

## تغییرات فصلی کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر غلظت آلاینده $PM_{10}$ در دوره ۴ ساله (۹۰-۱۳۸۷)

علی الماسی<sup>۱</sup>، مسعود مرادی<sup>۲</sup>، کیومرث شرفی<sup>۳\*</sup>، شکوفه عباسی<sup>۴</sup>

۱. دانشیار گروه مهندسی بهداشت، دانشکده بهداشت، مرکز تحقیقات توسعه اجتماعی و ارتقاء سلامت دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه ۳. مربی و عضو هیئت علمی گروه مهندسی بهداشت محیط محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه ۴. دانش آموخته کارشناسی مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه  
\* نویسنده مسؤل. تلفن: ۰۹۱۸۳۷۸۶۱۵۱ فکس: ۰۸۳۱۸۲۶۳۰۴۸ ایمیل: kio.sharafi@gmail.com

### چکیده

**زمینه و هدف:** مشکلات ناشی از ریزگردها به‌ویژه ذرات کوچکتر از ده میکرومتر، یکی از مهمترین مسایل مرتبط با آلودگی هوا می‌باشد. گرد و خاک وارده به اتمسفر از مناطق خشک و نیمه خشک منشأ می‌گیرد. هدف از این مطالعه تعیین تغییرات فصلی کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر غلظت آلاینده  $PM_{10}$  در دوره ۴ ساله (۹۰-۱۳۸۷) در شهر کرمانشاه می‌باشد.

**روش کار:** این پژوهش یک مطالعه توصیفی-تحلیلی است، به‌طوری که در طی ۴ سال مطالعه در فصول مختلف سال، جمعاً ۱۳۳۴ نمونه از ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا وابسته به سازمان محیط زیست کرمانشاه جمع‌آوری گردید، سپس نمونه‌ها با نرم افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد در طول دوره ۴ ساله درصد کل فراوانی آلاینده  $PM_{10}$  با معیار خوب، سالم، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک به ترتیب ۱۰/۴، ۵۹/۲، ۲۶/۴، ۰/۷ و ۳/۳٪ می‌باشد. به طوری که بیشترین و کمترین میزان انتشار  $PM_{10}$  با معیار خوب (۵۰-۰)، به ترتیب در ماه‌های بهمن (۳۷/۷٪) و خرداد و تیر (۰٪)، فصل زمستان (۲۱/۹۶٪) و تابستان (۴/۸۱٪) رخ داد.

**نتیجه‌گیری:** نتایج نشان داد که تیرماه و فصل تابستان بدترین کیفیت هوا را از نظر غلظت  $PM_{10}$  داشتند، که آن نیز به دلیل تواتر و شدت ورود ریزگردها در زمان‌های مذکور بود. لذا ضروری است که در سطح کلان مدیریت کشوری و با همکاری کشور همسایه در کاهش این آلاینده اقدام لازم به عمل آید.

**واژه‌های کلیدی:** تغییرات فصلی، کیفیت هوا،  $PM_{10}$ ، شهر کرمانشاه

پذیرش: ۹۱/۱۲/۹

دریافت: ۹۱/۷/۱۷

### مقدمه

مشکلات ناشی از ریزگردها ( $PM$ ) یکی از مهمترین مسایل مرتبط با آلودگی هوا در بسیاری از نقاط آلوده جهان می‌باشد (۱). آلودگی  $PM_{10}$  یکی از بزرگترین مشکلاتی است که تاثیر مخربی بر سلامت انسانها دارد (۲). مطالعات انجام شده، اثرات بالقوه آلودگی هوا بویژه ریزگردها بر سلامت انسان شامل

افزایش مرگ و میر، افزایش مراجعه به بیمارستان، افزایش تغییرات در عملکرد فیزیولوژیکی بدن بالاخص عملکرد تنفسی و قلبی-عروقی را نشان می‌دهد (۳). این تاثیرات بیشتر مربوط به شهرهای پرجمعیت هستند که غلظت‌های  $PM_{10}$  به علت فعالیت‌های انسانی در آنها تشدید می‌شود (۴). در حقیقت مطالعات ارزیابی تاثیر آن بر سلامت نشان

حساس، سعی بر آن شد تا در این زمینه مطالعه مسبوسی را انجام و روند کیفیت هوای کرمانشاه در این دوره چهارساله بررسی گردد. لذا هدف از این پژوهش تهیه و تدوین برنامه‌ای دانش‌بنیان در جهت مدیریت کنترل ریزگردها می‌باشد.

### روش کار

برای انجام این تحقیق که به صورت توصیفی-تحلیلی انجام شد، در طی ۴ سال مطالعه در فصول مختلف سال، جمعاً ۱۳۳۴ نمونه از ایستگاه‌های اندازه‌گیری آلاینده‌های هوا وابسته به سازمان محیط زیست واقع در شهر کرمانشاه جمع‌آوری گردید. سپس داده‌ها از نظر رابطه پارامترهای هواشناسی با غلظت آلاینده توسط نرم‌افزار SPSS-14 تحلیل و جهت تعیین کیفیت هوا از نظر میزان  $PM_{10}$  مطابق استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست کشور جمهوری اسلامی ایران، از  $50 \mu g/m^3$  (خوب)،  $150 \mu g/m^3$  (سالم)،  $350 \mu g/m^3$  (ناسالم)،  $420 \mu g/m^3$  (بسیار ناسالم) و بیشتر از  $420 \mu g/m^3$  به‌عنوان خطرناک در نظر گرفته شد. علاوه بر آن بر این اساس محدوده ( $0-150 \mu g/m^3$ ) به‌عنوان محدوده استاندارد و بالاتر از  $150 \mu g/m^3$  به‌عنوان محدوده خارج از استاندارد در نظر گرفته شد (۱۰).

### یافته‌ها

نتایج نشان می‌دهد که در مجموع طول دوره ۴ ساله، درصد فراوانی کیفیت هوا از نظر غلظت  $PM_{10}$  با معیارهای خوب، سالم، ناسالم، بسیار ناسالم و خطرناک  $10/4$ ،  $2/59$ ،  $4/26$ ،  $7/0$  و  $3/3$  درصد می‌باشد؛ به طوری که بیشترین و کمترین موارد درصد فراوانی از نظر غلظت  $PM_{10}$  بر اساس فصل و ماه با معیار خوب ( $0-50$ ) به ترتیب مربوط به فصل زمستان ( $21/9$ ) و تابستان ( $4/81$ ) و ماه بهمن ( $37/7$ ) و خرداد و تیر ( $0$ ) می‌باشد، از نظر معیار

داده که کاهش غلظت  $PM_{10}$  تا حدود  $5 \mu g/m^3$  در شهرهای اروپا از ۳ تا ۸ هزار مرگ زودرس سالانه را کاهش داده است (۵). بر این اساس غلظت ذرات به نوعی به پارامترهای هواشناسی از قبیل رطوبت نسبی، سرعت باد، درجه حرارت و جهت وزش باد وابسته است و همه این موارد در افزایش غلظت ذرات موثر هستند (۶). غلظت  $PM_{10}$  در اتمسفر شهرها می‌تواند متاثر از انتقال منطقه‌ای و وسعت زیاد انتشار طبیعی یا مصنوعی باشد، به طور مثال در یونان بادهای غالب شمالی در طول تابستان آلاینده‌های هوا را از قاره اروپا به شرق مدیترانه انتقال می‌دهند (۷). در مقیاس جهانی بیشتر گرد و خاک معدنی که به اتمسفر وارد می‌شود، از مناطق خشک و نیمه‌خشک منشأ می‌گیرد و منبع اصلی این ذرات در عرض نیمه‌گرمسیری از هموسفر شمالی و بخش‌های بزرگی از شمال آفریقا، خاورمیانه، جنوب و مرکز آسیا می‌باشد (۸). همچنین کاهش بارندگی در حوزه مدیترانه شرایط لازم را برای افزایش غلظت ذرات  $PM_{10}$  در منطقه فراهم کرده است (۹). در سال‌های اخیر به دلیل خشکسالی‌های طولانی در منطقه خاورمیانه، شدت و تواتر نسبتاً زیاد ورود ریزگردها به غرب کشور ایران و با توجه به اینکه شهر کرمانشاه به دلیل موقعیت جغرافیایی، داشتن آب و هوای خشک ناشی از خشکسالی، جمعیت زیاد، توسعه مراکز صنعتی و مجاورت با کشور عراق دارای موقعیت خاصی از نظر میزان غلظت آلاینده‌های هوا بالاخص  $PM_{10}$  می‌باشد، طبق سوابق و مستندات ثبت شده، پدیده ریزگرد از اواخر بهمن‌ماه هر سال با روندی رو به افزایش از نظر تواتر، شدت ریزش و مدت‌زمان پایداری اتفاق می‌افتد و در نیمه دوم فروردین تا تیرماه به حداکثر تواتر، شدت ریزش و پایداری می‌رسد. در جهت مطالعه این آلاینده در هوای شهر کرمانشاه به منظور تعیین میزان کیفیت و روند کاهش یا افزایش، منشأ تولید، مدیریت مقابله، کاهش اثرات مخرب آن و هشدار به گروه‌های

خطرناک بیشترین و کمترین موارد درصد فراوانی به ترتیب مربوط به فصل بهار (۳/۶٪) و پاییز (۰/۰٪). ماه خرداد (۴/۱۲٪) و مهر، آبان، آذر و دی (۰/۰٪) می‌باشد. همچنین میانگین کل دامنه غلظت آلاینده  $PM_{10}$  در دوره چهارساله برابر  $140/1 \mu g/m^3$  می‌باشد. به طوری که بیشترین و کمترین میانگین دامنه غلظت  $PM_{10}$  بر اساس ماه و فصل به ترتیب مربوط به ماه تیر ( $227/5 \mu g/m^3$ ) و آذر ( $75/9 \mu g/m^3$ ) فصل تابستان ( $176/1 \mu g/m^3$ ) و پاییز ( $102 \mu g/m^3$ ) می‌باشد. همچنین درصد کل فراوانی روزهای خارج از استاندارد ( $>150 \mu g/m^3$ ) در طول دوره چهارساله ۳۰/۴٪ می‌باشد. به طوری که بیشترین و کمترین درصد فراوانی روزهای خارج از استاندارد

جدول ۱. مقادیر  $PM_{10}$  هوای شهر کرمانشاه، به تفکیک فصل در دوره مطالعه

فصل	مقادیر $PM_{10}$ و تشریح کیفیت هوا از این نظر							
	بهار		تابستان		پاییز		زمستان	
دما	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)
۰-۵۰	۲۷	۷/۴	۱۷	۴/۸	۵۷	۲۱/۹	۲۷	۷/۴
۵۱-۱۵۰	۱۷۵	۴۷/۹	۱۸۹	۵۳/۴	۱۵۴	۵۹/۲	۱۷۵	۴۷/۹
۱۵۱-۳۵۰	۱۳۹	۳۸/۱	۱۲۵	۳۵/۳	۴۴	۱۶/۹	۱۳۹	۳۸/۱
۳۵۱-۴۲۰	۱	۰/۳	۴	۱/۱	۳	۱/۲	۱	۰/۳
$>420$	۲۳	۶/۳	۱۹	۵/۴	۲	۰/۸	۲۳	۶/۳
کل	۳۶۵	۱۰۰	۳۵۴	۱۰۰	۲۶۰	۱۰۰	۳۶۵	۱۰۰
Pvalue	<۰/۰۰۱							

جدول ۲. مقادیر  $PM_{10}$  هوای شهر کرمانشاه، به تفکیک ماه های مورد بررسی

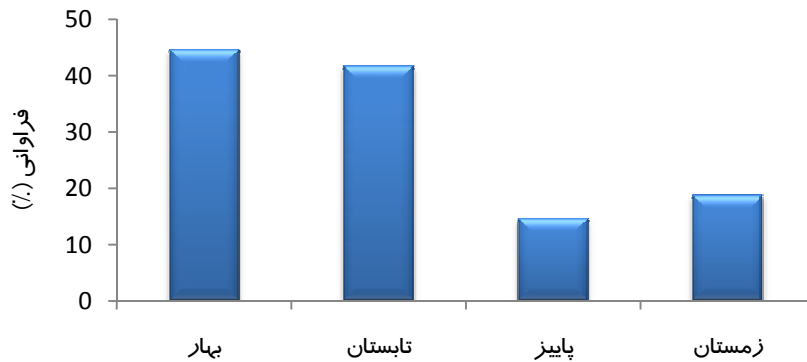
Pvalue	مقادیر $PM_{10}$ و تشریح کیفیت هوا از این نظر									
	دامنه غلظت $PM_{10}$									
	$>420$		۳۵۱-۴۲۰		۱۵۱-۳۵۰		۵۱-۱۵۰		۰-۵۰	
ماه	کیفیت هوا از نظر $PM_{10}$									
	خطرناک		بسیار ناسالم		ناسالم		سالم		خوب	
تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	تعداد	فراوانی (%)	
فروردین	۱۸	۱۴/۸	۰	۰	۲۹/۵	۳۶	۵۱/۶	۶۳	۱۴/۸	۱۸
اردیبهشت	۹	۷/۴	۱	۰/۸	۴۴/۳	۵۴	۴۵/۱	۵۵	۷/۴	۹
خرداد	۰	۰	۰	۰	۴۰/۵	۴۹	۴۷/۱	۵۷	۰	۰
تیر	۰	۰	۱	۰/۸	۴۱/۸	۵۱	۴۵/۱	۵۵	۰	۰
مرداد	۸	۶/۶	۳	۲/۵	۴۰/۵	۴۹	۴۹/۶	۶۰	۶/۶	۸

ادامه جدول ۲.

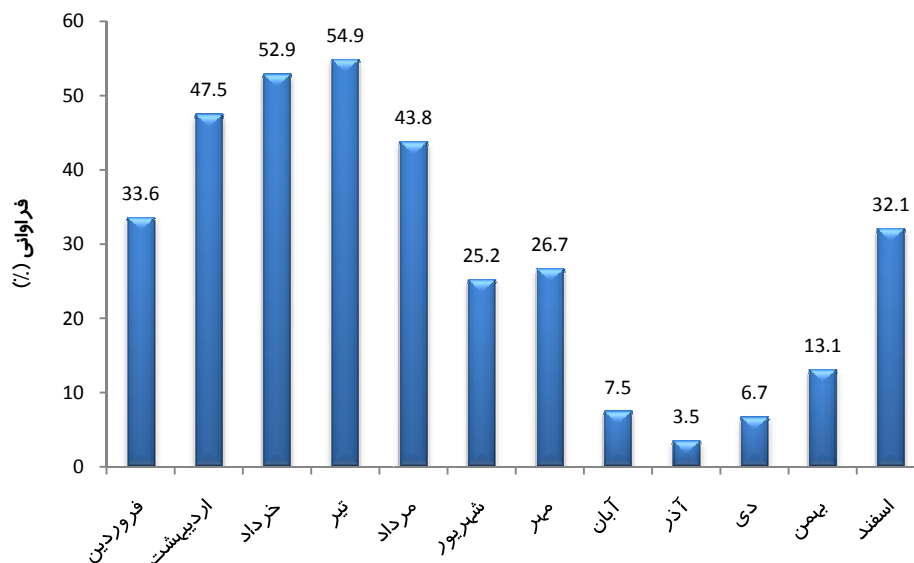
شهریور	۹	۸/۱	۷۴	۶۶/۷	۲۵	۲۲/۵	۰	۰	۳	۲/۷
مهر	۰	۰	۸۸	۷۳/۳	۳۱	۲۵/۸	۱	۰/۸	۰	۰
آبان	۱۸	۱۵	۹۳	۷۷/۵	۹	۷/۵	۰	۰	۰	۰
آذر	۲۰	۱۷/۴	۹۱	۷۹/۱	۴	۳/۵	۰	۰	۰	<۰/۰۰۱
دی	۱۸	۲۰	۶۶	۷۳/۳	۶	۶/۷	۰	۰	۰	۰
بهمن	۲۳	۳۷/۷	۳۰	۴۹/۲	۵	۸/۲	۲	۳/۳	۱	۱/۶
اسفند	۱۶	۱۴/۷	۵۸	۵۳/۲	۳۳	۳۰/۳	۱	۰/۹	۱	۰/۹
کل	۱۳۹	۱۰/۴	۷۹۰	۵۹/۲	۳۵۲	۲۶/۴	۹	۰/۷	۴۴	۳/۳

جدول ۳. دامنه غلظت  $PM_{10}$  ( $\mu g/m^3$ ) بر اساس ماه و فصل های مورد بررسی

متغییر	تعداد نمونه	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	
ماه	فروردین	۱۲۲	۱۴۳/۳	۱۲۵/۴	۸۹۰/۱	۲۹/۷
	اردیبهشت	۱۲۲	۱۴۶/۳	۹۴/۳	۷۲۵/۳	۲۱
	خرداد	۱۲۱	۲۱۳/۶	۱۷۶/۸	۱۰۰۳	۵۵/۹
	تیر	۱۲۲	۲۲۷/۵	۱۸۴/۳	۱۱۲۵	۸۰/۷
	مرداد	۱۲۱	۱۵۳/۲	۸۲/۸	۵۵۰/۳	۷/۴
	شهریور	۱۱۱	۱۴۴/۷	۱۲۰/۲	۱۰۶۱	۶/۹
	مهر	۱۲۰	۱۳۸/۵	۵۶/۷	۴۱۶/۲	۵۰
	آبان	۱۲۰	۹۱/۲	۴۲/۶	۲۲۳/۱	۱۹/۹
	آذر	۱۱۵	۷۵/۹	۳۳/۴	۱۸۲/۴	۱۴/۷
	دی	۹۰	۸۰	۴۸	۳۱۹/۵	۱۳/۲
	بهمن	۶۱	۸۵/۱	۸۷/۴	۴۵۵/۷	۰
	اسفند	۱۰۹	۱۳۴/۹	۹۷/۳	۱۱۲۵	۰
فصل	بهار	۳۶۵	۱۶۷/۶	۱۳۹/۸	۱۰۰۳	۲۱
	تابستان	۳۵۴	۱۷۶/۱	۱۴۱	۷۰۰	۶/۹
	پاییز	۳۵۵	۱۰۲/۲	۵۲/۶	۴۱۶/۲	۱۴/۷
	زمستان	۲۶۰	۱۰۴/۲	۸۴/۸	۷۰۰	۰
	کل	۱۳۳۴	۱۴۰/۱	۱۱۸	۱۱۲۵	۰



نمودار ۱. کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر  $PM_{10}$  بر اساس فراوانی روزهای خارج از استاندارد ( $>150 \mu g/m^3$ ) بر اساس فصل های مورد بررسی



نمودار ۲. کیفیت هوای شهر کرمانشاه از نظر  $PM_{10}$  بر اساس فراوانی روزهای خارج از استاندارد ( $>150 \mu g/m^3$ ) بر اساس ماه های مورد بررسی

### بحث و نتیجه گیری

دانش امروز نشان می‌دهد شکل‌گیری و انتشار ذرات آلاینده تابعی از پارامترهای عدیده‌ای به‌ویژه شرایط آب و هوایی می‌باشد. مطالعه تغییرات کیفیت هوا از نظر آلاینده  $PM_{10}$  در طول دوره چهارساله در شهر کرمانشاه از نظر فصل و ماه اختلاف معنی‌داری را نشان داد ( $p < 0.001$ ). معنی‌دار بودن این تغییرات بدین معنی است که افزایش و کاهش غلظت آلاینده با توجه به ماه و فصل متفاوت می‌باشد. این تفاوت‌ها به‌دلیل تواتر متفاوت ورود ریزگردها از شمال غرب، غرب و جنوب غربی به استان کرمانشاه در اواخر فصل زمستان، بهار و اوایل تابستان می‌باشد. عدم مطلوبیت کیفیت هوا از نظر شاخص  $PM_{10}$  را می‌توان به‌دلیل وقوع و شیوع بیشتر ریزگردها در فصل بهار نسبت داد. این استنتاج با نتیجه مطالعه لیلی ولد و همکاران تطابق دارد. به‌طوری‌که در یونان بادهای غالب شمالی در طول تابستان آلاینده‌های هوا را از قاره اروپا به شرق مدیترانه انتقال می‌دهند (۷). نوسان تواتر و شدت  $PM_{10}$  در حیطه مورد مطالعه بر اساس فصل، از فصل بهار تا اوایل تابستان روند افزایشی و از ماه دوم تابستان، پاییز و ماه اول

زمستان روند کاهشی را نشان داد. از نظر ماه، روند از بهمن تا تیر افزایشی و از تیر تا آذر کاهشی و از دی تا اسفند افزایشی بود، که علت این موضوع ورود ریزگردها در ماه‌های بهمن تا تیر به شهر کرمانشاه بود. احتمال دارد دلیل افزایش روند از دی به اسفند به علت افزایش رطوبت و وارونگی هوا در شهر کرمانشاه در فصول سرد باشد. دلیل عمده این تغییرات را نمی‌توان با اختلاف فشار جو بی‌ارتباط دانست. علت این موضوع می‌تواند وجود و تداوم وارونگی ناشی از کوتاهی طول روز و عدم تأثیر تابش خورشید باشد که باعث محدودیت انتقال ریزگرد می‌شود. به‌همین سبب، ریزگردهای محلی به دام لایه‌های پایدار هوا افتاده و در هوا برای مدت بیشتری می‌مانند. برخی مطالعات منتشر نشده بر روی سایز و جنس ذرات در این محدوده زمانی موید این امر بود. الماسی در دو سال پیاپی ۸۹ و ۹۰ جنس ذرات را در زمستان کربناتی قلمداد کرده است (۱۱).

تغییرات غلظت  $PM_{10}$  شهر کرمانشاه در دوره مطالعه با برخی از مطالعات صورت‌گرفته در ایران و جهان بی‌شباهت بود، به‌طوری‌که نتایج بخش

قابل توجهی از تحقیقات انجام شده از بالابودن غلظت آلاینده  $PM_{10}$  در فصل زمستان و پایین بودن غلظت آن در فصل تابستان خبر می‌دهد. این امر می‌تواند به دلیل خارجی بودن منبع و منشأ آلاینده  $PM_{10}$  در شهر کرمانشاه باشد، اما زمینه پژوهش‌های مورد نظر، بنا به شرایط جغرافیایی و آب و هوایی که در فصل تابستان به دلیل بارش بالا، باعث شسته شدن ذرات از جو شده و همچنین افزایش وزش باد در فصل سرما و وارونگی و کاهش اختلاط لایه‌های بالایی، افزایش رطوبت و فعالیت‌های قابل توجه صنعتی و تجاری باعث افزایش غلظت  $PM_{10}$  در فصل زمستان در این مناطق گردیده است، همچنین این مطالعات افزایش غلظت آلاینده را به منابع خارجی نسبت نداده‌اند. به‌طور نمونه، مطالعه جی یو و همکاران در خصوص ویژگی‌های اتمسفری کربن الی و کربن عنصری ذرات  $PM_{2.5}$  و  $PM_{10}$  در تیانجین چین نشان داد که میزان  $PM_{10}$  در محدوده  $196/2 \pm 86/1 \mu g/m^3$  غلظت متوسط فصلی  $PM_{10}$  در بهار  $196/5 \pm 77 \mu g/m^3$ ، تابستان  $156/6 \pm 55/1 \mu g/m^3$  پاییز  $203/4 \pm 98/5 \mu g/m^3$  و زمستان  $228/1 \pm 113/8 \mu g/m^3$  بوده است. بیشترین میانگین غلظت  $PM_{10}$  مربوط به زمستان و کمترین میزان مربوط به فصل تابستان می‌باشد. وی این تغییرات فصلی را به اثرات هم‌افزایی ناشی از تغییرات در میزان انتشار و شرایط جوی فصلی (اختلاط لایه‌های بالایی - تکرر پدیده وارونگی هوا) نسبت داده است. همچنین با توجه به اینکه در بهار وضعیت آب و هوایی خشک می‌باشد، برای پخش شدن ذرات  $PM_{10}$  مطلوب بوده و در همین حال رطوبت پایین برای تشکیل ذرات ثانویه مناسب نیست و در تابستان مقدار بارش زیاد بوده و تا حد زیادی  $PM_{10}$  شسته شده است. در پاییز نیز افزایش انتشار ناشی از اختلاف فشار جو، شروع استفاده از سوخت‌های فسیلی و سوزاندن بیومس منتج به غلظت بالای  $PM_{10}$  شده است. اما در زمستان غلظت بالای  $PM_{10}$  را به علت

سوختن زغال برای گرمایش منازل و شرایط جوی فصلی (کاهش اختلاط لایه‌های بالایی - تکرر پدیده وارونگی هوا) نسبت داده است (۱۲). نتایج مطالعه یوسف امدی در مالزی نشان داد که تغییرات فصول بر غلظت  $PM_{10}$  تاثیر دارد بطوری که درجه حرارت و رطوبت در هر دو فصول خشک و تر بر غلظت  $PM_{10}$  موثر بودند، هر چند تاثیر رطوبت از درجه حرارت کمتر بود، اما سرعت باد فقط در فصول خشک بر غلظت  $PM_{10}$  داشت (۱۳).

مطالعه هوراک و همکاران نشان داد که میزان  $PM_{10}$  در تابستان  $17/36 \mu g/m^3$  و در زمستان  $21/03 \mu g/m^3$  بوده است (۱۴). مطالعه تریانتافیلو و همکاران در یونان نشان داد که بیشترین و کمترین میزان متوسط ماهیانه غلظت  $PM_{10}$  در شهر آتن به ترتیب در فصول پاییز/زمستان و تابستان بوده است. در شهر زسالونوکی بیشترین و کمترین میزان متوسط ماهیانه  $PM_{10}$  به ترتیب مربوط به پاییز و تابستان بوده و از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ روند کاهشی داشته است. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که در همه سال‌ها میزان غلظت  $PM_{10}$  در فروردین بیشتر از سایر ماه‌ها بوده است، که این نیز می‌تواند به دلیل نزدیکی به جنگل‌های صنوبر و کاج باشد که با تولید ذرات بیولوژیکی منشأ آلودگی هوا و باعث بالا رفتن غلظت  $PM_{10}$  گردیده است. مطالعات همچنین نشان داد که بین میانگین غلظت  $PM_{10}$  ماهیانه و سالانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت (۱۵،۲).

مطالعه کوئرال و همکاران نشان داد که غلظت  $PM_{10}$  بین  $5-10 \mu g/m^3$  بوده که بیشترین میزان در مقایسه با حوزه غربی مدیترانه (WMB) مربوط به حوزه شرقی (EMB) بوده است، که آن نیز به علت بالابودن فعالیت‌های انسان در طبیعت و بار اسپری دریایی می‌باشد. روند تغییرات فصلی نشان داد با توجه به خیزش گرد و غبار در آفریقا در بهار و اوایل تابستان، غلظت  $PM_{10}$  در حوزه شرقی مدیترانه و در تابستان در حوزه غربی افزایش می‌یابد (۱۶).

در بررسی انجام شده توسط جاسمیکا نتایج نشان داد که حداکثر غلظت  $PM_{10}$  در فصول پاییز و زمستان در شهر بلگراد روی داده است (۲۰). مطالعه عزیزی فر و همکاران نشان داد که از نظر آلاینده  $PM_{10}$  در شهر قم، آبان ماه با میانگین ۱۱۷ آلوده‌ترین و مهرماه با میانگین ۸۳ پاکترین ماه گزارش گردیده است (۶).

مطالعه کرمانی و همکاران در بررسی TSP و  $PM_{10}$  هوای محدوده بیمارستان دکتر شریعتی تهران نشان داد که در طول نمونه‌گیری، آلوده‌ترین ماه از نظر  $PM_{10}$  اسفندماه سال ۱۳۸۰ و پاک‌ترین ماه فروردین ماه سال ۱۳۸۱ بود. از نظر روز در طول هفته، شنبه‌ها و دوشنبه‌ها آلوده‌ترین و جمعه پاک‌ترین روز بود. با توجه به شاخص کیفیت هوا (AQI) در ۷۵/۵٪ موارد آلاینده  $PM_{10}$  کمتر از حد استاندارد ( $AQI < 100$ ) و در ۲۴/۵٪ دیگر موارد آلاینده  $PM_{10}$  بیشتر از حد استاندارد ( $AQI > 100$ ) بود (۲۱).

### پیشنهادات

پیشنهاد می‌گردد برای تحلیل شرایط شکل‌گیری و انتشار  $PM_{10}$  در مناطق شهری، مطالعه جامعی به‌صورت آینده‌نگر در استان کرمانشاه طراحی و اجرا گردد تا بتوان به فناوری دانش بنیان برای کنترل در مبدا، در مسیر و در مقصد دست یافت.

### تشکر و قدردانی

نویسندگان وظیفه خود می‌دانند از مدیریت محترم سازمان حفاظت محیط زیست استان کرمانشاه به‌خاطر همکاری لازم در جهت دسترسی به منابع اطلاعاتی تشکر نمایند. همچنین از اهتمام مدیریت محترم دانشکده بهداشت در پشتیبانی مادی و معنوی پروژه تشکر و قدردانی می‌گردد.

مطالعه سیک جی نشان داد که در پاییز و زمستان زمانی که باد جنوبی- غربی غالب است، غلظت  $PM_{10}$  بیشتر می‌شود و این می‌تواند به‌علت سوخت ناشی از زغال در ۳۰ کیلومتری شهر بلگراد باشد. همچنین این مطالعه نشان داد غلظت  $PM_{10}$  در بهار و تابستان چندین بار از غلظت آن در پاییز و زمستان کمتر است، زیرا با افزایش میزان رطوبت، میزان غلظت  $PM_{10}$  افزایش می‌یابد، به طوری که در پاییز و زمستان به‌ترتیب با رطوبت ۷۶/۴ و ۶۴/۴٪، و در بهار و تابستان به‌ترتیب با رطوبت ۵۶/۶ و ۵۹/۵٪، میزان غلظت  $PM_{10}$  در پاییز و زمستان بیشتر از بهار و تابستان بود، که آن نیز می‌تواند به‌دلیل تشکیل آئروسول‌های ثانویه در شرایط رطوبت بالا باشد (۱۷). مطالعه محمدی مقدم و همکاران که به مطالعه آلودگی هوای بخش‌هایی از شهر تهران پرداخته بود، نشان داد دی‌ماه سال ۱۳۸۴ با میزان  $۶۶/۵ \mu g/m^3$  آلوده‌ترین و فروردین‌ماه ۱۳۸۵ با میزان  $۹۸/۱ \mu g/m^3$  پاکترین ماه بوده است. در ۹۸ درصد موارد، آلاینده  $PM_{10}$  کمتر از حد استاندارد ( $AQI < 100$ ) و در ۲ درصد موارد بیشتر از حد استاندارد بود ( $AQI > 100$ ). دلیل کاهش آلاینده  $PM_{10}$  در فروردین‌ماه به‌دلیل کاهش فعالیت‌های تجاری و تعطیلات نوروزی و افزایش آن در دی‌ماه فعالیت‌های قابل توجه تجاری و صنعتی، ترافیک بالا و شرایط جوی پایدار به‌ویژه وارونگی هوا نسبت داده است. همچنین دلیل کاهش ذرات معلق در سال ۱۳۸۵ نسبت ۱۳۸۴ به علت وجود طرح ترافیک و کاهش تردد خودرو بوده است (۱۸). مطالعه شاهسون از ایران در خصوص غلظت  $PM_{10}$ ،  $PM_{2.5}$  و  $PM_1$  در شهر اهواز نشان داد که بیشترین میزان ذرات  $PM_{10}$  در تیرماه بوده و منبع این آلاینده را کشور عراق گزارش کرده است (۱۹).

**References**

1. Wang S, Wang J, Zhou Z, Shang K. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China. *Atmospheric Environment* 2005;39:509-520.
2. Triantafyllou E, Biskos G. Overview of the temporal variation of PM10 mass concentrations in the two major cities in Greece: Athens and Thessaloniki. *Global NEST Journal* 2012; 14( 4) 431-441.
3. Horak F, Studnicka M, Gartner C, Spengler JD, et al. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. *Journal of Eur Respir* 2002; 19: 838–845
4. Harrison RM, Yin J, Mark D, Stedman J, Appleby RS, Booker J, et al. Studies of the coarse particle (2.5–10 $\mu$ m) component in UK urban atmospheres. *Atmospheric Environment*. 2001;35(21):3667-79.
5. Medina S, Plasencia A, Ballester F, Mücke H, Schwartz J. Aphis: public health impact of PM10 in 19 European cities. *Journal of Epidemiology and Community Health*. 2004;58(10):831-6.
6. Azizifar MNK, Mohammadian M, Safdari M, KHazaee M. The survey of air quality and suspended particles with aerometric diameter in qom city air. *Journal of qom University of Medical Science* 2011;5(2):59-63.
7. Lelieveld J, Berresheim H, Borrmann S, Crutzen P, Dentener F, Fischer H, et al. Global air pollution crossroads over the Mediterranean. *Science*. 2002; 298(5594): 794-9.
8. Prospero JM, Ginoux P, Torres O, Nicholson SE, Gill TE. Environmental characterization of global sources of atmospheric soil dust identified with the Nimbus 7 Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) absorbing aerosol product. *Reviews of geophysics*. 2002;40(1):2-1-2-31.
9. Escudero M, Querol X, Ávila A, Cuevas E. Origin of the exceedances of the European daily PM limit value in regional background areas of Spain. *Atmospheric Environment*. 2007;41(4):730-44.
10. Tulabi A, Zare M, Zare M, Mahvi A, Shahriari A, Sarkhosh M, Rahmani A. Assessment of air quality index in proximity of Bandar Abbas oil refinery. *Journal of Bandar Abbas university of medical science* 2011;16(2):123-133.
11. Almasi A. The characteristics of PM<sub>10</sub> material in Kermanshah city ambient air. Un published results. Environmental Engineering Department. First international Forum on Natural Airborne Dust Iran, Kermanshah. 2012: 23- 5
12. Gu J, Bai Z, Liu A, Wu L, Xie Y, Li W. Characterization of Atmospheric Organic Carbon and Element Carbon of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> at Tianjin, China. *Aerosol Air Qual Res*. 2010;10:167-76.
13. Yusof NFF, Ghazali NA, Ramli NA, Yahaya AS, et al. Correlation of Pm10 Concentration and Weather Parameters in Conjunction with Haze Event in Seberang Perai, Penang. *International conference on construction technology (ICCT)*. 2008; 20:211-220.
14. Horak FSM, Gartner C, Spengler JD, Tauber E, Urbanek R, Veiter A, Fischer T. Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian schoolchildren. *Eur Respir J*. 2002;19:838–45.
15. Vassilakos C, Saraga D, Maggos T, Michopoulos J, Pateraki S, Helmis C. Temporal variations of PM<sub>2.5</sub> in the ambient air of a suburban site in Athens, Greece. *Science of the Total Environment*. 2005;349(1):223-31.
16. Querol X, Pey J, Pandolfi M, Alastuey A, Cusack M, Pérez N, et al. African dust contributions to mean ambient PM<sub>10</sub> mass-levels across the Mediterranean Basin. *Atmospheric Environment*. 2009;43(28):4266-77.
17. Joksić J, Radenković M, Cvetković A, Matić-Besarabić S, Jovašević-Stojanović M, Bartonova A, et al. Variations of PM10 mass concentrations and correlations with other pollutants in Belgrade urban area. *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*. 2010;16(3):251-8.
18. Nadafi K, Nabizadeh R, Nazm Ara Sh, Nourmoradi H, Mohammadi Moghadam F. Studying the TSP and PM10 measurements and description of the Air quality according to the Air Quality Index (AQI) in the central parts of Tehran city in 2005-2006. *Journal of Health System Research* 20116(4):657-665.
19. Shahsavani A, Naddafia K, Jafarzade Haghhighifard N, Mesdaghinia A, et al. The evaluation of PM10, PM2.5, and PM1 concentrations during the Middle Eastern Dust (MED) events in Ahvaz, Iran, from april through september 2010 *Journal of Arid Environments* 2012; 77 :72-83.



20. Asminka Joksić J, Radenković M, Cvetković A, Matić-Besarabić S, et al. Variations of PM<sub>10</sub> mass concentration and correlations with other pollutants in Belgrade urban area. *Chemical Industry & Chemical Engineering Quarterly* 2010;16 (3) 251–258 .
21. Kermani M, Naddafi K, Shariat M, Mesbah A. Tsp and Pm10 Measurement and Description of Air Quality Index (Aqi) in the Ambient Air in Shariati Hospital District. *Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research*. 2003;2(1). 68-72.

## Seasonal Variation in Air Quality of Kermanshah City in Terms of PM<sub>10</sub> Concentration over a Four-Year Period (2008-2011)

Almasi A<sup>1</sup>, Moradi M<sup>2</sup>, Sharafi K<sup>3\*</sup>, Abbasi S<sup>4</sup>

1. Associate professor in department health engineering, School of Public Health, social development and health promotion research center, Kermanshah University of Medical Sciences.

2. MSc student of Environmental Health Engineering, Kermanshah University of Medical Sciences.

3. Instructor and academic staff in environmental health engineering department, Kermanshah University of Medical Sciences.

4. BSc of in environmental health engineering, Kermanshah University of Medical Sciences.

\* *Corresponding Author.* Tel: +989183786151 Fax: +988318263048 E-mail: kio.sharafi@gmail.com

Received: 8 Oct 2012 Accepted: 27 Feb 2013

### ABSTRACT

**Background & objectives:** Problems associated with dusts, especially those of smaller than 10 microns, are one of the most important problems related to air pollution. Dusts entering to the atmosphere are driven from arid and semiarid regions. The aim of this study is determination of seasonal air quality variations in terms of PM<sub>10</sub> concentration for Kermanshah city over a four-year period (2008-2011).

**Methods:** For this descriptive –analytical study a total number of 1334 samples were collected in different seasons from air pollution measurement stations of Kermanshah Environmental Protection Organization during four years of study. The Data were analyzed by SPSS.

**Results:** Results showed that over the period of 4 years, the total frequency percent of PM<sub>10</sub> with good, healthy, unhealthy, very unhealthy, and dangerous criteria were 10.4, 59.2, 26.4, 0.7, and 3.3%, respectively. The respective highest and lowest frequencies of PM<sub>10</sub> emissions with good criteria (0-50) occurred in February (37.7%) and June and July (0 %); in winter (21.96%) and summer (4.81%).

**Conclusion:** The results showed that July and summer had the worst air quality in terms of PM<sub>10</sub> concentration, which was mainly due to the frequency and intensity of dust entrance in mentioned period of time. Hence, it is necessary to reduce emission of such pollutant at national management level with cooperation of neighboring country.

**Keywords:** Seasonal Variation; Air Quality; PM<sub>10</sub>; Kermanshah City