



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی گوارز

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و چهارم، شماره ششم، ۱۳۹۶

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

## روند فرونشست گردوخاک اتمسفری و ارتباط آن با برخی عوامل اقلیمی و مکانی در شهرستان جوانرود

فرشاد قادری<sup>۱</sup>، \* مهین کرمی<sup>۲</sup>، پرویز شکاری<sup>۲</sup> و اعظم جعفری<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه رازی کرمانشاه، آستادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه رازی کرمانشاه،

<sup>۲</sup> آستادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: ۹۵/۶/۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۹

### چکیده

**سابقه و هدف:** پدیده گردوغبار به‌عنوان رویدادی اقلیمی در همه شرایط آب‌وهوایی رخ می‌دهد، اما به‌عنوان پدیده بارز مناطق خشک و نیمه‌خشک، سبب اختلال در فعالیت‌ها و زیرساخت‌های جوامع انسانی مانند کشاورزی، حمل‌ونقل و صنایع می‌گردد. در بعضی از مناطق جهان، به‌ویژه خاورمیانه، طوفان گردوخاک از پدیده‌هایی است که فراوانی رخداد بالایی دارد. در دهه گذشته، رخداد طوفان‌های گردوخاک پی‌درپی در این منطقه رو به فزونی نهاده تا آن‌جا که در ماه‌های سرد و پر بارش این منطقه نیز مشاهده می‌شود. مطالعه‌های صورت گرفته روی طوفان‌های گردوغبار در ایران نشان می‌دهد که در کنار عوامل طبیعی به‌وجودآورنده توده ریزگردی عوامل محیطی بسیاری نیز در بروز این پدیده و پایداری و تداوم طولانی‌مدت آن دخالت دارند. هدف از این پژوهش بررسی روند فرونشست گردوخاک اتمسفری در یک دوره زمانی یک‌ساله و ارتباط آن با برخی عوامل اقلیمی و مکانی در شهرستان جوانرود بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه در محدوده‌ای به مساحت حدود ۵۵۰۰ هکتار در سطح شهرستان جوانرود از توابع استان کرمانشاه انجام گرفت. فرایند نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی در ۳۵ نقطه در سطح شهرستان و با پراکنش مکانی مناسب از اول مردادماه سال ۱۳۹۴ تا آخر خردادماه سال ۱۳۹۵ صورت پذیرفت. از مجموع ۳۵ نقطه نمونه‌برداری شده، ۲۱ نقطه در سطح شهر و ۱۴ نقطه در مناطق روستایی واقع بود. پس از پایان هر فصل، نمونه‌های گردوخاک جمع‌آوری شده و نرخ فرونشست گردوخاک از تقسیم جرم گردوخاک بر سطح تله در طول دوره نمونه‌برداری محاسبه گردید. ارتباط میان میزان فرونشست گردوخاک با ویژگی‌های اقلیمی از جمله سرعت باد غالب، جهت باد، میانگین رطوبت، میزان بارندگی، میانگین دما و ویژگی‌های مکانی از جمله فاصله نقاط نمونه‌برداری با مرز غربی کشور (با توجه به اینکه ورود ریزگردها بیش‌تر از مرز غربی و از کشور عراق است) و ارتفاع نقاط از سطح دریا، برای دوره زمانی مورد مطالعه با استفاده از آزمون همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفت.

**یافته‌ها:** به‌طورکلی میانگین نرخ فرونشست گردوخاک در منطقه مورد مطالعه ۰/۳۸ گرم بر مترمربع در روز (۱۳۷۶ کیلوگرم بر هکتار در سال) بود. در بُعد زمانی، فصل بهار با میانگین ۰/۴۷ گرم بر مترمربع در روز بیش‌ترین میزان فرونشست و فصل تابستان (شامل ماه‌های مرداد و شهریور) با میانگین ۰/۲۶ گرم بر مترمربع در روز کم‌ترین مقدار را

\* مسئول مکاتبه: [mahinkarami@yahoo.com](mailto:mahinkarami@yahoo.com)

به خود اختصاص داده بود. در بُعد مکانی، نقاط روستایی در فصل زمستان با میانگین ۰/۵۲ گرم بر مترمربع در روز بیش‌ترین میزان فرونشست و نقاط شهری در فصل تابستان با میانگین ۰/۲۳ گرم بر مترمربع در روز کم‌ترین نرخ فرونشست را در بازه زمانی مورد مطالعه داشتند. نتایج مطالعه نشان داد میزان فرونشست گردوخاک در منطقه مورد مطالعه بسیار بیش‌تر از حدود مجاز تعریف شده در برخی نقاط جهان بود. میزان فرونشست گردوخاک در نقاط روستایی و نزدیک به مرز غربی کشور با عراق بیش از نقاط شهری بود و با افزایش ارتفاع از سطح دریا کاهش یافت. فرونشست گردوخاک با جهت و سرعت باد همبستگی مثبت و معنی‌دار (به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد) و با میانگین رطوبت و میزان بارندگی همبستگی منفی داشت.

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد اختلاف مقادیر فرونشست بین نقاط نمونه‌برداری شده، ناشی از اثر غبارهای محلی، ارتفاع نقاط از سطح دریا، فاصله نقاط از مرز کشور با عراق، ارتفاع سکوه‌های نمونه‌برداری (در مناطق روستایی به دلیل ارتفاع کم‌تر پشت‌بام‌ها ظروف نمونه‌گیری ارتفاع کم‌تری نسبت به سطح زمین داشتند) و همچنین نزدیکی به زمین‌های کشاورزی و مراتع بدون پوشش بوده باشد. مقادیر بالای فرونشست گردوخاک اتمسفری در منطقه و رابطه آن با برخی عوامل اقلیمی احتمالاً به دلیل اثرپذیری هم‌زمان منطقه مورد مطالعه از رخداد‌های محلی و منطقه‌ای طوفان‌های گردوخاک (ناشی از رخداد طوفان‌های گردوخاک در کشورهای همسایه و انتقال آن به منطقه) است.

**واژه‌های کلیدی:** نرخ فرونشست، گردوغبار، ارتفاع از سطح دریا، عوامل اقلیمی، جانورود

## مقدمه

هوا، آب و خاک به‌عنوان سه جزء اصلی سازنده محیط‌زیست پیرامون ما، به دلیل اهمیتی که در زندگی موجودات زنده به‌ویژه انسان دارند، همواره مورد توجه هستند و بررسی مخاطرات و آلودگی‌های پدید آمده در آن‌ها جایگاه ویژه‌ای در مطالعات و پژوهش‌های دانشمندان و پژوهشگران علوم محیطی داشته است. موجودات زنده بنا به سرشت و آفرینش خود، برای ادامه زندگی و انجام فعالیت‌های زیستی خود نیاز به هوایی پاک و عاری از آلودگی دارند، چرا که آلودگی هوا با تأثیرگذاری شدید بر دو جزء دیگر محیط زیست (خاک و آب)، می‌تواند به شدت فعالیت‌های زیستی و تندرستی موجودات زنده از جمله انسان‌ها را به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به مخاطره اندازد (۱۱). در کنار حوادث طبیعی مانند زلزله، آتش‌فشان، سیل، خشک‌سالی و طوفان‌ها که از مهم‌ترین پدیده‌های طبیعی آسیب‌رسان به جوامع بشری و موجودات زنده به‌شمار می‌روند و خسارت‌های جبران‌ناپذیری مانند

مرگ‌ومیر، نابودی سکونت‌گاه‌ها و غیره را به بار می‌آورند؛ طوفان گردوخاک<sup>۱</sup> نیز به‌ویژه در محیط‌های شهری، مزارع و تأسیسات مختلف در جای خود باعث آسیب‌رسانی می‌گردد. این پدیده در بسیاری از مناطق جهان رخ می‌دهد، ولی آمار نشان می‌دهد که فراوانی رخداد آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک به مراتب بیش‌تر است و به یکی از مشکلات اساسی در این مناطق تبدیل شده است (۴). طوفان‌های گردوخاک به‌عنوان پدیده‌ای اقلیمی در همه شرایط آب‌وهوایی رخ می‌دهند، اما به‌عنوان پدیده بارز مناطق خشک و نیمه‌خشک، سبب اختلال در فعالیت‌ها و زیرساخت‌های جوامع انسانی مانند کشاورزی، حمل‌ونقل و صنایع می‌گردند. همچنین حجم فراوان ذرات حمل شده به تروپوسفر<sup>۲</sup>، بیلان انرژی کره زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد که به دنبال آن شرایط آب‌وهوایی و اقلیم این مناطق نیز متأثر می‌گردد (۷).

1- Dust Storms  
2- Troposphere

فرونشست گردو خاک را ۰/۷۷ گرم بر مترمربع در روز گزارش نمودند (۱۹). تا و همکاران (۲۰۰۴) در گانسوای چین طی ۱۵ سال بررسی، میزان متوسط فرونشست گردو خاک را ۰/۸۶ گرم بر مترمربع در روز گزارش کردند (۲۲).

شاهسونی و همکاران (۲۰۱۱) میزان ریزگرد ورودی به ایران را اندازه‌گیری کردند و بیان نمودند که در طی سال‌های ۱۳۸۶ الی ۱۳۸۹، به‌طور میانگین ۱۷ استان درگیر پدیده گردوغبار بوده‌اند. آمارهای سازمان هواشناسی کشور نشان می‌دهد که میانگین روزهای غبارآلود در طی ۵۰ سال گذشته در شهرهای اهواز، آبادان، بوشهر و کرمانشاه به‌طور میانگین به‌ترتیب ۶۸، ۷۶، ۷۵ و ۲۷ روز در طول سال بوده است (۲۱). احمدی‌دوآبی و همکاران (۲۰۱۶) در مطالعه ریزگردهای استان کرمانشاه به این نتیجه رسیدند که نرخ فرونشست گردو خاک با نزدیکی به مناطق مرزی و کشور عراق افزایش می‌یابد و همچنین میزان فرونشست‌های اتمسفری بر توازن جرمی عناصر سنگین در خاک اثر دارند (۲).

حجتی و همکاران (۲۰۱۲) با بررسی ویژگی‌های گردو خاک ته‌نشسته در طول یک ترانسکت بین مرکز ایران و کوه‌های زاگرس، شرایط اقلیمی در منطقه فرونشست، فاصله از منبع تولید گردو خاک و اختلاف ارتفاع بین منابع محلی و برون‌مرزی تولید ریزگرد را به‌عنوان عوامل اثرگذار بر روی نرخ فرونشست و سایر ویژگی‌های ریزگرد معرفی نمودند (۱۰). نظری و همکاران (۲۰۱۳) در سال ۱۳۹۲ تأثیر پارامترهای هواشناسی را بر غلظت ذرات معلق در شهر کرمانشاه، مورد بررسی قرار داده و بیان نمودند که رطوبت نسبی، بارندگی و باد آرام رابطه عکس و دما، باد غالب و سرعت باد رابطه مستقیم با غلظت ذرات در ریزگرد دارند (۱۷).

مطالعه‌های صورت‌گرفته روی طوفان‌های گردو خاک در ایران نشان می‌دهد که در کنار عوامل طبیعی به‌وجودآورنده توده ریزگردی، عوامل محیطی بسیاری نیز در بروز این پدیده و پایداری و تداوم طولانی‌مدت آن دخالت دارند. گردش جو و شرایط سطح زمین از عوامل اصلی رخداد طوفان‌های گردو خاک هستند. از عوامل گردش جو سامانه‌های پرفشار جوی و بادهای مهاجر غربی و از مهم‌ترین منابع، بیابان‌های سوریه، ایران، اردن، عراق، شمال آفریقا و شبه‌جزیره عربستان است (۲۵). باد یکی از مهم‌ترین عوامل اقلیمی است که نقش مهمی در تغییرات سطح زمین در مناطق خشک و بیابانی دارد. به‌طورکلی، برهم‌کنش باد با سطح زمین با عمل فرسایش و برداشت همراه است که بخشی از این بار پس از طی مسافتی رسوب کرده و بقیه به‌صورت معلق در هوا باقی می‌ماند که به شکل ریزگرد تا مسافت‌های طولانی قابل حمل است و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین نمادهای مناطق خشک و بیابانی شناخته می‌شود (۱۳). کشور ایران و همسایه‌های غربی آن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان قرار گرفته‌اند و بیش از دوسوم مساحت ایران در اقلیم خشک و نیمه‌خشک است. از سوی دیگر، میانگین بارش سالانه در کشور (۲۵۰ میلی‌متر) حدود یک سوم میانگین بارش سالانه در جهان است. بنابراین، کشور ایران در معرض رخدادهای گسترده طوفان‌های گردو خاک هم در مقیاس محلی و هم در مقیاس منطقه‌ای و جهانی قرار دارد و زمینه برای توسعه فرسایش بادی و رخداد طوفان گردو خاک در این منطقه فراهم است (۱۲).

طبق بررسی‌های صورت‌گرفته، نرخ جهانی جابه‌جایی ریزگرد بین ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ میلیون تن در سال می‌باشد که از این مقدار حدود ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلیون تن در سال مربوط به آفریقا و حدود ۸۰۰ میلیون تن در سال مربوط به کشور چین است (۲۴). آهارا و همکاران (۲۰۰۰) در لیبی طی یک سال بررسی، میزان

میزان ورود سالیانه ریزگردها به خاک‌های این شهرستان و همچنین اثر عوامل اقلیمی در رخداد این پدیده در سطح منطقه کمک می‌کند.

### مواد و روش‌ها

**معرفی منطقه مورد مطالعه:** شهرستان جوانرود با مرکزیت شهر جوانرود (قلعه) در قسمت شمال غربی استان کرمانشاه قرار گرفته و دارای وسعت ۷۷۲ کیلومترمربع و متوسط ارتفاع ۱۲۸۰ متر از سطح دریا است. بر اساس آمارگیری انجام شده در سال ۱۳۹۰ جمعیت شهرستان ۷۱۲۳۵ نفر بوده است. آب‌وهوای این منطقه، معتدل کوهستانی و به دلیل بارش‌های مناسب و کافی، پوشش گیاهی طبیعی در این شهرستان بسیار چشم‌گیر است که مهم‌ترین آن‌ها را جنگل‌ها، مراتع و پوشش گیاهی گسترده گوناگون کوهپایه‌ای تشکیل می‌دهد.

داده‌های مربوط به میزان بارندگی، میزان افق دید، جهت باد غالب شهرستان و برخی پارامترهای اقلیمی دیگر برای دوره زمانی مورد مطالعه از سازمان هواشناسی استان کرمانشاه تهیه گردید. آمارهای موجود از متغیرهای اقلیمی مورد مطالعه تنها تا پایان سال ۱۳۹۴ می‌باشد (جدول ۱). آمار میانگین ۱۰ ساله این دسته از متغیرها در جدول ۲ آمده است.

با توجه به اطلاعات سازمان هواشناسی (جدول ۱)، ماه مرداد تنها ماه بدون بارش در طول مطالعه حاضر (از مردادماه سال ۱۳۹۴ تا آخر خرداد سال ۱۳۹۵ خورشیدی) بوده است. در این مدت، آبان‌ماه با میانگین ۲۹۴/۵ میلی‌متر بیش‌ترین میزان بارندگی را در طول دوره نمونه‌برداری به خود اختصاص داده است. ماه مرداد با میانگین ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه و دی‌ماه با میانگین ۴/۹ درجه سانتی‌گراد سردترین ماه در طول مطالعه حاضر بودند. میانگین درصد رطوبت منطقه ۴۴ درصد بوده، و آبان‌ماه با

فنگجیان و همکاران (۲۰۰۸) با محاسبه میزان همبستگی بین رخداد طوفان‌های گردوخاک و عوامل آب‌وهوایی بیان داشتند میزان بارندگی از عوامل مؤثر بر رخداد طوفان گردوخاک بوده و بین بارش و طوفان گردوخاک همبستگی منفی وجود دارد؛ همچنین گرمایش کره زمین سبب افزایش تبخیر از سطح زمین و هدررفت بیش‌تر خاک شده و مواد مستعد برای رخداد طوفان گردوخاک را مهیا می‌کنند. آن‌ها همچنین بیان کردند که بین تعداد روزهای گردوخاک، سرعت باد و تعداد روزهایی که سرعت باد برابر و یا بیش‌تر از ۵ متر بر ثانیه باشد، همبستگی مثبت و معنادار وجود دارد (۸).

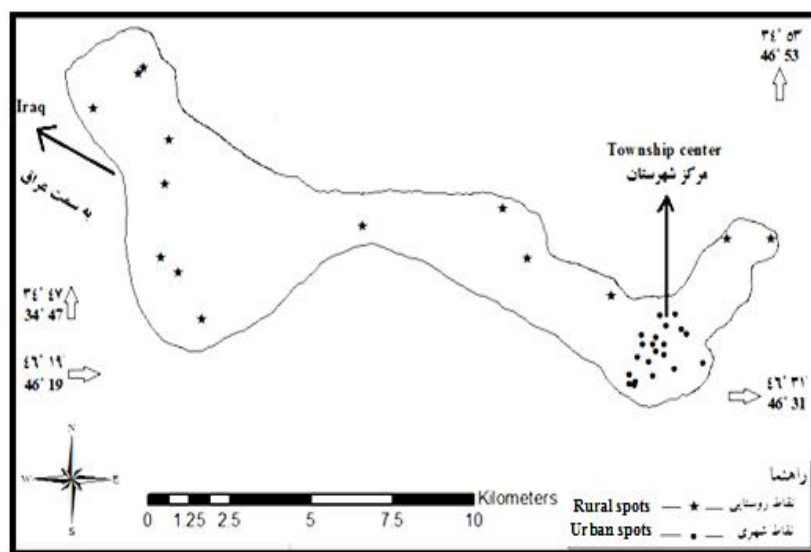
در استان کرمانشاه، طوفان‌های گردوخاک با غلظت بالای ذرات معلق به یکی از مشکلات اصلی آلودگی هوا در چند سال گذشته تبدیل شده است (۶). از دلایل اصلی این پدیده وجود کانون‌های انتشار موجود در کشورهای همسایه و هم‌مرز با ایران از جمله عراق، سوریه و شبه‌جزیره عربستان است. این مشکل از سال ۱۳۸۴ به‌صورت جدی ظاهر شده است، به‌طوری‌که طی سال‌های گذشته خسارت‌های جبران‌ناپذیری را به زندگی و تندرستی مردم وارد نموده و تعداد زیادی از روزهای سال، شاخص کیفیت هوا را در بدترین شرایط قرار داده است (۶). شهرستان جوانرود در زمینه کشاورزی و دامپروری از جمله نقاط مستعد و مهم استان کرمانشاه است. در سال‌های اخیر پدیده طوفان گردوخاک در این شهرستان نیز شایع شده است و احتمال می‌رود که از جمله مهم‌ترین منابع ورود ترکیبات شیمیایی به خاک‌های این شهرستان بوده باشد. بررسی منابع نشان داد که در رابطه با ارزیابی نرخ فرورانش ریزگرد اتمسفری که می‌تواند از جنبه‌های مهم بسیاری دارای اهمیت باشد، تاکنون مطالعه دقیقی در شهرستان جوانرود که در همسایگی کشور عراق می‌باشد، صورت نپذیرفته است. نتایج این مطالعه به برآورد

باز هم شهریور با میانگین ۴/۱ و دی ماه با میانگین ۳/۲ متر بر ثانیه به ترتیب متلاطم ترین و آرام ترین ماهها از نظر وزش باد بوده اند.

**نمونه برداری:** این مطالعه در محدوده ای به مساحت حدود ۵۵۰۰ هکتار در بین طول جغرافیایی ۱۹' ۴۶° تا ۳۱' ۴۶° شرقی و عرض جغرافیایی ۴۷' ۳۴° تا ۵۳' ۳۴° شمالی در شهرستان جوانرود استان کرمانشاه انجام گرفت. نمونه برداری در فصل های تابستان (مرداد و شهریور)، پاییز (مهر، آبان و آذر) و زمستان (دی، بهمن و اسفند) سال ۱۳۹۴ و بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد) ۱۳۹۵ در شهرستان جوانرود انجام گرفت. از مجموع ۳۵ نقطه نمونه برداری در سطح شهرستان، ۲۱ نقطه در سطح شهر جوانرود (قلعه) و ۱۴ نقطه در مناطق روستایی قرار دارند. نقاط نمونه برداری شهری در قسمت شرقی شهرستان جوانرود قرار گرفته و بیش تر مناطق روستایی در قسمت غربی و شمال غربی این شهرستان در جهت حرکت به سمت مرز شهرستان با کشور عراق واقع هستند. در شکل ۱ محدوده مورد مطالعه و نقاط نمونه برداری نمایش داده شده است.

میانگین ۷۰ درصد مرطوب ترین ماه سال بوده است. در ماه های مرداد، شهریور و مهر ۱۳۹۴ جهت باد غالب منطقه باد غربی و در سایر ماهها باد جنوب شرقی بوده است.

در جدول ۲ برخی ویژگی های اقلیمی منطقه مورد مطالعه در ۱۰ سال گذشته آورده شده است. در ۱۰ سال گذشته تعداد روزهای همراه با بارش ۶۸ روز در سال گزارش شده که بهمن ماه با میانگین ۱۱/۱ روز بارانی در ۱۰ سال گذشته بیش ترین روزهای بارانی را داشته است. همچنین میانگین بارش سالانه ۵۳۴ میلی متر بوده که باز هم ماه بهمن با میانگین ۱۱۴/۴ میلی متر بیش ترین سهم را از ریزش های جوی داشته است. با توجه به جدول ۲ باد غالب در شهرستان جوانرود در بلندمدت، در هفت ماه اول سال و اسفند ماه باد غربی و در ماه های آبان، آذر، دی و بهمن بادهای جنوب شرقی بوده است. میانگین سالیانه سرعت باد غالب در بلندمدت ۴/۱ متر بر ثانیه بوده که شهریور ماه با میانگین سرعت باد غالب ۴/۸ متر بر ثانیه متلاطم ترین بادها و دی ماه با میانگین ۳/۲ متر بر ثانیه آرام ترین بادها را داشته اند. همچنین متوسط سرعت باد در منطقه ۳/۷ متر بر ثانیه گزارش شده که



شکل ۱- موقعیت نقاط نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه در شهرستان جوانرود.

Figure 1. The sampling points location in the study area in Javanrود township.

مناسب نصب شدند. تله‌ها شامل یک ظرف پلاستیکی با عمق ۱۲ سانتی‌متر و قطر ۳۲ سانتی‌متر است که با یک مش پلاستیکی با منافذ ۲×۲ میلی‌متر پوشانده شده و در ارتفاع ۳۳ سانتی‌متر از سطح نصب شدند (شکل ۲). در پایان هر فصل نمونه‌برداری نمونه‌های گردوخاک به کمک آب مقطر از سطح تله‌ها جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل گردید (۲).

نمونه‌برداری به صورت تصادفی در سطح منطقه انجام پذیرفت و مختصات جغرافیایی نقاط به وسیله دستگاه سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS)<sup>۱</sup> ثبت گردید. تله‌های رسوب‌گیر به صورت تصادفی در عملی‌ترین سکوها در دسترس برای به حداقل رساندن اثر گردوخاک محلی (پشت‌بام ادارات، مدارس و منازل مسکونی سطح شهر و روستاها) و با پراکنش



شکل ۲- تله مورد استفاده جهت جمع‌آوری گردوغبار.

Figure 2. Sampler used for dust collection.

از نقاط نمونه‌برداری به صورت جداگانه محاسبه شد. میزان فرونشست ریزگرد از تقسیم جرم ریزگرد بر سطح تله بر حسب واحد وزن در واحد سطح (گرم بر مترمربع) محاسبه گردید (رابطه ۱). همچنین نرخ فرونشست روزانه گردوغبار اتمسفری در فصول مختلف و کل بازه زمانی مورد مطالعه از رابطه ۲ محاسبه شد.

**تجزیه‌های آزمایشگاهی:** نمونه‌های ریزگرد پس از جمع‌آوری و انتقال به آزمایشگاه به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد آون خشک شدند. سپس جهت جداسازی گردوغبار از دیگر اجزا (لاشه برگ‌ها، فضولات پرندگان و غیره) نمونه‌ها از الک ۱ میلی‌متری عبور داده شده و با ترازوی آنالیتیکال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شدند (۲).

**نرخ فرونشست ریزگرد:** پس از خشک شدن و توزین نمونه‌های ریزگرد، میزان فرونشست در هر یک

$$(1) \quad (m^2) \text{ مساحت تله} / (gr) \text{ جرم گردوغبار} = (gr/m^2) \text{ میزان فرونشست گردوغبار}$$

$$(2) \quad (day) \text{ طول دوره نمونه‌برداری} / (gr/m^2) \text{ میزان فرونشست} = (g/m^2 \cdot day) \text{ نرخ فرونشست گردوغبار}$$

اقلیمی و مکانی (ارتفاع از سطح دریا و فاصله از مرز غربی) از نرم‌افزار SPSS<sup>۲</sup> استفاده شد.

**تجزیه و تحلیل داده‌ها:** برای بررسی خلاصه‌های آماری داده‌های حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و تعیین همبستگی میزان فرونشست گردوغبار با عوامل

1- Global Positioning System

2- Statistical Package for Social Science (SPSS)

جدول ۱- برخی ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه در سال ۱۳۹۴.  
 Table 1. Selected climate characteristics of the study area during August 2015 to March 2016.

متغیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	متغیر
Variable	August	September	October	November	December	January	February	March	Variable
تعداد روزهای همراه با بارش	0	2	4	16	10	13	9	11	Number of rainy days
مجموع بارندگی (میلی‌متر)	0	4.5	8.7	294.5	61	73.6	81.5	95.5	Total rainfall (mm)
میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	31.4	26.8	21.5	11.4	5.9	4.9	5.2	10.6	Mean temperatures (°C)
میانگین رطوبت (%)	16	24	33	70	67	68	68	58	Mean moisture content (%)
سمت باد غالب	W	W	W	SE	SE	SE	SE	SE	Prevailing wind direction
سرعت باد غالب (متر بر ثانیه)	5.2	5.2	4.6	2.8	3.3	3.7	3	3.9	Prevailing wind speed (m/s)
متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه)	4.5	4.6	3.9	2.9	3.1	3.3	3.6	4	Mean wind speed (m/s)
تعداد روزهای غبارآلود	1	3	4	0	0	0	0	3	Number of dusty days

جدول ۲- برخی ویژگی‌های اقلیمی منطقه مورد مطالعه در ۱۰ سال گذشته.

Table 2. Selected climatic characteristics of the study region in the last 10 years.

متغیر Variable	فروردین April	اردیبهشت May	خرداد June	تیر July	مرداد August	شهریور September	مهر October	آبان November	آذر December	دی January	بهمن February	اسفند March	سالیانه Annually
روزهای همراه با بارش Rainy days	9.8	10.6	1.1	0.3	0.1	0.5	2.1	10.3	6.2	7.5	11.1	8.5	68
مجموع بارندگی (میلی‌متر) Total rainfall (mm)	68.6	54	0.6	0.8	0.8	2	11.9	99.3	58.7	56.9	114.4	73.2	534
سمت باد غالب Prevailing wind direction	W	W	W	W	W	W	W	SE	SE	SE	SE	W	W
سرعت باد غالب (متر بر ثانیه) Prevailing wind speed (m/s)	4.5	4	4.5	4.5	4.7	4.8	4.6	3.6	3.3	3.2	3.3	4.1	4.1
متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه) Mean wind speed (m/s)	3.7	3.6	4	3.8	4	4.1	3.8	3.4	3.4	3.2	3.3	3.6	3.7



## نتایج و بحث

فرونشست ریزگرد اتمسفری: جدول ۳ نشان می‌دهد که فصل بهار با میانگین ۷-۴ روز غبارآلود، بیش‌ترین و پاییز با میانگین ۱ روز آلوده در بلندمدت کم‌ترین آلودگی را داشته است. با مقایسه تعداد روزهای غبارآلود در طول دوره مطالعه حاضر با آمار بلندمدت، روشن می‌شود که به‌طورکلی میانگین تعداد روزهای غبارآلود در مدت زمان مطالعه حاضر بیش از آمار بلندمدت منطقه بوده است. در این میان فصل بهار ۱۳۹۵ با میانگین ۱۱-۸ روز غبارآلود بیش‌ترین میزان آلودگی و فصول پاییز و زمستان ۱۳۹۴ با میانگین ۳-۲ روز غبارآلود کم‌ترین میزان آلودگی را از نظر غلظت ذرات معلق اتمسفری در منطقه مورد مطالعه داشته‌اند.

نظر به این‌که نمونه‌های مربوط به مناطق روستایی به‌دلیل نزدیکی به زمین‌های کشاورزی و مراتع بدون پوشش گیاهی شرایط متفاوتی از نمونه‌های شهری دارند، برای درک بهتر از وضعیت منطقه، میزان فرونشست به تفکیک برای نقاط روستایی، شهری و کل نقاط نمونه‌برداری شده محاسبه گردید. خلاصه آماری میزان فرونشست ریزگردها در فصول مختلف و کل دوره نمونه‌برداری در جدول ۴ گزارش شده است. بیش‌ترین میزان فرونشست ریزگرد مربوط به فصل بهار با میانگین ۴۳/۴۰ گرم بر مترمربع و کم‌ترین میزان فرونشست ریزگرد مربوط به فصل تابستان با میانگین ۲۵/۱۶ گرم بر مترمربع بوده است. دلیل کم‌تر

بودن میزان فرونشست ریزگرد در فصل تابستان نبود اطلاعات تیرماه است که با توجه به مطالعات صورت گرفته در مناطق مختلف ایران بیش‌ترین سهم را در میزان فرونشست‌های اتمسفری نسبت به سایر ماه‌های تابستان و همچنین سایر فصول دارد. میانگین میزان فرونشست کل منطقه در طول دوره نمونه‌برداری ۱۱۸ گرم بر مترمربع بوده است. در این میان بیش‌ترین میزان فرونشست در نقاط روستایی در فصل زمستان با میانگین ۸۰/۶۶ گرم بر مترمربع و کم‌ترین میزان فرونشست ریزگرد در نقاط شهری در فصل تابستان و با میانگین ۰۵/۱۴ گرم بر مترمربع محاسبه شده است. در همه فصول نمونه‌برداری، میانگین میزان فرونشست در مناطق روستایی بیش از نقاط شهری بوده است.

با توجه به نقشه موقعیت نقاط نمونه‌برداری در شهرستان (شکل ۱)، می‌توان بالا بودن مقدار گردوغبار محلی (گردوغباری که خاستگاه محلی دارد و در اثر باد از نقاط دیگر به منطقه نفوذ نکرده است) در مناطق روستایی به‌دلیل نزدیکی به زمین‌های کشاورزی و مراتع بدون پوشش گیاهی، ارتفاع کم‌تر نقاط نمونه‌برداری از سطح زمین (به‌دلیل ارتفاع کم‌تر ساختمان‌های روستایی) که موجب بیش‌تر شدن اثر گردوغبار محلی می‌شود و همچنین نزدیکی بیش‌تر این نقاط به کشور عراق که احتمالاً از کانون‌های ریزگردی است، را دلیل بیش‌تر بودن میزان فرونشست در این نقاط دانست.

جدول ۳- میانگین تعداد روزهای غبارآلود طی فصول نمونه‌برداری و نیز در بلندمدت برای منطقه مورد مطالعه.

**Table 3. The average number of dusty days for the sampling seasons and long-term in the study area.**

بهار Spring	زمستان Winter	پاییز Autumn	تابستان Summer	افق دید (متر) Visibility
بلندمدت Long-term	بلندمدت Long-term	بلندمدت Long-term	بلندمدت Long-term	۱۳۹۵ ۲۰۱۶ ۱۳۹۴ ۲۰۱۶ ۱۳۹۴ ۲۰۱۵ ۱۳۹۴ ۲۰۱۵
4-7	8-11	2-3	4-5	کم‌تر از ۵۰۰۰ < 5000
1-2	2-3	0	0-1	کم‌تر از ۱۰۰۰ < 1000

کم‌ترین نرخ فرودنشست ریزگرد مربوط به فصل تابستان ۱۳۹۴ با میانگین ۰/۲۶ گرم بر مترمربع در روز بوده است. میانگین نرخ فرودنشست کل منطقه در کل دوره نمونه‌برداری نیز ۰/۳۸ گرم بر مترمربع در روز بوده است.

خلاصه آماری نرخ فرودنشست گردوغبار در فصول مختلف و کل دوره نمونه‌برداری در جدول ۵ گزارش شده است. بر اساس داده‌های جدول ۵ بیش‌ترین نرخ فرودنشست ریزگردها مربوط به فصل بهار ۱۳۹۵ با میانگین ۰/۴۷ گرم بر مترمربع در روز و

جدول ۴- آمار توصیفی میزان فرودنشست ریزگرد ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) در فصول مختلف برای نقاط روستایی، نقاط شهری و کل منطقه.

**Table 4. Descriptive statistics of the dust deposition amount ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) in various seasons for rural and urban locations and the entire region.**

ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	بیشینه Maximum	کمینه Minimum	منطقه Region	دوره نمونه‌برداری Sampling period
22.33	3.63	16.25	24.73	9.79	کل Entire	تابستان Summer
14.01	2.74	19.56	24.73	13.76	روستایی Rural	۱۳۹۴ (تیر و شهریورماه) Summer
15.74	2.21	14.05	18.72	9.79	شهری Urban	(August & September) 2015
21.77	4.97	22.82	31.48	15.08	کل Entire	پاییز ۱۳۹۴ Autumn 2015
15.12	4.10	27.11	31.48	15.99	روستایی Rural	
15.64	3.12	19.96	24.76	15.08	شهری Urban	
21.51	8.42	39.14	56.02	20.32	کل Entire	زمستان ۱۳۹۴ Winter 2016
13.68	6.40	46.80	56.02	32.00	روستایی Rural	
14.86	5.06	34.03	40.65	20.32	شهری Urban	
24.75	10.01	40.43	62.53	17.47	کل Entire	بهار ۱۳۹۵ Spring 2016
27.31	11.59	42.43	62.53	17.47	روستایی Rural	
22.64	8.85	39.09	55.48	21.35	شهری Urban	
20.05	6.16	118	174	66	کل Entire	کل دوره Whole period

جدول ۵- آمار توصیفی نرخ فرونشست ریزگرد ( $\text{gr}/\text{m}^2.\text{day}$ ) در فصول مختلف و کل دوره نمونه برداری.

**Table 5. Descriptive statistics of the dust deposition rate ( $\text{gr}/\text{m}^2.\text{day}$ ) in various seasons and the entire period of sampling.**

ضریب تغییرات (%) Coefficient of variation	انحراف معیار Standard deviation	میانگین Mean	بیشینه Maximum	کمینه Minimum	دوره نمونه برداری Sampling period
22.13	0.58	0.26	0.40	0.16	تابستان ۱۳۹۴ Summer 2015
21.58	0.60	0.28	0.38	0.18	پاییز ۱۳۹۴ Autumn 2015
21.50	1.00	0.46	0.67	0.24	زمستان ۱۳۹۴ Winter 2016
24.68	1.16	0.47	0.73	0.20	بهار ۱۳۹۵ Spring 2016
19.89	0.75	0.38	0.56	0.21	کل دوره Whole period

مترمربع در روز در زوریخ (سوئیس) و  $0/35$  گرم بر مترمربع در روز در آلمان تا  $2/4$  گرم بر مترمربع در روز در آفریقای جنوبی متغیر است (۹). چنانچه غلظت ذرات ریزگرد در منطقه مورد مطالعه با استاندارد تعریف شده در زوریخ (سوئیس) مقایسه شود (این آستانه در زوریخ  $0/2$  گرم بر مترمربع در روز تعریف شده و مقادیر بیش از آن در محدوده هشدار و خطر قرار می‌گیرند)، غلظت ذرات ریزگرد در کل دوره نمونه برداری در منطقه مورد مطالعه نزدیک به ۲ برابر این آستانه می‌باشد (۹). با توجه به اطلاعات گردآوری شده از سازمان هواشناسی استان، پراکنش ریزگردها در طول زمان یکسان نبوده و بیشترین میزان ذرات معلق مربوط به برخی روزها و تحت تأثیر سامانه‌های طوفان گردو خاک وارد شده به کشور از کشورهای همسایه مانند عراق و سوریه بوده است. بنابراین می‌توان گفت که شدت آلودگی ذرات ریزگرد در روزهای غبارآلود منطقه بسیار بیش‌تر از آستانه تعریف شده برای زوریخ بوده است.

در جدول ۶ مقدار فرونشست ریزگرد در منطقه مورد مطالعه با برخی نقاط ایران و جهان مقایسه شده است. همان‌گونه که در جدول مشاهده می‌شود میانگین فرونشست ریزگردها در منطقه طی ۱۱ ماه بررسی انجام شده  $0/38$  گرم بر مترمربع در روز بوده است. به‌طور کلی فرونشست ریزگرد در شهرستان جوانرود در مقایسه با کشورهای اروپایی بسیار بیش‌تر بوده و همچنین بیش از برخی از نقاط حاشیه کویر در ایران بوده است که بیانگر ورود مقدار زیادی ریزگرد از کشورهای همسایه به خاک‌های این شهرستان می‌باشد.

حداقل غلظت ریزگرد که برای سلامت انسان مضر می‌باشد، تحت عنوان آستانه شناخته می‌شود. در سراسر جهان آستانه‌های مختلفی برای قرار گرفتن در معرض ریزگردها تعریف شده است اما متأسفانه تا به حال آستانه‌ای برای آسیا و کشورهای خاورمیانه تعریف نشده است. آستانه‌های تعریف شده از  $0/14$  گرم بر مترمربع در روز در استرالیا،  $0/2$  گرم بر

جدول ۶- میانگین روزانه نرخ فرودنشست گردوغبار اتمسفری ( $\text{gr/m}^2.\text{day}$ ) در مطالعه حاضر در مقایسه با مطالعات پیشین.

**Table 6. The daily mean of the atmospheric dust deposition rate ( $\text{gr/m}^2.\text{day}$ ) in the present study in comparison with the previous studies.**

منبع Reference	طول دوره Period duration	نرخ فرودنشست Deposition rate	منطقه Region
(22)	۱۵ سال 15 year	0.70-1.01	گانسو، چین Gansu, China
(19)	یک سال 1 year	0.77	لیبی Libya
(2)	۳ ماه 3 month	0.64	کرمانشاه Kermanshah
مطالعه حاضر Present study	سه ماه بهار 3 month, spring	0.47	جوانرود Javanrood
مطالعه حاضر Present study	۱۱ ماه 11 months	0.38	جوانرود Javanrood
(11)	۷ ماه 7 month	0.29	کرمان Kerman
(14)	۳ سال 3 year	0.24	لهستان Poland
(5)	یک سال 1 year	0.21	زیان، چین Xian, China
(18)	یک سال 1 year	0.17	اصفهان Esfahan
(3)	۳ سال 3 year	0.04	اسپانیا Spain
(15)	۱۰ ماه 10 month	0.020-1.19	نیوزیلند New Zealand

با توجه به نتایج، نرخ فرودنشست ریزگرد با ارتفاع نقاط نمونه‌برداری از سطح دریا دارای همبستگی منفی و معنی‌دار (در سطح ۱٪) بوده است و با افزایش ارتفاع نقاط از سطح دریا میزان فرودنشست کاهش یافته است. در ارتباط با تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر میزان رخداد طوفان‌های گردوغبار، زنگنه (۱۳۹۳) با بررسی آب و هواشناسی طوفان‌های گردوغبار در ایران بیان کرد که این پدیده در دشت‌ها نسبت به نواحی کوهستانی و در بیابان‌ها نسبت به حواشی آن میزان رخداد بیش‌تری دارد (۲۳).

رابطه نرخ فرودنشست ریزگردها با برخی ویژگی‌های اقلیمی و مکانی: جهت آگاهی بیش‌تر از تأثیر برخی عوامل اقلیمی از جمله سرعت باد غالب، جهت وزش باد، میانگین درصد رطوبت، میزان بارندگی و میانگین دمای منطقه و نیز ویژگی‌های مکانی از جمله ارتفاع نقاط از سطح دریا و فاصله نقاط از کشور عراق (به‌عنوان یکی از کانون‌های احتمالی ریزگرد) بر میزان فرودنشست گردوغبار در منطقه مورد مطالعه، آزمون همبستگی پیرسون بین میانگین نرخ فرودنشست گردوغبار در کل دوره نمونه‌برداری و پارامترهای ذکر شده انجام گرفت که نتایج آن در جدول ۷ آمده است.

و معنی‌دار (در سطح ۱٪) بوده و با افزایش فاصله از مرز، میزان فرونشست کاهش یافته است. بنابراین می‌توان کشور عراق را به‌عنوان یکی از کانون‌های احتمالی ریزگرد در این منطقه در نظر گرفت.

با نزدیکی به نقاط مرزی غربی میزان فرونشست ریزگرد افزایش یافته است (به‌ویژه در مناطق روستایی نزدیک مرز ایران با عراق). به‌عبارتی فاصله از کشور عراق با نرخ فرونشست ریزگرد دارای همبستگی منفی

جدول ۷- ضرایب همبستگی پیرسون بین نرخ فرونشست ریزگرد با برخی ویژگی‌های اقلیمی و مکانی.

Table 7. Pearson correlation coefficients among the dust deposition rate with some feautre.

ویژگی Feature	ارتفاع از سطح دریا Elevation	فاصله از مرز غربی Distance from the western border	سرعت باد غالب Prevailing wind speed	جهت باد Wind direction	میانگین رطوبت Mean moisture	میانگین بارندگی Mean rainfall	میانگین دما Mean temperature
نرخ فرونشست ریزگرد Dust deposition rate	-0.75**	-0.82**	0.64*	0.73**	-0.55	-0.48	0.12

رخداد طوفان‌های گردوغبار و غلظت ذرات معلق اتمسفری با سرعت و جهت باد اشاره کرده‌اند (۸، ۱۶ و ۲۰).

بین نرخ فرونشست ریزگرد با میانگین رطوبت و میزان بارندگی منطقه همبستگی منفی وجود داشت اگرچه این همبستگی معنی‌دار نبود. به‌عبارتی پدیده ریزگرد و آلودگی از نظر غلظت ذرات معلق اتمسفری در روزهای مرطوب و بارانی منطقه نیز مشاهده گردید. مهربابی و همکاران (۱۳۹۴) نیز پس از بررسی رابطه عوامل اقلیمی با فرونشست‌های اتمسفری بیان کردند که تعداد روزهای غبارآلود رابطه معنی‌داری با میانگین درصد رطوبت و میانگین دمای منطقه نداشته، بلکه بیش‌تر به شرایط منبع کانون جوشش ریزگردی (شبه‌جزیره عربستان و تا حدودی کشور عراق) وابسته بوده است. اما آن‌ها همچنین اشاره کردند که در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه بیش‌ترین تعداد روزهای غبارآلود مربوط به سال‌هایی است که کم‌ترین میزان بارندگی را داشته‌اند (۱۶). عبدویس و همکاران (۱۳۹۰) نیز با بررسی تأثیر کاهش بارندگی بر فراوانی رخدادهای پدیده طوفان گردوخاک در خوزستان بیان

نتایج مهربابی و همکاران (۱۳۹۴) از بررسی رابطه بین پارامترهای اقلیمی و رخداد طوفان گردوخاک در خوزستان نیز بیانگر همبستگی منفی بین فاصله از کانون ریزگرد (شبه‌جزیره عربستان) و میزان فرونشست‌های اتمسفری بود (۱۶).

نتایج آزمون همبستگی بین سرعت باد غالب و فرونشست ریزگرد نشان داد که با افزایش سرعت باد غالب در منطقه، میزان ته‌نشست ذرات نیز افزایش می‌یابد و همبستگی بین این دو پارامتر در سطح ۵٪ معنی‌دار بوده است. همچنین بعد از انجام آزمون همبستگی بین جهت باد غالب منطقه (بادهای غربی و جنوب‌شرقی) و میزان فرونشست مشاهده شد که میزان فرونشست ریزگرد با بادهای غربی همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱٪ و با بادهای جنوب شرقی همبستگی منفی و معنی‌دار (در سطح ۱٪) داشته است. بنابراین احتمالاً می‌توان گفت زمانی که بادهای منطقه در جهت غربی می‌وزند زمینه را برای ورود ریزگردها از کشورهای همسایه فراهم می‌کنند و غلظت ذرات معلق در اتمسفر منطقه افزایش می‌یابد. پژوهشگران دیگر نیز در مطالعات خود به ارتباط بین

آماري سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۸۷ بيان کرد که بیش‌ترین فراواني رخدادهاي طوفان گردوخاک در ايران مربوط به گردوغبار معلق در هوا بوده که دارای خاستگاهی دورتر از مناطق مورد مطالعه و به‌عبارتی منشأ فرامحلی بوده‌اند (۲۳). از طرفی در مطالعه حاضر تعداد روزهای غبارآلود به‌صورت ماهانه و با آمار بارندگی ماهانه مقایسه شده است. بنابراین برای درک بهتر و بیش‌تر نیاز به مطالعات دقیق‌تری روی ارتباط پارامترهای اقلیمی و میزان رخداد طوفان گردوخاک در منطقه وجود دارد.

### نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه بیانگر فرونشست مقادیر زیادی ریزگرد (به‌طور میانگین ۱۳۷۶ کیلوگرم بر هکتار در سال) در منطقه بود که سبب نگرانی‌های بسیاری در زمینه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و همچنین سلامت انسان و جانوران است. با توجه به نتایج، تعداد روزهای غبارآلود و شدت آلودگی در منطقه نسبت به دوره زمانی بلندمدت افزایش یافته است. میزان فرونشست در مناطق روستایی بیش‌تر از نقاط شهری بود که دلیل آن نزدیکی به زمین‌های کشاورزی و مراتع بدون پوشش و همچنین فاصله کم‌تر نقاط روستایی با کشور عراق (که احتمالاً یکی از منابع اصلی طوفان‌های گردوغبار در کشور می‌باشد) است. مقادیر فرونشست ریزگرد با عوامل اقلیمی جهت و سرعت باد، میانگین رطوبت و میزان بارندگی و نیز ارتفاع از سطح دریا و فاصله از مرز غربی (کشور عراق) همبستگی داشت که نشان از اثر مستقیم عوامل اقلیمی و نیز نقش کشور عراق در رخداد طوفان گردوخاک دارد. برای کاهش اثرات زیان‌بار ریزگردها و پیش‌گیری و کنترل رخدادهاي طوفان گردوخاک در منطقه، انجام اقداماتی عملی در سطوح محلی، ملی و بین‌المللی و در کوتاه‌مدت بسیار ضروری است.

کردند که بیش‌ترین تعداد روزهای غبارآلود در سال‌های با کم‌ترین میزان بارندگی بوده است (۱). زنگنه (۱۳۹۳) نیز علت افزایش چشم‌گیر پدیده طوفان گردوخاک در سال‌های اخیر را عواملی مانند خشک بودن برخی مناطق بیابانی (نواحی جنوب عراق، شمال صحرای عربستان، جنوب‌شرق سوریه و شمال آفریقا) به‌علت کمبود بارندگی در بازه زمانی درازمدت بیان کرد (۲۳).

فنگجیان و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی رابطه بین رخدادهاي طوفان گردوخاک و عوامل آب‌وهوایی در شمال چین بیان نمودند که بین مقدار ریزگردها و رطوبت نسبی منطقه همبستگی منفی وجود دارد. آن‌ها همچنین بیان کردند که باران از عوامل تأثیرگذار بر پدیده طوفان گردوخاک بوده و بین مقدار بارندگی و رخدادهاي ریزگردی همبستگی منفی و معنی‌دار (در سطح ۱٪) وجود دارد (۸). دلیل وجود همبستگی بین میزان روزهای غبارآلود و میانگین درصد رطوبت و بارندگی را می‌توان به محل مطالعه آن‌ها نسبت داد زیرا که شمال چین جزو مناطق کانون ریزگرد در جهان به‌شمار می‌آید و بر خلاف منطقه مورد مطالعه حاضر که جزو مناطق تحت‌تأثیر رخدادهاي طوفان گردوخاک ناشی از حرکت توده‌های ریزگردی از کشورهای همسایه است، مناطق شمال چین خود به‌عنوان منبعی مستعد برای تولید توده‌های عظیم ریزگرد در جهان شناخته شده‌اند. بنابراین طبیعی است که در نواحی منبع تولید توده‌های ریزگردی بین درصد رطوبت و بارندگی با تولید غبار همبستگی منفی وجود داشته باشد. بنابراین معنی‌دار نشدن رابطه تعداد روزهای غبارآلود در مطالعه حاضر با میزان بارندگی را می‌توان به‌علت ورود غبارهای خارجی به منطقه و البته نبود آمار بلندمدت و همچنین آمار روزانه در منطقه نسبت داد. زنگنه (۱۳۹۳) نیز با واکاوی آماری میزان رخداد طوفان گردوخاک در دوره

## منابع

1. Abdeveis, S., Zakeri, M., Neierirad, V., and Zohrabi, N. 2010. Study on effect of reduced precipitation on the frequency of dust phenomenon in Khuzestan province. First International Congress of the dust phenomenon and deal with its harmful effects. Ahvaz, Iran, 26-28 February. (In Persian)
2. Ahmadi Doabi, Sh., Karami, M., and Afyuni, M. 2016. Regional-scale fluxes of zinc, copper and nickel into and out of the agricultural soils of the Kermanshah province in western Iran. *Environ. Monit. Assess.* 188: 4. 1-18.
3. Avila, A., Alarcon, M., and Queralt, M.I. 1997. The chemical composition of dust transported in red rainsits contribution to the biogeochemical cycle of a HolmOak Forest in Catalonia (Spain). *Atmos. Environ.* 32: 2. 179-191.
4. Azizi, Gh., Miri, M., and Nabavi, S.A. 2012. Tracking the dust phenomenon in the western half of Iran. *J. Geogr. Studies Arid Zones.* 2: 7. 63-81. (In Persian)
5. Cao, Z., Yang, Y., Lu, J., and Zhang, C. 2011. Atmospheric particle characterization, distribution, and deposition in Xian, Shaanxi Province, Central China. *Environ. Pollut.* 159: 577-584.
6. Eslami, A., Atafar, Z., Pirsahab, M., and Asadi, F. 2013. The trend of the concentration of suspended particles (PM<sub>10</sub>) and determining the air quality index from 2005 to 2013 in Kermanshah. *J. Health Feild.* 2: 1. 19-28. (In Persian)
7. Falah, M., Vafaie, A., Kheirkhah, M., and Ahmadi, F. 2014. Synoptic monitoring and analysis of the dust phenomenon using Remote Sensing and GIS (Case Study: Dust June 18, 2012). *J. Geogr. Inf. Stud.* 23: 69-80. (In Persian)
8. Fengjin, X., Zhou, C., and liao, Y. 2008. Dust storms evolution in Taklimakan Desert and its correlation with climatic parameters. *J. Geogr. Sci.* 18: 514-425.
9. Groll, M., Opp, C., and Aslanov, I. 2013. Spatial and temporal distribution of the dust deposition in Central Asia—results from a long term monitoring program. *Aeol. Res.* 9: 49-62.
10. Hojati, S., Khademi, H., Cano, A.F., and Landi, A. 2012. Characteristics of dust deposited along a Transect between Central Iran and the Zagros Mountains. *Catena.* 88: 27-36.
11. Jafari, F., and Khademi, H. 2013. Evaluation of atmospheric dust subsidence in the city of Kerman. *J. Soil Water Sci.* 18: 207-216. (In Persian)
12. Karimdoost, Sh., and Ardebili, L. 2009. Study the dust phenomenon and its environmental impacts. The Fourteenth Congress of the Geological Society of Iran and the twenty-eighth Symposium of Geosciences, Urmia University, Urmia, Iran, 27-25 September. (In Persian)
13. Karimi, M., and Shokoohi, K. 2010. Interaction atmospheric circulation and land cover in the mechanism of the formation and spread of summer dust storms in the Middle East (July 1388 Storm dust). *J. Physiography.* 78: 113-130. (In Persian)
14. Krolak, E. 2000. Heavy metals in falling dust in Eastern Mazowieckie Province. *J. Environ. Stud.* 9: 517-522.
15. Marx, S.K., and McGowan, H.A. 2005. Dust transportation and deposition in a super humid environment, westcoast, south Island, New Zealand. *Catena.* 59: 147-171.
16. Mehrabi, Sh., Soltani, S., and Jafari, R. 2015. The relationship between climatic parameters and the occurrence of dust (Case study: Khuzestan). *J. Soil Water Sci.* 7: 69-80. (In Persian)
17. Nazari, Z., Khorasani, N.A., Feiznia, S., and Karami, M. 2013. Investigation of temporal variations of PM10 concentration and influence of meteorological parameters on it during 2005-2010. *J. Natur. Environ.* 66: 101-111. (In Persian)
18. Nowroozi, S., and Khademi, H. 2015. Spatial and temporal distribution of dust deposition rates in Isfahan population and its relationship with climate parameters. *J. Soil Water Sci.* 72: 149-161. (In Persian)
19. O'Hara, S.L., Clarke, M.L., and Elatrash, M.S. 2000. Field measurements of desert dust deposition in Libya. *Atmos. Environ.* 40: 3881-3897.
20. Rezaie, A., Rezaie, M., and Sayadi, M.H. 2012. Qualitative and quantitative study of air pollution and its relation to climate factors in Birjand in 1391. *J. Commun. Health.* 7: 4. 62-65. (In Persian)

21. Shamsavani, A. 2011. Process analysis of dust entering to Iran with an emphasis on Khuzestan province. *Hakim Res. J.* 15: 3. 192-202. (In Persian)
22. 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.
23. Zangane, M. 2013. Climatology of dust storms in Iran. *J. Appl. Climatol.* 1: 1. 1-12. (In Persian)
24. Zheng, Y.M., Chen, T.B., and He, J.Z. 2008. Multivariate geostatistical analysis of heavy metals in top soils from Beijing, China. *J. Soil Sediment.* 8: 1. 51-58.
25. Zolfaghari, H., and Abedzade, H. 2005. Synoptic analysis of dust systems in the West of Iran. *J. Geograph. Dev.* 3: 6. 173-188. (In Persian)





Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Water and Soil Conservation, Vol. 24(6), 2018*

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2017.12528.2723

## **Atmospheric dust deposition trend and its relation with selected climatic and spatial factors in Javanrood township**

**F. Ghaderi<sup>1</sup>, \*M. Karami<sup>2</sup>, P. Shekaari<sup>2</sup> and A. Jafari<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc., Dept. of Soil Science and Engineering, Razi University, Kermanshah,

<sup>2</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Razi University, Kermanshah,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Soil Science and Engineering, Shahid Bahonar University of Kerman

Received: 08/23/2016; Accepted: 12/30/2017

### **Abstract**

**Background and Objectives:** As a natural phenomenon, dust storm occurs in all climatic conditions, however, as a typical feature of arid and semi-arid climate, causes severe problems in infrastructures and activities of human society such as agriculture, transportation and industries. Dust storm is a phenomena that has a high frequency of occurrence in some parts of the world, especially in the Middle East. Dust storm occurrence in this region has been increased in the past decade, even in the humid months of the year. Studies on dust storms in Iran have shown that many environmental factors contribute to occurrence of this phenomenon and its long-term stability besides the natural factors. The objective of this study was to investigate the dust deposition rate during a one-year period and its relationship with selected climatic and spatial factors, in Javanrood township.

**Materials and Methods:** This study was carried out in an area of about 5500 hectares in Javanrood township, located in Kermanshah province. Since the beginning of August 2015 until the end of June 2016, dust samples were collected at the end of each season, from 35 sampling points randomly distributed throughout the township, including 21 points located in the urban and 14 points located in the rural areas. Dust deposition rate was calculated by dividing the mass of dust on the sampler surface and the sampling period. Dust deposition rate relationship with selected climatic parameters such as prevailing wind speed, wind direction, humidity, rainfall and mean temperature (provided by Meteorological Organization) and spatial parameters such as distance from the western border of the country (assuming that Iraq country is one of the dust resources in this region) and the elevation (above sea level) were examined using Pearson correlation test.

**Results:** The average rate of dust deposition was  $0.38 \text{ gr m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  ( $1376 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ) in the study area. In terms of time, spring season had the highest rate of deposition with an average of  $0.47 \text{ gr m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  and summer had the lowest rate with an average of  $0.26 \text{ gr m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ . Considering the spatial aspect, rural areas in winter had the highest rate of deposition with an average of  $0.52 \text{ gr m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ , while, urban areas in summer had the lowest amount of deposition rate of  $0.23 \text{ gr m}^{-2} \text{ day}^{-1}$  in average. Results indicated that the amount of dust deposition in the study area is higher than defined standard levels for most parts of the world. The dust deposition in the rural parts was greater than urban parts, probably because of the adjacency to the dust source areas. The dust deposition rate decreased with increasing in elevation. It had positive and significant correlations with direction and speed of wind (at  $P < 0.01$  and  $0.05$ , respectively) and negative correlations with humidity and rainfall means.

---

\* Corresponding Author; Email: mahinkarami@yahoo.com

**Conclusion:** It seems that the differences among the values of dust deposition, were resulted from local dust events, the elevation differences, the distance from Iraq border, differences in sampling platforms height and also adjacency to the farmlands and uncovered pastures. High levels of atmospheric dust deposition in the region and its relation with climatic factors, is probably due to the simultaneous effects of local and regional (which is created in neighboring countries and transported to the area) dust storm events.

**Keywords:** Deposition rate, Atmospheric dust, Elevation, Climatic factors, Javanrood