علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و یکم، شماره پنج ، مردادماه ۹۸

بررسی و ارزیابی کیفیت هوای حومه فرودگاه مهرآباد

فرزانه ملکی زاد[۱]

سید علیرضا حاجی سید میرزاحسینی[۲]*

mirzahosseini@gmail.com

فرامرز معطر[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۷ **تاریخ پذیرش:۹۶/۱/۱۶**

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا به عنوان یکی از معضلات مهم کشورهای در حال توسعه و حتی توسعه یافته محسوب می شود به طوری که هزینه های ناشی از آن بخش مهمی از تولید ناخالص ملی کشورها را به خود اختصاص می دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی کیفیت هوای حومه فرودگاه مهرآباد صورت گرفت.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی، آلاینده های $CO,TSP,TVOC,NO_X$ اطراف فرودگاه مهرآباد تهران (منطقه ۹) اندازه گیری شدند. با توجه به جهت باد غالب(غرب به شرق) در شهر تهران یک ایستگاه در مناطق مسکونی، دو ایستگاه در مجاور فرودگاه، یک ایستگاه به عنوان نماینده فرودگاه و یک ایستگاه به عنوان نماینده منطقه پرترافیک جهت پایش یکساله انتخاب گردید. برای اندازه گیری آلاینده از دستگاه های LSI-Babuc/A، Dust Trak TSI و Phocheck + 5000 استفاده شد. اندازه گیری ها به صورت ماهیانه انجام و داده ها با SPSS 21 مورد آنالیز قرار گرفتند.

یافته ها: غلظت همه آلاینده ها به جز دی اکسید نیتروژن در مجاورت فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه‌ها بود. نتایج آزمون کروسکال ـ والیس نشان داد که بین غلظت آلاینده ها در ضلع شمالی فرودگاه و سایر ایستگاه ها، اختلاف معناداری وجود دارد ($P<۰/۰۵$). این اختلاف برای غلظت NO_2 در ایستگاه های مختلف معنادار نبود ($P>۰/۰۵$). میانگین غلظت ذراتPM2.5،PM10، مونوکسید کربن و آلاینده های آلی فرار در ضلع شمالی فرودگاه با تمامی ایستگاه های موجود دارای اختلاف معنی داری است ($P<۰/۰۰۱$) .

بحث و نتیجه گیری: غلظت اغلب آلاینده در مجاورت فرودگاه بیش‌تر از مناطق مسکونی و پرترافیک بود و به نظر فرودگاه می تواند به عنوان یکی از منابع احتمالی آلودگی مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: فرودگاه مهرآباد آلودگی هوا، ذرات، آلاینده‌های گازی

۱- کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست- آلودگی هوا، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

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

۳- استاد گروه مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

J. Env. Sci. Tech., Vol 21, No.5, July, 2019

Air Quality Assessment around Mehrabad Airport

Farzaneh Malekizad [1]
Alireza Mirzahosseini [2*]
mirzahosseini@gmail.com
Faramarz Moatar [3]

Admission Date: April 5, 2017 Date Received: November 27, 2016

Abstract

Background and Objective: Air pollution is a great concern in developed and developing countries and its economic costs accounts for a large share of gross national product of countries. This study aimed to investigate and assess the air quality around Mehrabad airport.

Method: In this cross-sectional study, important pollutants including CO, TSP, TVOC and NO_X were measured. Considering the privaling wind direction in Tehran, one station in residential area, one station representative of the airport, two stations around the airport and one station in high traffic area were selected. LSI-Babuc/A. Dust Trak TSI and Phocheck + 500 were employed to measure the pollutants. Measurement was done in each month and the statistical analysis was done using SPSS 21.

Findings: The mean concentration of all pollutants (except for nitrogen dioxide) was higher at the vicinity of the airport stations than in other stattions. Results of the Kruskal-Wallis test showed that there are significance differences between pollutants concentration around the airport and in other stations. No significant difference was found for NO_2 among the stations. The mean concentrations of PM_{10}, $PM_{2.5}$, Co and TVOCs at the north of the airport were significantly different from those of other stations ($p<0.001$).

Discussion and Conclusion: Most of the pollutants around the airport had higher concentration compared to residential and high traffic stations, and thereby, the airport could be regarded as a pollutant source.

Keywords: Mehrabad airport, Air pollution, Particles, Gaseous pollutant

1-MSc. of Environmental Engineering Air Pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2-Assistant Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. * (Corresponding Author).
3-Full Professor, Department of Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Environment, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

مقدمه

آلودگی هوا به عنوان یکی از معضلات مهم کشورهای در حال توسعه و حتی توسعه یافته محسوب می شود به طوری که هزینه های ناشی از آن بخش مهمی از تولید ناخالص ملی کشورها را به خود اختصاص می دهد(۱). بیماری های ناشی از آلودگی هوا به عنوان معضلات جامعه امروز محسوب می شود به طوری که موسسه بین المللی تحقیقات سرطان از الودگی هوا به عنوان سرطانزای قطعی انسانی نام برده است(۲). منابع گوناگونی در تولید این آلاینده ها نقش دارند که به صورت کلی به دو دسته ثابت و متحرک دسته بندی می شوند. مهم‌ترین منبع متحرک، وسایل نقلیه هستند که در تولید آلاینده های مختلف نقش دارند. یکی از منابع ایجاد آلودگی های شهری نیز فرودگاه ها و سیستم حمل و نقل هوایی هستند(۳).

آلودگی هوای فرودگاه، از آلودگی‌های پس زمینه، منابع بیرونی که با باد به فرودگاه حمل شده و آلودگی تولید شده در فرودگاه نشات می‌گیرند(۴). در فرودگاه‌ها گاز خروجی از هواپیما و موتور دیزل، انتشار مستقیم در طی سوخت گیری هواپیما، گرد و غبار ذرات ناشی از ترمز، لاستیک، آسفالت، خاک و غیره از منابع اصلی آلودگی هوا هستند(۵). مطالعه در نواحی مجاور فرودگاه زوریخ نشان می دهد که اکسیدهای نیتروژن، مونوکسید کربن و ترکیبات آلی فرار مهم‌ترین آلاینده های متصاعد شده از فرودگاه هستند(۶). در کنار این آلاینده‌ها می-بایست از هیدروکربن های معطر چند حلقه ای، گازهای معدنی مانند دی اکسید گوگرد، ازن و ذرات معلق نیز نام برد. مطالعات انجام شده در کشورهای مختلف وجود این آلاینده ها را در نواحی داخلی و مجاور فرودگاه ها گزارش کرده اند(۹-۷). مطالعه در فرودگاه‌های کشور فنلاند وجود این آلاینده ها را در هوای فرودگاه تایید می‌کند(۱۰). اندازه‌گیری در اطراف فرودگاه شهر رم نیز نشان می دهد که به دلیل تراکم جمعیت، مواجهه با غلظت‌های بالای ذرات می‌تواند سلامت عموم را به مخاطره اندازد(۱۱). انتقاد از فرودگاه‌های ژاپن نیز بیش‌تر به دلیل انتشار مونوکسید کربن بوده است(۱۲). مطالعه در هند نیز نشان می-دهد که انتشار ذرات مرتبط به آلاینده‌های ناشی از فرودگاه، از الگوهای فصلی پیروی می کنند که سبب می‌شود غلظت آن‌ها در فصول مختلف متفاوت باشد(۱۳). روند تغییرات فصلی در مورد دی اکسید نیتروژن نیز در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۲ در بریتانیا گزارش شده است که آن را تابع سرعت باد دانسته اند (۱۴).

مطالعات نشان می دهند که نگرانی اصلی به ذرات بسیار ریز حاصل از هواپیما و موتورهای دیزل مربوط است. ذرات ریز پخش شده از دیزل ها می توانند باعث ایجاد سرطان، بیماری های قلبی، لخته شدن خون، خونریزی مغزی و بیماری راه های هوایی شوند، که موجب افزایش خطر ابتلا به بیماری های مرتبط با کار و مرگ زودرس می‌شود(۴). پایش مناطق مجاور فرودگاه‌ها می تواند نگرانی های عمومی در زمینه اثرات بهداشتی آلاینده‌ها را با توجه به راهکارهای پیشگیرانه کاهش دهد (۱۱). بنابراین ضروری به نظر می رسد تا در خصوص میزان نشر این الاینده ها در نواحی مسکونی مجاور تحقیقی به عمل آید چراکه تاثیر بالقوه فرودگاه‌ها بر سلامت ساکنان مجاور فرودگاه در منطقه مورد مطالعه، نیازمند برآورد سهم عملیات‌های فرودگاهی روی غلظت آلاینده‌ها می‌باشد. لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی و ارزیابی کیفیت هوای مجاور فرودگاه مهرآباد صورت گرفت.

روش کار

مطالعه حاضر از نوع مقطعی می باشد که به منظور مطالعه و بررسی پراکنش آلاینده های $CO,TSP,TVOC,NO_X$ اطراف فرودگاه مهرآباد تهران (منطقه ۹) صورت گرفت. به منظور انجام این مطالعه مناطق اطراف فرودگاه مهرآباد (بخش های از منطقه ۹) به عنوان محل اندازه گیری انتخاب گردید. ابتدا مشخصات و نقشه منطقه مورد نظر مورد از دید موقعیت-های مسکونی و ترافیکی و نزدیکی به فرودگاه بررسی قرار گرفت. با توجه به محدودیت های امنیتی فرودگاه مجوزهای لازم جهت اندازه گیری در تمامی قسمت های فرودگاه صادر نگردید. غلظت آلاینده ها درایستگاه‌های مختلف متفاوت است در بسیاری از مطالعات و براساس رهنمودهای سازمان محیط

زیست آمریکا در تحقیقات اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا در محیط‌های شهری بهتر است ایستگاه‌ها با موقعیت‌هایی نظیر ایستگاه‌های ترافیکی، ایستگاه‌های مسکونی، ایستگاه‌های شهری دیده شود در این تحقیق نیز باتوجه به متفاوت بودن غلظت آلاینده ها ۵ ایستگاه در موقعیت‌های مختلف انتخاب گردید. با توجه به جهت باد غالب(غرب به شرق) در شهر تهران یک ایستگاه در مناطق مسکونی، دو ایستگاه در مجاور فرودگاه، یک ایستگاه به عنوان نماینده فرودگاه و یک ایستگاه به عنوان نماینده منطقه پرترافیک جهت پایش یک ساله انتخاب گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مختصات ایستگاه های مورد اندازه گیری

Table 1. Characteristics of measurement stations

کد	نام ایستگاه	موقعیت انتخابی
A	ضلع شمالی فرودگاه	فرودگاه
B	پشت دیوار فرودگاه	منطقه مجاور فرودگاه
C	فتح	منطقه مجاور فرودگاه
D	هاشمی ـ استادمعین	منطقه پر ترافیک
E	پارک المهدی	منطقه مسکونی

با توجه به مطالعات کتابخانه ای و بررسی های اولیه ۴ آلاینده به عنوان آلاینده های اصلی و احتمالی منتشره از فرودگاه انتخاب گردید. این۴ آلاینده عبارتند از: ذرات معلق ۱۰ میکرون، ذرات معلق ۲/۵ میکرون، ذرات معلق ۱ میکرون، مونوکسید کربن، مواد آلی فرار و اکسیدهای ازت. دلیل انتخاب این آلاینده های احتمال انتشار آن‌ها از هواپیماها و نقش مهم آن‌ها در آلودگی هواست. پس از انتخاب ایستگاه های موردنظر، اندازه گیری با توجه به اهداف و با توجه به دستگاه های در دسترس صورت گرفت. برای اندازه گیری آلاینده های مختلف با توجه به ویژگی ها و حالت فیزیکی آن‌ها از تجهیزات مختلف (کالیبره شده) استفاده گردید:

- LSI-Babuc/A: جهت سنجش گازهای محیطی ساخت کمپانی LSI ایتالیا (با ورودی ۱۱ کانال سنسورهای مادون قرمز و الکتروشیمیایی) جهت سنجش گازها و بخارات شیمیایی در هوای محیط
- Dust Trak TSI: دستگاه مدل Echo Pm به روش گراویمتری ساخت کمپانی TCI Tecora ایتالیا اندازه گیری ذرات محیطی به صورت Indoor و Outdoor
- Phocheck + 5000: اندازه‌گیری میزان هیدروکربن‌های فرار ((VOCsمجهز به دتکتور نوع PID در محدوده ppb همراه با کیت کالیبراسیون

به منظور اندازه گیری ها و تعیین تعداد ایستگاه ها از فرمول-های آماری استفاده گردید که بر اساس آن حجم نمونه ۲۸۰ به دست آمد.

با توجه به محدودیت های زمانی و مالی جهت انجام این مطالعه، مقرر گردید که در هر ماه یک بار اندازه گیری در هر ایستگاه به منظور سنجش مقدار آلاینده ها انجام گردد. اندازه گیری‌ها توسط محقق و با دستگاه های اندازه گیری فوق الذکر صورت پذیرفت. برای اندازه‌گیری ها در هر ماه، یک روز به صورت تصادفی از بین روزهای آن ماه انتخاب و اندازه گیری در آن انجام پذیرفت. این اندازه گیری به عنوان نماینده آن ماه محسوب گردید. بنابرین در هر ماه یک اندازه گیری برای هر آلاینده و در هر ۵ ایستگاه انجام پذیرفت. از این رو برای هر فصل، سه نمونه در طی ماه های مختلف و در ایستگاه های مختلف و برای هر آلاینده انجام پذیرفت. اندازه گیری ها در ساعتی از روز صورت پذیرفت که اوج ترافیک شهری نباشد و از طرف دیگر پیک ساعت پرواز فرودگاه نیز باشد. به منظوردقت در اندازه گیری ها، هر اندازه گیری سه بار تکرار گردید تا

نوسانات به حداقل رسیده و میانگین آن‌ها به عنوان مقدار اندازه گیری قرائت گردید. برای آنالیز آماری داده ها از نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده گردید. باتوجه به نتایج تست کلوگراف ـ اسمیرنف مبنی بر نرمال نبودن داده ها از آزمون ناپارمتریک کروسکال ـ والیس و برای مشخص نمودن اختلاف بین میانگین غلظت آلاینده از تست LSD با آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد.

نتایج

آمار توصیفی آلاینده ها را به تفکیک ایستگاه ها در جدول ۲ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می شود، میانگین غلظت همه آلاینده ها (به جز دی اکسید نیتروژن) در ضلع شمالی فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه است. بیش‌ترین میزان غلظت دی اکسید نیتروژن در ایستگاه هاشمی ـ استاد معین به ثبت رسیده است. در ایستگاه پارک المهدی که به عنوان نقطه انتخابی اندازه گیری آلاینده ها در محیط مسکونی به شمار می‌رفت، کم‌ترین مقدار آلاینده به ثبت رسید. میانگین غلظت آلاینده ها در مناطق پرترافیک بیش‌تر از مسکونی و کم‌تر از نواحی مجاور فرودگاه بود.

جدول۲- آمار توصیفی آلایندهای اندازه گیری شده به صورت کلی

Table 2. Descriptive statistics of all of the measured contaminants

آلاینده	تعداد نمونه	میانگین (انحراف معیار)	ایستگاه های اندازه گیری (انحراف معیار) میانگین				
			A	B	C	D	E
PM_{10} *(میکروگرم بر مترمکعب)	۶۰	۵۸/۱ (۱۹/۷۹)	۸۵/۶۷(۹/۰۷)	۵۴/۲۵(۴/۵)	۴۹/۰۸(۴/۲۵)	۷۰/۳۳(۴/۴۵)	۳۰/۵(۳/۱۳)
$PM_{2.5}$**(میکروگرم بر مترمکعب)	۶۰	۷۸/۶ (۷/۴۳)	۱۲۲(۴۲/۲۴)	۸۳/۹۲(۴۲)	۸۸/۳۳(۴۱/۶)	۸۶/۴۲(۴۴/۱۳)	۵۷/۲۵(۲۶/۲)
PM_1&(میکروگرم بر مترمکعب)	۶۰	۱۰۹(۴۹/۳)	۱۳۰/۱۷(۳۷/۸۷)	۱۰۸/۹(۴۸/۶)	۱۰۷/۸(۵۱/۸)	۱۱۴/۲۵(۵۳/۹)	۸۳/۶(۴۹)
TVOCs #(ppb)	۶۰	۱۵۵/۷(۳۴/۶۴)	۱۹۲(۱۳/۵)	۱۵۸/۵(۱۰/۴۷)	۱۵۳/۳۳(۱۷/۷)	۱۷۷/۶(۱۵/۴)	۶۹/۹(۹/۹)
مونوکسید کربن (ppm)	۶۰	۳۶/۱(۸/۲)	۴۷/۴۲(۶/۱۳)	۳۵(۲/۳)	۳۲(۲/۲)	۳۹(۶/۳)	۲۷/۳۳(۳/۸۵)
دی اکسید نیتروژن(ppb)	۶۰	۳۶۰(۱۰۲/۸)	۳۵۸(۱۰۸/۴)	۳۶۷(۱۱۵/۵)	۳۵۰(۱۰۸/۷)	۴۰۰(۸۵/۳)	۳۲۵(۹۶/۵)

* ذرات معلق کم‌تر از ۱۰ میکرون ** ذرات معلق کم‌تر از ۲/۵ میکرون & ذرات معلق کم‌تر از ۱ میکرون # ترکیبات آلی فرار به صورت کلی

- نکته: این راهنما برای تمامی جداول کاربرد دارد.

نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت آلاینده در ایستگاه های مختلف در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج آزمون کروسکال ـ والیس نشان داد که بین غلظت آلاینده ها در ایستگاه های مختلف، اختلاف معناداری وجود دارد. این اختلاف برای غلظت NO_2 در ایستگاه های مختلف معنادار نبود. با این حال آزمون های ناپارامتریک به اختلاف دقیق بین ایستگاه ها را نشان نمی دهد. به منظور تعیین اختلاف غلظت آلاینده های مختلف در ایستگاه های مختلف، از آزمون آنالیز واریانس یه طرفه و تست تکمیلی LSD استفاده شد.

جدول ۳- نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت آلاینده در ایستگاه های مختلف

Table 3. Results of difference among air contaminants at different stations

پارامترها	PM2.5	PM1	TVOCs	CO	NO2
کای اسکوئر	۲۰/۵۵	۱۶/۹	۴۷/۹	۴۴/۴	۳/۴
درجه آزادی	۴	۴	۴	۴	۴
P-value	<۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	۰/۵

نتایج نشان داد که میانگین غلظت PM10 در ضلع شمالی فرودگاه با تمامی ایستگاه های موجود دارای اختلاف معنی داری است (P<۰/۰۰۱). این اختلاف میانگین به این معناست که میانگین غلظت این آلاینده در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. غلظت در ایستگاه پشت دیوار فرودگاه دارای اختلاف معناداری بود به این صورت که نسبت به ضلع شمالی فرودگاه و تقاطع استاد معین ـ هاشمی کم‌تر و از میدان فتح و پارک المهدی میانگین غلظت بیش‌تری دارد (P<۰/۰۰۱). در میدان فتح نیز میانگین غلظت آلاینده دارای ارتباط معنی داری است که تنها از ایستگاه پارک المهدی بیش‌تر(P=۰۵/) است ولی میانگین غلظت این آلاینده از سایر ایستگاه ها کم‌تر است. میانگین غلظت در ایستگاه تقاطع هاشمی ـ استاد معین نیز به غیر از ضلع شمالی فرودگاه، دارای میانگین غلظتی بیش‌تری و معناداری به سایر ایستگاه ها می باشد (P<۰/۰۰۱) (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت PM10 در ایستگاه های مختلف (آزمون آنالیز واریانس یک طرفه)

Table 4. Results of PM 10 concentration at different stations (one-way ANOVA)

ایستگاه	ایستگاه ها	اختلاف میانگین	P-value	حدود اطمینان	
				حد پایین	حد بالا
ضلع شمالی فرودگاه	پشت دیوار فرودگاه	۳۱/۵	<۰/۰۰۱	۹/۲۶	۳۵/۹
	میدان فتح	۳۵/۹	<۰/۰۰۱	۳۱/۴	۴۲/۴
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	۱۵/۴	<۰/۰۰۱	۱۰/۸	۱۹/۸
	پارک المهدی	۵۵/۲	<۰/۰۰۱	۵۰/۶	۵۹/۶
پشت دیوار فرودگاه	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۵/۴	<۰/۰۰۱	-۳۵/۹	-۲۶/۹
	میدان فتح	۴/۵	۰/۰۵	۰	۹
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۱۶/۱	<۰/۰۰۱	-۲۰/۵۹	-۱۱/۵۸
	پارک المهدی	۲۳/۷	<۰/۰۰۱	۱۹/۲۵	۲۸/۲۵
میدان فتح	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۶	<۰/۰۰۱	-۴۰/۴	-۳۱/۴
	پشت دیوار فرودگاه	-۴/۵	۰/۰۵	-۹	۰
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۲۰/۶	<۰/۰۰۱	-۲۵/۰۹	-۱۶/۰۸
	پارک المهدی	۱۹/۳	<۰/۰۰۱	۱۴/۷۵	۲۳/۷۵
تقاطع هاشمی ـ استاد معین	ضلع شمالی فرودگاه	-۱۵/۳	<۰/۰۰۱	-۱۹/۸۴	-۱۰/۸۳
	پشت دیوار فرودگاه	۱۶/۱	<۰/۰۰۱	۱۱/۵۸	۲۰/۵۹
	میدان فتح	۲۰/۶	<۰/۰۰۱	۱۶/۰۸	۲۵/۰۹
	پارک المهدی	۳۹/۸	<۰/۰۰۱	۳۵/۳۳	۴۴/۳۴
پارک المهدی	ضلع شمالی فرودگاه	-۵۵/۲	<۰/۰۰۱	-۵۹/۷	-۵۰/۶
	پشت دیوار فرودگاه	-۲۳/۷	<۰/۰۰۱	-۲۸/۲۵	-۱۹/۲۵
	میدان فتح	-۱۹/۲۵	<۰/۰۰۱	-۲۳/۷۵	-۱۴/۷۵
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۳۹/۸	<۰/۰۰۱	-۴۴/۳	-۳۵/۳

نتایج نشان داد که میانگین غلظت PM2.5 در ضلع شمالی فرودگاه با تمامی ایستگاه های موجود دارای اختلاف معنی داری است (P<۰/۰۵) (جدول ۵). این اختلاف میانگین به این معناست که میانگین غلظت این آلاینده در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. بر این اساس غلظت این آلاینده در فرودگاه از سایر ایستگاه ها بیش‌تر است ولی اختلاف معنی داری بین سایر ایستگاه ها با یکدیگر وجود ندارد (P>۰/۰۵). آزمون فرض نشان می دهد که غلظت آلاینده PM2.5 در فرودگاه بیش‌تر از مناطق پرترافیک است. میانگین غلظت در مناطق پرترافیک بیش‌تر از مناطق مسکونی است ولی این احتلاف از لحاظ آماری معنادار نیست. فرودگاه نیز نسبت به مناطق مسکونی اختلاف میانگین معناداری دارد.

جدول۵ - نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت PM2.5 در ایستگاه های مختلف (آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی LSD)

Table 5. Results of PM 2.5 concentration at different stations (one-way ANOVA-LSD test)

ایستگاه	ایستگاه ها	اختلاف میانگین ها	P-value	حدود اطمینان	
				حدپایین	حد بالا
ضلع شمالی فرودگاه	پشت دیوار فرودگاه	۳۸/۱	۰/۰۲۳	۵/۵	۷۰/۶
	میدان فتح	۳۳/۶	۰/۰۴۳	۱/۱۱	۶۶/۲۲
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	۳۵/۶	۰/۰۳۳	۳/۰۳	۶۸/۱۴
	پارک المهدی	۶۴/۷	<۰/۰۰۱	۳۲/۲	۹۷/۳
پشت دیوار فرودگاه	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۸/۱	۰/۰۲۳	-۷۰/۶	-۵/۵
	میدان فتح	-۴/۴	۰/۷۹	-۳۷	۲۸/۱
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۲/۵	۰/۸۸	-۳۵/۰۵	۳۵/۰۵
	پارک المهدی	۲۶/۶	۰/۱۱	-۵/۹	۵۹/۲
میدان فتح	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۳/۶	۰/۰۴	-۶۶/۲	-۱/۱
	پشت دیوار فرودگاه	۴/۴	۰/۸	-۲۸/۱	۳۷
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	۱/۹	۰/۹۱	-۳۰/۶	۳۴/۵
	پارک المهدی	۳۱/۱	۰/۰۶	-۱/۵	۶۳/۶
تقاطع هاشمی ـ استاد معین	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۵/۶	۰/۰۳	-۶۸/۱	-۳/۰۳
	پشت دیوار فرودگاه	۲/۵	۰/۸۸	۳۰/۰۵	۳۵/۰۵
	میدان فتح	-۱/۹	۰/۹۱	-۳۴/۴	۳۰/۶
	پارک المهدی	۲۹/۱	۰/۰۷	-۳/۴	۶۱/۷
پارک المهدی	ضلع شمالی فرودگاه	-۶۴/۷	<۰/۰۰۱	-۹۷/۳	-۳۲/۲
	پشت دیوار فرودگاه	-۲۶/۶	۰/۱۱	-۵۹/۲	۵/۹
	میدان فتح	-۳۱/۱	۰/۰۶	-۶۳/۶	۱/۵
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۲۹/۱	۰/۰۷	-۶۱/۷	۳/۴

در مورد آلاینده PM1، اختلاف آماری معناداری بین ایستگاه ضلع شمالی فرودگاه و پارک المهدی یافت شد (P=۰/۰۰۲). اختلاف میانگین غلظت تنها بین فرودگاه و مناطق مسکونی یافت شد. با وجود بیش‌تر بودن میانگین غلظت، ارتباط آماری معناداری بین مناطق پرترافیک و مسکونی و همچنین فرودگاه و مناطق پرترافیک وجود نداشت (جدول ۶).

جدول۶ - نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت PM1 در ایستگاه های مختلف

(آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی LSD)

Table 6. Results of PM 1 concentration at different stations (one-way ANOVA-LSD test)

ایستگاه	ایستگاه ها	اختلاف میانگین ها	P-value	حدود اطمینان	
				حد	حد بالا
ضلع شمالی فرودگاه	پشت دیوار فرودگاه	۲۱/۲	۰/۲۸	-۱۸/۵	۶۱
	میدان فتح	۲۲/۳	۰/۲۶	-۱۷/۴	۶۲/۰۸
	تقاطع هاشمی ـ استاد	۱۵/۹	۰/۴۲	-۲۳/۸	۵۵/۶
	پارک المهدی	۴۶/۵	۰/۰۲	۶/۷۶	۸۶/۲
پشت دیوار فرودگاه	ضلع شمالی فرودگاه	-۲۱/۲۵	۰/۲۹	-۶۱	۱۸/۵
	میدان فتح	۱/۰۸	۰/۹۶	-۳۸/۶۶	۴۰/۸
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۵/۳۳	۰/۷۹	-۴۵/۰۸	۳۴/۴
	پارک المهدی	۲۵/۲۵	۰/۲۱	-۱۵/۵	۶۵
میدان فتح	ضلع شمالی فرودگاه	-۲۲/۳۳	۰/۲۶	۶۲/۰۸	۱۷/۴
	پشت دیوار فرودگاه	-۱/۰۸	۰/۹۶	-۴۰/۸	۳۸/۶
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۶/۴	۰/۷۴	-۴۶/۱۶	۳۳/۳
	پارک المهدی	۲۴/۱	۰/۲۲	-۱۵/۶	۶۳/۹
تقاطع هاشمی ـ استادمعین	ضلع شمالی فرودگاه	-۱۵/۹	۰/۴۳	-۵۵/۶	۲۳/۸
	پشت دیوار فرودگاه	۵/۳	۰/۷۹	-۳۴/۴	۴۵/۱
	میدان فتح	۶/۴	۰/۷۵	-۳۳/۳	۴۶/۱
	پارک المهدی	۳۰/۶	۰/۱۳	-۹/۱۶	۷۰/۳
پارک المهدی	ضلع شمالی فرودگاه	-۴۶/۵	۰/۰۲.	-۸۶/۲۴	-۶/۷۶
	پشت دیوار فرودگاه	-۲۵/۲۵	۰/۲۱	-۶۵	۱۴/۵
	میدان فتح	-۲۴/۱	۰/۲۳	-۶۳/۹	۱۵/۶
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۳۰/۶	۰/۱۳	-۷۰/۳	۹/۱

نتایج آزمون LSD نشان داد بین غلظت آلاینده TVOCs در ضلع شمالی فرودگاه با سایر ایستگاه ها ارتباط معناداری وجود دارد ($P<۰/۰۵$) که این اختلاف نشان می دهد غلظت در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. میانگین غلظت بین ایستگاه میدان فتح و پشت دیوار فرودگاه معنادار نبود. میانگین غلظت در فرودگاه و مجاورت آن، با منطقه پرترافیک ($P=۰/۰۰۴$) و مسکونی ($P<۰/۰۵$) دارای اختلاف معناداری بود. بین منطقه پرترافیک و مناطق مسکونی نیز اختلاف معناداری یافت شد($P<۰/۰۵$) که نشان می دهد غلظت در منطقه پرترافیک بیش‌تر است(جدول۷).

جدول۷ - نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت TVOCs در ایستگاه های مختلف

(آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی LSD)

Table 7. Results of TVOCs concentration at different stations (one-way ANOVA-LSD test)

ایستگاه	ایستگاه ها	اختلاف میانگین	P-value	حدود اطمینان	
				پایین	حد بالا
ضلع شمالی فرودگاه	پشت دیوار فرودگاه	۳۳/۶	<۰/۰۰۱	۲۴/۰۵	۴۳/۱۱
	میدان فتح	۳۷/۸	<۰/۰۰۱	۲۹/۲۲	۴۸/۲۸
	تقاطع هاشمی ـ استاد	۱۴/۴	۰/۰۰۴	۴/۹	۲۳/۹۵
	پارک المهدی	۹۵/۲	<۰/۰۰۱	۸۵/۶	۱۰۴/۷
پشت دیوار فرودگاه	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۳/۶	<۰/۰۰۱	-۴۳/۱۱	-۲۴/۰۵
	میدان فتح	-۵/۲	۰/۲۸۲	-۴/۳۶	۱۴/۷
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۱۹/۲	<۰/۰۰۱	-۲۸/۷	-۹/۶۴
	پارک المهدی	-۶۱/۶	<۰/۰۰۱	۵۲/۰۵	۷۱/۱۱
میدان فتح	ضلع شمالی فرودگاه	-۳۸/۸	<۰/۰۰۱	-۴۸/۲۸	-۲۹/۲۲
	پشت دیوار فرودگاه	-۵/۲	۰/۲۸۲	-۱۴/۷	-۴/۳۶
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۲۴/۴	<۰/۰۰۱	-۳۳/۸۶	-۱۴/۸
	پارک المهدی	-۴/۵۶	<۰/۰۰۱	۴۶/۹	۶۵/۹۵
تقاطع هاشمی - استاد معین	ضلع شمالی فرودگاه	-۱۴/۴	۰/۰۰۴.	-۲۳/۹	-۴/۹
	پشت دیوار فرودگاه	۱۹/۲	<۰/۰۰۱	۹/۶۴	۲۸/۷
	میدان فتح	۲۴/۳	<۰/۰۰۱	۱۴/۸	۳۳/۸
	پارک المهدی	۸۰/۷	<۰/۰۰۱	۷۱/۲	۹۰/۳
پارک المهدی	ضلع شمالی فرودگاه	-۹۵/۲	<۰/۰۰۱	-۱۰۴/۷	-۸۵/۶
	پشت دیوار فرودگاه	-۶۱/۶	<۰/۰۰۱	-۷۱/۱۱	-۵۲/۰۵
	میدان فتح	-۵۶/۴	<۰/۰۰۱	-۶۵/۹۵	-۴۶/۹
	تقاطع هاشمی ـ استاد	-۸۰/۷	<۰/۰۰۱	-۹۰/۲۸	-۷۱/۲

نتایج نشان داد که بین ضلع شمالی فرودگاه با سایر ایستگاه ها اختلاف آماری معناداری در مورد مونوکسید کربن وجود دارد ($P<۰/۰۰۱$) که نشان می دهد غلظت آلاینده مونوکسید کربن در فرودگاه بیش‌تر از مناطق پرترافیک و مسکونی است. میانگین غلظت مونوکسید کربن در مناطق پرترافیک از فرودگاه کم‌تر و از مناطق مسکونی بیش‌تر است. با این حال غلظت مونوکسید کربن در منطقه پرترافیک بیش‌تر از مناطق مجاور فرودگاه بود(جدول۸).

جدول ۸- نتایج حاصل از بررسی اختلاف غلظت CO در ایستگاه های مختلف (آزمون آنالیز واریانس یک طرفه و تست تکمیلی LSD)

Table 8- Results of CO concentration at different stations (one-way ANOVA-LSD test)

ایستگاه	ایستگاه ها	اختلاف میانگین ها	P-value	حدود اطمینان	
				حد پایین	حد بالا
ضلع شمالی فرودگاه	پشت دیوار فرودگاه	۱۲/۳	<۰/۰۰۱	۸/۶۳	۱۶/۰۴
	میدان فتح	۱۵/۸	<۰/۰۰۱	۱۲/۱۳	۱۹/۵
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	۸/۴	<۰/۰۰۱	۴/۷۱	۱۲/۱۲
	پارک المهدی	۲۰/۱	<۰/۰۰۱	۱۶/۴	۲۳/۸
پشت دیوار فرودگاه	ضلع شمالی فرودگاه	-۱۲/۳	<۰/۰۰۱	-۱۶/۰۴	-۸/۶۳
	میدان فتح	۳/۵	۰/۰۶۴	-۲۰	۷/۲۰
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۳/۹	۰/۰۳۹	-۷/۶۲	-۰/۲۱
	پارک المهدی	۷/۷	<۰/۰۰۱	۴/۰۵	۱۱/۴۵
میدان فتح	ضلع شمالی فرودگاه	-۱۵/۸	<۰/۰۰۱	-۱۹/۵	-۱۲/۱۳
	پشت دیوار فرودگاه	-۳/۵	۰/۰۶۴	-۷/۲۰	۰/۲۰
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۷/۴	<۰/۰۰۱	-۱۱/۱۲	-۳/۷
	پارک المهدی	۴/۲۵	۰/۰۲۵	۰/۵۵	۷/۹۵
تقاطع هاشمی ـ استاد معین	ضلع شمالی فرودگاه	-۸/۴	<۰/۰۰۱	-۱۲/۱۲	-۴/۷
	پشت دیوار فرودگاه	۳/۹	۰/۰۳۹	۰/۲۱	۷/۶۲
	میدان فتح	۷/۴	<۰/۰۰۱	۳/۷۱	۱۱/۱۲
	پارک المهدی	۱۱/۶	<۰/۰۰۱	۷/۹۶	۱۵/۴
پارک المهدی	ضلع شمالی فرودگاه	-۲۰/۱	<۰/۰۰۱	-۲۳/۸	-۱۶/۴
	پشت دیوار فرودگاه	-۷/۷۵	<۰/۰۰۱	-۱۱/۴۵	-۴/۰۵
	میدان فتح	-۴/۲۵	۰/۰۲۵	-۷/۹۵	-۰/۵۵
	تقاطع هاشمی ـ استاد معین	-۱۱/۶	<۰/۰۰۱	-۱۵/۴	-۷/۹۶

بحث و نتیجه گیری

مطالعه حاضر به منظور بررسی نقش احتمالی فرودگاه بر آلودگی های مناطق مجاور انجام گردید. در ۶ ایستگاه مشخص، اندازه گیری ها به صورت ماهیانه و با یک الگوی مشخص صورت گرفت. میانگین غلظت همه آلاینده ها (به جز دی اکسید نیتروژن) در ضلع شمالی فرودگاه بیشتر از سایر ایستگاه‌های مورد مطالعه بود. بیش‌ترین میزان غلظت دی اکسید نیتروژن در ایستگاه هاشمی ـ استاد معین به ثبت رسیده بود. در ایستگاه پارک المهدی که به عنوان نقطه انتخابی اندازه گیری آلاینده ها در محیط مسکونی به شمار می‌رفت، کم‌ترین مقدار آلاینده (تمامی آلاینده‌ها) به ثبت رسید. میانگین غلظت آلاینده ها در مناطق پرترافیک بیش‌تر از مسکونی و کم-تر از نواحی مجاور فرودگاه بود. همچنین نتایج بررسی های آماری نشان داد که میزان آلودگی در برخی از ایستگاه های منطقه ۹ دارای تفاوت معناداری با یکدیگر بوده اند که در ادامه به آن‌ها پرداخته می شود.

در مورد ذرات PM10، نتایج نشان داد که میانگین غلظت آن در ضلع شمالی فرودگاه با تمامی ایستگاه های موجود دارای اختلاف معنی داری است که این اختلاف میانگین به این

معناست که میانگین غلظت این آلاینده در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. به طور کلی عمده انتشار این آلاینده به دلیل وجود منابع طبیعی است، بنابراین می توان انتظار داشت که جهت باد غالب در انتشار این آلاینده ها تاثیر به سزایی داشته باشد(۱۵). به عنوان مثال نتایج بررسی های سالانه در فرودگاه بیرمنگام نیز نشان می دهد که غلظت این ذرات زمانی به حداکثر خود می رسد که سرعت باد بالا بوده و باد از جنوب غربی می وزد(۱۶). با توجه به این که جهت باد غالب تهران از جنوب غرب به شمال غرب است، بنابراین این امر منطقی به نظر می رسد که در این مطالعه نیز غلظت در مجاورت فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه ها بود. البته باید اذعان داشت که فاکتورهای دیگری از قبیل فضای سبز نیز می تواند بر کاهش این آلاینده موثر باشد به طوری‌که مطالعه عباس پور و همکاران نیز نشان می دهد غلظت ذرات معلق PM_{10} در درون پارک ها کم‌تر از سایر ایستگاه های اندازه گیری شده در مطالعه آنان بوده است(۱۷). مطالعه صورت گرفته در هند نیز نشان می دهد که این آلاینده می تواند در حین ساخت فرودگاه ها در اثر فعالیت های ساخت و ساز و بتون ریزی نیز منتشر شود(۱۸). بنابراین فعالیت های ساخت و ساز در سطح فرودگاه یا مناطق مجاور نیز می تواند بر این امر تاثیرگذار باشد.

میانگین غلظت PM2.5 در ضلع شمالی فرودگاه با تمامی ایستگاه های موجود دارای اختلاف معنی داری بود ($P<۰/۰۵$) که نشان می‌دهد میانگین غلظت این آلاینده در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. بر این اساس میانگین غلظت در مناطق پرترافیک بیش‌تر از مناطق مسکونی است (فاقد معناداری آماری) و فرودگاه نیز نسبت به مناطق مسکونی اختلاف میانگین معناداری دارد. اگرچه نمی توان با قاطعیت اظهار نظر نمود ولی به طور ضمنی می توان بیان نمود که در ایستگاهی که به فرودگاه نزدیک بوده است، غلظت این آلاینده ذره ای بیش‌تر بوده است. البته می بایست اذعان داشت که عوامل مهم و موثر دیگر را نمی توان نادیده گرفت. وسایط نقلیه موتوری، تغییرات فصلی، شرایط جوی را می توان از عوامل مهم بر روی غلظت این آلاینده دانست(۱، ۱۹). در صورت عدم وجود ناپایداری های جوی از قبیل بارش باران و وزش باد، می توان تجمع بالای این آلاینده را انتظار داشت. مطالعه اونال و همکاران (۲۰۰۵) نشان می دهد که نقش وسایل نقلیه زمینی در تولید این نوع آلاینده به مراتب بیش‌تر از وسایل حمل و نقل هوایی است(۷).

نتایج نشان دادکه میانگین غلظت مونوکسید کربن در ضلع شمالی فرودگاه با سایر ایستگاه ها اختلاف آماری معناداری وجود دارد که نشان می دهد غلظت آلاینده مونوکسید کربن در فرودگاه بیش‌تر از مناطق پرترافیک و مسکونی است. نتایج مطالعات نشان می دهد که حجم ترافیک مهم ترین عامل در تولید آلاینده مونوکسید کربن است. بنابراین این آلاینده اغلب در نواحی پرترافیک بیش‌تر یافت می شود(۱، ۱۷، ۲۰، ۲۱). می بایست اذعان داشت که وسایل نقلیه موجود فرودگاه و تاکسی های مجاور آن می توانند به عنوان منابع مهم این آلاینده باشند. در فرودگاه نیز عملیات های بلند شدن و فرود از زمین مهم ترین منبع احتمالی انتشار این آلاینده هستند(۸) به طوری‌که مدلسازی ها نشان می دهد که کاهش ۲ برابری این نوع عملیات ها می تواند سبب کاهش ۶ برابری آلاینده هایی چون هیدروکربن ها، مونوکسید کربن، ازن و دی اکسید گوگرد شود(۲۲).

میانگین غلظت آلاینده های TVOCs در ضلع شمالی فرودگاه با سایر ایستگاه ها ارتباط معناداری دارد که این اختلاف نشان می دهد غلظت در فرودگاه بیش‌تر از سایر ایستگاه هاست. میانگین غلظت در فرودگاه و مجاورت آن بیش‌تر از پرترافیک و مسکونی بود و در مناطق پرترافیک نیز میانگین غلظت بیش‌تر از مسکونی بود. در این مطالعه VOC به صورت کلی اندازه گیری شد و به صورت تفکیک شده اندازه گیری هر آلاینده صورت نگرفت. مطالعه در اطراف فرودگاه زوریخ نشان می دهد که میزان آلاینده های بنزن و تولوئن در نواحی مجاور فرودگاه زیاد بوده است(۶). در عین حال با توجه به کیفیت بنزین خودروها و وجود این آلاینده ها در سوخت، دقیقا تعیین نقش فرودگاه در وجود این آلاینده ها امکان پذیر نمی باشد.

برای بررسی بهتر میزان انتشار این آلاینده های میتوان از مدلسازی به کمک GIS بهره مند شد، اندازه گیری های بیشتری در طول سال داشت و از تکنیک های نمونه برداری آزمایشگاهی دقیق تری استفاده نمود که از محدودیت های این مطالعه محسوب می شوند. با این حال در این مطالعه سعی شد با استفاده از دستگاه‌های قرائت مستقیم کالیبره شده تا حد زیادی این مشکل برطرف شود. همچنین اندازه گیری ها چندین بار تکرار و بر اساس آن دقیق ترین عدد انتخاب شد. با توجه به محدودیت اندازه گیری در باند فرودگاه، به واسطه‌ی مقایسه غلظت های آلاینده و تعدد تکرار سنجش در ماه های مختلف سال، نتایج به صورت مقایسه ای با توجه به فاکتورهایی نظیر اندازه‌گیری در زمان نشست و برخاست هواپیما و نزدیکی ایستگاه به فرودگاه به دست آمده است و مشاهده گردید غلظت آلاینده ها در زمان نشست و برخاست هواپیما در کل ایستگاه-های مجارو بیش تر از حالت عادی است. بنابراین می توان بیان نمود که احتمالا فرودگاه یکی از منابع ایجاد آلودگی باشد.

به طور کلی این مطالعه نشان داد که غلظت همه آلاینده ها به جز دی اکسید نیتروژن در مجاورت فرودگاه بیش تر از سایر ایستگاه‌ها بود.

در مناطق پرترافیک غلظت کمتر از فرودگاه ولی بیش تر از منطقه مسکونی بود و در نواحی مسکونی نیز کم ترین غلظت آلاینده ها به ثبت رسید. این امر می تواند چنین تبیین شود که فرودگاه هم می تواند در کنار ترافیک و سایر منابع ثابت و سیار، در آلودگی هوای مناطق مجاور تاثیرگذار باشد.

Reference

1. Tehrna Air quality control company, 2014. Annualy report of Tehran Air quality control in 2013. Tehran, Iran. (Persian).
2. IARC,2013.Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths: International Agency for Research on Cancer.
3. Moussiopoulos, N., Sahm, P., Karatzas, K., Papalexiou, S., Karagiannidis, A., 1997 Assessing the impact of the New Athens airport to urban air quality with contemporary air pollution models. Atmospheric Environment, Vol 31, pp. 497-511.
4. Colvile, RN., Hutchinson, EJ., Mindell, JS., Warren, RF., 2001. The transport sector as a source of air pollution. Atmospheric Environment, Vol 35, pp.1537-65.
5. Pope, CA., Ezzati, M., Dockery, DW., 2009. Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States. New England Journal of Medicine, Vol 360, pp. 76-86.
6. Schürmann, G., Schäfer, K., Jahn, C., Hoffmann, H., Bauerfeind, M., Fleuti E, et al., 2007 The impact of NOx, CO and VOC emissions on the air quality of Zurich airport. Atmospheric Environment, Vol 41, pp. 103-18.
7. Unal, A., Hu, Y., Chang, ME., Odman, MT., Russell, AG., 2005. Airport related emissions and impacts on air quality: Application to the Atlanta International Airport. Atmospheric Environment, Vol 39, pp. 5787-98.
8. Zhu, Y., Fanning, E., Yu, RC., Zhang, Q., Froines, JR., 2011. Aircraft emissions and local air quality impacts from takeoff activities at a large International Airport. Atmospheric Environment, Vol 45, pp. 6526-33.
9. Carslaw, DC., Beevers, SD., Ropkins, K., Bell, MC., 2006. Detecting and quantifying aircraft and other on-airport contributions to ambient nitrogen oxides in the vicinity of a large international airport. Atmospheric Environment, Vol 40, pp. 5424-34.

10. Ecocouncil, D., 2012. Air Pollution in Airports: Ultrafine particles, solutions and successful cooperation. Helsinki.
11. Stafoggia, M., Cattani, G., Forastiere, F., Dibucchianico, ADM., Gaeta, A., Ancona, C., 2016. Particle number concentrations near the Rome-Ciampino city airport. Atmospheric Environment, Vol 147, pp. 264-273.
12. González, R., Hosoda, EB., 2016. Environmental impact of aircraft emissions and aviation fuel tax in Japan. Journal of Air Transport Management, Vol 57, pp. 234-40.
13. Mishra, AK., Srivastava, P., Patil, RS., 2013. Seasonal variation of PM10 around an upcoming airport. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, Vol 2, pp. 5528-36.
14. Masiol, M., Harrison, RM.,2015 . Quantification of air quality impacts of London Heathrow Airport (UK) from 2005 to 2012. Atmospheric Environment, Vol 116, pp.308-19.
15. Giri, D., Murthy, VK., Adhikary, P., 2007. The influence of meteorological conditions on PM10 concentrations in Kathmandu Valley. International Journal of Environmental Research, Vol 2, pp. 49-60.
16. Ricardo Energy & Environment, 2016. Air Quality Monitoring Annual Report 2015: Birmingham Airport. Report number: ED20645035.
17. Tenranifard, AM, Javid, AH., Saeidi, S., 204. Effect of urban parks on PM10 emision with GIS. JEST, Vol 16, pp. 1-12 (persian)
18. Arun Kumar Mishra, Prabhat Srivastava, R. S. Patil . Seasonal variation of PM10 around an upcoming airport. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. 2013;2(10): 5528-33.
19. Appelhans T, Sturman A, Zawar-Reza P. Modelling emission trends from non-constant time series of PM10 concentrations in Christchurch, New Zealand. International Journal of Environment and Pollution. 2010;43(4):354-63.
20. Sajadian, N., 2015. Prediction of Air Pollution caused by Urban Transport in Tehran Metropolis using the Combination of GIS with LUR Model and Artificial Neural Network, Scientific-research journal of "Geographical Data (SEPEHR)", Vol 24, pp. 108-20. (Persian)
21. Lashkari, H., Zafari ,A., 2009. Scoping of Air Pollution in Tehran(1999 - 2007). JEST, Vol 49, pp. 60-66. (Persian)
22. Castellanos P, Marufu LT, Doddridge BG, Taubman BF, Schwab JJ, Hains JC, et al. Ozone, oxides of nitrogen, and carbon monoxide during pollution events over the eastern United States: An evaluation of emissions and vertical mixing. Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2011;116(D16), 1-16.