فصلنامه بهداشت در عرصه
دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی ـ دانشکده بهداشت
دوره ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، صفحات ۱۹ تا ۲۸

# بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق ($PM_{10}$) و تعیین شاخص کیفیت هوا در شهر کرمانشاه از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱

اکبر اسلامی[۱]، زهرا عطافر [۲*]، مقداد پیرصاحب[۳]، فاطمه اسدی[٤]

[۱] دانشیار مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
[۲] کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل محیطی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
[۳] دانشیار مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات عوامل محیطی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران
[٤] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه، کرمانشاه، ایران

## چکیده

**زمینه و هدف:** ریزگردها از جمله آلاینده‌های اصلی هوا می‌باشند که جزیی از $PM_{10}$ بوده و می‌توانند اثرات سوئی بر سلامت مردم داشته باشند. هدف این مطالعه، تعیین روند تغییرات غلظت ریزگردها در دوره زمانی ۹۲-۱۳۸٤ در شهر کرمانشاه و مقایسه آن با شاخص کیفیت هوا در سال ها، فصول و ماه‌های مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه توصیفی-تحلیلی، تعداد ۲۵۸۹ نمونه از ایستگاه‌های سنجش سازمان حفاظت محیط زیست اخذ و داده‌ها با استفاده از نرم افزار $SPSS_{V.16}$ آنالیز گردیدند.

یافته‌ها: درصد فراوانی غلظت ذرات معلق با معیارهای خوب، متوسط، ناسالم برای گروه‌های حساس، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک به ترتیب برابر با ۱۲/۱٦٪، ٦۸/۳٦٪ ، ۱۲/۸۲٪ ، ۳/٤۳٪، ۰/۷۷٪ و ۲/٤۳٪ بود. حدود ۱۹/٤۳٪ کل روزهای این دوره وضعیت هوا در شرایط نا سالم با AQI>100 گزارش گردید. بطوریکه روند روزهای خارج از استاندارد، از فصل تابستان تا پاییز کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار افزایشی بود.

نتیجه گیری: این مطالعه نشان داد تغییرات غلظت $PM_{10}$ در کل دوره فقط از نظر فصل و ماه متفاوت بود. بدترین کیفیت هوا بیشتر در فصل تابستان و تیر ماه اتفاق می‌افتد. دلیل آن تواتر ورود ریزگردها از کشورهای همسایه، کاهش رطوبت هوا، خشکسالی، استفاده بی رویه از منابع آبی، افزایش دما و سرعت و جهت باد است. با توجه به اثرات سوء ذرات معلق بر سلامتی، آگاهی از روند تغییرات، برنامه ریزی کوتاه مدت، بلند مدت ملی و منطقه ای در جهت رفع مشکل و کاهش اثرات آن ضروری بنظر می‌رسد.

**کلید واژه‌ها:** ریزگرد، آلودگی هوا، AQI، کرمانشاه

*آدرس نویسنده مسئول:
کرمانشاه، مرکز تحقیقات عوامل محیطی موثر بر سلامت، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

**Email:** zahra_atafar@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۲/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۵/۲۰

## مقدمه

برخی استانهای غربی و جنوبی کشور سالهاست که با پدیده گرد و غبار مواجه هستند [۱]. آلودگی هوای ناشی از طوفان‌های گرد و غبار یکی از مشکلات بهداشتی استان کرمانشاه نیز می‌باشد که بیشتر در مقوله ذرات $PM_{10}$ مورد بحث قرار می‌گیرد. شهر کرمانشاه از سال ۸٤ با این مشکل درگیر می‌باشد، بطوریکه طی سالهای گذشته خسارات جبران ناپذیری را به زندگی و سلامت مردم وارد نموده و تعداد زیادی از روزهای سال، شاخص کیفیت هوا در بدترین شرایط قرار داشته است. طوفانهای گرد و غبار نوعی حوادث طبیعی هستند که به طور مکرر در نواحی خشک و نیمه خشک رخ داده و دید افقی را به کمتر از یک کیلومتر کاهش می‌دهند [۲]. علاوه بر آن بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک شواهدی را مبنی بر ارتباط بین ذرات و ناتوانی و مرگ روزانه نشان داده‌اند. در این مطالعات بار بیماری‌های منتسب به ذرات معلق شامل بیماریهای قلبی عروقی و تنفسی، سکته‌ها و نارسایی‌های قلبی و سرطان ریه تعیین گردیده است [۳–۵]. در مطالعه‌ای که در نپال صورت گرفته است تعداد ۹۵ مورد از ۱۰۰۰۰ نفر مرگ در کاتماندو را به ذرات گرد و غبار موجود در هوا نسبت داده‌اند [٦]. در این مطالعات، ذرات با قطر کمتر از ۱۰ میکرون به عنوان شاخص مواجهه و قوانین مربوط به کیفیت هوا مد نظر قرار می‌گیرد، چرا که این ذرات دربرگیرنده ذرات تنفسی شامل ذرات درشت (با قطر ۲/۵ تا ۱۰ میکرون) و ذرات ریز (با قطر کمتر از ۲/۵ میکرون) می‌باشند [۲, ۷]. در طوفانهای گرد و غبار غلظت این ذرات گاهی به بیش از $٦۰۰۰ \mu g/m^3$ می‌رسد [۱]. این در حالی است که سازمان بهداشت جهانی میانگین ۲٤ ساعته $PM_{10}$ هوای آزاد را $۵۰ \mu g/m^3$ و میانگین سالیانه آن را $۲۰ \mu g/m^3$ تعیین نموده است [۸–۱۰].

ذرات $PM_{10}$ مسبب یا تشدید کننده بیماریها و مرگ مرتبط با بیماریهای قلبی یا ریوی هستند. بیماران دارای ناتوانی احتقانی قلب، بیماری سرخرگ تاجی، آسم یا بیماری انسداد مزمن ریوی و سالمندان با احتمال بیشتری به مراکز اورژانس مراجعه، در بیمارستان بستری و یا حتی در مواردی می‌میرند. همچنین بی‌نظمی‌های قلبی و حملات قلبی را به مواجهه با ذرات مرتبط دانسته اند[۱۱].

در یک مطالعه کوهورت که در چین صورت گرفته، با افزایش هر $۱۰ \mu g/m^3$ در میانگین غلظت ۲٤ ساعته $PM_{10}$، افزایش ۱/٦ درصدی بروز مجموع موارد مرگ حاصل از بیماری‌های قلبی و تنفسی، ۱/۸ درصد مرگ حاصل از بیماریهای قلبی و ۱/۷ درصد مرگ حاصل از بیماریهای تنفسی تایید شده است [۱۲]. بر اساس گزارش سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۲ تخمین زده شده است که حدود ۳/۷ میلیون مرگ زودرس ناشی از آلودگی هوا در مناطق شهری و روستایی رخ داده است که علت اصلی آن مواجهه با ذرات ده میکرون و کمتر بوده است. همچنین بر اساس ارزیابی صورت گرفته توسط موسسه ملی تحقیق بر روی سرطان، مشخص گردیده آلودگی هوا بخصوص هوای حاوی ذرات معلق بروز سرطان منجمله سرطان ریه را افزایش می‌دهد[۱۳].

طوفان‌های گرد و غبار حاوی غلظت‌های بالای $PM_{10}$ یکی از مشکلات اصلی آلودگی هواست که در چند سال اخیر شاهد غلظت و تواتر بروز بیش از حد آن در هوای شهر کرمانشاه بوده‌ایم، در حالی که قبلا در حد مجاز قرار داشت. دلیل اصلی این پدیده وجود کانون‌های انتشار موجود در کشورهای همسایه و هم مرز با ایران از جمله عراق، سوریه و عربستان می‌باشد.

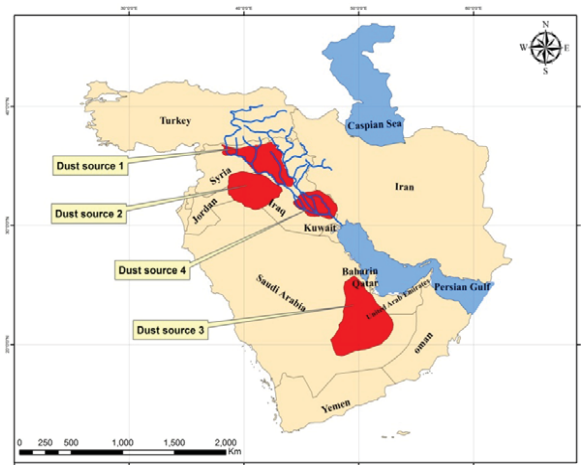
استان کرمانشاه با مساحتی در حدود ۲٤۵۰۰ کیلومتر مربع در غرب ایران واقع گردیده و از نظر جغرافیایی منطقه‌ای است دره‌ای– کوهستانی که بوسیله رشته کوه‌های زاگرس که دارای امتداد شمال غربی– جنوب غربی می‌باشند، پوشیده شده است. کرمانشاه در منتهی‌الیه غربی کشور از سه طرف دارای مرز داخلی با استان‌های (لرستان، کردستان، ایلام، همدان) و از یک سمت دارای مرز بین المللی با کشور عراق است. متوسط دمای سالیانه دشت کرمانشاه حدود ۱۵ درجه سانتیگراد است. نزولات جوی در این شهر بیشتر به صورت برف و باران می‌باشد. روزهای بارانی به طور متوسط ۷۷ روز در سال بوده که بیشترین تعداد آن ۹٦ روز و کمترین آن ۵۳ روز در یک سال ثبت شده است. بادهای غالب در منطقه غربی هستند و میانگین سرعت باد ٤/۸ متر بر ثانیه است[۱٤].

شرایط اقلیمی مناسب برای طغیان طوفان‌های گرد و غبار از اواسط تا اواخر بهار محسوب می‌شود. بدیهی است که فراوانی غبار ارتباط مستقیمی با خشکسالی دارد، در ۱۵ سال اخیر دو موج عمیق خشکسالی رخ داده است. خشکسالی مهر ۷٦ تا مهر ۸۱ و خشکسالی مهر ۸٦ که تا به حال ادامه دارد. در موج اول خشکسالی منابع آبی و به تبع آن رویش‌های گیاهی و طبیعی منطقه دچار آسیب شد، در دوره زمانی ۸۱ تا ۸۵ بارش‌ها اغلب در حدود نرمال و حتی کمتر از نرمال بوده است و متعاقب آن خشکسالی بسیار عمیق ۸۷–۸٦ روی داد. بارش شهر کرمانشاه در کل سال زراعی ۸۷–۸٦ تنها ۱۵۰ میلیمتر بود

یعنی تنها ۳۰ درصد نرمال منطقه، که این وضعیت زمینه را برای آغاز طوفانهای گرد و غبار مساعد نمود[۱۵].

منابع تولید گرد و غبار بیشتر در نیمکره شمالی زمین در منطقه گسترده‌ای که تحت عنوان کمربند گرد و غبار (Dust Belt) نامیده می‌شود، وجود دارد که از ساحل غربی آفریقای شمالی شروع شده و در امتداد خاور میانه، آسیای مرکزی و جنوبی گسترده و تا چین ادامه دارد. در دنیا علاوه بر آفریقا، منطقه خاور میانه نیز تحت تاثیر طوفان‌های گرد و غبار قرار دارد [۱۶, ۱۷]. این مساله به همراه بار میکروبی و محتوای فلزات و مواد معدنی موجود در ذرات، سلامت مردم و ساکنین منطقه را بشدت تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۸]. افزایش شدت این طوفان‌ها علاوه بر خشکسالی به دلیل استفاده بی‌رویه منابع طبیعی ایران و کشورهای همسایه (ساخت بیش از ۳۲ سد بزرگ و احداث شبکه‌های زهکشی و آبیاری) می‌باشد که منجر به فرسایش بیشتر و بیابان‌زایی تدریجی گردیده است [۱۹]. اما وجود سیستم‌های پرفشار و بادهای مهاجر غربی را به عنوان منشا پیدایش گرد و غبار در مناطق غربی کشور، نباید از نظر دور داشت [۲۰].

در استان کرمانشاه حدود ۹۵ درصد منشاء گرد و غبار از کشورهای همسایه است. با بررسی‌های صورت گرفته توسط سازمان هواشناسی استان، ۹ کانون شناسایی شده که بیشترین تاثیر را در ایجاد گرد و غبار بر روی استان دارند. این کانونها عبارتند از: سه کانون در سوریه، یک کانون در مرز سوریه و عراق، چهار کانون در شمال عراق و حوزه رود فرات و یک کانون در مرکز عراق. علاوه بر ۹ کانون مذکور، گاهی اوقات کانون‌های دیگر همانند سه کانون در جنوب عراق و منطقه هورالعظیم، یک کانون در مرز عراق و دو کانون در شمال عربستان نیز باعث ایجاد گرد و غبار بخصوص در فصل زمستان می‌شوند [۲۱]. شکل شماره ۱ تعدادی از کانون‌های تولید کننده گرد و غبار را نشان می‌دهد. مطالعات متعددی در خصوص ذرات ریزگرد در کشور صورت گرفته است. نتایج مطالعه جمشیدی و همکاران که میزان ذرات معلق شهر گچساران را در سال ۱۳۸٤ بررسی نمودند نشان داد، غلظت ذرات معلق در ماه‌های اردیبهشت، تیر و مرداد افزایش می‌یابد [۲۲]. مطالعه ندافی و همکاران در سال ۱۳۸٦ که بر روی هوای شهر یزد صورت گرفت، نیز موید همین موضوع می‌باشد [۲۳]. نظری و همکاران نیز در سال ۱۳۹۲ تاثیر 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، باد غالب و سرعت باد رابطه مستقیم با غلظت ذرات دارند [۲٤]. در مطالعه دیگری شاهسونی و همکاران روند گرد و غبار ورودی به استان خوزستان را بررسی کرده و دریافتند در روزهای غبارآلود، غلظت ذرات در اهواز تا ۱٦/۵ برابر استاندارد افزایش می‌یابد [۱۷].




**شکل شماره ۱- توزیع مکانی منابع طوفانهای گرد و غبار در غرب ایران از سال ۲۰۰۸-۲۰۰۰ [۲۵]**

این مطالعه جهت تعیین میزان کیفیت و روند تغییرات غلظت ریزگردها در هوای شهر کرمانشاه انجام گردید و سعی بر آن است تا با تعیین روند تغییرات در این دوره هشت ساله و تعیین شاخص کیفیت هوا در این بازه زمانی، در راستای تهیه و تدوین برنامه مدیریت کنترل ریزگردها و کاهش اثرات مضر آن اقدامی صورت گیرد.

## مواد و روش‌ها

جهت انجام این تحقیق که یک مطالعه توصیفی- تحلیلی در یک دوره هشت ساله (۱۳۹۱-۱۳۸٤) می‌باشد، داده‌های اندازه‌گیری شده از ایستگاه پایش آلودگی هوا متعلق به سازمان حفاظت محیط زیست شهر کرمانشاه که تقریبا در مرکز شهر با طول جغرافیایی "۲۳ ‘۲۱ °۳٤ و عرض جغرافیایی "٤۹ ‘۰٦ °٤۷ می‌باشد، جمع‌آوری گردید. نمونه‌برداری از هوا به صورت ساعتی طی هر روز توسط دستگاه مستمر نمونه‌بردار (HORIBA model Thermo ESM Andersen, FH 62 I-R) ساخت کشور آلمان انجام شد که عملکرد آن بر اساس انتشار امواج بتای ساطع شده از یک منبع کربن و عبور آن از حجم مشخصی از هوای حاوی ذرات گرد و غبار و سنجش دانسیته ذرات متراکم شده بر فیلتر می‌باشد.

داده‌های هواشناسی مربوط به دوره مورد نظر شامل سرعت و جهت باد، تعداد روزهای برفی و بارانی، حداکثر دید افقی و درصد رطوبت و دمای هوا از سازمان هواشناسی استان کرمانشاه اخذ گردید. برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد و تجزیه وتحلیل داده ها با نرم افزار SPSS $_{V.16}$ صورت گرفت. مجموعا در این مطالعه ۲۵۸۹ نتیجه حاصل از نمونه برداری جمع‌آوری شد که پس از دسته‌بندی و ورود اطلاعات به نرم افزارها، فراوانی متغیر موردنظر (غلظت ذرات و شاخص AQI متناسب با آن) بر اساس سال، فصل و ماه مورد بررسی قرار گرفت. برای محاسبه شاخص AQI از راهنمای محاسبه، تعیین و اعلام شاخص کیفیت هوا استفاده گردید. بدین منظور از رابطه زیر برای محاسبه AQI استفاده شد.

$$I_p = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}}(C_P - BP_{Lo}) + I_{Lo}$$

در این رابطه:

$I_p$ = شاخص کیفیت هوا برای $PM_{10}$ است.

$C_p$ =غلظت اندازه گیری شده $PM_{10}$ است.

$BP_{Hi}$ = نقطه شکستی که بزرگتر یا مساوی $C_p$ است.

$BP_{Lo}$ = نقطه شکستی که کوچکتر یا مساوی $C_p$ باشد.

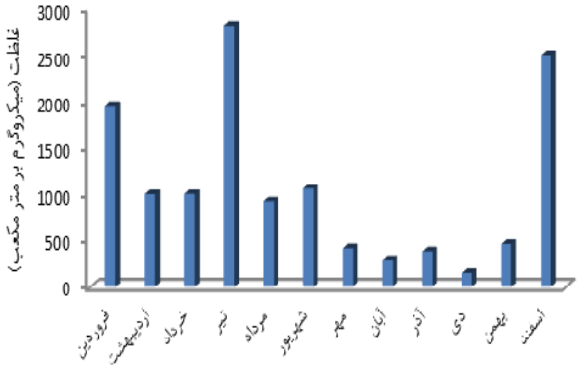
$I_{Hi}$ = مقدار AQI منطبق با $BP_{Hi}$

$I_{Lo}$ = مقدار AQI منطبق با $BP_{Lo}$ است.

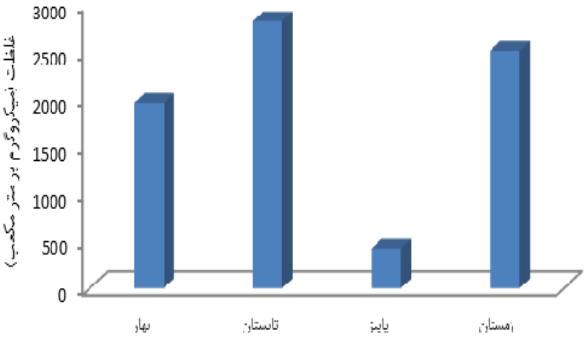
آنالیز نتایج ، با توجه به غیر نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون آماری ناپارامتری Kruskal Wallis و در سطح معنی‌داری ۰/۰۰۱، بر اساس ماه، فصل و سالهای مختلف انجام شد. جهت تعیین کیفیت هوا یا شاخص AQI از نظر غلظت $PM_{10}$ مطابق راهنمای مرکز سلامت محیط و کار وزارت بهداشت، غلظت‌های گرد و غبار از ۰-۵۴ $\mu g/m^3$ با معیار خوب، ۵۵-۱۵۴ $\mu g/m^3$ با معیار متوسط، ۱۵۵-۲۵۴ $\mu g/m^3$ با معیار ناسالم برای گروه‌های حساس، ۲۵۵-۳۵۴ $\mu g/m^3$ با معیار ناسالم و ۳۵۵-۴۲۴ $\mu g/m^3$ با معیار خیلی ناسالم و بیشتر از ۴۲۴ $\mu g/m^3$ با معیار خطرناک لحاظ گردید. همچنین، بر این اساس محدوده غلظت ( ۰-۱۵۴ $\mu g/m^3$) به عنوان محدوده استاندارد و بالاتر از ۱۵۴ $\mu g/m^3$ به عنوان خارج از استاندارد در نظر گرفته شد [۸].

## یافته‌ها:

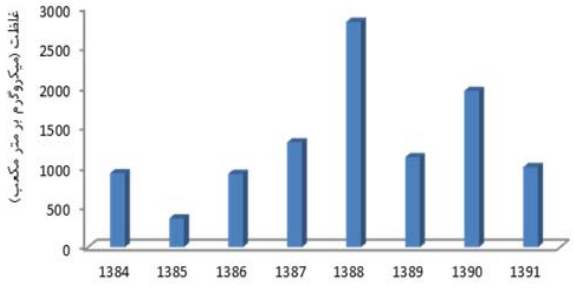
نتایج نشان میدهد که در طول دوره هشت ساله از کل ۲۹۲۲ روز سال، در روزهایی که دستگاههای اندازه‌گیری آلودگی هوا سالم بوده‌اند (۲۵۸۹ روز)، در مجموع درصد فراوانی کیفیت هوا از نظر غلظت $PM_{10}$ با معیارهای خوب، متوسط، ناسالم برای گروه‌های حساس، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک به ترتیب برابر با ۱۲/۱۶٪، ۶۸/۳۶٪ ، ۱۲/۸۲٪ ، ۳/۴۳٪، ۰/۷۷٪ و ۲/۴۳٪ می‌باشد، به طوریکه حدود ۱۹/۴۳٪ کل روزهای این دوره وضعیت هوا در شرایط ناسالم و AQI بیشتر از ۱۰۰ گزارش گردیده است. نمودارهای ۳-۱ به ترتیب غلظت ماهیانه، فصلی و سالیانه ذرات معلق را طی سالهای ۹۱-۱۳۸۴ نشان می‌دهند. بر اساس یافته‌ها، بیشترین و کمترین موارد درصد فراوانی از نظر غلظت $PM_{10}$ بر اساس سال، فصل و ماه با معیار خوب (۵۰-۰) به ترتیب مربوط به سال ۱۳۸۹ (۱۵/۷۴٪) و ۱۳۸۶ (۷/۳۸٪) و فصل زمستان (۴۴/۷۶٪) و تابستان (۵/۳۹٪) و ماه دی (۱۷/۱۴٪) و ماه خرداد و تیر (۰٪) می‌باشد. در بررسی کیفیت هوا از نظر روزهای خارج از استاندارد، بیشترین و کمترین موارد درصد فراوانی به ترتیب مربوط به سال ۱۳۸۸ (۲۲/۲۲٪) و ۱۳۸۵ (۲/۹۷٪) و فصل تابستان (۴۲/۰۶٪) و پاییز (۱۰/۹۱٪) و ماه تیر (۲۰/۰۳٪) و ماه دی (۰٪) می‌باشد.




**نمودار۱- حداکثر غلظت ماهیانه ذرات معلق طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۴**



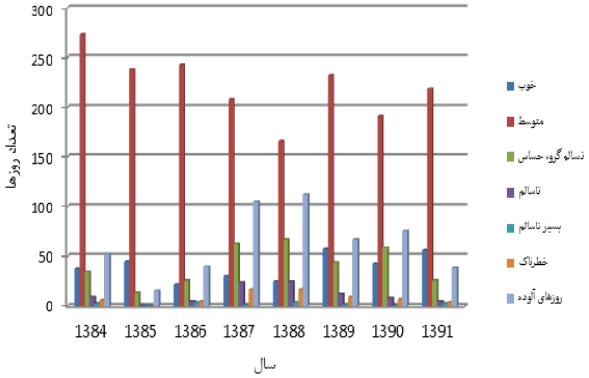

**نمودار۲- حداکثر غلظت فصلی ذرات معلق طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۴**




**نمودار۳ – حداکثر غلظت سالیانه ذرات معلق طی سالهای ۹۱-۱۳۸٤**

نمودار ٤ روزهای با وضعیت شش گانه را علاوه بر کل تعداد روزهای آلوده در هر سال نشان می‌دهد که بیشترین روزهای آلوده با ۱۱۲ روز در سال ۸۸ و کمترین با ۱۵ روز در سال ۸۵ رخ داده است. علاوه بر آن مقادیر حداقل و حداکثر غلظت ذرات معلق بر حسب میکروگرم بر مترمکعب در هوای شهر کرمانشاه به تفکیک هر سال، در جدول شماره ۱ مشاهده می‌گردد.

جدول شماره ۲، ۳ و ٤ به ترتیب وضعیت هوای شهر کرمانشاه را بر اساس شاخص AQI در ماهها، فصول و سالهای مورد مطالعه نشان میدهند.




**نمودار٤- تعداد روزهای با وضعیت ششگانه و تعداد کل روزهای آلوده هوای شهر کرمانشاه به تفکیک هر سال**

**جدول ۱- حداقل و حداکثر مقادیر غلظت ذرات معلق ($\mu g/m^3$) در هوای شهر کرمانشاه طی سال‌های ۹۱-۱۳۸٤**

| سال | ۱۳۸٤ | ۱۳۸۵ | ۱۳۸٦ | ۱۳۸۷ | ۱۳۸۸ | ۱۳۸۹ | ۱۳۹۰ | ۱۳۹۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| حداقل ($\mu g/m^3$) | ۲۱/٦٤ | ۲٤/٤۱ | ۱۸/۱۱ | ۲۱/۰۱ | ۷۱/۱٤ | ٦/۹٦ | ۱۹/۹۸ | ۵/۷۷ |
| حداکثر ($\mu g/m^3$) | ۹۲۵/٤ | ۳۵۸ | ۹۱٦/۸ | ۱۳۱۱ | ۲۸۱۷ | ۱۱۲۵ | ۱۹۵۳ | ۱۰۰۰/۳۸ |

**جدول ۲- وضعیت هوای شهر کرمانشاه بر اساس شاخص AQI بر حسب ماه**

| دامنه AQI | ۰-۵۰ | | ۵۱-۱۰۰ | | ۱۰۱-۱۵۰ | | ۱۵۱-۲۰۰ | | ۲۰۱-۳۰۰ | | >۳۰۰ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | شاخص کیفیت هوا (AQI) | | | | | | | | | | | |
| ماه | خوب | | متوسط | | ناسالم برای گروه‌های حساس | | ناسالم | | خیلی ناسالم | | خطرناک | |
| | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) |
| فروردین | ۳۹ | ۱۲/۳۸ | ۱۳۷ | ۷/۷٤ | ۲۱ | ٦/۳۲ | ۱۱ | ۱۲/۳۵ | ۲ | ۱۰ | ۷ | ۱۱/۱۱ |
| اردیبهشت | ۱۹ | ٦/۰۳ | ۱۵۰ | ۸/٤۷ | ۳۱ | ۹/۳۳ | ۹ | ۱۰/۱۱ | ۳ | ۱۵ | ۵ | ۷/۹۳ |
| خرداد | ۰ | ۰ | ۱۵۳ | ۸/٦٤ | ۵۳ | ۱۵/۹٦ | ۱۲ | ۱۳/٤۸ | ۲ | ۱۰ | ۱۸ | ۲۸/۵۷ |
| تیر | ۰ | ۰ | ۱۳۹ | ۷/۸۵ | ٦۳ | ۱۸/۹۷ | ۱۵ | ۱٦/۸۵ | ۳ | ۱۵ | ۲۰ | ۳۱/۷٤ |
| مرداد | ۸ | ۲/۵۳ | ۱٦۲ | ۹/۱۵ | ۵۲ | ۱۵/٦٦ | ۱۲ | ۱۳/٤۸ | ۳ | ۱۵ | ۳ | ٤/۷٦ |
| شهریور | ۹ | ۲/۸۵ | ۱۸۵ | ۱۰/٤۵ | ۳۰ | ۹/۰۳ | ۸ | ۸/۹۸ | ۰ | ۰ | ۳ | ٤/۷٦ |
| مهر | ۲ | ۰/٦۳ | ۲۰۰ | ۱۱/۳۰ | ۳۰ | ۹/۰۳ | ٦ | ٦/۷٤ | ۱ | ۵ | ۰ | ۰ |
| آبان | ٤۹ | ۱۵/۵۵ | ۱۷۷ | ۱۰ | ۱۰ | ۳/۰۱ | ۱ | ۱/۱۲ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| آذر | ٤۸ | ۱۵/۲۳ | ۱۷۱ | ۹/٦٦ | ٦ | ۱/۸۰ | ۰ | ۰ | ۱ | ۵ | ۰ | ۰ |
| دی | ۵٤ | ۱۷/۱٤ | ۱۰۷ | ٦/۰٤ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ | ۰ |
| بهمن | ۵۳ | ۱٦/۸۲ | ۷۵ | ٤/۲۳ | ۸ | ۲/٤۰ | ۱ | ۱/۱۲ | ۲ | ۱۰ | ۲ | ۳/۱۷ |
| اسفند | ۳٤ | ۱۰/۷۹ | ۱۱٤ | ٦/٤٤ | ۲۸ | ۸/٤۳ | ۱٤ | ۱۵/۷۳ | ۳ | ۱۵ | ۵ | ۷/۹۳ |
| کل | ۳۱۵ | ۱۰۰ | ۱۷۷۰ | ۱۰۰ | ۳۳۲ | ۱۰۰ | ۸۹ | ۱۰۰ | ۲۰ | ۱۰۰ | ٦۳ | ۱۰۰ |

**جدول ۳- وضعیت هوای شهر کرمانشاه بر اساس شاخص AQI بر حسب فصل**

| فصل | | بهار | | تابستان | | پاییز | | زمستان | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| دامنه AQI | شاخص کیفیت هوا | تعداد(روز) | فراوانی(٪) | تعداد(روز) | فراوانی(٪) | تعداد(روز) | فراوانی(٪) | تعداد(روز) | فراوانی(٪) |
| ۰-۵۰ | خوب | ۵۸ | ۸/٦۳ | ۱۷ | ۲/۳۷ | ۹۹ | ٤۵/۱۰ | ۱٤۱ | ۲۸/۲ |
| ۵۱-۱۰۰ | متوسط | ٤٤۰ | ٦۵/٤۷ | ٤۸٦ | ٦۷/۹۷ | ۵٤۸ | ۷۸/۰٦ | ۲۹٦ | ۵۹/۲ |
| ۱۰۱-۱۵۰ | ناسالم برای گروه‌های حساس | ۱۰۵ | ۱۵/٦۲ | ۱٤۵ | ۲۰/۲۷ | ٤٦ | ٦/۵۵ | ۳٦ | ۷/۲ |
| ۱۵۱-۲۰۰ | ناسالم | ۳۲ | ٤/۷٦ | ۳۵ | ٤/۸۹ | ۲ | ۰/۲۸ | ۵ | ۱ |
| ۲۰۱-۳۰۰ | بسیار ناسالم | ۷ | ۱/۰٤ | ٦ | ۰/۸۳ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱/٤ |
| >۳۰۰ | خطرناک | ۳۰ | ٤/٤٦ | ۲٦ | ۳/٦۳ | ۰ | ۰ | ۷ | ۱/٤ |
| کل | | ٦۷۲ | ۱۰۰ | ۷۱۵ | ۱۰۰ | ۷۰۲ | ۱۰۰ | ۵۰۰ | ۱۰۰ |

**جدول ٤- وضعیت هوای شهر کرمانشاه بر اساس شاخص AQI بر حسب سال**

| دامنه AQI | ۰-۵۰ | | ۵۱-۱۰۰ | | ۱۰۱-۱۵۰ | | ۱۵۱-۲۰۰ | | ۲۰۱-۳۰۰ | | >۳۰۰ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | کیفیت هوا از نظر AQI | | | | | | | | | | | |
| سال | خوب | | متوسط | | ناسالم برای گروه‌های حساس | | ناسالم | | بسیار ناسالم | | خطرناک | |
| | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) | تعداد (روز) | فراوانی (٪) |
| ۱۳۸٤ | ۳۷ | ۱۱/۷٤ | ۲۷۳ | ۱۵/٤۲ | ۳٤ | ۱۰/۲٤ | ۹ | ۱۰/۱۱ | ۳ | ۱۵ | ٦ | ۹/۵۲ |
| ۱۳۸۵ | ٤۵ | ۱٤/۲۸ | ۲۳۸ | ۱۳/٤٤ | ۱۳ | ۳/۹۱ | ۱ | ۱/۱۲ | ۱ | ۵ | ۰ | ۰ |
| ۱۳۸٦ | ۲۲ | ٦/۹۸ | ۲٤۳ | ۱۳/۷۲ | ۲٦ | ۷/۸۳ | ۵ | ۵/٦۱ | ٤ | ۲۰ | ۵ | ۷/۹۳ |
| ۱۳۸۷ | ۳۰ | ۹/۵۲ | ۲۰۸ | ۱۱/۷۵ | ٦۳ | ۱۸/۹۷ | ۲٤ | ۲٦/۹٦ | ۲ | ۱۰ | ۱٦ | ۲۵/۳۹ |
| ۱۳۸۸ | ۲۵ | ۷/۹۳ | ۱٦٦ | ۹/۳۷ | ٦۷ | ۲۰/۱۸ | ۲۵ | ۲۸/۰۸ | ٤ | ۲۰ | ۱٦ | ۲۵/۳۹ |
| ۱۳۸۹ | ۵۷ | ۱۷/۰۹ | ۲۳۲ | ۱۳/۱۰ | ٤٤ | ۱۳/۲۵ | ۱۲ | ۱۳/٤۸ | ۲ | ۱۰ | ۹ | ۱٤/۲۸ |
| ۱۳۹۰ | ٤۳ | ۱۳/٦۵ | ۱۹۱ | ۱۰/۷۹ | ۵۹ | ۱۷/۷۷ | ۸ | ۸/۹۸ | ۱ | ۵ | ۷ | ۱۱/۱۱ |
| ۱۳۹۱ | ۵٦ | ۱۷/۷۷ | ۲۱۹ | ۱۲/۳۷ | ۲٦ | ۷/۸۳ | ۵ | ۵/٦۱ | ۳ | ۱۵ | ٤ | ٦/۳٤ |
| کل | ۳۱۵ | ۱۰۰ | ۱۷۷۰ | ۱۰۰ | ۳۳۲ | ۱۰۰ | ۸۹ | ۱۰۰ | ۲۰ | ۱۰۰ | ٦۳ | ۱۰۰ |

## بحث

نتایج این مطالعه نشان داد، تغییرات کیفیت هوا از نظر آلاینده $PM_{10}$ در طول دوره هشت ساله از نظر فصل و ماه دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد ($P<0.001$). با این حال نتایج اختلاف معنی داری را بین سال‌های مختلف نشان ندادند.

این بدان معنی است که افزایش و کاهش غلظت ذرات با توجه به ماه و فصل متفاوت است که دلیل آن تواتر ورود ریزگردها از کشور عراق به استان کرمانشاه [۲۰, ۲۷-۲۵] در زمانهای مذکور به علت نفوذ سامانه پرفشار در بخشهای جنوبی عراق و شمال عربستان [۲۸] و همچنین تغییر شرایط آب و هوایی، میزان دما و رطوبت هوا، سرعت و جهت باد، میزان بارش و نزولات جوی می‌باشد. از طرفی، بیشترین غلظت $PM_{10}$ (۲۸۱۷ $\mu g/m^3$) بر اساس سال، فصل و ماه به ترتیب مربوط به تیرماه ۱۳۸۸ و کمترین غلظت (۵/۷۷ $\mu g/m^3$) مربوط به شهریور ماه ۱۳۹۱ می‌باشد.

با توجه به شاخص AQI کل فراوانی روزهای خارج از استاندارد

(با غلظت $PM_{10}$>۱۵٤µg/m$^3$) در طول دوره برابر با ۵۰٤ روز و معادل ۱۹/٤۳٪ کل روزها می‌باشد. این مساله توجه جدی را می‌طلبد، بطوریکه در مطالعه دل انگیزان و جعفری مطلق در شهر کرمانشاه نتایج نشان داده است که میزان بستری در اثر بیماری‌های تنفسی و قلبی در روزهای با گرد و غبار از سال ۱۳۸۹ افزایش یافته و در نیمه سال ۱۳۹۰ به ازای دو برابر شدن غلظت ریزگرد، ۲۹٪ مرگ و میر قلبی افزایش داشته است [۲۹]. همانطور که ذکر شد، بیشترین درصد فراوانی روزهای خارج از استاندارد مربوط به فصل تابستان ۸۸ بود که این امر بخاطر انتقال بیشتر ریزگردها به دلیل طوفان‌های گرد و غبار در فصل بهار و تابستان این سال از کشور عراق، سوریه و شمال عربستان به ایران بوده است [۱٦]. روند درصد فراوانی روزهای خارج از استاندارد بر اساس فصل، از فصل تابستان تا پاییز روند کاهشی و از پاییز تا زمستان و بهار روند افزایشی دارد، بطوریکه در مجموع طی این هشت سال، تابستان و پاییز به ترتیب با ۲۱۲ و ۵۵ روز دارای بیشترین و کمترین روزهای ثبت شده خارج از استاندارد بودند. اما بر حسب ماه، روند تغییرات از فروردین تا تیر افزایشی و از تیر تا دی کاهشی و از دی مجددا افزایش می‌یابد [۲۲]. مطالعه رسولی و همکاران در سال ۱۳۸۹ نیز موید این مطلب بود [۳۰] علت آن، تولید بیشتر ریزگردها به دلیل کاهش رطوبت هوا، پدیده خشکسالی، استفاده بی‌رویه از منابع آبی و ساخت سد بر روی رودخانه‌های دجله و فرات و در نتیجه خشک شدن دشتها می‌باشد [۱۹]. مطالعات مشابه دیگر نیز ارتباط بین افزایش غلظت ذرات با افزایش دمای محیط و به تبع آن کاهش بارندگی و کاهش رطوبت نسبی را عنوان کرده‌اند [۲۰, ۳۰, ۲۳]. همچنین افزایش رطوبت هوا با کاهش غلظت گرد و غبار دارای ارتباط معنی‌دار است به طوریکه بررسی میزان رطوبت هوا در فصول مختلف نشان داد، با افزایش این پارامتر، غلظت ذرات گرد و غبار با همان نسبت کاهش می‌یابد که این به دلیل جذب رطوبت توسط ذرات و سنگین تر شدن و ته نشینی آنها میباشد. در مطالعه نظری و همکاران در سال ۱۳۹۲ نیز بر این نکته تاکید گردیده که با افزایش درجه حرارت، درصد باد غالب و سرعت آن و با کاهش رطوبت نسبی، کاهش بارندگی و درصد باد آرام، میزان غلظت $PM_{10}$ افزایش می‌یابد [۲٤]. با توجه به نتایج بیشترین تعداد روزهای آلوده مربوط به سال ۱۳۸۸ بود که با توجه به آمارها بیش از ۳۰٪ و حدود یک سوم روزهای سال کیفیت هوا در شرایط خارج از استاندارد قرار داشت، بطوریکه بالاترین غلظت ذرات معلق در بعضی از روزها حدود ۲۰ برابر بیشتر از مقدار استاندارد بود. تعداد روزهای با کاهش دید افقی مربوط به سال‌های ۱۳۸۷، ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ با بیش از ۲۵ روز در سال بوده است که علت آن خشکسالی بسیار شدید در سال آبی ۸۷-۸٦ در منطقه و کشورهای همسایه و کاهش منابع آبی و پوشش گیاهی، افزایش فرسایش خاک و در نتیجه افزایش غلظت ذرات معلق بوده است. ذکر این نکته بسیار حائز اهمیت است که وجود سیستم‌های کم فشار در کشورهای همسایه و الگوهای فصلی باد، انتقال ذرات گرد و غبار از سطح زمین و سطوح میانی جو به حاشیه مرزی شهر کرمانشاه را بخصوص در فصول گرم، تشدید می نمایند [۲٤].

## نتیجه گیری

با توجه به بررسی صورت گرفته مشخص می‌شود، حضور ذرات گرد و غبار یا ریزگرد در آسمان شهرها و استانهای غربی و جنوبی و حتی شمال غربی کشورمان و به تبع آن ایجاد شرایط نامساعد جوی شاهد روزهایی با کیفیت هوای ناسالم هستیم که باعث بروز مشکلات عدیده‌ای در زندگی و سلامت مردم گردیده است. از این رو، آگاهی از روند تغییرات این آلاینده و پیش بینی برنامه‌های کوتاه مدت و بلند مدت ملی و فرامرزی می‌تواند گام موثری در جهت حل این معضل یا کاهش اثرات فزاینده آن باشد.

## تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل پایان‌نامه با عنوان "بررسی روند تغییرات غلظت ذرات معلق در هوای شهر کرمانشاه طی سال‌های ۹۱-۱۳۸٤" در دوره عالی بهداشت عمومی (MPH) و کد ۲۳/ت است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی اجرا شده است. نویسندگان بر خود لازم میدانند که از همکاری سازمان حفاظت محیط زیست و اداره کل هواشناسی استان کرمانشاه بخاطر همکاری و هماهنگی در خصوص استفاده از منابع اطلاعاتی این مطالعه قدردانی نمایند.

**REFERENCES**

1. Naddafi K. Air pollution by emphasis on dust and its health and environmental impacts. Proceedings of 12th national conference of environmental health 2009; Tehran, Iran. Sahid Beheshti University of Medical Sciences. (In Persian)

2. Ebrahimzadeh L, Ebrahimi SJ, Habibi MZ, Sakhtemangar K, Bodouhi, R. Effects of Dust Storm on Emergency Admission for heart and respiratory diseases in Sanandaj. Proceedings of 14th national conference of environmental Health 2011; Yazd, Iran. Yazd university of medical sciences. (In Persian)

3. Zhang Lw, Chen X, Xue X, Sun M, Han B, Li CP et al. Long-term exposure to high particulate matter pollution and cardiovascular mortality: A 12-year cohort study in four cities in northern China. Environment international J 2014; 62:41-47.

4. Dai L, Zanobetti A, Koutrakis P, Schwartz JD. Associations of Fine Particulate Matter Species with Mortality in the United States: A Multicity Time-Series Analysis. Environ Health Perspect 2014. http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1307568.

5. Burnett RT, Pope III CA, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S et al. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. Environmental Health prospective J. 2014; 12(4) :397-404.

6. Giri D, Murthy VK, Adhikary PR, Khanal SN. Estimation of number of deaths associated with exposure to excess ambient $PM_{10}$ air pollution. International Journal of Environmental Science & Technology 2007; 4(2): 183-188.

7. Giri D, Murthy VK, Adhikary PR, Khanal SN. Ambient air quality of Kathmandu valley as reflected by atmospheric particulate matter concentrations ($PM_{10}$). International Journal of Environmental Science and Technology 2006; 3(4) :403-410.

8. WHO. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, summary of risk assessment, 2006, WHO/SDE/PHE/OEH/06.02.

9. Ministry of Health and Medical Education. Environmental & Occupational Health Center. Tehran University of Medica l Sciences, Institute for Environmental Research. A guide to calculation, determination and announcement of air quality index . Iran, Tehran, 2011. Available from: http://ier.tums.ac.ir/files/site1/pages/rhava.pdf. Accessed September 28 2014.

10. EPA. Guideline for Reporting of Daily Air Quality – Air Quality Index (AQI). U.S. Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards Research Triangle Park, North Carolina. 2006; P: 28.

11. Chen YS, Sheen PC, Chen ER, Liu YK, Wu TN, Yang CY. Effects of Asian dust storm events on daily mortality in Taipei,Taiwan. Environmental Research 2004; (95): 151-155.

12. Zhou M, Liu Y, Wang L, Kuang X, Xu X, Kan H. Particulate air pollution and mortality in a cohort of chinese men. Environ pollution Jouranl 2013; 186 :1-6.

13. WHO. Ambient (outdoor) air quality and health 2014. available from: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/. Accessed May 16 2014.

14. Meteorological organization and synoptic station of kermanshah province 2014. Available from: http://www.kermanshahmet.ir/page.aspx?lang=fa-ir&id=d2d11d99-383d-4432-9de2-49e8b8b057f4. Accessed Jul 29 2013.

15. Shaghobadi F. Study of synoptic conditions leading to periods of air pollution in Kermanshah, Department of Geography 2011, Razi, faculty of literature and humanities Kermanshah. P: 115.(In Persian)
16. Gerivani H, Lashkaripour GR, Ghafoori M, Jalali A. The Source of Dust Storm in IRAN: A Case Study Based on Geological Information and Rainfall Data Carpathian. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences 2011; 6(1): 297-308.
17. Shahsavani A, Yarmoradi M, Mesdaghinia AR, Yunesian M, Jaafarzadeh haghighifard N, Naimabadi A et al. Analysis of Dust Storms Entering Iran with Emphasis on Khuzestan Province. Hakim Research Journal 2012; 15(3): 192- 202. (In Persian)
18. Lyles M. Medical geology in the Middle East – potential health risks from micro-particulates, metals and pathogens. Conference of the international Medical Geology Association 2013 August 25-29;Washington, USA. P:No. 53-1.
19. Jalali N, Davoudi MH. Inspecting the origins and causes of the dust storms in the Southwest and West parts of Iran and the regions affected. International reports of soil conservation and watershed management research indtitute (SCWMRI) 2008.(In Persian)
20. Zolfaghari H , Abedzadeh H. synoptic analysis of dust systems in West Iran , Geography and Development 2005; 3(6):173 - 188.(In Persian)
21. Governor of Kermanshah. Available from:http://www.ostan-ks.ir/Portal/Home/Default.aspx?CategoryID=a59f6919-c89d-4ea0-93f5-975b98031570. Accessed Feb 15, 2014.
22. 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)
23. 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)
24. Nazari Z, Khorasani N, Feyznia S, Karami M. Investigation of $PM_{10}$ concentration trend during 2005-2010 and Impact of meteorological parameters on it. Journal of Iran natural resources 2013; 66(1): 101-111. (In Persian)
25. Darvishi Boloorani A, Nabavi SM, Azizi R, et al. (2012). The investigation of dust storm entering the west of Iran using remotely sensed data and synoptic analysis. Journal of Environmental Health Science and Engineering 2014; 12:124.
26. Ghassemi M. Investigation of dust in Kermanshah Province. Journal of Kermanshah Meteorology 2009; 13:4-6. (In Persian)
27. Zouravand AM, Shabazi F. Synoptic analysis of atmosphere in Kermanshah Province. Journal of Kermanshah Meteorology 2010; 13: 7-9. (In Persian)
28. Karimi N, Hashemi MN, Karimi A. Environmental effects of Particulate matters and dust (aerosols) in the air. Proceedings of the Fourteenth Congress of geophysic 2010. Tehran, Iran; P:221-224. (In Persian)
29. Delangizan S, Jafari motlagh Z. Dust Phenomenon Affects on Cardiovascular and Respiratory Hospitalizations and Mortality. A Case Study in Kermanshah, during March-September 2010-2011. Iran. J. Health & Environ 2013; 6(1): 65-76. (In Persian)

30. Rasooli AA, Sarisarraf B, Mohamadi GhH. Analysis of dust phenomenon occurrence trend in west part of country over the past 55 years by using non-parametric statistics. Journal of natural geography 2010; 3(9): 15-28. (In Persian)

# Trends of particulate matter ($PM_{10}$) concentration and related Air Quality Index (AQI) during 2005-2012 in Kermanshah, Iran

**Akbar Eslami [1], Zahra Atafar [*2], Meghdad Pirsaheb [3], Fatemeh Asadi [4]**

1. Associate Proffesor of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. MSc of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Determinants of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
3. Associate Proffesor of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Determinants of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran
4. MSc Student of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran

## ABSTRACT

**Background and Aims:** Atmospheric dust, also known as a part of $PM_{10}$, can cause some adverse effects on public health. The aim of this study was to investigate dust concentration trends in Kermanshah city and also to compare related Air Quality Index (AQI) in different years, seasons and months during 2005 to 2012.
**Materials and Methods:** In this descriptive-analytical study, totally 2589 samples were taken from air monitoring stations owned by the Environmental Protection Agency. The ghatered data were then analyzed using SPSS software V.16.
**Results:** The frequency percentage of $PM_{10}$ concentrations based on AQI descriptions (healthy, moderate, unhealthy for sensitive groups, unhealthy, very unhealthy and dangerous) were 12.16, 68.36, 12.82, 3.43, 0.77 and 2.43 percents, respectively. It is further interesting to note that in all monitored days during the present study, 19.43% of total days were in unhealthy conditions within AQI> 100. So that, although the frequency of dusty days decreased from summer to fall, failure to meet air quality standard requirements increased from fall to winter and further to spring.
**Conclusion:** The results of this study showed that the observed changes in $PM_{10}$ concentration were significant in the course of seasons and months. The worst air quality condition occured in summer (specially July). It seems possible that these results are due to frequent dust enterance originating from neighboring countries, humidity reduction, drought and unsustainable use of water resources, temperature rising, as well as wind speed and direction. Because of adverse health effects of particulate matter, it is necessary to promote environmentally aware and responsible science of its trend, short-term and long-term and also international planning to reduce its detrimental impacts.

**Key words:** Air pollution, AQI, Dust, Kermanshah

***Corresponding Author:**
MSc of Environmental Health Engineering, Research Center for Environmental Determinants of Health, Kermanshah University of Medical Sciences, Kermanshah, Iran.
**Email:** zahra_atafar@yahoo.com

**Received: 8 February 2014**
**Accepted: 11 August 2014**