

بررسی ارتباط بین ترکیب و غلظت گرد و غبار با سلامتی دانش آموزان در حوضه کارون (مطالعه موردی: اهواز)^۱

جبرائیل قربانیان^{۱*}، مهناز ارزانی بیرگانی^۲

۱. گروه جغرافیا، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد اقلیم شناسی واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۲

چکیده

در دهه گذشته استان خوزستان با معضل طوفان‌های گرد و غبار و ریزگردها مواجه بوده‌اند. شدت یافتن این پدیده در سال‌های اخیر در شهر اهواز، بر سلامتی دانش‌آموزان در حوزه آموزش و پرورش تأثیرگذار بوده است. هدف از این کار تحقیقی، تعیین بافت گرد و غبار و بررسی اثرات آن بر سلامتی دانش‌آموزان دبستان‌های دخترانه ناحیه ۲ اهواز می‌باشد. تحقیق حاضر در بهمن ماه سال ۹۵ در شهر اهواز انجام شده است. در این بررسی، ۱۰ نمونه از ریزگردها در مجموع به وزن ۳۰۰ گرم، جمع‌آوری شد. نمونه‌ها جهت آنالیز، به آزمایشگاه زمین‌شناسی منتقل و مورد تجزیه قرار گرفت. در آزمایشگاه، از دستگاه پرتو اشعه ایکس جهت تعیین بافت نمونه خاک استفاده گردید. جهت تعیین رابطه بین غلظت گرد و غبار و بیماری دانش‌آموزان دبستانی ناحیه ۲ اهواز، در طی دوره آماری، به روش آزمون همبستگی، از نرم افزار *SPSS* استفاده شد. نتایج این تحقیق نشان داد بافت ریزگردهای شهر اهواز بیشتر از نوع رسوبی و ریزدانه (کلسیت و کوارتز) بوده و بین دو متغیر غلظت گرد و غبار با میانگین دانش‌آموزان بیمار مدارس مورد مطالعه، با داشتن ضرایب پیرسن (**۰/۸۹۱) و کندال (**۰/۹۸۹)، رابطه همبستگی مثبت و قوی تری وجود دارد. یعنی با افزایش غلظت ریزگرد‌ها، بیماری‌های ناشی از آن نیز افزایش می‌یابد. با توجه به سطوح معنی‌دار به دست آمده در هر دو روش نیز، رابطه این دو متغیر معنادار می‌باشد. به طور کلی با افزایش میزان غلظت ذرات گرد و غبار و ریزتر بودن نوع ذرات، تعداد دانش‌آموزان بیشتری مبتلا به بیماری شده و بیماری مشاهده شده غالب ناشی از ریزگردها در میان دانش‌آموزان، بیشتر از نوع تنفسی بوده است.

واژگان کلیدی: پرتو اشعه ایکس، غلظت، گرد و غبار، همبستگی، اهواز

^۱ این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین بحران‌های زیست محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک پدیده مخرب بیابان‌زایی و فرسایش بادی هست که وقوع طوفان‌های گرد و غبار و حرکت ریزگردها از پیامدهای آن محسوب می‌شود. طی سال‌های اخیر این طوفان، در خاورمیانه و به خصوص در صحاری عربستان و عراق، اثرات زیان‌بار زیادی را برای کشورمان به همراه داشته است. این پدیده، به یکی از معضلات زیست محیطی در این استان تبدیل شده که سلامتی ساکنان این مناطق را مورد تهدید قرار داده و باعث رکود و وقفه در فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی استان گردیده است.

گابت^۱ (۲۰۱۴) طی یک بررسی نشان داد گرمای خاک خود عامل جدا نمودن ذرات و فرسایش پذیری خاک و انتشار ریزگردها است. همچنین آرونز^۲ و همکاران (۲۰۱۶) در دهه‌های اخیر، تشدید نرخ کشاورزی و دام، استفاده ترکیبی از زمین، تغییرات آب و هوا و... در شمال آمریکا را دلیل بر تولید گرد و غبار می‌دانند. البته انتشار گرد و غبار بادی و فرسایش خاک به خواص خاک سطحی از منطقه منشاء بستگی دارد (سوات و کاترا^۳، ۲۰۱۶).

به نظر اسونی^۴ و همکاران (۲۰۱۱) اندازه‌گیری انتشار ریزگردهای طبیعی از لندفرم بیابانی، در ارزیابی خطرات زیست محیطی جهانی بسیار مهم است. گانور^۵ و همکاران (۲۰۰۰) معتقد بودند تعیین ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار معلق در هوا، می‌تواند عامل مهمی در تعیین منبع آنها باشد، به همین دلیل کانی-شناسی این ذرات غالباً به کمک پرتو ایکس صورت می‌پذیرد (به نقل از احمدی بیرگانی، ۲۰۱۵).

کارن^۶ و همکاران (۲۰۱۴) طی یک بررسی و به کمک پرتو اشعه ایکس نشان دادند نمونه‌های گرد غبار چاله بادبلی در صحرای آفریقا، حاوی فسفر است (به نقل از گودی و میدلتون، ۱۳۹۱).

تحقیق و مطالعات کوان^۷ و همکاران (۲۰۰۲) نیز نشان داد که بین وقوع طوفان هفتگی گرد و غبار آسیایی، با مرگ و میر ناشی از بیماری‌های قلبی - عروقی و تنفسی، ارتباط معنی‌داری وجود دارد. کولیس^۸ (۲۰۰۳) طی گزارشی از سازمان جهانی بهداشت، نتیجه گرفت که هزینه سالیانه صرف شده برای بخش سلامتی و بهداشت ناشی از آلودگی هوا در اتریش، فرانسه و سوئیس حدود ۳۰ میلیارد پوند بوده و معادل ۶ درصد از کل مرگ و میرهاست. پترز^۹ (۲۰۰۵) و گریفین^{۱۰} (۲۰۰۷) وجود ارتباط بین بیماری‌های قلبی و ذرات معلق هوا را با استناد به مدارک اپیدمیولوژیکی بیان نمودند. در تحقیقی دیگر که در کویت صورت گرفته نشان می‌دهد که تنفس غلظت بالای کلسیت (کربنات کلسیم) موجود در ذرات گرد و غبار، منجر به عطسه و سرفه می‌گردد (ال هاربان و ال استاد^{۱۱}، ۲۰۱۰).

¹. Gabet

². Aarons

³. Swet and Katra

⁴. Sweeney

⁵. Ganor

⁶. Karen

⁷. Kwon

⁸. Colles

⁹. Peters

¹¹. Griffin

¹. Al-Hurban, AE. and Al-Ostad

همچنین مطالعه دیگر توسط هیون^۱ و همکاران (۲۰۱۱) در کشور جمهوری کره، نشان داد گرد و غبار آسیایی با صدمه به سلول‌های پوست، باعث تغییر در ژن‌های این سلول‌ها می‌گردد.

لی^۲ و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر طوفان گرد و غبار آسیایی در مرگ و میر روزانه، در هفت شهرستان از کره جنوبی نشان دادند که یک ارتباط معنی‌داری بین طوفان گرد و غبار و عوارض آن و به تبع بستری شدن در بیمارستان وجود دارد. لودوویکا^۳ و همکاران (۲۰۱۵) گزارشی ارائه دادند که سالیانه بیش از سه میلیون نفر به علت عوارض ناشی از ریزگردها با مرگ زودرس جان خود را از دست می‌دهند.

زراسوندی^۴ و همکاران، (۲۰۱۱) در بررسی ترکیب کانی‌شناختی ذرات تشکیل دهنده گرد و غبار استان خوزستان، دریافتند که عمده‌ترین کانی‌های موجود در این ریزگردها، کربنات، سیلیکات، رس‌ها و ژپس هستند. عفتی و همکاران (۱۳۹۰) نمونه‌های خاک تالاب هورالعظیم را بررسی و خاک این تالاب را بافت رسی - سیلتی معرفی نمودند که بیشتر شامل کلسیت و دولومیت، سیلیکات‌ها و کانی‌های تبخیری می‌باشد. ارزیابی ذرات گرد و غبار شهرهای سنندج و خرم‌آباد و اندیمشک در غرب ایران نیز حاکیست که میزان کانی‌های کوارتز و کلسیت نسبت به کانی‌های دیگر بیشتر است (رجبی و سوری، ۱۳۹۴). همچنین بررسی خصوصیات فیزیکوشیمیایی ذرات معلق بزرگتر از ۱۰ میکرومتر در استان کردستان با پرتو اشعه ایکس، نشان داد که در این ذرات، کانی‌های کوارتز و کلسیت حضور بیشتری دارند (بشیری و سوری، ۱۳۹۶). (قربانیان و همکاران، ۱۳۹۳) در بررسی بافت ریزگرد اهواز به روش پرتو اشعه ایکس، نشان دادند که بیشترین پراش، مربوط به دو گروه کلسیت و کوارتز بوده و بیک ذرات قطر ۳۰ میکرون دارند.

هدف در این کار تحقیقی تعیین نوع بافت و نوع دانه ریزی مواد تشکیل دهنده گرد و خاک بهمن ۹۵ اهواز و بررسی اثرات آن بر سلامتی دانش‌آموزان می‌باشد. همچنین رابطه و همبستگی بین متغیرهای گرد و غبار با دانش‌آموزان بیمار مدارس ابتدایی ناحیه ۲ اهواز به دست آید. فرضیه کار تحقیقی این است که به نظر می‌رسد با ورود ذرات دانه‌ریز گرد و غبار، بیماری‌های تنفسی بین دانش‌آموزان اهواز افزایش یافته است.

مواد و روش‌ها

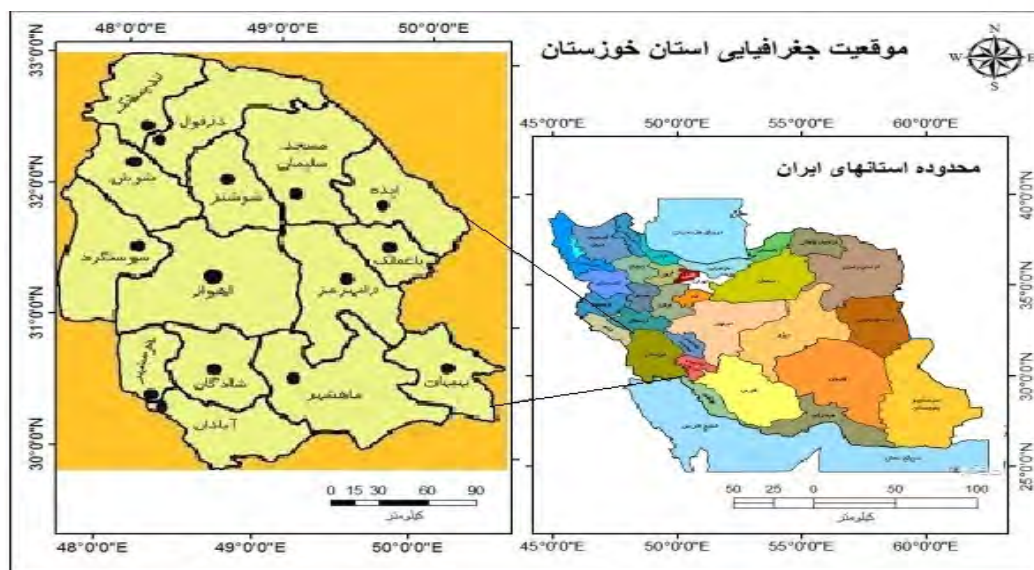
منطقه مورد مطالعه (اهواز) در جنوب غرب ایران و در یک بستر جلگه‌ای و مرکز استان خوزستان و در سطح رسوبات جوان ترشیاری گسترده شده و در ارتفاع ۱۸ متری از سطح دریا واقع شده است. مختصات این محدوده، بین ۳۱ درجه تا ۲۵-۳۱ دقیقه عرض شمالی و بین ۴۸-۳۰ و ۴۸-۵۰ درجه طول شرقی می‌باشد. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

¹.Hyun

². Lee

³. Ludovic

⁴. Zarasvandi



شکل ۱: نقشه موقعیت کلی منطقه مورد مطالعه

تحقیق حاضر در بهمن ماه سال ۹۵ در شهر اهواز انجام شده است. در طی بازدید های میدانی ۶ مکان در محدوده مورد نظر، شامل یک ایستگاه در محوطه دانشگاه چمران (ایستگاه شماره ۱)، ایستگاه بعدی در بازار امام (ایستگاه شماره ۲)، ایستگاه سوم در شهرک پردیس (ایستگاه شماره ۳)، ایستگاه چهارم در خیابان گلستان تقاطع اردیبهشت و اقبال (ایستگاه شماره ۴)، ایستگاه پنجم در خیابان نادری (ایستگاه شماره ۵)، ایستگاه ششم در سه راهی خرمشهر (ایستگاه شماره ۶) انتخاب گردید. به نحوی که همه ایستگاه ها از شرایط نمونه برداری یکسان برخوردار بودند. نمونه برداری در تاریخ های ۱۰ و ۱۵ و از ۱۹ تا ۲۶ بهمن ماه هر روز یک نمونه در ساعات مختلف از روی برگ درختان و شیشه اتومبیل ها انجام پذیرفت. در هر ایستگاه و ساعت وقوع ریزگرد، یک نمونه برداشت شد. به طور کلی ۱۰ نمونه در مجموع به وزن ۳۰۰ گرم در ۱۰ روز گرد و غبار از ۶ ایستگاه مطالعاتی جهت تعیین بافت خاک برداشت و به آزمایشگاه زمین شناسی منتقل شد. مشخصات ایستگاه های مطالعاتی در جدول ۱ و موقعیت جغرافیایی آن ها در شکل (۲) ارائه شده است.

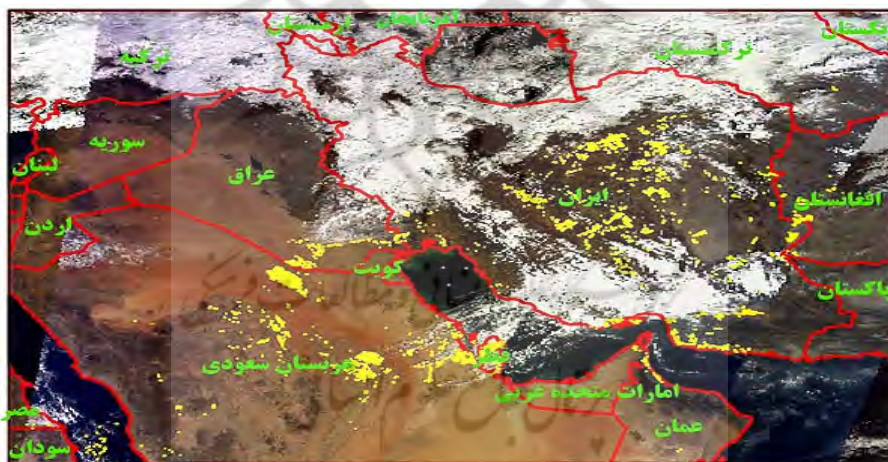
جدول ۱: مشخصات ایستگاه های نمونه برداری گرد و غبار محدوده مورد مطالعه (اهواز، ۱۳۹۵)

نام ایستگاه	مختصات جغرافیایی	
	X	Y
ایستگاه ۱ دانشگاه شهید چمران	$48^{\circ} 39' 32.20'' E$	$31^{\circ} 18' 28.77'' N$
ایستگاه ۲ بازار امام	$48^{\circ} 40' 54.97'' E$	$31^{\circ} 19' 14.25'' N$
ایستگاه ۳ شهرک پردیس	$48^{\circ} 35' 40.72'' E$	$31^{\circ} 17' 11.04'' N$
ایستگاه ۴ گلستان	$48^{\circ} 39' 20.41'' E$	$31^{\circ} 17' 30.25'' N$
ایستگاه ۵ خیابان نادری	$48^{\circ} 40' 56.47'' E$	$31^{\circ} 19' 02.05'' N$
ایستگاه ۶ سه راهی خرمشهر	$48^{\circ} 37' 53.96'' E$	$31^{\circ} 20' 02.00'' N$



شکل ۲: نقشه پراکنش و موقعیت ایستگاه های نمونه برداری گرد و غبار در ۹ و ۱۰ بهمن ۹۵ شهر اهواز

در طول روز های بهمن ماه ۹۵ با وقوع گرد و غبار شدید در کشور های همسایه گرد و غبار اهواز را فرا گرفته و دید افقی به شدت کاهش داشته است (تصویر ۳) در این تصویر با وجود طوفان های برف در اکثر مناطق ایران، مناطق جنوب و جنوب غرب درگیر وقوع ریزگرد ها بوده و مسیر های حرکت غبار با خطوط زرد نشان داده شده است (سایت سازمان فضایی ایران).



Terra/MODIS, ۱۳۹۵.۱۱.۱۰, ۱۰:۵۴

شکل ۳: تصویر ماهواره ای گرد و غبار بهمن ۹۵ اهواز (منبع: سازمان سنجش از دور)

اخذ اطلاعات تعداد بیماران ۱۰ دبستان منتخب دخترانه ناحیه ۲ شهر اهواز نیز از روز اول بهمن تا ۳۰ بهمن ۹۵ انجام گردید. جهت تعیین رابطه بین غلظت گرد و غبار و تعداد افراد بیمار از روش های آزمون همبستگی استفاده شد. در روش پیرسن رابطه ۱ قابل محاسبه است:

^۱. pearson correlation

رابطه ۱

$$r(k) = \frac{\sum_{i=0}^{n+1} (x_i - x)(x_i + I - x)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2 \sum (x_i + I - x)^2}}$$

این معیار را با $r(k)$ نشان می دهند. مقدار $r(k)$ بین +۱ و -۱ می باشد آن دسته از مقادیر $r(k)$ که به عدد +۱ نزدیک باشد نشان دهنده روند افزایش و مقادیر نزدیک به عدد -۱ نشان دهنده روند کاهش می باشد (بهبودیان، ۱۳۸۳).

آزمون پیرسون توسط (کارل پیرسون، ۱۸۹۶) بسط و توسعه یافت. ایشان براساس نظریه گالتون فرمول آماری برای ضریب همبستگی و رگرسیون ارائه داد.

آزمون من کندال نیز ابتدا توسط من^۲ (۱۹۴۵) ارائه و سپس توسط کندال^۳ (۱۹۷۵) بسط و توسعه یافت. در روش من کندال که از رابطه ۲ به دست می آید:

رابطه ۲

$$T = \frac{2S}{N(N-1)}$$

N تعداد متغیرها، S مجموع کل رتبه‌ها در هر طبقه، $(\sum Si)$ و T (تاو یونانی) مقدار ضریب همبستگی می باشد. مقدار S را می توان از رابطه ۳ به دست آورد:

رابطه ۳

$$S = \sum (Pi - Qi)$$

اگر برای هر رتبه، تعداد رتبه‌ها را Pi بنامیم و رتبه کوچکتر از آن را Qi در نظر بگیریم، با تفاضل این رتبه‌ها مقدار S به دست می آید (بهبودیان، ۱۳۸۳). البته برای سهولت کار و محاسبه دقیق همبستگی، از نرم افزار آماری *Spss* استفاده شد.

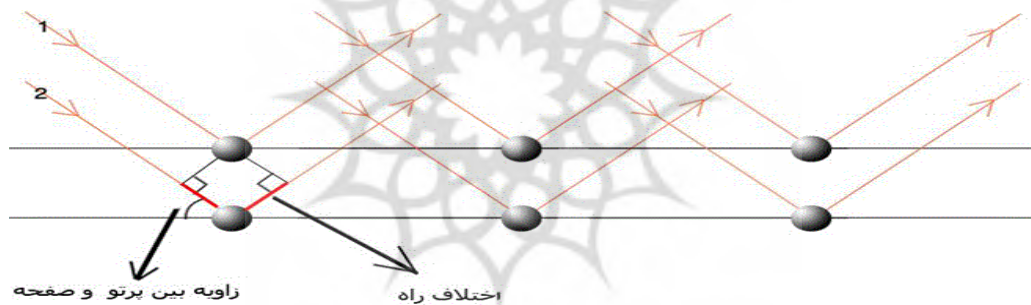
نمونه‌های گرد و غبار جهت آنالیز، به آزمایشگاه زمین شناسی منتقل و مورد تجزیه قرار گرفت. در آزمایشگاه، از دستگاه *XRD* یا همان پراش اشعه ایکس (*X-Ray Diffraction*) جهت تعیین بافت آن استفاده گردید. روش پرتو ایکس، از آن جهت که روش مستقیمی برای تعیین نوع فازها و ساختار بلورین مواد است، بسیار اهمیت دارد. پراش پرتو ایکس توسط مجموعه اتم‌ها پدید می آید و پس از برخورد پرتو ایکس به الکترون‌های ماده، آن‌ها را به نوسان وادار می کند و این الکترون‌ها نیز، باعث پراکندگی پرتو ایکس در فضای اطراف با همان بسامد پرتو ابتدایی

می‌شوند و دامنه این پرتوها با هم جمع شده و پرتو تابیده از مجموع اتم‌ها تقویت می‌گردد که به آن پراش می‌گویند (گلستانی فرد و همکاران، ۱۳۸۳). روش پرتو ایکس تکنیکی پرکاربرد در بررسی خصوصیات کریستال‌ها است. در این روش از پراش اشعه ایکس، جهت بررسی ویژگی‌های نمونه استفاده می‌شود. در پراش اشعه ایکس توسط کریستال، مشاهده می‌شود که شدت اشعه ایکس بازتابیده از کریستال، که در هر اتم به صورت الاستیک پراکنده شده‌اند (بدون تغییر طول موج)، در زوایای خاصی ماکسیمم خواهد بود و در بقیه زوایا، شدت اشعه پراشیده شده مقدار قابل ملاحظه‌ای ندارد. منظور از پراش، رفتار اشعه ایکس است. پراش اشعه ایکس، نخستین بار توسط ویلیام هنری براگ و پسرش ویلیام لورنس براگ، جهت بررسی خواص ساختاری کریستال‌ها مورد استفاده قرار گرفت. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، اشعه ایکس به صفحات کریستال برخورد کرده و بازتاب می‌شود. اشعه ۱ که از سطح بالا و اشعه ۲ که از سطح زیرین منعکس می‌شوند، اختلاف راهی دارند که این اختلاف راه به زاویه تابش و فاصله دو صفحه وابسته است و از رابطه ۴ قابل محاسبه است:

رابطه ۴

$$\Delta x = 2d \sin(\theta)$$

Δx اختلاف راه، d فاصله دو صفحه و θ زاویه بین اشعه و صفحه است.



شکل ۴: پراش اشعه ایکس همراه با آرایه منظمی از اتم‌ها (منبع: حقیقی فرد و بهزادی، ۱۳۹۷)

پراش اشعه ایکس که توسط آرایه منظمی از اتم‌هاست و قسمت قرمز رنگ اختلاف راه دو اشعه است. این امر منجر به اختلاف فاز بین دو اشعه می‌شود که از رابطه ۵ بدست می‌آید:

رابطه ۵

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta x$$

$\Delta\phi$ اختلاف فاز، λ طول موج اشعه و Δx اختلاف راه دو اشعه است.

حال در صورتی که این اختلاف فاز مضرب صحیحی از 2π باشد، دو اشعه به صورت سازنده با هم جمع می‌شوند. در واقع هر وسیله اپتیکی، اشعه‌های ۱ و ۲ را با وجود فاصله بین‌شان، به صورت مجموع یا به بیان بهتر میانگینی از آن‌ها دریافت می‌کند. این جمع شدن هم‌فاز دقیقاً مربوط به شدت ماکسیمم اشعه ایکس بازتابیده است. این الگوی

برهم‌نهی در تمام طول دو صفحه تکرار می‌شود. همچنین این الگو بین صفحات پایین‌تر هم تکرار می‌شود. این شرط را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

رابطه ۶

$$n\lambda = 2d \sin(\theta) \quad n \text{ عدد صحیح}$$

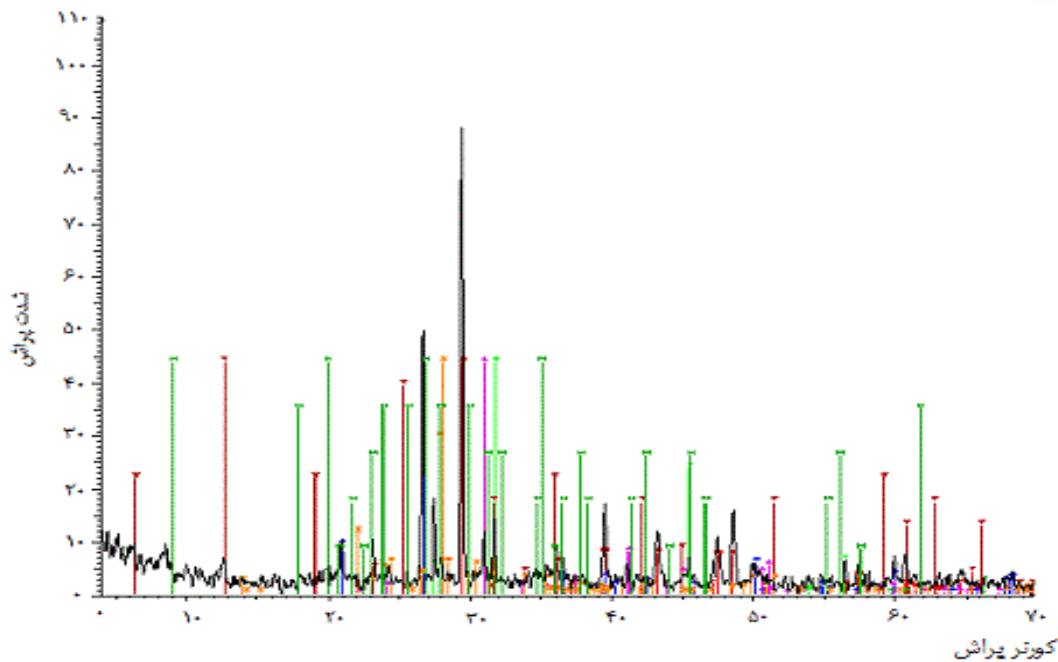
رابطه ۶ قانون براگ است که علت ماکسیمم‌های اشعه ایکس بازتابیده را توضیح می‌دهد. برای هر کریستال می‌توان صفحات متعددی در نظر گرفت. این صفحات در فاصله بین صفحه‌ای با هم متفاوت هستند. شرایط براگ برای هر صفحه در زاویه خاصی اتفاق می‌افتد (با فرض ثابت بودن طول موج اشعه ایکس). هر ماکسیمم مربوط به یک صفحه است. در کریستالوگرافی صفحات را با اندیس‌های میلر (*Miller indices*) مشخص می‌کنند. معمولاً اندیس‌های میلر هر ماکسیمم در بالای آن نوشته شده می‌شود. صفحات، هم در زاویه براگ (فاصله صفحه‌ای) و هم در شدت نسبی اشعه بازتابیده نیز با هم متفاوت هستند. شدت اشعه پراشیده وابسته به جنس، تعداد و نحوه توزیع اتم‌ها در صفحات نمونه است. در حالت کلی اجزا یک دستگاه اشعه ایکس شامل منبع اشعه ایکس، نمونه، آشکارساز و اپتیک اشعه ایکس (فیلترهای اشعه ایکس) است.

در اشعه ایکس نمونه می‌تواند به صورت لایه یا ورقه نازک یا پودر نمونه باشد. این روش تکنیکی کم هزینه و پرکاربرد است؛ علت این امر اصول فیزیکی ساده این شیوه است. اطلاعات به دست آمده از پراش اشعه ایکس که شامل زاویه ماکسیمم، شدت اشعه پراشیده شده در هر زاویه و پهنای هر ماکسیمم است، وابسته به طیف وسیعی از خصوصیات و کمیات کریستال‌ها است. از جمله محاسن این دستگاه عدم نیاز به خلأ است که باعث کاهش هزینه ساخت می‌شود و آن را در مکانی برتر نسبت به تکنیک‌های الکترونی قرار می‌دهد. اشعه پرتو ایکس تکنیکی غیرتماسی و غیرمخرب است و نیاز به آماده‌سازی سخت و مشکل ندارد. از معایب آن می‌توان به رزولوشن و تفکیک پایین و شدت کم اشعه پراشیده شده نسبت به پراش الکترونی نام برد. نتیجه این امر نیاز به استفاده از نمونه بزرگ‌تر و در نتیجه تعیین اطلاعات به صورت میانگین در اشعه ایکس است (حقیقی فرد و بهزادی، ۱۳۹۷).

نتایج

نمونه‌های گرد و غبار با دستگاه طیف سنجی پراش پرتو ایکس آنالیز شد و تفسیر گرافیک حاصل از آن به شرح زیر است:

محور افقی این گرافیک بر اساس زاویه پراش و محور عمودی آن بر اساس شدت یا کانت می‌باشد. رنگ قرمز گرافیک، نشان دهنده کلسیت یا کربنات کلسیم و منیزیم بوده و رنگ آبی مربوط به کوارتز است. در متن گرافیک رنگ‌های بنفش و سبز نارنجی به ترتیب کانی‌های دولومیت و هالیت و آلپیت را به خود اختصاص می‌دهند شکل (۵).



شکل ۵: گرافیک نتایج آزمایش ریز گرد بهمن ۹۵ اهواز

آنچه از شکل ۵ استنباط می‌شود پراش گرافیک آنالیز بافت ریزگردهای اهواز، از دو گروه کلسیت و کوارتز تشکیل شده است و بقیه کانی‌ها بیشتر رسوبات تخییری است. نکته مثبت بررسی نمونه کانی‌ها به روش اشعه ایکس، تشخیص دقیق دولومیت از کلسیت می‌باشد. چون تشخیص این دو کانی بوسیله روش‌های دیگر (میکروسکوپ و یا بینوکولر) مشکل است.

ریز بودن دانه‌های غبار و ورود آن از طریق وزش بادهای غربی به صورت طوفان گرد و غبار به اهواز، زمینه‌های بروز بیماری‌های انسانی و گیاهی را نیز فراهم نموده است. علی‌الخصوص در فصل تابستان که با کمبود رطوبت و انفعال دانه‌های ریز گرد و غبار چسبندگی بین ذرات از بین رفته و آماده رفت و روب از طریق وزش باد هستند. تحقیقات (ال هاربان و همکاران، ۲۰۱۰ و شاهسونی و همکاران، ۱۳۹۰) نشان داد که تنفس غلظت بالای کلسیت موجود در ذرات گرد و غبار منجر به عطسه و سرفه شده و در معرض قرار گرفتن طولانی مدت کلسیت و ورود آن به بدن از طریق بلعیدن زمینه را برای بیماری الکوزیس فراهم می‌نماید. تنفس بیش از ۲/۵ گرم کلسیم منجر به سنگ کلیه و تصلب کلیه و رگ‌های خونی و تنفس ذرات کوارتز یا دی‌اکسید سیلیس زمینه بیماری سیلیکوزیس گردیده و باعث صدمه به کلیه و کبد می‌شود. قربانی (۱۳۸۷) کربنات کلسیم و منیزیم را جزء گرد و غبارهای بی اثر و ذرات کوارتز را غبار سمی معرفی می‌نماید.

با توجه به اهمیت و نقش باد در جابجایی ذرات ریزگردها که بیشتر در حد رس و سیلت اتفاق می‌افتد و لزوم مقابله با این پدیده در مسیر حرکت وزش باد و شناسایی محدوده حرکت این ذرات در منشاء که از طریق باد جابجا می‌شوند داده‌های گرد و غبار بررسی شد (جدول ۱ و ۲).

جدول ۱: غلظت روزهای گرد و غبار طی بهمن (۱۳۹۵) سازمان هواشناسی

زمان وقوع	غلظت ریزگرد mg/m^3
۹۵/۱۱/۹	۳۰۲۵/۸
۹۵/۱۱/۱۰	۷۰۱/۸
۹۵/۱۱/۱۵	۴۰۴/۲
۹۵/۱۱/۱۹	۳۳۲۱/۹
۹۵/۱۱/۲۰	۴۷۷/۶
۹۵/۱۱/۲۱	۲۰۴۷/۱
۹۵/۱۱/۲۲	۳۰۴۳/۹
۹۵/۱۱/۲۳	۷۷۰/۴
۹۵/۱۱/۲۴	۳۱۱/۹
۹۵/۱۱/۲۵	۴۳۵/۷
۹۵/۱۱/۲۶	۴۹۸/۸

با توجه به جدول (۱) و شاخص آلودگی هوا، غلظت ریزگردها طی روزهای ۹-۲۲-۲۱-۲۰ چندین برابر حد مجاز و در سایر روزها نیز بالاتر از حد مجاز بوده است.

جدول ۲: تعداد دانش آموزان دبستان‌های مبتلا به عوارض و بیماری‌های ناشی از گرد و غبار

نام دبستان	میانگین روزانه دانش آموزان بیمار	تعداد دانش آموزان
۱۲ فروردین	۳/۹	۴۰۰
گل دانش	۱/۴	۱۷۶
احرار	۱/۸	۲۰۰
قشقای	۱/۴	۳۱۹
پژوهش	۲/۴	۳۳۰
جهان آرا	۱/۲	۲۸۰
فرزانگان	۱/۵	۲۳۰
شهدای حفاری	۶/۵	۴۷۶
ایمان	۲/۱	۳۱۰
خرد	۱/۷	۲۹۰
ناحیه ۲	۲۳/۹	۳۰۱/۱

جدول (۲) نشان می‌دهد ماه بهمن ۹۵ در طی ۲۰ روز درسی که دبستانها تعطیل نبوده‌اند، میانگین روزانه دانش آموزان بیمار در دبستان‌های شهدای حفاری، دوازده فروردین، دبستان پژوهش، بالاتر از آمار سایر دبستانها بوده است.

جدول ۳: نوع بیماری دانش آموزان دبستان‌های ناحیه ۲ در ارتباط با ریزگردهای بهمن ۹۵ اهواز

نام دبستان	میانگین بیماران	بیماری تنفسی	بیماری گوارشی	بیماری قلبی
۱۲ فروردین	۳/۹	۳/۱	۰/۶	۰/۲
گل دانش	۰/۴	۱	۰/۴	۰
احرار	۱/۸	۱/۶	۰/۲	۰
قشقایی	۱/۴	۱/۲	۰/۲	۰
پژوهش	۲/۴	۲/۱	۰/۳	۰
جهان آرا	۱/۲	۱/۱	۰/۱	۰
فرزانگان	۱/۵	۱/۳	۰/۱	۰/۱
شهدای حفاری	۱/۵	۵/۷	۰/۶	۰/۲
ایمان	۲/۱	۲	۰/۱	۰
خرد	۱/۷	۱/۵	۰/۲	۰
مجموع	۲۳/۹	۲۰/۶	۲/۸	۰/۵
درصد	۱۰۰	۸۶/۲	۸/۷	۲/۱

مطابق جدول (۳) بین مدارس ابتدایی مورد مطالعه، مدرسه ۱۲ فروردین بیشترین میانگین روزانه بیماران و بیشترین میزان بیماری گوارشی و قلبی و مدرسه شهدای حفاری نیز بیشترین بیماری تنفسی و بیماری قلبی را به خود اختصاص داده است. جدول ۴ همبستگی بین میزان دو متغیر دانش آموزان بیمار را با میزان غلظت گرد و غبار بهمن ۹۵ شهر اهواز نشان می‌دهد.

جدول ۴: آزمون همبستگی بین میزان غلظت گرد و غبار با میانگین روزانه دانش آموزان بیمار

شاخص روش	ضریب همبستگی	سطح معنی دار (دو دامنه)	تعداد
پیرسن	۰/۸۹۱**	۰/۰۰۱	۱۰
کندل	۰/۹۸۹**	۰/۰۰۰	۱۰

این ضرایب نشان می‌دهد بین دو متغیر غلظت گرد و غبار با میانگین روزانه دانش‌آموزان بیمار مدارس مورد مطالعه، رابطه همبستگی مثبت و قوی‌تری وجود دارد. یعنی با افزایش غلظت ریزگردها بیماری‌های ناشی از آن نیز افزایش یافته است. با توجه به سطوح معنی‌دار به دست آمده در هر دو روش رابطه این دو متغیر معنادار می‌باشد. با توجه به نتایج به دست آمده در بهمن ۹۵، ریزگردها چه از لحاظ غلظت و چه از لحاظ فراوانی وقوع، بر سلامتی دانش‌آموزان دبستان‌های دخترانه ناحیه ۲ اهواز تاثیر داشته‌اند.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه با سایر پژوهش‌های مشابه (کوان و همکاران، ۲۰۰۲؛ پترز، ۲۰۰۵؛ لی و همکاران، ۲۰۰۱۳؛ کولیس، ۲۰۰۳) حاکی از ارتباط معنی‌دار ریزگردها با بیماری‌های قلبی و عروقی و تنفسی دارد. نتایج این پژوهش با بررسی‌های (گانور و همکاران، ۲۰۰۰ به نقل از احمدی بیرگانی و همکاران، ۲۰۱۵) نشان داد که با تعیین بافت و قطر ذرات ریزگردها با کمک اشعه پرتو ایکس، می‌توان به منشاء و چشمه‌های ریزگردها در منطقه پی برد. تفاوت

این پژوهش با بررسی‌های (کارن و همکاران، ۲۰۱۴) به نقل از (گودی^۴ و دیگران، ۱۳۹۱) که وجود مواد آلی و فسفر را در بافت ریزگرد اثبات نمودند این است که بیشترین درصد بافت گرد و غبار اهواز کلسیت و کوارتز می‌باشد که مشکلات تنفسی ایجاد نموده و سرطان زاست. همچنین خطر بیماری بافت گرد و غبار بررسی شده این تحقیق، با آنالیز (ال هاربان و همکاران، ۲۰۱۰؛ شاهسونی و همکاران، و قربانی، ۱۳۸۷) که بیماری‌های ناشی از تنفس کربنات کلسیم و منیزیم و کوارتز را آلوکوزیس و سیلیکوزیس دانسته‌اند مشابه است. این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌ها (عفتی و همکاران، ۱۳۹۰؛ رجبی و سوری، ۱۳۹۴؛ قربانیان و همکاران، ۲۰۱۴؛ بشیری و سوری، ۱۳۹۶) که وجود کلسیت و کوارتز را در بافت ریزگردها آنالیز نمودند یکی است.

به طور کلی نتایج بررسی میانگین تعداد دانش‌آموزان مبتلا به این بیماری‌ها نشان داد که بیشترین این میزان، مربوط به دبستان شهدای حفاری (۶/۵) و کمترین میزان، مربوط به دبستان جهان آرا (۱/۲) می‌باشد. دبستان شهدای حفاری با میانگین ۵/۱ بیشترین و دبستان گل دانش، کمترین دانش‌آموزان مبتلا به بیماری تنفسی را داشته‌اند. دبستان ۱۲ فروردین و شهدای حفاری از لحاظ تعداد دانش‌آموزان مبتلا به بیماری گوارشی به ترتیب میانگین (۰/۶) و (۰/۱) را به خود اختصاص داده‌اند. بیشترین میانگین بیماران قلبی نیز با (۰/۲) مربوط به دانش‌آموزان ۱۲ فروردین می‌باشند. نتایج ضرایب همبستگی غلظت ذرات گرد و غبار، با دبستان‌های دخترانه ناحیه ۲ منطقه مورد مطالعه، نشان داد این ضرایب بین دو متغیر غلظت گرد و غبار با میانگین روزانه دانش‌آموزان بیمار، رابطه همبستگی مثبت و قوی تری وجود دارد. یعنی با افزایش غلظت ریزگردها بیماری‌های ناشی از آن نیز افزایش یافته است. با توجه به سطوح معنی‌دار به دست آمده در هر دو روش رابطه این دو متغیر معنادار می‌باشد.

در مجموع پدیده ریزگردها در دو ویژگی غلظت و میانگین روزانه دانش‌آموزان بیمار با داشتن ضرایب پیرسن (**/۸۹۱) و کندال (**/۹۸۹) همبستگی مثبتی بر افزایش تعداد بیماران دبستان‌های دخترانه ناحیه ۲ شهر اهواز در ماه بهمن ۹۵ داشته است. به طور کلی با افزایش غلظت ذرات گرد و غبار و ریزتر بودن نوع ذرات، تعداد دانش‌آموزان بیشتری مبتلا به بیمار شده‌اند. همچنین بیماری غالب ناشی از ریزگردها در میان دانش‌آموزان، بیشتر از نوع تنفسی بوده است (۸۶ درصد).

با توجه به اینکه امروزه اکثر محققین در دنیا و کشورمان، در زمینه بافت و عناصر سنگین گرد و غبار و بیماری‌های ناشی از آن مطالعات زیادی انجام داده‌اند پیشنهاد می‌شود سایر پژوهشگران، بیشتر به مطالعه و شناسایی چشمه‌های ریزگردها و ارائه راهکارهای مقابله با آن بپردازند.

امید است با عنایت به افزایش تعداد دانش‌آموزان بیمار در ارتباط با غلظت و تعداد روزهای ریزگردها، برنامه‌ریزان محیطی به این امر مهم توجه داشته باشند که با توزیع ماسک و تعطیلی مدارس و این معضل، حل نشده باقی خواهد ماند. چرا که مبارزه با پدیده ریزگردها بایستی در منشاء حرکت غبار صورت گیرد نه در محل بارش، همچنین کاشت پوشش گیاهی بصورت همه جاکاری و همه نوع کاری به نتیجه نخواهد رسید.

سپاسگزاری

⁴ Goudie

نگارندگان این مقاله، بر خود لازم می‌دانند از کلیه کسانی که ما را در آزمایش و تجزیه نمونه ریزگرد در سازمان زمین‌شناسی یاری دادند، علی‌الخصوص خانم نوربخش در تجزیه *XRD*، خانم شهیدی در تجزیه شیمیایی و خانم بهروش و آجوری و سرپرستان محترم امور آزمایشگاه مرکزی این سازمان، تقدیر و تشکر نمایند. همچنین از کلیه مسئولین محترم در اداره هواشناسی و اداره آموزش و پرورش ناحیه دو اهواز در استان خوزستان قدردانی می‌شود.

منابع

- احمدی بیرگانی، ح (۱۳۹۲) بررسی گرد و غبار وارده به غرب ایران و تعیین مسیر حرکت آن، رساله دکتری دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
- اداره کل هواشناسی استان خوزستان (۱۳۹۶). داده های آب و هوا، سال های ۹۵-۶۵.
- اداره کل محیط زیست استان خوزستان (۱۳۹۶) داده های ریزگرد ها، سال های ۹۵-۶۵.
- بشیری، ر.، سوری، ب (۱۳۹۶) بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی ذرات معلق بزرگتر از ۱۰ میکرومتر در استان کردستان غرب ایران، فصلنامه زمین شناسی ایران دانشگاه علوم تحقیقات تهران، سال یازدهم، شماره ۴۱: صفحات ۷۹-۶۷.
- بهبودیان، ج (۱۳۸۳) آمار ناپارامتری، چاپ اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۰۲ صفحه.
- حقیقی فرد، م. ح.، بهزادی، ف (۱۳۹۷) مقاله اصول و اجزاء در پراش اشعه ایکس، سایت ستاد توسعه فناوری نانو، ساعت ۱۱:۲۰
- رجبی، م.، سوری، ب (۱۳۹۴) ارزیابی مقادیر فلزات سنگین در ذرات گرد و غبار، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، تهران، دوره هشتم، شماره اول: صفحات ۱۱-۲۲.
- شاهسونی، ع.، یاراحمدی، م.، و جعفر زاده حقیقی فرد، ن.، نعیم آبادی، ا.، محمودیان، م. ح.، صاکی، ح.، صولت، ح. ح.، سلیمانی، ز.، ندافی، ک (۱۳۹۰) اثرات طوفان های گرد و غباری بر سلامت و محیط زیست. دانشگاه علوم پزشکی خراسان شمالی، زمستان ۸۹، دوره ۲، شماره ۴. صفحات ۵۶-۴۵.
- عفتی، م.، بهرامی، ح. و درویشی بلورانی، ع (۱۳۹۰) بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ذرات خاک سطحی در کانون های گرد و غبار، ۲۷-۲۶ بهمن، اولین کنگره بین المللی پدیده گرد و غبار و مقابله با آثار زیانبار آن، خوزستان، ایران، صفحه ۲۱۲.
- قربانی، ز (۱۳۸۷) بهداشت حرفه ای ساوه، نوشته شده در سایت *Savehoh.blogfa.com*، سه شنبه دهم دی ماه ۸۷، ساعت ۷:۱۱، سایت گوگل.
- قربانیان، ج.، کردوانی، پرویز (۱۳۹۳) آنالیز بافت ریزگرد های شهر اهواز به روش پرتو ایکس و رابطه تشدید این طوفان ها با تخریب تالاب هورالعظیم، فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال ششم، شماره ۲۰: صفحات ۹۹-۹۱.
- گلستانی فرد، ف.، صلاحی، ا. و بهره‌ور، م. ح (۱۳۸۳) روش های شناسایی و آنالیز مواد، چاپ اول، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، ۳۶۱ صفحه.

- گودی، ا. اس.، میدلتون، ان. جی (۱۳۹۱) ریزگرد بیابانی در سیستم جهانی، ترجمه: حسین آذر نیوند، حمید غلامی، حسن خسروی، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۶ صفحه.

- Aarons, S.M., Aciego, S.M., Gabrielli, P., Delmonte, B. and Bouman, C (2016) Ice core record of dust sources in the western United States over the last 300 years. Original research article. *Chemical Geology*, 442: 160-173.
- Al-Hurban, AE. and Al-Ostad (2010) Textural characteristics of dust fallout and potential effect on public health in Kuwait City and suburbs. *Environmental geology*, 60(1): 169-181.
- Colles, J., (2003) *Air Pollution*. Taylor, Francis, Inc, Lamdon and New York.
- Gabet, E J., (2014) Fire increases dust production from chaparral soils. Original Research Article. *Geomorphology*. 217: 182-192.
- Griffin, DW., (2007) Atmospheric Movement of Microorganisms in Clouds of Desert Dust and Implications for Human Health. *Clinical Microbiology Reviews*. 20(3): 459-577.
- Hyun, C., Dong, W. S., Wonnyon, K., Seong, J. D., Soo, H. L. and Minsoo, N., (2011) Asian dust storm particles induce a broad toxicological transcriptional program in human epidermal keratinocytes. *Toxicology Letters*, 200 (1-2): 92-99.
- Karen, A. H., Charlie, S. B., Giannantonio, C., Gary, M. and Caroline, L. P., (2014) Solid-phase phosphorus speciation in Saharan Bodélé Depression dusts and source sediments. *Chemical Geology*, 384 (25): 16-26.
- Kwon, H.J., Cho, S.H., Chun, Y., Lagarde, F. and Pershagen, G., (2002) Effects of the Asian dust events on daily mortality in Seoul, Korea. *Environ Res* 90:1-5.
- Lee, H., Kim, Ho., Honda, Y., Hee Lim, Y. and Seungmuk, Yi., (2013) Effect of Asian dust storm on daily mortality in seven metropolitan cities of Korea. *Journal of Atmospheric Environment*, 79:510-17.
- Ludovic, F.H., Holger, P. and Dimitri., N. M., (2015) Regional climate impact of aerosols emitted by transportation modes and potential effects of policies on demand and emissions - Original Research Article, 41:24-30.
- Peters, A., (2005) Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies. *Toxicol Appl Pharmacol*, 207: 80-477.
- Sweeney, MR., McDonald, E.V. and Etyemezian, V., (2011) Quantifying dust emissions from desert landforms. eastern Mojave Desert, USA. Original Research Article. *Geomorphology*, 135 (1-2): 21-34.
- Swet, N. and Katra., (2016) Reduction in soil aggregation in response to dust emission processes. Original Research Article. *Geomorphology*, 268:177-183.
- Zaravandi, A., Carranza, E.J.M., Moore, F., Rastmanesh, F., (2011) Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). Original Research Article. *Journal of Geochemical Exploration*, 111(3): 138-151.