Journal of Research in Environmental Health

Volume 4, Issue 1, Spring 2018

Investigation of the airborne particulate matter concentration trend changes in Mashhad by using meteorological data during 2010-2015

Elham Asrari
* Associated Professor, Department of Civil Engineering, Payame Noor University, corresponding Author: e_asrari@pnu.ac.ir

Maryam Paydar
Master of Science Student of Civil Engineering, Payame Noor University,shiraz,

Received: 2018/02/12
Accepted: 2018/03/18

ABSTRACT

Background and Purpose: Air pollution problem in metropolitan's city is made by different sources of pollutants. The proportion of air pollutants' emissions have been increased in many cities of Iran such as Mashhad. This study aimed to investigate the relationships between the trend of particular matter concentration changes and metrological parameters in the atmosphere of Mashhad.

Materials and Methods: In this descriptive cross - sectional study, data including temperature, sunny hours, precipitation, evaporation, moisture, speed and direction of wind were collected from 11 monitoring stations of air pollutants and Metrologic synoptic stations in Mashhad during 2010-2016. Daily average concentrations of PM_{10} of $PM_{2.5}$) were calculated, and then relationships between pollutants and metrological data analyzed by Spss18 software.

Findings: The results showed that the maximum concentrations of particle matter occurred in October and autumn season. Numbers of unhealthy days were increased during the years of 2011-2013, decreased in 2014 - 2015 and increased again in 2016. The variations of PM_{10} and $PM_{2.5}$ are significant with season, month and year ($P < 0.001$). PM_{10} was directly related to temperature and evaporation ($r=0.095$). Also, there was a reverse relation among humidity and rainfall. A reverse relationship was observed between $PM_{2.5}$ concentration and minimum temperature, sunny days, rainfall and wind speed; however, it was directly related to wind direction.

Conclusion: According to the obtained results in the autumn and October, the highest concentration of particulate matter was observed. Also, GIS maps showed that eastern and relatively center of Mashhad is more polluted than other areas.

Document Type: Research article
Keywords: Air pollution, Mashhad, $PM_{2.5}$, PM_{10}, Meteorology data

▶ **Citation:** Asrari E, Paydar M. Investigation of the airborne particulate matter concentration trend changes in Mashhad by using meteorological data during 2010-2015. *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Spring 2018;4 (1) : 58-65.

بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق شهر مشهد با استفاده از داده‌های هواشناسی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

الهام اسراری
دانشیار، گروه فنی مهندسی، دانشکده عمران، دانشگاه پیام نور، ایران.
e_asrari@pnu.ac.ir

مریم پایدار
دانشجوی کارشناسی ارشد عمران- محیط زیست، دانشکده عمران، دانشگاه پیام نور، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۷

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی هوا به عنوان یک مساله مهم زیست محیطی محسوب می شود. در ایران میزان انتشار آلاینده‌های هوا در بسیاری از شهرها از جمله مشهد افزایش یافته است. مطالعه حاضر با هدف بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق با داده‌های هواشناسی در هوای مشهد صورت گرفت.
مواد و روش‌ها: این مطالعه توصیفی - مقطعی با استفاده از داده‌های مربوط به ۹ ایستگاه پایش آلاینده‌های هوا و ایستگاه سینوپتیک مشهد (شامل: دما، ساعات آفتابی، بارندگی، تبخیر، رطوبت، سرعت و جهت باد) طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ صورت گرفت. غلظت میانگین روزانه PM_{10} و $PM_{2.5}$ از ایستگاه‌ها دریافت و سپس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS ، ورژن ۱۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.
یافته‌ها: روند تغییرات فصلی نشان داد حداکثر غلظت ذرات معلق در فصل پاییز و در مهر ماه اتفاق می‌افتد. طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ تعداد روزهای ناسالم روند افزایشی داشته و در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ کاهش یافته و مجدداً در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته بود. تغییرات PM_{10} و $PM_{2.5}$ با سال، فصل و ماه اختلاف معنی‌داری داشت ($p>0/001$). ارتباط PM_{10} با دما و تبخیر مستقیم و با رطوبت و بارندگی معکوس بود. همچنین ارتباط $PM_{2.5}$ با حداقل دما، روزهای آفتابی، بارندگی و سرعت باد معکوس و با جهت باد مستقیم بود.
نتیجه‌گیری: بیشترین میزان غلظت ذرات معلق در فصل پاییز و خصوصاً مهر ماه می‌باشد. نقشه‌های پراکندگی نشان می‌دهد که شرق و تا حدودی مرکز مشهد، آلودگی بیشتری نسبت به سایر مناطق دارد.
نوع مقاله: مقاله پژوهشی
کلید واژه‌ها: آلودگی هوا، داده‌های هواشناسی، مشهد، $PM_{2.5}$، PM_{10}

◀ **استناد:** اسراری الف، پایدار م. بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق شهر مشهد با استفاده از داده‌های هواشناسی در سال‌های ۹۵-۱۳۹۰. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. بهار ۱۳۹۷؛۴ (۱): ۶۵-۵۸.

مقدمه

بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده توسط سازمان بهداشت جهانی (WHO) و برنامه محیط زیست سازمان ملل (UNEP) در ۵۰ کشور جهان، امروزه قسمت عمده جمعیت جهان در مناطقی ساکن هستند که میزان آلاینده‌ها در هوا از حدود مجاز شناخته شده بیشتر است (۱). در ایران نیز میزان انتشار آلاینده‌های هوا در بسیاری از شهرها از جمله تهران، مشهد، اهواز، سنندج و اصفهان تا سطوح خطرناکی افزایش یافته است (۲). آمار و اطلاعات موجود، میزان مرگ‌های مرتبط با آلودگی هوا را در ایران سالانه بیش از ۴۳۰۰۰ نفر نشان می‌دهد که علت آن در بیشتر موارد حملات قلبی و نارسایی‌های تنفسی بوده است (۳). بر اساس گزارشی که از سوی بانک جهانی در سال ۲۰۰۵ منتشر شده است، خسارت مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی هوای شهری در ایران سالانه معادل با ۰/۵۷ درصد از تولید ناخالص داخلی است (۴). از بین انواع آلاینده‌های هوا، ترکیباتی نظیر اکسیدهای نیتروژن، دی اکسید سولفور، مونوکسیدکربن، هیدروکربن‌ها، ازن و ذرات معلق از میان سایر آلاینده‌ها شاخص شده‌اند (۵). از این میان، ذرات معلق به عنوان مهم‌ترین آلاینده هوا در شهرهای بزرگ جهان شناخته شده‌اند که هر ۱۰ mg افزایش در غلظت آنها باعث افزایش میزان مرگ‌ومیر بین ۳-۱ درصد می‌شود (۲).

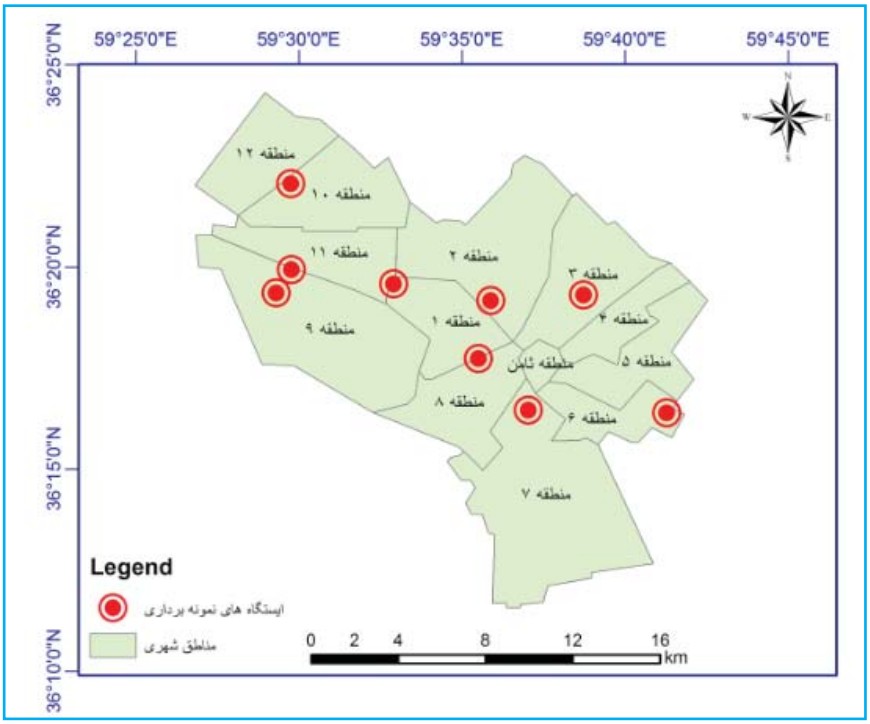
بر اساس تحقیقات انجام شده، مسأله آلودگی هوا به علت توزیع منابع آلودگی و ریخت‌شناسی شهرها، دارای یک طبیعت چند متغیره و تغییرپذیری زمانی- مکانی زیادی است (۶) که متغیرهای گوناگونی همچون انتشار پارامترهای هواشناسی، توپوگرافی، فرآیندهای شیمیایی جو و تابش خورشیدی در بروز آن نقش دارند. اهمیت نسبی چنین فاکتورهایی بستگی به مناطق جغرافیایی، منابع انتشار اطراف مناطق، ویژگی‌های آب و هوایی مربوطه و همچنین فصل سال دارد (۷).

شهر مشهد در ردیف هفت شهر آلوده کشور قرار دارد و گفته شده که پس از تهران، دومین شهر آلوده کشور است (۸). از طرف دیگر این شهر با مساحت تقریبی ۲۲۰۰ km به عنوان دومین کلانشهر کشور، پس از تهران و یکی از بزرگ‌ترین شهرهای مذهبی جهان محسوب می‌شود که به علت ورود خیل عظیم جمعیت زائر و مسافر، هر ساله شاهد ترافیک سنگین و مشکلات حاد ناشی از آن بالاخص در نواحی مرکزی شهر و اطراف بارگاه مقدس رضوی است. طبق گزارش مرکز پایش آلاینده‌های زیست محیطی مشهد مربوط به سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴، آلاینده اصلی در این سال‌ها، ذرات معلق کوچک‌تر از ۲/۵ µm بوده است(۹).

در خصوص ذرات معلق، مطالعات متعددی صورت گرفته است. در مطالعه Eslami و همکاران (۲۰۱۴) که بر روی روند تغییرات PM_{10} در هوای شهر کرمانشاه انجام شد، روند روزهای خارج از استاندارد، از فصل تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بوده است (۱۰). همچنین نتایج مطالعه Jamshidi و همکاران (۲۰۰۶) که میزان غلظت ذرات معلق شهر گچساران را بررسی نمودند، نشان داد ذرات معلق در ماه‌های اردیبهشت، تیر و مرداد افزایش می‌یابد (۵). نتایج مطالعه Naddafi و همکاران (۲۰۰۸) که بر روی هوای شهر یزد صورت گرفت، نیز مؤید همین موضوع بود (۱۱). Nazari و همکاران (۲۰۱۳) نیز تأثیر پارامترهای هواشناسی را بر غلظت ذرات معلق در شهر کرمانشاه مورد بررسی قرار داده و بیان نمودند که رطوبت نسبی، بارندگی و باد آرام رابطه عکس و دما، بادِ غالب و سرعت باد، رابطه مستقیم با غلظت ذرات دارند(۱۲). همچنین مطالعه Sammaritano و همکاران (۲۰۱۷) که در اتریش انجام گرفت، نشان داد که بیشترین غلظت ذرات معلق مربوط به فصل زمستان می‌باشد (۱۳)، لذا مطالعه حاضر با هدف بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق در شهر مشهد در یک دوره ۶ ساله انجام گرفت. نظر به تأثیرپذیری آلاینده‌های هوا از شرایط اقلیمی، در این پژوهش ارتباط بین ذرات معلق و پارامترهای هواشناسی شامل دما، رطوبت، بارندگی، ساعات آفتابی، تبخیر، جهت و سرعت باد نیز مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار

پژوهش حاضر یک مطالعه توصیفی- مقطعی است و داده‌های مورد استفاده در این مطالعه شامل دو بخش داده‌های مربوط به شرایط هواشناسی مشهد و داده‌های مربوط به ایستگاه‌های پایش آلودگی هوا در مشهد می‌باشد. موقعیت ایستکاهها در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. موقعیت قرارگیری ایستگاه‌های سنجش کیفیت هوا در مشهد

داده‌های هواشناسی از ایستگاه سینوپتیک هواشناسی مشهد واقع در شرق این شهر و در مجاورت فرودگاه شهید هاشمی‌نژاد با طول جغرافیایی '۳۷ °۵۹ شرقی، عرض جغرافیایی '۱۶ شمالی و ارتفاع m ۹۹۹/۲ با توجه به بازه زمانی تعریف شده از سال ۹۵-۱۳۹۰ شامل دما، رطوبت، بارندگی، ساعات آفتابی، تبخیر، سرعت و جهت باد به‌صورت میانگین روزانه اخذ گردید.

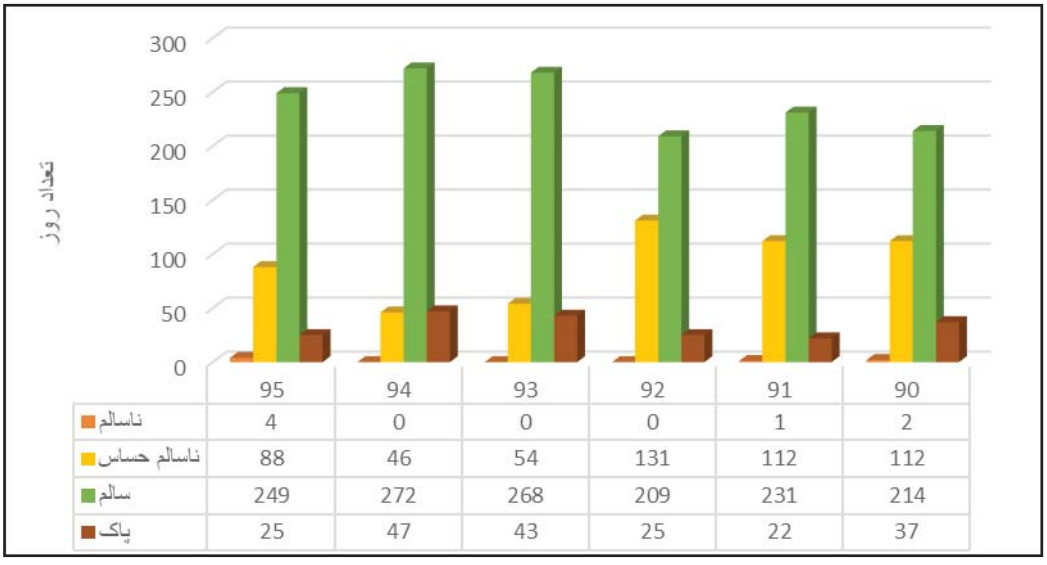
از ۹ ایستگاه پایش آلاینده‌های هوا که تقریباً مناطق دوازده‌گانه شهری مشهد را پوشش می‌دهند و طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ فعال بوده‌اند، داده‌های مربوط به PM_{10} و $PM_{2.5}$ به‌صورت میانگین روزانه دریافت گردید. ایستگاه‌ها شامل: سجاد، خیام، تقی‌آباد در بخش مرکزی شهر و صدف، لشکر، ویلا در بخش غربی و ساختمان، نخریسی و وحدت در بخش شرقی شهر انتخاب شدند. سپس داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS، ورژن ۱۸ شده و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Kalmogorov–Smiranov مشخص گردید و با توجه به غیر نرمال بودن داده‌ها از آزمون آماری Spearman جهت بررسی همبستگی ارتباط آلاینده‌ها و فاکتورهای هواشناسی استفاده شد. هرچه میزان همبستگی (r) به عدد ۱ یا ۱- نزدیک‌تر باشد، شدت همبستگی بیشتر است. میزان همبستگی مثبت ارتباط مستقیم و همبستگی منفی ارتباط معکوس میان آلاینده و فاکتور هواشناسی را نشان می‌دهد. میزان p کمتر از ۰/۰۵ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

بر اساس نتایج مطالعه در طول دوره ۶ ساله، میانگین درصد فراوانی کیفیت هوا بر اساس غلظت ذرات معلق با معیارهای پاک، سالم، ناسالم برای گروه‌های حساس و ناسالم به ترتیب برابر

۹/۰۷، ۶۵/۸۰، ۲۴/۷۶ و ۰/۳۷ درصد گزارش گردید. جداول ۳-۱ به ترتیب غلظت سالیانه، ماهیانه و فصلی ذرات معلق را در طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰ نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۲، در بررسی میانگین سالانه ذرات معلق، بیشترین میزان غلظت PM_{10} مربوط به سال ۱۳۹۵ بود و از سال ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۹۴ روند کاهشی داشت و مجدداً در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته بود. در مورد $PM_{2.5}$ نیز بیشترین غلظت مربوط به سال ۱۳۹۰ بود و تا سال ۱۳۹۴ روند کاهشی داشته و در سال ۱۳۹۵ افزایش یافته بود.

در بررسی روند تغییرات ماهیانه ذرات معلق PM_{10}، حداکثر غلظت به‌ترتیب در مهر ماه، فروردین، آبان و بهمن گزارش شد. حداکثر غلظت $PM_{2.5}$ نیز به‌ترتیب در مهر ماه و سپس در دی، خرداد و اسفند مشاهده شد.



شکل ۲. روند تغییرات روزهای سالم و ناسالم طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

جدول ۱. حداکثر غلظت ماهیانه ذرات معلق بر حسب $\mu g/m^3$ طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

ماه	PM_{10}	$PM_{۲.۵}$
فروردین	۳۱۴/۶۲	۸۳/۶۸
اردیبهشت	۲۰۷/۲۱	۷۰/۳۵
خرداد	۲۴۱/۸۳	۱۰۸/۷۹
تیر	۲۲۷/۵۵	۶۷/۲۱
مرداد	۱۶۱/۲۳	۸۸/۱۵
شهریور	۲۴۴/۵۸	۷۳/۹۲
مهر	۳۴۴/۶۶	۱۳۹/۲۱
آبان	۳۰۸/۲۷	۷۵/۴۴
آذر	۲۲۷/۰۸	۹۱/۲۶
دی	۲۱۱/۶۹	۱۱۱/۱
بهمن	۲۹۹/۲۶	۷۶/۵
اسفند	۲۰۰/۸۷	۱۰۴/۹۲

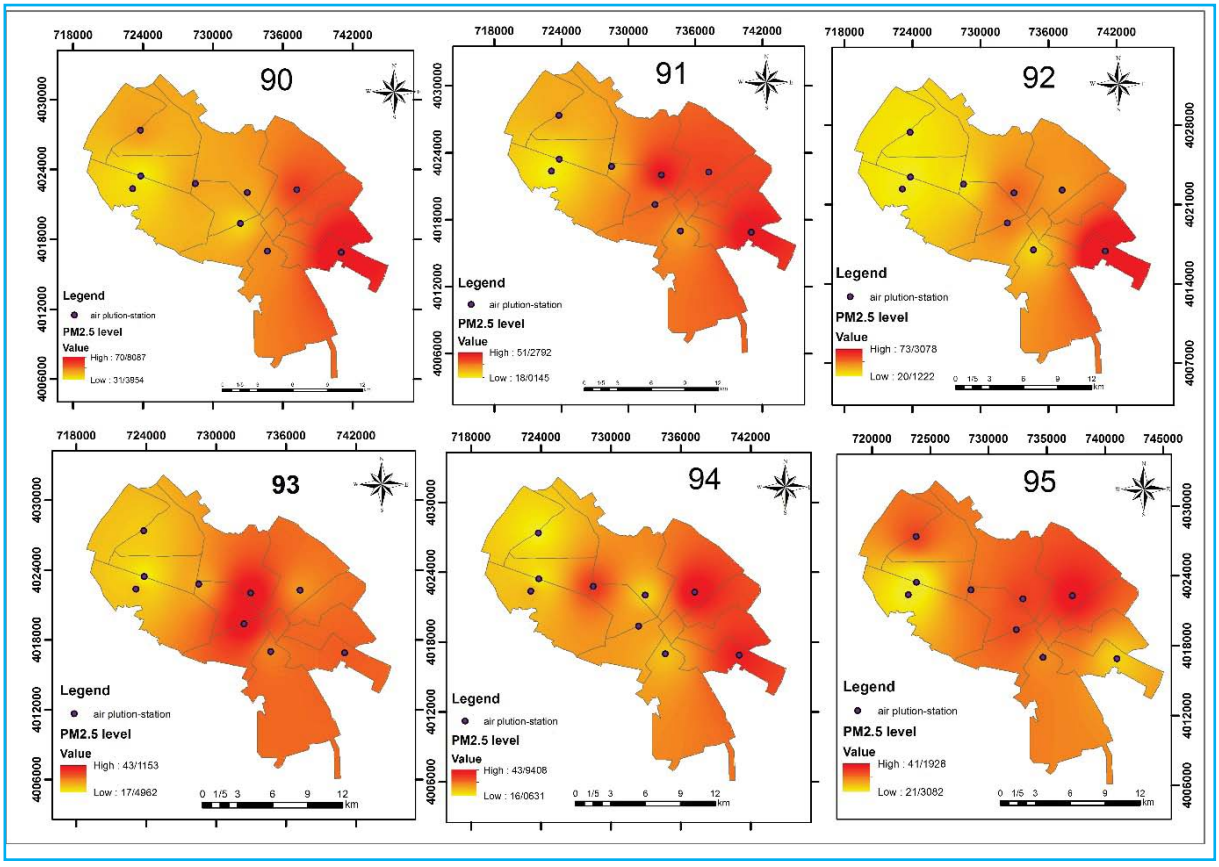
جدول ۲. میانگین فاکتورهای هواشناسی در فصول مختلف طی سال‌های ۹۵- ۱۳۹۰

فصل	دما (°C)	رطوبت نسبی (درصد)	تبخیر mm	بارندگی mm	ساعات آفتابی h	سرعت باد Km/h
بهار	۳۱/۴۶	۸۶/۶	۱۸/۳۶	۰/۸۵۳	۱۳/۴۸	۱۹/۶
تابستان	۳۲/۹۴	۵۰/۷	۱۹/۹	۰/۰۲۴	۱۴/۶۸	۱۳
پاییز	۲۵/۵	۹۷/۶	۹/۱۷۸	۰/۶۰۹	۱۱/۸۸	۱۳/۶
زمستان	۱۸/۲۴	۹۹/۱	۰/۶	۱/۱۹	۱۰/۳	۱۵/۴

همان گونه که در شکل ۳ ، تصاویر پراکندگی ذرات معلق که توسط GIS تهیه شده است، دیده می شود غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ در شرق و تا حدی مرکز مشهد بالاتر از سایر نقاط شهر است .

جدول ۳. بررسی ارتباط غلظت ذرات معلق هوا با فاکتورهای هواشناسی طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

نام آلاینده	دما (°C)	ماکزیمم رطوبت نسبی (درصد)	میانگین بارندگی (mm)	ساعات آفتابی (h)	میانگین سرعت باد (Km/h)	تبخیر (mm)	جهت باد درجه
PM۲.۵ Correlation Coefficient Sig	r= ۰/۵۵ p=۰/۰۱۴	r= ۰/۰۲۵ p=۰/۲۸۵	r= -۰/۰۴۳ p=۰/۰۵۸	r= -۰/۰۸۳ p<۰/۰۰۰۱	r= -۰/۱۰۵ p<۰/۰۰۰۱	r= -۰/۰۳۹ p=۰/۱۱۹	r= ۰/۰۷۴ p=۰/۰۰۱
PM۱۰ Correlation Coefficient Sig	r= ۰/۰۹۵ p<۰/۰۰۰۱	r= -۰/۱۳۶ p<۰/۰۰۰۱	r= -۰/۱۳۱ p<۰/۰۰۰۱	r= ۰/۰۳۵ p=۰/۱۲۰	r= ۰/۰۳۵ p=۰/۱۲۰	r= ۰/۱۳۷ p<۰/۰۰۰۱	r= -۰/۰۰۴ p=۰/۸۴۴



شکل ۳. پراکندگی میانگین ذرات معلق ($PM_{2.5}$) در شهر مشهد طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۰

بحث

روند تغییرات کیفیت هوا از نظر آلاینده PM_{10} و $PM_{2.5}$ در طول دوره ۶ ساله از نظر فصل و ماه اختلاف معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۰۱$). همچنین نتایج اختلاف معنی‌داری را بین سال‌های مختلف نشان داد. طی سال‌های ۹۲-۱۳۹۰ تعداد روزهای ناسالم روند افزایشی و طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ کاهش و در سال ۱۳۹۵ مجدداً افزایش یافته بود. برخلاف نتایج به‌دست آمده در بررسی تغییرات غلظت ذرات معلق در هوای تنفسی شهر شیراز که توسط Ansarizadeh و همکاران (۲۰۱۰) انجام شد و نشان داد که حداکثر غلظت ذرات PM_{10} در تابستان رخ می‌دهد (۱۴). بررسی تغییرات فصلی پژوهش حاضر نشان داد که حداکثر غلظت ذرات معلق در مشهد در مهر ماه و در فصل پاییز اتفاق

می‌افتد که احتمال وجود جریانات پایدار و پدیده وارونگی و همچنین وضعیت ترافیکی شهر در فصل شروع مدارس می‌تواند دلیل این امر باشد. مطالعه Soltani gord faramarzi و همکاران (۲۰۱۶) نیز مؤید همین نتایج می‌باشد (۸).

همچنین تغییر شرایط آب‌وهوایی، میزان دما و رطوبت هوا، سرعت و جهت باد و میزان بارش نزولات جوی، از جمله عوامل تأثیرگذار بر غلظت ذرات معلق می‌باشند. ارتباط PM_{10} با دما و میزان تبخیر مستقیم ($p<۰/۰۰۱$) و با رطوبت و بارندگی معکوس ($p<۰/۰۰۱$) می‌باشد. نتایج مطالعه Ehsanzadeh و همکاران (۲۰۱۶) در خصوص بررسی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر غلظت ذرات معلق PM_{10} با استفاده از رگرسیون مؤلفه‌های اصلی نیز نشان داد که مهم‌ترین متغیر مؤثر بر غلظت PM_{10}، دمای هوا و سرعت باد است. ارتباط $PM_{2.5}$ با حداقل دما، روزهای آفتابی، بارندگی و سرعت باد معکوس و با جهت باد مستقیم می‌باشد(۱۵).

از نظر تغییرات مکانی، نقشه‌های پراکندگی ذرات معلق حاصل از GIS نشان داد که شرق و تا حدودی مرکز مشهد آلودگی بیشتری نسبت به سایر مناطق دارد که می‌تواند نتیجه وجود دو نیروگاه در این بخش شهر باشد. Mousavi و همکاران (۲۰۰۳) به بررسی آلودگی هوای ناشی از سه نیروگاه موجود در شهر مشهد با استفاده از مدل گوس پرداختند و نتیجه گرفتند که با توجه به جهت بادِ غالب در مشهد، موقعیت مکانی دو نیروگاه مشهد و شریعتی در شرق مشهد نامناسب و نیروگاه طوس در غرب مشهد مناسب است (۱۶).

نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی صورت گرفته مشخص می‌شود که در شهر مشهد بیشترین درصد موارد بالاتر از استاندارد هوای آزاد در ایران، مربوط به ذرات معلق می‌باشد که این امر نشان می‌دهد که آلاینده مسئول در این شهر، ذرات معلق است. در فصل پاییز و خصوصاً در مهر ماه، بیشترین میزان آلودگی غلظت ذرات معلق وجود دارد.

با توجه به اینکه بیشترین بادهای با سرعت بالای ۱۰ Km/h از جهت جنوب شرقی (بین ۹۰ تا ۱۸۰ درجه) وزیده و با توجه به نتایج حاصل از پهنه‌بندی صورت گرفته در نرم‌افزار GIS، بیشترین غلظت ذرات معلق در شرق و تا حدی مرکز شهر مشهود است. وجود بزرگراه همت و تردد زیاد وسایل نقلیه سنگین و همچنین وجود زمین‌های بایر و کشاورزی در شرق شهر می‌تواند از جمله عوامل مؤثر در افزایش غلظت ذرات معلق در این منطقه باشد. تمرکز مراکز تجاری و اداری و وضعیت ترافیکی در مرکز شهر نیز می‌تواند دلیل اصلی بارِ آلودگی هوا در این منطقه از شهر باشد.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از همکاری سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی و معاونت محیط زیست شهرداری مشهد در خصوص استفاده از داده‌ها، تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

1. Colls J. Air pollution. London: Spon Press; 2002
2. Sadeghi H , Khaksar S, Short-term anticipation of pollution of suspended particles in Ahvaz city with the help of neural networks, J Environmental Researches 2014,5(9), p. 177-186
3. Taghavi H,Investigation of time and space distribution of air pollutants pollutants in Mashhad city and its. [Masters Thesis], Iran. Faculty of Engineering of Ferdowsi University of Mashhad; 2012. (Persian)
4. Tavakoly M, Estimation of acute air pollution conditions in Tehran due to the concentration of ozone and particulate matter using artificial neural network. [Masters Thesis], Ministry of Science, Research, Technology Tarbiat Modares University - Faculty of Natural Resources2013
5. -. Jamshidi A, Karimzadeh K, Raigan shirazi A. Investigation of suspended particles pollution in Gachsaran air. Armaghaneh Danesh 2006. 12(2): p. 87-89. (In Persian)
6. Champendal A, Kanevski M, Huguenot P-E, Golay J, editors. Exploratory Analysis of Spatial-Temporal Patterns of Air Pollution in the City. EGU General Assembly Conference Abstracts; 2013.
7. Piringer M, Kukkonen J, editors. Mixing height and inversions in urban areas. Proceedings of the workshop; 2002
8. soltani gord faramarzi T, Mofedi A, Gandomkar A , Synoptic Analysis of the Severe Polluted Days in the City of

Mashhad 2007, Jsaeh 2016, 2(4): 95-112
9. Mashhad Air Quality Report 1394, Mashhad Environmental Monitoring Center, p. 6.
10. . Eslami A, Atafar Z, Pirsaheb M, Asadi F , Trends of particulate matter (PM10) concentration and related Air Quality Index (AQI) during 2005-2012 in Kermanshah, Iran. Journal of Health in the Field2014;2(1):19-28. (In Persian)
11. Naddafi K, Ehrampush MH, Jafari V, Nabizadeh Nodehi R, Yonesyan M. Investigation of total suspended particles and its ingredients in the central part of Yazd. Journal of University of Medical Sciences Health Services of Shahid Sadoughi Yazd 2008; 16(4): 21-25. (In Persian)
12. Nazari Z, Khorasani N, Feyznia S, Karami M. Investigation of PM10 concentration trend during 20052010 and Impact of meteorological parameters on it. Journal of Iran natural resources 2013; 66(1): 101-111. (In Persian)
13. -Sammaritano MA, Bustos DG, Poblete AG, Wannaz ED. Elemental composition of PM2. 5 in the urban environment of San Juan, Argentina. Environmental Science and Pollution Research. 2017:1-7.
14. Ansarizadeh M,Majlesi M, Studying Investigating changes in the concentration of suspended particles in respiratory air in Shiraz,The 16th National Environmental Health Conference of Iran, Tabriz University of Medical Sciences, 2013
15. Ehsanzadeh A, Nejadkoorki p, Khodadoostan s. A study on the most important factors affecting the concentration of particulate matter smaller than 10 microns (PM10) using principal component regression. Journal of Research In Environmental Health.2016;2(2):154-164
16. Mousavi M, Bahrepi S, Rezazadeh R , Investigation of air pollution caused by three power plants in Mashhad using Goss model 2003, Fourth National Energy Conference