

## بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و کانی شناسی گردوغبار شهر اهواز

بهناز کریمیان<sup>۱</sup>، احمد لندی<sup>۲</sup>، سعید حجتی<sup>۳\*</sup>، جواد احدیان<sup>۴</sup>

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۲. استاد، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۳. دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

۴. دانشیار دانشکده علوم آب، دانشگاه شهید چمران اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۵ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۶/۲۸)

### چکیده

بیش از دو سوم کشور ایران در شرایط اقلیم بیابانی و نیمه بیابانی قرار دارد. با این حال علی‌رغم اینکه طوفان‌های گرد و غبار یکی از چالش‌های زیست محیطی در این مناطق به ویژه در استان‌های غربی و جنوب غربی می‌باشند، لیکن اطلاعات اندکی در رابطه با خصوصیات و منشاء وقوع این طوفان‌ها وجود دارد. این تحقیق با هدف بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و ترکیب کانی‌شناسی ذرات گردوغبار ترسیب یافته در شهر اهواز در تابستان و پاییز ۱۳۹۰ انجام شد. به این منظور ۱۵ ایستگاه برای نصب تله‌های رسوبگیر تیل‌های در شهر اهواز انتخاب و هر ماه پس از جمع‌آوری نمونه‌های غبار، نرخ ترسیب، ترکیب کانی‌شناسی، الگوی توزیع اندازه ذرات و غلظت فلزات سرب، کادمیوم و روی، در نمونه‌ی ذرات گردوغبار تعیین گردید. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه حاکی از افزایش قابل توجه نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در منطقه در زمان بروز طوفان‌های گردوغبار، نسبت به شرایط بدون طوفان گردوغبار می‌باشد؛ همچنین افزایش موضعی نرخ ترسیب برای بعضی از ایستگاه‌ها حاکی از دخالت عوامل محلی مانند وجود زمین‌های بایر و عاری از پوشش و پروژه‌های عمرانی رهاشده در رسوب ذرات گردوغبار بود. ترکیب کانی‌شناسی ذرات گرد و غبار عمدتاً شامل کلسیت، کوارتز و فلدسپات می‌باشد. بررسی توزیع اندازه ذرات گردوغبار نیز فراوانی ذرات در اندازه سیلت را نشان داد که البته این توزیع در زمان وقوع طوفان‌های گردوغبار به سمت ذرات ریزتر گرایش داشت. به علاوه، نتایج حاصل از بررسی غلظت فلزات سنگین در ذرات گرد و غبار مورد مطالعه افزایش غلظت این فلزات را در مناطق صنعتی و پرتراфик نشان داد. همچنین با مقایسه غلظت فلزات سنگین در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری بیشترین غلظت فلزات سنگین در آذر ماه مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: گردوغبار، تله رسوبگیر تیل‌های، سیلت، فلزات سنگین، اهواز

### مقدمه

مطالعه‌ای خسارات ناشی از فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و خاک را در منطقه سیستان در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۳ بالغ بر ۹۶/۷۸۶ میلیارد تومان برآورد نمودند. جدایش ذرات گرد و غبار از خاک به عنوان نتیجه مستقیم فرسایش بادی فرآیندی طبیعی است اما فعالیت‌های اختلال آمیز انسان می‌تواند انتقال ذرات را در مقیاس‌های ناحیه‌ای و محلی افزایش دهد (Mahowald and Lou, 2003 و Tegan et al., 2004). Nouri et al. (2009) در مطالعه‌ای به ارتباط مثبت بین خشکسالی و ایجاد و تشدید طوفان‌های گرد و غبار در منطقه سیستان اشاره و گزارش نمودند که خشکسالی و خشک شدن دریاچه هامون سطح برداشت گرد و غبار را در این منطقه تا حدود ۵۰۰۰ کیلومتر مربع افزایش داده است.

به طور کلی سیکل جهانی گردوغبار شامل سه مرحله

فیزیکی جدایش ذرات گرد و غبار از منطقه منبع، انتقال ذرات

خاک یکی از گنجینه‌های با ارزش هر مرزوبوم و از جمله مهمترین منابع مورد نیاز جهت کشاورزی و گام نهادن در مسیر خود کفایی می‌باشد. این میراث گران‌بها نقش مهمی را در تهیه و تأمین احتیاجات و نیازهای ضروری انسان دارد؛ اما این منبع تجدیدشونده خود چنان به کندی تشکیل می‌شود که عملاً به عنوان یک منبع غیر قابل تجدید محسوب می‌شود (Refahi, 1999). در دنیای امروز رشد جمعیت و فشار بیش از حد بر زمین و بهره‌برداری غلط از خاک موجب وارد آمدن خسارات زیادی به این منبع مهم در طبیعت شده است و باعث گردیده که بیش از یک سوم کل اراضی دنیا در معرض فرسایش شدید بادی قرار گیرند (Akbari et al., 2012). (Miri et al., 2005)

\* نویسنده مسئول: s.hojati@scu.ac.ir

شده و منابع مهم خوزستان را همچون سدها، تجهیزات صنعتی، جاده‌های مواصلاتی به مناطق نفت‌خیز از جمله جاده اهواز- امیدیه، راه آهن اهواز-تهران و حوزه‌های شهری استان را در معرض خطر قرار داده است (Tahmasebi and Sardari, 2010). همچنین سلامت ساکنین این شهر به شدت در برابر خطر این ریزگردها تهدید می‌گردد؛ به طوری که افزایش آمار بیماری‌های تنفسی و قلبی- عروقی به عنوان پیامد ظاهری و مستقیم وقوع طوفان‌های گردوغبار شایان ذکر است و تعداد مراجعین به بیمارستان‌ها به علت هوای آلوده تنها در روزهای ۲۷ و ۲۸ خرداد ماه ۸۸، ۲۰۵ نفر اعلام شده است (Anonymous, 2009). از آنجایی که درجه تأثیرگذاری ذرات گردوغبار با توجه به نرخ ترسیب ذرات و خواص فیزیکوشیمیایی و کانی‌شناسی آنها بررسی می‌شود (Nikling, 1978 و Pye, 1987)؛ و با اذعان به این که هنوز مطالعات جدی و کارآمدی راجع به ماهیت و منشأ ریزگردهای ریزشی بر فضای شهر اهواز موجود نیست، این مطالعه با هدف بررسی خصوصیات ذرات گرد و غبار شامل نرخ ترسیب، اندازه ذرات، الگوی توزیع اندازه ذرات، غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و روی و تغییرات مکانی و زمانی این خصوصیات در یک دوره زمانی شش ماهه از تیر تا آذر ماه سال ۱۳۹۰ انجام شد.

## مواد و روش‌ها

### معرفی منطقه مورد مطالعه

شهر اهواز در موقعیت جغرافیایی  $35^{\circ} 48'$  تا  $46^{\circ} 48'$  طول شرقی و  $16^{\circ} 31'$  تا  $22^{\circ} 31'$  عرض شمالی و با ارتفاع متوسط ۲۰ متر از سطح دریا قرار گرفته است (۳). میانگین بارندگی سالانه اهواز طی دوره ۳۰ ساله ۲۰۸ میلی‌متر، حداکثر درجه حرارت ۴۷ درجه در مرداد و حداقل ۱- درجه در دی‌ماه گزارش شده و بر اساس طبقه‌بندی دامارتن که متکی به دو متغیر میانگین بارندگی و میانگین دما است شهرستان اهواز در گروه اقلیم خشک قرار گرفته است (Anonymous, 2011). به منظور انجام این تحقیق شهر اهواز که مکرراً در معرض ترسیب و نشست ذرات گردوغبار قرار می‌گیرد و به عنوان مرکز استان خوزستان آسیب‌های زیادی را از این بابت متحمل شده انتخاب شد. جهت ایجاد پوششی مناسب برای توزیع تله‌های رسوب‌گیر در سطح شهر، تعداد ۱۵ ساختمان ۴ تا ۵ طبقه و با ارتفاع تقریباً یکسان در نقاط مختلف شهر و در دو سمت رودخانه کارون انتخاب و تله‌ها بر روی پشت‌بام این ساختمان‌ها نصب گردید (شکل ۱).

در اتمسفر و ترسیب این ذرات در محل رسوب می‌باشد که هر کدام از این فرآیندها قادر به تغییر در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گردوغبار می‌باشند (Lawrence and Neff, 2009). طوفان‌های گردوغبار در کشور ما ایران طی چند سال اخیر به صورت بحران جدی استان‌های غرب و جنوب غرب کشور از جمله استان خوزستان را درگیر نموده است و پیامدهای خطرناکی را در زمینه‌های زیست محیطی، بهداشتی و اقتصادی برای ساکنین این مناطق به بار آورده است (Zarasvandi et al., 2011). کاهش حاصلخیزی خاک و خسارت به محصولات کشاورزی، کاهش تشعشعات خورشیدی، آلودگی هوا، ایجاد یا افزایش بیماری‌های تنفسی از جمله مهمترین پیامدهای وقوع طوفان‌های گردوغبار می‌باشد (Hojati et al., 2012). استان خوزستان نیز به دلیل شرایط خاص ژئومورفولوژی و اقلیمی و همچنین همجواری با بیابان‌های کشورهای همسایه در معرض طوفان‌های گردوغبار محلی و سینوپتیک قرار گرفته است (Zolfaghari and Abedzadeh, 2005)؛ به طوری که علاوه بر نزدیکی به صحراهای عراق، عربستان، سوریه و بی نصیب نماندن از طوفان‌های گردوغبار منشأ گرفته از این مناطق، در حدود ۶۰ درصد از این استان را نواحی پست و بیابانی فراگرفته‌اند و به جز برخی نواحی کوهستانی شمالی و شرقی در سایر مناطق خطر ایجاد فرسایش بادی وجود دارد و به عنوان عاملی می‌تواند تقویت کننده جریان‌ات گردوغبار با منشأ خارجی باشد (Pourali and Taghizadeh, 2012). به علاوه، فعالیت‌های انسانی در چنین مناطقی می‌تواند در تشدید وقوع چنین پدیده‌هایی مؤثر باشد. (Akbari et al., 2012) با مطالعه موردی بر روی شهرستان بهبهان عواملی مانند تغییر در پوشش شهری، نزدیکی به مناطق باز حاشیه شهری، جهت خیابان‌ها نسبت به بادهای غالب و تغییر در زبری سطح شهر را عوامل مؤثر در تشدید پدیده گرد و غبار ذکر نمودند. همچنین Azimzadeh et al., (2011) غبار ریزشی بر روی سطح شهر یزد را با استفاده از تله رسوب‌گیر تیل‌های در ۱۶ ایستگاه واقع در نقاط مختلف شهر در یک دوره سه ماهه اندازه‌گیری و مقدار غبار ریزشی بر سطح شهر یزد را در طی دوره مورد مطالعه ۱۳۶۶۱/۶۱ تن برآورد نمودند که ناشی از عوامل بیرونی و درونی تشخیص داده شد. استان خوزستان و شهر اهواز به سبب داشتن مراکز صنعتی، کشاورزی، منابع عظیم نفت و گاز و صنایع وابسته از جمله پالایشگاه آبادان، پتروشیمی بندر امام و پتروشیمی ماهشهر جزء اصلی‌ترین شریان اقتصادی کشور به شمار می‌رود (Anonymous, 2009). این در حالی است که بروز طوفان‌های اخیر گردوغبار موجب ایجاد خسارات جدی در حوزه‌های مختلف

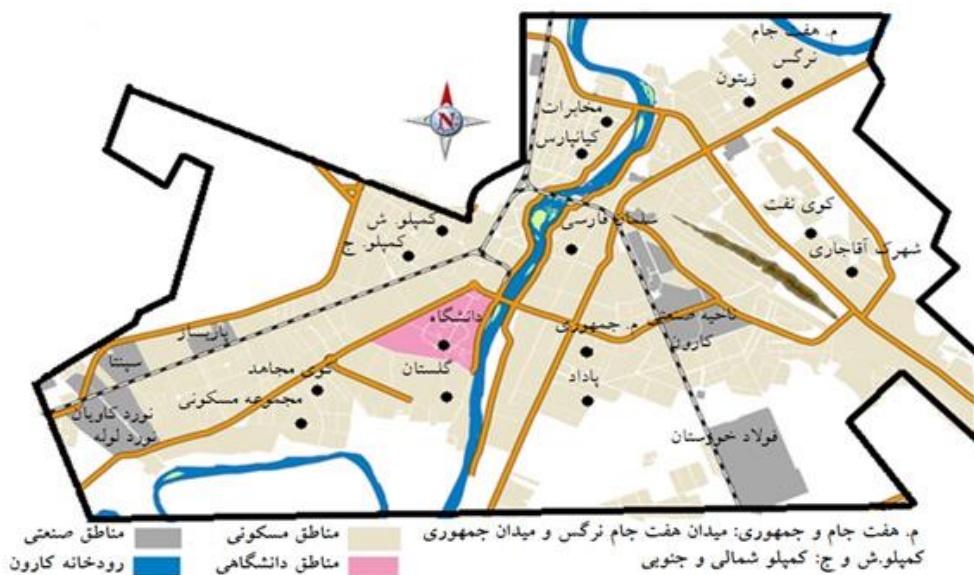
### معرفی نمونه‌گیر

امروزه در دنیا برای اندازه‌گیری جریان رسوب گردوغبار از تله‌های رسوب‌گیر استفاده می‌شود که از مهمترین ویژگی‌های یک تله رسوب‌گیر کارآمدی آن می‌باشد. راندمان یک تله رسوب‌گیر به عوامل مختلفی نظیر اندازه و شکل تله، سرعت باد، اندازه ذره، فیلتر جمع‌کننده گردوغبار در تله و زمان وابسته است (Goossen and Offer, 2000). تله مورد استفاده در این مطالعه تله رسوب‌گیر تیله‌ای<sup>۱</sup> بوده که به طور گسترده در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد و در تحقیقات بیابانی عمومیت زیادی را دارا می‌باشد. این رسوب‌گیر که در ابتدا توسط گانر ( Ganor, 1975) طراحی شد شامل یک ظرف پلاستیکی دایره شکل می‌باشد که با یک ورق آلومینیوم به منظور جلوگیری از ایجاد

الکتریسیته ساکن بین غبار و ظرف پلاستیکی پوشیده شده و درون ظرف سه ردیف گوی شیشه‌ای ریخته شد و سپس بر روی آنها یک توری پلاستیکی با ابعاد ۱ میلی‌متر در ۱ میلی‌متر قرار گرفت تا از انتقال ذرات به دام افتاده جلوگیری نماید (شکل ۲). تیله‌های موجود در این رسوب‌گیر به عنوان فیلتر عمل کرده و موجب به دام انداختن ذرات شده و از خروج ذرات به بیرون از تله بر اثر وزش باد یا ریزش‌های رگباری جلوگیری می‌کند که دلیل این امر را می‌توان در ایجاد زبری توسط سطوح گوی‌های شیشه‌ای دانست (Jia and Huang, 2008).

تله‌های مزبور در ۳ تکرار بر روی سه پایه‌های به ارتفاع تقریباً ۲۵ سانتیمتر قرار داده شد تا از انتقال ذرات گردوغبار توسط باد از کف پشت بام به داخل ظروف جلوگیری کرده و خطاهای احتمالی کاهش یابد (شکل ۲).

1. MDCCO (Marble Dust Collector).



شکل ۱- موقعیت مکانی نمونه‌های مورد مطالعه در شهر اهواز

### نمونه‌برداری

دوره نمونه‌برداری به مدت شش ماه در فصل تابستان و پاییز و با فواصل نمونه‌برداری ۳۰ روزه انجام شد. در ماه‌های تیر، مرداد، شهریور و مهر جمع‌آوری نمونه‌ها به صورت خشک، یعنی تیله‌ها از درون ظروف برداشته و گردوغبار جمع شده مابین آنها به طور کامل تخلیه شدند؛ اما در دو ماه آبان و آذر به علت بارندگی نمونه‌ها به صورت تر برداشت شدند، یعنی گردوغبار توسط آب مقطر دیونیزه از مابین تیله‌ها تخلیه و پس از تمیز شدن ظروف، تیله‌ها به درون آنها برگردانده و سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و میانگین مقدار گرد و غبار جمع‌آوری شده در هر ایستگاه اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر

است که به علت کافی نبودن ذرات گرد و غبار جمع‌آوری شده جهت انجام مطالعات کانی‌شناسی، توزیع اندازه ذرات و تجزیه عنصری، نمونه‌های مربوط به ماه‌های تابستان با هم تلفیق و تحت عنوان فصل تابستان بیان شدند.

### مطالعات آزمایشگاهی

به منظور تعیین نرخ ترسیب گردوغبار<sup>۲</sup>، ذرات جمع‌آوری شده توسط ترازوی دو رقم اعشار توزین و مقادیر برحسب واحد جرم بر واحد سطح در واحد زمان بیان شدند. همچنین به منظور اندازه‌گیری الگوی توزیع اندازه ذرات نیز مقدار ۰/۳ گرم از هر

1 . Dust Deposition Rate (DDR).

گردید.

پارامترهای جوی دوره مورد مطالعه نیز از سازمان هواشناسی استان خوزستان گرفته شد و داده‌های سرعت و جهت باد نیز توسط نرم‌افزار Saba Wind به صورت قابل استفاده برای نرم‌افزار WRPLOT نسخه ۶,۵,۲ تهیه گردید و سپس گلباد ماه‌های مربوطه رسم شد.

### نتایج و بحث

#### وضعیت برخی از خصوصیات جوی منطقه

با توجه به (جدول ۱) در طی دوره مطالعاتی به ترتیب از تیر ماه تا ماه آذر با کاهش دما و سرد شدن ماه‌های مورد مطالعه رطوبت نسبی افزایش یافته و تعداد روزهای غبارآلود (روزهایی با میزان دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر) نیز برای ماه آبان در دوره مطالعه بیشترین مقدار بود.

نمونه توزین و به مدت یک ساعت با ۵ میلی‌لیتر هگزا متا فسفات سدیم مخلوط شد تا ذرات بهم پیوسته شده به طور کامل از هم جدا شوند. سپس الگوی توزیع اندازه ذرات گردوغبار توسط دستگاه پراش اشعه لیزر مالورن<sup>۱</sup> مدل Hydro2000g تعیین گردید. تجزیه عنصری ذرات گردوغبار جمع‌آوری شده توسط دستگاه ICP-MS مدل Agilent 7500a بعد از هضم نمونه‌ها توسط اسید بوریک، اسید فلوریدریک و اسید نیتریک در میکروویو مدل Milestone انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها شامل آزمون مقایسه میانگین چند جامعه (ANOVA) (روش دانکن) با سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ انجام شد. همچنین نقشه‌های مربوط به پراکنش مکانی خصوصیات مورد مطالعه به روش Inverse Distance Weighting توسط نرم‌افزار Arc GIS 9.3 تهیه

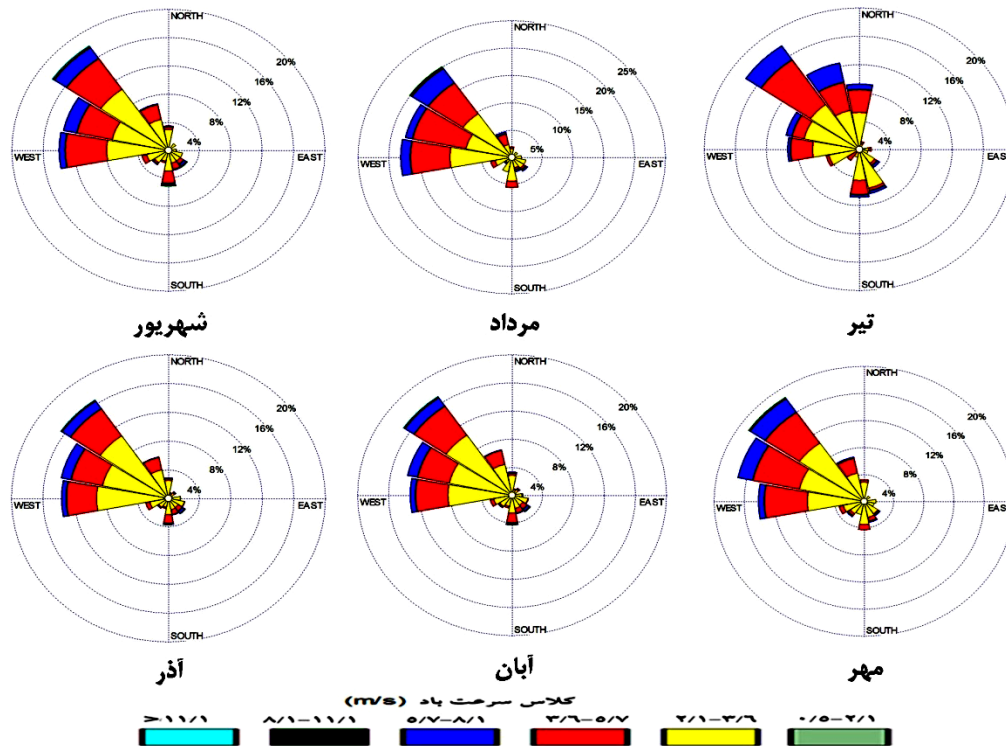
1. Malvern.



شکل ۲- تله‌های مورد استفاده در مطالعه و شیوه برداشت ذرات گردوغبار از آن طی دوره مورد بررسی.

جدول ۱- میانگین برخی خصوصیات جوی منطقه مورد مطالعه در طول دوره نمونه‌برداری.

ماه‌های مورد مطالعه	دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی (%)	سرعت باد (m/s)	سکون جوی (%)	تعداد روزهای غبار آلود
تیر	۳۹/۲	۲۷	۲/۹۸	۱۳/۳۱	۱
مرداد	۳۷/۷	۲۸	۳/۰۳	۱۲/۰۵	۱
شهریور	۳۳/۹	۳۱	۲/۸۵	۱۶/۹۷	-
مهر	۲۶/۵	۴۲	۲/۷۶	۲۰/۰۸	۱
آبان	۱۷/۵	۵۹	۲/۶۱	۲۲/۱۱	۳
آذر	۱۳/۹	۵۷	۲/۴۷	۲۵/۱۴	۱



شکل ۳- گلباد ۶ ماه مورد مطالعه برای شهر اهواز.

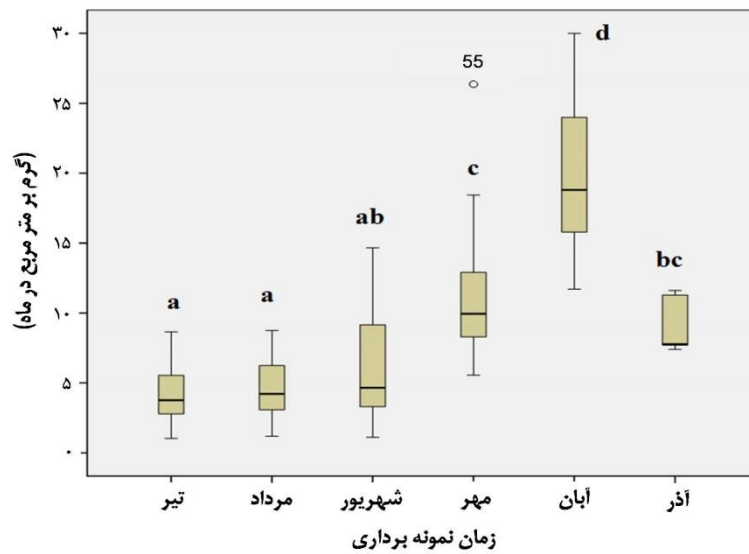
Mahmoudi (2012) نیز افزایش معنی‌دار نرخ ترسیب ذرات گردوغبار جمع‌آوری شده از شهر اصفهان را طی ماه‌های آبان و آذر گزارش نموده و دلیل آن را به وجود پدیده وارونگی دما و شرایط سکون جوی دانستند.

پراکنش مکانی نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در طول دوره مطالعه برای نقاط مورد بررسی (شکل ۵) حاکی از افزایش در اطراف میدان جمهوری، کوی مجاهد و کم بودن آن در ایستگاه دانشگاه می‌باشد. همچنین با مقایسه الگوی وزش باد در طول دوره مطالعاتی و پراکنش مکانی ترسیب ذرات گرد و غبار در منطقه مشاهده می‌شود که بر خلاف جهت وزش باد در منطقه که عمدتاً از سمت غرب و شمال غربی منطقه است لیکن الگوی پراکنش مکانی ذرات گرد و غبار در برخی مناطق (زیتون و میدان هفت جام نرگس) با الگوی وزش باد همخوانی ندارد که احتمالاً ناشی از تأثیر عوامل داخلی مانند وجود زمین‌های بدون پوشش، وجود نخاله‌های ساختمانی و فعالیت‌های تخریبی دانست (شکل ۶). (1997) Tainish *et al.* نیز در بررسی گردوغبار غرب آفریقا (مالی) بروز گرد و غبار محلی را در این مناطق در اثر فعالیت‌های انسانی، حرکت دام و وسایل نقلیه گزارش نمود. سایر مطالعات نیز عواملی چون تخریب ساختمان‌ها، کمبود فضای سبز شهری، زمین‌های بدون پوشش و فعالیت‌های انسانی را در بروز گردوغبار محلی دخیل می‌دانند (Azimzadeh *et al.*, (2010) و (Mahmoudi and Khademi, (2014).

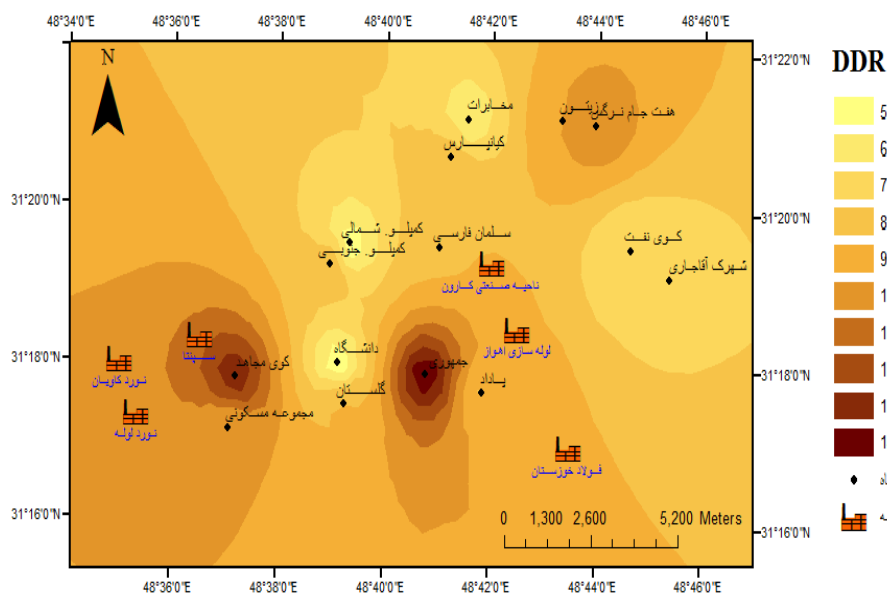
Mehrabi *et al.*, (2013) نیز همبستگی مثبتی میان روزهای غبارآلود با رطوبت نسبی هوا در کوتاه مدت گزارش کردند. در جدول فوق از تیر تا آذرماه میانگین سرعت باد کمتر شده و به دنبال آن وضعیت سکون جوی افزایش یافته است. همچنین وضعیت گلباد منطقه در ۶ ماه مورد مطالعه (شکل ۳) جهت وزش باد را شمال غربی و غربی نشان داده است. Zarasvandi *et al.*, (2011) نیز در تحقیقی مشابه در استان خوزستان جهت باد غالب طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۸ را غربی و شمال غربی گزارش کردند.

#### نرخ ترسیب ذرات گردوغبار

با مقایسه‌ی نرخ ترسیب ذرات گرد و غبار طی شش ماه مورد مطالعه (شکل ۴) افزایش معنی‌داری با سطح اطمینان ۹۵٪ آزمون دانکن در ماه آبان نسبت به سایر ماه‌ها دیده می‌شود و بین سه ماه فصل تابستان نیز تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، همچنین در مقایسه با ماه‌های فصل تابستان، نرخ ترسیب ذرات گردوغبار برای ماه‌های فصل پاییز بیشتر است. از آنجایی که در ماه‌های فصل پاییز به ویژه آبان ماه طوفان‌های گردوغبار بیشتری رخ داده و شرایط سکون و آرامش جوی بیشتری حاکم بوده است (جدول ۱)، لذا احتمالاً فرصت نشست برای ذرات گردوغبار بیشتر بوده و نرخ ترسیب ذرات در این مواقع افزایش یافته است. با این حال بررسی این ادعا نیازمند انجام مطالعات بیشتری است.



شکل ۴- نمودار جعبه‌ای تغییرات نرخ فرورنشست در طول دوره نمونه‌برداری (ماه‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵٪ آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۵- پراکنش مکانی نرخ ترسیب ذرات گردوغبار در مناطق مورد مطالعه در شهر اهواز.



شکل ۶- وجود زمین‌های بدون پوشش و فعالیت‌های ساختمانی (الف) در مرکز شهر و (ب) حاشیه شهر که از دلایل بروز گردوغبار محلی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

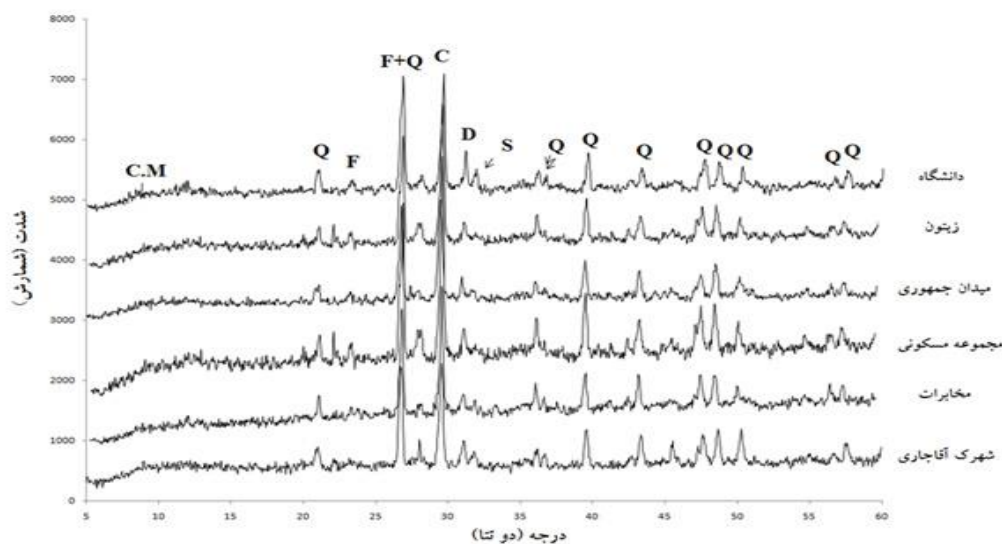


### کانی شناسی ذرات گردوغبار

نتایج کانی شناسی در هر چهار دوره از شش نقطه منتخب، حاکی از حضور فراوان کانی های کلسیت، کوارتز و فلدسپار بودند و حضور کانی هایی مانند گچ و کانی های فیلوسیلیکاته به میزان کمتری گزارش شدند (جدول ۲ و شکل ۷).

در اسپانیا Diaz-Hernandez *et al.*, (2011) نیز نتایج حاصل از پراش اشعه ایکس نمونه های پودری گردوغبار را حضور کانی کوارتز به عنوان جز غالب ذرات اتمسفری و سپس کانی های کربناته (کلسیت و دولومیت) و فیلوسیلیکاته بیان کردند. در گردوغبار جمع آوری شده از جنوب اردن نیز کانی های کوارتز و کلسیت حضور پررنگ تری را نسبت به سایر کانی ها نشان

داده اند (Jiries *et al.*, 2002). Ganor *et al.*, (2000) هم با مطالعه ای که بر روی گردوغبار جمع آوری شده از شمال فلسطین اشغالی داشتند، فراوانی کانی های غیر رسی شامل کوارتز، فلدسپار، کلسیت و دولومیت را بیشتر از کانی های رسی بیان کردند. در همین ارتباط Pye (1992) معتقد است که ذرات گردوغبار غنی از کوارتز، کربنات و فلدسپار منشأ قاره ای دارند و احتمالاً از مناطق نزدیک یا نسبتاً نزدیک به محل جمع آوری ذرات منتقل شده اند و در مقابل ذرات گردوغباری که حاوی مقادیر قابل توجهی کانی های رسی باشند از فواصل دورتری انتقال یافته اند.

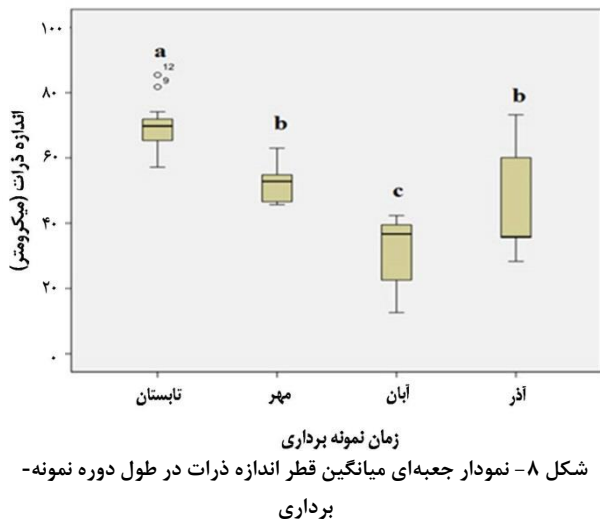


شکل ۷- پراش نگاشت پرتو ایکس نمونه های پودری مورد مطالعه در فصل تابستان. (Q) کوارتز؛ (C) کلسیت؛ (F) فلدسپار؛ (D) دولومیت؛ (S) سیدریت)

جدول ۲- ترکیب کانی شناسی ذرات گردوغبار برای ۱۵ نقطه شهر اهواز در ۶ ماه مورد مطالعه

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

### توزیع اندازه ذرات



شکل ۸- نمودار جعبه‌ای میانگین قطر اندازه ذرات در طول دوره نمونه‌برداری

شکل (۸) میانگین اندازه ذرات گرد و غبار ترسیبی در طول دوره مورد مطالعه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود میانگین اندازه ذرات گردوغبار در آبان ماه نسبت به مواقع دیگر دوره مورد مطالعه کوچکتر بوده و اختلاف معنی‌داری نیز بین این ماه با سایر ماه‌ها مشاهده می‌شود؛ به طوری که اندازه ذرات در این ماه عمدتاً شامل ذرات با توزیع ریزتری می‌باشند. همچنین در (شکل ۸ و جدول ۳) درصد اجزا ذرات گردوغبار و بافت آن‌ها طی چهار دوره مطالعاتی نشان داده شده است و درصد سیلت و رس ذرات در آبان ماه بیشترین و بالعکس درصد شن کمترین میزان گزارش شده است. بافت ذرات گردوغبار در این مطالعه نیز لوم سیلتی است.

جدول ۳- درصد اجزا ذرات و بافت رسوبات فرونشسته در دوره مطالعه

زمان نمونه‌برداری	شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	بافت
تابستان	۲۴/۶۲	۶۶/۸۱	۸/۵۵	لوم سیلتی
مهر	۱۵/۱۵	۷۲/۹۴	۱۱/۹	لوم سیلتی
آبان	۶/۴۳	۷۹/۲۷	۱۴/۲۹	لوم سیلتی
آذر	۱۱/۴۱	۷۶/۱۶	۱۲/۴۲	لوم سیلتی
میانگین	۱۴/۴۰	۷۳/۷۹	۱۱/۷۹	لوم سیلتی

ذرات کوچکتر از ۵ میکرومتر می‌باشند،  
(۲) ذرات با منشأ ناحیه‌ای با اندازه ۲۰-۴۰ میکرومتر که بیشترین توزیع را در میان ذرات گردوغبار به خود اختصاص داده است،

(۳) ذراتی با منشأ محلی با اندازه ۵۰-۷۰ میکرومتر که عمدتاً ناشی از فعالیت انسان‌ها، حرکت دام و وسایل نقلیه می‌باشند.

همان‌گونه که در شکل (۸) قابل ملاحظه است اندازه ذرات ترسیبی در طول دوره زمانی مورد مطالعه متفاوت است؛ به گونه‌ای که ذرات ترسیب یافته در فصل تابستان عمدتاً در محدوده ۶۰ تا ۸۰ میکرون بوده و بر اساس توضیحات فوق احتمالاً دارای منشأ محلی هستند حال آن‌که در طی ماه‌های بعد میانگین اندازه ذرات ترسیب یافته کوچکتر شده و به نظر می‌رسد که ذرات ترسیب یافته در این مواقع احتمالاً از فواصل دورتری به منطقه مطالعاتی انتقال یافته باشند. لذا منشأ ذرات ترسیب یافته در این دوره‌ها را عمدتاً می‌توان ناحیه‌ای فرض نمود.

شکل (۹) الگوی توزیع اندازه ذرات گردوغبار را در برخی نقاط نمونه‌برداری شده از منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

با توجه به افزایش وقوع طوفان‌های گردوغبار در آبان ماه و ریزتر شدن اجزا ذرات در این ماه نسبت به ماه‌های دیگر می‌توان نتیجه گرفت که ذرات گردوغبار این طوفان‌ها احتمالاً از فواصل نسبتاً دورتری نسبت به محل رسوب انتقال یافته‌اند. Zarasvandi *et al.*, (2011) نیز طی تحقیقی مشابه در استان خوزستان افزایش درصد سیلت و رس و کاهش درصد شن را در افزایش فاصله انتقالی این ذرات بیان نمودند. Beit Lefteh *et al.*, (2012) نیز با مطالعه‌ی گردوغبار و خاک مناطق غربی استان خوزستان شامل شهرستان‌های سوسنگرد، بستان، هویزه و تالاب هورالعظیم در مرز ایران و عراق، بافت ذرات گردوغبار و خاک این مناطق را به ترتیب و عمدتاً لوم سیلتی و لوم گزارش نمودند و ذرات در اندازه سیلت را به عنوان جز غالب آن‌ها بیان کردند. در این راستا Pye (1987) معتقد است ذرات با قطر بیش از ۵۰ میکرون فاصله‌ای کمتر از ۵۰ کیلومتر را طی می‌کنند. Tainish *et al.*, (1997) نیز با بررسی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار کشور مالی در غرب آفریقا سه منبع برای این ذرات معرفی کردند:

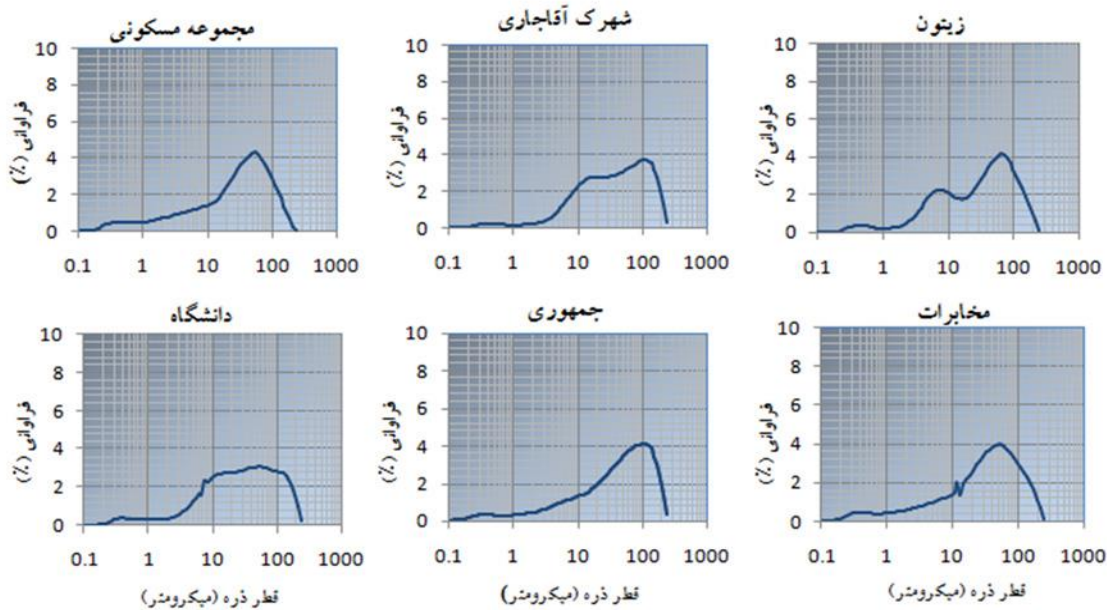
(۱) ذرات منتقل شده از فواصل خیلی دور که عمدتاً



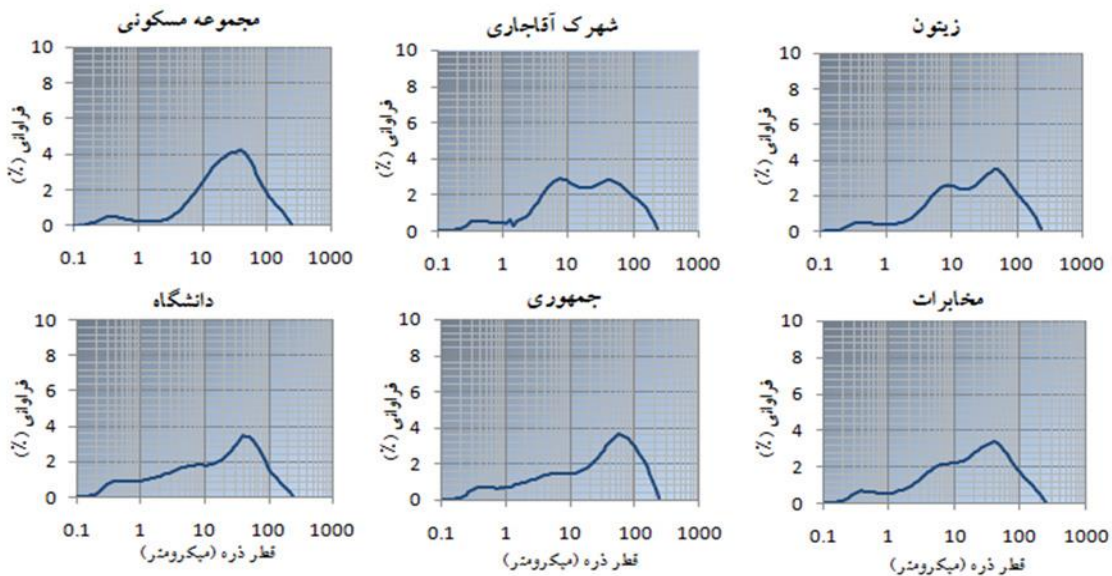
اندازه ذرات نیز کاهش یافته، رخ داده است و با در نظر گرفتن تشابه بافت ذرات گردوغبار ذکر شده در این مطالعه با بافت ذرات گردوغبار منطقه هورالعظیم (Beit Lefteh *et al.*, 2012) و از طرفی با توجه به جهت باد در این دوره که شمال غربی نشان داده شده است (شکل ۳)، می‌توان منشأ این ریزگردها را از مناطق غربی‌تر استان خوزستان و احتمالاً اراضی خشک شده و مستعد فرسایش بادی در کشور عراق و تالاب‌های خشک شده در مرز ایران و عراق دانست.

همانگونه که مشاهده می‌شود الگوهای توزیع اندازه ذرات دو قله‌ای نشان دهنده دو منشأ مختلف در ایجاد ذرات گردوغبار ترسیب یافته در مناطق نمونه‌برداری شده است (Hojati *et al.*, 2012). افزایش ذرات در اندازه رس و کاهش اندازه ذرات سیلت در نمونه‌های گرد و غبار جمع‌آوری شده از دوره‌های با وقوع گرد و غبار می‌تواند حاکی از منشأ گرفتن بخشی از ذرات ترسیب یافته از مناطقی دورتر نسبت به دوره‌های بدون وقوع پدیده گرد و غبار باشد. بر این اساس از آنجایی که عمده طوفان‌های گردوغبار این مطالعه در آبان و آذرماه که میانگین

### دوره تابستان

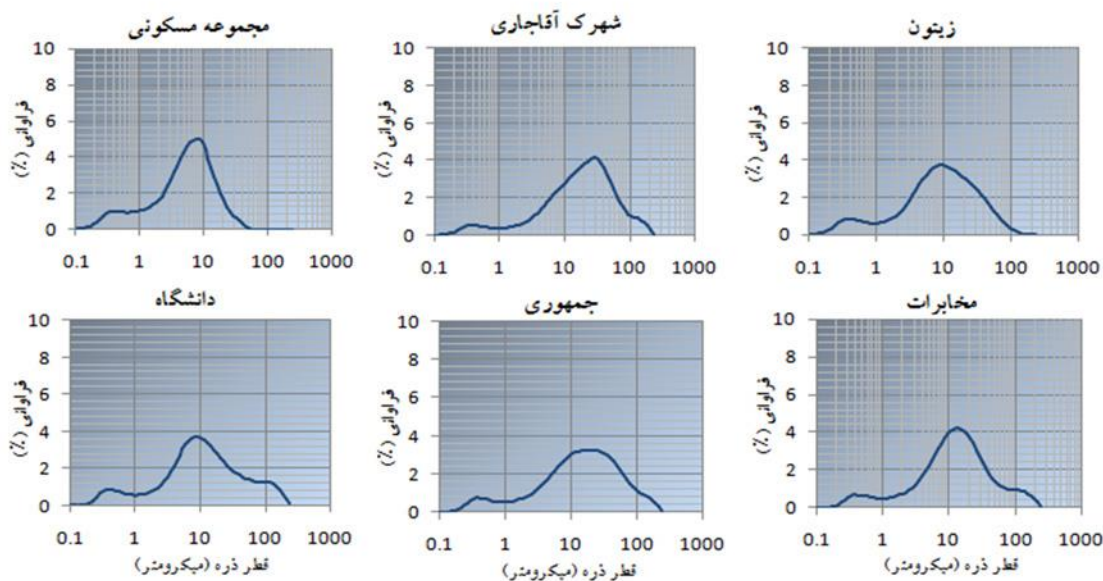


### مهرماه

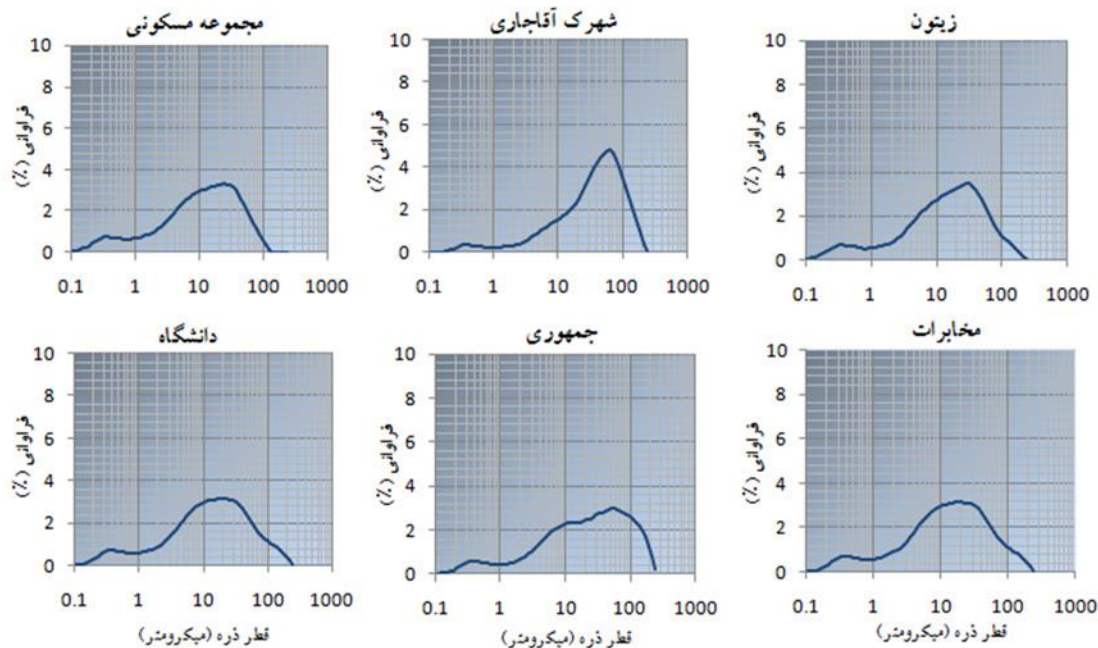


شکل ۹- الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار ترسیب یافته طی دوره مورد مطالعه

## آبان ماه



## آذرماه



ادامه شکل ۹- الگوی توزیع اندازه ذرات گرد و غبار ترسیب یافته طی دوره مورد مطالعه

شد (شکل ۱۰). مراکز مذکور علاوه بر نزدیکی نقاط نمونه برداری به خیابان، جز مناطق شلوغ و پر رفت و آمد وسایل نقلیه در اکثر ساعات روز محسوب می‌شوند.

(Tamrakar and Shakya, 2011) نیز رابطه معنی‌داری را بین افزایش غلظت سرب با افزایش حجم ترافیک در مناطق شهری مشاهده کردند. فلزات سنگین موجود در گردوغبار شهری مانند Cd, Cu, Zn, Pb از اجزای اتومبیل، اصطکاک تایر، گریس و مواد روغنی، خروجی کارخانه‌های صنعتی (دود) و

پراکنش زمانی و مکانی فلزات سرب، روی و کادمیوم غلظت عناصر سنگین در گردوغبار شهری طی سال‌های اخیر از منابع مختلفی همچون خروجی‌های وسایل نقلیه موتوری و مراکز صنعتی، وسایل گرمایش خانگی، سوزاندن ضایعات در حال رشد است (Mahowald and Luo, 2003). در منطقه مورد مطالعه پراکنش مکانی غلظت فلزات سرب، روی و کادمیوم در اطراف مناطقی همچون خیابان سلمان فارسی (نادری)، میدان هفت جام نرگس، زیتون و کمپلو بیشتر از سایر نقاط مشاهده

درصد به ترتیب در ماه‌های آذر و آبان نسبت به سایر ماه‌های مورد مطالعه و جابه‌جایی کمتر هوا و از طرفی افزایش استفاده از وسایل گرمایشی در این دو ماه احتمالاً موجب افزایش غلظت ذرات آلاینده در اتمسفر شده و شرایط سکون جوی محیط را برای فرونشست بخشی از این آلاینده‌ها فراهم نموده و به این طریق غلظت فلزات سنگین افزایش یافته است. در تحقیقات مشابه به این مطالعه الگوی مشابهی از تغییرات فصلی غلظت عناصر سنگین در گردوغبار ترسیبی مشاهده شد (Mahmoudi and Khademi, 2014). نرخ فرونشست روی اگرچه در آذر ماه بیشتر از سایر ماه‌ها بوده اما اختلاف معنی‌داری بین این چهار دوره مشاهده نشد که این موضوع می‌تواند ناشی از یکسان بودن منابع تولید این فلز در طول دوره مورد مطالعه باشد. (Mahmoudi and Khademi, 2014) نیز در چهار دوره مورد مطالعه از مرداد تا آذر ماه بر روی گردوغبار ترسیبی در استان اصفهان اختلاف معنی‌داری در غلظت روی گزارش نکردند و این مسئله را ناشی از تغییر نکردن منبع تولید فلز روی در طول دوره مطالعاتی خود عنوان نمودند. به علاوه، همبستگی میان غلظت عناصر مورد مطالعه (جدول ۴) احتمالاً حاکی از یکسان بودن منابع تولید کننده این عناصر (فعالیت‌های صنعتی موجود در منطقه) می‌باشد. (Saeedi et al., 2012) نیز در بررسی غلظت عناصر سنگین موجود در گردوغبار خیابان‌های تهران، همبستگی میان فلزات Zn و Pb را در یکسان بودن منابع انسانی تولید کننده این عناصر دانستند. (Banerjee, 2003) نیز همبستگی معنی‌دار میان عناصر سنگین موجود در ذرات گردوغبار برداشتی از خیابان‌های دهلی را در یکسان بودن منابع این عناصر دانست.

جدول ۴- ضرایب همبستگی (اسپیرمن) بین عناصر مورد مطالعه در ذرات گردوغبار جمع آوری شده از مناطق مختلف شهر اهواز

	Zn	Pb	Cd
Zn	۱		
Pb	۰/۶۵۲**	۱	
Cd	۰/۶۴۳**	۰/۶۰۵**	۱

در جدول (۵) میانگین غلظت به دست آمده برای فلزات مورد مطالعه با مقادیر گزارش شده در سایر تحقیقات مورد مقایسه قرار گرفته است. بر این اساس می‌توان گفت که اگرچه غلظت عمده فلزات بررسی شده در گرد و غبار اتمسفری شهر اهواز نسبت به سایر مناطق مورد اشاره در جدول (۵) کمتر می‌باشد، تفاوت در غلظت فلزات سنگین در مطالعه حاضر به

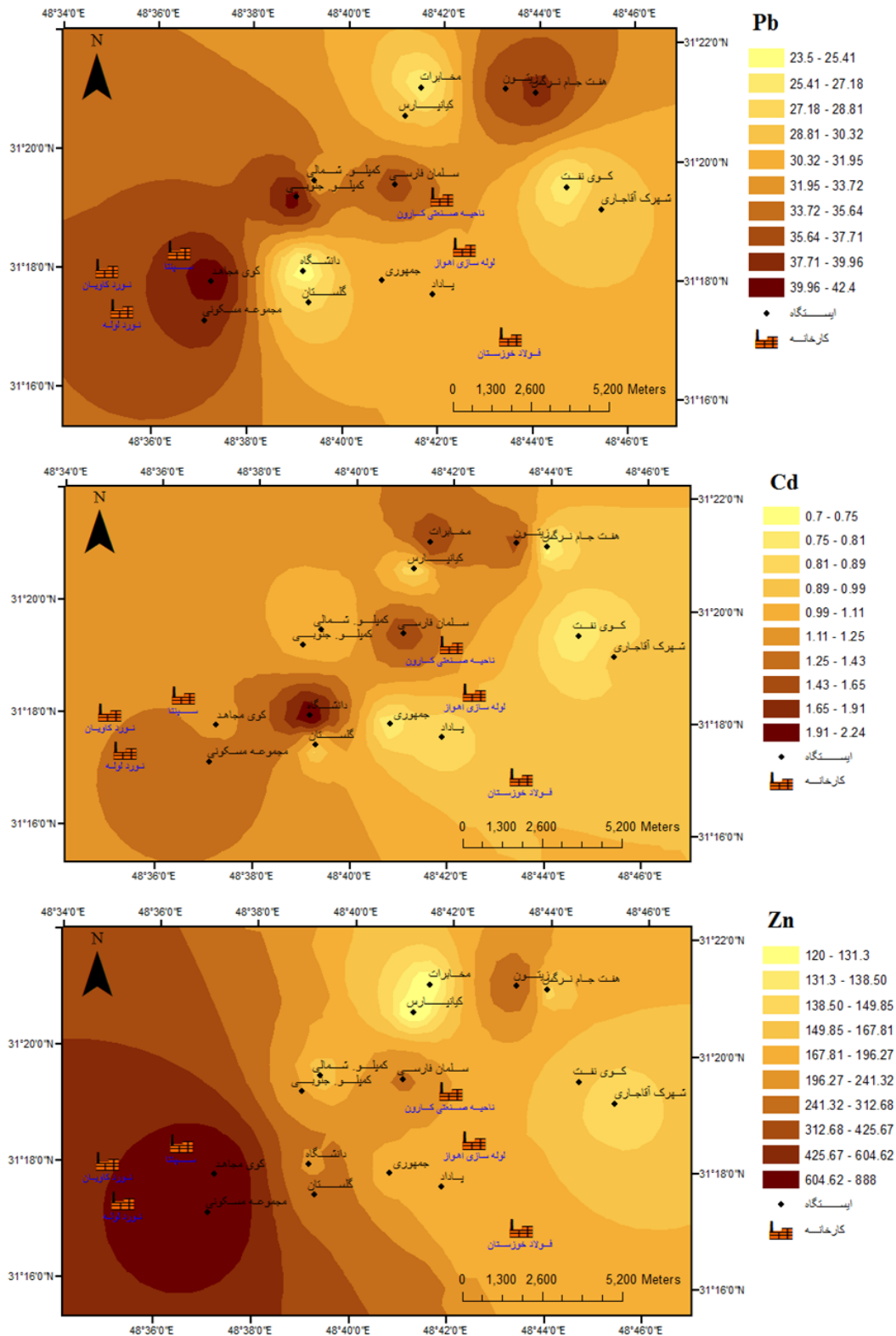
کوره‌ها منشأ یافته است. همچنین تمرکز غلظت بالای این عناصر در مناطق غربی شهر اهواز نیز می‌تواند به دلیل وجود کارخانه‌های نورد لوله، نورد کاویان، کارخانه‌های سپنتا و پاریساز در این مناطق باشد. در این راستا (Charlesworth et al., 2003) در مقایسه توزیع عناصر سنگین گردوغبار خیابانی میان دو منطقه کوچک و بزرگ شهری در غرب میدلند واقع در غرب اروپا، غلظت بیشتری از فلزات سنگین در گردوغبار برداشتی از مناطق همجوار با مراکز صنعتی را نسبت به مناطق مسکونی و پارک‌ها گزارش کردند.

شکل (۱۱) تغییرات زمانی غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه را در مناطق مختلف شهر اهواز نشان می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که میانگین غلظت سرب در آذر ماه نسبت به ماه‌های دیگر بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری در این ماه نسبت به سایر زمان‌ها دیده می‌شود. با مقایسه الگوی وزش باد در طول دوره مطالعاتی و پراکنش زمانی فلزات سنگین در منطقه مشاهده می‌شود که الگوی وزش باد در طول دوره مطالعاتی تقریباً یکسان و جهت وزش باد عمدتاً از سمت غرب و شمال غربی منطقه است. بر این اساس به نظر می‌رسد پراکنش زمانی فلزات سنگین در منطقه تحت تأثیر الگوی وزش باد قرار ندارد. همچنین با بررسی الگوی پراکنش مکانی فلزات مورد مطالعه نیز مشاهده می‌شود که بیشترین غلظت این فلزات مربوط به جنوب غربی منطقه و مرکز شهر است که حاکی از تأثیر منابع محلی انتشار دهنده این فلزات مانند کارخانجات صنعتی (نورد لوله، نورد کاویان و سپنتا) و ترافیک شهری است و این موضوع نشان می‌دهد که نقش باد در توزیع مکانی فلزات سنگین در مطالعه حاضر قابل توجه نیست.

همچنین بر اساس نتایج این مطالعه بیشترین میانگین غلظت عنصر کادمیوم مربوط به آبان ماه و سپس آذر ماه بوده و اختلاف معنی‌داری میان میانگین آبان ماه با مهرماه و فصل تابستان مشاهده گردید (شکل ۱۱). همچنین بین فصل تابستان با ماه‌های آذر و آبان چنین اختلافی مشاهده می‌شود. این افزایش در غلظت فلزات سنگین را طی ماه‌های آبان و آذر می‌توان به ریزتر شدن اندازه ذرات گرد و غبار در ماه‌های مزبور نسبت داد. (Mahmoudi and Khademi, 2014) نشان دادند که با ریزتر شدن اندازه ذرات گرد و غبار غلظت فلزات سنگین در آنها افزایش می‌یابد. (Samara and Voutsas, 2005) نیز در تحقیقی دریافتند که غلظت عناصر سنگین در ذرات ریزتر بیشتر خواهد بود؛ به گونه‌ای که این عناصر در ذرات ریز گرد و غبار با اندازه ۰/۹۶-۳/۸۲ میکرومتر توزیع بیشتری دارد. همچنین با توجه به (جدول ۱) و شرایط سکون جوی ۲۵/۱۴ و ۲۲/۱۱

عناصر در خاک حاکی از فزونی غلظت این عناصر در ذرات گرد و غبار است که می‌تواند در درازمدت با ترسیب این ذرات در لایه‌های سطحی خاک باعث انباشت فلزات سنگین شده و مخاطرات زیست محیطی گسترده‌ای را باعث شود.

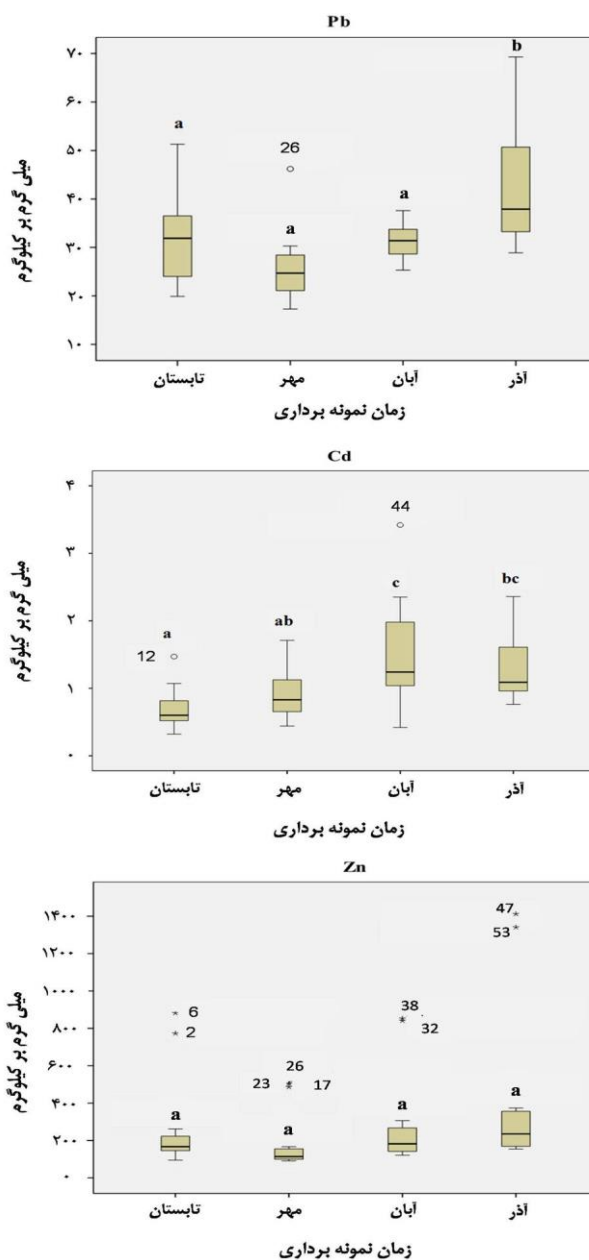
عواملی مانند تراکم جمعیت، تعداد و نوع وسایل نقلیه، نوع سوخت‌های فسیلی مورد استفاده و وضعیت صنعتی بودن مناطق مختلف بستگی دارد (Ahmed and Ishiga, 2006). همچنین مقایسه نتایج این مطالعه با حد مجاز پیشنهادی این



شکل ۱۰- پراکنش مکانی غلظت سرب، کادمیوم و روی ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) در سطح منطقه مورد مطالعه.

جدول ۵- مقایسه غلظت کل فلزات سنگین موجود در ذرات گرد و غبار در مطالعه حاضر و سایر مطالعات انجام شده در جهان

منطقه	واحد	روی	سرب	کادمیوم	منبع
اهواز	mg kg <sup>-1</sup>	۲۷۹/۰	۳۲/۹	۱/۱۴	مطالعه حاضر
اصفهان	mg kg <sup>-1</sup>	۴۷۰/۳	۲۲۳/۵	۳/۵	Mahmoudi and Khademi (2014)
کرج	mg kg <sup>-1</sup>	۵۱۶/۰	۱۴۲/۳	-	Dastgoshadeh <i>et al.</i> (2014)
کرمان	mg kg <sup>-1</sup>	۲۱۴/۴	۴۵/۰	-	Jafari and Khademi (2014)
اردن (امان)	mg kg <sup>-1</sup>	۵۰۵/۰	۷۴/۰	۳/۱	Momani <i>et al.</i> (2000)
عربستان (ریاض)	mg kg <sup>-1</sup>	۱۴۱/۸	۶۶/۸	۳/۸	Modaihsh (1997)
بنگلادش (داکا)	mg kg <sup>-1</sup>	۱۵۴/۰	۷۴/۰	-	Ahmed and Ishiga (2006)
ترکیه (استانبول)	mg kg <sup>-1</sup>	۴۴۷/۰	۱۸۵/۰	-	Sezgin <i>et al.</i> (2003)
چین (ارومچی)	mg kg <sup>-1</sup>	۲۹۴/۵	۵۳/۰	۱/۲	Wei <i>et al.</i> (2009)
مجارستان	mg kg <sup>-1</sup>	۵۲/۰	۱۹/۵	۰/۹	Otvos <i>et al.</i> (2003)
متوسط جهانی خاک	mg kg <sup>-1</sup>	۵۹/۸	۲۹/۲	۰/۶۲	Bowen <i>et al.</i> (1982)



شکل ۱۱- پراکنش زمانی عناصر سنگین در منطقه در طول دوره مورد مطالعه.



## نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج حاصل از این مطالعه بیان داشت که بیشترین میزان نرخ ترسیب ذرات مربوط به زمان رخداد طوفان‌های گردوغبار (آبان ماه) است که شرایط جوی از سکون بیشتری برخوردار بوده و فرصت کافی برای فرونشست ذرات گردوغبار فراهم بوده است. همچنین اندازه ذرات گردوغبار در این ماه با مقایسه سایر مواقع دوره مورد مطالعه از توزیع ریزتری برخوردار بوده و بافت ذرات گردوغبار در تشابه با بافت ذرات گرد و غبار مطالعه شده از مناطق غربی‌تر استان می‌باشد. ماهیت کانی-شناسی ذرات گردوغبار نیز مشابه با کانی‌های مناطق گرم و خشک بوده و حاکی از حضور کانی‌های کوارتز، کلسیت و فلدسپار است. همچنین با توجه به موقعیت جغرافیایی استان خوزستان و شهر اهواز که در همسایگی کشور عراق قرار دارد و با لحاظ کردن جهت غربی و شمال غربی باد طی دوره مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً منشأ این طوفان‌ها از زمین‌های

بدون پوشش و تالاب‌های خشک‌شده در مرز ایران و عراق (هورالعظیم) است و علاوه بر عوامل خارجی، فاکتورهای داخلی مانند کمبود فضای سبز شهری، کثرت زمین‌های بدون پوشش در مرکز و اراضی واقع در حاشیه شهر اهواز، نخاله‌های ساختمانی رهاشده و فعالیت‌های عمرانی طولانی‌مدت رها شده تشدید کننده این چالش می‌باشند. همچنین غلظت فلزات سنگین در گرد و غبار شهر اهواز نسبت به حد مجاز پیشنهادی برای خاک بیشتر است که به ریزتر بودن ذرات گرد و غبار نسبت به نمونه‌های خاک و افزایش غلظت فلزات سنگین در طی مدت حضور آنها در اتمسفر نسبت داده می‌شود. بر این اساس به نظر می‌رسد اگر چه وضعیت گرازش شده در شهر اهواز در مقایسه با بسیاری دیگر از شهرها دنیا در وضعیت بهتری قرار دارد لیکن با توجه به جمعیت بالای این شهر و اثرات منفی پدیده گرد و غبار بر سلامت انسان‌ها، این منطقه نیازمند توجه ویژه و فوری است.

## REFERENCES

- Ahmed, F. and Ishiga, H. 2009. Trace element concentrations in street dusts of Dhaka city, Bangladesh. *Atmospheric Environment*, 40, 3835-3844.
- Akbari, A., Azimzadeh, H.R., Ekhtesasi, M.R., and Salmanzadeh, M. 2012. First Desert National Conference (Science, Technology and Sustainable Development), International Center of Desert Researches, Tehran University.
- Anonymous, 1388. Ahvaz Statistical Report. Municipality of Ahvaz City.
- Anonymous, 1390. Year book of meteorological status of Khuzestan Province, Iranian Meteorological Organization, Research Division of Khuzestan Province.
- Azimzadeh, H.R. 2010. Determination of dust particles in Yazd city in summer time using MDCO sampler. Second National Congress on Wind Erosion and Dust Storms, 16-17 February, Yazd University.
- Banerjee, A.D. 2003. Heavy metal levels and solid phase speciation in street dusts of Delhi, India. *Environmental Pollution*, 123 (1), 95-105.
- Beit Lefteh, R., Landi, A., Hojati, S., and Sayyad, G. 2012. Physicochemical characteristics of dust particles collected from around the Houralazim wetland. 6<sup>th</sup> National Exhibition and Conference of Environmental Engineering, Tehran University.
- Bowen, H.J.M., Ure, A.M., and Berrow, M.L. 1981. The Elemental constituents of soils. In Bowen, H.J.M. (ed.), *Environmental Chemistry*. The Royal Society of Chemistry, 286 p.
- Charlesworth, S., Everett, M., McCarthy, R., Ordenez, A., and de Miguel, E. 2003. A comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area: Birmingham and Coventry, West Midlands, UK. *Environment International*, 29, 563-573.
- Dastgoshadeh, F., Tooni, O., Moghadam Sheikhan, S., Taghinejad, G., Hemmatian, N., and Hatami, R. 2014. Contamination assessment of heavy metals in dust of selected roads in Karaj, Iran. *Journal of Environmental Studies*, 40 (2), 331-344.
- Díaz-Hernández, J.L., Martín-Ramos, J.D., and 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. 1975. Atmospheric dust in Israel. Sedimentological and meteorological analysis of dust deposition. Ph.D. Thesis, Hebrew University of Jerusalem.
- Ganor, E., Deutsch, Y., and Foner, H. A. 2000. Mineralogical composition and sources of airborne settling particles on Lake Kinneret (the sea of Galilee) Israel. *Water, Air, and Soil Pollution*, 118, 245-262.
- Goossen, D. and Offer, Z. 2000. Wind tunnel and field calibration of six eolian dust samplers, *Atmospheric Environment*, 34:1043-1057.
- Hojati, S., Khademi, H., Faz Cano, A., and Landi, A. 2012. Characteristics of dust deposited along a transect between central Iran and Zagros Mountains. *Catena*, 88, 27-36.
- Jafari, F., and Khademi, H. 2014. Spatial and temporal distribution of heavy metals concentrations in atmospheric dust in Kerman city. *Journal of Environmental Studies*, 40 (2), 361-373.
- Jia, Q., and Huang, Y. 2008. Coarse dust around



- mining areas- A study of available dust collectors and their efficiency. Department of Civil and Environmental Engineering, Lulea University of Technology.
- Jiries, A., El-Hasan, T., and Manasrah, W. 2002. Qualitative evaluation of the mineralogical and chemical composition of dry deposition in the central and southern highlands of Jordan. *Chemosphere*, 48, 933-938.
- Lawrence, C.R., and Neff, J.C. 2009. The contemporary Physical and Chemical flux of Aeolian dust: a synthesis of direct measurements of dust deposition. *Chemical Geology*, 267, 46-63.
- Mahmoudi, Z., 2012. Geochemical and Mineralogical Properties of Atmospheric Dust in Isfahan City. M.Sc. thesis, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology.
- Mahmoudi, Z., and Khademi, H. 2014. Identification of the origin of atmospheric dust in Isfahan using its chemical and mineralogical Properties. *Journal of Water and Soil Conservation*, 21 (1), 217-233.
- Mahowald, N.M., and Luo, C. 2003. A less dusty future? *Geophysical Research Letters*, 30(17), 1903-1907.
- Mehrabi, S., Shafieizadeh, M., Hamdamjou, M., and Salehi, S. 2012. Yearly and Seasonally Trend Analysis of Dust (Case Study: Khuzestan Province), First Desert National Conference (Science, Technology and Sustainable Development), International Center of Desert Researches, Tehran University.
- Miri, A., Ahmadi, H., and Ekhtesasi, A.R. 2006. Estimation of damage costs created by wind erosion and dust storms in Sistan. First National Congress on Wind Erosion, 24-26 January, Yazd University.
- Modaihsh, A. S. 1997. Characteristics and composition of the falling dust sediments on Riyadh city, Saudi Arabia. *Journal of Arid Environment*, 36, 211-223.
- Momani, K. A., Jiries, A.G., and Jaradat, Q. M. 2000. Atmospheric deposition of Pb, Zn, Cu, and Cd in Amman, Jordan. *Turkish Journal of Chemistry*, 24, 231-237.
- Nikling, W. 1978. Eolian sediment transport during dust storms: Slims River Valley, Yukon Territory. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 15, 1069-1084.
- Nouri, G.R., Javedani, R., and Serajedin, F. 2009. Effects of drought conditions on occurrence of dust and sand storms in Sistan. Second National Congress on Wind Erosion and Dust Storms, 16-17 February, Yazd University.
- Otvos, E., Pazmandi, T., and Tuba, Z. 2003. First national survey of atmospheric heavy metal deposition in Hungary by the analysis of mosses. *Science of the Total Environment*, 309, 151-160.
- Pourali, M., and Taghizadeh, A. 2011. Source and causes of dust in Khuzestan Province. *Geography Education Journal*, 25(3), 8-13.
- Pye, K. 1987. Aeolian dust and dust deposition Academic Press, London.
- 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.
- Refahi, H.G. 1999. Wind Erosion and Control. Tehran University Press.
- Saeedi, M., Li, L.Y., and Salmanzadeh, M. 2012. Heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons: Pollution and ecological risk assessment in street dust of Tehran. *Journal of Hazardous Materials*, 227, 9-17.
- Samara, C., and Voutsas, D. 2005. Size distribution of airborne particulate matter and associated heavy metals in the roadside environment. *Chemosphere*, 59, 1197-1206.
- Sezgin, N., Ozcan, H.K., Demir, G., Nemlioglu, S., and Bayat, C., 2003. Determination of heavy metal concentrations in street dusts in Istanbul E-5 highway. *Environment International*, 29, 979-985.
- Tahmasebi, A.M., and Sardari, F. 2010. Revisiting project of critical sources of wind erosion, suitable to prevent wind erosion in the country. Second National Congress on Wind Erosion and Dust Storms, Yazd University.
- Tainsh, G.H., Nickling, W.G., and Lynch, A.W. 1997. Dust deposition and particle size in Mali, West Africa. *Catena*, 29, 307-322.
- Tamrakar, C.S., and Shakya, P.R. 2011. Assessment of Heavy Metals in Street Dust in Kathmandu Metropolitan City and their Possible Impacts on the Environment. *Pakistan Journal of Analytical and Environmental Chemistry*, 12 (1), 32-41
- Tegen, I., Werner, M., Harrison, S.P., and Kohfeld, K.E. 2004. Relative importance of climate and land use in determining present and future global soil dust emission. *Geophysical Research Letters*, 31 (5), 1-4.
- Wei, B., Jiang, F., Li, X., and Mu. S. 2009. Spatial distribution and contamination assessment of heavy metals in urban road dusts from Urumqi, NW China. *Microchemical Journal*, 93, 147-152.
- Zarasvandi, A., Carranza, E.J.M., Moore, F., and Rastmanesh, F. 2011. Spatio-temporal occurrences and mineralogical-geochemical characteristics of airborne dusts in Khuzestan Province (southwestern Iran). *Journal of Geochemical Exploration*, 111, 138-151.
- Zolfaghari, H.R., Abedzadeh, H. 2005. Synoptic analysis of dust cyclones in western Iran. *Geography and Development*, 3(6), 173-188.