

مهم‌ترین ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی گرد و غبار اتمسفری شهر کرمان

فریبا جعفری^۱ و حسین خادمی^{۱*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲۷)

چکیده

پدیده گرد و غبار یکی از مخاطرات اقلیمی و زیست محیطی مهم در مناطق خشک تا نیمه خشک جهان می‌باشد. این مطالعه جهت بررسی برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های گرد و غبار اتمسفری شهر کرمان به‌عنوان یکی از شهرهای مهم مناطق خشک کشور با پتانسیل بالای تولید گرد و غبار انجام شده است. از اردیبهشت تا آبان ماه ۱۳۹۱، در ۳۵ نقطه شهر کرمان و با استفاده از تله‌های شیشه‌ای، از گرد و غبار به‌صورت ماهانه نمونه‌برداری انجام شد. همچنین، جهت مقایسه نتایج گرد و غبار اتمسفری با خاک منطقه، ۶۰ نمونه مختلف خاک سطحی از مناطق برون‌شهری و ۳۵ نمونه مختلف خاک درون‌شهری تهیه گردید. سپس برخی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی از جمله pH، هدایت الکتریکی در عصاره ۱:۲ آب به نمونه، ماده آلی، کربنات کلسیم معادل و نیز توزیع اندازه ذرات در نمونه‌های گرد و غبار و خاک تعیین شد. نتایج این تحقیق نشان داد که میزان خصوصیات شیمیایی بررسی شده در نمونه‌های گرد و غبار بسیار بیشتر از میزان نمونه‌های خاک است و این احتمال داده می‌شود که ذرات گرد و غبار در اتمسفر کرمان از خاک‌های شور و قلیایی و آهکی اطراف کرمان منشأ می‌گیرند. نتایج به‌دست آمده از توزیع اندازه ذرات گرد و غبار نیز حاکی از آن است که ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده در این مطالعه از منابع منطقه‌ای در فاصله متوسط تا زیاد تشکیل شده است. با توجه به اینکه خصوصیات شیمیایی مورد مطالعه در گرد و غبار طی ماه‌های مختلف تا حدی تغییر می‌نمایند این موضوع بیانگر تغییر منابع انسانی و طبیعی تولید گرد و غبار در طی فصول مختلف است. با توجه به نتایج به‌دست آمده لازم است با مدیریت مناسب تولید گرد و غبار و ورود آن به شهر کرمان کنترل گردد.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار اتمسفری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، شهر کرمان

۱. دانشکده کشاورزی، گروه خاکشناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: hkhademi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

گرد و غبار به ذرات جامدی گفته می‌شود که به وسیله فرآیندهای مختلف و از منابع گوناگون وارد هوا می‌شوند (۶). منبع اصلی گرد و غبار اتمسفری در مناطق خشک و نیمه خشک فرسایش خاک است (۵). در این مناطق بادهای باعث ایجاد فرسایش قابل توجهی شده و ذرات کانی‌ها را در اتمسفر پراکنده می‌کنند (۱۴). زمانی که سرعت باد زیاد و از حد آستانه فرسایش بیشتر شود، باعث کنده شدن ذرات ریز خاک از سطح زمین و انتقال آنها به اتمسفر و در نتیجه کاهش میدان دید به کمتر از یک کیلومتر می‌شود (۱۹).

ذرات گرد و غبار دارای اندازه ریز (رس و سیلت) می‌باشند و می‌توانند به فواصل بسیار دور و ارتفاعات بالای جو انتقال یابند و در نهایت به صورت خشک و یا مرطوب ترسیب شوند (۱۰). فرونشست خشک در مناطق خشک و نیمه خشک، مهم‌ترین مسیر ورود آلاینده‌ها به محیط زیست می‌باشد. اهمیت فرونشست خشک اتمسفری ناشی از نگرانی‌های مرتبط با مواد فرونشستی است که از این طریق به محیط‌های خاکی و آبی وارد می‌شوند و این ذرات بر سلامت انسان‌ها تأثیر منفی دارند. این فرآیند به خصوص در مناطق مجاور مناطق صنعتی و شهری که غلظت ذرات آلاینده زیاد است اهمیتی ویژه می‌یابد (۲۱). ورود بیش از اندازه فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها به محیط زیست از طریق فرونشست اتمسفری می‌تواند در چرخه بیوژئوشیمیایی اکوسیستم تأثیر نامطلوب داشته باشد (۱، ۲۰). وسعت تأثیرات گرد و غبار بر کیفیت هوا، سلامت عمومی و اقلیم، به اندازه ذرات و ترکیب شیمیایی آنها بستگی دارد (۲۲). به طور کلی، خصوصیات شیمیایی و کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار مشابه خاک منطقه منبع می‌باشد. با این حال، عملکردهای فیزیکی خاک در طول انتشار گرد و غبار می‌تواند خصوصیات شیمیایی گرد و غبار را نسبت به منبع تغییر دهد. به عنوان مثال، فرسایش بادی ترجیحاً ذرات ریز خاک را که اغلب غنی از عناصر کمیاب می‌باشند از خاک حذف می‌کند (۱۲). به علاوه، در هر مرحله از چرخه گرد و غبار نیز ممکن است ویژگی‌های

شیمیایی و یا فیزیکی گرد و غبار تغییر نماید. بنابراین، اندازه ذرات، کانی‌شناسی و خصوصیات شیمیایی ذرات گرد و غبار بسیار وابسته به فرآیندهایی می‌باشد که در طول انتشار از خاک، انتقال در اتمسفر و رسوب اتفاق می‌افتد (۱۱).

گرد و غبار روی عوامل متعددی چون سلامت بشر، اقتصاد، کشاورزی و ... تأثیرگذار است، بنابراین مطالعه و شناسایی خصوصیات این پدیده در مناطق مختلف از اهمیت به سزایی برخوردار است. امروزه مطالعه شاخص‌های شیمیایی و فیزیکی گرد و غبار به عنوان اساس بررسی‌های ژئوبیوشیمیایی طوفان‌های گرد و غبار اهمیت زیادی یافته است. در مطالعات موذایش (۱۷)، حجتی و همکاران (۹) و محمودی (۴) نیز خصوصیات شیمیایی و فیزیکی ذرات گرد و غبار مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. محمودی (۴) در تحقیقی بر روی ویژگی‌های گرد و غبار اتمسفری شهر اصفهان بیان داشت 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 حاکی از فاصله متوسط تا دور انتقال ذرات می‌باشد می‌توان منطقه شرق اصفهان را منبع اصلی برای گرد و غبار اتمسفری اصفهان دانست.

استان کرمان در محل تلاقی رشته کوه‌های مرتفع زاگرس، مرکزی و مناطق پست کویری در جنوب شرقی کویر مرکزی بزرگ واقع شده است و از نظر میزان بارندگی جز مناطق فقیر کشور (میانگین بارش سالانه ۳۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر) محسوب می‌شود (۳). طی چند سال اخیر شهر کرمان شاهد گرد و غبارهای شدیدی بوده است که شناخت منبع و سایر خصوصیات این ذرات در مبارزه بهتر با ایجاد این پدیده و یا کاهش اثرات و میزان آن کمک شایانی می‌نماید. این در حالی است که مطالعات جامعی در این خصوص در شهر کرمان صورت نگرفته است. اطلاع از نحوه توزیع اندازه ذرات گرد و غبار و ترکیب شیمیایی آنها جهت دانستن خصوصیات فیزیکی / شیمیایی، منابع و مکانیسم تشکیل و رفتار و نیز تعیین راهکارهایی جهت کنترل مفید و با ارزش است (۱۸). بنابراین

صورت انجام پذیرفت که در ماه اردیبهشت به دلیل احتمال بارندگی در دو نوبت (اواسط و پایان ماه) و در دیگر ماه‌ها (خرداد تا آبان) فقط در یک نوبت در پایان ماه صورت گرفت. براساس پیش‌بینی بارندگی در ماه‌های مهر و آبان، نمونه‌ها به گونه‌ای جمع‌آوری شدند که در مقدار گرد و غبار اتمسفری اختلال ایجاد نکند. پس از هر بار نمونه‌برداری، تله‌ها شسته شده و نمونه‌ها درون ظروف در بسته پلاستیکی به آزمایشگاه انتقال داده شدند. با توجه به عدم تداخل بارندگی با نمونه‌گیری، کلیه نمونه‌های برداشت شده رسوب خشک تلقی می‌شوند.

نمونه‌برداری خاک

برای مقایسه نتایج آنالیزهای گرد و غبار اتمسفری با خاک منطقه، ۶۰ نمونه مختلف خاک سطحی (۱۰-۰cm) از ۳ برش (کرمان-رفسنجان، کرمان-زرنند و کرمان-ماهان و جوپار) شکل (۱) و ۳۵ نمونه مختلف خاک از مناطق شهری کرمان (پارک و بلوارهای نزدیک به نقاط نمونه‌برداری گرد و غبار) برداشته شد.

مطالعات آزمایشگاهی

بعد از جمع‌آوری و انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه pH و قابلیت هدایت الکتریکی نمونه‌ها در عصاره ۱:۲ آب به نمونه (گرد و غبار و خاک) تعیین شد. درصد ماده آلی (روش والکی-بلک) و درصد کربنات کلسیم معادل (روش انحلال با اسید کلریدریک یک نرمال و تیتراسیون برگشتی با سود یک نرمال) نیز در نمونه‌های گرد و غبار و خاک اندازه‌گیری شد (۲). برای تعیین توزیع اندازه ذرات، تعداد ۱۰۵ نمونه گرد و غبار (شامل نمونه ماه‌های مربوط به خرداد، تیر و آبان) و همچنین ۴۷ نمونه خاک انتخاب گردید. در مورد نمونه‌های خاک، پس از حذف ماده آلی با آب اکسیژنه و پراکنش رس‌ها با هگزا متافسفات سدیم بافت خاک به روش پیت اندازه‌گیری شد (۷). برای اندازه‌گیری توزیع اندازه ذرات در نمونه‌های گرد و غبار به دلیل مقدار کم نمونه‌های

این تحقیق جهت بررسی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی گرد و غبار طی ماه‌های مختلف و تعیین منشأ احتمالی ذرات گرد و غبار انجام شد.

مواد و روش‌ها

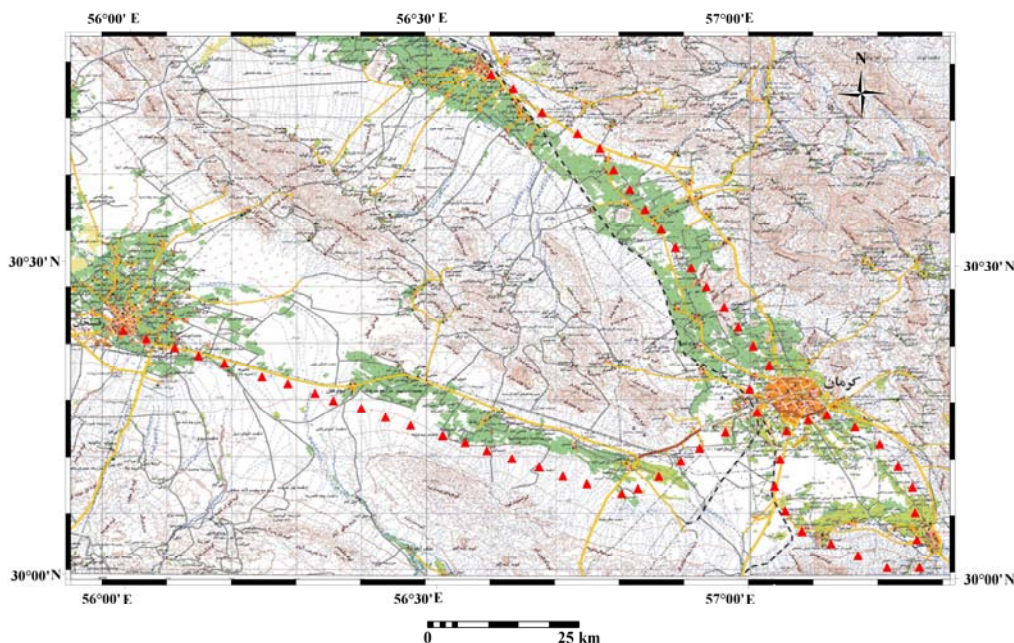
ناحیه مورد مطالعه منطقه شهری کرمان است که در طول جغرافیایی ۵۷° ۰۱ تا ۵۷° ۱۷ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۵' ۳۰ تا ۱۹' ۳۰ شمالی قرار گرفته و متوسط ارتفاع آن ۱۷۷۸ متر از سطح دریا می‌باشد. این شهرستان از شمال و شرق به کویر لوت، از جنوب به شهرستان بم و جیرفت و از غرب به شهرستان‌های راور، زرنند، رفسنجان و بردسیر محدود می‌شود. اقلیم شهرستان کرمان، نیمه خشک است و از مشخصات اصلی آن، رطوبت و بارندگی کم، تبخیر و تعرق زیاد و نوسانات شدید درجه حرارت در فصول گرم و سرد سال و حتی در شب و روز می‌باشد. شهرستان کرمان به علت واقع شدن در عرض جغرافیایی متوسط، به شدت تحت تأثیر مرکز پر فشار جنب حاره‌ای است. میزان بارندگی شهر کرمان در سال‌های عادی حدود ۱۵۰ میلی‌متر می‌باشد (۳).

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری گرد و غبار

نمونه‌برداری گرد و غبار در ۳۵ نقطه مختلف (مرکز و حاشیه‌ها) و توسط تله‌های شیشه‌ای (۹) در شهر کرمان صورت گرفت. تله‌های نمونه‌گیر گرد و غبار مورد استفاده در این مطالعه، متشکل از صفحات شیشه‌ای مربعی شکل با ابعاد ۱×۱ متر و یک توری پلاستیکی با منافذ ۲×۲ میلی‌متر بوده و جهت به دام انداختن گرد و غبار موجود در هوا توری پلاستیکی به وسیله ۸ پیچ به آن متصل گردید. به منظور نمونه‌گیری، در هر نقطه بر روی پشت بام ساختمان‌های یک طبقه (دارای ارتفاع حدود ۳ متر از سطح زمین) تعداد ۲ عدد تله رسوب‌گیر نصب گردید.

نمونه‌های گرد و غبار به صورت ماهانه طی ۷ ماه از اردیبهشت تا آبان ماه ۱۳۹۱ جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری بدین



شکل ۱. موقعیت نقاط نمونه برداری خاک (▲) برون شهری کرمان

نمونه‌های خاک و گرد و غبار اتمسفری در جدول (۱) آورده شده است. با توجه به این جدول، محدوده pH متوسط ۷ ماه گرد و غبار بین ۷/۵۷ تا ۱۰ با میانگینی معادل ۸/۸۴ بوده که در مقایسه با نتایج نمونه‌های خاک بیشتر می‌باشد. با توجه به همبستگی بالای pH و درصد کربنات کلسیم معادل ($r = 0.82^{**}$) در نمونه‌های گرد و غبار این مقدار قابل توجهی می‌باشد و حاکی از آن است که گرد و غبار از خاک‌هایی با مقادیر قابل توجه آهک مشتق شده است. متوسط میزان هدایت الکتریکی در نمونه‌های گرد و غبار ۸/۱ dS/m بوده و بالا بودن هدایت الکتریکی گرد و غبار به خاطر حضور نمک‌های فراوان محلول در آب بوده و دلیلی است بر این مطلب که ذرات گرد و غبار احتمالاً از منطقه‌ای با خاک‌های شور منشأ می‌گیرد. لو و همکاران (۱۳) طی بررسی pH گرد و غبار خیابانی در چین، محدوده pH گرد و غبار را ۸ تا ۱۰/۱ با متوسط ۹ گزارش کردند و این مقدار بالای pH گرد و غبار را به خاک‌های منطقه نسبت دادند. از طرفی محمودی (۴) طی بررسی pH و هدایت الکتریکی گرد و غبار اصفهان، متوسط pH را ۱۰/۳ و متوسط هدایت الکتریکی

جمع‌آوری شده (در مقایسه با خاک) از روش سانتریفیوژ استفاده شد. در این روش مقدار ۲ گرم از هر یک از نمونه‌ها با ۱۵۰ میلی‌متر آب مقطر به مدت یک ساعت تکان داده شدند. به منظور جدا کردن ذرات سیلت و رس، سوسپانسیون سیلت و رس به مدت ۶ دقیقه با دور ۸۵۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و محلول رویی شامل رس به ظرف دیگری منتقل و این روند تا شفاف شدن محلول رویی ادامه پیدا کرد. در پایان هر کدام از بخش‌های شن، سیلت و رس تفکیک شده، خشک و توزین شد و درصد هر یک از ذرات تعیین گردید (۴).

توصیف آماری داده‌ها

برای توصیف نتایج آزمایشگاهی و تهیه خلاصه‌ای از اطلاعات آماری از نرم‌افزار SPSS16 استفاده شد.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی گرد و غبار

توصیف آماری برخی خصوصیات شیمیایی مورد بررسی در

جدول ۱. توصیف آماری برخی ویژگی‌های شیمیایی ۳۴۰ نمونه خاک و گرد و غبار مورد بررسی

متغیر	واحد	نمونه	حداقل	حداکثر	میانگین	چولگی	کشی‌دگی
pH	-	گرد و غبار (n=۲۴۵)	۷/۵۷	۱۰/۰۰	۸/۸۴	-۰/۱۵	-۰/۴۶
		خاک درون شهری (n=۳۵)	۷/۰۳	۸/۵۸	۸/۰۱	-۱/۱۰	۱/۲۳
		خاک بیرون شهری (n=۶۰)	۷/۲۴	۸/۷۷	۷/۹۰	۰/۳۱	۰/۲۴
هدایت الکتریکی	dS/m	گرد و غبار (n=۲۴۵)	۶/۸	۱۰/۱	۸/۱	۰/۳	-۰/۵
		خاک درون شهری (n=۳۵)	۰/۳	۳۵/۵	۷/۲	۴/۶	۲۳/۱
		خاک بیرون شهری (n=۶۰)	۰/۱	۱۹/۰	۶/۲	۲/۴	۵/۲
ماده آلی	%	گرد و غبار (n=۲۴۵)	۱/۷۰	۳/۰۸	۲۲/۳۹	۰/۰۲	-۰/۲۲
		خاک درون شهری (n=۳۵)	۰/۳۱	۲/۷۲	۱۱/۴۹	۰/۰۳	-۰/۲۷
		خاک بیرون شهری (n=۶۰)	۰/۰۸	۱/۰۴	۵/۲۵	۱/۹۲	۴/۶۱
کربنات کلسیم معادل	%	گرد و غبار (n=۲۴۵)	۲۳/۶	۳۲/۴	۲۷/۳	۰/۴	۰/۲
		خاک درون شهری (n=۳۵)	۱۴/۶	۲۶/۷	۲۲/۹	-۱/۵	۳/۷
		خاک بیرون شهری (n=۶۰)	۱۲/۰	۴۳/۵	۲۱/۳	۱/۲	۲/۸

میانگین‌های دارای حروف مشابه در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌دار ندارند.

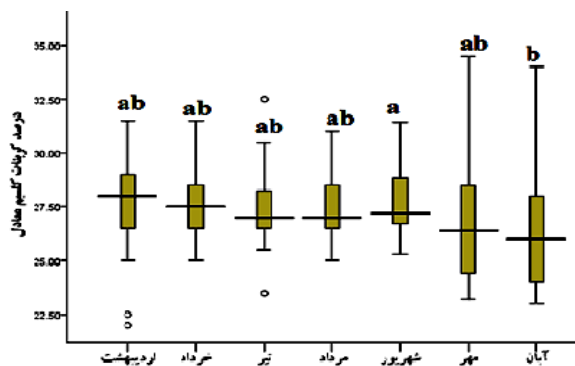
معادل در ماه‌های مختلف، دیده می‌شود روند حاکم بر تغییرات pH در آن نیز تکرار شده است و البته کمترین میزان کربنات کلسیم معادل به آبان اختصاص می‌یابد. کاهش pH در ماه‌های مهر و آبان شاید به علت آلودگی بیشتر هوا نیز باشد. باید این موضوع در نظر داشت که با کاهش دما و شروع فصول سرد سال استفاده از وسایل گرمایشی افزایش می‌یابد. این امر باعث تولید بیشتر گازهای گلخانه‌ای از جمله CO₂ و SO₂ در محیط شده که به تبع آن pH گرد و غبار نیز کاهش می‌یابد. محمودی (۴) طی پژوهش خود در مورد توزیع زمانی pH گرد و غبار، بیشترین و کمترین میزان پ-هاش را به ترتیب در ماه‌های مهر و آبان- آذر گزارش کرده و افزایش معنی‌دار pH در ماه مهر را به دلیل تغییر منبع ورودی گرد و غبار دانست. همچنین کاهش شدید pH در ماه‌های آبان- آذر را به حضور بیشتر گازهای SO₂ در هوا و افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت داد.

تغییرات زمانی شوری (EC) گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در شکل (۴) آورده شده است. نتایج حاکی از آن

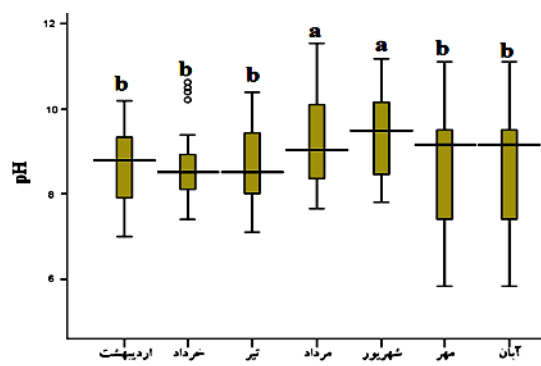
گرد و غبار ۵/۶ دسی‌زیمنس بر متر گزارش کرد و بالا بودن pH نمونه‌های گرد و غبار را به میزان بالای سدیم و کربنات نسبت داد. این محقق بیان داشت با توجه به بالا بودن هدایت الکتریکی و کربنات کلسیم، احتمالاً منشأ گرد و غبار، خاک‌های منطقه‌ای شور و با مقایسه قابل توجهی آهک می‌باشد. طی پژوهشی در عربستان نیز مقادیر بالای pH و هدایت الکتریکی نمونه‌های گرد و غبار به خاک‌های منطقه (شور و حاوی مقادیر قابل توجهی سنگ آهک و دولومیت) نسبت داده شد (۱۷). از آنجایی که اطراف کرمان غالباً رخنمون‌های سنگی آهکی و خاک‌های خشک فرا گرفته است می‌توان این احتمال داد که این مناطق منشأ غالب گرد و غبار این شهر می‌باشند.

در شکل (۲) تغییرات زمانی pH گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری نشان داده شده است. فقط pH ماه‌های مرداد و شهریور تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ با دیگر ماه‌ها داشته و در بین سایر ماه‌های مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود.

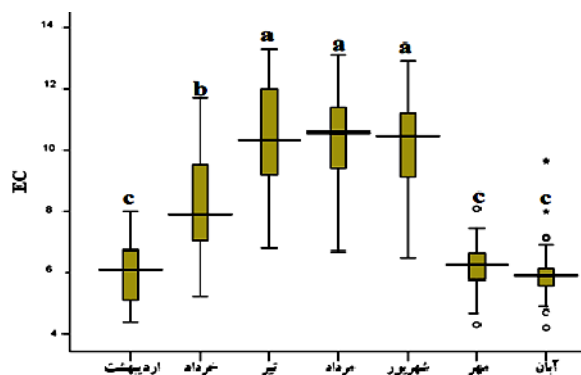
در شکل (۳)، با در نظر گرفتن تغییرات کربنات کلسیم



شکل ۳. نمودار جعبه‌ای تغییرات درصد کربنات کلسیم معادل گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰.۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۲. نمودار جعبه‌ای تغییرات pH گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰.۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۴. نمودار جعبه‌ای تغییرات هدایت الکتریکی گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۰.۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

۷ ماه نمونه‌برداری بین ۱/۷۰ تا ۳/۰۸ درصد با متوسط ۲/۳۹ درصد می‌باشد. در مقایسه میزان ماده آلی گرد و غبار با خاک‌های مورد مطالعه مشخص گردید که ماده آلی موجود در گرد و غبار با ماده آلی موجود در خاک‌های درون شهری و برون شهری، تفاوت معنی‌داری در سطح ۰.۵٪ آزمون دانکن دارد. به طوری که میزان ماده آلی موجود در گرد و غبار بیشترین مقدار می‌باشد. همچنین، خاک‌های درون شهری به دلیل انجام نمونه‌برداری از پارک‌ها و بلوارها نیز تفاوت معنی‌داری با خاک‌های برون شهری دارند. لو و همکاران (۱۳) طی بررسی درصد ماده آلی به روش LOI در گرد و غبار خیابانی در چین، محدوده درصد ماده آلی را ۲/۲ تا ۱۸/۸ با متوسط ۸/۸ گزارش کردند. این محققین مقدار بالای ماده آلی را به آلودگی‌های آلی

است که کمترین EC در طی ماه‌های اردیبهشت، مهر و آبان و بیشترین EC مربوط به ماه‌های تیر، مرداد و شهریور می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان شوری بیشتر تیر، مرداد و شهریور را به تبخیر شدیدتر و در نتیجه شوری بیشتر خاک‌ها نسبت داد. این موضوع به گونه‌ای است که بخش اعظم دشت کرمان را رسوبات تبخیری پلایایی فراگرفته است. سطوح این پلایاها در فصل گرم (تابستان) خشک شده و خاک بسیار شور سطحی به صورت گرد و غبار وارد هوا می‌گردد. محمودی (۴) در بررسی شوری نمونه‌های گرد و غبار، بالا بودن EC را به کانی‌هالیت در منطقه منشأ نسبت داده است.

میزان ماده آلی نمونه‌های مورد بررسی در جدول (۱) گزارش شده است. محدوده میزان ماده آلی گرد و غبار متوسط

جدول ۲. تغییرات اندازه ذرات گرد و غبار در دوره‌های متفاوت نمونه‌برداری

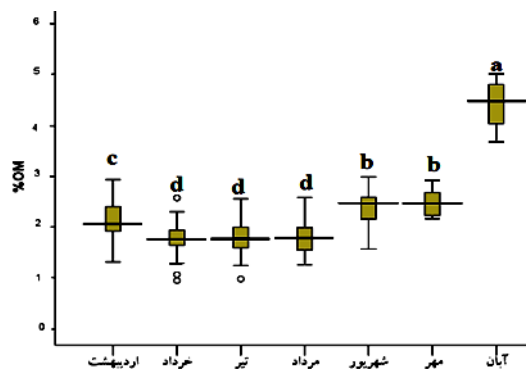
ماه	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت
خرداد	۱۴/۱	۵۹/۶	۲۶/۳	لومی سیلتی
تیر	۱۸/۳	۵۸/۷	۲۳/۰	لومی سیلتی
آبان	۱۶/۰	۶۶/۵	۱۷/۵	لومی سیلتی
میانگین	۱۶/۱	۶۱/۶	۲۲/۳	لومی سیلتی

گرد و غبار می‌باشد. البته باید در نظر داشت که افزایش معنی‌دار ماده آلی در آبان می‌تواند ناشی از آلاینده‌های آلی (دود خودروها و سوخت‌های فسیلی) نیز باشد. بنابراین، نتیجه گرفته می‌شود که عوامل انسانی در کنار عوامل طبیعی نقشی مهم در افزایش ماده آلی موجود در گرد و غبار دارند.

بنابراین در مجموع به نظر می‌رسد که توزیع زمانی خصوصیات شیمیایی گرد و غبار وابستگی بسیاری به تغییرات آب و هوایی منطقه منبع دارد. همچنین، نباید از نقش انسان در برهم خوردن روند تغییرات زمانی چشم‌پوشی کرد.

توزیع اندازه ذرات گرد و غبار

توزیع اندازه ذرات گرد و غبار در سه ماه مورد بررسی در جدول (۲) نشان داده شده است. با توجه به این جدول بافت نمونه‌های گرد و غبار تمام ماه‌های مورد بررسی لومی سیلتی می‌باشد. در هر سه دوره از بین سه گروه ذرات، سیلت بالاترین درصد ذرات و رس کمترین درصد ذرات را به خود اختصاص دادند. هرچه گرد و غبار دارای اندازه ذرات درشت‌تر باشد حاکی از فاصله کم انتقال می‌باشد. مندز و همکاران (۱۶) طی بررسی گرد و غبار در جزیره کنری در اسپانیا گزارش کردند نرخ تجمع گرد و غبار رابطه مثبتی با سرعت باد داشته است و ترکیب نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط آنها بیشتر از ذرات در اندازه سیلت ($12 \pm 4\%$) و با درصد کم رس ($8 \pm 9\%$) تشکیل شده بود. این در حالی است که محمودی (۴) بیشترین درصد ذرات تشکیل دهنده گرد و غبار را، سیلت با 53% و کمترین درصد آن را شن با 17% گزارش کرد. هر چه منبع تولید گرد و



شکل ۵. نمودار جعبه‌ای تغییرات درصد ماده آلی گرد و غبار در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری (میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

ناشی از فعالیت‌های صنعتی (کارخانه‌های نخریسی و تولید مواد غذایی) نسبت دادند. در مطالعه‌ای در استرالیا، بالا بودن درصد ماده آلی در گرد و غبار را به حضور مواد بیولوژیک خاک، گرده‌افشانی و وجود اجزای گیاهی قابل انتقال توسط باد نسبت داده شد (۱۵).

تغییرات زمانی درصد ماده آلی گرد و غبار طی ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در شکل (۵) ارائه شده است. با توجه به این شکل، بیشترین میزان ماده آلی در گرد و غبار ماه آبان بوده است که تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ با دیگر ماه‌های مورد بررسی دارد. همچنین کمترین میزان ماده آلی را ماه‌های خرداد، تیر و مرداد دارند. در کل میزان ماده آلی ابتدا در اردیبهشت زیاد بود که فصل تابستان کاهش و دوباره با شروع فصل پاییز افزایش یافته است. می‌توان این احتمال را داد که عامل اصلی افزایش ماده آلی، حضور اجزای گیاهی قابل انتقال توسط باد در

جدول ۳. تغییرات اندازه ذرات خاک سه ترانسکت مورد بررسی

مسیر	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت
کرمان-رفسنجان	۴/۹	۱۸/۰	۷۷/۱	شنی لومی
کرمان-زرند	۲/۰	۳۲/۰	۶۶/۰	لومی شنی
کرمان-ماهان، جوپار	۵/۵	۲۶/۶	۶۷/۹	ومی شنی

براساس این دسته‌بندی بخش عمده ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شد (شن و سیلت) در این مطالعه از منابع منطقه‌ای و در فاصله کم تا زیاد منشأ می‌گیرند و بخش کمی از ذرات (بخش رس) از فواصل طولانی‌تر وارد منطقه می‌شوند.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان خصوصیات شیمیایی بررسی شده در نمونه‌های گرد و غبار بسیار بیشتر از میزان نمونه‌های خاک است و این احتمال داده می‌شود که ذرات گرد و غبار در اتسفر کرمان از خاک‌های شور و قلیایی و آهکی اطراف کرمان و استان‌ای مجاور منشأ می‌گیرند. همچنین نتایج حاکی از آن است که خصوصیات شیمیایی گرد و غبار بررسی شده دارای روند زمانی متفاوتی در ماه‌های مختلف می‌باشد. تغییرات میزان خصوصیات شیمیایی گرد و غبار در ماه‌های مختلف را می‌توان به تغییر در منشأ احتمالی ذرات گرد و غبار در فصول مختلف و تغییر در منابع طبیعی و انسانی تولید گرد و غبار نسبت داد. با توجه به نتایج توزیع اندازه ذرات گرد و غبار بیش از ۷۰ درصد ذرات در اجزا سیلت و رس هستند که با توجه به اثرات زیانبار این اندازه ذرات بر سلامت انسان و دیگر موجودات، بایستی اقدامات جدی جهت کنترل ورود آنها به اتمسفر منطقه، صورت گیرد.

غبار تا منطقه فرونشست فاصله بیشتری داشته باشد گرد و غبار بدست آمده از ذرات ریزتری تشکیل می‌شود. همچنین نتایج بافت خاک‌های مورد بررسی در سه برش در جدول (۳) آورده شده است. با توجه به این جدول بیشترین درصد ذرات تشکیل دهنده خاک مربوط به ذرات شن است. این نمونه خاک‌ها به دلیل فرسایش بادی از درصد کمی از ذرات ریز (سیلت و رس) برخوردار می‌باشند. اکثر ذرات گرد و غبار حاصل از فرسایش بادی، در محدوده قطر ۰/۰۲ تا ۰/۱ میلی‌متر قرار دارند (۸). حجتی و همکاران (۹) نیز طی بررسی ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده از جندق تا کوه‌رنگ، جزء سیلت را غالب‌ترین جز ذرات بیان نمودند. موداهیش (۱۷) طی پژوهشی بر روی ذرات گرد و غبار در ریاض عربستان، بافت اکثر نمونه‌های گرد و غبار را در محدوده لومی تا لومی سیلتي گزارش کردند. مکتئیش و همکاران (۱۵) طبقه‌بندی برای ذرات گرد و غبار و منشأ آن بیان نمودند طی این طبقه‌بندی ذرات ریز فرونشسته (کوچکتر از ۵ میکرومتر) از منابع با فاصله زیاد از منطقه فرونشست منشأ می‌گیرند، 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 ۷۰-۵۰ میکرومتر به‌همراه بخشی از ذرات ریز از منابع محلی مانند فعالیت‌های انسانی که مواد درشت‌تری را ایجاد می‌کنند، بر می‌خیزند.

منابع مورد استفاده

۱. حمزه، م. ع. و ر. حسن‌زاده. ۱۳۸۸. مطالعه آلودگی خاک‌های محدوده شهر کرمان به‌وسیله عناصر کمیاب سمی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS). مجله محیط‌شناسی ۴۹: ۴۱-۵۲.
۲. خوشگفتارمنش، ا. م. ۱۳۸۶. ارزیابی وضعیت تغذیه‌ای گیاه و مدیریت بهینه کودی. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳. گلاب‌زاده، م. ع. ۱۳۸۵. کرمان. ناشر سازمان میراث فرهنگی و گردشگری استان کرمان.
۴. محمودی، ز. ۱۳۹۰. بررسی خصوصیات ژئوشیمیایی و کانی شناسی گرد و غبار اتمسفری اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۲۳ص.
5. Coz, E., F. J. Gomez-Moreno, M. Ppujadas, G. S. Casuccio, T. L. Lersch and B. Artinano. 2009. Individual particle characteristics of North African dust under different long-range transport scenarios. *Atmos. Environ.* 43: 1850-1863.
 6. Faiz, Y., M. Tufail, M. T. Javad, M. M. Chaudhry and N. Siddique. 2009. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan. *Microchem. J.* 92: 186-192.
 7. Gee, G. W. and J. W. Bauders. 1986. Particle size analysis. PP. 383-409. *In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods, Agronomy Monograph. No. 9.*
 8. Gillette, D. A. 1979. Factors affecting dust emission by wind erosion, PP. 71-91. *In: C. Morales, (Ed.), Saharan Dust: Mobilization, Transport and Deposition. John Wiley & Sons, New York.*
 9. Hojati, S., H. Khademi, A. F. Cano and A. Landi. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between Central Iran and the Zagros mountains *Catena* 88: 27- 36.
 10. Keramat, A., B. Marivani and M. Samsam. 2011. Climatic change, drought and dust crisis in Iran. *World Academy Sci. Eng. Technol.* 57: 10-13.
 11. Lawrence, C. R. and J. C. Jason. 2009. The contemporary physical and chemical flux of aeolian dust: A synthesis of direct measurements of dust deposition. *Chem. Geol.* 267: 46- 63.
 12. Li, J., G. S. Okin, L. Alvare and H. Epstein. 2008. Effects of wind erosion on the spatial heterogeneity of soil nutrients in two desert grassland communities. *Biogeochemi.* 88: 73-88.
 13. Lu, X., L. Y. Li, L. Wang, K. Lei, J. Huang and Y. Zhai. 2009. Contamination assessment of mercury and arsenic in road way dust from Baoji, China. *Atmos. Environ.* 43: 2489-2496.
 14. McTainsh, G. and C. Strong. 2007. The role of aeolian dust in ecosystems. *Geomorphology* 89: 39-54.
 15. McTainsh, G. H., W. G. Nickling and A. W. Lynch. 1997. Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. *Catena* 29: 307-322.
 16. Menendez, I., J. L. Diaz-Hernandez, J. Mangas, I. Alonso and P. J. Sanchez-Soto. 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. Modaihsh, A. S. 1997. Characteristics and composition of the falling dust sediments on Riyadh city, Saudi Arabia. *J. Arid Environ.* 36: 211-223.
 18. Park, S. H., C. B. Song, M. C. Kim, S. B. Kwon and K. W. Lee. 2003. Study on size distribution of total aerosol and water-soluble ions during an Asian dust storm event at Jeju Island, Korea. *Environ. Monit. Assess.* 93: 157-183.
 19. Song, Z., J. Wang and S. Wang. 2007. Quantitative classification of northeast Asian dust events. *J. Geophys. Res.* 112: 100-115.
 20. Wong, C. S. C., X. D. Li, G. Zhang, S. H. Qi and X. Z. Peng. 2003. Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China. *Atmos. Environ.* 37: 767-776.
 21. Yi, S., L. A. Totten, S. Thota, S. Yan, J. H. Offenberg, S. J. Eisenreich, J. Graney and T. M. Holsen. 2006. Atmospheric dry deposition of trace elements measured around the urban and industrially impacted NY-NJ harbor. *Atmos. Environ.* 40: 6626-6637.
 22. Zheng, N., J. Liu, Q. Wang and Z. Liang. 2010. Health risk assessment of heavy metal exposure to street dust in the zinc smelting district, northeast of China. *Sci. Total Environ.* 408: 726-733.

Important chemical and physical properties of atmospheric dust in Kerman city

F. Jafari and H. Khademi ^{1*}

(Received: Oct. 9-2015 ; Accepted: May 16-2016)

Abstract

Dust deposition phenomenon is an important climatic and environmental issue in arid and semi-arid regions. The objective of this study was to examine important characteristics of atmospheric dust in Kerman as one of important cities in arid areas of our country with high potential of dust production. Dust samples were collected monthly using glass traps installed on the roof of 35 one-story buildings in Kerman for 7 months from April 20 to Nov. 20, 2012. To compare the results of atmospheric dust with those of soil, 60 surface soil samples (0-10 cm) from suburban areas and 35 soil samples from urban areas were also collected. Some physical and chemical characteristics such as pH, electrical conductivity, organic matter, calcium carbonate equivalent, and particle size distribution were determined in dust and soil samples. The results of chemical analyses indicated that the amount of these properties is much higher than soil samples. Atmosphere dust particles appear to mainly originate from alkaline and saline soils surrounding the city of Kerman. Dust particle size distribution analysis further confirmed that dust particles have been transferred to Kerman city from medium to long distance areas. Temporal variability in dust chemical properties indicates that the contribution of anthropogenic and natural sources to urban dust in Kerman has seasonal changes. Based on the results obtained, dust production outside and inside the city and its distribution in populated areas are required to be controlled with proper management practices.

Keywords: Dust deposition, Kerman city, Physical and chemical properties

1. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Isfahan Univ. of Technol., Isfahan, Iran.

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