

مقایسه ویژگی‌های ریزگردهای ایران و سایر نقاط جهان از نظر جنس و اندازه ذرات

احمد عباسی^۱، محمدرضا ملایری^{۲*}

۱ دانشجوی دکتری مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی نفت و گاز، دانشگاه شیراز، ایران
۲ استاد بخش مهندسی شیمی، دانشکده مهندسی شیمی نفت و گاز، دانشگاه شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۳؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۰/۱۰)

چکیده

یکی از چالش‌های محیط‌زیستی سال‌های اخیر در دنیا، پدیده‌ی ریزگرد و راه‌های مقابله با آن می‌باشد. افزایش دفعات و شدت وقوع پدیده ریزگردها و گسترش دامنه‌ی تأثیرگذاری آن‌ها و نیز قابلیت پیمایش مسافت‌های طولانی، باعث شده است تا توجه ویژه‌ای در جهت دستیابی به شناخت همه جنبه‌های این پدیده معطوف گردد. یکی از این جنبه‌ها، ویژگی‌های ذرات تشکیل دهنده‌ی ریزگرد است که در موارد مختلفی کاربرد دارد. از جمله می‌توان به استفاده در مدلسازی‌ها به صورت داده‌های ورودی، پیش‌بینی رفتار منشأیابی ریزگردها و نیز پیش‌بینی تغییر خواص خاک‌های سطحی مناطق تحت‌تأثیر اشاره نمود. در این پژوهش، ضمن گردآوری داده‌های حاصل از آنالیز ذرات گردوغبار در برخی از نقاط داخل و خارج ایران، به مقایسه‌ای کیفی بین این اطلاعات پرداخته شده است. مقایسه‌ی داده‌های گزارش شده نشان می‌دهد که بخش غالب ریزگردها در بیشتر مناطق، شامل ترکیب SiO_2 می‌باشد که جزء اصلی تشکیل‌دهنده‌ی کانی کوآرتز است. نتایج آنالیز نمونه‌های خاک سطحی نیز در بیشتر موارد به نتیجه‌ی مشابهی منجر شده است. همچنین، توزیع اندازه‌ی ذرات یکی از ملاک‌های مهم در منشأیابی ریزگردها است به گونه‌ای که احتمالاً ریزگردهای خوزستان به دلیل اندازه‌ی کوچکتر ذراتشان، از خارج از کشور سرچشمه می‌گیرند، در حالی که انتظار می‌رود که ریزگردهای زاهدان دارای منشأ محلی باشند و به همین دلیل باید همان منطقه به دنبال راهکار مقابله با این پدیده بود.

کلید واژه‌ها: ریزگرد، گردوغبار، خواص ذرات، آنالیز شیمیایی، توزیع اندازه

سرآغاز

آب‌گریز بودن. با توجه به گزارش‌ها و اندازه‌گیری‌های صورت گرفته، در این مقاله به مقایسه‌ی کانی‌شناسی، ماهیت شیمیایی مواد و توزیع اندازه‌ی ذرات برخی از ریزگردهای به‌وقوع پیوسته در ایران و نقاط دیگری از جهان پرداخته شده است.

• اهمیت آگاهی از ویژگی‌های ذرات

شناخت و آگاهی کافی از ویژگی‌های ذرات ریزگرد، اهمیت بالایی دارد. یکی از زمینه‌هایی که در این مبحث ارزش ویژه‌ای دارد، استفاده از ویژگی‌های ذرات در مدل‌های مربوط به ریزگرد است. جهت بررسی ساده‌تر و مؤثرتر رفتار و اثرات ریزگرد، مدل‌هایی ایجاد و توسعه داده شدند که در زمینه‌های مختلفی از جمله هواشناسی و پیش‌بینی‌های مربوط به آن به‌کار می‌روند. به‌منظور انجام محاسبات و شبیه‌سازی‌های لازم در این‌گونه مدل‌ها لازم است مقادیر برخی از خواص ذرات نظیر چگالی، توزیع اندازه‌ی ذرات و حتی ضریب شکل آن‌ها مشخص باشد. به‌عنوان مثال، در بررسی‌های مرتبط با چسبیدن ذرات معلق به سطوح مختلف و تعیین نیروهای چسبندگی، می‌باید اطلاعاتی مانند اندازه‌ی ذرات، صاف یا زبر بودن آن، ماهیت شیمیایی یا ترکیبی که ذرات به‌طور عمده از آن ساخته شده‌اند در اختیار باشد. تفسیر نتایج آزمایشگاهی و نیز طراحی آزمایش‌های مربوطه مانند تونل باد، نیاز به آگاهی از این ویژگی‌های وجود دارد. در شبیه‌سازی‌های رایانه‌ای که توسط نرم‌افزارهایی از قبیل فلونتت صورت می‌گیرد نیز اطلاع از چنین داده‌هایی ضروری است تا شبیه‌سازی‌ها و محاسبات به‌درستی صورت پذیرد.

شاید بتوان گفت که بیشترین اهمیت شناخت ویژگی‌های ذرات در منشأیابی و تعیین محل شکل‌گیری ریزگردها است. توسط نمونه‌برداری از خاک سطحی نواحی محتمل برای تشکیل ریزگرد و در اختیار داشتن ویژگی‌های ذرات ریزگرد به‌وقوع پیوسته، می‌توان مقایسه‌هایی انجام داد و منشأ تشکیل ریزگرد را در یک منطقه، تعیین و جهت مقابله با آن در منشأ، اقدام کرد. از طرف دیگر، وجود الگوهای توزیع چند قله‌ای (که از آنالیز اندازه‌ی ذرات به‌دست می‌آید)، معمولاً نشان‌دهنده‌ی ذرات گرد و غبار با منشأهای متفاوت و یا تأثیرگذاری فرآیندهای مختلف بر انتقال این ذرات است (Beitlfeht et al., 2015). یکی دیگر از جاهایی که نیاز به شناخت ویژگی‌های مختلف ذرات ریزگرد است، بررسی پیش‌بینی روند تغییر خاک‌های سطحی است. اگر

با رشد جوامع، گسترش فعالیت‌های انسانی و تلاش برای استفاده‌ی هرچه بیشتر از منابع زمین نظیر حفر چاه‌ها برای استخراج آب‌های زیرزمینی و قطع کردن درختان، تغییراتی در سازوکار طبیعت رخ داده است که در گذشته کم‌تر مورد توجه قرار می‌گرفت. بازخورد این فعالیت‌ها با گذشت زمان آشکارتر شد تا این‌که امروزه، از ریزگرد به‌عنوان یک معضل یاد می‌شود. ریزگرد به‌طور خلاصه، ذرات جامد خاک‌های سطحی به‌صورت معلق در هوا می‌باشد که به‌دلیل اندازه‌ی کوچکی که دارند، مدت زیادی در هوا باقی می‌مانند و می‌توانند همراه جریان هوا حمل شوند. دامنه‌ی اثرات این پدیده بسیار گسترده است به‌گونه‌ای که از علل شیوع و تشدید بعضی بیماری‌های جسمی و روانی تا اختلال در زندگی روزمره و حتی تأثیرات منفی بر رشد و تولید گیاهان را نیز در برمی‌گیرد. بخش عمده‌ی این اثرات، به خواص فیزیکی و شیمیایی ذرات تشکیل دهنده‌ی ریزگرد برمی‌گردد که برخی از این ویژگی‌ها در این مقاله مورد بررسی شده است.

• معرفی ویژگی‌های مورد بررسی ذرات ریزگرد

اجزای تشکیل‌دهنده‌ی ریزگرد، ذرات جامد بسیار ریز و غبارهایی هستند که از خاک سطحی نواحی دیگر تحت تأثیر عوامل متعددی به جریان هوا وارد می‌شوند. این ذرات از نظر جنس یا ترکیب شیمیایی، ممکن است از عناصر مختلف و گوناگونی تشکیل شده باشند که قطعاً به منطقه‌ی شکل‌گیری ریزگرد مرتبط است. از دیگر ویژگی‌های ذرات، اندازه‌ی آن‌ها است که می‌تواند از یک رویداد غباری به موردی دیگر، متفاوت باشد و به‌دلیل دامنه‌ی وسیع اندازه‌ی ذرات معلق، در گزارش‌ها از عبارت توزیع اندازه‌ی ذرات به‌جای یک قطر خاص، استفاده می‌شود به‌گونه‌ای که فراوانی ذرات در هر اندازه‌ای از این بازه، مشخص است. خصوصیت دیگری که می‌تواند مهم باشد، شکل ذرات است. در مدل‌ها معمولاً ذرات را کروی فرض می‌کنند ولی واقعیت می‌تواند بسیار متفاوت باشد. علاوه بر زبری‌هایی که در سطوح ذرات موجود است، شکل کلی ذرات می‌تواند به‌صورت کره، استوانه و یا شکل‌های نامنظم و زاویه‌دار باشد.

ویژگی‌های دیگری هم در مورد ذرات قابل بررسی است که در این مقاله مد نظر نیست ولی می‌تواند به موارد اشاره شده ارتباط داشته باشد از جمله: چگالی، واکنش‌پذیری و آب‌دوست یا

آنچه امروزه حساسیت قابل توجهی پدید آورده است، تکرار و شدت آن می باشد به گونه ای که مناطق زیادی در جهان با این پدیده دست و پنجه نرم می کنند و بخش های زیادی از ایران نیز شاهد آن می باشند. به همین دلیل، تحقیقاتی پیرامون خواص ذرات ریزگرد به صورت پراکنده و مطالعه ای موردی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته است. در این بخش، طبق جدول (۱) به طور خلاصه به مناطق و زمان پژوهش های داخل ایران اشاره شده است.

در دیگر نقاط جهان نیز تحقیقاتی جهت شناسایی ویژگی های ذرات ریزگردها صورت گرفته است که در این مقاله، از موارد ذکر شده در جدول (۲) استفاده شده است:

در ادامه، با هدف آشنایی بیشتر، به ذکر پاره ای از شرایط محیطی، جغرافیایی و آب و هوایی تعدادی از این مناطق پرداخته شده است:

خواص خاک های سطحی در منطقه ای تشکیل و نیز منطقه ای نشست ذرات ریزگرد، به طور پیوسته و در بازه های زمانی مختلف، مورد پایش و ارزیابی قرار گیرد، می توان روند تغییر خواص آن ها را در گذر زمان، تشخیص داد و از این بررسی، در پیش بینی تغییرات برای آینده، استفاده نمود. در مطالعاتی از این قبیل، آنچه مورد پایش، بررسی و اندازه گیری قرار می گیرد، ویژگی های ذکر شده برای ذرات است که نشان می دهد طی دوره های زمانی، چه تغییری رخ داده است. بر این اساس، مطالعه و آگاهی از ویژگی های فیزیکی و شیمیایی ذرات ریزگرد و خاک سطحی بسیار مهم و حتی ضروری است.

روش تحلیل

• مناطق مورد مطالعه

ریزگرد موضوع جدیدی نیست و در گذشته نیز رخ داده است اما

جدول (۱): برخی از مناطق ایران که از ریزگردهای آن ها نمونه برداری شده است

منطقه	تاریخ تحقیق	مآخذ پژوهش
اهواز و آبادان - استان خوزستان	سال های ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸	(Zarasvandi et al., 2011)
زاهدان - استان سیستان و بلوچستان	تیر ماه ۱۳۸۷ تا اسفند ماه ۱۳۸۸	(Rashki, 2012)
زابل - استان سیستان و بلوچستان	شهریور ماه ۱۳۸۹ تا شهریور ماه ۱۳۹۰	(Rashki, 2012)
اطراف تالاب هورالعظیم - مرز خوزستان و عراق	مرداد تا بهمن ماه ۱۳۹۰	(Beitlefteh et al., 2015)
اهواز - استان خوزستان	تابستان و پاییز ۱۳۹۰	(Karamian et al., 2016)
بخش شهداد - استان کرمان	بهار و تابستان ۱۳۹۲	(Hamdamju et al., 2014)
اصفهان - استان اصفهان	دی ماه ۱۳۹۲	(Iran Meteorological Organization Website)

جدول (۲): برخی نقاط جهان که مورد نمونه گیری ذرات غبار قرار گرفته اند

منطقه	تاریخ تحقیق	مآخذ پژوهش
شهرهای بغداد و رمادی - عراق	بهمن ماه ۱۳۸۷ تا خرداد ماه ۱۳۸۹	(Al-Dabbas, 2012 & Al-Khafaji)
شبه جزیره ایبری - اسپانیا	سال ۱۳۷۵	(Díaz-Hernández et al., 2011)
الجلیل - فلسطین	۱۳۷۱ تا ۱۳۷۵	(Ganor et al., 2000)

- منطقه ای شهداد: در شمال استان کرمان و مجاورت کویر لوت قرار دارد. بیابان لوت، یکی از گرم ترین و خشک ترین بیابان های جهان گزارش شده است (Alavi Panah, 2002). این منطقه دارای شرایط جوی ناپایدار در تابستان و سرعت باد بیش از ۱۰ متر بر ثانیه با جهت باد غالب شمالی است (Hamdamju et al., 2014).

- تالاب هورالعظیم: وسعتی حدود ۸۷۹ کیلومتر مربع در مرز ایران و عراق در استان خوزستان و در جنوب شرقی شهر بستان قرار دارد که از شمال به هورالنساب در عراق و از جنوب به جلگه ها و دشت های کم ارتفاع دجله ختم می شود. جهت باد غالب منطقه، شمال غربی-جنوب شرقی است.

همین راستا، در این پژوهش با بررسی مقالات مربوط به ویژگی‌های ذرات ریزگردهای مناطق مختلف که از مجله‌ها و کنفرانس‌های متعدد تهیه شده است، نقاط مشترک و تفاوت‌های موجود در داده‌های گزارش شده تعیین شد تا بتوان بر مبنای آن، به درک بهتری از ویژگی‌های ریزگردها دست یافت. شاخص‌هایی که مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، حاصل نمونه‌گیری از ریزگردهای به وقوع پیوسته می‌باشند که عبارتند از جنس و ترکیب شیمیایی ذرات و اندازه‌ی آن‌ها. شکل ذرات نیز پارامتر مهم دیگری است که داده‌های مربوط به آن به گستردگی دو شاخص دیگر نیست و کم‌تعداد بودن گزارش‌های مربوط به چنین خصوصیتی، مانع از بررسی در این زمینه شد. در ادامه، داده‌های گزارش شده در مقالات همراه با توضیحات مربوطه ارائه شده است و سپس به تحلیل حاصل از مقایسه‌ی آن‌ها پرداخته شده است.

● بررسی داده‌های گزارش شده از نمونه‌گیری‌ها

نتایج بررسی خاک‌های محلی اطراف تالاب هورالعظیم در جدول (۳) نشان داده شده است:

جدول (۳): نتایج نمونه‌گیری از خاک‌های منطقه‌ی هورالعظیم (Beitlefteh et al., 2015)

محل نمونه‌گیری	نوع بافت خاک	درصد سیلت	درصد رس
سید عرب	لوم	۴۵	۲۲
بنی نعامه	لوم رسی	۳۷	۲۸
بیت کواری	رسی سیلتی	۴۰	۴۰
هورالعظیم	لوم سیلتی	۶۱	۲۰
قدرت آباد	لوم رسی	۴۲	۳۱
بستان	لوم رسی	۴۱	۳۰
دهلاویه	لوم سیلتی	۵۰	۲۲
مالکیه	لوم	۳۲	۲۸
هویزه	لوم	۴۰	۲۶
سوسنگرد	لوم	۴۰	۲۵
دشت میش داغ	شنی	۸	۲

در نمونه‌گیری دیگری که از ذرات غبار ترسیب‌یافته در دو دوره‌ی با وقوع و بدون وقوع گردوغبار صورت گرفته و نتایج آن در جدول (۴) گزارش شده است، مشاهده می‌شود که بخش زیادی از ذرات

اهواز: دارای بارندگی سالانه ۲۰۸ میلی‌متر با اقلیم خشک و سرعت باد بین ۲/۵ تا ۳ متر بر ثانیه در دوره‌ی نمونه‌برداری و جهت غالب باد به‌صورت غربی و شمال‌غربی می‌باشد (Karamian et al., 2016).

زاهدان و زابل: استان سیستان، وسعتی حدود ۱۵۱۹۷ کیلومتر مربع را شامل می‌شود. آب و هوایی کاملاً خشک و متوسط بارندگی سالانه ۵۳ میلی‌متر برای دوره‌ی ۱۹۶۳ تا ۲۰۱۰ همراه با بادهایی شدید دارد. در تابستان، بادهای پایدار شمال و شمال شرقی معروف به بادهای ۱۲۰ روزه آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. طبق گزارشات زابل، بیشترین سرعت باد در تابستان، حدود ظهر و کم‌ترین سرعت باد در زمستان و حدود ۷ عصر می‌باشد (Rashki, 2012).

شبه جزیره‌ی ایبری: دارای متوسط دمای سالانه ۱۵/۱ درجه‌ی سانتی‌گراد و متوسط بارش سالانه ۳۵۷ میلی‌متر است. بادهای این منطقه دارای سرعتی بین ۱/۳۸ تا ۵/۵۶ متر بر ثانیه می‌باشد (AEMET).

تحقیقات پراکنده و موردی در ایران و جهان، یک نیاز ضروری برای تحلیل نتایج چنین پژوهش‌هایی را ایجاد نمود و در

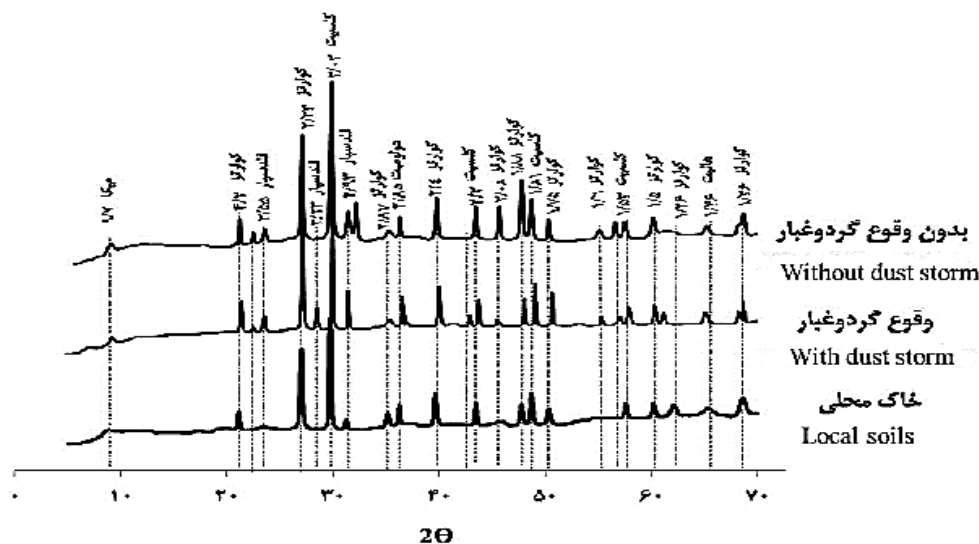
همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود خاک‌های اطراف تالاب هورالعظیم از بافت لوم و لوم رسی تشکیل شده‌اند و در نمونه‌های مربوطه، فراوانی ذرات در اندازه‌ی سیلت بیشتر از ذرات رس و شن است.

دورهی همراه با گردوغبار، تمرکز ذرات بین بازه‌ی ۱ تا ۱۰۰ میکرون قرار دارد یعنی غبارهای این منطقه، دارای قطر متوسط ۱۰ تا ۲۰ میکرون هستند. نتایج حاصل از پراش اشعه‌ی ایکس در این نمونه‌ها در شکل (۱) ارائه شده است. کانی‌شناسی این نمونه‌ها مشخص کرده است که عمده‌ی ذرات از کوارتز، کلسیت و فلدسپار تشکیل شده‌اند و در درجه‌ی بعد، کانی‌هایی چون دولومیت، گچ و هالیت حضور دارند.

در هر دو دوره، از رس تشکیل شده است. در آنالیز دیگری که به دنبال تحقیق بالا صورت گرفت، نشان داده شد که در بیشتر نمونه‌ها، مقدار رس در دوره‌ی با وقوع پدیده‌ی گردوغبار بیشتر و میانگین اندازه‌ی ذرات سیلت رسوب‌یافته کاهش پیدا کرده است. از طرف دیگر، توزیع اندازه‌ی ذرات در همین پژوهش نشان داده است که در دوره‌ی بدون گردوغبار، فراوانی ذرات بین ۲۰ تا ۱۰۰ میکرون بیشتر است و قطر متوسط حدود ۸۰ تا ۹۰ میکرون است در حالی که در

جدول (۴): درصد اجزای ذرات گردوغبار در شرایط وقوع و بدون وقوع گردوغبار (Beitlfeh et al., 2015)

منطقه‌ی نمونه‌گیری	دوره‌های بدون گردوغبار			دوره‌های همراه با گردوغبار		
	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن
سوسنگرد	۱۲	۷۳	۱۵	۱۴	۸۰	۶
قدرت آباد	۸	۷۶	۱۶	۱۵	۷۸	۷
بیت کوار	۱۶	۶۵	۱۹	۱۹	۶۶	۱۵
مالکیه	۱۱	۶۰	۲۹	۱۲	۸۲	۶
بنی نعامه	۱۳/۵	۶۸/۵	۱۸	۱۶	۶۹	۱۵
تالاب هورالعظیم	۱۴	۶۷	۱۹	۱۵	۷۰	۱۵
دهلاویه	۱۴	۷۴	۱۲	۱۳/۵	۸۰/۵	۶

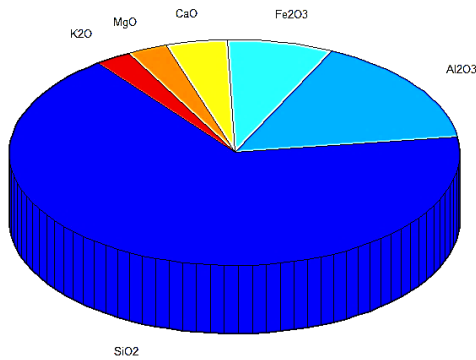


شکل (۱): پراش نگاشت‌های اشعه‌ی ایکس در نمونه‌های ایستگاه تالاب هورالعظیم.

اعداد قله‌ها بر حسب آنگستروم است. (Beitlfeh et al., 2015)

مطالعات دانشمندان حاکی از شکل (۳) برای ترکیب عناصر اصلی گردوغبار جهانی است: از آنالیز پراش اشعه‌ی ایکس نمونه‌های تهیه‌شده از شهرستان‌های اهواز و آبادان که در جدول (۵) نشان داده شده است، این‌طور برداشت می‌شود که کانی‌های تشکیل‌دهنده‌ی

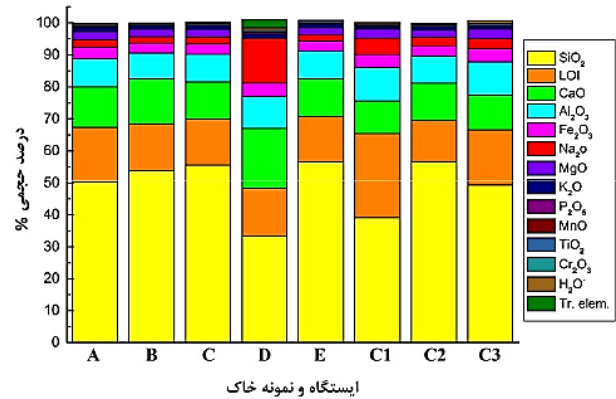
نتایج آنالیز شیمیایی پنج ایستگاه نمونه‌گیری غبار و سه نمونه‌ی خاک سطحی در منطقه‌ی شهداد به صورت شکل (۲) می‌باشد. بخش زرد رنگ در همه‌ی نمونه‌ها بزرگترین سهم را داراست که مربوط به SiO_2 است. این اکسید، ترکیب اصلی کوارتز است و در نتیجه، فراوانی کانی کوارتز در این منطقه بالاست.



شکل (۳): ترکیب عناصر اصلی گرد و غبار جهانی (Goudie, 2006 & Middleton)

بررسی‌های میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داده است که مهم‌ترین شکل‌های ذرات تشکیل دهنده گردوغبار خوزستان، شکل‌های کروی، نامنظم، منشوری و هذلولی است و اندازه‌ی متوسط آن‌ها از ۲ تا ۴۴ میکرون متغیر است که در این میان، ذرات رسی دارای کم‌ترین و ذرات کربناتی، دارای بیشترین اندازه می‌باشند (Zarasvandi et al., 2011).

نمونه‌های مذکور غالباً در سه فاز اصلی کانیایی شامل کربنات، سیلیکات و فیلسیلیکات قرار دارند. در این جدول، کانی‌های کلسیت و کوارتز بیشتر مشاهده می‌شود.



شکل (۲): عناصر اصلی گردوغبار در منطقه‌ی شهرداد (Hamdamju et al., 2014)

جدول (۵): نتایج آنالیز پراش اشعه‌ی ایکس نمونه‌های گردوغبار خوزستان (Zarasvandi et al., 2011)

شماره‌ی نمونه	اندازه	تاریخ	فازهای اصلی
۱	PM10	۸۷/۱۱/۵	کلسیت، کوارتز
۲	TSP	۸۷/۶/۳	کلسیت
۳	TSP	۸۷/۶/۳	کلسیت
۴	TSP	۸۷/۱۲/۵	کلسیت
۵	TSP	۸۷/۶/۲۷	کلسیت
۶	PM10	۸۷/۱۱/۲۳	کلسیت، کوارتز
۷	TSP	۸۷/۷/۱۶	کلسیت، کوارتز
۸	TSP	۸۷/۶/۱۷	کلسیت، کوارتز
۹	PM10	۸۷/۱۲/۲۵	کلسیت، کوارتز

ذرات، دارای اندازه‌ی کمتر از ۲/۵ و ۱۰ میکرون هستند. برای هر دو ایستگاه، قطر متوسط توزیع ذرات بین ۱۰ تا ۱۱۸ میکرون قرار دارد که در شکل (۴) نیز نشان داده شده است. آنچه که از آنالیز ترکیب شیمیایی نمونه‌های سیستان در شکل (۵) تشخیص داده می‌شود، بخش اعظم نمونه‌های غباری (بین ۲۶ تا ۴۰٪) از کوارتز تشکیل شده است و پس از آن، جزء غالب (با حدود ۲۲٪ جرمی) کلسیت می‌باشد. میکا با ۱۳٪ در رده‌ی بعدی قرار دارد.

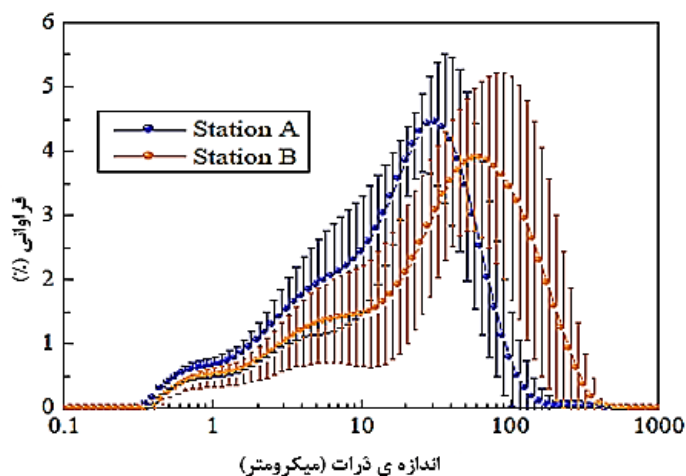
در پژوهشی دیگر که پیرامون کانی‌شناسی نمونه‌های جمع‌آوری شده از اهواز صورت گرفته است، حضور فراوان کانی‌های کلسیت، کوارتز و فلدسپار تأیید شده است که نتایج آن در جدول (۶) مشاهده می‌شود: آنالیز صورت‌گرفته روی نمونه‌های جمع‌آوری شده از دو ایستگاه در اطراف دریاچه‌ی هامون در سیستان که در جدول (۷) ارائه شده است، نشان می‌دهد که اندازه‌ی ذرات طوفان‌های تابستانی بزرگ‌تر از طوفان‌های سایر فصل‌ها است و کسر کوچکی از

جدول (۶): مقایسه کیفی ترکیب کانی‌شناسی ذرات تشکیل‌دهنده‌ی گردوغبار اهواز در سال ۱۳۹۰ (Karamian et al., 2016)

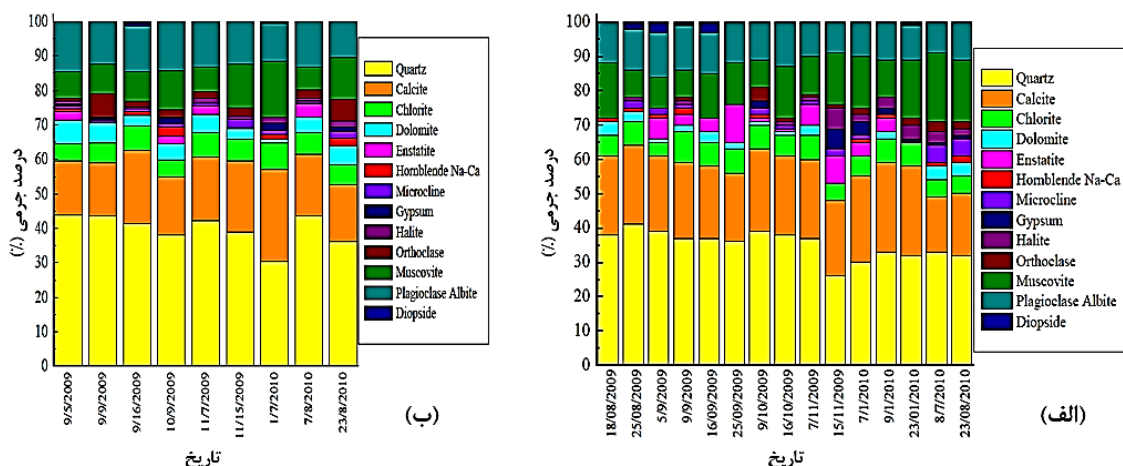
منطقه مورد مطالعه	کانی‌های شناسایی شده در دوره‌ی مورد مطالعه
گلستان	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
مجموعه مسکونی	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
پاداد	کانی‌های رسی، گچ > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
مخابرات	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
کیانپارس	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
کمپلو شمالی	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
سلمان فارسی	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
کوی مجاهد	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
کمپلو جنوبی	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
میدان جمهوری	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
زیتون	کانی‌های رسی، گچ > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
دانشگاه	کانی‌های رسی، گچ > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
شهرک آقاجاری	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
کوی نفت	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز
میدان هفت جام نرگس	کانی‌های رسی > کانی‌های کربناته (دولومیت، سیدریت) >> فلدسپار >> کلسیت، کوارتز

جدول (۷): درصد اندازه‌ی ذرات ایستگاه‌های نمونه برداری از غبار سیستان (Rashki, 2012)

تاریخ (ایستگاه)	قطری که ۵۰٪ ذرات از آن کوچک‌ترند	قطری که ۹۰٪ ذرات از آن کوچک‌ترند	PM2.5 (%)	PM10 (%)
۲۰۰۹/۰۸/۱۹ (A)	۲۴/۱	۶۱/۰	۸	۲۴
۲۰۰۹/۸/۲۵ (A)	۱۹/۹	۵۶/۰	۱۱/۰	۳۰/۰
۲۰۰۹/۰۹/۰۵ (A)	۲۶/۱	۶۴/۵	۹/۵	۲۴/۰
۲۰۰۹/۰۹/۰۹ (A)	۲۸/۲	۷۳/۸	۱۰/۵	۲۶/۰
۲۰۰۹/۰۹/۱۶ (A)	۱۴/۳	۴۶/۹	۸	۳۸
۲۰۰۹/۱۰/۰۹ (A)	۲۳/۸	۶۳/۴	۱۰/۳	۲۷/۵
۲۰۰۹/۱۱/۱۵ (A)	۱۰/۱	۳۶/۲	۱۵/۳	۵۰/۷
۲۰۱۰/۰۱/۰۷ (A)	۱۴/۸	۵۶/۰	۱۱/۷	۴۰/۸
۲۰۱۰/۰۱/۰۹ (A)	۱۲/۶	۴۲/۶	۱۱/۰	۵۱/۳
۲۰۱۰/۰۱/۲۳ (A)	۱۳/۵	۴۵/۰	۱۱/۰	۴۱/۵
۲۰۱۰/۰۷/۰۸ (A)	۲۹/۹	۷۷/۲	۹/۵	۲۶/۰
۲۰۱۰/۰۸/۲۳ (A)	۳۱/۵	۸۰/۶	۸/۰	۲۰/۸
۲۰۰۹/۰۹/۰۵ (B)	۶۳	۱۶۳	۷	۱۸
۲۰۰۹/۰۹/۰۹ (B)	۵۵	۱۴۹	۷	۱۸
۲۰۰۹/۰۹/۱۶ (B)	۳۷	۱۱۵	۹	۲۳
۲۰۰۹/۱۰/۰۹ (B)	۶۱	۱۵۹	۷	۱۹
۲۰۰۹/۱۰/۱۶ (B)	۳۶	۱۰۲	۸	۲۴
۲۰۰۹/۱۱/۱۵ (B)	۳۲	۹۶	۹	۲۵
۲۰۱۰/۰۱/۰۷ (B)	۱۴	۵۴	۱۳	۴۱
۲۰۱۰/۰۷/۰۸ (B)	۴۹	۱۴۷	۹	۲۲



شکل (۴): قطر متوسط و انحراف معیار توزیع اندازه‌ی نمونه‌های غبار سیستان (Rashki, 2012)

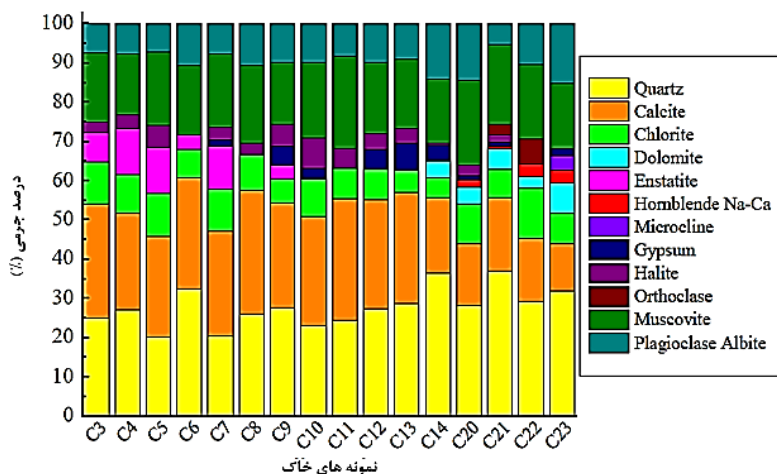


شکل (۵): نتایج آنالیز شیمیایی نمونه‌های گردوغبار سیستان در ایستگاه A (الف) و ایستگاه B (ب) توسط پراش اشعه‌ی ایکس (Rashki, 2012)

اختلاف روند تغییرات به منابع تولید ذرات برمی‌گردد. منابع انسانی که در نزدیکی سطح قرار دارند، ذراتی در محدوده‌ی $PM_{1.0}$ تولید می‌کنند که در فصل زمستان به دلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی، مقدار آن بیشتر می‌شود. از طرف دیگر، وارونگی دمایی که در زمستان رخ می‌دهد باعث کاهش ارتفاع اختلاط نسبت به تابستان می‌شود و این ذرات در نزدیکی سطح زمین باقی مانده و غلظت بیشتری را از خود نشان می‌دهند. نتیجه‌ی مشابهی در آتن یونان نیز به دست آمده است با این تفاوت که غلظت هر دو آلاینده‌ی PM_{10} و $PM_{2.5}$ در زمستان بیشتر بوده است ولی با این حال، غلظت‌های گزارش شده از زاهدان مقدار بیشتری نشان داده‌اند (Chaloulakou et al.,

همراه این آنالیز، بررسی مشابهی روی نمونه‌های تهیه‌شده از خاک نواحی اطراف سیستان و دریاچه‌ی هامون صورت گرفته است که نتایج آن در شکل (۶) ارائه شده است و به‌طور مشابه، جزء غالب را کوارتز و کلسیت تشکیل می‌دهند. در تحقیقات صورت‌گرفته پیرامون غلظت ذرات گردوغبار در زاهدان که در جدول (۸) نمایش داده شده است، مشاهده می‌شود که زمستان دارای کمترین مقدار غلظت ذرات PM_{10} و در اوایل تابستان به دلیل وزش بادهای ۱۲۰ روزه، بیشترین مقدار را داراست. بیشینه‌ی غلظت $PM_{2.5}$ در ماه جولای اتفاق می‌افتد و تغییرات فصلی غلظت $PM_{1.0}$ کاملاً عکس PM_{10} است و بیشینه‌ی آن مربوط به ماه‌های فصل زمستان می‌باشد. این

(2003). غلظت ذرات PM10 گزارش شده از زابل نیز در جدول (۸) ، تغییراتی مشابه زاهدان دارد ولی مقادیر غلظت ها خیلی بیشتر می باشد که ناشی از ریزگردهای اثرگذار بر زابل است.



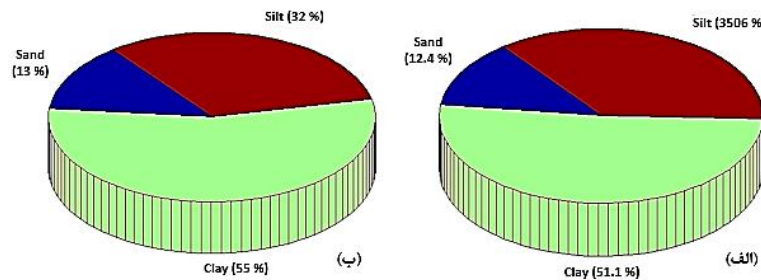
شکل (۶): نتایج آنالیز شیمیایی نمونه های خاک سطحی سیستان توسط پراش اشعه ی ایکس (Rashki, 2012)

جدول (۸): غلظت ذرات آلاینده ی PM در زاهدان و زابل به صورت متوسط ماهانه و فصلی (Rashki, 2012)

غلظت متوسط PM10 در زابل (میکروگرم بر متر مکعب)	غلظت متوسط PM10 در زاهدان (میکروگرم بر متر مکعب)	غلظت متوسط PM2.5 در زاهدان (میکروگرم بر متر مکعب)	ماه یا فصل
۱۹۶	۱۱۹	۳۲	ژانویه
۱۴۷	۱۲۱	۳۴	فوریه
۲۶۲	۹۵	۲۸	مارس
۲۲۴	۱۱۶	۳۰	آوریل
۳۲۲	۱۵۰	۳۵	می
۶۲۷	۱۷۴	۳۳	ژوئن
۸۴۷	۱۸۲	۴۳	جولای
۸۰۷	۱۵۱	۳۲	آگوست
۵۶۴	۱۰۱	۲۴	سپتامبر
۵۳۱	۱۲۷	۳۲	اکتبر
۲۰۰	۱۰۳	۲۷	نوامبر
۴۷۶	۶۴	۲۹	دسامبر
۲۷۳	۱۰۷	۳۲	زمستان
۲۷۰	۱۲۱	۳۲	بهار
۷۱۶	۱۷۲	۳۸	تابستان
۴۸۴	۱۱۴	۲۹	پاییز

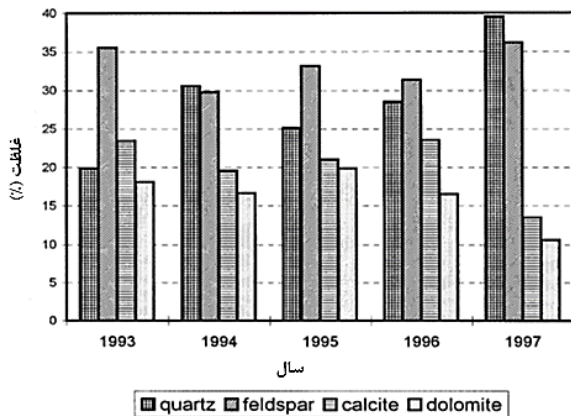
شده است. این موضوع ناشی از آن است که بافت خاک عراق غالباً رس و سیلت است و نیروی باد برای انتقال این ذرات، مؤثرتر می‌باشد.

آنالیز انجام‌شده روی نمونه‌های گردوغبار شهرهای بغداد و رمادی در کشور عراق، همان‌طور که در شکل (۷) مشاهده می‌شود، نشان داده است که بخش اصلی آن‌ها از رس تشکیل



شکل (۷): درصد رس، سیلت و شن در نمونه‌های تهیه شده از گرد و غبار شهرهای بغداد (الف) و رمادی (ب) (Al-Dabbas & Al- Khafaji , 2012)

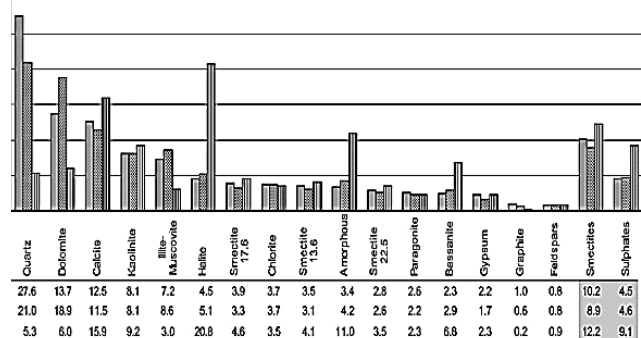
نتایج پژوهش صورت‌گرفته روی بخش غیر رسی نمونه‌های گردوغبار در اطراف شهرستان جلیل در کشور فلسطین مطابق شکل (۹) می‌باشد. مقادیر متوسط کانی‌ها در دوره‌ی چهار ساله به‌صورت شکل (۱۰) در آمده است.



شکل (۹): نتایج کانی‌شناسی متوسط سالانه بخش غیر رسی نمونه‌های گرد و غبار در منطقه‌ی شهرستان جلیل (Ganor et al., 2000)

داده‌های هواشناسی در شهر اصفهان به‌طور خلاصه، وضعیت روزهای بحرانی ریزگرد را در جدول (۹) نشان می‌دهد. مقایسه‌ی این مقادیر با مقادیر متوسط ماهانه که در جدول (۱۰) ارائه شده است، نشان می‌دهد که در روزهای بحرانی، غلظت گردوغبار حدود ۴ برابر روزهای عادی است. این شرایط بحرانی ناشی از سرمای شدید هوا، بالا بودن مصرف سوخت منازل (جهت تولید حرارت)، پایداری جو و سرعت کم باد بود که باعث شد غلظت بالایی از ذرات در هوا مشاهده شود (Zohraby & Ezzatian, 2016).

داده‌های حاصل از آنالیز ترکیب ریزگردهای شبه جزیره‌ی ایبری در اسپانیا در شکل (۸) نشان داده شده است. طبق این گزارش، اجزای غالب ذرات غبار مذکور به‌ترتیب، کوارتز، دولومیت و کلسیت می‌باشند.



شکل (۸): ترکیب مواد تشکیل دهنده‌ی سه نمونه از

ریزگردهای شبه جزیره‌ی ایبری

(Díaz-Hernández et al., 2011)

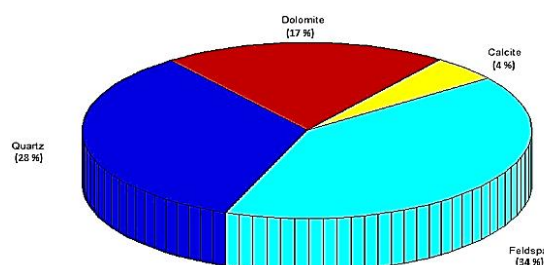
جدول (۹): غلظت ریزگرد و سرعت باد در روزهای بحرانی اصفهان در دی ماه سال ۱۳۹۲
(Iran Meteorological Organization Website)

تاریخ	غلظت ریزگرد (میکروگرم بر متر مکعب)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	کم ترین دما (سانتی گراد)	بیش ترین دما (سانتی گراد)
۱۳۹۲/۱۰/۴	۲۰۸	۳	-۱/۴	۹
۱۳۹۲/۱۰/۵	۲۰۵	۲	-۱۱	۱۰/۴
۱۳۹۲/۱۰/۶	۱۸۴	۳	-۱۱	۱۰/۴
۱۳۹۲/۱۰/۷	۲۳۸/۳	۳	-۱۰/۴	۱۲/۶
۱۳۹۲/۱۰/۸	۱۴۰/۳	۳	-۱۱/۴	۹/۳

جدول (۱۰): غلظت متوسط ماهانه ی ریزگرد و سرعت باد اصفهان در سال ۱۳۹۲
(Iran Meteorological Organization Website)

ماه	غلظت ریزگرد (میکروگرم بر متر مکعب)	سرعت باد (متر بر ثانیه)	کم ترین دما (سانتی گراد)	بیش ترین دما (سانتی گراد)
فروردین	۴۱/۹	۲	۴/۹	۲۲/۷
اردیبهشت	۴۶/۳	۲	۷/۵	۲۵/۱
خرداد	۴۷/۲	۳	۱۳/۳	۳۴/۲
تیر	۵۹/۶	۳	۱۷/۵	۳۸/۵
مرداد	۴۶/۹	۲	۱۸/۷	۳۸/۴
شهریور	۵۰/۳	۲	۱۲/۸	۳۴/۹
مهر	۴۷/۸	۲	۶/۷	۲۸/۳
آبان	۵۶/۷	۲	۱/۸	۱۹
آذر	۵۳/۹	۳	-۱/۴	۱۳/۹
دی	۱۱۵/۱	۲	-۷/۱	۵/۴
بهمن	۶۰/۵	۲	-۴/۹	۱۰
اسفند	۳۶/۸	۲	۱/۲	۱۶/۹

شهداد و سیستان، SiO_2 بخش غالب را تشکیل داده است. در مورد خوزستان نیز، کوارتز کانی بیشینه است که جزء اصلی آن SiO_2 می باشد. در شکل (۳)، همین موضوع برای ریزگرد جهانی تایید شده است. پس می توان نتیجه گرفت که اجزای ریزگرد به طور کلی، به طور عمده از SiO_2 تشکیل شده اند و احتمالاً رفتار شیمیایی نزدیکی به این ترکیب دارند. این موضوع در مواردی که آگاهی از جنس ذرات مهم است، ارزش بالایی دارد مانند زمانی که هدف پژوهش، بررسی نیروهای چسبندگی بین ذرات و انواع سطوح است زیرا در این موارد لازم است پارامترهایی از قبیل انرژی آزاد سطوح تعیین شود که این مقادیر هم از طریق آزمایش و با مشخص بودن جنس مواد قابل اندازه گیری است. همچنین اهمیت کوارتز در بین سایر کانی ها در این زمینه



شکل (۱۰): درصد مقادیر متوسط کانی ها در دوره ی چهار ساله برای بخش غیر رسی نمونه های گرد و غبار در منطقه ی شهرستان جلیل (Ganor et al., 2000)

بر اساس داده ها و نتایج ارائه شده در بخش پیشین، مشخص شد که ترکیب اصلی ریزگردهای به وقوع پیوسته از SiO_2 تشکیل شده است. با توجه به مقادیر درصد اجزای ریزگرد در منطقه

صورت پذیرد و سپس ضریب شکل هر هندسه‌ای از ذرات تعیین شود.

بحث و نتیجه‌گیری

مطالعه و آگاهی از ویژگی‌های ذرات ریزگردها، گام مهمی در جهت مقابله‌ی اساسی با این پدیده می‌باشد. ویژگی‌هایی که در مورد این ذرات از اهمیت بیشتری برخوردار است عبارتند از: کانی‌شناسی، جنس یا ترکیب شیمیایی، توزیع اندازه و شکل. با در اختیار داشتن چنین داده‌هایی که همگی از نمونه‌گیری ذرات ریزگردها و خاک‌های سطحی مناطق مبدأ و مقصد به‌دست می‌آیند، می‌توان به‌روشی هدفمندتر و مؤثرتر برنامه‌ریزی نمود و نتایج واقعی‌تری از مدل‌ها به‌دست آورد. در این پژوهش، با بررسی نتایجی که از آنالیز نمونه‌های تهیه شده از ریزگردهای برخی از مناطق ایران به‌دست آمده بود و مقایسه با جنس کلی ذرات ریزگردهای جهان، مشخص شد که در اکثر موارد، بخش اصلی ذرات مورد نظر از جنس کوارتز و SiO_2 بوده است. پس پیشنهاد می‌شود که در مدل‌سازی‌ها و محاسبات مربوط به ریزگردها، از خواص این ماده استفاده شود و انتظار می‌رود که نتایج مدل‌ها به واقعیت نزدیک باشد. همچنین نتیجه گرفته شد که ریزگردهایی با قطر متوسط کوچک (در اندازه‌ی سیلت) که در خوزستان رخ داده است، منشأ غیر بومی دارند و در مقابل، ریزگردهای زاهدان و زابل که توزیع اندازه‌ی آن‌ها بزرگ‌تر است، دارای منشأ محلی می‌باشند. به‌همین جهت به‌نظر می‌رسد که برای مقابله با تشکیل ریزگردها در جنوب‌غربی ایران، باید با کشورهای منشأ وارد مذاکرات و همکاری‌های بین‌المللی شد درحالی‌که برای کاهش وقوع این پدیده در جنوب شرقی کشور، دست به اقدامات محلی زد.

محسوس است. این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد زیرا جنس پوسته‌ی زمین بیشتر، از همین جنس می‌باشد.

می‌توان انتظار داشت که در صورت فرض کردن ذرات ریزگرد با خواص فیزیکی متوسطی از رس، سیلت و شن مانند چگالی و استفاده از این مقادیر در مدل‌ها، نتیجه‌ی مدل‌سازی با واقعیت، تفاوت زیادی نداشته باشد.

در مورد مناطقی که ساختار ذرات نمونه‌های ریزگرد و نمونه‌های خاک سطحی مشابه هستند و الگوی توزیع اندازه‌ی ذرات دارای یک قله است، می‌توان پیش‌بینی کرد که منشأ ریزگرد محلی باشد ولی زمانی که ترکیب ذرات نمونه‌های تهیه شده از ریزگرد، تفاوت قابل توجهی در سهم مواد تشکیل‌دهنده دارد و نیز الگوی چندقله‌ای مشاهده شده است، به احتمال زیاد، چندین منشأ برای ریزگرد وجود دارد. از طرف دیگر، ریزتر بودن اندازه‌ی ذرات در حدود سیلت می‌تواند بیان‌گر این موضوع باشد که ذرات از مکان دوری به منطقه‌ی وقوع منتقل شده‌اند درحالی‌که وجود ذرات بزرگ‌تر مربوط به فاصله‌ی انتقال نزدیک است. با این توضیحات، به نظر می‌رسد که ریزگردهای گزارش شده در مناطق اطراف تالاب هورالعظیم که بیشتر ذراتشان در اندازه‌ی سیلت هستند، از نقاط دورتر به این نواحی منتقل شده‌اند ولی گردوغبارهای سیستان که قطر متوسط ذرات آن طبق شکل (۴) در محدوده‌ی ۲۰ تا ۶۰ میکرون قرار دارد، از نواحی نزدیک به‌وجود آمده‌اند.

در مجموعه‌ی تحقیقات و داده‌های اشاره شده در این مقاله، آنالیز شکل ذرات به‌خوبی انجام نشده است و در مدل‌ها، با فرض کرووی بودن یا استفاده از قطرهای معادل، به انجام محاسبات و شبیه‌سازی‌ها پرداخته می‌شود. برای نزدیک‌تر شدن نتایج مدل‌ها به واقعیت، می‌باید تحقیقاتی با هدف تعیین شکل ذرات ریزگرد

فهرست منابع

- AEMET (Ag Española de Meteorología). Valores climatológicos normales, Granada (Aeropuerto). Available from: <http://www.aemet.es>.
- Alavi Panah, S. K. 2002. A Study of Surface Temperature in Yardang Margin of Lut Desert Based Upon Field Measurements and Landsat Satellite Thermal Data, Journal of Biaban, Vol. 7, No. 2.
- Al-Dabbas, M. & Al- Khafaji, R. 2012. Some Geochemical, textural and Radioactive Characteristics of the Sandstorms Loads Blown over Baghdad and Ramadi Cities, Middle Iraq, 1st Conference on Dust Storms and their environmental effects, Iraq.

- Beitleftteh, R.; Landi, A.; Hojati, S. & Sayyad Gh. 2015. Deposition Rate, Mineralogy and Size Distribution Pattern of Dust Particles Collected Around the Houralazim Marshland, Khuzestan Province, *Journal of Water and Soil*, Vol. 29, No. 3, p. 695-707.
- Chaloulakou, A.; Kassomenos, P.; Spyrelis, N.; Demokritou, P. & Koutrakis, P. 2003. Measurements of PM10 and PM2.5 particle concentrations in Athens, Greece. *Atmospheric Environment*, 37: 649-660.
- Díaz-Hernández, J. L.; Martín-Ramos, J. D. & López-Galindo, A. 2011. Quantitative analysis of mineral phases in atmospheric dust deposited in the south-eastern Iberian Peninsula. *Atmospheric Environment*, 45: 3015-3024.
- Ganor, E.; Deutsch, Y. & Foner, H. A. 2000. Mineralogical Composition and Sources of Airborne Settling Particles on Lake Kinnert (The Sea of Galilee) Israel. *Water, Air, and Soil Pollution*, 118: 245–262.
- Goudie, A .S. & Middleton, N. 2006. *Desert dust in the global system*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hamdamju, M.; Rashki, A. & Jafari, R. 2014. Assessment of Chemical Characteristics of Airborne Dust over Shahdad Region, Iran by X-Ray Fluorescence (XRF) Analysis, *Journal of Geography and Environmental Hazards*, Vol. 4, No. 14.
- Iran Meteorological Organization Website: www.irimo.ir.
- Karamian, B.; Landi, A.; Hojati, S. & Ahadian, J. 2016. Physicochemical and mineralogical characteristics of dust particles deposited in Ahvaz city, *Iranian Journal of Soil and Water Research*, Vol. 47, No. 1, p. 159-173.
- Rashki, A. 2012. Seasonality and mineral, chemical and optical properties of dust storms in the Sistan region of Iran, and their influence on human health, Ph.D. Thesis, Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria.
- Zarasvandi, A.; Moore, F. & Nazarpour, A. 2011. Mineralogy and morphology of dust storms particles in Khuzestan Province: XRD and SEM analysis concerning, *Iranian Journal of Crystallography and Mineralogy*, Vol. 19, No. 3.p. 511-518.
- Zohraby, H. & Ezzatian, V. 2016. The case Study the phenomenon of dust in Isfahan province using satellite data and ground stations, *The first international conference of Iranian natural hazards and environmental crises, strategies and challenges*, Tabriz, Iran.