

مجله مخاطرات محیط طبیعی، دوره ششم، شماره ۱۴، زمستان ۱۳۹۶

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰۴/۲۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۶/۰۴/۰۴

صفحات: ۱-۱۶

## کانی شناسی و ژئوشیمی رسوبی گرد و غبارهای وارده به استان خوزستان (مطالعه موردی خرداد ۱۳۹۱)

جواد درویشی خاتونی<sup>۱\*</sup>، فروغ عباساقتی<sup>۲</sup>، علی محمدی<sup>۳</sup>

### چکیده

بدیده گرد و غبار بدلیل خشکسالی های اخیر سبب بروز اثرات نامطلوب زیستی و خسارات فراوان در زمینه کشاورزی، صنعتی و حمل و نقل در استان خوزستان گردیده است. مطالعه ژئوشیمیایی ذرات گرد و غبار به منظور تعیین منشاء احتمالی، خصوصیات زمین زیست محیطی عناصر و نقش آنها در آلودگی محیط زیست حائز اهمیت است. با بررسی مطالعات انجام شده قبلی و استخراج کانون های معرفی شده، دو منطقه منشاء برای گرد و غبارهای وارده به کشور در خرداد ماه سال ۹۱ شناسایی شد. تعداد ۱۲ نمونه ی گرد و غبار در شهرهای آبادان و اهواز برداشت و مورد آنالیز عنصری و کانی شناسی قرار گرفت. نتایج کانی شناسی نشان دهنده وجود کربنات ها (کلسیت و دولومیت) و سیلیکات ها (کوارتز) و فلدسپار با منشاء قاره ای و رسوبی، کانی های رسی (ایلپیت و کلریت) و تبخیری ها (ژیپس و هالیت) با منشاء تالاب ها و دریاچه های خشک شده و کائولینیت احتمالاً با منشاء تبدیلی از رس های گروه اسمکتیت و فلدسپار می باشد. با توجه به نتایج مطالعات ژئوشیمی برخی از فلزات سنگین و رادیواکتیو مانند اروانیوم، کادمیوم و گوگرد غنی شدگی بالا و برخی دیگر مانند سرب، نیکل، لیتیم و مولیبدن غنی شدگی متوسطی در گرد و غبارهای وارده به خوزستان نشان می دهند که غالباً منشاء انسان زاد دارند. آلودگی به مواد هیدروکربنی و فرایندهای بالادستی صنعت نفت، عناصر مورد استفاده در سلاح های میکروبی و شیمیایی و همچنین خشکی تالاب ها و زمین های شور در ایجاد میزان غیر معمول در عناصر موثر بوده است.

واژگان کلیدی: گرد و غبار، ژئوشیمی رسوبی، کانی شناسی، استان خوزستان

1-Darvishi.khatooni@gmail.com

2-Saghi0631@yahoo.com

3-Mohammadi.a79@gmail.com

۱- دانشجوی دکتری، رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، سازمان زمین شناسی کشور (نویسنده مسئول)

۲- دانشجوی دکتری، گروه رسوب شناسی و سنگ شناسی رسوبی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دکتری زمین شناسی، دانشگاه ETH زوریخ، سوییس

## مقدمه

توفان های گرد و غبار به عنوان یکی از پدیده های مهم طبیعی و از جدی ترین مشکلات زیست محیطی در نواحی مختلف جهان است که تحت تاثیر سیستم های جوی شروع و گسترش می یابد (Darvishi khatooni et al., 2014)، (درویشی خاتونی، ۱۳۹۲). منبع اصلی گرد و غبار در نیمکره شمالی در کمربند گرد و غبار (بیابان) واقع شده است که در واقع در عرض های بین ۲۰ تا ۳۰ درجه شمالی، در منطقه پرفشار جنب حاره ای گسترش دارد (Kalderon-Asael et al., 2009). در توفان های گرد و غبار<sup>۱</sup>، دلیل ریز بودن ذرات نسبت به توفان های ماسه ای<sup>۲</sup>، جریان های رو به بالا می تواند این ذرات را به صورت معلق در هوا نگه دارد. عوامل اصلی موثر بر میزان گرد و غبار شامل: بارش، پوشش گیاهی، میزان سرعت باد و وجود منابع تولید گرد و غبار می باشند (Ta et al. 2004). در واقع ایجاد گرد و غبار می تواند نوعی واکنش به تغییر پوشش گیاهی زمین باشد که در این رابطه نقش فعالیت های انسانی را در کنار شرایط طبیعی محیط های جغرافیایی نباید در نظر دور داشت (رئیس پور، ۱۳۸۷).

مطالعات زیادی در خصوص منشاء یابی، کانی شناسی و ژئوشیمی رسوبی ذرات گرد و غبار انجام شده است که از آن جمله می توان به مطالعات غیث الدینی در سال ۱۳۷۹ و علیزاده و همکاران در سال ۱۳۸۰، در رابطه با سمت و سرعت باد جهت پیش بینی پراکندگی مواد آلوده کننده، رئیس پور در سال ۱۳۸۷ و خوش اخلاق و همکاران در سال ۲۰۱۲ درباره روند فعالیت های توفان گرد و غبار در فصل های بهار و تابستان در ایران، طاووسی و همکاران در سال ۱۳۸۹ با هدف واکاوی همدید سامانه های گرد و غبار در استان خوزستان در طی دوره ای آماری ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۵، صمدی در سال ۱۳۹۰ با استفاده از سنجش از راه دور با هدف شناسایی چشمه های ایجاد گرد و غبار، الدوساری و همکاران در سال ۲۰۱۲ بر روی منشاء و مسیر حرکت غبارهای منطقه غرب خلیج فارس و کشور کویت در ماه های مختلف سال، زراسوندی در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۲، بررسی خصوصیات کانی شناسی و ژئوشیمیایی ذرات گرد و غبار در استان خوزستان، نجفی و همکاران در سال ۲۰۱۳ و ززولی فلاح و همکاران در سال ۱۳۹۳ با هدف منشاء یابی کانون-های خارجی گرد و غبار در بازه های زمانی کوتاه مدت، اشاره کرد. از موارد یاد شده به مطالعات زراسوندی و ززولی فلاح و همکاران به عنوان مطالعه مطلوب و هم راستا با این تحقیق می توان اشاره کرد.

پدیده گرد و غبار که در مواردی با غلظت قابل ملاحظه همراه بوده و گاهی دید افقی را به ۲۰ متر تقلیل می دهد، مشکلات متعددی را ایجاد می کند که از آن جمله می توان به عوارض بد بر سلامتی انسان (Prospero et al. 2008)، جذب یا پراکنش تابش خورشید و متناسب با آن تاثیر عمده بر دمای هوا منطقه (Toon, 2003)، (Maghrabi et al. 2009)، اثر منفی بر فعالیت های کشاورزی و استفاده از زمین و خاک (Fung and Tegen, 1995)، ورود آهن به اقیانوس ها (Goudie, 2009)، کاهش دید و مشکلات حمل و نقل جاده ای و ترافیک و ده ها عوارض نامطلوب بهداشتی، زیست محیطی و اقتصادی دیگر اشاره کرد (Darvishi Khatooni et al. 2014). یکی از مناطقی که به شدت تحت تاثیر این پدیده قرار گرفته است استان خوزستان در جنوب غرب ایران است که افزایش آلاینده ها و گرد و غبار

<sup>۱</sup>- Dust Storm

<sup>۲</sup>- Sand Storm

در هوا مشکلات عدیده‌ای را برای مردم این استان ایجاد نموده است. لذا با توجه به اهمیت موضوع، در این تحقیق سعی شده است با مطالعه کانی‌شناسی و ژئوشیمی عناصر به منظور تعیین منشأ احتمالی، به خصوصیات زمین زیست محیطی عناصر موجود در ذرات گرد و غبار و نقش آنها در آلودگی محیط زیست پرداخته شود.

### داده‌ها و روش‌ها

مراحل انجام این تحقیق در سه مرحله: نمونه برداری، آنالیز آزمایشگاهی و شناسایی کانون‌های گرد و غبار با استفاده از مطالعات قبلی ارائه می‌گردد.

### نمونه برداری

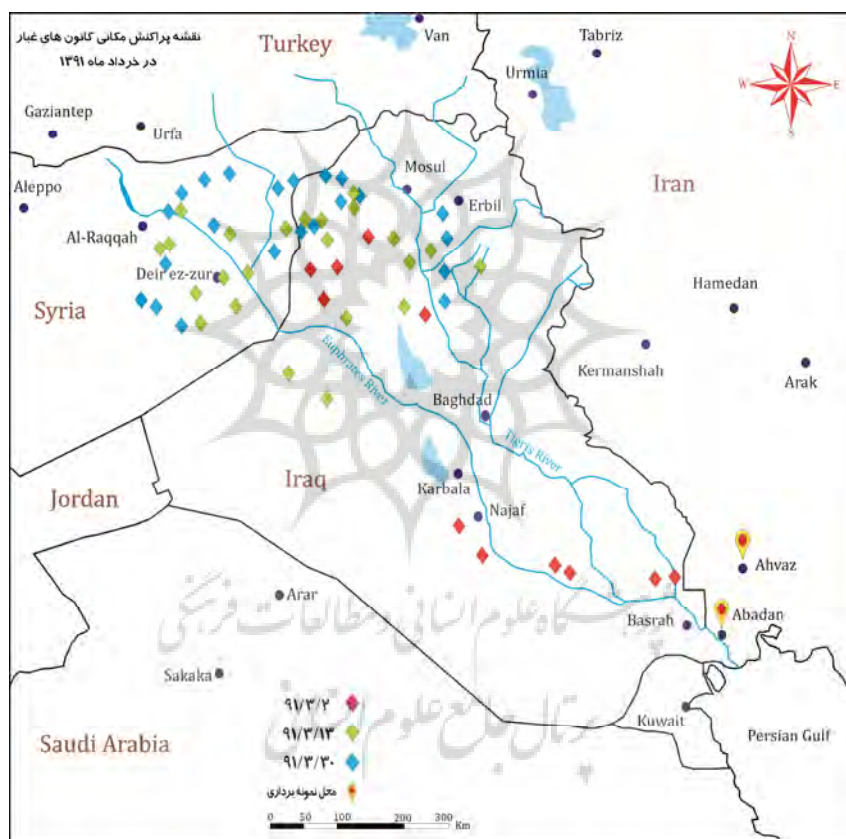
برای انجام نمونه‌برداری از ذرات گرد و غبار موجود در هوا، یک میز شیشه‌ای، دارای لبه‌ای به ارتفاع ۵ سانتی متر و به مساحت ۱/۵ مترمربع طراحی شد. تعداد نمونه‌ها با توجه اینکه سه مورد توفان گرد و غبار با غلظت بالا (شعاع دید حداکثر ۲۰۰ متر) در خرداد ۱۳۹۱ (دوم، سیزدهم و سی‌ام خرداد) ایجاد شده است، لذا برای هر رخداد در دو منطقه از هر شهر نمونه‌های جداگانه برداشت شد که مقایسه‌ای هم از نظر رسوبی و ژئوشیمی انجام گیرد. در نهایت تعداد ۱۲ نمونه رسوبی گرد و غبار به وزن تقریبی ۲۰ تا ۳۰ گرم (متناسب با غلظت گرد و غبارهای رخ داده) بعد از وقوع گرد و غبار و آرام شدن هوا، از سطح شیشه‌ای توسط فرچه جمع‌آوری و در پلاستیک مخصوص بسته‌بندی شده و جهت انجام آنالیز کانی‌شناسی و عنصری به آزمایشگاه ارسال شد.

### آنالیز آزمایشگاهی

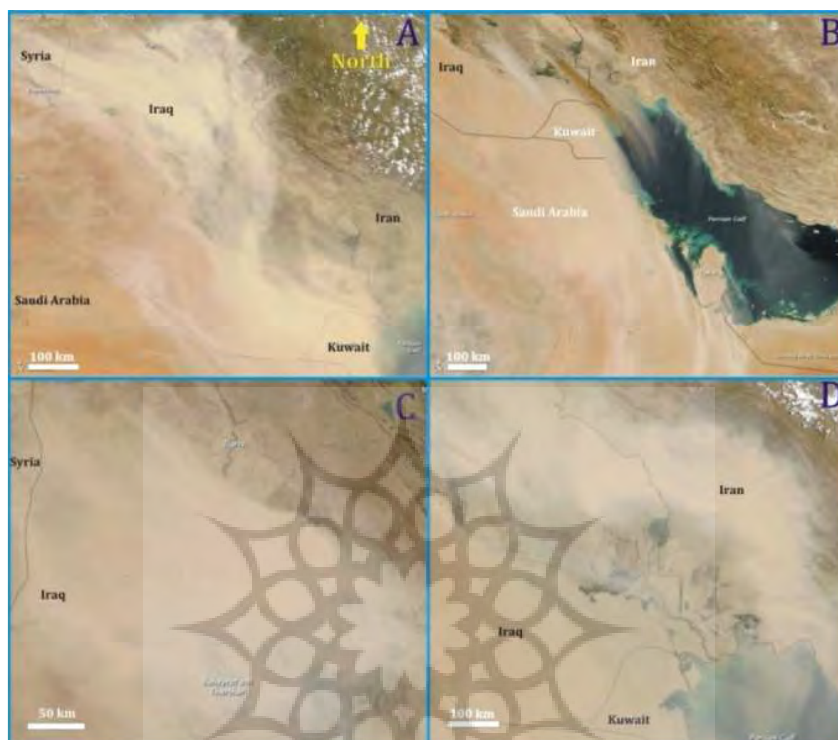
آنالیز کانی‌شناسی رسوبات با استفاده از نمونه‌های پودر شده توسط دستگاه Siemens XRD diffraktometer D5000 انجام گرفت. جهت آنالیز عنصری نیز از دستگاه ICP-OES مدل JY70 PLUS و ICP Optical Emission Spectrometer مدل Varian 735-ES استفاده شد. در این مطالعه میزان انحراف از شرایط معمول ۵۰ عنصر در نمونه‌های گرد و غبار، توسط دستگاه ICP و ۵ عنصر که توسط ICP قابل شناسایی نبود، توسط دستگاه AAS مورد شناسایی قرار گرفت. برای بررسی دقت آنالیزها ۲ نمونه تکراری (۱۵ درصد کل نمونه‌ها) به صورت کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت که با توجه به حد تشخیص دستگاهی، غالب عناصر دارای خطای آزمایشگاهی زیر ۱۰ درصد و عناصر Bi، Mo، Sb، W، Sn و Be زیر ۲۵ درصد می‌باشد. آنالیزها در آزمایشگاه‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور صورت گرفت.

### شناسایی کانون های گرد و غبار با استفاده از مطالعات قبلی

با توجه به نتایج مطالعات نجفی و همکاران در سال ۲۰۱۳ و ززولی و همکاران در سال ۱۳۹۳ که با اهداف منشاء یابی در بازه های زمانی کوتاه مدت انجام شده است، مناطق منشاء گرد و غبارهایی که استان خوزستان و شهرهای اهواز و آبادان را تحت تاثیر قرار داده اند غالباً در دو منطقه متمرکز می باشد. منطقه ۱ شامل شمال غرب عراق و شرق سوریه، دو طرف رود فرات و منطقه ۲ شامل تالابها و زمین های خشک شده جنوب عراق (بین النهرین) می باشد (شکل ۱ و ۲).

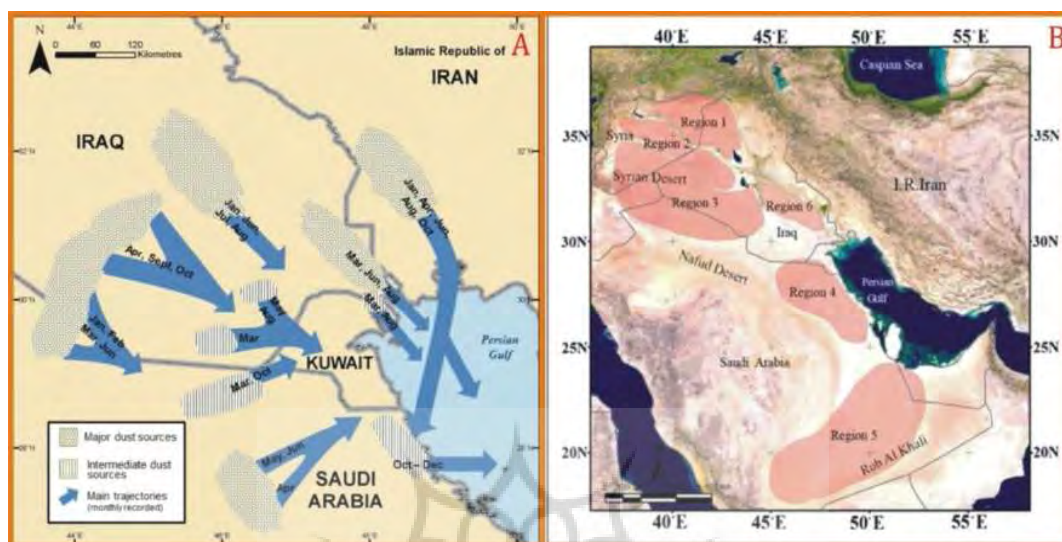


شکل ۱: چشمه های ایجاد گرد و غبار موثر بر استان خوزستان در خرداد ماه ۱۳۹۱ (Najafi et al. 2013) (فلاح ززولی و همکاران، ۱۳۹۳) (فلاح ززولی و همکاران، ۱۳۹۳)



شکل ۲: تصاویر مودیس A: تاریخ برداشت تصویر ۹۱/۳/۲، B: تاریخ برداشت تصویر ۹۱/۳/۱۳، C و D تاریخ برداشت تصویر ۹۱/۳/۳۰

در سال ۲۰۱۲ آقایان الدوساری و همکاران مطالعاتی بر روی منشاء و مسیر حرکت غبارهای منطقه غرب خلیج فارس و کشور کویت در ماه‌های مختلف سال، انجام داده‌اند (شکل A۳)، همچنین مطالعات دیگری نیز توسط صمدی در سال ۱۳۹۰ با استفاده از سنجش از راه دور با هدف شناسایی چشمه‌های ایجاد گرد و غبار انجام شده است که نتیجه آن معرفی شش منطقه به عنوان کانون‌های گرد و غبار با منشاء خارجی می‌باشد (شکل B۳). نتایج مطالعات یاد شده، به عنوان مطالعات مناسب سال‌های اخیر نیز تأییدی بر صحت نتایج پژوهش نجفی و همکاران در سال ۲۰۱۳ و ززولی و همکاران در سال ۱۳۹۳ می‌باشد.



شکل ۳: A: منشاء و جهت حرکت گرد و غبارهای منطقه شمال غرب خلیج فارس در ماه‌های مختلف سال (Al-Dousari et al. 2012)، B: کانون‌های اصلی گرد و غبار به ترتیب اولویت (صمدی، ۱۳۹۰)

### یافته‌های تحقیق

در این تحقیق با توجه به آنالیز کانی شناسی نمونه‌های برداشت شده از گرد و غبارهای وارده به کشور، کانی شناسی نمونه‌ها در قالب پنج گروه اصلی (۱) کربنات‌ها (کلسیت و دولومیت)، (۲) سیلیکات‌ها (کوارتز)، (۳) کانی‌های رسی (ایلپت و کلریت)، (۴) تبخیری‌ها (ژیپس و هالیت) و (۵) فلدسپار مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱: تاریخ، منشاء و نتایج کانی شناسی یک ایستگاه برداشت نمونه

مناطق منشاء	نتایج آنالیز کانی شناسی	ایستگاه	تاریخ
منطقه ۱	کلسیت، کوارتز، دولومیت، فلدسپار	اهواز	۹۱/۳/۲
	کلسیت، کوارتز، دولومیت، هالیت، کلریت	آبادان	
منطقه ۱	کلسیت، کوارتز، ژپس	اهواز	۹۱/۳/۱۳
	کلسیت، کوارتز، ژپس، دولومیت، هالیت	آبادان	
مناطق ۱ و ۲	کلسیت، کوارتز، دولومیت، ایلپت، کاتولینیت، فلدسپار، ژپس	اهواز	۹۱/۳/۳۰
	کلسیت، کوارتز، فلدسپار، ژپس، دولومیت، هالیت، ایلپت	آبادان	

در بخش ژئوشیمی با بررسی نتایج آنالیز عنصری در تاریخ‌های برداشت نمونه و با توجه به منطقه منشاء هر نمونه، به تحلیل ژئوشیمی رسوبی و فاکتور غنی‌شدگی عناصر در ذرات گرد و غبار پرداخته شد (جدول ۲).

جدول ۲: غلظت برخی عناصر در چند نمونه گرد و غبار از کانون‌های مختلف (برحسب یک در میلیون)

۱۳۹۱/۳/۲		۱۳۹۱/۳/۱۳		۱۳۹۱/۳/۳۰		تاریخ
منطقه ۱		منطقه ۱		مناطق ۱ و ۲		منطقه منشاء
اهواز	آبادان	اهواز	آبادان	اهواز	آبادان	منطقه مقصد
۶/۴	۶/۷	۴/۶	۳/۶	۵/۸	۶/۲	As
۳۶/۹	۳۸/۲	۲۸/۶	۲۱/۰	۳۰/۱	۲۷/۳	B
۳۴/۰	۳۱	۲۹/۳۸	۲۰/۴	۳۷/۰۵	۲۶/۴	Co
۶۳/۲	۱۱۶/۳	۴۶/۸۴	۱۴۷/۹	۹۰/۹	۱۰۵/۳	Cr
۱۴/۴	۳۴/۶	۱۲/۴۶	۳۰/۹	۱۵/۹۵	۴۷/۹	Cu
۵/۱	۱۰/۳	۳/۶۶	۱۰/۷	۴/۹۲	۹/۵	Hf
۱۶/۵	۲۵/۹	۱۳/۴۱	۲۵/۱	۱۶/۴۲	۲۰/۹	Li
۴۰۹/۰	۶۲۳/۷	۴۰۲	۵۲۳/۷	۴۴۴	۵۱۰/۲	Mn
۲/۴	۰/۵	۳/۷۲	۱/۳	۱/۸۲	۱/۳	Mo
۱۳۱/۰	۹۳/۲	۱۳۰	۱۱۵/۸	۱۶۰	۹۴/۴	Ni
۹/۵	۱۵/۵	۲۴/۸۹	۱۶/۶	۱۸/۶۴	۳۵/۳	Pb
۱۲۲۵۱	۱۶۸۵۴	۲۳۸۶۹	۱۴۷۶۱	۱۷۸۶۹	۲۴۶۳۵	S
۲۶۴/۰	۴۵۹/۲	۳۷۳	۵۶۵/۹	۲۹۷	۵۴۶/۳	Sr
۷/۸	۱۵/۴	۳/۵	۱۲/۲	۶/۱	۱۲/۷	Th
۲۹۵۳	۳۶۴۸/۳	۱۹۱۲	۳۱۸۲/۱	۲۸۴۵	۲۵۵۶/۳	Ti
۷	۵/۲۱	۵/۴۲	۳/۴	۶/۱۹	۳/۵	U
۷۰/۳	۹۹/۵	۵۵/۰۷	۹۷/۰	۷۲/۶۵	۸۰/۵	V
۱۴۳	۱۰۷/۲	۹۱/۸۳	۸۰/۵	۱۵۰	۱۳۴/۲	Zn

فاکتور غنی‌شدگی (EF)<sup>۱</sup> یکی از مهم‌ترین فاکتورها جهت بررسی پراکنش، میزان و منشاء آلاینده‌های عناصر در نمونه‌های گرد و غبار می‌باشد که بر اساس روش کونگ و همکاران در سال ۲۰۰۷، فاکتور غنی‌شدگی در ذرات گرد و غبار مرتبط با ترکیب پوسته فوقانی (UCC) به صورت زیر تعریف می‌شود (Cong et al. 2007).

معادله (۱)

$$EF = \frac{(C_x/C_R)_{aerosol}}{(C_x/C_R)_{crust}}$$

EF: فاکتور غنی‌شدگی عنصر X، C<sub>x</sub>: غلظت عنصر x و C<sub>R</sub>: غلظت عنصر مرجع می‌باشد که بر اساس داده‌های Taylor and Mcennan در پوسته فوقانی محاسبه شده‌اند. EF کمتر از ۳ نشان دهنده عوامل طبیعی و فرایندهای هوازدگی و EF بیشتر از ۳ نشان دهنده سهم غیرپوسته‌ای و یا غیرطبیعی (انسان‌زاد) در غنی‌شدگی فلزات سنگین است. مقادیر

<sup>۱</sup>- Enrichment Factor

فاکتور غنی‌شدگی به صورت زیر طبقه‌بندی می‌شوند.  $EF < 1$ : غنی‌شدگی وجود ندارد،  $EF < 3$ : غنی‌شدگی کم،  $EF: 3-5$ : غنی‌شدگی متوسط،  $EF: 5-10$ : غنی‌شدگی متوسط تا شدید،  $EF: 10-25$ : غنی‌شدگی شدید،  $EF: 25-50$ : غنی‌شدگی خیلی شدید،  $EF > 50$ : غنی‌شدگی بی‌نهایت شدید (باقری و همکاران، ۱۳۹۱). در این پژوهش عنصر ایتريوم (Y) به عنوان عنصر مرجع در نظر گرفته شد، این عنصر در پوسته می‌باشد و به مقدار کمتر در آلودگی‌های زیست محیطی انسان-زادی وجود دارد، بنابراین به عنوان عنصر مرجع انتخاب شده، در نتیجه  $EF_Y$  برابر با ۱ در نظر گرفته می‌شود (جدول ۳).

جدول ۳: فاکتور و میزان غنی‌شدگی عناصر مختلف در گرد و غبارهای خرداد ماه و غلظت متوسط پوسته ای (Taylor and McLennan, Wedepohl, 1995) (1985; 1995)

عنصر	میزان بیشینه گرد و غبار	میزان متوسط گرد و غبار	غلظت متوسط پوسته ای	فاکتور غنی‌شدگی در بیشینه عناصر	فاکتور غنی‌شدگی در میانگین عناصر	میزان غنی‌شدگی
As	۵/۸	۵/۱	۱/۵	۱/۶	۱/۴	غنی‌شدگی کم
B	۳۰/۱	۲۹/۲	۱۵	۲/۵	۲/۴	غنی‌شدگی کم
Bi	۰/۵	۰/۵	۰/۱۳	۳/۵	۳/۵	غنی‌شدگی متوسط
Cd	۱	۰/۶	۰/۰۹	۱۴/۷	۹/۱	غنی‌شدگی شدید
Co	۳۷/۱	۳۰/۲	۱۷	۲/۱	۱/۷	غنی‌شدگی کم
Cr	۱۴۷/۹	۹۵/۱	۸۵	۱/۷	۱/۱	غنی‌شدگی کم
Cs	۵/۷	۴/۷	۳/۷	۳/۱	۲/۵	غنی‌شدگی متوسط
Cu	۴۷/۹	۲۶/۱	۲۵	۲/۸	۱/۵	غنی‌شدگی کم
Hf	۱۰/۷	۷/۴	۵/۸	۴	۲/۸	غنی‌شدگی متوسط
In	۰/۵	۰/۵	۰/۰۵	۱۳/۹	۱۳/۹	غنی‌شدگی شدید
Li	۲۵/۱	۱۹/۷	۲۰	۳/۲	۲/۵	غنی‌شدگی متوسط
Mo	۳/۷	۱/۸	۱/۵	۴/۷	۲/۳	غنی‌شدگی متوسط
Ni	۱۶۰	۱۲۰/۷	۲۰	۴/۴	۳/۳	غنی‌شدگی متوسط
Pb	۳۵/۳	۱۸/۴	۲۰	۳/۹	۲	غنی‌شدگی متوسط
Rb	۱۶۱/۸	۹۶/۶	۱۱۲	۳/۹	۲/۳	غنی‌شدگی متوسط
S	۲۳۸۶۹	۱۵۹۹۷	۹۵۳	۵۳۶/۶	۳۵۹/۶	غنی‌شدگی بینهایت شدید
Sr	۵۶۵/۹	۴۱۷/۶	۳۵۰	۲/۴	۱/۸	غنی‌شدگی کم
Th	۱۲/۷	۹/۶	۱۰/۷	۳/۲	۲/۴	غنی‌شدگی متوسط
U	۶/۲	۵/۱	۲/۸	۶/۱	۵	غنی‌شدگی متوسط - شدید
V	۹۷	۷۹/۲	۱۰/۷	۱	۰/۸	غنی‌شدگی کم
Zn	۱۵۰	۱۱۷/۸	۷۱	۲/۹	۲/۲	غنی‌شدگی کم

## نتایج و بحث

### بررسی ترکیب کانی شناسی



کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار به عوامل متعددی وابسته است که از آن جمله می‌توان به زمین‌شناسی و خاک منطقه منشاء و شرایط آب‌وهوایی اشاره کرد. با مطالعه کانی‌شناسی، منشاء اصلی گرد و غبار در بیابان‌ها و حوضه‌های رسوبی از خاورمیانه را می‌توان شناسایی کرد (Ganor and Foner, 1996). کانی‌های اصلی در توفان‌های گرد و غبار برخاسته از شرق آسیا ایلیت، کائولینیت، کلریت، کوارتز، فلدسپات، کلسیت و دولومیت است (Shen et al. 2009)، همچنین فلدسپار و کوارتز از کانی‌های اصلی و مهم در توفان‌های گرد و غبار در هارماتان آفریقا بوده است (Changling et al. 2007). در این تحقیق با توجه به آنالیز کانی‌شناسی نمونه‌های برداشت شده از گرد و غبارهای وارده به کشور، کانی‌شناسی نمونه‌ها در قالب پنج گروه اصلی (۱) کربنات‌ها (کلسیت و دولومیت)، (۲) سیلیکات‌ها (کوارتز)، (۳) کانی‌های رسی (ایلیت و کلریت)، (۴) تبخیری‌ها (ژیپس و هالیت) و (۵) فلدسپار مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱). زراسوندی و همکاران در سال ۱۳۹۰ مطالعات کانی‌شناسی گرد و غبارهای خوزستان را در قالب سه گروه اصلی، کربنات‌ها (غالباً کلسیت)، سیلیکات‌ها (کانی غالب کوارتز) و رس‌ها (کانی غالب کائولن) و فاز فرعی کانی ژیپس تقسیم بندی کردند. طبق مطالعات ایشان اندازه‌ی متوسط این ذرات بین ۲ تا ۴۴ میکرون می‌باشد که ذرات رسی کم‌ترین اندازه و سولفاتی و کربناتی بیش‌ترین اندازه را داشته‌اند، همچنین طبق مطالعاتی که العباس و همکاران در سال ۲۰۱۰ انجام دادند میزان کانی‌های اصلی در توفان‌های گرد و غبار عراق را بصورت، کوارتز ۵۸/۶٪، فلدسپار ۱۷/۳٪، کلسیت ۱۵/۴٪، ژیپس ۵/۵٪ بیان کرده‌اند (Al-Dabbas et al. 2010). نتایج برخی مطالعات دیگر نیز موید همین ترتیب فراوانی می‌باشد (Al-Sultani, 2006).

کلسیت و کوارتز در تمام نمونه‌ها به عنوان کانی اصلی و دولومیت در اغلب نمونه‌ها موجود می‌باشد که نشان از منشاء قاره‌ای دارد. فراوانی کلسیت، کوارتز و دولومیت در بیش‌تر نمونه‌ها به عنوان محصولات اصلی محیط‌های رسوبی تخریبی نشان‌دهنده خاستگاه کاملاً رسوبی (رسوبات آبرفتی و بادرفتی غرب خوزستان و کشور عراق) برای ذرات گرد و غبار خوزستان است (Zarasvandi et al. 2011)، همچنین Pye در سال ۱۹۹۲ با توجه به مطالعه‌ای که در یونان و مناطق مجاور دریای مدیترانه انجام داده است منشاء قاره‌ای را برای ذرات گرد و غبار غنی از کوارتز، کربنات و فلدسپار نسبت داده است و اشاره می‌کند که کوارتز، کربنات و فلدسپار احتمالاً از مناطق نزدیک یا نسبتاً نزدیک به مقصد منتقل شده‌اند و در مقابل ذرات گرد و غباری که حاوی مقادیر قابل توجهی کانی‌های رسی باشند از فواصل دورتری انتقال یافته‌اند. فراوانی کوارتز در توفان‌های گرد و غبار و تپه‌های ماسه‌ای نشان‌دهنده بلوغ رسوبات است و کوارتز به عنوان تابعی از شدت فرسایش عمل می‌کند (Awadh, 2011: 2247). بنابراین، فراوانی سیلیکات‌ها در توفان‌های گرد و غبار، نشان‌دهنده دو عامل اصلی، وجود رسوبات با بلوغ بالا (دارای کانی‌های پایدارتر) و جورشدگی وزنی ذرات حمل‌شده در محل منشاء را نشان می‌دهد.

کانی‌های رسی موجود در ذرات گرد و غبار شامل ایلیت، کلریت و کائولینیت می‌باشد. وجود کانی‌های رسی از قبیل ایلیت، کلریت از مناطق مرکزی و جنوب عراق نشان منشاء موروثی در خاک و رسوبات مناطق خشک و نیمه خشک (Gunal and Ransom, 2006 ; Singer, 1989 ; Khormali et al. 2006) با آب‌وهوای ناپایدار و سطح بارش کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر در سال است (Singer, 1989) که احتمالاً ناشی از رسوبات دریاچه‌ها و تالاب‌های خشک شده (Velde, 1995)

مانند دریاچه تارتار، تالاب‌های هورالهویزه، هورالحمار، هورالجبایش و نوار غربی رود فرات از نجف تا ناصریه و غرب ایران و صحراهایی نظیر صحرای المثنی در عراق، صحرای شمال و جنوب سوریه، که در جغرافیای وسیعی گسترش دارند، می باشد (Najafi et al. 2013). کانی‌های تبخیری از قبیل ژپیس و هالیت به عنوان کانی‌های فرعی در نمونه‌های برداشت شده نیز سرنوشت مشابهی دارند. کائولینیت کانی رسی متداول مناطق گرم و مرطوب بوده و حاصل هوادیدگی است (Dixon, 1989). این کانی رسی می‌تواند از اسمکتیت و تحت شرایط اسیدی و خارج شدن سیلیکات نیز به وجود آید (Dixon, 1989). هم‌چنین کانی مونتموریلونیت در اقلیم با دوره‌های تر و خشک متوالی، تحت شرایط اسیدی، مواد آلی کم، هوادیدگی شدید و وجود یون‌های آلومینیوم، می‌تواند به کائولینیت تبدیل گردد. تشکیل این کانی از هوادیدگی میکا، کلریت و فلدسپار غنی از آهن نیز گزارش شده است (Miller et al. 1993). با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعات انجام شده قبلی، ممکن است کربنات یک ابزار جهت ردیابی منشاء گرد و غبار آسیایی در حمل و نقل‌های طولانی مدت (Shen et al. 2009) و کانی‌های تبخیری مانند ژپیس (ترکیب ایزوتوپی کانی) برای شناسایی منشاء گرد و غبار در خاورمیانه مفید باشند (Najafi et al. 2013).

### ژئوشیمی رسوبی ذرات گرد و غبار

رسوبات با توجه به ساختار فیزیکی (شبکه فضایی) و نیز ترکیب شیمیایی خاص خود می‌توانند جذب کننده عناصر (به خصوص عناصر سنگین و سمی) موجود در محیط باشند (محمدی، ۱۳۸۹). امروزه گرد و غبار اتمسفری یکی از منابع مهم فلزات سنگین است که بویژه در محیط زیست شهری و صنعتی بررسی می‌شود. فلزات سنگین با اتصال به ذرات گرد و غبار قادرند در مقیاس وسیعی منتشر شوند (Dung and Lee, 2011). بنابراین مطالعات ژئوشیمی عناصر علاوه بر تعیین شاخص‌های ژئوشیمیایی ذرات گرد و غبار به منظور تعیین منشاء احتمالی ذرات، بررسی خصوصیات زمین زیست محیطی عناصر موجود در این ذرات و نقش آنها در آلودگی محیط زیست نیز حائز اهمیت است (Guangjin, 2008). در این پژوهش با بررسی نتایج آنالیز عنصری در تاریخ‌های برداشت نمونه و با توجه به منطقه منشاء هر نمونه، به تحلیل ژئوشیمی رسوبی و فاکتور غنی‌شدگی عناصر در ذرات گرد و غبار پرداخته شد (جدول ۲).

امروزه مطالعات نشان می‌دهد که شباهت زیادی بین ترکیب عناصر در گرد و غبار منطقه خوزستان و سایر نقاط جهان بخصوص خاورمیانه وجود دارد (Najafi et al. 2013) و ترکیب عناصر کمیاب و عناصر نادر خاکی بهترین نشانگر جهت تعیین ویژگی‌های گرد و غبارها و ردیابی منشاء ذرات می‌باشند (Zarasvandi et al. 2011) (Gallet et al. 1998). نسبت‌های  $La/Sc$ ،  $Th/SC$ ،  $Th/Co$ ،  $Eu/Sm$  و  $La/Lu$  شاخص‌های بسیار خوبی برای خاستگاه رسوبات هستند. در نمونه‌های گرد و غبار خردادماه نسبت  $La/Th$  دارای مقادیری بین ۲ تا ۳٫۲ می‌باشند که مقدار این شاخص نزدیک به مقدار UCC بوده که نشان دهنده خاستگاه رسوبی در ناحیه منشاء می‌باشند. عناصر نادر خاکی و  $Th$  در فرایندهای سطحی دارای رفتار مشابهی می‌باشند و همچنین مقدار میانگین نسبت  $La/Th=3$  در رسوبات دانه ریز برآوردی از

ترکیب بالایی پوسته قاره ای (UCC)<sup>۱</sup> می‌باشد (Taylor and McLennan, 1995). تغییرات U/Pb در مقابل Th/Pb به طور گسترده ای برای ردیابی منشاء گرد و غبارها مورد استفاده قرار می‌گیرد (زرآسوندی، ۱۳۹۲). U دارای رفتار ژئوشیمیایی متفاوتی در سطح زمین می‌باشد و Th به شدت غیر قابل حل بوده، در حالی که در شرایط احیایی سیالیت U دال بر محیط هوازگی می‌باشد که منجر به شستشو و تفریق U از پروفیل‌های آلتراسیون و افزایش نسبت Th/U در مواد باقیمانده شود (Zarasvandi et al. 2011). مقدار این نسبت در نمونه‌های برداشت شده گرد و غبار خوزستان بین ۰/۶ تا ۳/۱ در تغییر می‌باشد.

### فاکتور غنی‌شدگی عناصر در ذرات گرد و غبار

منشاء آلاینده‌گی بسیاری از عناصر، تعیین ارتباط بین پراکنش عناصر و اندازه ذرات به منظور بررسی عوامل ایجاد گسترش پراکنده‌گی عناصر کاملاً ضروری به نظر می‌رسد. عناصر کمیاب و فلزات سنگین عمدتاً همراهی بسیار نزدیکی با آلومینوسیلیکات‌ها و به خصوص رس‌ها دارند، که ساختار مناسب‌تری جهت به دام انداختن این عناصر از خود نشان می‌دهند. از طرفی بعضی از فلزات سنگین ذاتاً همراهی همیشگی با نوع خاصی از ذرات را در توفان‌های مختلف دنیا از خود بروز می‌دهند (زرآسوندی، ۱۳۹۲).

عناصری از قبیل B, Ba, Be, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Ge, Hg, Ho, La, Lu, Nd, Nb, P, Pr, Sb, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Tl, V, Y که برخی از عناصر نیز سمی و خطرناک هستند، دارای ضریب غنی‌شدگی کمتر از ۳ و دارای منشاء پوسته‌ای طبیعی هستند از طرفی چون که این مقادیر بالاتر از ۱ می‌باشند نشان از این است که عوامل دیگری بر روی غلظت این عناصر اثرات زیادی را گذاشته‌اند. بطور کلی الگوی یکسان عناصر کمیاب و عناصر نادر خاکی به همراه تهی‌شدگی عناصر V, Nb, Th و هم‌چنین غنی‌شدگی از Rb, Sr و Mn مبین تشکیل و خاستگاه رسوبی و نزدیک به سطح سنگ‌های مادر ذرات گرد و غبار و به عبارتی هم منشاء بودن تمام ذرات با ابعاد مختلف است (Zarasvandi et al. 2011) (جدول ۳). از طرفی دیگر عناصر (Bi, Cs, Hf, Li, Mo, Ni, Rb, Th) دارای فاکتور غنی‌شدگی بالای ۳ می‌باشند که نشان‌دهنده منشاء غیرطبیعی و یا به عبارتی انسان‌زادی برای آن‌ها در ذرات گرد و غبار می‌باشند. نزدیک بودن فاکتور غنی‌شدگی بسیاری از عناصر سنگین به عدد ۵ در غبارهای وارد شده به کشور (جدول ۳) بخصوص Hf و Ni خطرناک می‌باشد و طبق تحقیقات زرآسوندی و همکاران می‌تواند ناشی از آلودگی مناطق منشاء به مواد هیدروکربنی باشد (Zarasvandi et al. 2011). غنی‌شدگی متوسط تا شدید در میزان عناصر رادیواکتیو مانند اورانیوم و توریم در مقدار بیشینه می‌باشد که با توجه به استفاده مکرر سلاح‌های میکروبی، شیمیایی توسط رژیم صدام و استفاده آمریکا از سلاح‌های حاوی اورانیوم ضعیف‌شده، وجود این آلودگی‌ها تعجب زیادی بر نمی‌انگیزد. در مطالعات بسیاری به رسوب‌گذاری هم‌زمان کانی‌های کربناته با برخی از فلزات مانند کادمیوم اشاره شده است (Alloway, 1995). به دلیل شعاع یونی نزدیک کلسیم و کادمیوم، کادمیوم تمایل به جانشینی کلسیم در کانی‌های

<sup>۱</sup>- Upper Continental Crust composition

کربناته دارد (Papadopoulos and Rowell, 1988). همچنین با توجه به فراوانی کادمیوم در گرد و غبارهای منطقه ۱ که تمرکز میدان های نفتی عراق نیز در همان منطقه است می توان تاثیر فرایندهای صنعت نفت را نیز محتمل دانست. گوگرد دارای بیشترین غنی شدگی در بین عناصر مورد مطالعه می باشد بیشترین میزان گوگرد در نمونه های با منشاء منطقه ۱ می باشد. وجود میادین نفتی در مناطق غرب کرکوک و جنوب موصل، منابع سولفور طبیعی در جنوب شرق موصل، صنایع سیمان در مناطق ذکر شده و همچنین میزان بالای سولفات در رسوبات خشک شده تالابی و زمین های شور می تواند در غنی شدگی گوگرد به میزان بالا در گرد و غبار های وارده به خوزستان تاثیر مستقیم داشته باشد. غنی شدگی بالای عنصر آرسنیک تحت تاثیر فعالیت های انسانی، در برخی موارد فرسایش شیمیایی سنگ ها و آلودگی به هیدروکربن ها بوجود می آید. آرسنیک قابلیت حمل در فاز سولفیدی را دارد (Kerner and Wallman, 1992) و ارتباط مثبتی با کلسیم دارد. درخصوص منشاء آرسنیک در گرد و غبارهای وارده به خوزستان با توجه به تمایل این عنصر جهت غنی شدگی در کانی های تبخیری درجازاد (Zarasvandi et al. 2011) می توان سطوح وسیع با رسوبات تبخیری تالاب ها و زمین های شور و پف کرده را محتمل دانست. باید توجه داشت رس ها به دلیل توانایی جذب یون های فلزی، حاوی مقادیر بالایی از فلزات سنگین از قبیل کادمیوم، نیکل و روی هستند (Alloway, 1995). میزان بالای سرب، نیکل و کادمیوم می تواند ناشی از وجود ذرات رس که عامل تمرکز سرب و روی هستند، یا در اثر سوختن و احتراق و فرایندهای بالادستی صنعت نفت باشد (شهادی و مسلم پور، ۱۳۹۰) (Zarasvandi et al. 2011).

### نتیجه گیری

با توجه به بررسی مطالعات قبلی، طی خردادماه ۱۳۹۱ که با هدف منشاء یابی انجام شده اند دو محدوده منشاء برای غبارهای خرداد که استان خوزستان را تحت تاثیر قرار داده اند مشخص شد. غبارهای خرداد ۹۱ از مناطق ۱: شمال غرب عراق و شرق سوریه، دو طرف رود فرات و ۲: تالاب ها و زمین های خشک شده جنوب عراق (بین النهرین) پخش شده اند. کانی شناسی غبارها در منطقه مقصد حاکی از وجود کوارتز، کلسیت، فلدسپار، دولومیت، ژیپس، کانی های رسی، ایلیت و کائولینیت می باشد که یک محیط رسوبی مرتبط با فرسایش و تبخیر را به عنوان منشاء زمین شناسی این ذرات می توان در نظر گرفت. کانون منطقه ۱ غالباً دارای کلسیت، کوارتز، کانی های رسی و مقدار ناچیزی دولومیت، ژیپس و فلدسپار می باشد که از پهنه های خشک شده و رسوبات دریاچه های قدیمی تامین می شود. ترکیب کانی شناسی کانون های جنوب عراق (منطقه ۲) شامل دولومیت، کلسیت، کوارتز، ژیپس و کانی های رسی می باشد که به نظر می رسد از دریاچه ها و تالاب های خشک شده جنوب غرب عراق از قبیل هورالعظیم، هورالحمار و غیره منشاء می گیرد. غالب فلزات سنگین عناصر سمی و رادیو اکتیو موجود در غبارها دارای غنی شدگی بالا می باشد. این غنی شدگی تحت تاثیر مواد هیدروکربنی و فرایندهای بالادستی صنعت نفت، آلودگی تحت تاثیر جنگ های مکرر و از سلاح های شیمیایی و میکروبی دارای عناصر رادیواکتیو، تجمع در ذرات رس به واسطه توانایی جذب بالای برخی فلزات سنگین، خشک شدگی تالاب ها و زمین های منطقه منشاء و ایجاد شرایط تبخیری که غالباً به صورت انسان زاد بوده است.

## تقدیر و تشکر

این تحقیق با حمایت مادی و معنوی سازمان زمین شناسی کشور انجام شده است. از رئیس محترم سازمان، جناب آقای مهندس کره ای و مدیر کل محترم زمین شناسی جنوب باختری، جناب آقای مهندس اژدری قدردانی می‌گردد.

## منابع

- باقری، حسین؛ شارمد، ترانه؛ درویش بسطامی، کاظم؛ باقری، زهرا (۱۳۹۱). ارزیابی پراکنش فلزات سنگین در خلیج گرگان، مجله اقیانوس شناسی، پژوهشگاه ملی اقیانوس شناسی و علوم جوی، دوره ۳، شماره ۱۱، ۶۵-۷۲
- درویشی خاتونی، جواد (۱۳۹۲). منشاء و ترکیب ریزگردهای استان خوزستان با استفاده از ژئوشیمی رسوبی و تصاویر ماهواره ای، گزارش سازمان زمین شناسی کشور، ۱۰۰ صفحه
- زراسوندی، علیرضا؛ مر، فرید؛ نظریور، احد (۱۳۹۰). ترکیب کانی شناسی و ریخت شناسی ذرات تشکیل دهنده ی پدیده ی گرد و غبار در استان خوزستان با تکیه بر آنالیز های و تصاویر XRD، مجله بلور شناسی و کانی شناسی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد، سال ۱۹، شماره ۳، ص ۵۱۱-۵۱۸
- زراسوندی، علیرضا (۱۳۹۲). ترکیب و منشاء زمین شیمیائی توفان های گرد و غبار در استان خوزستان با استفاده از زمین شیمی عناصر نادر خاکی (REE): تاکید بر شاخص های زمین زیست محیطی، همایش تخصصی ریزگرد، پیش، اثرات و راهکارهای مقابله با آن. سازمان زمین شناسی کشور، تهران، ایران
- رئیس پور، کوهزاد (۱۳۸۷). تحلیل آماری و هم‌پدیده پدیده گرد و غبار در استان خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۱۸۹ صفحه
- شهادی، سارا؛ مسلم پور، محمد الیاس (۱۳۹۰). مطالعه آلودگی رسوبات جنوب شرق تهران به عناصر سمی با استفاده از روش تحلیل مولفه های اصلی و تعیین شاخص آلودگی، فصلنامه محیط شناسی، دانشگاه تهران، سال ۳۷، شماره ۶۰، ۱۳۷-۱۴۸
- صمدی، مهدی (۱۳۹۰). آشکارسازی و شناسایی چشمه های توفانهای گرد و غبار با استفاده از تصاویر ماهواره ای، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۰۰ صفحه
- طاووسی، تقی؛ خسروی، محمود؛ رئیس پور، کوهزاد (۱۳۸۹). تحلیل هم‌پدیده سامانه های گرد و غباری در استان خوزستان، مجله جغرافیا و توسعه، دانشگاه سیستان و بلوچستان، دوره ۸، شماره ۲۰، ۹۸-۱۱۸
- علیزاده، امین؛ کمالی، غلامعلی؛ موسوی، فرهاد؛ موسوی بایگی، محمد (۱۳۸۰). هوا و اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، چاپ دوم، ۳۸۱ صفحه
- غیاث الدینی، منصور (۱۳۷۹). آلودگی هوا، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۱۵۸ صفحه
- فلاح ززولی، محمد؛ وفایی نژاد، علیرضا؛ خیرخواه زرکش، میرمسعود؛ احمدی دهکاء، فریبرز (۱۳۹۳). پایش و تحلیل سینوپتیکی پدیده گرد و غبار با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی: گرد و غبار ۱۸ ژوئن ۲۰۱۲)، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح، دوره ۲۳، شماره ۹۱، پاییز ۹۳، ۶۹-۸۰
- فلاح ززولی، محمد؛ وفایی نژاد، علیرضا؛ خیرخواه زرکش، میرمسعود؛ احمدی دهکاء، فریبرز (۱۳۹۳). منشاء یابی گرد و غبار غرب و جنوب غرب ایران و تحلیل سینوپتیکی آن با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، سال ۵، شماره ۴، ۶۱-۷۷
- محمدی، علی (۱۳۸۹). رسوب شناسی و ژئوشیمی نهشته های پلایای جازموریان، فصلنامه علمی-پژوهشی خشکیوم، دانشگاه یزد، سال اول، شماره ۱، ۱-۱۲

- Al-Dousari, A. M., Al-Awadhi, J., and Ahmed, M. (2012). Dust fallout Characteristic within global dust storm major trajectories. *Arab Journal Geoscience*, doi: 10.1007/s12517-012-0644-0.
- Alloway B. J. (1995). Heavy metals in soils. Blackie Academic & Professionals, 368 pp.
- Al-Sultani, A. R. A. (2006). Pollution Air and soil Nahrawan regions East of Baghdad in heavy metals producing from stones factors, Unpub. M.Sc. Thesis, Geology Department. Science College, University of Baghdad. (In Arabic).
- Awadh, S. M. (2011). Geochemistry and mineralogical composition of the airborne particles of sand dunes and dust storms settled in Iraq and their environmental impacts. *Environment Earth Science*, 66(8):2247–2256.
- Changling, H., Madsen, H. B., & Awadzi, T. W. (2007). Mineralogy of dust deposited during the Harmattan season in Ghana. *Danish Journal of Geography*, 107(1):9-15.
- Cong, Z., Kang, S., Liu, X., and Wang, G. (2007). Elemental composition of aerosol in the Nam Co region, Tibetan Plateau, during summer monsoon season. *Atmos Environment*, 41:1180–1187.
- Darvishi Khatooni, J., lak, R., Azhdari, A., and Moeini, M. (2014). Dust containment priority in Khozestan plain, Iran. 12th Swiss Geoscience Meeting, Fribourg. 21 November.
- Darvishi Khatooni, J., lak, R., and Azhdari, A. (2014). Study Khuzestan dusts pollution with using Sedimentary Geochemistry. 12th Swiss Geoscience Meeting, Fribourg. 21 November.
- Dixon, J. B. (1989). Kaolin and Serpentine group minerals In: J. B. Dixon, and S. B. Weed (ed.) *Minerals in soil environments*. Soil. Sci. Soc. Am. J. Madison. Wisconsin; 551-634.
- Doung, T. T. T., and Lee, B. K. (2011). Determining contamination level of heavy metals in road dust from busy traffic areas with different characteristics. *Journal of Environment Management*, 92, 554-564.
- Fung, I., and Tegen, I. (1995). Contribution to the atmospheric mineral aerosol load from land surface modification. *Journal of Geophysic Research*, 100:18707-18726.
- Gallet, S., Jahn, B., Lano, B., Van, V., Dia, A. and Rossello, E. (1998). Loess geochemistry and its implications for particle origin and composition of the upper continental crust. *Earth Planet. Science. Letter*, 156, 157-172.
- Ganor, E., and Foner, H. (1996). The mineralogical and chemical properties and the behavior of Aeolian Saharan dust over Israel. In: Guerzoni S, Chester R (eds) *The impact of desert dust across the Mediterranean*. Kluwer, Amsterdam, pp 163-172.
- Goudie, A. S. (2009). Dust storms: recent developments. *Journal Environment Management*, 90:89-94.
- Guangjin, W. (2008). Geochemistry of dust aerosol over the Eastern Pamirs, *Journal of Arid Environment*, pp: 1129-1143.
- Gunal, H., and M. D. Ransom. (2006). Genesis and micromorphology of loess-derived soils from central Kansas. *Catena*. 65: 222-236.
- Kalderon-Asael, B., Erel, Y., Sandler, A., and Dayan, U. (2009). Mineralogical and chemical characterization of suspended atmospheric particles over the East Mediterranean based on synoptic-scale circulation patterns. *Atmos Environment*, 43:3963-3970.
- Kerner, M. and Wallman, K. (1992). Remobilization events involving Cd and Zn from intertidal flat sediments in the Elbe Estuary during the tidal cycle. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 35: 371-393.
- Khormali, F., M. Ajami., and S. Ayoubi. (2006). Genesis and micromorphology of soils with Loess parent material as affected by deforestation in a hillslope of Golestan Province, Iran. 18th International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing soil and Technology. 149-151.
- Maghrabi, A., Alharbi, B., and Tapper, N. (2009). Impact of the March 2009 dust event in Saudi Arabia on aerosol optical properties, meteorological parameters, sky temperature and emissivity. *Atmos Environment*, 45: 2164-2173.
- Miller, M. B., T. H. Cooper., and R. H. Rust. (1993). Diffraction of an eluvial fragipan from dense glacial till in northern Minnesota. *Soil. Sci. Soc. Am. J.* 57: 787-796.
- Najafi, M. S., Khoshakhlagh, F., Zamanzadeh, S. M., Shirazi, M. H., Samadi, M., and Hajikhani, S. (2013). Characteristics of TSP Loads during the Middle East Springtime Dust Storm (MESDS) in Western Iran. *Arab Journal of Geoscience*, DOI 10.1007/s12517-013-1086-z.
- Papadopoulos, P., and Rowell, D. L. (1988). The reactions of Cadmium with calcium carbonate surfaces. *Soil Sci* 39, 23–36.
- Prospero, J. M., Blades, E., Naidu, R., Mathison, G., Thani, H., and Lavoie, M. C. (2008). Relationship between African dust carried in the Atlantic trade winds and surges in pediatric asthma attendances in the Caribbean. *Int Journal of Biometeorol*, 52:823–832.
- Pye, K. (1992). Aeolian dust transport and deposition over Crete and adjacent parts of the Mediterranean Sea. *Earth Surface Processes and Landforms*, 17, 271-288.
- Shen, Z. X., Caquineauc, S., Caoa, J., Zhangb, X., Hana, Y., Gaudichetd, A., and Gomese, L. (2009). Mineralogical characteristics of soil dust from source regions in northern China. *Particuology*, 7:507–512.
- Singer, A. (1989). Palygorskite and sepiolite group minerals. In: Dixon, J., Weed, S. (eds) *Minerals in soil environments*. Soil Science Society of America, Madison, pp 829–872.
- Singer, A. (1989). Illite in the hot-aridic soil environment. *Journal of soil science*. 147: 126- 133.
- Sinha, R., and Raymahashay, B. C. (2004). Evaporite mineralogy and geochemical evolution of the Sambhar Salt Lake, Thar Desert, Rajasthan, India. *Sediment Geology*, 166: 59-71.

- Ta, W., Xiao, H., Qu, J., Xiao, Z., Yang, G., Wang, T., and Zhang, X. (2004). Measurements of dust deposition in Gansu Province, China, 1986–2000. *Geomorphology*, 57:41–51.
- Taylor, S. R., and McLennan, S. M. (1985). *The continental crust: its composition and evolution*. Blackwell Scientific Publication, Carlton, 312 p.
- Taylor, S. R., and McLennan S. M. (1995). The geochemical evolution of the continental crust, *Review Geophysics*, 33, 241–265.
- Toon, O. B. (2003). African dust in Florida clouds. *Nature* 424:623–624.
- Velde, B. (1995). Composition and mineralogy of clay minerals, in Velde, B., ed., *Origin and mineralogy of clays*: New York, Springer-Verlag, p. 8-42.
- Wedepohl, K. H. (1995). The composition of the continental crust. *Geochim Cosmochim Acta* 59:1217–1232.
- Zarasvandi, A., Carranza, E. J. M., Moore, F., and Rastmanesh, F. 2011. Spatiotemporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). *Journal of Geochemical Exploration*, 111:138–151. A.



## Mineralogy and sedimentary geochemistry of incoming dust to the Khuzestan Province (case study: June 2012)

Javad Darvishi khatooni<sup>1</sup>, Froogh Abasaghi<sup>2</sup>, Ali Mohammadi<sup>3</sup>

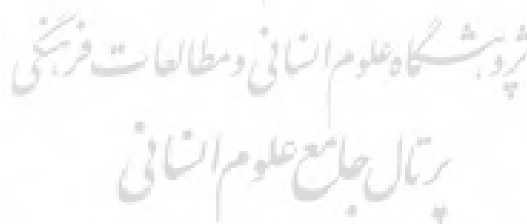
Received: 2016-07-15

Accepted: 2017-06-25

### Abstract

The phenomenon of dust due to recent drought has caused undesirable biological effects and great damages in agricultural, industrial, transportation and communication systems. Geochemical studies are important to determine the possible source of dust, geoenvironmental characteristics of elements and the role of their role in environmental pollution. Two area sources were identified for the incoming dust to the country by investigation of previous studies in June 2012 and 12 samples of dust in Abadan and Ahvaz were collected and their mineralogy and elemental analysis were analyzed. The results of mineralogy showed that carbonates (calcite and dolomite) have the source of feldspar with a source of continental and sedimentary. Lagoons and dried lakes are a source of clay minerals (chlorite and illite) and evaporate (halite and gypsum) and probably kaolinite originated from smectite and feldspar group. In regard to the results of the geochemistry of some heavy metals and radioactive indicate that most of them have an anthropogenic origin (Uranium, Cadmium, and Sulfur have high enrichment and lead, nickel, lithium, and molybdenum have medium enrichment). Being contaminated with hydrocarbon material and upstream processes of the oil industry, used elements in chemical and biological weapons and also dryness of lagoons and saline lands were effective in an unusual amount of these components.

**Keywords:** Dust storm, Sedimentary Geochemistry, Mineralogy, Khuzestan province.



<sup>1</sup>\*- PhD Student in Geomorphology, Geological Survey of Iran

Email: Darvishi.khatooni@gmail.com

<sup>2</sup>- PhD Student in Sedimentology, University of Mashhad

<sup>3</sup>- PhD in Geology, Department of Earth Sciences, Geological Institute, ETH Zurich, Switzerland