ارزیابی غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 طی طوفان های گرد و غبار در شهر ایلام سال ۹۲-۹۱

علی عمارلوئی[۱]، احمد جنیدی جعفری[۲*]، حسن اصیلیان مهابادی[۳]، خیراله اسدالهی[٤]

۱) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۲) گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

۳) گروه مهندسی بهداشت حرفه ای، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۴) گروه اپیدمیولوژی و آمار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۸

چکیده

مقدمه: طوفان های گرد و غبار یکی از مهم ترین منابع طبیعی آلودگی هوا در خاور میانه محسوب می شوند که باعث افزایش نگرانی عمومی در خصوص ایجاد عوارض بهداشتی شده اند. این مطالعه با هدف ارزیابی کمی و هم چنین تاثیر پدیده گرد و غبار بر کیفیت هوای شهر ایلام، انجام شد.

مواد و روش ها: در این مطالعه غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 از اسفند ۱۳۹۱ به مدت یک سال اندازه گیری شد. سنجش هر شش روز یک بار و هم چنین در کل روزهای گرد و غباری با دستگاه گریم مدل ۱/۱۰۸ انجام شد. اطلاعات جوی از اداره کل هواشناسی به دست آمد. برای ردیابی طوفان های گرد و غبار از تصاویر ماهواره ای استفاده شد.

یافته های پژوهش: میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در کل دوره نمونه برداری به ترتیب ۱۳۹/۳±۱۴۶/۶، ۲۵/۳±۲۹/۷ و ۵/۷±۱۰ میکروگرم بر متر مکعب بود. میانگین نسبت مقادیر $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در دوره مطالعه به ترتیب ۰/۲۳۱، ۰/۱۰۸ و ۰/۴۱۸ و در روزهای گرد و غباری ۰/۱۹۱، ۰/۰۵۲ و ۰/۲۶۹ بود. غلظت PM_{10} در ۸۳ روز بیشتر از استاندارد هوای پاک بود. شاخص AQI در ۵ روز از سال شرایط خطرناک را نشان داد. بررسی های انجام شده، نشان داد که عراق و به خصوص استان های نینوا و الانبار این کشور منبع اصلی پدیده گرد و غبار در ایلام هستند.

بحث و نتیجه گیری: مطالعه حاضر نشان دهنده وضعیت وقایع گرد و غبار در شهر ایلام و تاثیر منفی آن بر کیفیت هوا است که می تواند اثرات مضری را بر سلامت داشته باشد. بنا بر این لازم است برای تعیین میزان تاثیر ریزگردها بر سلامت و روش های مقابله با آن مطالعات بیشتری انجام شود. هم چنین نتایج نشان داد که طوفان های گرد و غبار باعث افزایش ذرات $PM_{2/5-10}$ و در نتیجه کاهش نسبت $PM_{2/5-10}$ می شوند. نتایج حاصل می تواند توسط سیاست گزاران برای طراحی و اجرای اقدامات کنترلی موثر، مورد استفاده قرار گیرد. هر چند این امر نیاز به اقدامات بین المللی و منطقه ای دارد.

واژه های کلیدی: طوفان های گرد و غبار، ریزگرد، کیفیت هوا، AQI، ایلام

[*] **نویسنده مسئول:** گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران

Email: *ahmad_jonidi@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

مقدمه

در دهه های اخیر آلودگی هوا در بسیاری از مناطق جهان باعث افزایش نگرانی عمومی در خصوص ایجاد عوارض بهداشتی شده است،(۱). تخمین زده شده است که آلودگی هوا حدود ۱/۴ درصد کل مرگ و میرها در دنیا را به خود اختصاص داده است،(۲). علاوه بر منابع انسانی آلودگی هوا از جمله صنایع و حمل و نقل، منابع طبیعی نیز نقش به سزایی در ایجاد آلودگی هوا دارند،(۱). یکی از مهم ترین منابع طبیعی آلودگی هوا، طوفان های گرد و غبار می باشند که سالانه ۸۰۰ تریلیون گرم ذرات معلق معدنی توسط آن ها به قاره آسیا منتقل می شود.(۳)

وقایع گرد و غبار به عنوان یک پدیده طبیعی با غلظت های قابل توجه ذرات معلق(PM) تعریف می شوند که معمولاً در مناطق خشک، نیمه خشک و صحراها اتفاق می افتند،(۴). این وقایع در درجه اول ناشی از پوشش گیاهی کم و بادهای سطحی قوی هستند،(۵). اثرات بهداشتی وقایع گرد و غبار در کوتاه مدت و دراز مدت از دیر باز، توجه دانشمندان را به خود جلب کرده است. این توجه علمی باعث انجام بسیاری از مطالعات اپیدمیولوژیک، در مناطق در معرض گرد و غبار شده است. مطالعات اپیدمیولوژیک نشان داده است که بیماری های تنفسی، بیماری های قلبی و عروقی، مرگ و میر ناشی از این بیماری ها، پنومونی، آسم، برونشیت، انسداد مزمن ریوی، التهاب ریه، بیماری ایسکمیک قلبی، بستری شدن در بیمارستان ها، ویزیت در اورژانس و درمانگاه و هم چنین کاهش عملکرد ریوی با طوفان های گرد و غبار مرتبط هستند.(۱۰-۶،۱)

خطر دیگر ناشی از وقایع گرد و غبار این است که گرد و غبارهای معدنی به طور بالقوه می توانند عوامل عفونی مختلفی را با خود حمل کرده به فواصل دورتر منتقل نمایند. مطالعه Kellogy و Griffin در سال ۲۰۰۶ نشان داد که وقایع گرد و غبار در مقیاس وسیعی عوامل پاتوژن را منتقل کرده و در نتیجه بر جمعیت و اکوسیستم پائین دست تاثیر می گذارند،(۱۱)، هم چنین Griffin در سال ۲۰۰۷ دریافت که میکروارگانیسم های پاتوژن می توانند توسط گرد و غبار بیابان منتقل شوند و باعث شیوع بیماری ها در مناطق پایین دست باد شوند،(۱۲). علاوه بر این مطرح شده است که معمولاً گرد و غبارهای بیابانی، مقادیر زیادی از مواد سمی را حمل و در نتیجه سلامت موجودات زنده و اکوسیستم ها را به مخاطره می اندازند،(۱۳). هم چنین عناصر فلزی می توانند به ذرات گرد و غبار متصل شده و در نتیجه عملکرد تنفسی را دچار اختلال کنند،(۹). وقایع گرد و غبار با افزایش میزان رسوب مواد رادیواکتیو ارتباط دارند،(۱۴)، بنا بر این نباید اهمیت ذرات گرد و غبار معدنی نادیده گرفته شود.

بیشترین تاثیر طوفان های گرد و غبار بر سلامت مربوط به ذرات معلق PM_{10} و $PM_{2/5}$(به ترتیب ذرات معلق با قطر آئرودینامیکی کمترو یا مساوی ۱۰ و ۲/۵ میکرو متر) می باشد،(۱۰،۱۵). افزایش غلظت این ذرات در طول مدت طوفان های گرد و غبار به دلیل نفوذ به عمق ریه، باعث افزایش طیف وسیعی از بیماری ها و مرگ و میر می گردد،(۶،۱۰). ذرات $PM_{2/5}$ جدی ترین خطرات را برای عملکرد ریه و مشکلات قلبی-عروقی در بر دارند،(۱). مطالعات جدید گزارش کردند که سالانه ۳/۵ میلیون مرگ و میر به دلیل بیماری های قلبی-عروقی و ۲۲۰۰۰۰ مرگ نیز به دلیل سرطان ریه ناشی از ذرات $PM_{2/5}$ اتفاق می افتد.(۲)

صحرای آفریقا به عنوان بزرگ ترین منبع گرد و غبار معدنی در جهان محسوب می شود و تقریباً یک میلیارد تن گرد و غبار را در سال منتشر می کند،(۱۶)، تصور می شود که غرب چین و بخش هایی از مغولستان دومین منبع بزرگ تولید گرد و غبار بیابانی باشند،(۱۷)، که معمولاً گرد و غبار آسیایی نامیده می شوند. به دلیل اهمیت زیاد، این دو منبع به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته اند. به عنوان مثال مطالعات انجام شده در لیبی،(۱۸)، مغولستان،(۱۹)، کره جنوبی،(۲۰)، ژاپن،(۱۴)، تایوان،(۲۱)، و به ویژه در چین،(۴،۲۲،۲۳)، را می توان، نام برد. اعتقاد بر این است که سومین منبع گرد و غبار بیابانی، شبه جزیره عربستان است که به طور قابل توجهی در انتقال ذرات گرد و غبار در سراسر جهان دخالت دارد. با این حال اطلاعات و دانش موجود در خصوص این منبع، پراکنده و محدود است به مطالعات انجام شده توسط Leon و Legrand سال ۲۰۰۳،(۲۴)، و Draxler و همکاران،(۲۵)، که غلظت PM را بیشتر از ۲۵۰۰ و ۳۰۰۰ میکروگرم از متر مکعب را به ترتیب در کویت و عربستان سعودی گزارش نموده اند. هم چنین شاهسونی و همکاران در سال ۱۳۸۹ مشخصات ترکیبات یونی کل ذرات معلق در هوا(TSP) و PM_{10} را در طول مدت طوفان های گرد و غبار خاورمیانه(MED) در اهواز مورد مطالعه قرار داد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

نتایج نشان داد که غلظت ذرات گرد و غبار در روزهای طوفانی تا چهار برابر بیشتر از روزهای عادی بوده است. در سال های اخیر، اثرات بهداشتی طوفان های گرد و غبار به خصوص در خاورمیانه، یک نگرانی عمده محسوب می شود.(۲۶)

به طور خاص به نظر می رسد غرب و جنوب غرب کشور از جمله ایلام تا حد قابل توجهی تحت تاثیر گرد و غبار حمل شده توسط باد شمال که یک باد گرم شمال غربی است و غالباً در طول بهار می وزد و مقادیر زیادی گرد و غبار را از کشور عراق با خود حمل می کند، قرار می گیرد. این وقایع از ابعاد مختلف، به میزان قابل توجهی زندگی عادی مردم را تحت تاثیر قرار داده و مشکلات زیست محیطی و اقتصادی زیادی را ایجاد می کنند. در دهه اخیر شهر ایلام بارها تحت تاثیر این حوادث بزرگ گرد و غبار با منشا بیابانی، از منابع مذکور قرار گرفته است. علی رغم اهمیت این موضوع هنوز در خصوص این پدیده مطالعات چندانی انجام نشده و در خصوص بسیاری از جنبه های این پدیده سوالات زیادی مطرح است. بنا بر این این تحقیق با هدف ارزیابی غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در روزهای همراه با گرد و غبار و بدون گرد و غبار در شهر ایلام در طول سال ۹۲-۱۳۹۱، طراحی و انجام شد. اهداف ویژه این مطالعه تعیین روند کلی غلظت ذرات معلق و مقایسه آن با استانداردهای موجود هوا، استخراج الگوی تغییرات شبانه روزی و فصلی ذرات معلق، تعیین روند تغییرات زمانی نسبت بین ذرات معلق، مشخصات آماری وقایع گرد و غبار، تعیین منابع غالب تولیدکننده وقایع گرد و غبار ورودی به ایلام و بررسی اثرات شرایط آب و هوائی بر وقوع وقایع گرد و غبار بود. امید است نتایج این مطالعه بتواند به سیاست گزاران برای طراحی مدیریت یکپارچه کیفیت هوا و برنامه ریزی جهت آمادگی لازم در مقابله با اثرات این پدیده طبیعی، کمک نماید.

مواد و روش ها

با بررسی سوابق طوفان های گرد و غبار در سال های اخیر که غالباً نشان دهنده وقوع این پدیده از اوایل اسفندماه هر سال می باشد، سنجش غلظت ذرات معلق و جمع آوری اطلاعات در این مطالعه از ابتدای اسفند سال ۱۳۹۱ به مدت یک سال تا آخر بهمن ۱۳۹۲ انجام شد. شهر ایلام با جمعیت بالغ بر ۱۷۲۰۰۰ نفر در مرز غربی ایران با طول جغرافیائی ۴۶ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیائی ۳۳ درجه و ۳۸ دقیقه شمالی واقع شده است. ایلام هم مرز با کشور عراق و نزدیک به کشورهای عربستان و کویت می باشد که این کشورها منابع اصلی وقایع گرد و غبار در خاور میانه هستند.(۲۷-۲۵)

محل نمونه برداری در پشت بام یک ساختمان در منطقه نشان داده شده در شکل شماره ۱، در ارتفاع ۷ متری از سطح زمین و ارتفاع ۱/۵ متری از سطح پشت بام با رعایت تمام ضوابط و استانداردهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا،(۳)، از جمله رعایت فاصله از موانع طبیعی و مصنوعی، معابر و منابع تولیدکننده آلودگی، انتخاب گردید. سنجش غلظت ذرات معلق هوا(PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1) توسط سیستم لیزری Enviro check و با استفاده از دستگاه پرتابل(Dust Monitor Check (Grimm مدل ۱/۱۰۸ ساخت کشور آلمان انجام شد،(۲۸،۲۹). این دستگاه قادر به اندازه گیری، قرائت مستقیم و هم زمان مقادیر PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 و شمارش ذرات می باشد. این سیستم به طور اتوماتیک مقادیر را در حافظه خود ذخیره کرده و می تواند میانگین دقیقه ای، ساعتی و روزانه را محاسبه می نماید. بنا بر این می توان غلظت ذرات معلق را در ساعات مختلف روزهای گرد و غباری و حداکثر آن را مشخص کرد. اعتبار اندازه گیری های انجام شده توسط این دستگاه در مطالعات متعددی ارزیابی شده است. این مطالعات همبستگی بالایی را بین خروجی این دستگاه و نتایج حاصل از روش استاندارد وزنی نشان داده اند،(۳۰،۳۱). سنجش غلظت ذرات معلق با توجه به رهنمودهای سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا،(۳۲)، و هم چنین امکانات موجود در روزهای عادی هر ۶ روز یک بار و در کل روزهای همراه با گرد و غبار(روزهای با غلظت PM_{10} بیشتر از $150\mu g/m^3$)، با توجه به اطلاعات سازمان هواشناسی و پیش بینی این سازمان و هم چنین پایگاه های ماهواره ای با ورود پدیده گرد و غبار به غرب کشور تا پایان آن نمونه برداری انجام می شد. غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در روزهای مذکور در طول مدت شبانه روز، سنجش و به صورت میانگین ۰/۵ ساعته ثبت می شد. اطلاعات هواشناسی از جمله سرعت باد، جهت باد، دما، حداقل، میانگین و حداکثر رطوبت نسبی و حداکثر دید افقی با هماهنگی اداره هواشناسی استان ایلام به دست آمد.

داده ها پس از استخراج با استفاده از نرم افزارهای

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

Excel 2010 و SPSS vol.16 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقادیر $P<0.05$، به عنوان سطح معنی داری در نظر گرفته شد.

یافته های پژوهش

در جدول شماره ۱ نتایج آماری غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در ماه های مختلف آمده است. حداکثر غلظت ساعتی PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 به ترتیب ۱۹۵۸/۹، ۳۲۵ و ۶۹/۸ در خرداد ماه و حداقل PM_{10} در اواخر دی ماه ۲/۲ میکروگرم بر متر مکعب بود. حداقل ساعتی $PM_{2/5}$ در مهرماه برابر ۱/۱ میکروگرم بر متر مکعب بوده است. حداکثر میانگین روزانه PM_{10} و $PM_{2/5}$ در دوره یک ساله مطالعه به ترتیب ۸۰۲ و ۱۵۱/۴ و حداقل آن به ترتیب ۱۰/۶ و ۲/۴ میکروگرم بر متر مکعب به ترتیب در فروردین و اواخر مهر اتفاق افتاده است. میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در طول دوره نمونه برداری به ترتیب ۱۳۹/۳±۱۴۶/۶، ۲۵/۳±۲۹/۷ و ۵/۷±۱۰، در روزهای گرد و غباری به ترتیب ۱۶۴/۸±۲۸۶، ۳۰/۳±۵۴/۴ و ۶/۵±۱۴/۶ و در سنجش دوره ای(۶ روز یک بار) به ترتیب ۵۷/۱±۷۶/۹، ۱۰/۵±۱۷ و ۴±۸ میکروگرم بر متر مکعب بود.

روند تغییرات میانگین و حداکثر روزانه غلظت ذرات PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 به ترتیب در نمودارهای شماره ۱ و ۲ آورده شده است. روند تغییرات میانگین و حداکثر غلظت ماهیانه ذرات PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در نمودار شماره ۳ نشان داده شده است. بالاترین میانگین ماهیانه غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ در خردادماه ۱۳۹۲ به ترتیب با غلظت ۲۵۰/۳ و ۴۴/۶ میکروگرم بر متر مکعب و کمترین میانگین ماهیانه PM_{10} مربوط به بهمن ۱۳۹۲ با غلظت ۳۲/۱ و کمترین میانگین ماهیانه $PM_{2/5}$ در مهرماه ۱۳۹۲ با غلظت ۱۰/۲ میکروگرم بر متر مکعب بود.

تغییرات ساعتی میانگین غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 و هم چنین تغییرات ساعتی میانگین حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در شبانه روز، به ترتیب در نمودار شماره ۴ و ۵ آورده شده است. با توجه به نمودار شماره ۵ ، به طور میانگین ساعات ۲:۳۰، ۱۵-۱۳،(۱۴)، و ۲۱-۱۸،(۲۰)، بیشترین غلظت گرد و غبار در ایلام وجود داشته است.

نتایج آماری مقادیر نسبت های میانگین ماهانه $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در طول دوره نمونه برداری در جدول شماره ۲ آورده شده است.

میانگین نسبت مقادیر $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در کل دوره نمونه برداری به ترتیب ۰/۲۳۱، ۰/۱۰۸ و ۰/۴۱۸ و در روزهای گرد و غباری به ترتیب ۰/۱۹۱، ۰/۰۵۲ و ۰/۲۶۹ بود. روند تغییرات نسبت مقادیر $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در غلظت های میانگین روزانه و هم چنین روند تغییرات میانگین نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در ماه های مختلف سال به ترتیب در نمودارهای شماره ۶ و ۷ آمده است.

فراوانی روزهای با ذرات معلق بیشتر از حد استاندارد هوای آزاد و استاندارد هوای پاک مصوبه سال ۱۳۸۸ در ماه های مختلف سال در طول دوره مطالعه در جدول شماره ۳ به تفکیک آورده شده است. با توجه به نتایج حاصل از سنجش دوره ای میانگین سالیانه غلظت PM_{10} حدود ۳/۸۵ برابر استاندارد سالانه هوای پاک مصوبه سال۱۳۹۰($۲۰\mu g/m^3$) بود و میانگین سالیانه غلظت $PM_{2/5}$، ۱/۷ برابر استاندارد سالانه هوای پاک($۱۰\mu g/m^3$) بود.

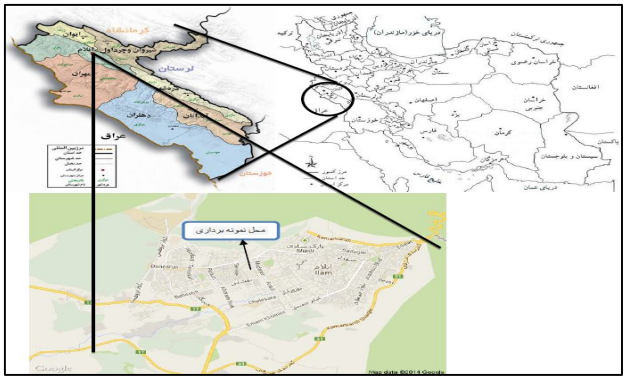
وضعیت هوای شهر ایلام در دوره یک ساله مطالعه تحت تاثیر پدیده طوفان های گرد و غبار از نظر PM_{10}، ۳۰ روز در وضعیت هشدار(۳۹۰-۱۵۰) و ۵ روز در وضعیت بحران(۴۷۰<) قرار داشت. در جدول شماره ۴ کیفیت هوای شهر ایلام در کل روزهای نمونه برداری بر اساس AQI از نظر PM_{10}، $PM_{2/5}$ و ذرات معلق هوا طبقه بندی شده است.

نتایج آماری پارامترهای هواشناسی شامل دما، رطوبت نسبی و سرعت باد در طول مدت مطالعه ۱۳۹۲ در جدول شماره ۵ آمده است. میانگین دما در این مدت ۱۸/۴۹، حداکثر میانگین روزانه ۳۱ و حداقل میانگین روزانه ۱- درجه سانتی گراد بود. حداکثر و حداقل دمای رخ داده در طول دوره مطالعه به ترتیب ۴۱ در تیر و ۵- در بهمن ۱۳۹۲ درجه سانتی گراد بود. میانگین، حداکثر و حداقل رطوبت نسبی در این مدت به ترتیب ۳۸/۶، ۹۸ و ۱۵/۵ درصد بود. هم چنین متوسط سرعت باد در شهر ایلام ۳/۲ متر بر ثانیه بوده است. روند تغییرات پارامترهای درجه حرارت، سرعت باد و رطوبت نسبی در طول دوره مطالعه در نمودار شماره ۸ نشان داده شده است. ارتباط بین میانگین غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 با عوامل جوی دما، رطوبت و سرعت باد در طول دوره نمونه برداری در جدول شماره ۶ آمده است.

در نمودار شماره ۹ به ترتیب گلباد جهت و کلاس سرعت کل باد وزیده شده(الف) و گلباد جهت و کلاس بادهای

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

با حداکثر سرعت روزانه(ب) در طول دوره نمونه برداری نشان داده شده است. بیشترین تعداد باد ثبت شده(۲۴/۸۹ درصد) از سمت زاویه ۳۲۶-۲۵۸ درجه به طرف ایلام وزیده است و ۴۷/۲۴ درصد بادهای با سرعت ۸/۸-۵/۷ متر بر ثانیه از همین جهت وزیده است. لازم به ذکر است که غالب توده های گرد و غبار از همین محدوده از جهت جغرافیائی وارد ایلام می شود. از ۸۳ توده گرد و غبار ضعیف و قوی ورودی به شهر ایلام ۳۹ توده(۴۷ درصد) از حد فاصله جهت ۳۲۶-۳۰۴، ۷ بار(۷/۲۳ درصد) از حد فاصله زاویه ۳۰۴-۲۸۱، ۲۰ بار(۲۴/۱ درصد) از حد فاصله زاویه ۲۸۱-۲۵۹، ۱۶ بار(۱۹/۶ درصد) از حد فاصله زاویه ۲۵۹-۲۱۴ درجه، وارد ایلام شده اند. گلباد جهت ورود طوفان های گرد و غبار به شهر ایلام در طول دوره نمونه برداری در نمودار شماره ۱۰ دیده می شود.

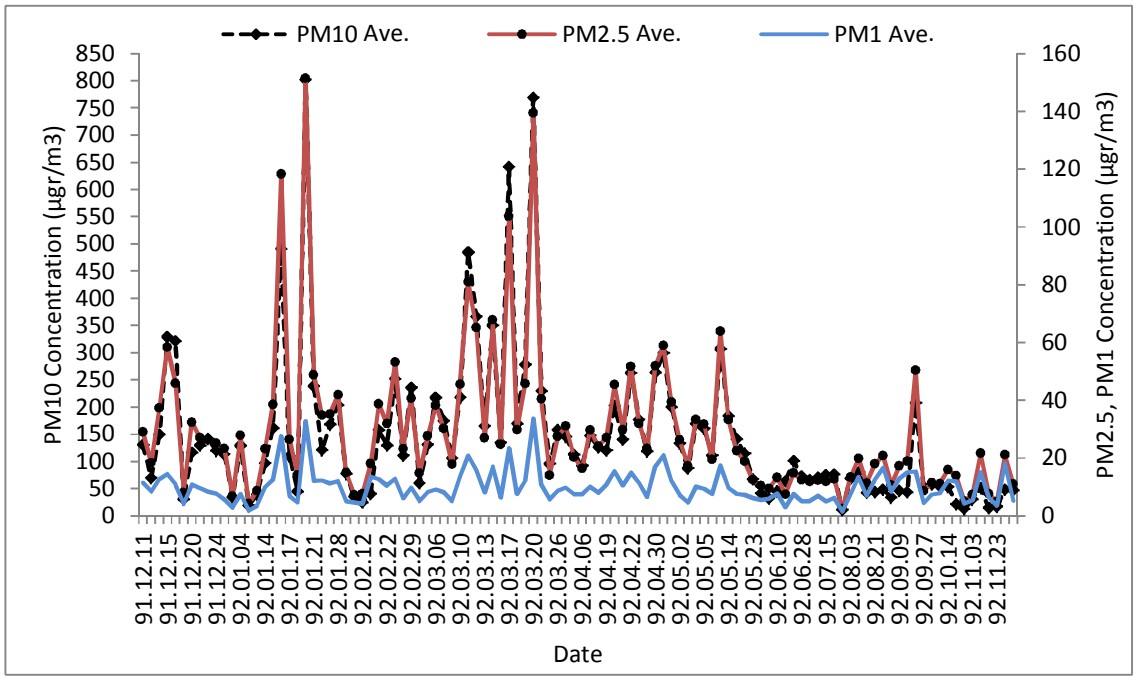


شکل شماره ۱. موقعیت شهر ایلام و محل نمونه برداری

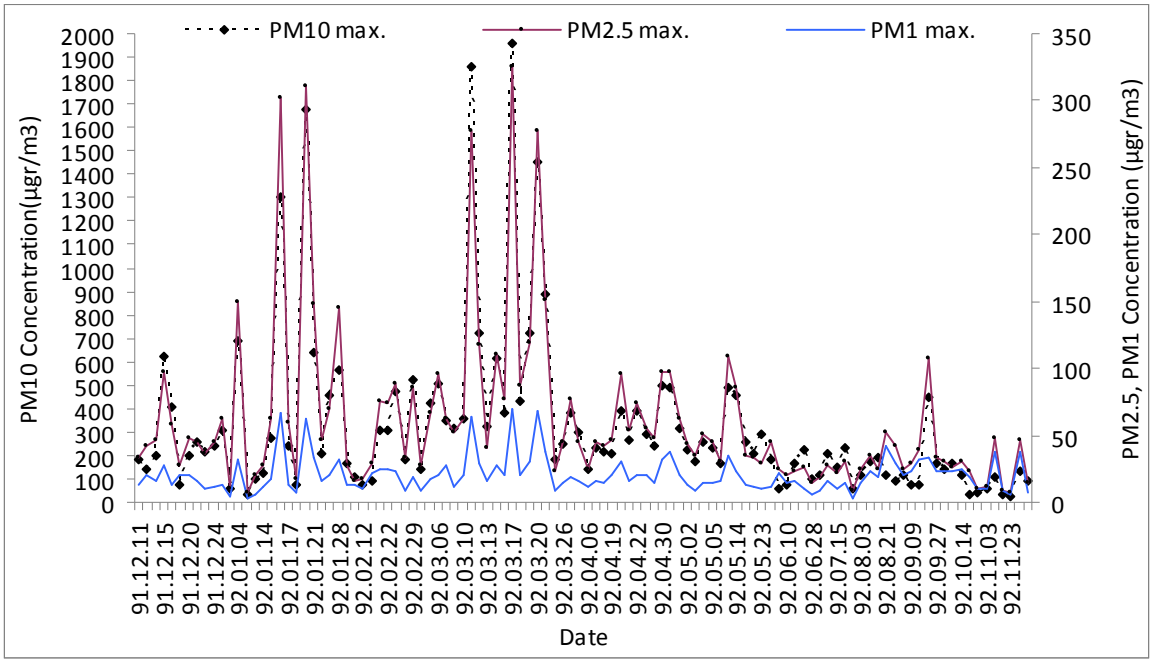
جدول شماره ۱. نتایج آماری غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در ماه های مختلف دوره نمونه برداری(سال ۹۲-۱۳۹۱) در شهر ایلام بر حسب میکروگرم در مترمکعب

ماه ها	تعداد روزهای نمونه	میانگین			حداکثر			حداقل			میانه			انحراف معیار		
		PM_{10}	$PM_{2/5}$	PM_1	PM_{10}	$PM_{2/5}$	PM_1	PM_{10}	$PM_{2/5}$	PM_1	PM_{10}	$PM_{2/5}$	PM_1	PM_{10}	$PM_{2/5}$	PM_1
اسفند	۱۲	۱۴۰/۴	۲۸/۲	۸/۹	۳۲۸/۷	۵۸/۳	۱۴/۵	۳۰/۱	۶/۷	۲/۸	۱۲۴/۸	۲۶/۸	۹/۰	۹۴/۷	۱۴/۵	۳/۵
فروردین	۱۴	۱۹۲/۸	۴۲/۰	۱۱/۴	۸۰۲/۰	۱۵۱/۴	۳۲/۷	۱۹/۴	۴/۲	۱/۷	۱۲۴/۷	۳۱/۴	۱۰/۶	۲۱۰/۹	۴۱/۹	۸/۸
اردیبهشت	۸	۱۲۳/۱	۲۷/۶	۹/۳	۲۵۱/۴	۵۳/۱	۱۳/۶	۲۴/۵	۷/۲	۴/۳	۱۲۰/۴	۲۷/۶	۱۰/۲	۸۸/۵	۱۶/۴	۳/۸
خرداد	۲۰	۲۵۰/۳	۴۴/۶	۱۱/۸	۷۶۸/۶	۱۳۹/۵	۳۳/۷	۶۰/۳	۱۴/۰	۵/۱	۱۷۲/۰	۳۰/۷	۸/۹	۱۸۷/۸	۳۲/۳	۷/۳
تیر	۱۱	۱۷۷/۲	۳۵/۵	۱۲/۱	۲۹۹/۰	۵۸/۹	۲۰/۹	۹۲/۲	۱۶/۳	۶/۵	۱۴۷/۴	۲۹/۸	۱۰/۷	۷۰/۰	۱۴/۱	۴/۵
مرداد	۱۲	۱۴۳/۰	۲۷/۴	۸/۷	۳۰۶/۳	۶۳/۹	۱۷/۴	۴۱/۸	۱۰/۴	۴/۶	۱۳۷/۲	۲۴/۴	۷/۶	۶۹/۷	۱۴/۶	۳/۵
شهریور	۵	۶۲/۹	۱۱/۵	۵/۹	۱۰۰/۹	۱۴/۹	۷/۸	۳۱/۹	۷/۵	۳/۰	۶۳/۵	۱۲/۳	۵/۹	۲۶/۵	۳/۰	۲/۰
مهر	۵	۵۹/۶	۱۰/۲	۴/۹	۷۶/۲	۱۲/۷	۶/۹	۱۰/۶	۲/۴	۱/۴	۷۰/۴	۱۱/۹	۵/۱	۲۷/۷	۴/۴	۲/۱
آبان	۵	۵۶/۶	۱۶/۷	۱۱/۴	۸۰/۰	۲۰/۸	۱۶/۷	۴۲/۰	۱۱/۳	۷/۰	۴۷/۷	۱۸/۰	۱۲/۵	۱۶/۹	۴/۱	۴/۱
آذر	۵	۷۶/۶	۲۱/۲	۱۱/۲	۲۰۷/۲	۵۰/۳	۱۵/۳	۳۳/۷	۸/۶	۴/۵	۴۶/۴	۱۷/۳	۱۲/۹	۷۳/۳	۱۶/۹	۴/۷
دی	۵	۳۹/۸	۱۱/۵	۸/۷	۵۷/۹	۱۵/۹	۱۲/۲	۱۲/۲	۵/۰	۴/۲	۵۳/۳	۱۱/۵	۷/۷	۲۱/۲	۴/۱	۳/۴
بهمن	۵	۳۲/۱	۱۲/۵	۹/۷	۵۱/۲	۲۱/۶	۱۸/۱	۱۴/۵	۴/۸	۳/۵	۳۰/۱	۱۲/۵	۶/۵	۱۷/۱	۸/۲	۶/۵
دوره مطالعه	۱۰۷	۱۴۶/۵	۲۹/۷	۱۰/۰	۸۰۲/۰	۱۵۱/۴	۳۳/۷	۱۰/۶	۲/۴	۱/۴	۱۱۶/۲	۲۳/۳	۸/۴	۱۳۹/۳	۲۵/۳	۵/۷

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

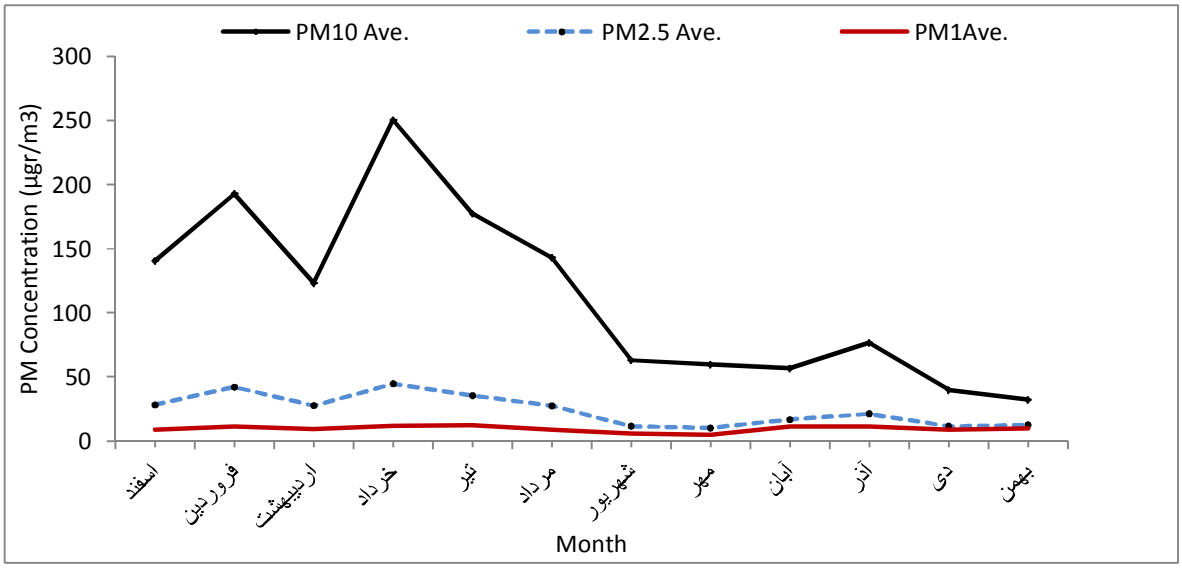


نمودار شماره ۱. روند تغییرات میانگین غلظت ذرات PM_{10}، $PM_{2/5}$و PM_1 در دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

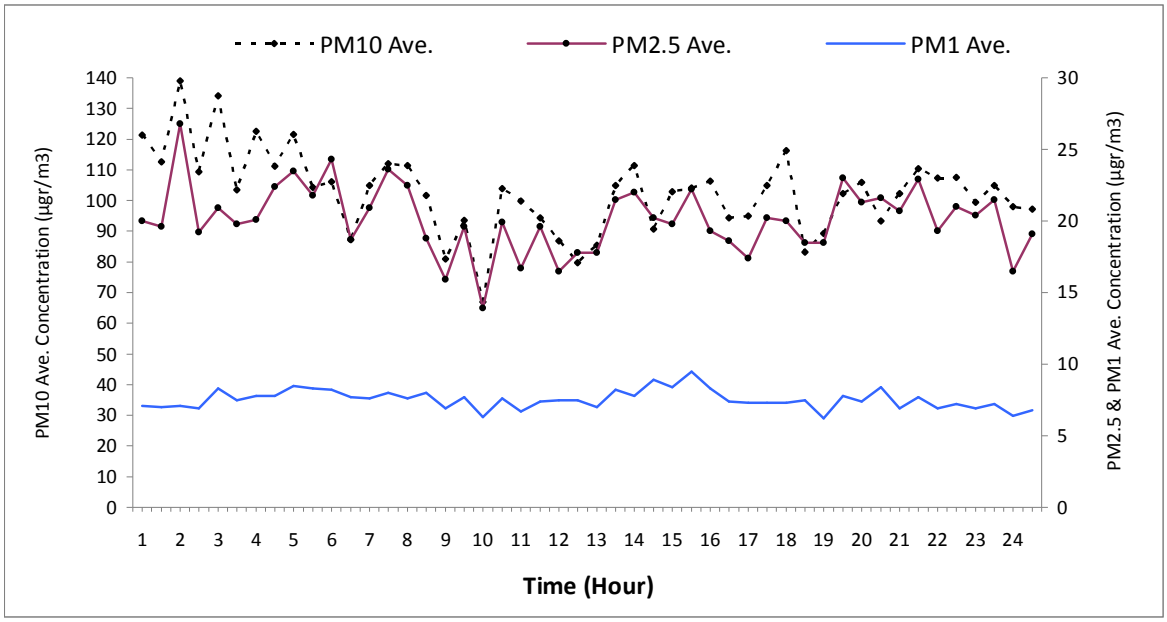


نمودار شماره ۲. روند تغییرات حداکثر غلظت ذرات PM_{10}، $PM_{2/5}$و PM_1 در دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

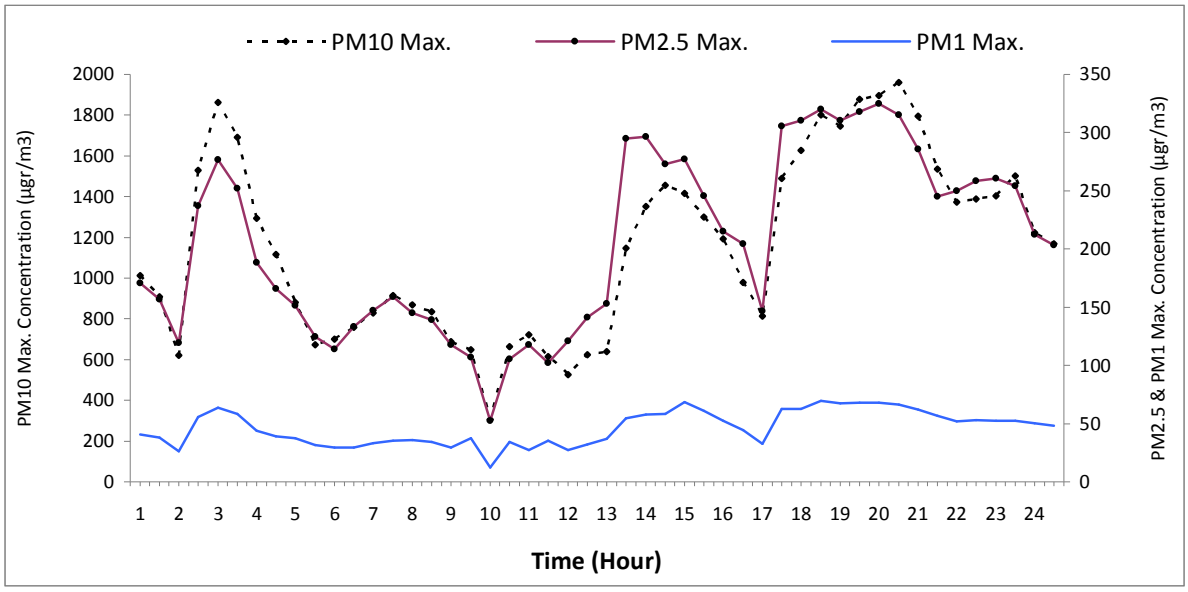


نمودار شماره ۳. روند تغییرات میانگین غلظت ماهیانه ذرات PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام



نمودار شماره ٤. روند تغییرات ساعتی میانگین غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$، PM_1 در شبانه روز در طول دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



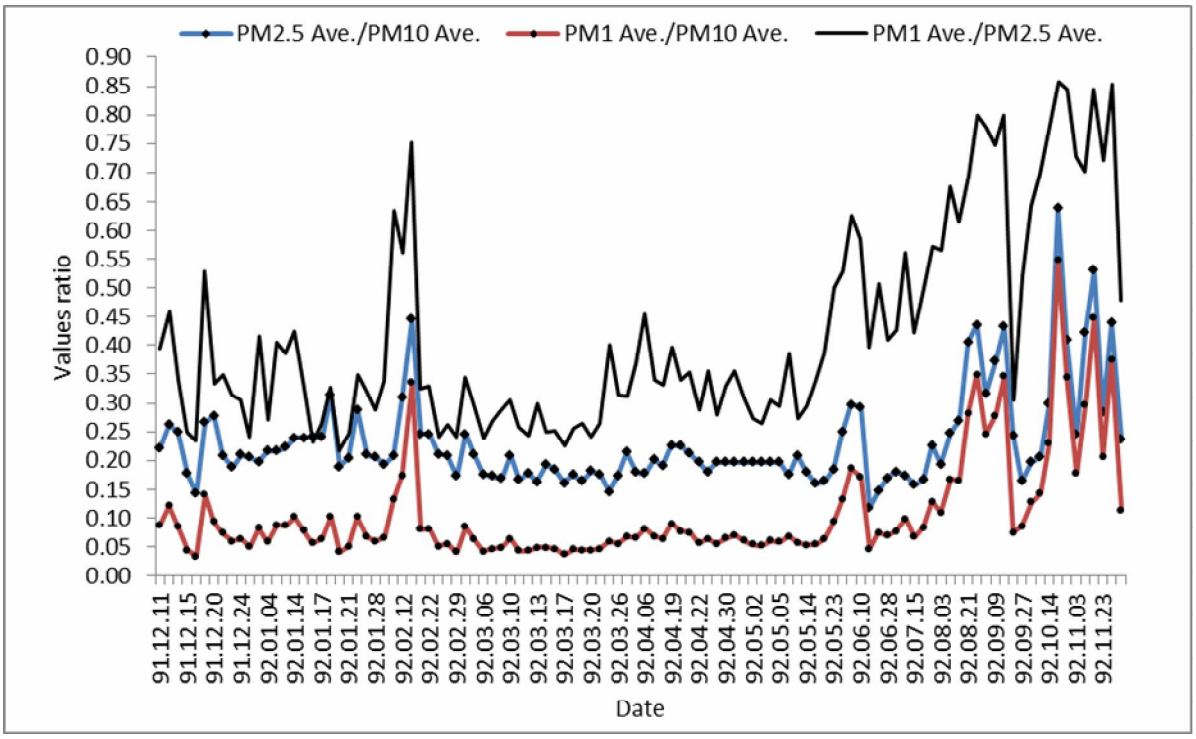
نمودار شماره ۵. روند تغییرات ساعتی میانگین حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$، PM_1 در شبانه روز در طول دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

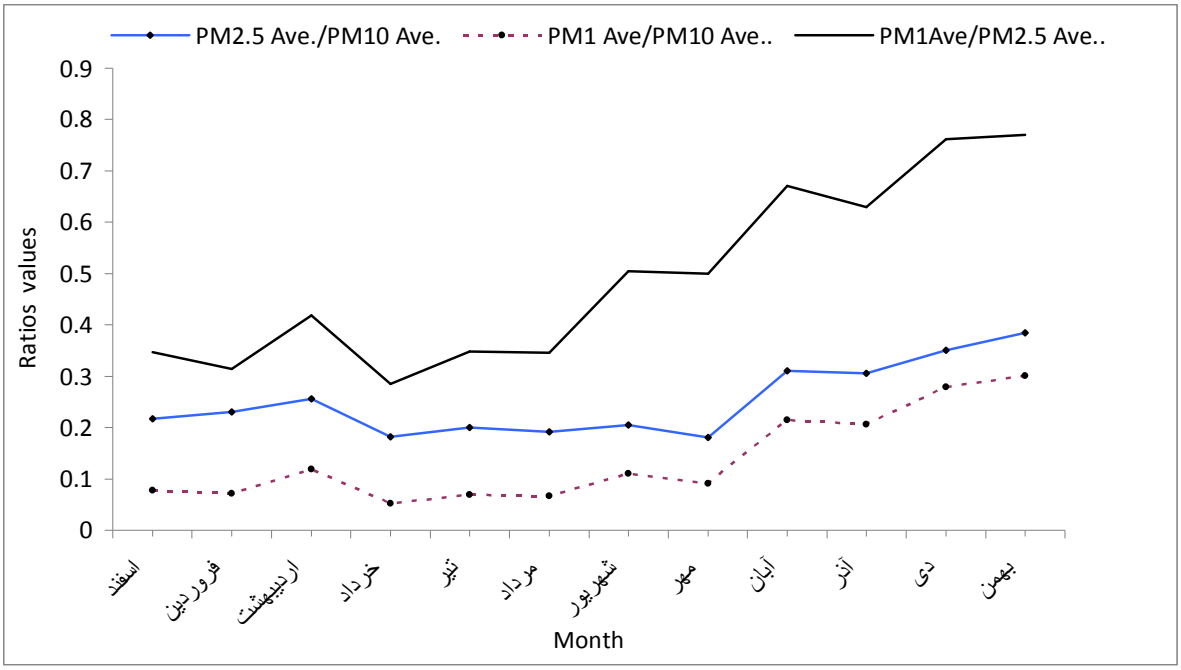
جدول شماره ۲. نتایج آماری مقادیر نسبت های میانگین ماهانه $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10}و $PM_1/PM_{2/5}$ در ماه های مختلف دوره نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

ماه‌ها	تعداد روزهای نمونه برداری	میانگین			حداکثر			حداقل			انحراف معیار		
		$PM_{2/5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_1/PM_{2/5}$	$PM_{2/5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_1/PM_{2/5}$	$PM_{2/5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_1/PM_{2/5}$	$PM_{2/5}/PM_{10}$	PM_1/PM_{10}	$PM_1/PM_{2/5}$
اسفند	۱۲	۰/۲۱۷	۰/۰۷۸	۰/۳۴۷	۰/۲۸	۰/۱۴	۰/۵۳	۰/۱۴	۰/۰۳	۰/۲۴	۰/۰۴	۰/۰۳۱	۰/۰۹
فروردین	۱۴	۰/۲۳۰	۰/۰۷۲	۰/۳۱۴	۰/۳۱	۰/۱۰	۰/۴۲	۰/۱۹	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۳۵	۰/۰۲	۰/۰۶۴
اردیبهشت	۸	۰/۲۵۶	۰/۱۱۹	۰/۴۱۸	۰/۴۵	۰/۳۴	۰/۷۵	۰/۱۷	۰/۰۴	۰/۲۴	۰/۰۸۹	۰/۱	۰/۲۰۱
خرداد	۲۰	۰/۱۸۲	۰/۰۵۲	۰/۲۸۵	۰/۲۵	۰/۰۸	۰/۴	۰/۱۵	۰/۰۴	۰/۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۲	۰/۰۴۶
تیر	۱۱	۰/۲	۰/۰۶۹	۰/۳۴۸	۰/۲۳	۰/۰۹	۰/۴۶	۰/۱۸	۰/۰۵	۰/۲۸	۰/۰۱۶	۰/۰۱	۰/۰۴۸
مرداد	۱۲	۰/۱۹۲	۰/۰۶۷	۰/۳۴۶	۰/۲۵	۰/۱۳	۰/۵۳	۰/۱۶	۰/۰۵	۰/۲۶	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۸۸
شهریور	۵	۰/۲۰۵	۰/۱۱	۰/۵۰۵	۰/۳	۰/۱۹	۰/۶۲	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۴	۰/۰۸۵	۰/۰۶۴	۰/۱۰۲
مهر	۵	۰/۱۸۱	۰/۰۹۱	۰/۵	۰/۲۳	۰/۱۳	۰/۵۹	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۴۲	۰/۰۲۶	۰/۰۲۵	۰/۰۷۵
آبان	۵	۰/۳۱۱	۰/۲۱۵	۰/۶۷۱	۰/۴۴	۰/۳۵	۰/۸	۰/۱۹	۰/۱۱	۰/۵۷	۰/۱۰۵	۰/۰۹۸	۰/۰۸۹
آذر	۵	۰/۳۰۶	۰/۲۰۶	۰/۶۳	۰/۴۳	۰/۳۵	۰/۸	۰/۱۶	۰/۰۷	۰/۳	۰/۱۰۶	۰/۱۲۱	۰/۲۱۳
دی	۵	۰/۳۵۰	۰/۲۷۹	۰/۷۶۲	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۸۶	۰/۲	۰/۱۳	۰/۶۴	۰/۱۸۳	۰/۱۷۴	۰/۰۹۲
بهمن	۵	۰/۳۸۴	۰/۳۰۱	۰/۷۷	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۸۵	۰/۲۴	۰/۱۸	۰/۷	۰/۱۱۷	۰/۱۱۳	۰/۰۷۴
دوره مطالعه	۱۰۷	۰/۲۳۱	۰/۱۰۸	۰/۴۱۸	۰/۶۴	۰/۵۵	۰/۸۶	۰/۱۲	۰/۰۳	۰/۲۲	۰/۰۸۵	۰/۰۹۵	۰/۱۸

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]



نمودار شماره ٦. روند نسبت مقادیر $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ برای غلظت های میانگین روزانه دوره یک ساله در شهر ایلام



نمودار شماره ۷. روند تغییرات میانگین ماهانه نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ دوره یک ساله(۹۲-۱۳۹۱) در شهر ایلام

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

جدول شماره ۳. فراوانی روزهای با ذرات معلق بیشتر از حد استاندارد در کل دوره یک ساله نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱) در شهر ایلام

ماه ها	تعداد روزهای نمونه برداری	تعداد روزهای با PM_{10} بالاتر از حد استاندارد				تعداد روزهای با $PM_{2/5}$ بالاتر از حد استاندارد			
		استاندارد کیفیت هوای آزاد (NAAQS)		استاندارد هوای پاک		استاندارد کیفیت هوای آزاد (NAAQS)		استاندارد هوای پاک	
		فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
اسفند	۱۲	۲	۱۶/۷	۱۰	۸۳/۳	۳	۲۵	۸	۶۶/۷
فروردین	۱۴	۶	۴۲/۹	۱۱	۷۸/۶	۶	۴۲/۹	۹	۶۴/۳
اردیبهشت	۸	۳	۳۷/۵	۵	۶۲/۵	۳	۳۷/۵	۴	۵۰
خرداد	۲۰	۱۳	۶۵	۲۰	۱۰۰	۹	۴۵	۱۵	۷۵
تیر	۱۱	۵	۴۵/۵	۱۱	۱۰۰	۴	۳۶/۴	۸	۷۲/۷
مرداد	۱۲	۵	۴۱/۷	۱۱	۹۱/۷	۲	۴۰	۶	۵۰
شهریور	۵	–	–	۳	۶۰	–	–	–	–
مهر	۵	–	–	۴	۸۰	–	–	–	–
آبان	۵	–	–	۲	۴۰	–	–	–	–
آذر	۵	۱	۲۰	۲	۴۰	۱	۲۰	۱	۲۰
دی	۵	–	–	۳	۶۰	–	–	–	–
بهمن	۵	–	–	۱	۲۰	–	–	–	–
دوره مطالعه	۱۰۷	۳۵	۳۲/۷	۸۳	۷۷/۶	۲۸	۲۶/۲	۵۱	۴۷/۷

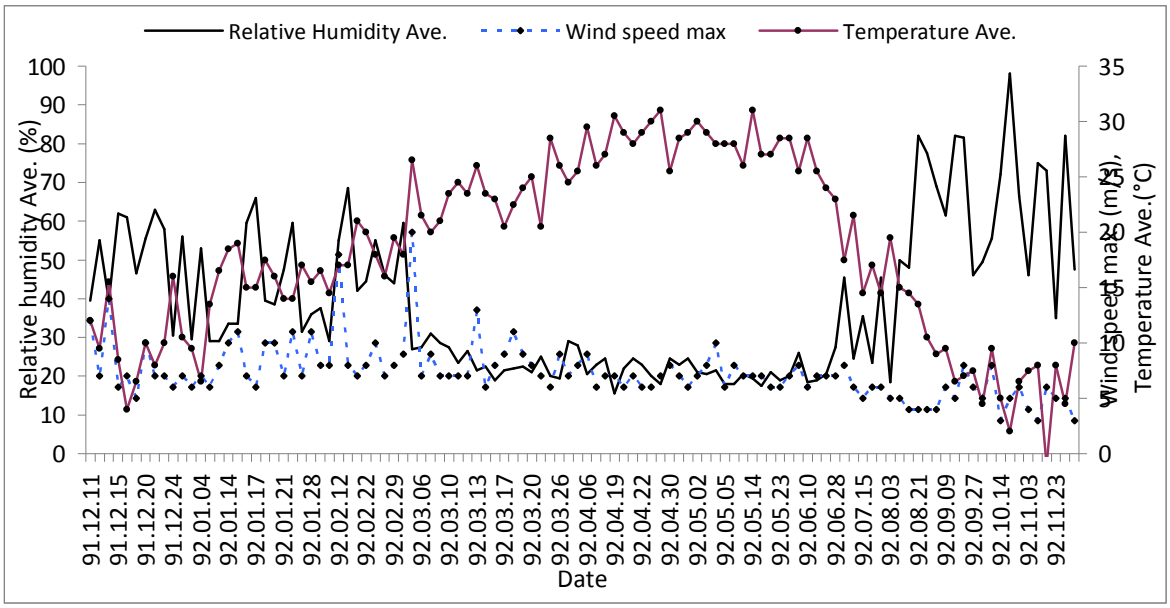
جدول شماره ٤. طبقه بندی کیفیت هوا در شهر ایلام در دوره یک ساله نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱) بر اساس AQI و PM_{10}،$PM_{2/5}$ و ذرات معلق

طبقه بندی کیفیت هوا	AQI	PM_{10}		$PM_{2/5}$		ذرات معلق	
		فراوانی	درصد	فراوانی	درصد	فراوانی	درصد
خوب	۰-۵۰	۲۸	۲۶/۲	۳۳	۳۰/۸	۲۰	۱۸/۷
متوسط	۵۱-۱۰۰	۴۴	۴۱/۱	۴۶	۴۳	۵۲	۴۸/۶
ناسالم برای گروه های حساس	۱۰۱-۱۵۰	۲۱	۱۹/۶	۲۲	۲۰/۶	۲۱	۱۹/۶
ناسالم	۱۵۱-۲۰۰	۸	۷/۵	۵	۴/۷	۸	۷/۵
خیلی ناسالم	۲۰۱-۳۰۰	۱	۰/۹	۱	۰/۹	۱	۰/۹
خطرناک	۳۰۱-۵۰۰	۵	۴/۷	–	–	۵	۴/۷

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

جدول شماره ۵. نتایج آماری مقادیر دما، رطوبت نسبی و سرعت باد در طول دوره یک ساله نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱)

ماه	میانگین			حداکثر			حداقل			میانه			انحراف معیار		
	دما (˚C)	رطوبت (٪)	سرعت باد (km/h)	دما (˚C)	رطوبت (٪)	سرعت باد (km/h)	دما (˚C)	رطوبت (٪)	سرعت باد (km/h)	دما (˚C)	رطوبت (٪)	سرعت باد (km/h)	دما (˚C)	رطوبت (٪)	سرعت باد (km/h)
اسفند	۱۰	۴۹/۶۷	۱۲/۳۲	۱۶	۶۳	۲۴	۴	۲۹/۵	۳/۶	۹/۷۵	۵۵/۲۵	۱۰/۸	۳/۳۸	۱۲/۱۴	۵/۲۶
فروردین	۱۵/۳۲	۴۲/۳۹	۱۳/۱۲	۱۹	۶۶	۲۲/۸	۶/۵	۲۹	۲/۴	۱۵/۷۵	۳۸	۱۴/۴	۳/۰۳	۱۲/۴۲	۴/۱۷
اردیبهشت	۱۷/۸۸	۴۸	۱۳/۱۲	۲۱	۶۸/۵	۲۸/۸	۱۴/۵	۲۹	۴/۸	۱۷/۵	۴۵/۲۵	۱۲	۲/۱۸	۱۱/۶۳	۵/۱۶
خرداد	۲۳/۴	۲۶/۱۳	۱۴/۲۸	۲۸/۵	۵۹/۵	۲۲/۸	۱۸	۱۹	۷/۲	۲۳/۵	۲۴/۲۵	۱۴/۴	۲/۵۸	۸/۶۲	۳/۴۸
تیر	۲۸/۵۵	۲۱/۶۸	۱۳/۹۷	۳۱	۲۴/۵	۲۴	۲۵/۵	۱۵/۵	۷/۲	۲۹	۲۳	۱۳/۲	۱/۷۸	۲/۹۲	۳/۲۹
مرداد	۲۸/۳۳	۲۰/۰۸	۱۳/۹۴	۳۱	۲۴/۵	۲۱/۶	۲۶	۱۷/۵	۷/۲	۲۸/۲۵	۲۰/۲۵	۱۳/۲	۱/۳۵	۱/۹۲	۳/۲۴
شهریور	۲۵/۳	۲۲/۳	۱۳/۰۵	۲۸/۵	۱۸/۵	۱۹/۲	۲۳	۱۸/۵	۷/۲	۲۵/۵	۲۰/۵	۱۳/۲	۲/۰۸	۴/۱۶	۲/۷۱
مهر	۱۷	۳۴/۹	۱۰/۸۴	۲۱/۵	۴۵/۵	۲۰/۴	۱۴/۵	۲۳/۵	۴/۸	۱۷	۳۵/۵	۱۰/۸	۲/۸۷	۱۰/۷۶	۳/۵۴
آبان	۱۴/۶	۵۵/۲	۸/۲۸	۱۹/۵	۸۲	۲۸/۸	۱۰/۵	۱۸/۵	۰	۱۴/۵	۵۰	۷/۲	۳/۲۵	۲۵/۷	۵/۰۶
آذر	۷/۹	۶۸	۷/۹۲	۹/۵	۸۲	۱۵/۶	۶/۵	۴۶	۰	۷/۵	۶۹	۷/۸	۱/۲۹	۱۵/۰۵	۳/۷۲
دی	۵/۵	۶۸/۳	۷/۶	۹/۵	۹۸	۱۴/۴	۲	۴۹/۵	۲/۴	۵	۶۶/۵	۷/۲	۲/۷۶	۱۸/۸۲	۳/۴۹
بهمن	۵/۴	۶۲/۲	۹/۲	۸	۸۲	۱۹/۲	-۱	۳۵	۰	۷/۵	۷۳	۸/۴	۳/۸۶	۲۰/۴۶	۴/۴



نمودار شماره ۸. روند تغییرات پارامترهای رطوبت نسبی، سرعت باد و دما در روزهای نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

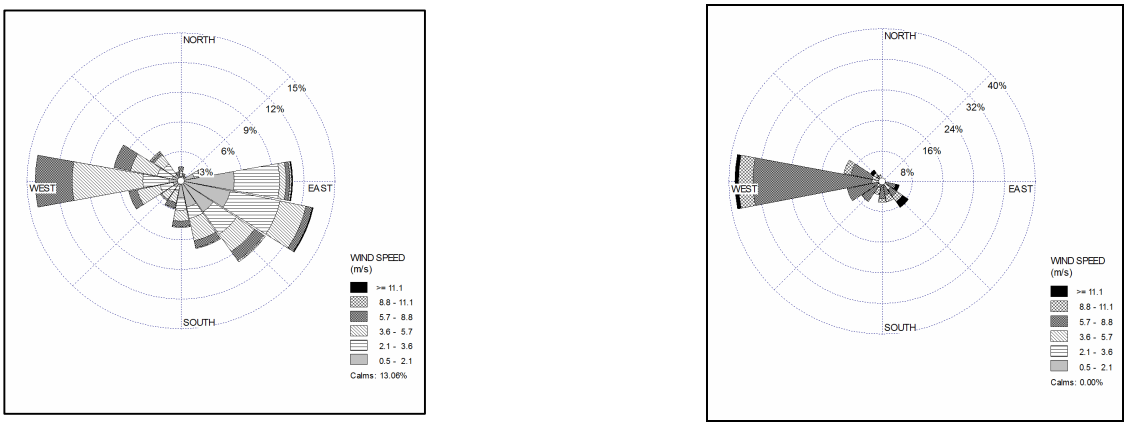
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

جدول شماره ٦. ارتباط بین میانگین غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$و PM_{1} با عوامل جوی دما، رطوبت و سرعت باد در طول دوره نمونه برداری(۹۲-۱۳۹۱) شهر ایلام

پارامترها	دما		رطوبت		سرعت باد		PM_{10}		$PM_{2/5}$		PM_{1}	
	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R
PM_{10}	۰/۰۱۳	۰/۲۴۰*	۰/۰۱۶	-۰/۲۳۱*	۰/۰۷۵	۰/۱۷۳	-	۱	۰/۰۰۰	۰/۹۷۷**	۰/۰۰۰	۰/۸۲۲**
$PM_{2/5}$	۰/۰۶۱	۰/۱۸۲	۰/۲۱۴	-۰/۱۲۱	۰/۰۸۵	۰/۱۶۷	۰/۰۰۰	۰/۹۷۷**	-	۱	۰/۰۰۰	۰/۸۹۳**
PM_{1}	۰/۶۱۶	۰/۰۴۹	۰/۲۵۷	۰/۱۱۱	۰/۸۴۴	۰/۰۱۹	۰/۰۰۰	۰/۸۲۲**	۰/۰۰۰	۰/۸۹۳**	-	۱

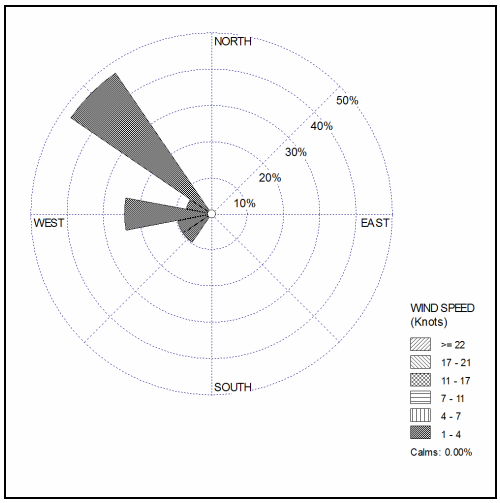
* همبستگی در $p<0.05$ معنی دار است

** همبستگی در $p<0.01$ معنی دار است



الف ب

نمودار شماره ۹. گلباد جهت و کلاس سرعت کل بادهای وزیده شده(الف) و گلباد جهت و کلاس حداکثر سرعت روزانه باد(ب) در طول دوره نمونه برداری در ایلام سال ۹۲-۱۳۹۱



نمودار شماره ۱۰. گلباد جهت ورود طوفان های گرد و غبار به شهر ایلام در طول دوره نمونه برداری سال ۹۲-۱۳۹۱

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

بحث و نتیجه گیری

میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در طول دوره نمونه برداری به ترتیب ۱۳۹/۳±۱۴۶/۶، ۲۵/۳±۲۹/۷ و ۵/۷±۱۰ و حداکثر غلظت ساعتی PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 به ترتیب ۱۹۵۸/۹، ۳۲۵ و ۶۹/۸ میکروگرم بر متر مکعب در خردادماه بود. در مطالعه مشابهی که توسط شاهسونی و همکاران در اهواز در فروردین تا مهر سال ۱۳۸۹ انجام شد، میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$، PM_1 در کل دوره مطالعه به ترتیب ۴۰۷/۰۷±۳۱۹/۶، ۸۳/۲±۶۹/۵ و ۳۴/۹±۳۷/۰۲ و حداکثر غلظت ساعتی اتفاق افتاده PM_{10}، $PM_{2/5}$، PM_1 در کل دوره مطالعه به ترتیب ۵۳۳۷/۶، ۹۱۰/۹ و ۴۹۵/۳ میکروگرم بر متر مکعب در خردادماه بود،(۲۶)، که با مطالعه ما تطابق دارد. در مطالعه دیگری که توسط گودرزی و همکاران در شهر اهواز، از آبان سال ۱۳۹۰ تا اردیبهشت ۱۳۹۱ انجام دادند، میانگین و انحراف معیار غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در کل دوره مطالعه به ترتیب ۷۷۵/۳±۵۹۸/۹، ۱۲۹/۵±۱۱۴/۹ و ۲۵/۳±۳۴/۵ و حداکثر غلظت ساعتی اتفاق افتاده PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در کل دوره مطالعه به ترتیب ۴۷۳۰/۱، ۷۷۴/۴ و ۱۶۴/۲ میکروگرم بر متر مکعب در بهمن ماه بود،(۲۸)، به نظر می رسد یکی از علل اختلاف غلظت ذرات معلق در مطالعه حاضر و دو مطالعه انجام شده در شهر اهواز علاوه بر اختلاف در شرایط جغرافیائی، شرایط جوی، فاصله از کانون های گرد و غبار و غیره، می تواند دوره زمانی سنجش ذرات باشد که در مطالعه حاضر در یک سال کامل و در دو مطالعه انجام شده در شهر اهواز در دوره زمانی محدودی از سال انجام شده است، که اغلب طوفان های گرد و غبار در آن دوره زمانی اتفاق می افتند. از جمله مطالعات دیگر که در خصوص وقایع گرد و غبار در منطقه انجام شده است، مطالعه ای است که توسط Draxler, R.R. و همکاران در کویت، عراق و عربستان که از منابع عمده وقایع گرد و خاک در منطقه خاورمیانه از جمله جنوب غرب و غرب ایران محسوب می شوند، انجام شده است. در این مطالعه غلظت PM_{10} بیشتر از ۳۰۰۰ $\mu g/m^3$ ثبت شده است،(۲۵). در مطالعه ای که Engelbrecht, J. P. و همکاران در قطر با جمع آوری ۶۰ نمونه در طول مدت یک سال(۲۰۰۷-۲۰۰۶) انجام دادند، نشان داد میانگین غلظت کل ذرات معلق ۲۸۲ $\mu gr/m^3$ و غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ به ترتیب ۱۶۵ و ۶۷ میکروگرم بر متر مکعب بود،(۱). در مطالعه دیگری که Zhao و همکاران(۲۰۱۱) در چین انجام دادند غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ را قبل، در هنگام و بعد از رخ دادن طوفان گرد و غبار از ۲۰ تا ۲۴ مارس ۲۰۱۰، مورد بررسی قرار دادند. میانگین غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ در طی این مدت به ترتیب ۲۳۷/۴±۳۲۲ و ۱۰۸/۸±۱۴۱/۵ میکروگرم بر متر مکعب بود، در حالی که غلظت روزانه PM_{10} در روزهای عادی ۸۰$\mu g/m^3$ بود،(۳۳). نتایج مطالعه Meng و همکاران در سال ۲۰۰۷ بر روی گرد و غبار آسیائی نشان می دهد که در زمان رخ دادن طوفان های گرد و غبار در سال ۲۰۰۰ غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ به ترتیب به بیش از ۱۵۰۰ و ۲۳۰ میکروگرم بر متر مکعب رسیده است. غلظت PM_{10} در روزهای گرد و غباری نسبت به روزهای عادی بیش از ۱۰-۵ برابر افزایش یافته است،(۳۴). در مطالعه حاضر نیز نتایج آزمون ناپارامتری من ویتنی نشان می دهد که غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در کل دوره مطالعه، تحت تاثیر پدیده طوفان های گرد و غبار در روزهای گرد و غباری و عادی اختلاف معنی داری را دارند.($P<0.05$)

نتایج مطالعه حاضر نشان می دهد که میانگین و حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در خردادماه بیشترین مقادیر را داشته اند. در مطالعه انجام شده توسط شاهسونی و همکاران در شهر اهواز، بالاترین میانگین و حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در ماه های خرداد و تیر گزارش شده است، که با مطالعه حاضر مطابقت دارد،(۲۶). هم چنین این یافته ها با نتایج حاصل از مطالعه Draxler و همکاران(۲۰۰۱) نیز هم خوانی دارند. در این مطالعه حداکثر غلظت PM_{10} در کویت، عراق و عربستان سعودی در ماه های اردیبهشت و خرداد گزارش شده است،(۲۵)، بر این اساس به نظر می رسد بیشترین وقایع گرد و غبار در خاور میانه در اواخر بهار و اوایل تابستان رخ می دهند. در مطالعه انجام شده توسط گودرزی و همکاران در اهواز بالاترین میانگین و حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در اسفندماه گزارش شده است،(۲۸)، که با نتایج مطالعه ما هم خوانی ندارد. علت این عدم هم خوانی محدودیت زمانی مطالعه گودرزی و همکاران می باشد. بر اساس نتایج حاصل از آزمون ناپارامتری کروسکال والیس

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

غلظت PM_{10} و $PM_{2/5}$ در ماه ها و فصول مختلف سال تفاوت معنی داری دارند، اما این اختلاف برای غلظت PM_1 معنی دار نیست.

تغییرات ساعتی میانگین حداکثر غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 در شبانه روز، در طول دوره نمونه برداری در شهر ایلام سه نقطه اوج در ساعات ۳، ۱۵-۱۳ و ۲۱-۱۸ را نشان می دهد. شاهسونی و همکاران در مطالعه انجام شده در شهر اهواز نیز گزارش نمودند که روند تغییرات میانگین غلظت PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 نشان دهنده سه نقطه اوج صبح(ساعت ۱۳)، بعدازظهر(ساعت ۱۹) و در شب(ساعت ۲۲) می باشد،(۲۶)، البته با توجه به این که طوفان های گرد و غبار ورودی به ایلام عمدتاً منشاء خارجی دارند، بنا بر این زمان های وقوع حداکثر غلظت ذرات معلق تابع شرایط و ناپایداری های جوی در منابع و چشمه های تولید گرد و غبار که عمدتاً در کشور عراق و سوریه هستند، می باشد. وقوع غلظت های بالای ذرات معلق در بعدازظهر را می توان ناشی از شرایط جوی ناپایدار و افزایش سرعت باد در بعد از دانست. مطالعات مشابه این مطلب را تایید می نمایند.(۳۵،۳۶)

نسبت ذرات معلق تشکیل دهنده PM به عنوان یک شاخص برای تعیین منشاء گرد و غبار(طبیعی یا انسان ساز) می تواند مورد استفاده قرار گیرد. یک نسبت $PM_{10}/PM_{2/5}$پایین نشان دهنده منابع طبیعی PM است که سهم بیشتری از PM_{10} را دارند،(۳۷). تغییرات نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ در این مطالعه در محدوده ۰/۶۴-۰/۱۲ است که از اسفند ۱۳۹۱ تا مهر ۱۳۹۲ روند نسبتاً یکنواخت و از آبان تا بهمن ۱۳۹۲ روند افزایشی را نشان می دهد. با توجه به زمان وقوع اکثر طوفان های گرد و غبار که از اسفند تا مهر واقع شده اند، می توان نتیجه گرفت که طوفان های گرد و غبار باعث افزایش ذرات $MP_{2/5-10}$ و در نتیجه کاهش نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ می شوند. این الگو به طور مشابه برای نسبت های PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ نیز مشاهده می شود. میانگین نسبت های $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در روزهای عادی ۰/۲۴۸، ۰/۱۲۶ و ۰/۴۶۲ و در روزهای گرد و غباری به ترتیب ۰/۱۹۱، ۰/۰۵۲ و ۰/۲۶۹ بود. این نتایج با بسیاری از مطالعات مشابه که بر روی گرد و غبارهای با منشاء طبیعی کار کرده اند، مطابقت دارد. از جمله این مطالعات مطالعات انجام شده در اهواز است که توسط شاهسونی و همکاران(۱۳۸۹)،(۲۶)، و گودرزی و همکاران(۹۲-۱۳۹۱)،(۲۸)، انجام شده است. میانگین نسبت های $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10} و $PM_1/PM_{2/5}$ در این دو مطالعه به ترتیب ۰/۱۱، ۰/۲۲، ۰/۵۱ و ۰/۲۵۷، ۰/۱۳۴، ۰/۴۵۱ بود.

مطالعه chen و همکاران در سال ۲۰۰۴ در خصوص گرد و غبار آسیائی نشان داد که میانگین نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ در روزهای عادی ۰/۷-۰/۶ و در روزهای گرد و غباری به کمتر از ۴۵ درصد کاهش می یابد. علت آن را افزایش ذرات درشت($MP_{2/5-10}$) در روزهای گرد و غباری اعلام کرده اند،(۳۸). نتایج مطالعه وانگ و همکاران(۲۰۰۷) نشان دهنده افزایش ذرات بزرگ تر از ۲/۵ میکرومتر در گرد و غبار منتقله است،(۳۹). در مطالعه دیگری که در تایوان انجام شد میانگین نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ در روزهای عادی ۰/۶ و در روزهای وقوع گرد و غبار ۰/۵ بود.(۴۰)

میانگین نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ به دست آمده در این مطالعه نسبت به مقادیر حاصل از برخی از مطالعات انجام شده دیگر کمتر است. برای مثال He و همکاران(۲۰۰۱) میانگین نسبت $PM_{2/5}/PM_{10}$ را در دوره مطالعه ۶۴ درصد گزارش نموده اند،(۲۳). دلیل این اختلاف می تواند تفاوت در منشاء گرد و غبار شامل طوفان های گرد و غبار و منابع انسان ساز باشد که معمولاً در منابع طبیعی گرد و غبار این نسب کمتر است،(۲۶)، و یا مواد و اندازه ذرات تشکیل دهنده پوسته زمین در منابع تولید و شرایط جوی،(۳۷)، باشد. یکی دیگر از دلایل این اختلاف ها مدت زمان و مطالعه در فصول مختلف است که غالباً در فصول بدون گرد و غبار این نسبت ها مقادیر بیشتری را نشان می دهد و از طرفی در فصول سرد سال منابع غیر طبیعی ذرات معلق ریز بیشتری تولید می کنند که منجر به افزایش این نسبت ها می شود.(۲۶)

با توجه به نتایج آزمون ناپارامتری من ویتنی میانگین نسبت های $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10}، $PM_1/PM_{2/5}$ در روزهای عادی و گرد و غباری اختلاف معنی داری دارند.($P<0.05$) هم چنین بر اساس نتایج حاصل از آزمون کروسکال والیس میانگین نسبت های $PM_{2/5}/PM_{10}$، PM_1/PM_{10}، $PM_1/PM_{2/5}$ اندازه گیری شده در کل روزهای نمونه برداری در ماه ها و فصول مختلف سال دارای اختلاف معنی داری بودند.($P<0.05$)

در طول دوره یک ساله طرح در شهر ایلام ۳۵ روز با غلظت PM_{10} بیشتر از $150\mu g/m^3$ اتفاق افتاده است که

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

بیشترین روزهای گرد و غباری در خردادماه(۱۳ روز) و پس از آن در فروردین ماه رخ داده است. با توجه به نتایج حاصل از سنجش دوره ای میانگین سالیانه غلظت PM_{10} حدود ۳/۸۵ برابر استاندارد سالانه($۲۰\mu g/m^3$) بود و آزمون T-Test نشان می دهد که میانگین غلظت PM_{10} نسبت به استاندارد سالانه دارای اختلاف معنی داری($P<0.05$) می باشد. هم چنین میانگین سالیانه غلظت $PM_{2/5}$، ۱/۷ برابر استاندارد سالانه($۱۰\mu g/m^3$) بود و آزمون T-Test نشان می دهد که میانگین غلظت $PM_{2/5}$ نسبت به استاندارد سالانه اختلاف معنی داری($P<0.05$) را دارد. در مطالعه ای که شاهسونی و همکاران سال ۱۳۸۹ در شهر اهواز انجام دادند در مجموع ۱۲۱ روز گرد و غباری(روزهایی که میانگین غلظت PM_{10} در ساعتی از آن به بالاتر از $۲۵۰\mu g/m^3$ رسیده باشد) را گزارش نمودند که بیشترین روزهای گرد و غباری در تیرماه(۱۶ روز) و در رتبه های بعدی در اردیبهشت و اسفند اتفاق افتاده است،(۲۶). با توجه به اطلاعات سازمان حفاظت محیط زیست استان ایلام تعداد روزهای با غلظت PM_{10} بیشتر از حد مجاز استاندارد هوای آزاد($۱۵۰\mu g/m^3$) در سال های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۱ به ترتیب ۶، ۳، ۱۳، ۱۹، ۴، ۵، ۶ و ۳۳ روز بوده است که بیشتر این روزها در خرداد و تیرماه اتفاق افتاده اند. توجه به این آمار نشان دهنده روند افزایشی تعداد روز های گرد و غباری در سال های اخیر است. نتایج حاصل از مطالعه Jacquelyn در سال ۲۰۰۹ نشان می دهد که تعداد روزهای گرد و غباری در عراق از ۱۵ روز در سال ۲۰۰۳ به ۸۵ روز در سال ۲۰۰۸ افزایش یافته است. در طی این سال ها بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری به ترتیب در ماه های تیر، فروردین، اردیبهشت و اسفند و کمترین آن در آذر، آبان و مهر ماه اتفاق افتاده است،(۴۱). مطالعه Drexler و همکاران در سال ۲۰۰۱ نشان می دهد که حداکثر غلظت PM_{10} در عربستان، کویت و عراق در ماه های فروردین و تیر اتفاق افتاده است،(۲۵). بر اساس مطالعه Middleton و همکاران در سال ۱۹۸۶ بیشترین فعالیت توده های گرد وغبار در کویت و عراق در ماه های فروردین و اردیبهشت رخ می دهد،(۴۲). مطالعه Kang و همکاران در سال ۲۰۰۹ نشان می دهد که گرد و غبار آسیائی عمدتاً در اواخر زمستان و بهار اتفاق می افتد.(۴۳)

شاخص کیفیت هوا(AQI) در ۵ روز از سال در شرایط خطرناک بود که در ماه های فروردین و خرداد رخ داد. بر اساس این شاخص اکثر روزهای با کیفیت ناسالم هوا(۳۵ روز) از اسفند تا مردادماه اتفاق افتاده است. مطالعه لیلی و همکاران در خصوص تعیین شاخص AQI در شهر تهران نشان داد که ذرات ریز($PM_{2/5}$) به عنوان ذرات آلاینده مسئول بودند،(۴۴)، اما در مطالعه حاضر ذرات درشت(PM_{10}) به عنوان ذرات آلاینده مسئول شناخته شدند که با نتایج حاصل از مطالعه شاهسونی و همکاران،(۲۶)، در اهواز مطابقت دارد. با توجه به مطالب بیان شده قبلی این هم می تواند دلیل دیگری بر سهم بیشتر ذرات درشت در طوفان های گرد و غبار با منشاء طبیعی باشد.

با توجه به نتایج آزمون ناپارامتری من ویتنی، حداکثر سرعت روزانه باد و رطوبت نسبی در روزهای عادی و گرد و غباری اختلاف معنی داری را نشان داد.($P<0.05$) دمای هوا در هنگام نمونه برداری در روزهای عادی و گرد و غباری تفاوت معنی داری را نشان نداد($P>0.05$) که علت این امر این است که اغلب نمونه های گرفته شده در محدوده ساعت ۹ تا ۱۰ صبح بوده است. قابل توجه است که میانگین دمای روزانه اختلاف معنی داری را در روزهای عادی و گرد و غباری داشت که علت آن می تواند این باشد که غالب پدیده های گرد و غبار در فصول گرم سال اتفاق افتاده اند.

با توجه به نتایج حاصل از آزمون اسپیرمن PM_{10} با دما همبستگی معنی دار مثبت ناچیز($P<0.05$)، با رطوبت نسبی همبستگی معنی دار منفی ضعیف($P<0.05$) و با سرعت باد همبستگی مثبت غیر معنی داری را داشت. هم چنین $PM_{2/5}$با دما و سرعت باد همبستگی مثبت غیر معنی داری و با رطوبت نسبی همبستگی منفی غیر معنی داری را نشان می دهد. حداقل دید افقی با PM_{10}، $PM_{2/5}$ و PM_1 همبستگی معنی دار مثبت قوی را با هم داشتند.($P<0.05$). این نتایج نشان دهنده این است که سرعت باد زیاد، رطوبت کم و درجه حرارت بالا شرایط مناسب برای وقوع طوفان های گرد و غبار در خرداد و تیرماه را ایجاد می کنند.

با توجه به نمودار گلباد، جهت بادهای با حداکثر سرعت روزانه غالباً غربی و شمال غربی هستند و از طرفی چون منابع اصلی طوفان های گرد و غبار از جمله عراق، سوریه، عربستان و کویت در غرب ایلام هستند، به نظر می رسد که این منابع عامل اصلی ایجاد گرد و غبار در شهرهای غربی کشور از جمله ایلام باشند. البته نتایج حاصل از این مطالعه هم این موضوع را تایید می کند با توجه به نتایج حاصل در کل ۹۶/۷ درصد از

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

کل طوفان های گرد و غبار از جهت زاویه ۳۲۶-۲۱۴ درجه وارد ایلام شده است که با جهت بادهای با حداکثر سرعت روزانه منطبق است. بنا بر این می توان منابع گرد و غبار ورودی به ایلام را به ترتیب اولویت استان نینوا عراق و مناطق هم جوار در شرق سوریه، استان الانبار عراق و در رتبه های بعدی استان های صلاح الدین و جنوب کشور عراق را نام برد. تعداد محدودی طوفان گرد و غبار در مدت مطالعه از کشورهای عربستان و کویت و حتی شمال آفریقا ایلام را تحت تاثیر قرار داده اند. عراق شامل مناطق وسیعی از کویرهای شن و ماسه است(تقریباً ۴۰ درصد کل مساحت کشور عراق)،(۲۶)، خشکسالی ۱۹۹۹، اقدامات جنگل زدائی، استفاده نامناسب از زمین، بی ثباتی سیاسی، جنگ و تصمیمات داخلی نادرست از عمده دلایل افزایش میزان بیابان زائی در این کشور می باشند،(۲۶،۴۵). البته به نظر می رسد کاهش آب رودخانه های دجله و فرات از مبادی مرزی یکی دیگر از علل باشد.

مطالعه حاضر نشان دهنده وضعیت وقایع گرد و غبار در شهر ایلام و تاثیر منفی آن بر کیفیت هوا است که می تواند اثرات مضر شدیدی را بر سلامت داشته و باعث افزایش بیماری های قلبی-عروقی و تنفسی، آفزایش پذیرش بیمارستانی به دلیل بیماری های تنفسی و قلبی-عروقی و افزایش مرگ و میر پیش از موعد در گروه های حساس شود،(۴۶). بنا بر این لازم است برای تعیین میزان تاثیر این پدیده بر سلامت و روش های مقابله با آن مطالعات بیشتری انجام شود.. نتایج این مطالعه می تواند توسط سیاست گزاران و مقامات محلی برای طراحی و اجرای اقدامات کنترلی مناسب، مورد استفاده قرار گیرد. البته کاهش این پدیده مضر در مقیاس بزرگ نیاز به هماهنگی و اقدامات بین المللی و منطقه ای دارد، در غیر این صورت این تلاش ها ممکن است موثر نباشد.

سپاسگزاری

از مدیر کل و کارکنان اداره کل هواشناسی استان ایلام به خصوص آقای مهندس میهن پرست که در جمع آوری اطلاعات هواشناسی و پیش بینی همکاری نمودند، تقدیر و تشکر به عمل می آید.

References

1.Teather K, Hogan N, Critchley K, Gibson M, Craig S, Hill J. Examining the links between air quality, climate change and respiratory health in Qatar. Avicenna 2013;6:142-8.
2.Evans J, van Donkelaar A, Martin RV, Burnett R, Rainham DG, Birkett NJ, et al. Estimates of global mortality attributable to particulate air pollution using satellite imagery. Environ Res 2013;120:33-42.
3.Shahsavani A, Naddafi K, Haghighifard NJ, Mesdaghinia A, Yunesian M, Nabizadeh R, et al. Characterization of ionic composition of TSP and PM10 during the Middle Eastern Dust (MED) storms in Ahvaz, Iran. Environ Monitor Assess 2012;184:6683-92.
4.Wang S, Wang J, Zhou Z, Shang K. Regional characteristics of three kinds of dust storm events in China. Atmospher Environ 2005;39:509-20.
5.Kurosaki Y, Mikami M. Recent frequent dust events and their relation to surface wind in East Asia. Geophys Res Lett 2003;30:421-6.
6.Geng H, Meng Z, Zhang Q. In vitro responses of rat alveolar macrophages to particle suspensions and water-soluble components of dust storm $PM_{2.5}$. Toxicol In Vitro 2006;20: 575-84.
7.Chien LC, Yang CH, Yu HL. Estimated Effects of Asian Dust Storms on Spatiotemporal Distributions of Clinic Visits for Respiratory Diseases in Taipei Children(Taiwan). Environ Health Perspect 2012;120:1215-20.
8.Kang JH, Keller JJ, Chen CS, Lin HC. Asian dust storm events are associated with an acute increase in pneumonia hospitalization. Ann Epidemiol 2012;22:257-63.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

9.Hong YC, Pan XC, Kim SY, Park K, Park EJ, Jin X, et al. Asian dust storm and pulmonary function of school children in Seoul. Sci Total Environ 2010;408:754-9.
10.Meng Z, Zhang Q. Damage effects of dust storm $PM_{2.5}$ on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats. Food Chem Toxicol 2007;45:1368-74.
11.Kellogg CA, Griffin DW. Aerobiology and the global transport of desert dust. Trends Ecol Evolut 2006;21:638-44.
12.Griffin DW. Atmospheric movement of microorganisms in clouds of desert dust and implications for human health. Clin Microbiol Rev 2007;20:459-77.
13.Sandstrom T, Forsberg B. Desert dust: an unrecognized source of dangerous air pollution? Epidemiology 2008;19:808-9.
14.Akata N, Hasegawa H, Kawabata H, Chikuchi Y, Sato T, Ohtsuka Y, et al. Deposition of ^{137}Cs in Rokkasho, Japan and its relation to Asian dust. J Environ Rad 2007;95:1-9.
15.Li Y, Gibson JM, Jat P, Puggioni G, Hasan M, West JJ, et al. Burden of disease attributed to anthropogenic air pollution in the United Arab Emirates: estimates based on observed air quality data. Sci Total Environ 2010; 408:5784-93.
16.Moulin C, Lambert CE, Dulac F, Dayan U. Control of atmospheric export of dust from North Africa by the North Atlantic Oscillation. Nature 1997;387:691-7.
17.Wang X, Huang J, Ji M, Higuchi K. Variability of East Asia dust events and their long-term trend. Atmospher Environ 2008; 42:3156-65.
18.O'Hara SL, Clarke ML, Elatrash MS. Field measurements of desert dust deposition in Libya. Atmospher Environ 2006;40:3881-97.
19.Natsagdorj L, Jugder D, Chung Y. Analysis of dust storms observed in Mongolia during 1937–1999. Atmospher Environ 2003; 37:1401-11.
20.Kwon HJ, Cho SH, Chun Y, Lagarde F, Pershagen G. Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. Environ Res 2002;90:1-5.
21.Liu CM, Young CY, Lee YC. Influence of Asian dust storms on air quality in Taiwan. Sci Total Environ 2006;368:884-97.
22.Zhang X, Shi P, Liu L, Tang Y, Cao H, Zhang X, et al. Ambient TSP concentration and dustfall in major cities of China: Spatial distribution and temporal variability. Atmospher Environ 2010;44:1641-8.
23.He K, Yang F, Ma Y, Zhang Q, Yao X, Chan CK, et al. The characteristics of $PM_{2.5}$ in Beijing, China. Atmospher Environ 2001; 35:4959-70.
24.Léon JF, Legrand M. Mineral dust sources in the surroundings of the north Indian Ocean. Geophys Res Lett 2003;30:543-51.
25.Draxler RR, Gillette DA, Kirkpatrick JS, Heller J. Estimating PM_{10} air concentrations from dust storms in Iraq, Kuwait and Saudi Arabia. Atmospher Environ 2001;35:4315-30.
26.Shahsavani A, Naddafi K, Jafarzade Haghighifard N, Mesdaghinia A, Yunesian M, Nabizadeh R, et al. The evaluation of PM_{10}, $PM_{2.5}$, and PM_1 concentrations during the Middle Eastern Dust (MED) events in Ahvaz, Iran, from april through september 2010. J Arid Environ 2012;77:72-83.
27.Goudie A, Middleton N. Saharan dust storms: nature and consequences. Earth Sci Rev 2001;56:179-204.
28.Goudarzi G, Shirmardi M, Khodarahmi F, Hashemi-Shahraki A, Alavi N, Ankali KA, et al. [Particulate matter and bacteria characteristics of the Middle East Dust (MED) storms over Ahvaz, Iran]. Aerobiologia 2010: 5:1-12. (Persian)
29.Jamshidi A, Karimzadeh K, Raigan Shirazi A. [Particulate Air Pollution Concentration in the City of Gachsaran, 2005-2006]. Armaghan Danesh 2007;5:631-6. (Persian)
30.Burkart J, Steiner G, Reischl G, Moshammer H, Neuberger M, Hitzenberger R. Characterizing the performance of two optical particle counters (Grimm OPC1. 108 and OPC1. 109) under urban aerosol conditions. J Aerosol Sci 2010;41:953-62.
31.Grimm H, Eatough DJ. Aerosol measurement: the use of optical light scattering for the determination of particulate size distribution, and particulate mass, including the semi-volatile fraction. J Air Waste Manag Assoc 2009;59:101-7.
32.Li J, Zhuang G, Huang K, Lin Y, Xu C, Yu S. Characteristics and sources of air-borne

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

particulate in Urumqi, China, the upstream area of Asia dust. Atmospher Environ 2008; 42:776-87.
33.Zhao J, Zhang F, Xu Y, Chen J, Yin L, Shang X, et al. Chemical characteristics of particulate matter during a heavy dust episode in a coastal city, Xiamen, 2010. Aerosol Air Qual Res 2011;11:299-308.
34.Meng Z, Lu B. Dust events as a risk factor for daily hospitalization for respiratory and cardiovascular diseases in Minqin, China. Atmospher Environ 2007;41:7048-58.
35.Schwanghart W, Schütt B. Meteorological causes of Harmattan dust in West Africa. Geomorphology 2008;95:412-28.
36.Hoffmann C, Funk R, Sommer M, Li Y. Temporal variations in PM_{10} and particle size distribution during Asian dust storms in Inner Mongolia. Atmospher Environ 2008;42:8422-31.
37.Chaloulakou A, Kassomenos P, Grivas G, Spyrellis N. Particulate matter and black smoke concentration levels in central Athens, Greece. Environ Int 2005;31:651-9.
38.Chen SJ, Hsieh LT, Kao MJ, Lin WY, Huang KL, Lin CC. Characteristics of particles sampled in southern Taiwan during the Asian dust storm periods in 2000 and 2001. Atmospher Environ 2004;38:5925-34.
39.Wang Y, Zhuang G, Tang A, Zhang W, Sun Y, Wang Z, et al. The evolution of chemical components of aerosols at five monitoring sites of China during dust storms. Atmospher Environ 2007;41:1091-106.
40.Kuo HW, Shen HY. Indoor and outdoor $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations in the air during a dust storm. Build Environ 2010;45:610-4.
41.Crook J. Climate analysis and long range forecasting of dust storms in Iraq. DTIC Document; 2009.
42.Goudie AS, Middleton NJ. Desert dust in the global system: Springer; 2006.
43.Kang CH, Kim WH, Ko HJ, Hong SB. Asian dust effects on total suspended particulate (TSP) compositions at Gosan in Jeju Island, Korea. Atmospher Res 2009;94:345-55.
44.Leili M, Nadafi K, Nabizadeh R, Younesian M, Mesdaghi nia A, Nazm ara S. The concentration of particulate matter and air quality index (AQI) in the central area of Tehran. J School Public Health Inst Public Health Res 2009;7:57-67.
45.UNEP. Desk Study on the Environment in Iraq. United Nations Environment Programme, Switzerland;2003.
46.USEPA. Guidelines for the reporting of daily air quality e the air quality index (AQI); 2006.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]

The Evaluation of PM_{10}, $PM_{2.5}$ and PM_1 Concentration during Dust Storm Events in Ilam city, from Mar 2013 through Feb 2014

Amarloei A[1], Jonidi Jafari A[1, 2], Asilian Mahabadi H[3], Asadollahi K[4]*

(Recived: April 8, 2014 Accepted: June 29, 2014)

Abstract

Introduction: Dust storms are among the main natural sources of air pollution in the Middle East which increase people's concern about their harm effects on public health. This study aimed to evaluate the quantitative values of and the effects of dusts on the quality of Ilam city weather.

Material & Methods: In this study, the concentration of PM_{10}, $PM_{2.5}$, and PM_1 were measured from Mar 2013 through Feb 2014. The measurement was performed once per six days and the Grimm aerosol spectrometer model 1.108 was used in all dusty days. Meteorological data was taken from aerology directorate of Ilam province and for tracking of dust storms, satellite pictures were applied.

Findings: Mean ±SD of PM_{10}, $PM_{2.5}$, and PM_1, during collection data, were 146.6±139.3, 29.7 ± 25.3 and 10±5.7µg/m^3 respectively. The mean proportion of $PM_{2.5}/PM_{10}$, PM_1/PM_{10} and $PM_1/PM_{2.5}$ were 0.231, 0.108 and 0.418 during study period and 0.191, 0.052 and 0.269 during dust storm days respectively. The concentration of PM_{10} was more than standard fair weather during 83 days and AQI index values indicated dangerous conditions in 5 days, during year of the study. According to our findings, Iraq country particularly Nainava and Al- Anbar provinces were the main sources of dust storms of Ilam province.

Discussion & Conclusion: This study indicates the dust storm events situation in Ilam city and its negative impact on air quality, which can have harmful effects on population health. Therefore it is necessary to determine of dust storm effect on health and ways to deal with it are more studies done. Dust storms also create an increase in $PM_{2.5\text{-}10}$ particles resulting in a reduction of $PM_{2.5}/PM_{10}$ proportion. The results of this study can be used by health policy makers for design of preventive issues; however, international or regionnal cooperation are needed for any interventional action against this harmful condition.

Keywords: Dust storms, particulate matter (PM), air quality, AQI, Ilam

1.Dept of Environmental Health Engineering, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2.Dept of Environmental Health Engineering, School of Health, Iran University of Medical sciences, Tehran, Iran
3.Dept of Occupational Health, School of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
4.Dept of Epidemiology and Statistics, School of Medicine, Ilam University of Medical Sciences, Ilam, Iran
**(Corresponding Author)*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-12]