

## بررسی پتانسیل خاک کرمانشاه در ایجاد ذرات معلق با استفاده از کاربرد گل توفان و گلباد

زینب نظری<sup>\*۱</sup>

[nazarizeinab4@gmail.com](mailto:nazarizeinab4@gmail.com)

نعمت الله خراسانی<sup>۲</sup>

سادات فیض نیا<sup>۳</sup>

محمود کرمی<sup>۴</sup>

تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۰۶

### چکیده

زمینه و هدف: در سال‌های اخیر، ذرات معلق به عنوان یکی از آلاینده‌های هوا (خواه با منشأ طبیعی و خواه با منشأ مصنوعی) توجه زیادی را به خود معطوف کرده‌اند. در این مطالعه، هدف بررسی پتانسیل خاک کرمانشاه در ایجاد ذرات معلق با استفاده از گل توفان و گلباد می‌باشد.

روش بررسی: جهت ترسیم گلبادها و گل توفان‌ها از داده‌های هواشناسی و نرم افزار WRPLOT view استفاده شده‌است. همچنین، به منظور بررسی جهت باد در روزهای گردوغبار از داده‌های سازمان هواشناسی کشور و همچنین، برای بررسی تأثیر پارامترهای هواشناسی همانند درصد باد آرام و درصد باد غالب از روش‌های آماری همچون بررسی رابطه رگرسیون، ضریب پیرسون استفاده شده است. همچنین، روند تغییرات سالانه و فصلی غلظت ذرات معلق (گردوغبار) به منظور تعیین فصول با فراوانی بیشتر در وقوع گردوغبار بررسی شده‌است.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بادهای شمال غربی تا غربی در تمام فصول می‌وزند و بیشترین فراوانی بادهای غربی است. براساس مقایسه گلبادهای فصل بهار و تابستان، در هر دو فصل بیشترین فراوانی بادهای مربوط به قطاع غربی تا شمال غربی و پس از آن قطاع جنوب شرقی است. بررسی گل توفان‌ها نشان داد که عمدتاً بادهای حاکم در منطقه دارای سرعتی کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه (حدود ۸۰٪) هستند، در بیشتر محدوده مورد مطالعه، بادهای قادر به فرسایش خاک و ایجاد ذرات معلق (گردوغبار) نیستند.

بحث و نتیجه گیری: باید منشأ اصلی ذرات معلق (گردوغبارهای اخیر) را در منطقه مورد مطالعه را در کشورهای همسایه جستجو کرد.

کلمات کلیدی: ذرات معلق، گلباد، گل توفان، نرم افزار WRPLOT view، کرمانشاه

۱- کارشناس ارشد مهندسی منابع طبیعی \_ محیط زیست، دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران (مسئول مکاتبات)

۲- استاد گروه محیط زیست، دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

۳- استاد گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

۴- استاد گروه محیط زیست، دانشکده پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

## Investigation of Soil Potential in Production of Aerosols Using Wind Rose and Storm Rose (Case Study: Part of Kermanshah Province)

Zeinab Nazari\*<sup>1</sup>

[nazarizeinab4@gmail.com](mailto:nazarizeinab4@gmail.com)

Nematollah Khorasani<sup>2</sup>

Sadat Feiznia<sup>3</sup>

Mahmoud Karami<sup>4</sup>

Received: February 24, 2017

Accepted: November 1, 2019

### Abstract

**Background and Purpose:** Recently, aerosols as one of the air pollutants (with natural or anthropogenic sources) have received increasing attention. In this study, the purpose is investigation of soil potential in production of dust (aerosol) storms using wind rose and storm rose.

**Material and Methodology:** Meteorological data and WRPLOT view software were used to draw the wind rose and hurricanes. Also, in order to study the wind direction on dusty days, the data of the Meteorological Organization and also to investigate the effect of meteorological parameters such as gentle wind percentage and prevailing wind percentage, statistical methods such as regression relationship, Pearson coefficient have been used. Also, the trend of annual and seasonal changes in the concentration of suspended particles (dust) has been studied in order to determine the seasons with the highest frequency of dust occurrence.

**Results:** The results indicated that winds blow from northwestern and west in all seasons. The highest frequency of winds is western. The wind roses of spring and summer indicated that the most frequent direction of prevailing winds are western to northwestern. Southeastern direction comes in next level. These storms are more frequent in winter and autumn seasons. Also, investigation of storm roses demonstrated that dominant winds have speed of less than 4.5 meter per second (80%). This research shows that in study area, winds cannot erode the soil and product the aerosols.

**Discussion and Conclusion:** Therefore, the main source of recent dust must be searched in the neighboring countries.

**Keywords:** Aerosols (Dust), Wind Rose, Storm Rose, WRPLOT View Software

---

1- Master of Science of Environmental Engineering, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Tehran

2- Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran, Tehran

3- Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran

4- Professor, Faculty of Agricultural and Natural Resources, University of Tehran

## مقدمه

در سال‌های اخیر، ذرات معلق به عنوان یکی از آلاینده‌های هوا (خواه با منشأ طبیعی و خواه با منشأ مصنوعی) توجه زیادی را به خود معطوف کرده‌اند، این امر به دلیل نقش آنها در تغییر آب و هوای جهانی، ایجاد مسائل آلودگی و خطرات بهداشتی است. ذرات معلق در جذب و پراکنش تابش‌های ورودی خورشید تأثیر دارند و مستقیماً در تعادل تابشی اختلال ایجاد می‌کنند و همچنین، به عنوان هسته تراکم قطرات ابر، تشکیل ابر و بارش را می‌توانند تحت تأثیر قرار دهند (۱). ذرات معلق در هوا به آن دسته از مواد پراکنده جامد یا مایع اطلاق می‌شود که اندازه آنها از قطر یک مولکول ( $2/000$  میکرو متر) بزرگتر و از  $500$  میکرو متر کوچکتر باشند. اندازه ذرات و ترکیب شیمیایی آنها مانند غلظت آنها در هوا از ویژگی مهم این مواد به شمار می‌رود (۲). ذرات معلق هم دارای منشأ انسانی و هم منشأ طبیعی هستند. منشأ انسانی شامل خروجی وسایل نقلیه، انتشارات وابسته به وسایل نقلیه همانند ترمز کردن اتومبیل‌ها، سوختن سوخت‌های فسیلی و منشأ طبیعی شامل گردوغبار معدنی بیابان‌ها، گردوخاک ناشی از زمین‌های کشاورزی، خاکستر حاصل از آتشفشان‌ها و املاح دریایی می‌باشند (۳). پارامترهای جوی مانند سرعت و جهت باد، تغییرات دما با افزایش ارتفاع از سطح زمین، رطوبت نسبی و غیره، آلاینده‌های هوا را تحت تأثیر قرار داده و باد با حرکت افقی آلاینده‌ها را حمل و جابجا می‌نماید. غلظت آلاینده‌ها در سطح زمین اساساً به سرعت و جهت باد بستگی دارد (۴).

در یک پهنه، مشاهده تغییرات مکانی حمل توسط باد در نتیجه تغییرات فاکتورهای غالب فرسایش‌پذیر چون ویژگی‌های خاک، خشونت سطح، توپوگرافی، پوشش گیاهی، پوسته خاک و مدیریت زمین می‌باشد (۵) به همین دلیل این نوع فرسایش تحت تأثیر شرایط اتمسفری ( باد، بارش و درجه حرارت)، ویژگی‌های خاک (بافت، ترکیب و تراکم خاک) و نوع کاربری اراضی می‌باشد، به منظور درک و تفسیر هر شرایطی ضروری است که این عوامل موثر شناخته شوند (۶).

یکی از ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌های تجزیه و تحلیل بادهای در یک منطقه استفاده از گلباد می‌باشد که در واقع سمت، سرعت و فراوانی بادهای را در جهات مختلف نشان می‌دهد. در حقیقت به منظور نمایش فراوانی نسبی سرعت‌های مختلف باد در جهات مختلف و در یک دوره معین، از گلباد استفاده می‌شود (۷).

اختصاصی (۸) و صارمی‌نائینی (۹) نشان دادند که در تحلیل داده‌های بادسنجی، به منظور مطالعات فرسایش بادی، صرفاً نمی‌توان به سمت و سرعت باد و در حقیقت ترسیم گلباد اکتفا نمود. بلکه دخالت دادن خصوصیات فیزیکی خاک از جمله سرعت آستانه فرسایش‌پذیری خاک نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. لذا برای این منظور نمودار دیگری تحت عنوان گل‌توفان تعریف و مورد بررسی قرار گرفت که قادر است فراوانی و سرعت بادهای با قابلیت ایجاد گردوخاک و غبارناکی را بهتر از گلباد نشان دهد. گل‌توفان نوعی گلباد است که بین کالبد فضایی باد و زمین پیوند برقرار نموده و بدین ترتیب با دخالت دادن سرعت آستانه فرسایش خاک، بادهای مؤثر در شکل‌گیری توفان‌های گردوغبار را نسبت به بقیه بارز می‌سازد. در گل‌توفان بر خلاف گلباد، جهت تجزیه و تحلیل بادهای منطقه، کلیه بادهای با سرعت کمتر از سرعت آستانه فرسایش به عنوان باد آرام در نظر گرفته شده و در نتیجه تنها بادهایی در ترسیم گل‌توفان نقش پیدا می‌کنند که دارای سرعتی بیشتر از سرعت آستانه فرسایش باشند.

بررسی توفان‌های گرد و غبار شهرستان دامغان نشان داد که جهت وزش بادهای فرساینده شمال‌غربی است و بادهای توفان‌های زا و تولیدکننده گردوخاک کمتر از  $40$  درصد دیده بانی‌ها را نسبت به کل دفعات دیده بانی را شامل می‌شود (۱۰). حنیفه‌پور و همکاران به بررسی پارامترهای اقلیمی ( بارش، دما، تبخیر، تعرق و باد) در منطقه دامغان پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان داد که در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر درصد وقوع بادهای توفان‌زا، درجه حرارت و تبخیر و تعرق نسبت به

۳۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۱۰ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۷ دقیقه عرض شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است. در این تحقیق، به منظور بررسی جهت باد در روزهای گردوغبار از داده‌های سازمان هواشناسی کشور و همچنین، برای بررسی تأثیر پارامترهای هواشناسی همانند درصد باد آرام و درصد باد غالب از روش‌های آماری همچون بررسی رابطه رگرسیون، ضریب پیرسون استفاده شده است. همچنین، روند تغییرات سالانه و فصلی غلظت ذرات معلق (گردوغبار) در طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۴ به منظور تعیین فصول با فراوانی بیشتر در وقوع گردوغبار بررسی شده است. بدین منظور، اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه در طی دوره آماری ۱۳۸۹-۱۳۸۴ و نمونه‌های غلظت ذرات معلق<sup>۱</sup> از ایستگاه کنترل کیفی هوا در کرمانشاه به صورت همزمان جمع‌آوری شده و سپس به منظور تحلیل داده‌ها از نرم افزار تحلیل داده‌ها (SPSS, EXCEL) استفاده گردیده است. در این مطالعه، داده‌های بادسنجی در ایستگاه‌های هواشناسی (سینوپتیک) در منطقه مورد مطالعه که شامل شهرستان‌های کرمانشاه، اسلام‌آبادغرب، سرپل‌ذهاب در یک دوره آماری مناسب (۲۰۰۶-۱۹۸۶)، گیلانغرب، قصرشیرین (۲۰۰۹-۲۰۰۵) می‌باشد، جهت ترسیم گلباد و گل‌توفان استفاده گردید.

به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های بادسنجی از نرم افزار مربوطه (WRPLOT View) که برای انجام محاسبات آماری باد و رسم گلباد طراحی شده، استفاده شد. با توجه به اینکه این نرم افزار برای محاسبه و ترسیم گلباد از فرمت‌های خاصی استفاده می‌کند، از این رو به منظور خوانا کردن داده‌های بادسنجی جمع‌آوری شده از ایستگاه‌های مختلف هواشناسی سینوپتیک برای این نرم افزار از دو برنامه یا نرم افزار تولید داخل دیگر (Convert, Sabawind) استفاده شد، تا داده‌های بادسنجی ایران را به فرمت قابل استفاده برنامه ترسیم گلباد تبدیل کند (۱۶).

میزان بارندگی بیشتر از سایر ماه‌ها است، در ماه‌های مرداد و شهریور درجه حرارت بیش از سایر ماه‌هاست که در این ماه‌ها اوج خشکی در منطقه و میزان بارندگی در کمترین مقدار خود است (۱۱).

در تحقیقی در ماهشهر نشان داده شد که ارتباط قوی و محکم بین تمام عناصر اقلیمی با گرد و غبار وجود دارد. بالاترین ضریب همبستگی مربوط به متغیر باد با ۹۵ درصد و همبستگی معکوس با متغیرهای رطوبت و بارش مشاهده می‌شود (۱۲).

اختصاصی و همکاران در مطالعه‌ای نشان دادند که بادهای فرساینده در دشت‌های بیابانی بافق از سمت شمال‌غربی می‌وزند و حدود ۳۹ درصد از منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهند و بادهای دارای سرعت آستانه ۷ تا ۱۶ متر بر ثانیه می‌باشند (۱۳).

وانگ و فانگ در تحقیقی انتشار و جابجایی گردوغبار را از نظر آماری و سینوپتیکی در آسیای شرقی مورد بررسی قرار دادند و دریافتند سیستم‌های سینوپتیکی که به سمت مناطق بیابانی شمال آسیا می‌وزند، اگر در سطح زمین بادهایی با سرعت بیشتر از ۶ متر بر ثانیه ایجاد کنند باعث گسترش توفان‌های گردوغبار می‌شود (۱۴).

بررسی وضعیت گردوغبار کرمانشاه در سال ۱۳۸۸ نشان داد که تعداد روزهای همراه با گردوغبار در شهر کرمانشاه، از ۲۵ روز در سال ۸۱ به حدود ۱۰۸ روز در سال ۸۸ و میانگین افزایش تعداد روزهایی که دید افقی بین ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ متر بوده، از دو روز در سال ۱۳۸۶ به ده روز در سال ۸۸ افزایش یافته است (۱۵). و همچنین، از آنجا که پارامترهای هواشناسی از قبیل سرعت و جهت باد می‌توانند بر میزان غلظت و پراکنش آلاینده‌ها از جمله ذرات معلق مؤثر باشند، به همین دلیل در تحقیق حاضر، هدف بررسی میزان مقاومت خاک در برابر بادهای فرساینده و توانایی آن‌ها در تولید ذرات معلق در منطقه مورد مطالعه، براساس کاربرد گلبادها و گل‌توفان‌ها می‌باشد.

#### مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در محدوده غرب و جنوب‌غربی تا مرکز استان کرمانشاه با مساحت ۸۱۳۸۵۵ هکتار بین ۴۵ درجه و

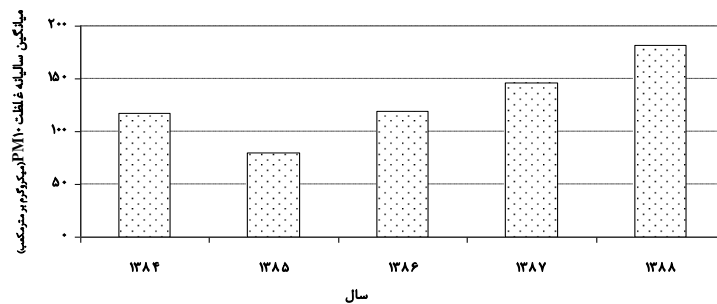
### نتایج

#### بررسی جهت باد در روزهای گردوغبار

بررسی روزهای گردوغباری در بازه زمانی اسفند ۱۳۸۸ تا شهریور ۱۳۸۹ نشان داد که در این بازه زمانی در ۴۱ روز از این بازه گردوغبار رخ داده است که در ۳۵ روز از این روزها جهت باد غربی و شمال غربی و در روزهای دیگر جهت باد شرقی و جنوب شرقی بوده است (۱۷).

#### تغییرات سالانه غلظت ذرات معلق

حداکثر غلظت ذرات معلق مربوط به سال ۱۳۸۸ با میانگین ۱۸۲/۵۲ میکروگرم بر مترمکعب و حداقل غلظت مربوط به سال ۱۳۸۵ با میانگین ۸۰/۲۰ میکروگرم بر مترمکعب می باشد. غلظت ذرات معلق از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۸ (به جز سال ۱۳۸۵) روند افزایش را نشان می دهد (شکل ۲).

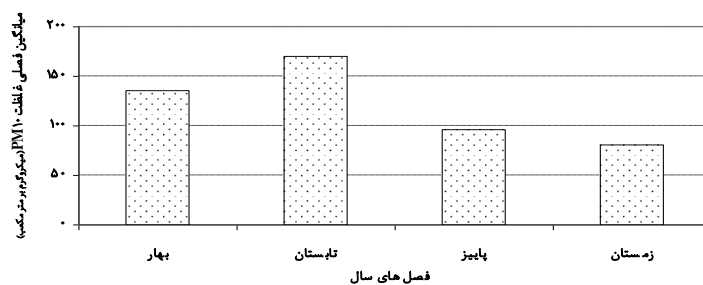


شکل ۲- میانگین سالیانه ذرات معلق طی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۸

باشد. غلظت ذرات معلق در فصول پاییز و زمستان به خصوص در سالهای بدون وقوع گردوغبار پایین است. غلظت ذرات معلق در فصل بهار تا تابستان روند افزایشی و به دنبال آن تا فصل زمستان روند کاهش را نمایش می دهد (شکل ۳).

#### تغییرات فصلی غلظت ذرات معلق

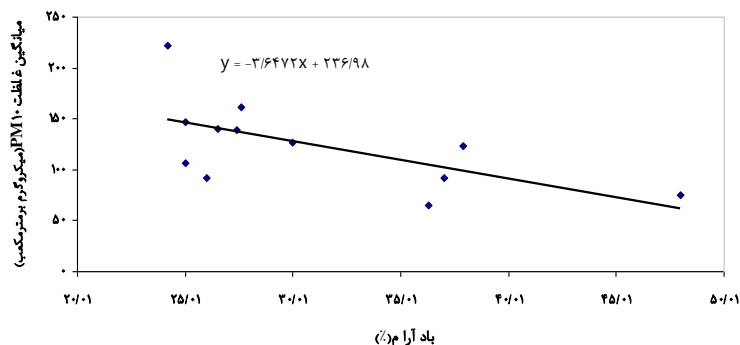
حداکثر غلظت ذرات معلق مربوط به فصل تابستان با میانگین ۲۶۷/۷۹ میکروگرم بر مترمکعب در سال ۱۳۸۸ و فصل بهار با میانگین ۲۰۴/۹۸ میکروگرم بر مترمکعب در سال ۱۳۸۷ می -



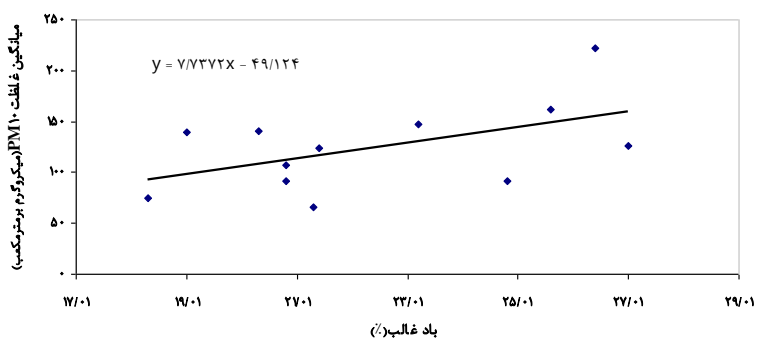
شکل ۳- میانگین فصلی ذرات معلق طی سالهای ۱۳۸۴-۱۳۸۹

بررسی رابطه غلظت ذرات معلق با برخی پارامترهای هواشناسی  
 رابطه رگرسیونی بین پارامترهای هواشناسی با غلظت ذرات-  
 معلق طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۴ در شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نشان  
 داده شده‌است. نتایج آزمون همبستگی پیرسون، ارتباط خطی  
 مستقیم درصد باد غالب ( $P < 0/1, I = 0/52$ ) و سرعت باد غالب

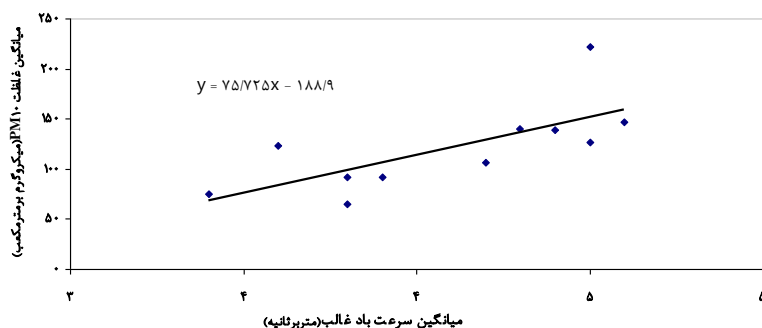
و ارتباط خطی معکوس درصد باد آرام  
 ( $P < 0/1, I = 0/71$ ) با غلظت ذرات معلق را نشان می‌دهد. به-  
 طوری که با افزایش درصد باد غالب و سرعت باد غالب و با  
 کاهش درصد باد آرام، میزان غلظت ذرات معلق نیز افزایش  
 یافته‌است.



شکل ۴- رابطه رگرسیونی بین میانگین ماهیانه درصد باد آرام و غلظت ذرات معلق طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۴



شکل ۵- رابطه رگرسیونی بین میانگین ماهیانه درصد باد غالب و غلظت ذرات معلق طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۴



شکل ۶- رابطه رگرسیونی بین میانگین ماهیانه سرعت باد غالب و غلظت ذرات معلق طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۴

**نتایج بررسی رژیم بادناکی و دسته‌بندی بادهای منطقه به کمک**

**رسم گلباد**

نتایج حاصل از رسم گلباد سالانه ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه نشان می‌دهد که جهت باد غالب منطقه، شرقی تا جنوب شرقی و غرب تا شمال غربی می‌باشد. میانگین سرعت باد ۲/۲۹ متر بر ثانیه و درصد باد آرام ۴۴/۰۹ درصد می‌باشد. همچنین، با توجه به گلبادهای فصلی رسم شده، جهت باد غالب در فصل بهار و تابستان غربی تا شمال غربی است. و همچنین، جهت شدیدترین بادهای (سرعت بیشتر از ۱۱ متر بر ثانیه) در فصل بهار غربی است (شکل ۷). نتایج حاصل از رسم گلباد سالانه و فصلی ایستگاه اسلام‌آباد غرب نشان می‌دهد که جهت باد غالب در فصل بهار و تابستان غربی می‌باشد. میانگین سرعت باد ۱/۶۹ متر بر ثانیه و درصد حالات باد آرام ۶۰ درصد می‌باشد (شکل ۸). همچنین، نتایج حاصل از ترسیم گلباد فصلی سرپل‌ذهاب حاکی از آن است که در فصل تابستان جهت باد غالب غربی است در سایر فصول جهت باد غالب جنوب شرقی می‌باشد. همچنین، بررسی گلباد سالانه این شهرستان نشان داد که جهت باد غالب شمال غربی و میانگین سرعت باد ۲/۸۴ متر بر ثانیه و درصد باد حالات باد آرام ۵۳/۱ درصد می‌باشد. در این شهرستان شدیدترین بادهای در تمام جهات و در تمام فصول می‌وزند، اما بیشترین فراوانی این بادهای مربوط به جهت جنوب

شرقی در فصل بهار است (شکل ۹). نتایج حاصل از رسم گلباد سالانه گیلان غرب نشان داده است که جهت باد غالب شرقی، غربی تا شمال غربی و میانگین سرعت باد ۴/۷۷ متر بر ثانیه و درصد باد حالات باد آرام ۱۶/۳۴ درصد و جهت شدیدترین بادهای، شرقی تا جنوب شرقی می‌باشد. همچنین، با توجه به این گلباد فراوان‌ترین بادهای مربوط به قطاع غربی تا شمال غربی و قطاع شرقی تا جنوب شرقی است (شکل ۱۰). نتایج حاصل از رسم گلباد سالانه قصرشیرین نشان می‌دهد که جهت باد غالب در تمام جهات به جز جنوب شرقی می‌باشد. و سرعت متوسط باد ۲/۶۷ متر بر ثانیه و درصد باد حالات باد آرام ۳۱/۹۳ درصد و جهت شدیدترین بادهای، جنوبی است. با توجه به گلباد سالانه ترسیم شده، می‌توان بیان کرد که فراوان‌ترین بادهای مربوط به قطاع شمال تا شرق و قطاع جنوب تا شمال می‌باشند. نتایج این بخش نشان داد که بادهای قطاع شمال غربی تا غربی در تمام فصول می‌وزند و بیشترین فراوانی بادهای مربوط به قطاع غربی است که می‌توانند منطقه مورد مطالعه را تحت تأثیر خود قرار دهند.

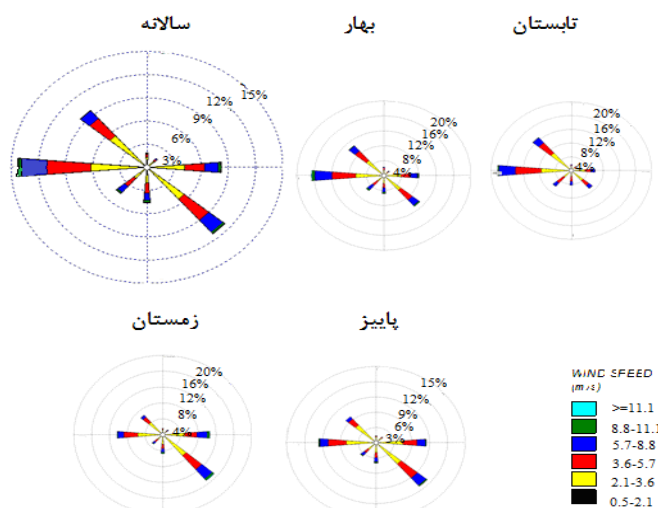
به منظور امکان مقایسه کمی داده‌های بادسنجی، نتایج مربوط به نحوه توزیع کلاس‌های مختلف سرعت باد و دیگر شاخص‌های رژیم بادناکی ایستگاه‌های مورد بررسی در جدول (۲) خلاصه شده است.

**جدول ۲- توزیع کلاس‌های مختلف سرعت باد و دیگر شاخص‌های بادناکی در ایستگاه‌های مورد بررسی**

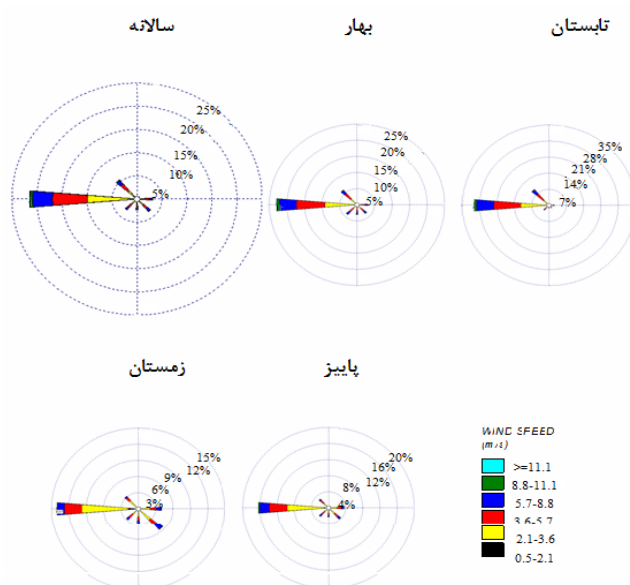
جهت وزش شدیدترین بادهای	جهت باد غالب	میانگین سرعت باد	درصد حالات باد آرام	کلاس سرعت باد (متر بر ثانیه)						سال آماری	نام ایستگاه
				< ۱/۱	۱-۱/۱	۱/۱-۱/۲	۱/۲-۱/۳	۱/۳-۱/۴	۱/۴-۱/۵		
-	E,SE,W,NW	۲/۲۹	۴۴/۰۹	۲/۹۱	۲۳/۶	۱۵	۱۴/۱	۰/۳	-	۱۹۸۶-۲۰۰۶	کرمانشاه
-	W	۱/۶۹	۶۰	۱/۵	۱۳/۶	۹	۵/۶	۰/۳	-	۱۹۸۶-۲۰۰۶	اسلام‌آباد
NE	NW	۲/۸۴	۵۳/۱	۲	۵/۲	۱۵/۴	۱۶/۴	۶/۱	۱/۸	۱۹۸۶-۲۰۰۶	سرپل‌ذهاب
E,SE	E,SE,W,NW	۴/۷۷	۱۶/۳۴	۱/۵	۹/۵	۴۰/۳	۳۳	۵	۲/۴	۲۰۰۵-۲۰۰۹	گیلان غرب
S	در تمام جهات به جز SE	۲/۶۷	۳۱/۹۳	۰/۵	۳۶/۳	۲۰/۸	۹/۷	۰/۵۸	۰/۱۹	۲۰۰۵-۲۰۰۹	قصرشیرین

بادهای حاکم در منطقه در تمام جهات جریان داشته و به طور کلی بادهای با سرعت ۸/۸ - ۲/۱ متر بر ثانیه بیشترین فراوانی را در تمام جهات به خود اختصاص داده‌اند. با مقایسه گلبادهای فصل بهار و تابستان مشاهده می‌گردد که در هر دو فصل بیشترین فراوانی بادها مربوط به قطاع غربی تا شمال غربی و پس از آن قطاع جنوب شرقی می‌باشد و به همین ترتیب فصول زمستان و پاییز نیز به هم شبیه بوده و در این فصول نیز بیشترین فراوانی وزش باد در قطاع جنوب شرقی و پس از آن قطاع غربی می‌باشد.

نتایج مندرج در جدول مذکور نشان می‌دهد که بادهای غالب در ایستگاه‌های واقع در محدوده مورد مطالعه در تمام جهات جریان داشته است. این جهات معمولاً با بادهای شدید نیز انطباق نشان می‌دهد. همانگونه که گلبادهای سالانه منطقه نشان می‌دهد، به طور میانگین در ایستگاه‌های مورد مطالعه حدود ۴۱/۰۸ درصد از بادهای حاکم در منطقه دارای سرعت کمتر از یک نات بوده که تحت عنوان بادهای آرام در نظر گرفته شده‌اند و در هنگام ترسیم گلباد از آن‌ها صرف نظر شده است. همانگونه که گلبادهای سالانه منطقه نشان می‌دهد عمده

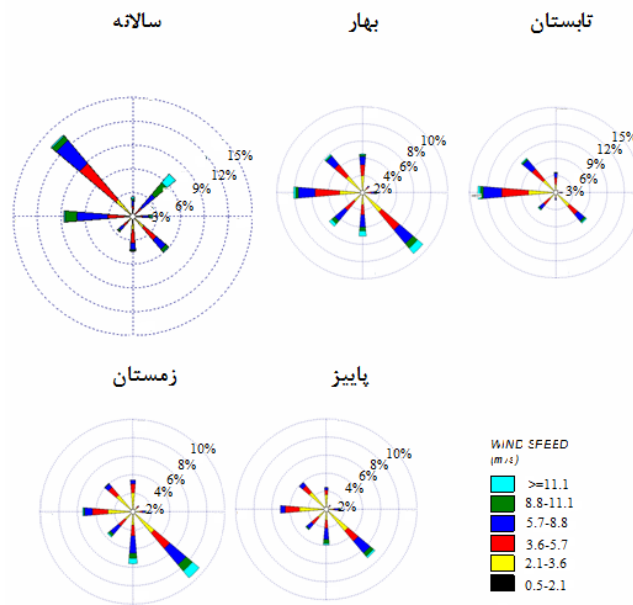


شکل ۷- گلبادهای سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه (۱۹۸۶-۲۰۰۶)

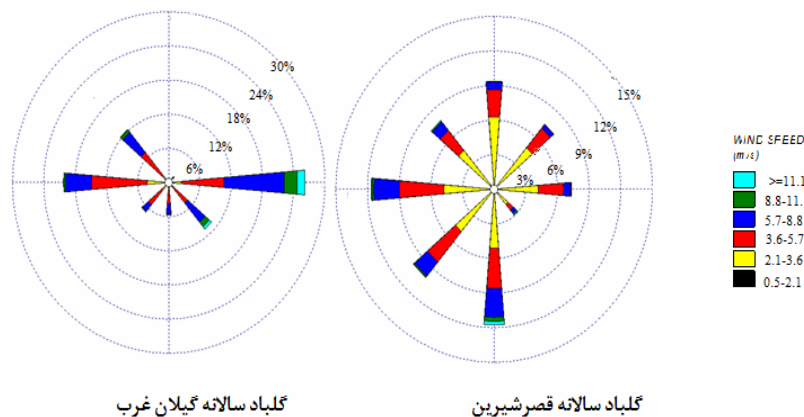


شکل ۸- گلبادهای سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک اسلام آبادغرب (۱۹۸۶-۲۰۰۶)





شکل ۹- گلبادهای سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک سرپل ذهاب (۱۹۸۶-۲۰۰۶)



شکل ۱۰- گلبادهای سالانه ایستگاه سینوپتیک قصر شیرین و گیلان غرب (۲۰۰۵-۲۰۰۹)

ثانیه در فصول بهار و تابستان دارای فراوانی بیشتری نسبت به فصل زمستان و پاییز است.

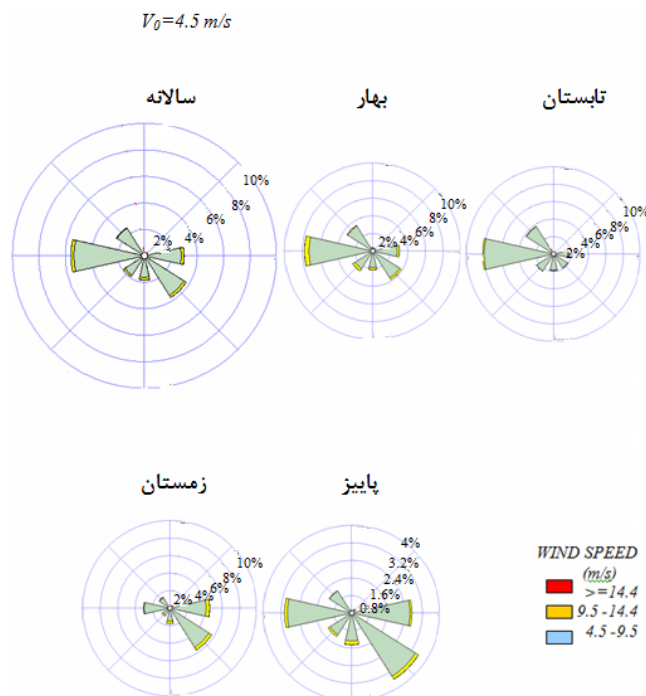
بررسی گل توفان‌های سالانه سایر شهرستان‌های در حوزه مورد مطالعه نشان می‌دهد که جهت بادهای فرساینده که دارای سرعت بیش از ۴/۵ متر بر ثانیه می‌باشند، عمدتاً از قطاع غربی و قطاع شرقی تا جنوب شرقی تغییر می‌کنند. همچنین، نتایج حاصل از بررسی گل توفان‌های فصلی سایر مناطق حاکی از آن است که وزش بادهای فرساینده در فصل بهار و تابستان دارای فراوانی بیشتری نسبت به فصول زمستان و پاییز می‌باشند. همچنین، نتایج حاصل از بررسی گل توفان‌های فصلی و سالانه

نتایج شناسایی و تفکیک بادهای شدید و توفان‌زا از طریق رسم گل توفان

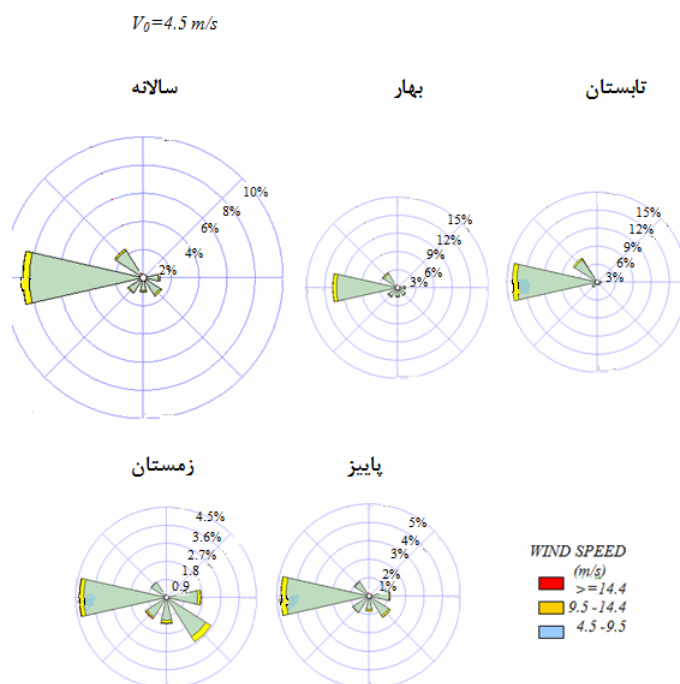
همانگونه که گل توفان سالانه ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه نشان می‌دهد، جهت وزش بادهای فرساینده که سرعت بیش از ۴/۵ متر بر ثانیه می‌باشند، عمدتاً مربوط به قطاع غربی و قطاع شرقی تا جنوب شرقی می‌باشد. همچنین، گل توفان‌های فصلی کرمانشاه بیانگر این واقعیت است که جهت بادهای فرساینده در فصل بهار و تابستان غربی و در فصل زمستان و پاییز شرقی و جنوب شرقی می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل از این گل توفان‌ها، وزش بادهای فرساینده دارای سرعت بیش از ۴/۵ متر بر

جز گیلان غرب که دارای بیش از ۵۰٪ باد فرساینده می باشد.

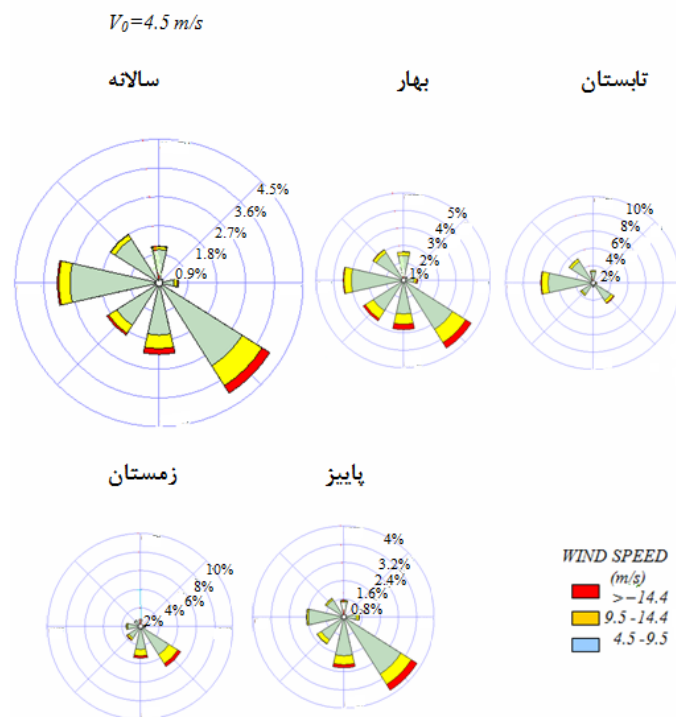
منطقه مورد مطالعه نشان می دهد که عمدتاً بادهای حاکم در منطقه دارای سرعت کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه (تقریباً ۰/۸۰) به



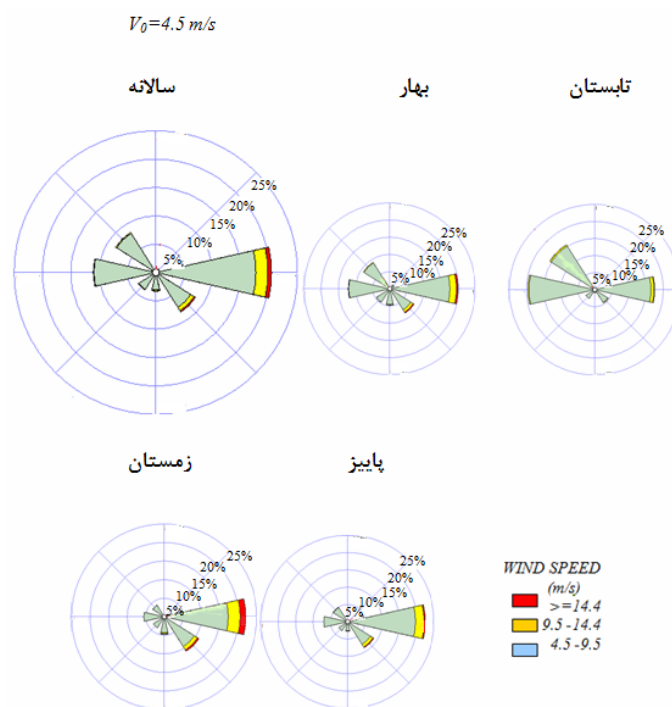
شکل ۹- گل توفان های سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه (۲۰۰۶-۱۹۸۶)



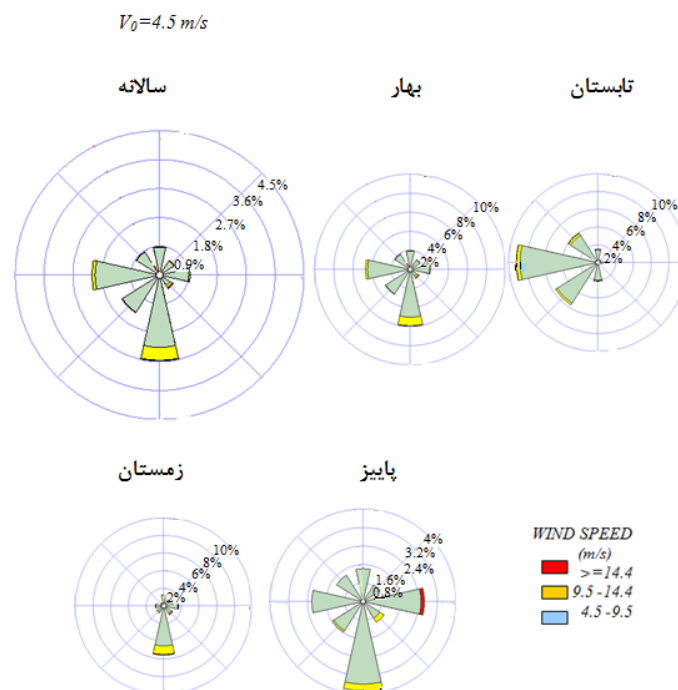
شکل ۱۰- گل توفان های سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک اسلام آبادغرب (۲۰۰۶-۱۹۸۶)



شکل ۱۲- گل توفان های سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک سرپل ذهاب (۱۹۸۶-۲۰۰۶)



شکل ۱۱- گل توفان های سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک گیلان غرب (۲۰۰۵-۲۰۰۹)



شکل ۸- گل توفان های سالانه و فصلی ایستگاه سینوپتیک قصر شیرین (۲۰۰۵-۲۰۰۹)

### بحث و نتیجه گیری

تحقیقی ارتباط قوی و محکم بین تمام عناصر اقلیمی با گرد و غبار تایید شده است (۱۲). براساس نتایج آزمون همبستگی پیرسون با افزایش درصد باد آرام، غلظت ذرات معلق در جو زمین کاهش می‌یابد. این واقعیت از این امر ناشی می‌شود که با افزایش این متغیر، زمان ماند ذرات معلق در اتمسفر کاهش و بنابراین، میزان رسوب آنها از طریق ته‌نشست مرطوب و خشک افزایش می‌یابد (اثر مستقیم). پراکنش و ته‌نشست بهتر، بادهای قوی بهاری و بارش فراوان تابستان عامل کاهش غلظت ذرات معلق در فصول تابستان و بهار در منطقه بیجینگ گزارش شده است (۲۲). براساس نتایج آزمون همبستگی پیرسون، با افزایش درصد باد غالب میزان غلظت ذرات معلق افزایش می‌یابد. این امر از این واقعیت ناشی می‌شود که در کرمانشاه با توجه به گلبادهای فصلی ترسیم شده، جهت اکثر بادهای غالب در تمام فصول (به ویژه در فصول بهار و تابستان) مربوط به قطاع غربی و پس از آن، به ویژه در فصول زمستان و پاییز قطاع شرقی تا جنوب شرقی می‌باشد. بادهای غالب با جهت غربی تا شمال-غربی در فصول بهار و تابستان، امکان حمل آلاینده‌های هوا از

ذرات معلق به عنوان یکی از آلاینده‌های مهم زیست‌محیطی است که در سال‌های اخیر بسیاری از مناطق کشور از جمله غرب کشور را تحت تأثیر قرار داده است. تغییرات فصلی معنی‌داری در غلظت ذرات معلق در کرمانشاه مشاهده شده است. بالاترین غلظت مربوط به فصول تابستان و بهار و پایین‌ترین غلظت مربوط به فصول زمستان و پاییز می‌باشد (۱۸). نتایج مطالعه‌ای در منطقه دامغان نشان داد که در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر درصد وقوع بادهای توفان‌زا، درجه حرارت و تبخیر و تعرق نسبت به میزان بارندگی بیشتر از سایر ماه‌ها است (۱۱). فراوانی وقوع گردوغبار در غرب ایران در اواخر بهار و اوایل تابستان بیشتر از سایر فصول است (۱۹). همچنین، مطالعات متعددی، ایجاد سیستم‌های کم‌فشار بر روی کشورهای واقع در غرب ایران و ایجاد گردوغبار در این کشورها و انتقال آن با جریان‌های سطح زمین و سطوح میانی جو به حاشیه مرزی و نفوذ تدریجی به غرب کشور را عامل اصلی فراوانی وقوع گردوغبار و افزایش غیر طبیعی غلظت ذرات معلق در فصول بهار و تابستان گزارش کرده‌اند (۱۵، ۲۰، ۲۱، ۱۹). در

تابستان قادر به فرسایش خاک و ایجاد ذرات معلق (گردوغبار) می‌باشند.

براساس مطالعاتی در دشت دامغان و دشت بافق جهت بادهای فرساینده در این مناطق شمال غربی است (۱۳۰،۱۳۱). با مقایسه نتایج گلبادها و گل‌توفان‌ها در منطقه مورد مطالعه و همچنین، بررسی جهت باد در روزهای گردوغباری در بازه زمانی مورد مطالعه، می‌توان بیان کرد که جهت اکثر بادهای غالب و بادهای فرساینده خصوصاً در فصول بهار و تابستان (فصولی که دارای بیشترین میزان وقوع توفان‌های گردوغبار می‌باشند) با هم تطابق داشته است و عمدتاً جهت آنها غربی است. ولی با این وجود، با توجه به درصد حالات باد آرام در گل‌توفان‌ها فقط ۲۰٪ از بادهای، توان فرساینده‌ی خاک و ایجاد گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه را داشته‌اند. بنابراین، با توجه به سهم کم بادهای در فرسایش در منطقه و ورود حجم عظیم گردوغبار به منطقه، باید منشأ اصلی گردوغبارهای اخیر در منطقه مورد مطالعه در کشورهای همسایه جستجو کرد.

همچنین، براساس مطالعه‌ای، شناسایی منشأ این ذرات با استفاده از ردیاب‌های ژئوشیمیایی نشان داد که فقط سازند UF (مارن قرمز، ماسه سنگ) با حساسیت بالا نسبت به فرسایش، سهم اصلی را در تولید این ذرات داشته‌است که این سازند در شهرستان قصرشیرین با اقلیم گرم و خشک و با پوششی از مراتع کم تراکم قشلاقی (که تنها در فصول سرد دارای پوشش است) واقع شده است. با توجه به نقشه سنگ شناسی مناطق مازنی در سایر مناطق استان همانند کرمانشاه و اسلام‌آبادغرب با اقلیم نیمه خشک و مدیترانه‌ای و با پوششی از جنگل (۵/۵٪)، مرتع (۹/۱٪) و اراضی زراعی (۱۵/۱٪) یافت می‌شوند که در تولید این ذرات نقشی نداشته‌اند. از آنجا که در مناطق با خاک مشابه، اقلیم تعیین کننده پوشش گیاهی آن منطقه است، بنابراین، مهمترین عامل در تولید این ذرات اقلیم است. علاوه بر این، همان طور که قبلاً بیان شد، بالاترین میزان غلظت ذرات معلق متعلق به سال ۱۳۸۸ بوده است که در سال آبی قبل از آن (۱۳۸۶-۱۳۸۷) خشکسالی بسیار شدیدی (نمایه

غرب کشور را ایجاد می‌کنند و در مقابل، بادهای شرقی و جنوب شرقی در فصول پاییز و زمستان امکان حمل هوای پاک را از استان‌های همسایه کرمانشاه و ترقیق غلظت ذرات معلق در این فصول را فراهم آورده‌است. بررسی تصاویر ماهواره‌ای و حرکت جریان‌های هوایی تأییدکننده این واقعیت است که این بادهای پس از عبور از کشورهای سوریه، عراق و در بعضی مواقع اردن و عربستان به منطقه غرب وارد می‌شوند و از آنجا که خشکسالی‌های اخیر در این مناطق باعث خشکی تالاب‌ها، هدررفت آب رودخانه‌ها و پشت سدها و لخت شدن خاک این مناطق از پوشش گیاهی شده‌است، بنابراین، هرچه درصد باد غالب در این منطقه افزایش یابد، میزان غلظت ذرات معلق وارد شده به استان افزایش خواهد یافت. همچنین، این بادهای در پراکنش ذرات به استان‌های مرکزی کشور نقش دارند (۱۸). در صورتی که جریانات سطوح فوقانی دارای جهت غربی و جنوب-غربی باشند، این جریانات می‌توانند غبار و گردوخاک ایجاد شده در جو این مناطق را به سطوح میانی جو نواحی جنوب-غربی و جنوبی و غرب ایران منتقل نمایند (۲۳).

نتایج حاصل از گل‌توفان‌های سالانه و فصلی در منطقه مورد-مطالعه، نشان داد که جهت وزش بادهای فرساینده، از قطاع غربی و قطاع شرقی تا جنوب غربی در نوسان است و این بادهای در فصول زمستان و پاییز نسبت به تابستان و بهار دارای فراوانی بیشتری می‌باشند. بنابراین، با وقوع بارش در این فصول احتمال وجود رطوبت در سطح خاک افزایش می‌یابد که این مساله خود در افزایش سرعت آستانه و در نتیجه کاهش توان باد و حمل خاک در منطقه، بسیار حائز اهمیت است (۷). همچنین، بررسی گل‌توفان‌ها نشان داد که عمدتاً بادهای حاکم در منطقه دارای سرعتی کمتر از ۴/۵ متر بر ثانیه (حدود ۸۰٪) (البته، به جز گیلان غرب با بیش از ۵۰٪ باد فرساینده) می‌باشند، این مسئله نشان می‌دهد که در بیشتر محدوده مورد مطالعه، بادهای توفان‌زا و تولیدکننده گردوخاک، کمتر از ۲۰ درصد از دیده بانیها را نسبت به کل دفعات دیده بانی شامل می‌شود که این امر نشان‌دهنده این واقعیت است که تعداد کمی از بادهای ورودی در صورت وجود شرایط مساعد به‌ویژه در فصل بهار و

- Monsoon. Atmospheric Research, Vol 92. Pp. 229-235.
- ۲- عرفان منش، مجید، مجید افیونی، آلودگی محیط زیست (آب، خاک و هوا)، انتشارات ارکان، ۱۳۹۰، صفحه: ۱۶ - ۱۱.
- ۳- دبیری، مینو، آلودگی محیط زیست (هوا-آب-خاک-صوت)، انتشارات اتحاد، ۱۳۹۲، صفحه: ۱۳۱ - ۱۲۵.
- ۴- چوپانی، محمدحسین، آلاینده‌های زیست محیطی و حفاظت از محیط زیست (چاپ اول)، آموزش و تجهیز نیروی انسانی شرکت ملی گاز ایران (آموزش فنی و تخصصی)، ۱۳۸۸، صفحه: ۶-۷.
- 5- Suskia, M., G. S. Visser, J. Judith and J. C. Snepuangeres, 2004. Spatial variation in Wind - blown sediment transport in geomorphic units in northern Borkinafaso using geostatistical Mapping . Geoderma, Vol 120. Pp. 95 – 107 .
- 6- oudi, A., 2004. Arid land geomorphology.
- ۷- محمدیان بهبهانی، علی، بررسی و تعیین خطر حرکت ماسه‌های روان بر جاده‌های بیابانی و روش‌های کنترلی آن (مطالعه موردی جاده یزد- میبد)، پایان نامه کارشناسی ارشد بیابان‌زدائی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- ۸- اختصاصی، محمدرضا، بررسی مورفومتری و مورفودینامیک رخساره‌های فرسایش بادی دشت یزد- اردکان و تعیین شاخص‌های این فرآیند جهت کاربرد در مدل‌های ارزیابی بیابان‌زایی، پایان نامه دکتری آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۳.
- ۹- صارمی نائینی، محمدعلی، تحلیل مقایسه‌ای بر توزیع مکانی گلباد، گل‌توفان و گل‌ماسه در مطالعات فرسایش بادی با استفاده از تکنیک GIS (مطالعه موردی دشت یزد- اردکان)، پایان نامه کارشناسی
- استاندارد شده بارش<sup>۱</sup> (>۲-) در منطقه و حتی در کشورهای منطقه رخ داده است که این امر تاییدی بر تأثیر بسیار زیاد اقلیم در تولید این ذرات می‌باشد. همچنین، بر اساس تصاویر ماهواره‌ای و جریان‌های هوایی مناطق اصلی تأثیرگذار در تولید این ذرات، کشورهایی همانند عراق، اردن و سوریه هستند که دارای ویژگی زمین شناسی و اقلیمی مشابه با واحد یا سازند واقع در ایران است که در ورود حجم عظیم این ذرات از این مناطق، جریان‌های هوایی یا بادهای غربی یا جنوب‌غربی در سطوح میانی جو (که تحت تأثیر شرایط مساعد دمایی و فشار ایجاد شده‌اند) نقش عمده‌ای دارند که این امر نقش پارامترهای هواشناسی را در ورود این ذرات به منطقه نشان می‌دهد (۱۸).
- با توجه به نتایج فوق می‌توان بیان کرد که شرایط هواشناسی نامطلوب می‌تواند منجر به افزایش غلظت ذرات معلق شود. بنابراین، الگوهای فصلی باد می‌توانند شرایط آلودگی ذرات معلق به‌ویژه در فصول گرم سال را در کرمانشاه ایجاد کرده باشند. از آنجاکه براساس مطالعات متعدد، کشورهای همسایه نظیر عراق نقش اصلی را در ورود این ذرات به منطقه دارند (۱۵، ۲۰، ۲۱، ۱۹). بنابراین پیشنهاد می‌گردد به‌منظور جلوگیری از فرسایش خاک در مناطق مستعد به فرسایش و صعود این ذرات به جو، خواه در داخل کشور و خواه در کشورهای همسایه (عراق، سوریه، اردن، ...) همکاری‌های بین‌المللی لازم است و اقدامات عملی از جمله سنگ‌پاشی، کاشت مصنوعی گیاهان و... جهت رفع مشکل ذرات معلق صورت گیرد.
- سپاسگزاری**
- از کارمندان اداره کل تحقیقات کاربردی هواشناسی کرمانشاه از آن جمله: مهندس علی محمد زورآوند، مهندس محمد احمدی به خاطر همکاری ارزشمند آنها در طول تحقیق کمال تقدیر و تشکر را دارم.
- منابع**
- 1- Han, Y.M., Cao, J.J., Jin, Z.D., ZS, AN. 2008. Elemental composition of aerosols in Daihai, a Rural Area in the Front Boundary of the Summer Asian

- ۱۷- اداره کل تحقیقات کاربردی هواشناسی استان کرمانشاه، طبقه‌بندی اقلیم کرمانشاه، ۱۳۸۹، [www.kermanshahmet.ir](http://www.kermanshahmet.ir).
- ۱۸- نظری، زینب، همکاران، بررسی تغییرات زمانی غلظت PM<sub>10</sub> و تأثیر پارامترهای هواشناسی بر آن طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۴، نشریه محیط زیست طبیعی، ۱۳۹۲ دوره ۶۶، شماره ۱، ۱۰۱-۱۱۱.
- ۱۹- ذوالفقاری، حسن، حیدر عابدزاده، تحلیل سینوپتیک سیستم‌های گردوغبار در غرب ایران، مجله جغرافیا و توسعه، پاییز و زمستان، ۱۳۸۴، صفحه: ۱۷۴-۱۸۸.
- ۲۰- عطایی، هوشمند، فریبرز احمدی، بررسی گردوغبار بعنوان یکی از معضلات زیست‌محیطی جهان اسلام (مطالعه موردی: استان خوزستان)، مجموعه مقالات چهارمین کنگره بین‌المللی جغرافیدانان جهان اسلام، ۱۳۸۹، زاهدان، ایران، صفحه: ۱۹-۱.
- ۲۱- زورآوند، علی محمد و فاطمه شهبازی، تحلیل سینوپتیکی جو در استان کرمانشاه، فصل‌نامه هواشناسی، ۱۳۸۷، جلد ۱۳، ۹-۷.
- 22- Guinot, B., Cachier, H., Sciare, J., Tong, Y., Wang, X., Yu, J. 2007. Beijing aerosols: Atmospheric interactions and new trends, Geophysical Resech. 112, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2006JD008195/full>.
- ۲۳- حیدری، محمدطالب، توفان‌های گردوغبار مهمان ناخوانده و حوادثی نامنتظره و زیانبار، فصل‌نامه هواشناسی استان کرمانشاه، ۱۳۸۷، شماره هفتم، صفحه: ۱۳-۴.
- ارشد بیابان‌زدائی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۳۸۵.
- ۱۰- حنیفه‌پور، مهین، ناصر مشهدی، تحلیل توفان‌های گردوغبار با استفاده از ترسیم گل‌توفان و گلباد، فصلنامه جنگل و مرتع، ۱۳۹۳، شماره ۱۰۰، صفحه: ۲۱.
- ۱۱- حنیفه‌پور، مهین، ناصر مشهدی، حسن خسروی، تأثیر شدت و مدت خشکی بر وضعیت باد و فرسایش بادی در اراضی کشاورزی (مطالعه موردی: شهرستان دامغان، فصلنامه پژوهش‌های فرسایش محیطی، ۱۳۹۲، سال سوم، شماره ۱۰، صفحه: ۷۷-۶۵.
- ۱۲- شجاعی‌زاده، کبری، روح‌الله دریجانی، فرزاد حیدری، بررسی رابطه اقلیم و پدیده گردوغبار (مطالعه موردی: شهر ماهشهر)، دومین کنفرانس بین‌المللی مخاطرات محیطی، ۱۳۹۲، تهران، دانشگاه خوارزمی.
- ۱۳- اختصاصی، محمدرضا، صدیقه دادفر، فروغ کامرانی، راضیه شاه‌بندری، شناسایی مناطق توفان خیز دشت های بیابانی با استفاده از تلفیق نتایج گلباد، گل توفان و گلماسه، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۱۳۹۰، سال پنجم، شماره ۱۶، صفحه: ۴۴-۳۳.
- 14- Wang, W., Z. Y., Fang, 2006. Numerical simulation and synopticanalysis of dust, emission and transport.
- ۱۵- قاسمی، محسن، بررسی وضعیت گردوغبار استان کرمانشاه در سال ۱۳۸۸. فصل‌نامه هواشناسی استان کرمانشاه، ۱۳۸۸، شماره سیزدهم، صفحه: ۶-۴.
- 16- Rajabi, M.R. 2003. Analysis of erosive winds in the area of Isfahan. M.S Thesis. Faculty of Natural Resources. Industrial University of Isfahan. Iran.