Mina, Effect of climate conditions on the amount of particulate matter pollution in Tehran, 12th International Conference on Transport and Traffic Engineering, 2012. (In Persian)
4. Energy balance sheet, 2014 .(In Persian)
5. Isa Abbas; Ibrahim, Baharloo, An Analysis of the Functioning of the Bus System and Its Role in Traffic and City Traffic; The City of Zahedan, Geographical Survey Quarterly, Year 27, Issue 3, Autumn 2012, Successive No. 106. (In Persian)
6. Amir Jamshidi Qasem Abadi, Nabiollah Mansouri, Determination of the Air Pollutant and PSI Indicator in the Urban Buses of Tehran, Journal of Human and Environment, No. 19, Winter 2011. (In Persian)

www.SID.ir

7. Qian Yu; Tiezhu Li; 2013; Evaluation of bus emissions generated near bus stops;AtmosphericEnvironment;journa lhomepage:www.elsevier.com/locate/a tmosenv.
8. Imamzadeh, Abolghasem et al., 2006, Analysis and evaluation of the effect of turbocharging system on fuel consumption and the amount of exhaust gas emissions of selected gas burner trucks (Tehran Bus Company), Environmental Science and Technology, No. 29 , Summer 2006 . (In Persian)
9. Kulkarni MM, Patil RS. Monitoring of Daily Integrated Exposure of Outdoor Workers to Respirable Particulate Matter in an Urban Region of India. Environmental Monitoring and Assessment 1999; 56(2): 129-46.
10. Hoseinzadeh E, Samarghandi MR, Ghorbani Shahna F, Chavoshi E. Isoconcentration mapping of particulate matter in Hamedan intercity bus stations. Water and Environment Journal 2012; 27(4). (In Persian)
11. Ghiasuddin Mansour. Air pollution. Fourth edition. Tehran University of Medical Sciences Publications, 2002, 4-45. (In Persian)
12. Gupta P, Sundar CA. An evaluation of Terra-MODIS sampling for monthly and annual particulate matter air quality assessment over the Southeastern United States. Atmospheric Environment 2008; 42: 6465-6471.
13. Sohrabinia M, Khorshiddoust AM. Application of satellite data and GIS in studying air pollutants in Tehran. Habitat International 2007; 31: 268-275.
14. L. Wang; et al; 2010; Characteristics of airborne particles and the factors affecting them at bus stations; Atmospheric Environment; journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv.
15. Cheng Huang, et al; 2013; A pems study of th emissions of gaseous pollutants and ultrafine particles from gasoline - and diesel – fueled vehicles; Atmospheric Environment 77 (2013) 703-710; www.elsevier.com/locate/atmosenv.
16. Romain Molle; et al; 2010; ndoor-outdoor relationships of airborne particles and nitrogen dioxide inside Parisian buses; Atmospheric Environment; journal homepage: www.elsevier.com/locate/atmosenv.
17. Erin Nielsen; Bobby Sidhu; 2014; AIR QUALITY AT BUS STOP MICROENVIRONMENTS IN A METRO VANCOUVER URBAN AND SUBURBAN AREA.
18. Qian Yu; Tiezhu Li; 2013; Evaluation of bus emissions generated near bus stops;AtmosphericEnvironment;journa lhomepage:www.elsevier.com/locate/a tmosenv.
19. Jerzy Merkisz Et al ; 2016; Actual emissions from urban buses powered with diesel and gas engine; Transportation Research Procedia 14 (2016) 3070 – 3078; www.elsevier.com/locate/procedia.
20. Sam-Quarcoo Dotse et al; 2016; Evaluation of national emissions inventories of anthropogenic air pollutants for Brunei Darussalam; Atmospheric Environment (2016) 81-92; : www.elsevier.com/locate/atmosenv.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Safavi Y. The Analysis of Geographic factors in air pollution in Tehran. Geographic Researches 2006: 58: 99-112.

www.SID.ir