



دانشگاه گیلان، دانشکده علوم پایه

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و یکم، شماره اول، ۱۳۹۳
<http://jwsc.gau.ac.ir>

تشخیص منابع گرد و غبار اتمسفری اصفهان با استفاده از خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی آن

زهرة محمودی^۱ و * حسین خادمی^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان،

^۲استاد گروه علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۴؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۷

چکیده

تشخیص منابع گرد و غبار و تخمین توان انتشار آن‌ها به‌ویژه برای ارزیابی آلودگی اتمسفری ذرات گرد و غبار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اتمسفر استان اصفهان نیز به‌شدت تحت تأثیر گرد و غبار است. در این مطالعه به‌منظور شناسایی منابع گرد و غبار ۳۶ نقطه در شهرهای اصفهان (منطقه شهری با ترافیک سنگین)، خمینی‌شهر و فلاورجان (منطقه شهری با ترافیک کم) و زرین‌شهر و مبارکه (منطقه شهری صنعتی) انتخاب شد و گرد و غبار از این مناطق در یک دوره ۵ ماهه از مرداد تا آذرماه سال ۱۳۸۹ طی ۴ مرحله جمع‌آوری گردید و از نظر خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی مورد مطالعه قرار گرفت. طبق نتایج، میانگین EC به‌دست آمده ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر بود و این پارامتر به‌میزان قابل‌توجهی تحت تأثیر غلظت یون سدیم بوده و از سمت اصفهان به زرین‌شهر کاهش نشان داد. ذرات گرد و غبار به‌طور میانگین از ۱۷ درصد شن، ۵۲ درصد سیلت و ۳۱ درصد رس تشکیل شده‌اند. کانی‌های غالب در بخش رس در هر سه منطقه مشابه بوده و شامل کائولینیت، پالیگورسکیت، کلریت، اسمکتیت، ایلیت، کوارتز، فلدسپار و پلاژیوکلاز می‌باشد. این کانی‌ها مشابه کانی‌های گزارش شده برای منطقه شرق اصفهان می‌باشد. با توجه به تشابه خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی گرد و غبار با خاک‌های منطقه شرق اصفهان و نظر به الگوی جهت جریان باد و اندازه ذرات که بیانگر فاصله متوسط تا دور انتقال ذرات می‌باشد می‌توان منطقه شرق اصفهان را منبع اصلی برای گرد و غبار اتمسفری اصفهان علاوه بر منابع آنتروپوژنیک محلی تولید گرد و غبار دانست.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار، خصوصیات شیمیایی، کانی‌شناسی، اندازه ذرات، آلودگی اتمسفری

* مسئول مکاتبه: hkhademi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

گرد و غبار هوا دارای دو منشاء طبیعی و انسانی است. فعالیت انسان‌ها و نیروی باد غالباً باعث می‌گردد تا گرد و غبار در اتمسفر معلق شود (زوبک و آمانته‌اروزکو، ۲۰۰۱). فرسایش خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک منبع اصلی گرد و غبار اتمسفری است. در برخی منابع سهم منابع آنتروپوژنیک از کل کانی‌های موجود در گرد و غبار ۵-۷ درصد تخمین زده شده (کز و همکاران، ۲۰۰۹) و در برخی دیگر از منابع بیش از ۳۰-۵۰ درصد از گرد و غبار اتمسفر به فعالیت‌های انسانی نسبت داده شده است (بوسک و بوسفای، ۱۹۹۹). البته سهم هر یک از منابع به وضعیت اقلیمی منطقه و میزان فعالیت انسانی بستگی دارد (کندلر و همکاران، ۲۰۰۷). از عوامل انسانی تولید گرد و غبار می‌توان به نیروگاه برق، کارخانه‌های تولید سیمان، کارگاه‌های تولید کاشی و سرامیک، صنایع فلزی به‌ویژه آهن، کشاورزی، معادن، فعالیت‌های ساختمانی و تخریب و حمل و نقل اشاره نمود (ملاکو و همکاران، ۲۰۰۸).

پراکنش گرد و غبار از نظر سلامتی بشر از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا ذرات کوچک آن می‌توانند سیستم تنفسی را تحت‌تأثیر قرار داده و همچنین این ذرات توانایی بالایی در انتقال فلزات سمی دارند (دونگ و لی، ۲۰۱۱). از طرفی مطالعات نشان می‌دهد که بین رخدادهای گرد و غبار و مرگ ناشی از بیماری‌های قلبی و تنفسی رابطه قوی برقرار است، به‌حدی که می‌توان گفت بیماران تنفسی و قلبی نسبت به گرد و غبار حساس‌تر می‌باشند (میری و همکاران، ۲۰۰۷).

تشخیص منابع گرد و غبار و تخمین توان انتشار آن‌ها به‌ویژه برای ارزیابی آلودگی اتمسفری ذرات گرد و غبار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (منندز و همکاران، ۲۰۰۷). روش‌های شیمیایی، ایزوتوپی و کانی‌شناسی برای تعیین مناطق تولیدکننده گرد و غبار اتمسفری استفاده می‌شود (آرمیتو، ۲۰۰۱). همچنین اندازه ذرات گرد و غبار اطلاعاتی در مورد شیوه انتقال ذرات و اطلاعات ارزش‌مندی راجع به منشاء گرد و غبار (گرد و غبار محلی یا گرد و غبار منشاء یافته از منابع دوردست) در اختیار قرار می‌دهد و برای بازسازی تغییرات در رژیم باد مورد استفاده قرار می‌گیرد (گوسنس، ۲۰۰۷). اندازه ذرات گرد و غبار تحت‌تأثیر سه فاکتور مهم می‌باشد که عبارتند از: توزیع اندازه ذرات در منطقه منبع، فاصله از منبع و فرکانس و زمان رخداد بارندگی. هرچه منبع تولید گرد و غبار تا منطقه فرودنشست فاصله بیش‌تری داشته باشد گرد و غبار به‌دست آمده از ذرات ریزتری تشکیل می‌شود (حجتی و همکاران، ۲۰۱۲). اگرچه اندازه ذرات گرد و غبار محلی بسته به مکانیسم تولید ذرات (انسان و یا باد) و منبع مواد بسیار متغیر است، اما ذرات با اندازه درشت‌تر در گرد و غبار با منبع محلی معمول‌تر می‌باشند (مک‌تاینش و همکاران، ۱۹۹۷).

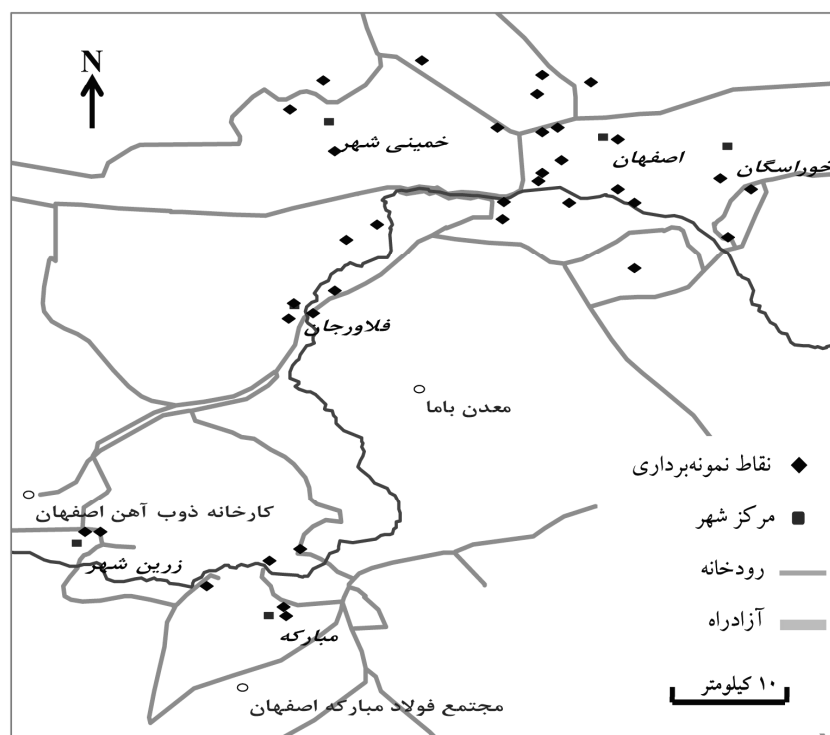
مک‌تائینش و همکاران (۱۹۹۷) در پژوهشی با توجه به اندازه ذرات سه منبع برای گرد و غبار در نظر گرفتند. آن‌ها بیان نمودند ذرات ریز فرونشست (۵ میکرومتر) از منابع با فاصله زیاد از منطقه فرونشست منشاء گرفته‌اند، در حالی‌که گرد و غباری که از منابع منطقه‌ای حاصل می‌شوند دارای اندازه ۴۰-۲۰ میکرومتر بوده و ذرات گرد و غبار در محدوده ۷۰-۵۰ میکرومتر به همراه بخشی از ذرات ریز از منابع محلی مانند فعالیت انسان‌ها به‌ویژه حرکت دام و وسایل نقلیه که مواد درشت‌تری را ایجاد می‌کنند، برمی‌خیزند. بنابراین گرد و غبار محلی بیش‌ترین تنوع را در اندازه ذرات دارا می‌باشند. مودایش (۱۹۹۷) در بررسی خصوصیات و ترکیب شیمیایی ذرات گرد و غبار فرونشسته در ریاض عربستان دریافت که بیش‌تر ذرات گرد و غبار در اندازه لوم و سیلت لوم بوده و خصوصیات شیمیایی آن‌ها تحت تأثیر منبعی است که ذرات از آن‌جا منشاء یافته‌اند.

اصفهان یکی از کلان‌شهرهای مهم ایران است که در بیش‌تر مواقع سال اتمسفر آن حضور ذرات گرد و غبار را تجربه می‌کند. این پدیده به‌ویژه در فصل بهار و تابستان تشدید می‌گردد. با این وجود تاکنون پژوهش‌های جامعی در مورد منشاء این ذرات صورت نپذیرفته است. از طرفی تعیین منبع ذرات گرد و غبار از نظر کنترل و کاهش میزان این ذرات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. هدف از این پژوهش شناسایی منبع ذرات گرد و غبار اتمسفری اصفهان با استفاده از اطلاعات جهت وزش باد، خصوصیات شیمیایی، توزیع اندازه ذرات و در نهایت کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار می‌باشد.

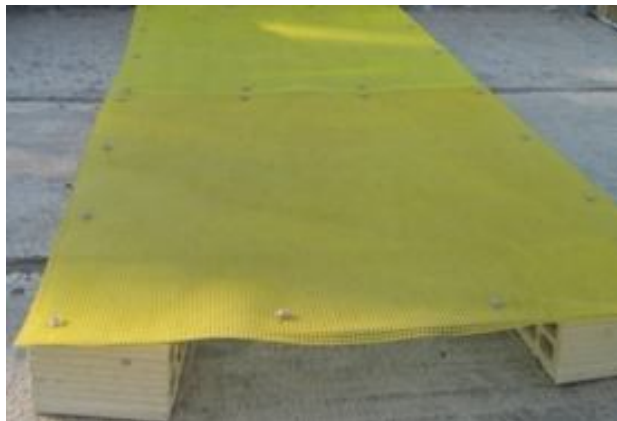
مواد و روش‌ها

برای انجام این مطالعه تعداد ۳۶ نقطه در منطقه مطالعاتی شامل شهرهای اصفهان، خمینی‌شهر، فلاورجان، زرین‌شهر و مبارکه انتخاب و در هر نقطه دو تله بالای پشت‌بام (پشت‌بام منازل یک طبقه با میانگین ارتفاع ۳ متر) بالاتر از سطح زمین قرار داده شد. شکل ۱ منطقه مورد مطالعه و نحوه توزیع نقاط را نشان می‌دهد. گرد و غبار از این نقاط در فاصله‌های مشخص زمانی جمع‌آوری شد و پس از برداشت نمونه‌ها درون ظروف پلاستیکی ریخته شده و به آزمایشگاه انتقال یافت. گرد و غبار در یک دوره ۵ ماهه از مرداد تا آذرماه سال ۱۳۸۹ و طی ۴ مرحله (ماه‌های مرداد، شهریور، مهر و آبان- آذر) جمع‌آوری شد.

روش‌های مختلفی برای جمع‌آوری ذرات گرد و غبار اتمسفر وجود دارد که برخی از این روش‌ها گرد و غبار را به صورت حجمی و برخی آن را به صورت نرخ فرونشست گزارش می‌کنند (حجتی و همکاران، ۲۰۱۲؛ رامسپرگر و همکاران، ۱۹۹۸؛ زرسوندی و همکاران، ۲۰۱۱). گوسنس (۲۰۰۷) بیان داشت استفاده از نمونه‌گیر خشک در مواردی که هدف تعیین ترکیب شیمیایی فرونشست گرد و غبار است بهتر می‌باشد. در این پژوهش به منظور جمع‌آوری گرد و غبار از تله مورد استفاده توسط حجتی و همکاران (۲۰۱۲) به عنوان یک نمونه‌گیر خشک استفاده گردید (شکل ۲). در هر نقطه ۲ تله قرار داده شد که هر کدام شامل یک شیشه ۱ مترمربعی بوده که بر روی آن یک توری پلاستیکی با مش ۲×۲ میلی‌متر پیچ گردیده بود.



شکل ۱- منطقه مورد مطالعه و نحوه توزیع نقاط نمونه برداری.



شكل ۲- تله مورد استفاده برآى جمع آورى گرد و غبار.

هدايت الكترىكى در عصاره ۱:۵ آب به گرد و غبار قرائت گرديد. غلظت Cl^- به وسيله تيتراسيون با نيترات نقره، CO_3^{2-} و HCO_3^- به روش تيتراسيون و غلظت Na^+ محلول با استفاده از دستگاه نورسنج شعله‌اى مدل Corning 410 تعيين شد. درصد كربنات كلسيم معادل آهك (CCE) به روش تيتراسيون برگشتى انجام گرفت (بورت، ۲۰۰۴).

برآى كانى شناسى ذرات رس نمونه‌ها طى مراحل معمول جداسازى شده و سپس با پتاسيم و منيزيم اشباع گرديد (جكسون، ۱۹۷۹) و با استفاده از دستگاه پراش پرتو ايكس نوع بروكر مدل D8 كه داراى لامپ مس بود مورد آناليز قرار گرفته و كانى‌هاى موجود در بخش رس مورد شناساى قرار گرفتند. برآى تعيين توزيع اندازه ذرات، مقدار ۲ گرم از هر يك از نمونه‌ها با ۱۵۰ ميلي‌ليتر آب مقطر به مدت ۱ ساعت تكان داده شدند. سپس نمونه‌ها از الك ۲۷۰ مش برآى جداسازى ذرات در اندازه شن عبور داده شدند. به منظور جدا كردن ذرات سيلت و رس، سوسپانسيون سيلت و رس به مدت ۶ دقيقه با دور ۸۵۰ دور در دقيقه سانترفيوژ و محلول روىى شامل رس به طرف ديگرى منتقل و اين روند تا شفاف شدن محلول روىى ادامه پيدا كرد. در پايان هر كدام از بخش‌هاى شن، سيلت و رس تفكيك شده، خشك و توزيع شد و درصد هر يك از ذرات تعيين گرديد.

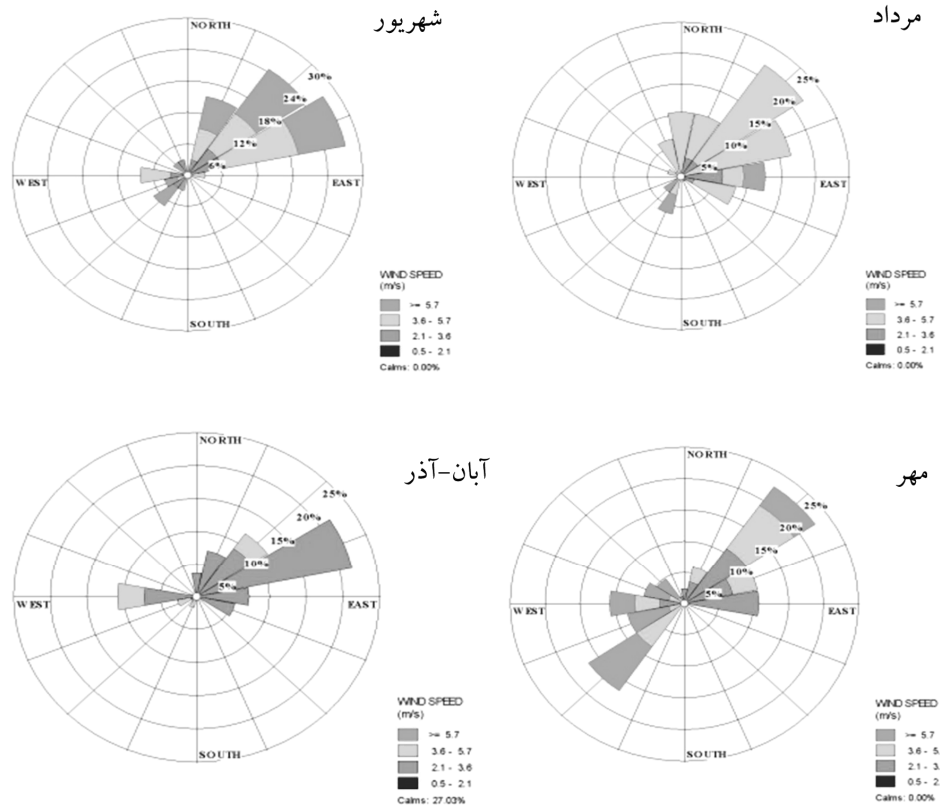
اطلاعات اقليمى شامل سمت و سرعت باد در طول دوره نمونه‌بردارى و در مناطق مورد مطالعه از سازمان هواشناسى استان اصفهان دريافت گرديد. برآى رسم نمودارهاى گلباد از نرم‌افزار WRPLOT 7.0.0 استفاده شد برآى اين كار ابتدا داده‌هاى هواشناسى با استفاده از نرم‌افزار

Saba Wind به فرمت قابل استفاده در این نرم‌افزار تبدیل شد. داده‌های به‌دست آمده از آزمایش‌های با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن و سطح معنی‌داری ۵ درصد انجام شد و نمودارها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ رسم گردید.

نتایج و بحث

الگوی جریان باد: با توجه به شکل ۳ در شهر اصفهان در دوره مرداد و شهریور جهت وزش باد به‌طور عمده از سمت شرق و شمال‌شرقی است و در مهرماه الگوی وزش باد تا حدی تغییر کرده و باد علاوه بر سمت شرق و شمال‌شرقی از سمت غرب و جنوب‌غربی می‌وزد. در دوره آبان- آذر سمت وزش باد از سوی شمال‌شرق و غرب بوده اما سرعت آن کم و در محدوده ۲/۱-۳/۶ متر بر ثانیه می‌باشد. هم‌چنین در دوره آبان- آذر پدیده وارونگی دمایی اتفاق افتاد و این پدیده به‌مدت ۱ هفته بر جو استان حاکم بوده است.

خصوصیات شیمیایی: برخی از آماره‌های توصیفی خصوصیات شیمیایی مورد اندازه‌گیری در گرد و غبار در جدول ۱ قابل مشاهده است. هم‌چنین هدایت الکتریکی نمونه‌های گرد و غبار در عصره ۱:۵ زیاد بوده و در محدوده ۳/۳-۱۰/۹ تغییر کرده و دارای میانگین ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر می‌باشد. زیاد بودن میزان هدایت الکتریکی به‌دلیل حضور نمک‌های محلول در آب بوده و دلیلی است بر این مطلب که ذرات گرد و غبار احتمالاً از منطقه‌ای با خاک‌های شور منشاء می‌گیرند. از طرفی میزان کربنات کلسیم زیاد (با میانگینی برابر ۳۴/۷) به این نکته اشاره می‌کند که گرد و غبار از خاک‌هایی با مقادیر قابل‌توجه آهک مشتق شده است. مودایش (۱۹۹۷) نیز در مطالعه گرد و غبار ریاض (عربستان) مقادیر بالایی برای EC، pH و CaCO_3 به‌ترتیب دارای میانگین ۴/۸ دسی‌زیمنس بر متر، ۸/۹ و ۳۱/۸ درصد گزارش نمود. وی دلیل زیاد بودن این پارامترها را به منشاء گرد و غبار نسبت داد و بیان داشت گرد و غبار در ریاض از خاک‌های اطراف منطقه که شور بوده و دارای مقادیر قابل‌توجهی سنگ آهک و دولومیت است منشاء یافته‌اند.



شکل ۳- الگوی جهت وزش باد در شهر اصفهان در سال ۱۳۸۹.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی خصوصیات شیمیایی مورد مطالعه در گرد و غبار.

متغیر	واحد	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۵/۶	۱/۳	۳/۳	۱۰/۹	۱/۱	۱/۲
محلول Na^+	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۳۰/۲	۵۳/۴	۰/۸	۲۷۶/۹	۲/۹	۸
محلول HCO_3^-	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۹/۸	۷/۷	۲/۵	۳۰	۰/۴	-۰/۶
محلول CO_3^{2-}	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۹/۶	۶	۱/۲۵	۲۷/۵	۰/۵	۰/۱
محلول Cl^-	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱۰۷/۱	۲۲/۴	۶۲/۵	۱۷۵	۰/۵	-۰/۲
کربنات کلسیم معادل	درصد	۳۴/۷	۴/۸	۱۷/۵	۴۹/۵	-۰/۲	۲
SAR	-	۶/۳	۹/۴	۱/۲	۴۶/۸	۲/۷	۶/۴

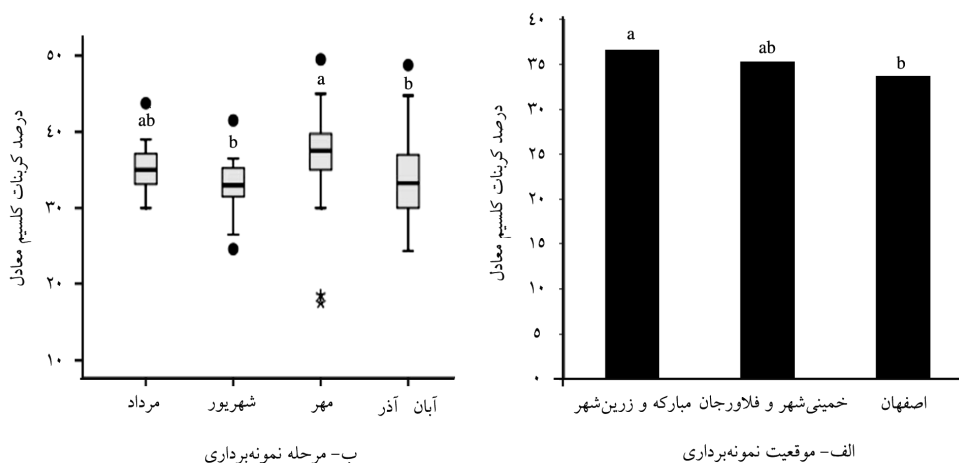
نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد (۲۱)، شماره (۱) ۱۳۹۳

جدول ۲- ضریب همبستگی اسپیرمن بین کاتیون و آنیون‌های محلول در گرد و غبار با شوری و درصد آهک گرد و غبار.

	غلظت کاتیون و آنیون‌های محلول (میلی‌اکی‌والان بر لیتر)				EC (دسی‌زیمنس بر متر)	آهک (درصد)
	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺		
CO ₃ ²⁻	۱					
HCO ₃ ⁻	-۰/۵۶۴**	۱				
Cl ⁻	۰/۰۷۲	-۰/۲۲۴	۱			
Na ⁺	۰/۱۲۹	۰/۱۴۳	۰/۴۸۵**	۱		
EC	۰/۱۴	۰/۱۲۸	۰/۴۳۱**	۰/۸۶۹**	۱	
آهک	۰/۳۴۳*	-۰/۳۴۸*	-۰/۳۳*	-۰/۳۸۶*	-۰/۲۷۸	۱

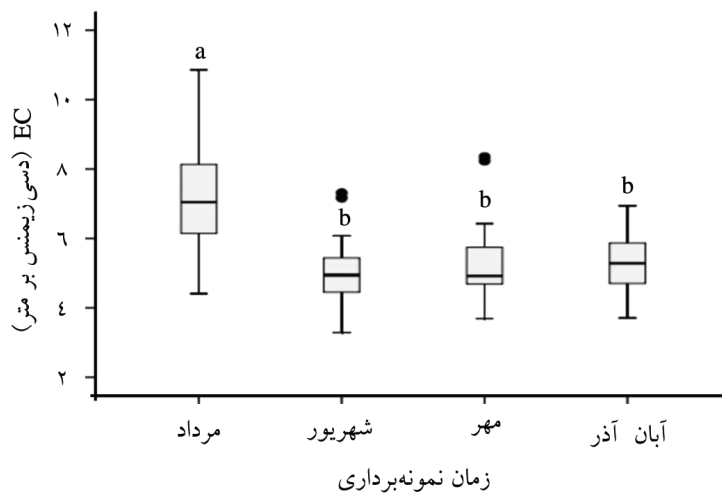
* معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد.

تغییرات مقادیر به‌دست آمده برای کربنات کلسیم معادل در طول زمان نمونه‌برداری و هم در بین مناطق مختلف در شکل ۴ نمایش داده شده است. با توجه به این شکل در مرداد و شهریور عامل مؤثر بر درصد کربنات کلسیم معادل به یک نحو عمل کرده و می‌تواند بیانگر این مطلب باشد که گرد و غبار در این دو دوره از منشاء مشابه به‌دست آمده است. اما در مهرماه افزایش معنی‌داری در میزان درصد کربنات کلسیم معادل اتفاق افتاده که این تفاوت می‌تواند دلیلی بر تغییر منبع گرد و غبار در این ماه باشد. در دوره آبان- آذر درصد کربنات کلسیم معادل گرد و غبار کاهش معنی‌داری در سطح ۵ درصد آزمون دانکن نشان داده است. از طرفی بیش‌ترین میانگین کربنات کلسیم معادل بین مناطق مورد مطالعه در زرین‌شهر و مبارکه و کم‌ترین آن در اصفهان به‌دست آمد. بالا بودن این پارامتر در زرین‌شهر و مبارکه احتمالاً مربوط به خروجی کارخانه‌های این مناطق است.

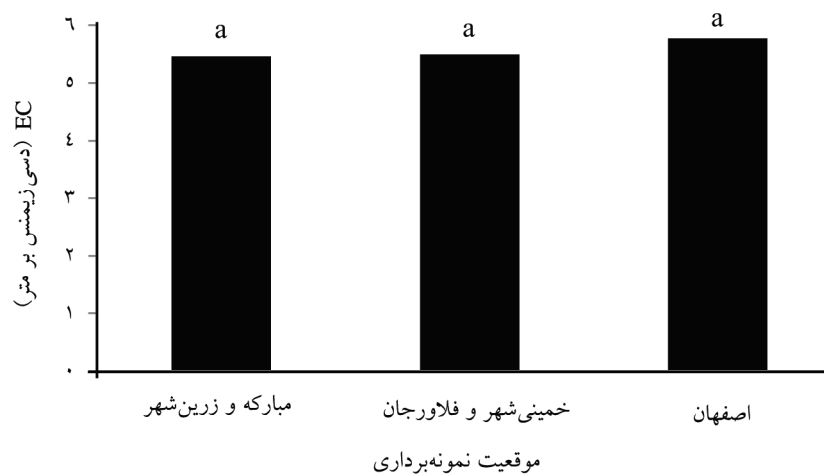


شکل ۴- نمودار جعبه‌ای تغییرات کرنات کلسیم معادل در موقعیت‌ها (الف) و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (ب).

براساس شکل ۵ بیش‌ترین میزان EC در دوره مرداد مشاهده شده و این ماه با سه دوره دیگر در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری نشان داد. با توجه به الگوی وزش باد در مردادماه (شکل ۳) مشاهده می‌شود که جهت وزش باد در این دوره نسبت به سایر دوره‌ها غالباً شرقی و شمال‌شرقی می‌باشد. از طرفی با توجه به نتایج صالحی (۱۹۹۷) که کانی‌های هالیت، گچ و میرابیلیت را غالبترین کانی‌های موجود در منطقه شرق اصفهان (دشت سگری) بیان داشت، می‌توان چنین احتمال داد که EC بالا در مردادماه حاصل ذرات سرشار از هالیت می‌باشد که به‌وسیله وزش باد وارد شهر اصفهان شده است. همبستگی بالای بین سدیم و EC نیز بیانگر بر این ادعا است (جدول ۲). از طرفی تغییرات EC با مکان (شکل ۶) نشان می‌دهد که این پارامتر از سمت اصفهان به سمت زرین‌شهر و مبارکه (مسیر شرق به غرب) کاهش می‌یابد، هر چند این کاهش در سطح ۵ درصد آزمون دانکن معنی‌دار نمی‌باشد، اما می‌توان ادعا نمود با افزایش فاصله از منشاء گرد و غبار از تأثیر آن نیز کاسته می‌شود.



شکل ۵- نمودار جعبه‌ای تغییرات شوری گرد و غبار با زمان (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند).



شکل ۶- تغییرات میزان متوسط شوری گرد و غبار در مناطق مختلف نمونه برداری (ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند).

توزیع اندازه ذرات گرد و غبار: نتایج این پژوهش نشان داد که به طور میانگین ذرات گرد و غبار از ۱۷ درصد شن، ۵۳ درصد سیلت و ۳۰ درصد رس تشکیل شده‌اند (جدول ۳). با توجه به این جدول ذرات سیلت بیشترین درصد ذرات گرد و غبار را تشکیل داده‌اند. ذرات رس نیز پس از سیلت بیشترین جزو ذرات را تشکیل می‌دهند و ذرات در اندازه شن کمترین فراوانی را در ذرات گرد و غبار داشته‌اند. این به این معنی است که ذرات ریز در گرد و غبار غالب می‌باشند. حجتی و همکاران (۲۰۱۲) نیز جزو سیلت را غالبترین جزو در ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده از جندق تا کوه‌رنگ گزارش کردند. مودایهش (۱۹۹۷) در بررسی خصوصیات و ترکیب شیمیایی ذرات گرد و غبار فرونشسته در ریاض عربستان دریافت که بیش‌تر ذرات گرد و غبار دارای بافت لوم و سیلت لوم بوده است. ترکیب نمونه‌های گرد و غبار جمع‌آوری شده توسط منندز و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیش‌تر از ذرات در اندازه سیلت (۱۲±۶ درصد) و با درصد رس کم (۸±۹ درصد) گزارش شده است. رامسپرگر و همکاران (۱۹۹۸) نیز فراوانی سیلت را در ذرات گرد و غبار بالاتر از دو گروه دیگر ذرات گزارش نمودند. مک‌تاینش و همکاران (۱۹۹۷) بیان نمودند ذرات ریز فرونشسته (< 5 میکرومتر) از منابع با فاصله زیاد از منطقه فرونشست منشأ گرفته‌اند، در حالی که گرد و غباری که از منابع منطقه‌ای حاصل می‌شوند دارای اندازه‌ای در محدوده ۴۰-۲۰ میکرومتر بوده و ذرات گرد و غبار در محدوده ۷۰-۵۰ میکرومتر به همراه بخشی از ذرات ریز از منابع محلی مانند فعالیت انسان‌ها به‌ویژه حرکت دام و وسایل نقلیه که مواد درشت‌تری را ایجاد می‌کنند، برمی‌خیزند. براساس این دسته‌بندی ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده در این مطالعه از منابع منطقه‌ای و منابعی در فاصله زیاد تشکیل شده و منابع محلی در تولید گرد و غبار سهم کم‌تری دارند.

جدول ۳- تغییرات اندازه ذرات گرد و غبار در دوره‌های متفاوت نمونه‌برداری.

بافت	میانگین اندازه ذرات		
	رس (درصد) (کوچک‌تر از ۰/۰۰۲ میلی‌متر)	سیلت (درصد) (۰/۰۰۲-۰/۰۰۵ میلی‌متر)	شن (درصد) (۰/۰۰۵-۲ میلی‌متر)
مرداد	۲۷	۵۸	۱۶
شهریور	۳۹	۴۱	۲۰
مهر	۳۱	۵۰	۱۹
آبان- آذر	۲۳	۶۲	۱۵
میانگین	۳۰	۵۳	۱۷

جدول ۴- تغییرات درصد اندازه ذرات در گرد و غبار مناطق مختلف مورد مطالعه.

منطقه	بافت	درصد ذرات		
		رس	سیلت	شن
اصفهان	SiCL	۲۷	۵۴	۱۸
خمینی شهر و فلاورجان	SiCL	۳۱	۵۴	۱۵
زرین شهر و مبارکه	SiCL	۳۳	۵۲	۱۶

همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است، بافت ذرات گرد و غبار در سه کلاس لومی سیلتی، لومی رسی سیلتی و لومی رسی خلاصه می‌گردد. در هر ۴ دوره از بین سه گروه ذرات، سیلت بالاترین درصد ذرات را تشکیل داده و کمترین درصد ذرات مربوط به شن است. هرچه گرد و غبار از ذرات با اندازه درشت‌تر تشکیل شده باشد بیانگر فاصله کوتاه انتقال است. اگرچه از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های ذرات در مناطق مختلف وجود نداشت اما نتایج بیانگر افزایش میزان رس از سمت اصفهان به زرین‌شهر و کاهش درصد شن می‌باشد (جدول ۴).

کانی‌شناسی گرد و غبار: مطالعات پژوهش‌گران نشان می‌دهد ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار با توجه به منطقه‌ای که ذرات از آن منشأ گرفته‌اند تغییر می‌کند و به عبارت دیگر منعکس‌کننده ترکیب کانی‌شناسی منبع می‌باشد (میرفیلد و همکاران، ۱۹۹۲؛ مریل و همکاران، ۱۹۹۴؛ مودایهش، ۱۹۹۷). براساس پراش‌نگاشت‌های به‌دست آمده کانی‌های شناسایی شده در هر ماه و در هر منطقه در جدول ۵ خلاصه شده است. با توجه به این جدول کانی‌های شناسایی شده در مناطق مختلف و در ماه‌های متفاوت مشابه بوده و بیانگر یکسان و یا حداقل مشابه بودن منبع تولید گرد و غبار می‌باشد. رامسپرگر و همکاران (۱۹۹۸) نیز در پامپای آرژانتین الگوی فصلی واضحی در ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار مشاهده نکردند و این تشابه کانی‌شناسی را به منبع یکسان گرد و غبار نسبت دادند. در عربستان نیز مودایهش (۱۹۹۷) بیان داشت که بخش اعظم گرد و غبار فرونشسته در ریاض از کوارتز و کربنات تشکیل شده و کانی‌های رسی شامل میکا، کائولینیت و آتاپولگیت در نمونه‌ها کم می‌باشند. وی با توجه به وجود این کانی‌ها در خاک‌های اطراف عربستان سعودی بیان داشت این خاک‌ها به‌طور بارزی بر ترکیب کانی‌شناسی و شیمیایی ذرات گرد و غبار فرونشسته تأثیر می‌گذارند.

جدول ۵- کانی‌های شناسایی شده در بخش رس گرد و غبار جمع‌آوری شده مناطق مورد مطالعه براساس پراش‌نگاشت‌های اشعه ایکس (Sm: اسمکتیت، Ch: کلریت، Pal: پالیگورسکیت، Ka: کائولینیت، Ill: ایلیت، Q: کوارتز، Pla-Fel: پلاژیوکلاز فلدسپار و K-Fel: فلدسپار پتاسیم‌دار).

منطقه مورد مطالعه	ماه نمونه‌برداری	کانی‌های شناسایی شده
اصفهان	مرداد	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel, K-Fel
	شهریور	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, K-Fel
	مهر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel
	آبان- آذر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel,
فلاورجان	مرداد	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, K-Fel
	شهریور	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel, K-Fel
	مهر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel, K-Fel
	آبان- آذر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, K-Fel
زرین‌شهر	مرداد	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel, K-Fel
	شهریور	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel
	مهر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel, K-Fel
	آبان- آذر	Sm, Ch, Pal, Ka, Ill, Q, Pla-Fel

مطالعات گسترده‌ای توسط پژوهش‌گران مختلف (ایوبی و همکاران، ۲۰۰۲؛ خادمی و مرموت، ۱۹۹۸؛ بهمنی، ۲۰۰۹؛ تومانیان، ۱۹۹۵؛ صالحی، ۱۹۹۷) برای شناسایی کانی‌های غالب خاک در اصفهان انجام شده است و در کل خاک‌های استان اصفهان کانی‌های ایلیت، کائولینیت، کلریت و کوارتز شناسایی شده است. هم‌چنین مطالعات بسیاری (تومانیان، ۱۹۹۵؛ کریم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۴؛ خادمی و مرموت، ۱۹۹۸) در منطقه مرکزی اصفهان انجام شده و کانی پالیگورسکیت را غالب‌ترین کانی سیلیکاته موجود در خاک‌های گچی منطقه مرکزی اصفهان معرفی نمودند. کریم‌زاده و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه کانی‌های رسی خاک‌های گچی زمین ریخت‌های مختلف در منطقه شرق اصفهان به حضور کانی‌های رسی شامل میکا، پالیگورسکیت، ورمی‌کولیت، کائولینیت، کلریت، فلدسپار و کوارتز اشاره کرد. نام‌برده کانی‌های تبخیری کربنات کلسیم، کربنات سدیم و گچ را از مهم‌ترین کانی‌های غیرسیلیکاته موجود در این منطقه معرفی نمود. حضور هم‌زمان کانی‌های تبخیری مانند گچ، نمک و آهک با کانی پالیگورسکیت می‌تواند نشان‌دهنده تشکیل این کانی در یک محیط تبخیری باشد.

بهمنی (۲۰۰۹) دریافت میکا، کلریت، اسمکتیت، کائولینیت و پالیگورسکیت کانی‌های حاضر در بخش رس خاک‌های خاتون‌آباد (اصفهان) می‌باشند. نام‌برده در این منطقه اسمکتیت را کانی غالب خاک دانست. حجتی و همکاران (۲۰۱۲) بیان داشتند بخش اعظم کانی‌ها در گرد و غبار به‌دست آمده از جندق تا کوه‌رنگ شامل کوارتز و کلسیت با مقادیر کم‌تر دولومیت، گچ و هالیت است. نام‌برندگان بیان داشتند نمونه‌های جمع‌آوری شده در جولای ۲۰۰۹ نسبت به سپتامبر ۲۰۰۸ بیش‌تر از کلسیت تشکیل شده و کوارتز کم‌تری داشتند. هم‌چنین آن‌ها در جولای ۲۰۰۹ پالیگورسکیت بیش‌تری نسبت به سپتامبر ۲۰۰۸ گزارش نمودند. در مجموع نتایج کانی‌شناسی رسی نمونه‌های گرد و غبار در این پژوهش بیانگر آن است که خاک‌های منطقه به‌ویژه خاک‌های شرق اصفهان سهم قابل‌توجهی در تولید گرد و غبار شهری اصفهان و شهرهای مجاور داشته است.

نتیجه‌گیری کلی

میزان EC در نمونه‌های گرد و غبار بسیار بیش‌تر از میزان گزارش شده برای خاک‌های منطقه است و بیانگر مشارکت خاک‌های شور و قلیای منطقه شرق اصفهان در تولید گرد و غبار می‌باشد. غالب بودن درصد ذرات در اندازه سیلت بیانگر این مطلب است که ذرات از فاصله متوسط تا نزدیک نسبت به منطقه فرونشست منشاء یافته‌اند. بین مناطق متفاوت و ماه‌های مختلف نمونه‌برداری از نظر توزیع اندازه ذرات اختلافی مشاهده نشد. این نتیجه به مشابه بودن منبع تولید گرد و غبار اشاره دارد. از نظر کانی‌شناسی رسی ترکیب ذرات گرد و غبار به‌دست آمده شامل پالیگورسکیت، اسمکتیت، کلریت، ایلیت، کائولینیت، فلدسپار و کوارتز می‌باشد. این ترکیب مشابه ترکیب گزارش شده برای خاک‌های منطقه شرق اصفهان است. هم‌چنین غلظت بالای کاتیون‌ها و آنیون‌های محلول در آب از فراوانی نمک‌های تبخیری شامل هالیت، کربنات‌ها و گچ در گرد و غبار و به پیروی از آن خاک‌های منطقه منبع خبر می‌دهد. این شرایط مشابه خاک‌های منطقه شرق اصفهان است.

با تکیه بر شواهد ترکیب کانی‌شناسی، ترکیب شیمیایی، اندازه ذرات و الگوی جریان باد می‌توان منطقه شرق اصفهان را عمده‌ترین منبع تولید گرد و غبار فرونشسته در منطقه مطالعاتی به‌شمار آورد. علاوه‌بر این، منابع محلی شامل عملیات ساخت و ساز غیراصولی، صنایع و تخریب ساختمان‌ها و حمل و نقل غیراصولی نخاله‌های ساختمانی نیز بخشی از ذرات گرد و غبار اتمسفری مناطق مورد مطالعه را تأمین می‌نمایند.

منابع

1. Armioto, R. 2001. Eolian dust and climate: relationships to sources, tropospheric chemistry, transport and deposition. *Earth Sci. Rev.* 54: 29-42.
2. Ayoubi, Sh., Jalalian, A., Eghbal, M.K., Khademi, H., and Rouzitalab, M.H. 2002. Identification and genesis of clay minerals in two paleosols from Sepahanshahr (Isfahan) and Emam-Gheis (Chaharmahal-Bakhtiari). *Iran. J. Crystal. Miner.* 10: 157-178.
3. Bahmani, M. 2009. Comparison of mineralogical properties of Calcisols and Vertisols of Isfahan and Charmahal-Va-Bakhtiari provinces and their relationship with potassium status. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, 105p. (In Persian)
4. Burt, R. 2004. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil survey investigations report. Version 4.0. Natural Resources Conservation Service, Nebraska. 693p.
5. Buseck, P.R., and Posfai, M. 1999. Airborne minerals and related aerosol particles: effects on climate and the environment. *Proc. Acad. Sci. USA.* 96: 3372-3379.
6. Coz, E., Gomez-Moreno, F.J., Ppujadas, M., Casuccio, G.S., Lersch, T.L., and Artinano, B. 2009. Individual particle characteristics of North African dust under different long-range transport scenarios. *Atmos. Environ.* 43: 1850-1863.
7. Duong, T.T.T., and Lee, B.K. 2011. Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. *J. Environ. Manage.* 92: 554-562.
8. Goossens, D. 2007. Bias in grain size distribution of deposited atmospheric dust due to the collection of particles in sediment catchers. *Catena.* 70: 16-24.
9. Hojati, S., Khademi, H., Cano, A.F., and Landi, A. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and the Zagros Mountains. *Catena.* 88: 27-36.
10. Jackson, M.L. 1979. Soil chemical analysis advanced course. 2nd ed., Madison, WI. 519p.
11. Kandler, K., Benker, N., Bundke, U., Cuevas, E., Ebert, M., Knippertz, P., Rodriguez, S., Schutz, L., and Weinbruch, S. 2007. Chemical composition and complex refractive index of Saharan mineral dust at Izana, Tenerife (Spain) derived by electron microscopy. *Atmos. Environ.* 41: 8058-8074.
12. Karimzadeh, H.R., Jalalian, A., and Khademi, H. 2004. The study of clay minerals in gypsiferous soils developed on different landforms of eastern Isfahan. *J. Sci. Tech. Agric. Natur. Res.* 8: 73-92 (In Persian)
13. Khademi, H., and Mermut, A.R. 1998. Source of palygorskite in gypsiferous Aridisols and associated sediments from central Iran. *Clay Miner.* 33: 501-578.
14. McTainsh, G.H., Nickling, W.G., and Lynch, A.W. 1997. Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. *Catena.* 29: 307-322.

15. Melaku, S., Morris, V., Raghavan, D., and Hosten, C. 2008. Seasonal variation of heavy metals in ambient air and precipitation at a single site in Washington DC. *Environ. Pollut.* 155: 88-98.
16. Menendez, I., Diaz-Hernandez, J.L., Mangas, J., Alonso, I., and Sanchez-Soto, P.J. 2007. Airborne dust accumulation and soil development in the North-East sector of Gran Canaria (Canary Islands, Spain). *J. Arid. Environ.* 71: 57-81.
17. Merefieid, J.R., Rees, G., Stone, I., Roberts, J., Parkes, C., and Jones, J. 1992. Mineralogical characterization of atmospheric dust within and adjacent to opencast coal sites in South Wales. *Annual Conference of the Ussher Society.* 8: 67-69.
18. Merrill, J., Arnold, E., Leinen, M., and Weaver, C. 1994. Mineralogy of aeolian dust reaching the North Pacific Ocean. 2. Relationship of mineral assemblages to atmospheric transport patterns. *J. Geophysic. Res.* 99: 21025-21032.
19. Miri, A., Ahmadi, H., Ghanbari, A., and Moghaddamnia, A. 2007. Dust storms impacts on air pollution and public health under hot and dry climate. *Int. J. Energy Environ.* 1: 101-105.
20. Modaihsh, A.S. 1997. Characteristics and composition of the falling dust sediments on Riyadh city, Saudi Arabia. *J. Arid Environ.* 36: 211-223.
21. Ramsperger, B., Peinemann, N., and Stahr, K. 1998. Deposition rates and characteristics of aeolian dust in the semi-arid and sub-humid regions of the Argentinean Pampa. *J. Arid Environ.* 39: 467-476.
22. Salehi, M.H. 1997. Sources and processes of salt accumulation and their effect on wind erosion of soils in Segzi valley. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. 170p. (In Persian)
23. Toomanian, N. 1995. The origin of gypsum and the genesis of gypsiferous soils in northwestern Isfahan. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology. 219p. (in Persian)
24. Zarasvandi, A., Carranza, E.J.M., Moore, F., and Rastmanesh, F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). *J. Geochem. Exploration.* 111: 138-151.
25. Zobeck, T.M., and Amante-Orozco, A. 2001. Effect of dust source clay and carbonate content on fugitive dust emissions. *Proceedings of the US-EPA 10th Annual Emission Inventory.* On CD at website: <http://www.epa.gov/ttn/chief/conference/ei10/index.html#ses-12>.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 21(1), 2014
<http://jwsc.gau.ac.ir>

Identification of the origin of atmospheric dust in Isfahan using its chemical and mineralogical properties

Z. Mahmoudi¹ and *H. Khademi²

¹M.Sc. Graduated, Dept. of Soil Science, Technology University of Isfahan,

²Professor, Dept. of Soil Science, Technology University of Isfahan

Received: 09/25/2012; Accepted: 02/15/2013

Abstract

Identification of dust sources and its potential to disperse is important, particularly in assessing atmospheric pollution by dust. The atmosphere of Isfahan Province is heavily affected by dust. To study the properties of deposited dust in the Isfahan area, 36 locations distributed over the cities of Isfahan (an urban area with heavy traffic), Khomeinishahr and Falavarjan (an urban area with low traffic) and Zarinshahr and Mobarakeh (an urban and industrial area) were randomly chosen. Dust samples were taken from all the locations for a period of 5 months in 4 periods from August to Mid December 2010. Geochemical and mineralogical characteristics of all the dust samples were examined. The mean EC value of the dust samples was 5.6 dS m^{-1} showing that it was highly affected by the Na concentration. This variable decreased from Isfahan to Zarinshahr. Dust particles had an average silt, sand and clay content of 52%, 17% and 31%, respectively. In all the 3 areas, kaolinite, palygorskite, chlorite, smectite, illite, quartz, feldspar and plagioclase dominated the clay fraction of dust. These minerals are similar to those reported for the soils of eastern Isfahan. In conclusion, climatic data as well as chemical, physical and mineralogical properties of the dust samples show that, beside the local anthropogenic sources, the soils occurring in eastern Isfahan appear to be the major source of dust in the region.

Keywords: Dust origin, Chemical characteristic, Mineralogy, Particle size, Atmospheric pollution

* Corresponding Author; Email: hkhademi@cc.iut.ac.ir

