

بررسی تغییرات زمانی غلظت ریزگرد در اثر وزش باد با استفاده از تونل باد

عبدالعظیم قمیسی¹، مهدی قمشی^{2*}، محمد محمودیان شوشتری³، احمد لندی⁴، محمدحسین پورمحمدی⁵

- 1- گروه عمران، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، ghomeshi8@yahoo.com
- 2- استاد، دانشکده مهندسی علوم آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران، (نویسنده مسئول) ghomeshi@scu.ac.ir
- 3- استاد، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران، mohammad_mahmoodiansh@yahoo.com
- 4- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران، landi@scu.ac.ir
- 5- استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران، Purmohammadi@gmail.com

تاریخ پذیرش: 1402/09/11

تاریخ دریافت: 1402/08/10

چکیده

ریزگرد در اثر فرسایش خاک به وسیله باد به وجود می آید. حرکت ذرات خاک در طبیعت و در اثر وزش باد به سه شکل اتفاق می افتد. غلتشی، جهشی و تعلیقی. در محدوده سرعت‌هایی از باد که به طور متعارف در طبیعت اتفاق می افتد، متناسب با قطر ذرات خاک، این سه حالت از حرکت ذرات تا حدودی قابل تفکیک است. قطر ذرات کوچک‌تر از 0/1 میلی‌متر معمولاً به شکل تعلیقی، ذرات خاک با قطر 0/05 تا 0/5 میلی‌متر معمولاً توانایی حرکت به شکل جهشی و ذرات خاک با قطر 0/5 تا 2 میلی‌متر توانایی حرکت به شکل خزیدن (غلطیدن) را دارند. در آزمایش‌های تونل باد که بر روی نمونه خاک‌های جمع‌آوری شده از کانون‌های ریزگرد جنوب شرق اهواز انجام شد؛ نشان داد در نقطه مرجع، هنگام وزش باد، در بخش جلوی توده خاک تشکیل شده، غلظت ریزگرد بسیار زیاد است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد توده حداکثری ریزگرد در 150 ثانیه ابتدایی تشکیل می‌شود. حداکثر غلظت ریزگرد تولید شده در زمان 85 ثانیه ابتدایی اتفاق می‌افتد که میزان آن حدود 7 برابر بیشتر از میانگین ریزگرد بعد از 150 ثانیه ابتدایی است.

واژه‌های کلیدی: فرسایش، ریزگرد، دانه‌بندی، تونل باد، گردوغبار.

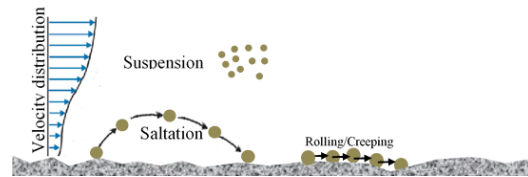
مقدمه

می‌افتد. جهشی، خزشی و تعلیقی. در شکل 1 انواع حرکت ذرات در حین فرسایش بادی دیده می‌شود. فرسایش در هر شکل می‌تواند مخاطراتی به همراه داشته باشد اما آنچه بیشتر موجب آلودگی هوا می‌شود

معمولاً به ذرات با اندازه‌های سیلت و رس در بررسی فرسایش خاک ریزگرد گفته می‌شوند (1). در طبیعت در اثر وزش باد و در طی فرایند فرسایش و متناسب با سرعت وزش باد، سه نوع حرکت در ذرات خاک اتفاق

میکرون در شهر اهواز پرداخته‌اند (7). استان خوزستان در جنوب غرب ایران به دلیل اقلیم خشک و فراوانی مناطق بیابانی در قسمت‌های غربی و جنوبی خود از جمله مهم‌ترین مناطق متأثر از بروز طوفان‌های گردوغباری است (2). در طی سال‌های 2000 تا 2015 در مجموع 1507 طوفان ریزگرد در استان خوزستان ثبت شده است که 65 درصد وقایع ریزگرد در شهرستان‌های اهواز و آبادان رخ داده‌اند. دلیل این امر می‌تواند نزدیکی مکانی این دو شهر نسبت به کانون‌های ریزگرد در داخل و خارج کشور باشد (9). مجیری، و همکاران، در تحقیقات خود سه منشأ اصلی مؤثر بر رشد کانون‌های گردوغبار استان خوزستان را نابودی پوشش گیاهی، خشک شدن تالاب‌ها و همچنین برداشت بی‌رویه آب از حوضه آبخیز رودخانه‌های منتهی به دشت خوزستان، بیان نموده‌اند (8). سهراب قائدی در تحقیقات خود روند رخداد طوفان گردوغبار، رطوبت نسبی هوا و بارش در سه شهر اهواز، آبادان و دزفول را مورد بررسی قرار داده است و چنین بیان نموده که در هر سه ایستگاه در فصل گرم و به‌ویژه در تیرماه بیشینه رخداد طوفان گردوغبار رخ داده است (6). ضیاءالدین شعاعی و همکاران با استفاده از تصاویر سنجنده‌ها ارتباط میزان رطوبت و میزان رخداد گردوغبار در استان ایلام را بررسی کرده‌اند (5). سیرجانی و همکاران بر روی نمونه خاک‌هایی در استان فارس مطالعاتی داشته‌اند. آن‌ها به کمک تونل باد متحرک دریافتند که رابطه منفی غیرخطی بین میزان فرسایش باد و خصوصیات خاک از جمله پوشش سطح شن خاک، میانگین قطر و وزن خاک، ذرات خاک رس و رطوبت خاک وجود دارد (14). قمی‌شی و همکاران رطوبت 2-4 درصد، در

وجود ذرات ریز در محدوده تعلیق است که می‌تواند فواصل بسیار زیادی را طی کند.



شکل 1- انواع حرکت ذرات در فرسایش بادی

ذراتی که به صورت معلق حرکت می‌کنند باید دارای سرعت سقوط نهایی کمتر از سرعت حداقل بخش کوچکی از جریان رو به بالای گردابه‌ها باشند بنابراین اندازه ذرات حمل شده به شکل و جرم مخصوص وابسته است و به‌طور کلی کوچک‌تر از 0.1 میلی‌متر خواهند بود. یکی از آلاینده‌های مهم جو، وجود ریزگردها است که می‌توانند در فواصل بسیار دورتر از محل تشکیل‌شان نیز برای مردم مشکل‌ساز باشد. ایجاد یا افزایش بیماری‌های تنفسی از جمله مهم‌ترین پیامدهای وقوع طوفان‌های گردوغبار است (12). بارت و همکاران (10) ارتباط مستقیم مرگ‌ومیر و ذرات معلق را در دره کواچالا در شرق لس‌آنجلس را گزارش کرده‌اند. کوان و همکاران (13) وجود ارتباط معنی‌دار بین طوفان‌های هفتگی گردو خاک آسیایی با مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های قلبی، عروقی و تنفسی را بیان کرده‌اند. بر اساس مطالعاتی که در استان کرمانشاه انجام شده است با افزایش 1٪ آلودگی هوا ناشی از پدیده ریزگرد، حدود نیم درصد بستری بیماران تنفسی، حدود یک درصد بیماران قلبی و حدود سه دهم درصد مرگ بیماران قلبی افزایش خواهد یافت (3). غلامرضا گودرزی و همکاران به بررسی برآورد بار وارد به علت بیماری تنفسی ناشی از تماس با ذرات معلق کمتر از 10

(شکل 2). نتایج آزمایش‌های شیمیایی خاک در جدول شماره 1 درج شده است. برای انجام آزمایش‌های مربوط به گرد و غبار، از تونل باد آزمایشگاهی به طول 9 متر با مقطع مربع به‌اندازه ضلع 70 سانتی‌متر استفاده گردید (شکل 3). خاک‌های مورد آزمایش از عمق 0 تا 10 سانتی‌متری سطح زمین جمع‌آوری شدند. برای انجام آزمایش، مقداری از این خاک جمع‌آوری‌شده درون سینی‌های مخصوص آزمایش قرار داده شد. سینی‌های این کار دارای طول 50 سانتی‌متر، عرض 30 سانتی‌متر و ارتفاع 4 سانتی‌متر است.

حالت خاک بهم نخورده را برای تثبیت کانون‌های ریزگرد جنوب شرق اهواز پیشنهاد کردند (11). هدف از این تحقیق آشنایی با یک پدیده مرتبط با فرایند حرکت ریزگرد است که اثرات زیست محیطی زیادی دارد. همچنین آگاهی از پارامترهای این پدیده از اهداف استفاده عملی تحقیق است.

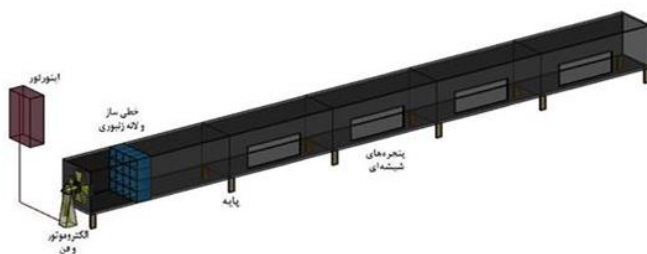
مواد و روش‌ها

در این تحقیق، نمونه‌های مورد آزمایش از 10 منطقه بحرانی تولید ریزگرد در استان خوزستان به نام کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز جمع‌آوری شدند



منطقه زوم 39	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
مختصات e	300199e	308087e	308685e	311099e	316656e	319975e	313946e	300670e	309513e	300724e
مختصات n	3428136n	3425602n	3426835n	3425157n	3426219n	3422301n	3420996n	3438505n	3422355n	3452370n

شکل 2- نقاط برداشت نمونه خاک از کانون ریزگرد جنوب شرق اهواز



b: شماتیک تونل باد



a: تونل باد در حال انجام آزمایش

شکل 3- شماتیک و تصویر از تونل باد

یکی از نمونه خاک ها در جدول شماره 2 آورده شده است. برای ثبت سرعت باد، از بادسنج سیم داغ (HOT- WIRE TES 1341) استفاده شده است. محل استقرار سرعت سنج در پشت نمونه آزمایش و در ارتفاع 10 سانتی متری از نمونه خاک درون سینی آزمایش بود (شکل 4d). خاک مورد آزمایش در فصل تابستان و از لایه های 0 تا 10 سانتی سطحی برداشت شده بود. مدت زمان هر آزمایش 10 دقیقه در نظر گرفته شد. براین اساس برای هر نمونه خاک در هر آزمایش 20 داده سرعت و غلظت غبار به دست می آمد. با احتساب کل نمونه ها در مجموع 30 آزمایش تونل باد انجام شد. نتایج دانه بندی خاک ها به وسیله دستگاه دانه بندی لیزری (شکل 4a) در شکل 5 رسم شده است.

برای ثبت غبار تولید شده از دستگاه غبار سنج مدل Cel-712- Micro dust pro استفاده شده است (شکل 4b). این دستگاه میزان غبار در یک نقطه را برحسب میلی گرم در مترمکعب ثبت می کند. در این مطالعه برای دستگاه غبار سنج، ثبت ارقام غبار در زمان های 30 ثانیه تنظیم گردید. به این ترتیب دستگاه به طور خودکار میانگین غبار عبوری در هر 30 ثانیه را به عنوان یک عدد ثبت می کرد. دستگاه غبار سنج بر روی پایه ای قرار می گرفت که محل ورود غبار در آن با کف تونل 10 سانتی متر و با سطح خاک 6 سانتی متر فاصله داشت. موقعیت نصب دستگاه در فاصله طولی تونل، 10 سانتی متر پایین دست انتهای سینی آزمایش بود. (شکل 4c). اطلاعات ثبت شده مربوط به غلظت ریزگرد در آزمایش تونل باد برای

جدول 1- نتایج آزمایش های شیمیایی خاک

درصد ماده آلی	SAR	غلظت کاتیون (meq/lit)			pH	EC (dS/m)	نمونه خاک
		Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺			
0.496	171.46	95.04	229.96	2185.76	7.31	223.11	A
0.874	146.22	139.74	300.26	2168.48	6.76	211	B
0.442	51.96	74.42	105.58	492.92	7.15	56	C
0.889	97.3	114.97	297.03	1396.53	7.04	148.7	D
0.216	66.87	94.79	181.21	785.53	7.29	89.7	E
0.335	70.28	101.71	188.29	846.22	7.64	92.8	F
0.439	102.23	167.72	326.28	1606.61	7.34	169.7	G
0.529	95.67	79.64	236.36	1202.53	7.28	123.1	H
0.353	109.03	186.83	303.17	1706.53	7.62	177	I
0.295	61.93	59.76	74.24	506.92	7.1	53.3	J



b: دستگاه غبار سنج



a: دستگاه دانه‌بندی لیزری

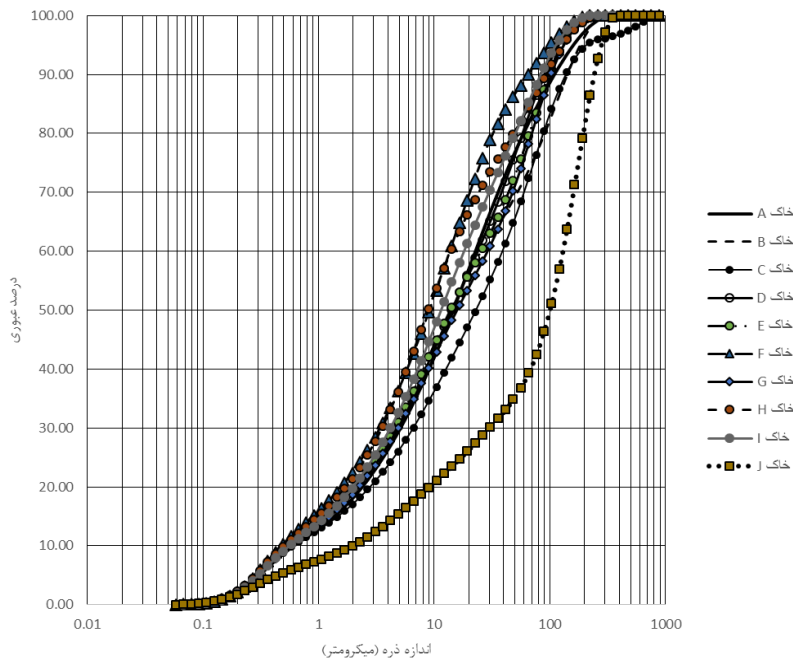


d: بادسنج سیم داغ



c: نحوه استقرار دستگاه غبار سنج در تونل باد

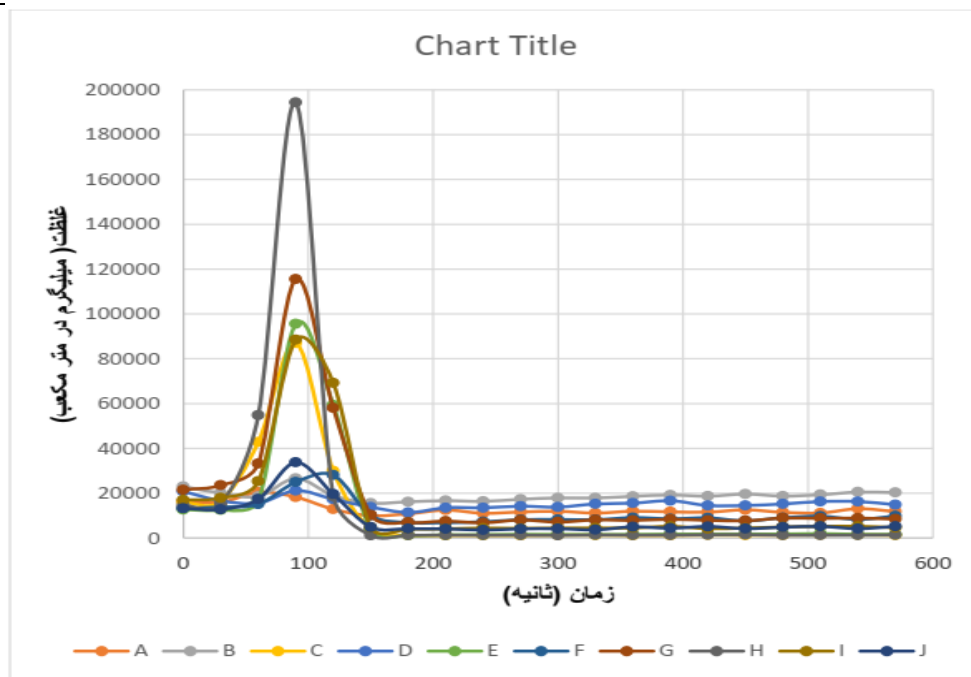
شکل 4- ابزار و دستگاه‌های استفاده شده



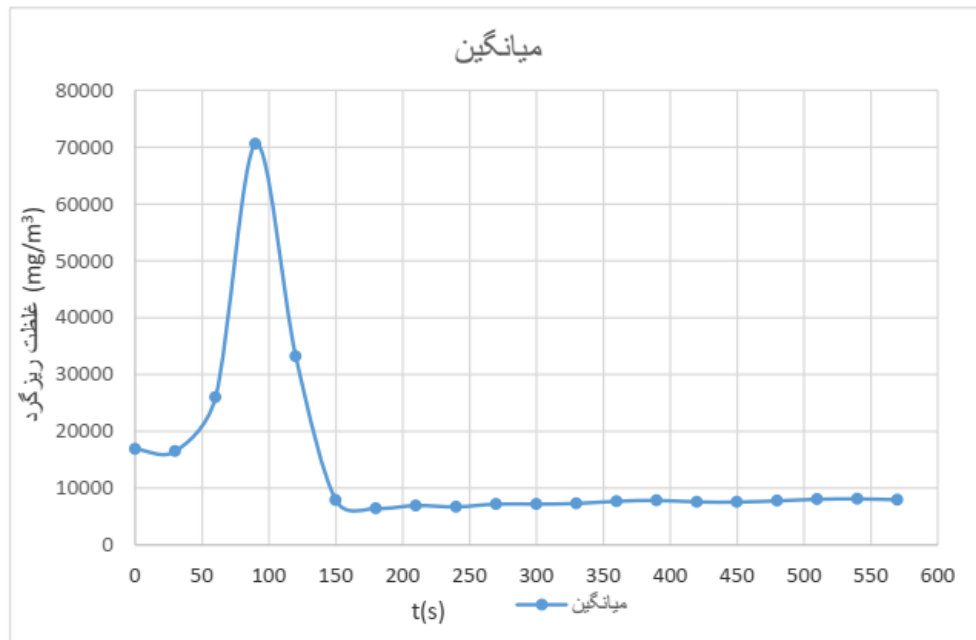
شکل 5- منحنی دانه‌بندی خاک‌های مختلف مورد آزمایش

جدول 2- داده‌های دریافتی از دستگاه غبار سنج - نتایج آزمایش بر روی یکی از نمونه‌ها

10,837	18.78	14,365	18.75	11,332	18.85	6,815	18.75	180
12,471	18.75	12,118	18.7	14,639	18.86	10,658	18.7	210
11,072	18.76	11,776	18.7	12,450	18.89	8,990	18.7	240
11,623	18.82	12,509	18.81	12,791	18.83	9,570	18.81	270
11,924	18.83	12,851	18.8	11,721	18.9	11,202	18.8	300
11,164	18.74	12,509	18.69	12,791	18.83	8,193	18.69	330
11,967	18.81	15,831	18.76	11,332	18.91	8,736	18.76	360
11,688	18.78	11,776	18.72	14,298	18.9	8,990	18.72	390
11,578	18.84	12,118	18.78	12,791	18.96	9,824	18.78	420
12,582	18.81	15,440	18.75	13,569	18.92	8,736	18.75	450
11,476	18.89	12,900	18.88	12,791	18.92	8,736	18.88	480
11,171	18.82	13,242	18.78	10,991	18.89	9,280	18.78	510
13,095	18.84	13,242	18.82	14,298	18.87	11,745	18.82	540
11,826	18.85	11,776	18.79	14,931	18.97	8,773	18.79	570



شکل 6- منحنی روند تولید ریزگرد در مقابل زمان و در یک سرعت مشخص برای نمونه خاک کلبه مناطق (سرعت حدوداً 16 متر بر ثانیه)



شکل 7- منحنی میانگین داده‌های غلظت ریزگرد در نقطه مرجع (محل اندازه‌گیری غلظت) در مقابل زمان آزمایش برای همه نمونه‌های خاک

نتیجه‌گیری

که در زمان 90 ثانیه بعد از شروع آزمایش اتفاق افتاده است. اگر این عدد را با متوسط غلظت بعد از 150 ثانیه یعنی عدد 7440 مقایسه کنیم نسبت 9.5 برابری به دست می‌آید. مطابق این آزمایش و باتوجه به میانگین داده‌ها می‌توان نتیجه گرفت که در زمان حدود 150 ثانیه و سرعت باد حدوداً 17 متر بر ثانیه، در پیشانی این توده (در جهت حرکت باد) به طول حدود 2550 متر به طور میانگین غلظت ریزگرد 3.83 برابر ادامه جریان باد است. مدیریت بحران در مواجهه شده با طوفان‌های گرد و غبار اهمیت فراوان دارد. آشنا شدن با این موضوع به شکل علمی اولین فایده تحقیق انجام شده است. در کارهای عملی، مثلاً در صورت مواجهه شدن افراد با این پدیده و یا در زمان

تغییرات زمانی غلظت ریزگرد در اثر وزش باد در تونل باد دارای نوسان شدید است. پیک غلظت در زمان 85 ثانیه ابتدایی اتفاق می‌افتد که حدود 7 برابر غلظت بعد از زمان 150 ثانیه است. بخش پیشانی توده گرد و غبار عبوری برای یک ناظر ساکن تا 150 ثانیه دارای غلظت شدیدتری نسبت به ادامه این زمان خواهد بود. متوسط غلظت در 150 ثانیه شروع ریزگرد 28486 میلی‌گرم در مترمکعب بوده درحالی‌که بعد از این زمان و تا پایان آزمایش متوسط غلظت 7440 میلی‌گرم در مترمکعب است یعنی غلظت در بازه 150 ثانیه ابتدایی 3.83 برابر غلظت در ادامه زمان آزمایش است. حداکثر غلظت ریزگرد که از میانگین داده‌ها به دست آمده 70.559 میلی‌گرم در مترمکعب است

سپاسگزاری

از همکاری سازمان آب و برق خوزستان و اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری خوزستان که در انجام این تحقیق کمک کرده اند سپاسگزاری می شود .

رانندگی با خودرو، با آگاهی از حدود زمان عبور پیشانی توده گرد و غبار که در طوفان های شدید همراه با ترس و کاهش شدید دید است؛ می تواند از خسارت ها و نیز نگرانی های مرتبط جلوگیری کند. در واقع آگاهی ما نسبت به یک پدیده در راستای مدیریت بحران بیشتر می شود.

منابع

1. اختصاصی، م. و ف. جهانبخشی، 1394، مدل ها و ابزارهای برآورد و اندازه گیری فرسایش بادی و ریزگردها، انتشارات دانشگاه یزد ص 238
2. خسروی، م. و همکاران، 1389، تحلیل همبندی سامانه های گردوغبار در استان خوزستان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره 20
3. دل انگیز، س. و ز. جعفری مطلق، 1392، بررسی اثر ریز گرد بر میزان بستری و مرگومیر بیماران قلبی و تنفسی (مطالعه موردی شهر کرمانشاه، شش ماهه اول 1390-1389)، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، 6 (1) بهار 1392، 65-76
4. رفاهی، ح.، 1391، فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران ص 320
5. شعاعی، ض.، غ. مددی، ع. ا. نوروژی، ع. کلاهیچی، 1394، بررسی رطوبت خاک در مناطق تولید گردوغبار (مطالعه موردی استان ایلام)، اولین کنفرانس بین المللی گردوغبار 12-14 اسفند 94، دانشگاه شهید چمران اهواز، 447-483
6. قائدی، س.، 1394، تأثیر تغییرات بارش و رطوبت بر رخداد طوفان های گردوغباری استان خوزستان، اولین کنفرانس بین المللی گردوغبار 12-14 اسفند 94، دانشگاه شهید چمران اهواز، 203-209
7. گودرزی، غ.، س. گراوندی، ف. سلطانی، ش. سلمانزاده، س. کمایی، ا. ح. یاری، م. س. رضایی، س. ز. صالحی، ر. ملیحی و م. ج. محمدی، 1394، برآورد بار وارد به علت بیماری تنفسی ناشی از ذرات معلق کمتر از 10 میکرون در شهر اهواز، اولین کنفرانس بین المللی گردوغبار 12-14 اسفند 94، دانشگاه شهید چمران اهواز، 331-337
8. مجیری، م. ، ک. رنگزن، ا. تقی زاده، 1394، بررسی میزان تغییرات بیابان زایی در منطقه هویزه با استفاده از سنجش از دور و GIS، اولین کنفرانس بین المللی گردوغبار 12-14 اسفند 94، دانشگاه شهید چمران اهواز، 224-230
9. نبوی، س.، ح. مرادی و م. شریفی کیا، 1398، ارزیابی توزیع زمانی طوفان های ریز گرد و ارتباط عوامل مؤثر با فراوانی وقوع این پدیده در استان خوزستان طی سال های 2000 تا 2015، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیا، دوره 28، شماره 111، پاییز 98

10. Bart DO, Susan H, Michael J, Air Pollution and Daily Mortality in the Coachella Valley, California: A Study of PM10 Dominated by Coarse Particles. Environmental Research Section A. 1999; 81: 231-8.
11. Gomeishi A., M. Gomeishi, M. Mahmoudian Shoushtari, 2021. Effects of Soil Moisture Content on Dust Sources in Disturbed and Undisturbed Soil in Southeastern Ahvaz, Irrigation Sciences and Engineering (JISE) Vol. 43, No. 4, winter 2021, Original Paper p. 51-61
12. Hojati, S.,H. Khademi, A. Faz cano, and A. Landi. 2012. Characteristics of dust deposited alongt transect between central Iran and the Zagros Mountains, Catena, 88: 27-36.
13. Kwon HJ. Effects of ambient air pollution on daily mortality in a cohort of patients with congestive heart failure, Epidemiology. 2001; 12: 413- 9.
14. Sirjani E., A. Sameni, A.A. Moosavi, M. Mahmoodabadi, and B. Laurent. 2019. Portable wind tunnel experiments to study soil erosion by wind and its ink to soil properties in the Fars province, Iran. Geoderma, 333(2019) 69-80