

واکاوی آماری پدیده گرد و غبار (مطالعه موردی اصفهان)

مهدی جعفری^{۱*}، غلامرضا زهتابیان^۲ و طیبه مصباح‌زاده^۳

۱- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته دکتری بیابان‌زدایی، گروه احیاء مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

۲- استاد، دانشکده منابع طبیعی، گروه احیاء مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه تهران، ایران

۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی، گروه احیاء مناطق خشک و بیابانی، دانشگاه تهران، ایران، پست الکترونیک: tmesbah@ut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۴/۱۶

چکیده

یکی از انواع بلایای طبیعی که هر ساله موجب وارد آمدن آسیب‌های زیست محیطی و اجتماعی بسیاری در برخی کشورها می‌شود، طوفان‌های گرد و خاک و ریزگردهاست. در این پژوهش، پدیده گرد و غبار ایستگاه اصفهان از نظر زمانی و فضایی مطالعه شد. بدین‌منظور داده‌ها شامل: زمان و تاریخ دیده‌بانی، سمت و سرعت باد و وضعیت هوای حاضر پس از استخراج کدهای مربوط به پدیده گرد و غبار (۰۶ و ۰۷) و تحلیل آماری داده‌های مرتبط با این پدیده با استفاده از نرم‌افزار متلب، گلبادها و گل توفان‌های سالانه و فصلی ایستگاه با استفاده از نرم‌افزارهای WRplot & WDconvert طی دوره آماری ۱۳۹۲-۱۳۶۲ ترسیم شد. نتایج حکایت از آن داشت که ۵۲۵ روز گرد و غبار گزارش شده که سال ۲۰۱۲ با ۶۲ روز بیشترین فراوانی تعداد گرد و غبار را طی دوره آماری داشت. همچنین ماه اردیبهشت و فصل بهار بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را نسبت به ماه‌ها و فصل‌های دیگر سال دارا بود. بررسی گلباد و گل توفان سالانه نیز تشکیل کانال باد را در مسیر غربی-شرقی تأیید می‌کند. گل‌غبارهای سالانه که به تفکیک دو کد هواشناسی ۰۶ و ۰۷ ترسیم شدند، مشخص می‌کند که بادهای همراه با گرد و غبار از نیمه‌غربی در انتقال ذرات معلق و ایجاد گرد و خاک‌های محلی نقش دارند. گل توفان‌های فصلی، تأثیر سیستم‌های جوی مختلف را در طی سال در شکل‌گیری پدیده گرد و خاک در منطقه بهتر و دقیق‌تر نشان می‌دهد. با آغاز دوره سرد سال، وزش بادهای همراه با گرد و خاک از نیمه‌غربی به سمت اصفهان شدت گرفته و در زمستان به بیشترین حد می‌رسد اما با شروع فصل گرما و به‌ویژه فصل تابستان وزش آنها از سمت غرب تقریباً به صفر رسیده و از جهت شرق می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: گرد و خاک، گلباد، گل توفان، اصفهان، WRplot.

مقدمه

گرد و غبار به لحاظ توصیفی، تمرکز غبار سنگین در یک توده هوای آشفته تعریف شده است که با جبهه سرد همراهی می‌شود (Strahler & Sraher, 1992). این پدیده بیشتر در سرزمین‌های خشک و حتی نیمه‌خشک زمین رخ می‌دهد (Meng & Zhang, 2007) که با ماهیت و ویژگی‌های آب و هوایی این مناطق ارتباط دارد. بر اساس تعریف سازمان هواشناسی جهانی شدت گرد و غبار از نظر میزان دید افقی

پدیده گرد و غبار یکی از پدیده‌های مخرب و رایج در نواحی خشک و بیابانی ایران و جهان است که می‌تواند آثار زیانباری بر روی زندگی انسان و محیط‌زیست داشته باشد. زمانی که بر اثر پیدایش شیب فشار میان دو سرزمین باد می‌وزد، شرایط را برای برخاستن غبار از سطح خاک و پیدایش توفان‌های گرد و غباری فراهم می‌کند. توفان‌های

بررسی و تحلیل زمانی و مکانی گرد و خاک در ایران، به این نتیجه رسیدند که بیشترین فراوانی مربوط به ماه دسامبر است و ایستگاه زابل بیشترین فراوانی وقوع گرد و غبار را در طی دوره آماری بررسی شده، داشته است. Kumar و همکاران (۲۰۱۵) طی پژوهشی، سه رویداد گردوغبار مهم سال ۲۰۱۰ که در شمال هند، در طول فصل موسمی رخ داده بود را از طریق اندازه‌گیری‌های زمینی، ماهواره‌ای و برآورد مدل، تجزیه و تحلیل نمودند. نتایج آنان نشان داد که همه طوفان‌های گردوغبار نشأت گرفته از بیابان تار یا حمل شده از آن و تحت تأثیر شرایط مطلوب ایجاد شده‌اند. Bahiraie و همکاران (۲۰۱۱) به تحلیل آماری سینوپتیکی پدیده گرد و غبار در استان ایلام پرداختند. نتایج بیانگر آن بود که در ایستگاه ایلام، ماه می با ۶۳ روز و دسامبر با یک روز و در ایستگاه دهلران ماه جولای با ۲۲ روز و دسامبر با ۷ روز به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی گرد و غبار مشاهده شده است. بحیرایی و همکاران (۱۳۹۰) به واکاوی هم‌دید طوفان‌های گرد و غبار در ایلام در بازه زمانی ۱۹ ساله از ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۵ پرداختند. نتایج آنان نشان می‌دهد که بیشتر سامانه‌های موجد بارش به دلیل فقدان رطوبت، عامل ایجاد و انتقال طوفان‌های گرد و غبار به منطقه مورد مطالعه هستند. همچنین کم‌فشار سودان و کم‌فشار گنگ در سطح زمین و فرود بلند مدیترانه، فرود دریای سرخ و پر ارتفاع جنب حاره در تراز میانی هوای سپهر مهم‌ترین سامانه‌های تأثیرگذار بر انتقال گردوغبار به این منطقه هستند. Al-jumaliy و Ibrahim (۲۰۱۳) در تحقیقی وضعیت سینوپتیکی دو طوفان گردوغبار رخ داده در عراق را تجزیه و تحلیل نمودند و نتیجه گرفتند که این طوفان‌ها ابتدا از مناطق منشأ نزدیک مرز عراق-سوریه به وسیله یک سرعت عمودی منفی به سمت بالا کشیده شده و بادهای پر قدرت غربی آنها را به سمت شرق حرکت داده است. Tan (۲۰۱۴) به بررسی طوفان گرد و غبار در چین از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۷ پرداخت. نتایج او حکایت از آن داشت که بیشترین وقوع گرد و غبار در سال ۱۹۸۳ اتفاق افتاده است. همچنین از سال ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۹ وقوع گرد و غبار روند کاهشی و از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷

به چهار طبقه گرد و غبار ضعیف با دید افقی بیشتر از ۱۰ کیلومتر، گرد و غبار متوسط با دید بین ۱ تا ۱۰ کیلومتر، توفان شدید با دید بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ متر و توفان خیلی شدید با دید کمتر از ۲۰۰ متر تقسیم‌بندی می‌شود (Tan, 2014). توفان‌های گرد و غبار یکی از پدیده‌های جوی هستند که در بسیاری از عرصه‌های بیابانی و مناطق خشک دنیا گسترش دارند و در سال‌های اخیر توجه فزاینده‌ای را به خود معطوف داشته‌اند. توفان‌های گرد و غبار همه ساله خسارت و تلفات فراوانی در تمام دنیا بوجود می‌آورند (Hamidi et al, 2013). خاورمیانه یکی از پنج منطقه جهان می‌باشد که بیشترین تولید گرد و غبار را دارد (Rezazadeh, 2013). ایران به علت قرار گرفتن در کمربند خشک و نیمه‌خشک جهان، در معرض سیستم‌های متعدد گرد و غبار محلی و فرامنطقه‌ای می‌باشد (Goudie, 2014, Rashki, 2013). Ahmadi و Ataiee (۲۰۱۰) با بررسی گرد و غبار به‌عنوان یکی از معضلات زیست محیطی جهان اسلام در استان خوزستان، به این نتیجه رسیدند که پدیده گرد و غبار دارای دو کانون اصلی، منطقه غرب بغداد و موصل تا دریای نمک و هورالعظیم است. Yang و همکاران (۲۰۰۸) در شمال شرقی آسیا فرایندهای جوی مربوط به رخداد بهاری طوفان‌های گردوغبار را بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار دادند. در مقایسه بین بهار سال‌هایی که بیشترین فراوانی وقوع توفان گرد و خاک (۲۰۰۶) و کمترین آن (۲۰۰۳) اتفاق افتاده بود، چرخه‌های غیرعادی در تروپوسفر شناسایی شد. Wang (۲۰۱۵) روابط بین شکل‌گیری طوفان‌های گرد و غبار و تحول سینوپتیک آنها را در شمال شرق آسیا مطالعه نموده است؛ وی نتیجه گرفته است که یک طوفان گرد و غبار زمانی توسعه می‌یابد که یک سیستم به سمت ناحیه بیابان حرکت می‌کند. وی همچنین متذکر می‌شود که جریان هوای سرد در بیابان سرد نیز شرایط مساعدی را برای توسعه طوفان‌های گرد و غبار فراهم می‌آورد. در قطاع سرد سیکلون، میزان گرد و غبار کمتر و در قطاع گرم سیستم به دلیل صعود هوای گرد و غباری شده، گرد و غبار بالاست. Alizadeh و Farajzadeh (۲۰۱۱) با

سطح اعتماد ۹۵٪ و ۹۹٪ وجود دارد و در پنج ماه دوره گرم (ژوئن، ژوئیه، اوت، سپتامبر و اکتبر) همبستگی معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. هدف از این پژوهش مطالعه آماری پدیده گرد و غبار و تحلیل رژیم بادی سالی و فصلی در ایستگاه اصفهان می‌باشد. از این رو شناخت چگونگی پیدایش این گرد و غبارها می‌تواند در امکان کاهش پیامدهای ویرانگر این پدیده در منطقه سودمند باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان اصفهان در میانه ایران بین ۳۰ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۳۸ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی در بخش مرکزی ایران واقع شده است. شکل استان از لحاظ گسترش در امتداد طول و عرض جغرافیایی به گونه‌ای است که میانگین طول آن ۵/۵۳۲ کیلومتر و عرض استان برابر با ۴۰۵ کیلومتر می‌باشد. استان اصفهان از شمال به استان‌های مرکزی، قم و سمنان، از جنوب به استان‌های فارس و کهگیلویه و بویراحمد، از مشرق به استان‌های یزد و خراسان و از غرب به استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری محدود می‌شود. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

روش تحقیق

در این پژوهش برای انجام تحلیل‌های آماری، داده‌های ساعتی ثبت شده در ایستگاه اصفهان از سازمان هواشناسی کشور دریافت شد؛ پس از آن، داده‌های ساعتی شامل زمان و تاریخ دیده‌بانی، وضعیت هوای حاضر و گذشته، جهت و سرعت باد برای دوره آماری ۳۰ ساله از بین داده‌های موجود گردآوری شد. از آنجا که در هنگام بروز پدیده گرد و غبار در یک ایستگاه هواشناسی، کدهای ۶ تا ۹ و ۳۰ تا ۳۵ و ۹۸ برای پارامتر وضعیت هوای حاضر گزارش می‌شود (Alijani, 2002)، در این تحقیق تمام ساعات دیده‌بانی با گزارش کدهای ذکر شده، تنها کدهای ۶ و ۷ در ایستگاه منتخب انتخاب گردیدند (جدول ۱).

روند افزایشی داشته است. Ekhtesasi و همکاران (۲۰۰۶) در تحقیقی در منطقه یزد، کاربرد گلباد، گل‌توفان و گل‌ماسه را در فرسایش بادی مورد مطالعه قرار دادند و به کمک آنها، جهت بادهای غالب یزد را تعیین کردند. Mesbahzadeh و Ahmadi (۲۰۱۱) بیان کردند گلبادهای فصلی منطقه سبزوار نشان می‌دهد که در تمام فصول سال، عمده بادهای غالب منطقه از شرق و شمال‌شرقی می‌وزد. گل‌توفان‌های سالانه منطقه نشان می‌دهد که درصد بادهایی با سرعت بیش از سرعت آستانه فرسایش ۱۲/۵ درصد است که از جهات شرق، شمال‌شرقی و جنوب‌شرقی می‌وزد و عمده آنها در فصول تابستان و بهار می‌وزند و جهت وزش آنها یک‌طرفه است. Yousefi و Kashi Zenouzi (۲۰۱۵) به منظور تعیین پارامترهای باد بر پیش‌بینی پدیده طوفان گرد و غبار در استان یزد از روش ترکیب ورودی شبکه عصبی مصنوعی استفاده کردند. نتایج تحقیق آنان نشان داد که بر اساس روش‌های به‌کار رفته بیشترین تأثیر بر پدیده طوفان گرد و غبار را در استان یزد، عوامل سرعت باد غالب، دید افقی، تداوم و میانگین سرعت باد به عهده دارد. Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی نقش سطوح خشکیده تالاب گاوخونی بر تولید گرد و غبارهای داخلی با استفاده از تصاویر لندست و گل‌توفان در شهر اصفهان پرداختند. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی، رابطه معکوس معنی‌داری بین تعداد روزهای غبارآلود و سطوح خشکیده تالاب در فصول پاییز، بهار و تابستان و در مقیاس سالانه در ایستگاه اصفهان را نشان داد. همچنین نتایج حاصل از بررسی جهت حرکت بادهای غبارزا با استفاده از گل‌توفان‌ها حکایت از عدم وزش این بادهای از سمت تالاب گاوخونی به سمت اصفهان دارد. Ensafi Moqadam و همکاران (۲۰۱۸) به واکاوی فراوانی رخدادهای گرد و غبار و بارش همزمان بر اساس دوره مشترک آماری بلندمدت (۲۰۱۶-۱۹۸۶) در ۴۵ ایستگاه سینوپتیک واقع در جنوب‌غربی ایران پرداختند؛ نتایج بدست‌آمده مبتنی بر این یافته است که در منطقه مورد بررسی عمدتاً در ماه‌های سرد سال (ژانویه، فوریه، مارس، آوریل، می، نوامبر و دسامبر) رابطه همبستگی معنی‌داری در



شکل ۱- موقعیت منطقه مطالعاتی

جدول ۱- کدهای هواشناسی برای بیان انواع پدیده گرد و غبار

توضیحات	نام علمی	کد هواشناسی
گرد و غبار معلق در هوا که در اثر طوفان شن و خاک نقاط خارج از ایستگاه به ایستگاه آمده.	گرد و غبار معلق	۰۶
گرد و خاک یا شنی که بوسیله باد در ایستگاه یا نزدیکی آن در ساعت دیده‌بانی بلند شده.	گرد و خاک	۰۷

شدیدترین بادهای منطقه پی‌برد. ولی گلباد شاخص مناسبی برای تحلیل و بررسی بادهای طوفانی و گرد و خاک نیست، زیرا در محاسبات مربوط به رسم گلباد، کلیه بادهای با سرعت بیش از یک نات (۰/۵۴ متر بر ثانیه) دخالت داده می‌شوند. به‌منظور رفع مشکل مذکور و تحلیل دقیق‌تر بادهای مولد توفان‌های گرد و غبار، نمودار دیگری با عنوان گل‌توفان ترسیم و مورد بررسی قرار گرفت که قادر است بادهای با شرایط گرد و خاک و غبارناکی را بهتر از گلباد نشان دهد. به‌منظور رسم گل‌توفان از کلاس‌های سرعت فرایبرگر استفاده شد، انتخاب این کلاس‌های سرعت از سوی فرایبرگر، بدین علت است که این کلاس‌ها جزو کلاس‌های باد استاندارد هواشناسی بوده و این کلاس‌های سرعت به همراه درصد فراوانی آنها به آسانی در دسترس می‌باشد (Fryberger,

در مجموع از بین آمار ۳۰ ساله، ۵۲۵ روز پدیده گرد و غبار استخراج شد. با استفاده از داده‌های منتخب و نرم‌افزار EXCEL، جدولها و نمودارهای مربوط به توصیفات زمانی و فضایی پدیده گرد و غبار طی دوره آماری مورد مطالعه رسم شد. بعد از بررسی‌های آماری در ایستگاه منتخب گلباد و گل‌توفانهای سالانه و فصلی دوره آماری ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین برای تبدیل فرمت داده‌های بادسنجی به فرمت‌های مورد استفاده (Lake) در نرم‌افزار WRPlot از نرم‌افزار WDconvert استفاده شد و بعد با استفاده از نرم‌افزار WRPlot (نسخه ۸) گلباد و گل‌توفانهای سالانه و فصلی ترسیم و بعد بررسی و تحلیل شد. گلباد فراوانی سمت و سرعت بادها را در هر جهت نشان می‌دهد که به‌کمک آن می‌توان تا حدودی به جهت و فراوانی

دقیق‌تر، دیاگرام گل‌غبار ماهانه که بیشترین فراوانی گرد و غبار در آن گزارش شده بود، به روش مذکور ترسیم شد.

جدول ۲- کلاس‌های سرعت باد

کلاس‌های سرعت باد (Knot)
۱۱-۱۶
۱۷-۲۱
۲۲-۲۷
۲۸-۳۳
۳۳-۴۰

*: سرعت آستانه برابر با (knot) ۱۲ در نظر گرفته شد.

** : سرعت‌های بیشتر از (Knot) ۴۰ به ندرت اتفاق می‌افتد.

(جدول ۲). در جدول ۳ جهت‌های شانزده‌گانه برای رسم دیاگرام گلباد و گل‌توفان آورده شده است. انعطاف‌پذیری نرم‌افزار مذکور سبب شد تا بتوانیم دیاگرام دیگری با عنوان گل‌غبار ترسیم کنیم. برای رسم این دیاگرام، متغیرهای وضعیت هوای حاضر و هوای گذشته از میان تمام متغیرهای موجود در داده‌های ساعتی ایستگاه سینوپتیک اصفهان بررسی شد. ابتدا تمام ساعت‌های دیده‌بانی با گزارش کدهای ۰۶ و ۰۷ انتخاب شد، سپس با استفاده از متغیرهای سرعت و جهت باد مربوط به این داده‌ها و با استفاده از نرم‌افزارهای ذکر شده، دیاگرام گل‌غبار سالانه در شانزده جهت کشیده شد. این دیاگرام، طبقه‌بندی و توزیع سمت و سرعت بادهای همراه با گرد و غبار را در یک ایستگاه هواشناسی در دوره آماری مورد نظر مشخص می‌کند. در ادامه، برای انجام مطالعات

جدول ۳- جهت‌های شانزده‌گانه ترسیم گلباد و گل‌توفان

ردیف	جهت	زاویه	ردیف	جهت	زاویه
۱	شمال	۱۱/۲۵-۳۴۸/۷۵	۹	جنوب	۱۹۱/۲۵-۱۶۸/۷۵
۲	شمال-شمال شرقی	۱۱/۲۵-۳۳/۷۵	۱۰	جنوب-جنوب غربی	۱۹۱/۲۵-۲۱۳/۷۵
۳	شمال شرقی	۳۳/۷۵-۵۶/۲۵	۱۱	جنوب غربی	۲۱۳/۷۵-۲۳۶/۲۵
۴	شرق-شمال شرقی	۵۶/۲۵-۷۸/۷۵	۱۲	غرب-جنوب غربی	۲۳۶/۲۵-۲۵۸/۷۵
۵	شرق	۷۸/۷۵-۱۰۱/۲۵	۱۳	غرب	۲۵۸/۷۵-۲۸۱/۲۵
۶	شرق-جنوب شرقی	۱۰۱/۲۵-۱۲۳/۷۵	۱۴	غرب-شمال غربی	۲۸۱/۲۵-۳۰۳/۷۵
۷	جنوب شرقی	۱۲۳/۷۵-۱۴۶/۲۵	۱۵	شمال غربی	۳۰۳/۷۵-۳۲۶/۲۵
۸	جنوب-جنوب شرقی	۱۴۶/۲۵-۱۶۸/۷۵	۱۶	شمال-شمال غربی	۳۲۶/۲۵-۳۴۸/۷۵

نتایج

بررسی سالیانه پدیده گرد و غبار

نشان داد که فراوانی گرد و غبار در سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ با روند رو به افزایشی همراه بوده است. همچنین نتایج نشان داد از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۵ با روند روبه کاهش همراه بوده است. نتایج تجزیه و تحلیل آماری سالانه نشان داد که بیشترین آمار مربوط به گرد و غبار با فراوانی ۶۲ و ۵۰ روز همراه با گرد و غبار به ترتیب به سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۸۷ اختصاص دارد.

فراوانی سالیانه رخداد روزهای همراه با پدیده گرد و غبار در منطقه مورد مطالعه با استفاده از داده‌های ایستگاه منتخب مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی طی دوره آماری ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۲ در مجموع ۵۲۵ روز همراه با گرد و غبار برای ایستگاه گزارش شد. همانطور که در جدول ۴ مشاهده می‌شود بررسی سالانه فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار

جدول ۴- فراوانی سالیانه روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه منتخب (۱۹۸۳-۲۰۱۳)

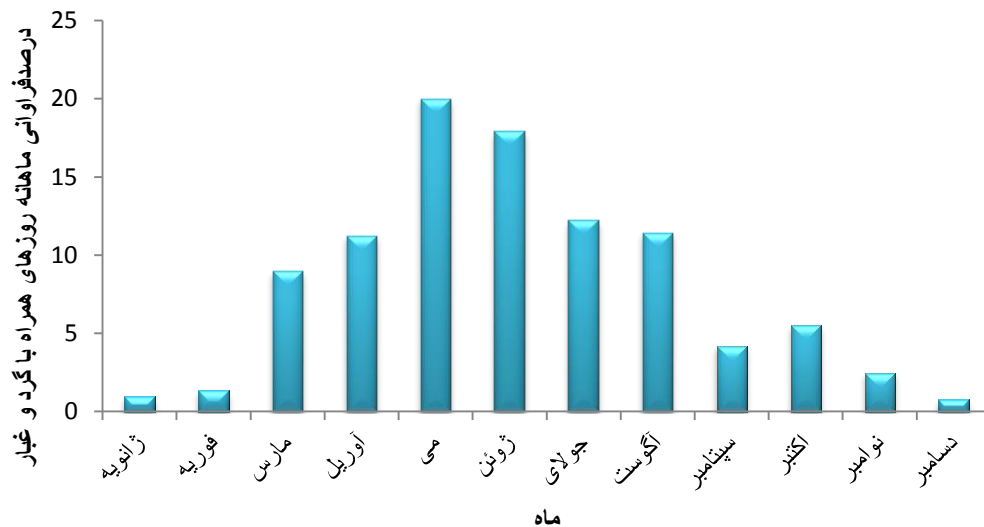
سال	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع	میانگین
۱۳۶۲	۰	۲	۳	۱	۶	۰	۲	۱	۰	۲	۰	۰	۱۷	۱/۴۱
۱۳۶۳	۷	۵	۵	۰	۱	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۳	۲۲	۱/۸۳
۱۳۶۴	۲	۴	۱	۵	۲	۰	۲	۰	۰	۰	۱	۱	۱۸	۱/۵
۱۳۶۵	۰	۱	۱	۱	۲	۰	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۹	۰/۷۵
۱۳۶۶	۱	۲	۳	۳	۲	۱	۲	۰	۱	۰	۱	۲	۱۸	۱/۵
۱۳۶۷	۱	۲	۳	۳	۲	۲	۰	۰	۲	۱	۰	۳	۱۷	۱/۴۱
۱۳۶۸	۱	۴	۰	۱	۱	۲	۱	۰	۲	۰	۰	۲	۱۲	۱
۱۳۶۹	۳	۴	۲	۳	۳	۰	۴	۰	۰	۰	۲	۳	۲۴	۲
۱۳۷۰	۳	۷	۲	۲	۳	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱۸	۱/۵
۱۳۷۱	۴	۵	۳	۱	۱	۰	۰	۲	۰	۰	۱	۱	۱۸	۱/۵
۱۳۷۲	۰	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۵	۰/۴۱
۱۳۷۳	۱	۱	۰	۱	۳	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۷	۰/۵۸
۱۳۷۴	۱	۰	۰	۱	۰	۲	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۴	۰/۳۳
۱۳۷۵	۰	۰	۰	۰	۰	۵	۰	۰	۵	۰	۰	۰	۵	۰/۴۱
۱۳۷۶	۲	۰	۲	۱	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۱	۸	۰/۶۶
۱۳۷۷	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۰۸
۱۳۷۸	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۳	۰/۲۵
۱۳۷۹	۱	۱	۱	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۷	۰/۵۸
۱۳۸۰	۱	۳	۴	۱	۲	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۱۳	۱/۰۸
۱۳۸۱	۰	۱	۰	۲	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۲	۷	۰/۵۸
۱۳۸۲	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۰۸
۱۳۸۳	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۱	۰/۰۸
۱۳۸۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۱	۰/۰۸
۱۳۸۶	۲	۲	۲	۲	۰	۰	۱	۴	۰	۰	۰	۰	۱۳	۱/۰۸
۱۳۸۷	۴	۶	۹	۱۳	۷	۵	۰	۲	۵	۱	۱	۲	۵۰	۴/۱۶
۱۳۸۸	۴	۵	۹	۱۳	۶	۱	۰	۰	۱	۰	۱	۸	۴۸	۴
۱۳۸۹	۳	۶	۸	۲	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۵	۲۶	۲/۱۶
۱۳۹۰	۶	۹	۱۱	۶	۶	۰	۲	۰	۰	۰	۰	۲	۴۲	۳/۵
۱۳۹۱	۹	۲۳	۸	۹	۳	۱	۱	۰	۱	۰	۰	۷	۶۲	۵/۱۶
۱۳۹۲	۳	۹	۱۵	۶	۹	۴	۰	۰	۴	۰	۰	۲	۴۸	۴
مجموع	۵۹	۱۰۵	۹۴	۸۰	۶۰	۲۲	۲۹	۱۳	۴	۵	۷	۴۷		
میانگین	۱/۹۷	۳/۵	۳/۱۳	۲/۶۶	۲	۰/۷۳	۰/۹۶	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۱۶	۰/۲۳	۱/۵۶		

فراوانی ماهانه گرد و غبار به ترتیب مربوط به ماه‌های آذر با فراوانی ۰/۷۶٪ و ماه دی با فراوانی ۰/۹۵٪ می‌باشد. بررسی فراوانی ماهانه گرد و غبار نشان داد که ۴۹/۱۳٪ از کل رخداد گرد و غبار در ماه تیر، اردیبهشت و خرداد بوقوع پیوسته است. بر اساس نتایج بدست‌آمده از این قسمت، در این مناطق با شروع فصل بهار و دوره گرم و به دنبال آن تابستان و به علت افزایش ساعات تابش روزانه خورشید، گرمایش سطحی و وقوع ناپایداری‌های محلی و نیز عوامل انسانی مانند تغییر کاربری اراضی می‌توان به علل افزایش وقوع گرد و غبار اشاره کرد.

بررسی ماهانه پدیده گرد و غبار
بررسی ماهانه پدیده گرد و غبار با کد ۰۶ و ۰۷ در دوره زمانی ۱۹۸۳-۲۰۱۳ نشان می‌دهد که بیشترین فراوانی گرد و غبار در استان اصفهان به ترتیب در ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر به ترتیب با فراوانی ۱۰۵، ۹۴ و ۸۰ روز همراه با گرد و غبار رخ داده است و کمترین فراوانی گرد و غبار نیز مربوط به ماه‌های دی، بهمن و آذر با فراوانی ۵، ۷ و ۴ روز همراه با گرد و غبار می‌باشد. همانطور که شکل ۲ نشان می‌دهد بیشترین وقوع گرد و غبار در ایستگاه مربوط به ماه اردیبهشت با فراوانی ۲۰٪ است. همچنین کمترین درصد

جدول ۵- فراوانی ماهانه روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه منتخب در دوره آماری ۱۹۸۳ تا ۲۰۱۳

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
فراوانی	۵۹	۱۰۵	۹۴	۸۰	۶۰	۲۲	۲۹	۱۳	۴	۵	۷	۴۷
درصد فراوانی	۱۱/۲۳	۲۰	۱۷/۹	۱۲/۲۳	۱۱/۴۲	۴/۱۹	۵/۵۲	۲/۴۷	۰/۷۶	۰/۹۵	۱/۳۳	۸/۹۵



شکل ۲- نمودار درصد فراوانی ماهانه روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه منتخب در دوره آماری ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۲

۶ و شکل ۳ آورده شده، بیشترین فراوانی گرد و غبار را برای فصل بهار با ۴۷٪ و فصل تابستان با ۳۴٪ نشان می‌دهد. همچنین کمترین رخداد فصلی متعلق به زمستان و پاییز به ترتیب با فراوانی ۹٪ و ۱۰٪ می‌باشد.

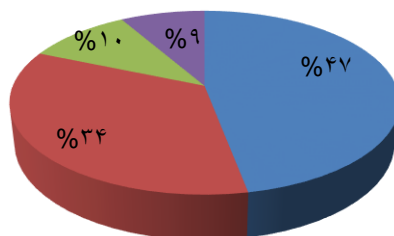
بررسی فراوانی فصلی روزهای همراه با گرد و غبار در دوره آماری ۱۳۶۲-۱۳۹۲

بررسی فصلی پدیده گرد و غبار برای ایستگاه استان اصفهان در دوره آماری ۱۳۶۲-۱۳۹۲ همانطور که در جدول

جدول ۶- فراوانی فصلی روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه

فصل / ایستگاه	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
اصفهان	۲۴۷	۱۸۰	۵۴	۴۴

زمستان پاییز تابستان بهار



شکل ۳- درصد فراوانی فصلی همراه با گرد و غبار در ایستگاه اصفهان

در بررسی سالانه ایستگاه استان اصفهان مطابق جدول (۷) شاهد ۱۲ رویداد گرد و غبار با دید کمتر از ۱۰۰۰ متر بوده‌اند که در ماه‌های اردیبهشت، اسفند، تیر، شهریور و مرداد به ترتیب ۴، ۳، ۲، ۲ و ۱ گزارش شده است. در بقیه سال‌ها گرد و غباری با دید کمتر از ۱۰۰۰ گزارش نشده است که میانگین آن در طی دوره آماری ۳۰ ساله، ۰/۴ روز می‌باشد.

بررسی روزهای همراه با گردوغبار در استان اصفهان با قدرت دید کمتر از ۱۰۰۰ متر

هنگام وقوع گرد و غبار دید افقی کاهش می‌یابد، در واقع یکی از مهمترین عواملی که بر اساس آن می‌توان شدت توفان گرد و غبار را تشخیص داد، دید افقی می‌باشد. دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ در محدوده توفان‌های گرد و غبار طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۷- فراوانی روزهای همراه با گردوغبار در ایستگاه منتخب در دوره آماری ۱۳۶۲ تا ۱۳۹۲ با قدرت دید کمتر از ۱۰۰۰ متر

سال آماری	۱۳۶۴	۱۳۶۶	۱۳۷۵	۱۳۸۰	۱۳۸۳	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۱
فراوانی با دید افقی کمتر از ۱۰۰۰	۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۳	۱

و فصلی با توجه به کل داده‌های ساعتی ایستگاه منتخب در شانزده جهت ترسیم شده که نتایج آن به شرح زیر

بررسی گلباد و گل توفان سالانه و فصلی در ایستگاه منتخب در شکل ۴ الف تا ت به ترتیب گلباد و گل توفان سالانه

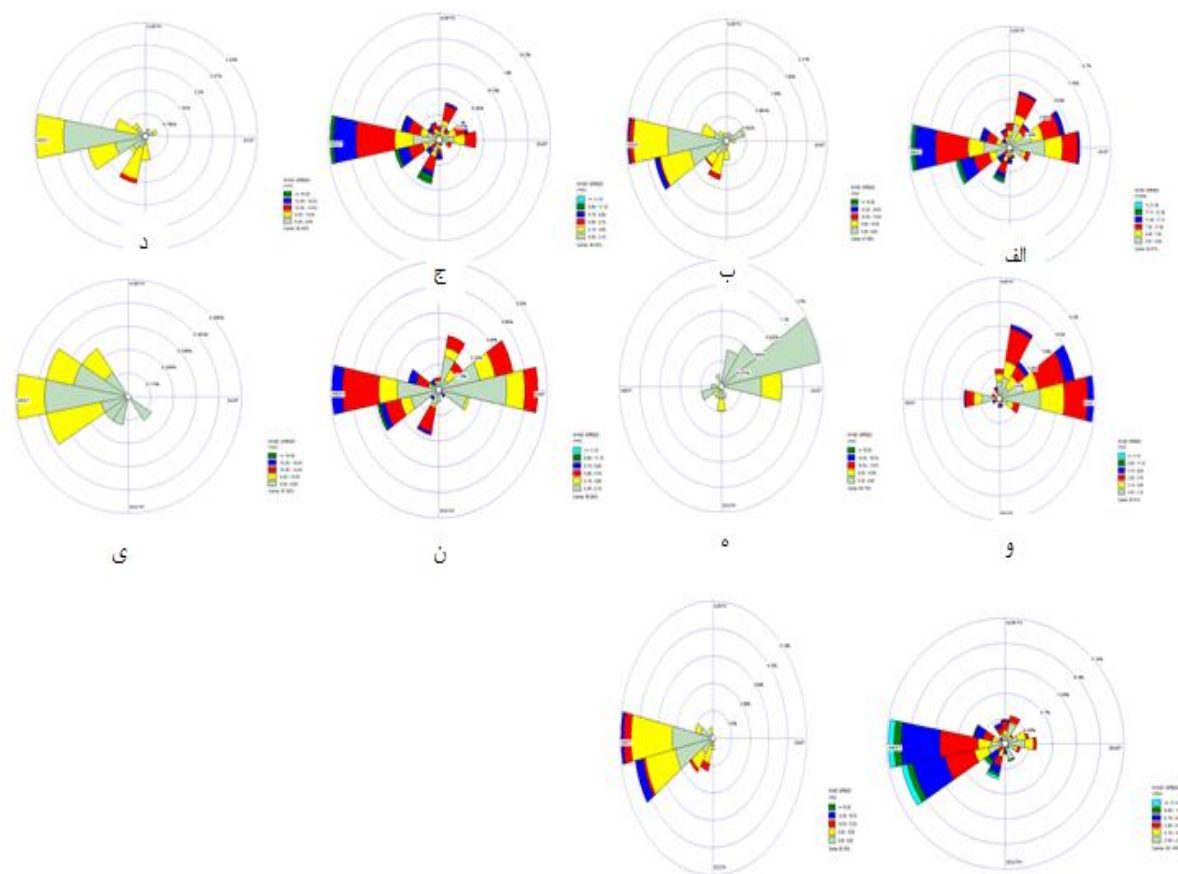
است.

و در شکل ۴ ن و ی جهت باد غالب در دیاگرام گلباد و گل توفان فصلی پاییز به ترتیب شرقی و غربی است. بررسی گلبادهای فصلی ایستگاه اصفهان نشان می‌دهد که در طی سال، این منطقه تحت تأثیر سیستم‌های جوی متفاوتی قرار می‌گیرد. وجود درصد بالای وزش باد از نیمه شرقی در ماه‌های گرم سال به‌ویژه در تابستان دلیل بر استیلای سیستم حرارتی در این ماه‌هاست که با افزایش تابش خورشید در این ماه‌ها، سبب ایجاد کم‌فشارهای حرارتی در سطح زمین می‌شود و جریانات باد را از اطراف به سمت ایستگاه ایجاد می‌کند. اما در ماه‌های سرد سال در صد وزش بادها از نیمه غربی منطقه، به‌ویژه جهت غرب و غرب-جنوب غرب روبه افزایش است که با نفوذ جریانات غربی و مدیترانه‌ای به منطقه سازگار است. بررسی‌های گل توفان‌های فصلی نیز این مطلب را تأیید می‌کنند، زیرا از در صد فراوانی بادغبارهای شرقی کاسته شده و به در صد بادغبارهای غربی و جنوب غربی افزوده می‌شود؛ به طوری که در گل توفان فصلی زمستان بادغبار غالب کاملاً غربی است.

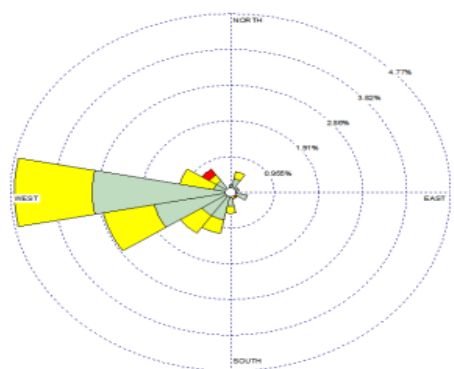
در ادامه، گل غبار سالانه ایستگاه سینوپتیک اصفهان به تفکیک کدهای ۰۶ و ۰۷ ترسیم شد. شکل ۱۴ و ۱۵ این دو دیاگرام را نشان می‌دهد. همانطور که در دیاگرام مربوط به کد ۰۶ (شکل ۵) دیده می‌شود حدود ۸۲/۸۷٪ مواقع بادهای همراه با گرد و غبار از نیمه غربی و در حدود ۱۱/۸۸٪ از نیمه شرقی شهرستان به سمت منطقه وزیده می‌شود و بقیه (۵/۲۵) از سمت شمال و جنوب است. اما در دیاگرام مربوط به کد ۰۷ (شکل ۶) این بادها حدود ۹۵٪ از نیمه غربی است و وزش آنها از نیمه شرقی به صفر درصد می‌رسد. مقایسه این دو دیاگرام نشان می‌دهد که سهم بادهای غربی در انتقال ذرات گرد و غبار معلق بیشتر از سهم آنها در ایجاد گرد و غبار محلی است، اما نقش بادهای قوی که در اثر استقرار سیستم‌های حرارتی به سمت منطقه می‌وزند، در هر دو دیاگرام قابل توجه است.

با توجه به گلباد سالانه ۵۰/۰۷ درصد کل ساعت‌های دیده‌بانی سالانه هوا آرام است، یعنی در ۴۹/۹۳ درصد از سال بادهایی با سرعت بیشتر از ۰/۵ متر بر ثانیه در محل می‌وزد و جهت باد غالب، غربی است که در حدود ۲۰٪ از کل ساعت وزش باد را در طول سال شامل می‌شود. در شکل ۴ ب جهت باد غالب در دیاگرام گل توفان نیز غربی است که ۲۹/۱۱ درصد مواقع را در طی سال به خود اختصاص داده است؛ بدین معنی که ۲۹/۱۱ درصد از بادهایی که در منطقه پدیده گرد و غبار ایجاد می‌نمایند از غرب ایستگاه می‌وزد. بنابراین ملاحظه می‌شود که جهت باد غالب در گل باد و گل توفان سالانه با هم هماهنگ است و جهت آن غربی است. بیشترین فراوانی طبقه سرعت باد در گلباد سالانه، مربوط به طبقه ۲/۱-۰/۵ متر بر ثانیه با ۱۸/۲٪ در سال ۲۰۱۲ است، اما بیشترین فراوانی طبقه سرعت بادهای همراه با گرد و خاک در همین سال، به طبقه ۸-۶ با ۵/۵٪ اختصاص دارد.

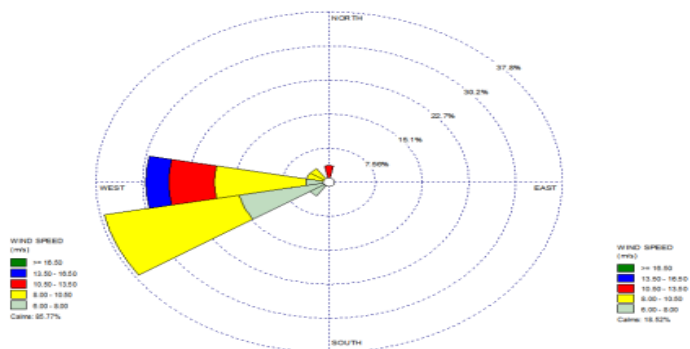
در شکل ۴ الف طبق دیاگرام گلباد سالانه در ۵۱/۴۹ درصد از کل زمان‌های وزش باد به منطقه در طول دوره آماری سی‌ساله، جهت وزش باد از شمال غرب تا جنوب غرب شهر را پوشش می‌دهد و در ۴۸/۳۴ درصد مواقع از شمال شرق تا جنوب شرق را دربرمی‌گیرد و فقط در ۰/۱۷ درصد از جهت‌های دیگر به سمت ایستگاه اصفهان می‌وزد؛ یعنی در ۹۹/۸۳٪ جهت وزش باد در مسیر غربی-شرقی است. همچنین با توجه به دیاگرام گل توفان سالانه، در ۸۵/۲۴ درصد از کل زمان‌های وزش بادهای همراه با گرد و خاک به منطقه از جهت شمال غرب تا جنوب غرب است و ۱۴/۷ درصد از جنوب غرب تا شمال غرب را دربرمی‌گیرد که در مجموع ۹۹/۹۴٪ در مسیر غربی-شرقی است. در شکل ۴ ج، د، م و ت جهت باد غالب در دیاگرام گلباد و گل توفان فصلی بهار و زمستان با هم هماهنگ است و جهت آن غربی است. در شکل ۴ و و ه جهت باد غالب در دیاگرام گلباد و گل توفان فصلی تابستان به ترتیب شرق و شرق-شمال شرقی است



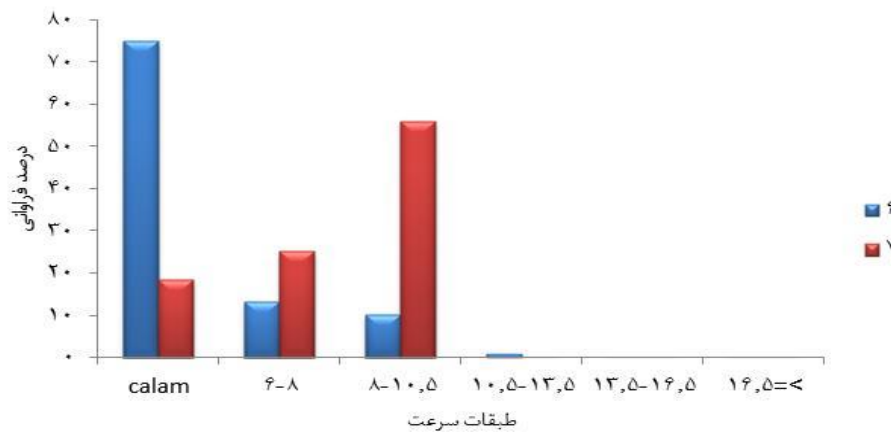
شکل ۴- الف. گل توفان سالانه، ب. گلباد سالانه، ج. گلباد بهار، د. گل توفان بهار، و. گلباد تابستان، ه. گل توفان تابستان، ن. گلباد پاییز، ی. گل توفان پاییز، م. گلباد زمستان، ت. گل توفان زمستان



شکل ۶- گل توفان سالانه کد ۰۷ طی دوره آماری



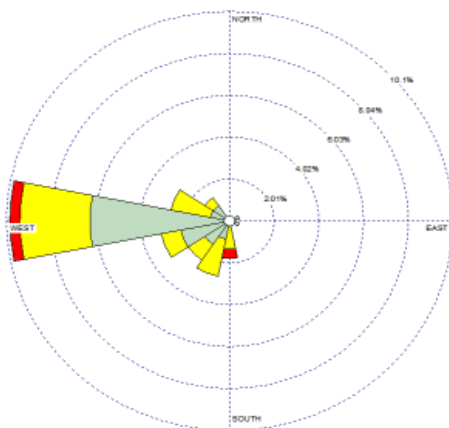
شکل ۵- گل توفان سالانه کد ۰۶ طی دوره آماری



شکل ۷- مقایسه طبله سرعت بادهاى همراه با گرد و غبار در دو کد ۰۶ و ۰۷ طی دوره آماری

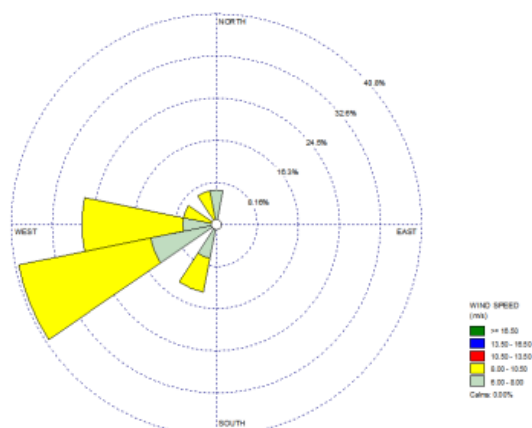
فراوانی را دارد، اما در انتقال ذرات درشت تر محلی میانگین سرعت باد ۷/۲ متر بر ثانیه است و طبله ۸-۱۰/۵ متر بر ثانیه بیشترین فراوانی را دارد.

مقایسه طبقات سرعت مربوط به هر دو دیاگرام نیز (شکل ۷) نشان می‌دهد که در انتقال ذرات ریز معلق، میانگین سرعت باد ۳/۶ متر بر ثانیه است و طبله ۸-۶ متر بر ثانیه بیشترین



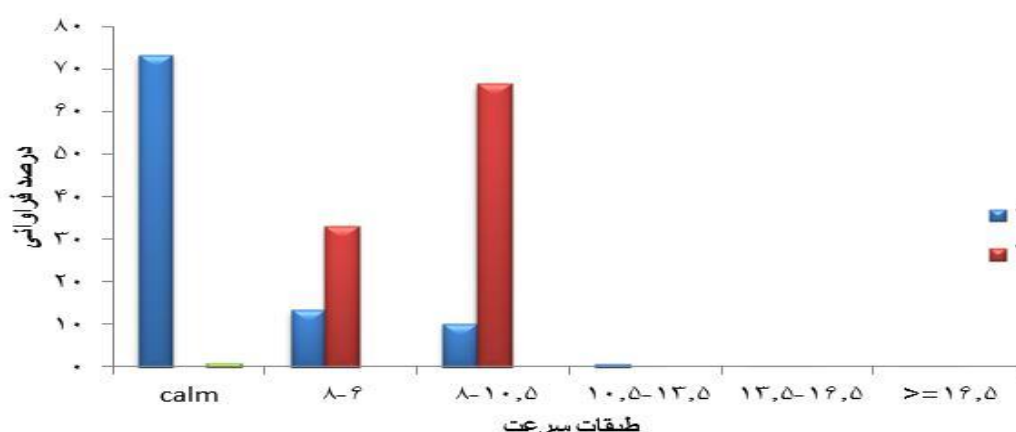
شکل ۹- گل‌غبار کد ۰۶ ماه اردیبهشت در دوره آماری

غالب در هر سه هماهنگ می‌باشد و جهت آن غربی می‌باشد. مقایسه طبقات سرعت مربوط به هر دو دیاگرام نیز نشان می‌دهد (شکل ۱۰) که میانگین سرعت باد برای گل‌غبار با کد ۰۶ بیشتر از میانگین سرعت باد برای گل‌غبار با کد ۰۶ می‌باشد. بیشترین فراوانی طبقات سرعت در کد ۰۶ آرام و در کد ۰۷ طبله ۸-۱۰/۵ می‌باشد.



شکل ۸- گل‌غبار کد ۰۷ ماه اردیبهشت در دوره آماری

برای بررسی دقیق‌تر وضعیت باد و گل‌غبار، گل‌غبار ماهانه ماه اردیبهشت که بیشترین فراوانی گرد و غبار در طی دوره آماری ایستگاه گزارش شده بود به تفکیک کد ۰۶ و ۰۷ ترسیم شد. شکل ۸ و ۹ این دو دیاگرام را نشان می‌دهد. جهت باد غالب در دیاگرام گل‌غبار کد ۰۶ و ۰۷ به ترتیب غربی و غرب و جنوب‌غرب می‌باشد. همچنین مقایسه گل‌غبار ماهانه و سالانه کد ۰۶ با گل‌توفان سالانه نشان می‌دهد که جهت باد



شکل ۱۰- مقایسه طبقه سرعت بادهای همراه با گرد و غبار در دو کد ۰۶ و ۰۷ ماه اردیبهشت طی دوره آماری

بحث

در این تحقیق برای دستیابی به یک دید کلی در مورد پدیده گرد و غبار و شناخت شرایط و عوامل مؤثر در شکل‌گیری و توسعه آن در ایستگاه اصفهان، مطالعات آماری در منطقه انجام شد. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که طی دوره آماری ۳۰ ساله ۱۳۹۲-۱۳۶۲، در ایستگاه اصفهان در مجموع ۵۲۵ روز پدیده گرد و غبار گزارش شده است و به طور میانگین ۱۷/۵ روز در سال در ایستگاه پدیده گرد و غبار رخ داده است. در این دوره آماری از سال ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ روند افزایشی داشته است که سال ۱۳۹۱ با ۶۲ روز بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را در ایستگاه داشته است. بررسی‌های آماری حکایت از آن دارد که ماه اردیبهشت و آذر به ترتیب بیشترین و کمترین وقوع گرد و غبار را نسبت به ماه‌های دیگر سال داشتند که با نتایج Bahraie و همکاران (۲۰۱۱) همخوانی دارد. البته بخش اول نتایج با نتایج Zolfaghari و Abedzadeh (۲۰۰۵) که ماه خرداد بیشترین تعداد گرد و غبار را داشته مطابقت ندارد، ولی با ماه آذر که کمترین تعداد گرد و غبار را دارد، تطابق دارد. مقایسه فراوانی فصلی پدیده گرد و غبار در طول دوره آماری مذکور نشان می‌دهد که نظم مشخصی در وقوع فصلی این پدیده طی سال‌های مختلف وجود ندارد و این مسئله مبین این نکته است که عوامل مؤثر در ایجاد و یا تشدید این پدیده از سالی به سال دیگر تغییر

می‌کند، یعنی تغییر در شرایط اقلیمی و سیستم‌های هوایی در زمان بروز این پدیده نقش مهمی دارند. نتایج همچنین حکایت از آن است که فصل بهار بیشترین تعداد گرد و غبار را در ایستگاه دارد که با نتایج Rezazadeh و همکاران (۲۰۱۳) و Hamidi و همکاران (۲۰۱۳) که در تحقیقات خود بیشترین تعداد وقوع گرد و غبار را مربوط به فصل بهار می‌دانند هم‌خوانی دارد. به طور کلی با شروع فصل بهار و دوره گرم و در پی آن فصل تابستان، فراوانی روزهای همراه با گرد و غبار افزایش یافته، زیرا در این فصل‌ها ناپایداری‌های محلی به حداکثر خود می‌رسند؛ در صورتی که در فصل زمستان به علت ساکن شدن سیستم‌های فشارزیاد و ثابت بودن آنها در منطقه فراوانی توفان‌های خاک در منطقه به حداقل می‌رسد. همچنین عامل مهم‌تر عبور امواج توده هوای غربی از روی بیابان‌های کشورهای همسایه است که با توجه به خشک بودن جریان هوا و محیط بیابانی آن مناطق، باعث ایجاد گرد و غبار و نفوذ آن به قسمت‌های مرکزی ایران می‌شود. به طور کلی گلبادهای تحلیل مجردی از ویژگی‌های خاک ارائه می‌دهند و تنها بیانگر ویژگی بادنکی و جهت بادهای به وقوع پیوسته در منطقه یا محدوده ایستگاه مورد بررسی می‌باشند؛ در حالی که در گل‌توفان به دلیل دخالت سرعت آستانه، بین ویژگی‌های بادنکی و فرسایش‌پذیری اراضی اطراف ایستگاه پیوند برقرار شده، از این‌رو امکان تشخیص شرایط توفانی و جهت بادهای

- International, 63(3): 101-113.
- Hamidi, M., Kavianpour, M. R. and Shoa, Y., 2013. Synoptic analysis of dust storms in the middle east. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 49(3): 279-286.
 - Kumar, S., Kaskaoutis D. G., Singh R. P., Singh R. K., Singh R. K., Mishraf A. K., Srivastava M. K. and Singh, A. K., 2015. Meteorological, atmospheric and climatic perturbations during major dust storms over Indo-Gangetic Basin. *The Journal of Aeolian Research*, 17: 15-31.
 - Meng, Z. and Zhang, Q., 2007. Damage effects of dust storm PM2.5 on DNA in alveolar macrophages and lung cells of rats. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 45(8):1368-74.
 - Mesbahzadeh, T. and Ahmadi, H., 2011. The wind regime in the sand dunes of Dubai and for transferring deposits (Case Study: Sabzevar). *Geo-Sun Journal*, 99: 16724-16710.
 - Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Goudie, A. S. and Kahn, R. A., 2013. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *The Journal of Science of the total environment*, 434(3): 552-564.
 - Reza zadeh, M., Irannejad, P. and Shao, Y., 2013. Climatology of the middle dust events. *Journal of Aeolian Research*, 10:103-109.
 - Strahler, A. H. and Srahler, A. N., 1992. *Modern physical geography*. 4th Edition: Von Huffman Press, Germany.
 - Tan, M., Li, X. and Xin L., 2014. Intensity of dust storms in China from 1980 to 2007: A new definition. *Atmospheric Environment*, 85(4): 215-222.
 - Wang, W., 2005. A synoptic model on east Asian dust emission and transport. *Atmospheric Science and Air Quality Conferences*, Beijing, China.
 - Yang, Y. Q., Hou, Q., Zhou, C. H., Liu, H. L., Wang, Y. Q. and Niu, T., 2008. Sand/dust storm processes in Northeast Asia and associated large-scale circulations. *Journal of Atmospheric Chemistry and Physics*, 8: 25-23.
 - Yousefi, M. and Kashi Zenouzi, L., 2015. Nomination the most suitable of input combination of artificial neural networks method to purpose nomination the wind parameters on the prospect of dust storms phenomenon (case study: yazd province). *Journal of Range and Desert Research*, 22(2): 240-250.
 - Zolfaghari, H. and Abedzadeh, H., 2005. Synoptic analysis of dust in west Iran. *Journal of Geography and Development*, 3: 173-187.
- فرساینده آسانتر می شود. گلباد حاصل از دوره آماری ۳۰ ساله ایستگاه اصفهان بیانگر بادهای غربی به عنوان باد غالب و بعضاً شدید منطقه است و گل توفان نیز همین محدوده زمانی را با بادهای جهت غربی به عنوان اصلی ترین بادهای مؤثر در شکل گیری توفان های گرد و غبار معرفی می کند.
- ### منابع مورد استفاده
- Alijani, B., 2002. *Synoptic climatology*. Samt publisher, 32-33.
 - Al-Jumaily, K. J. and Ibrahim, M. K., 2013. Analysis of synoptic situation for dust storms in Iraq. *International Journal of Energy and Environment*, 4(5): 851-858.
 - Ataiee, H. and Ahmadi, F., 2010. The dust as one of the environmental problems of the Islamic world case study: Khuzestan Province. *The Fourth International Congress on Islamic Geographers*, Zahedan, 132p.
 - Bahiraie, H., Rajaie, M, A. and Ahmadi, A., 2011. Synoptic statistical analysis of the phenomenon of dust in Ilam. *Journal - New Research Approaches in Human Geography*, 4(1):47-67.
 - Ebrahimi, Z., Vali, A. A., khosroshahi, M. and Ghazavi, R., 2017. Investigation of the role of bed dried Gavkhooni wetland on the production of the internal dust using remote sensing and duststorms (Case study: Isfahan province). *Journal of Range and Desert Research*, 24(1): 152-164.
 - Ekhtesasi, M. R., Ahmadi, H., Khalili, A., Saremi Naieni, M. A. and Rajabi, M. R., 2006. Application of Wind Rose, dust storm and Sand Rose in the analysis of wind erosion and determine the direction of the sands (Case study: Yazd-Ardakan plain area). *Journal of Natural Resources*, 59(3): 533-541.
 - Ensafi Moqaddam, T., Khoshakhlagh, F., Shamsipour, A. A., Akhavan, R., Safarrad, T. and Amir Aslani, F., 2018. Analyses of simultaneous dustfall and rain events frequency in southwestern of Iran. *Journal of Range and Desert Research*, 25(3): 546-555.
 - Farajzadeh Asl, M., Alizadeh, Kh., 2011. Spatial analysis of dust storm in Iran. *The Journal of Spatial Planning*, 15 (1): 65-84.
 - Fryberger, S. G., 1979. Dune forms and wind regimes, 137-140. In E.D. makee (Eds), *A study of global sand sea*, United states geological survey, professional paper 1052.
 - Goudie, A., 2014. Review Desert dust and human health disorders. *The Journal of Environment*

Statistical analysis of the dust storm phenomenon (case study: Isfahan)

M. Jafari^{1*}, Gh. Zehtabian², T. Mesbahzadeh³

1*- Corresponding author, Ph.D. Student in Combat Desertification, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: meh_jafari@ut.ac.ir

2-Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Assistant Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Natural Resources Faculty, University of Tehran, Karaj, Iran

Received: 3/10/2018

Accepted: 7/7/2018

Abstract

In this study, the dust phenomenon was studied at the station of Isfahan temporally and spatially. For this purpose, the data, the time and date of the observation, the direction and wind speed, and the current weather condition were prepared. After extraction of dust codes (06 and 07) and statistical analysis of the data related to this phenomenon, the annual and seasonal wind rose and storm rose of the station were mapped using WRplot & WDconvert software during the statistical period of 2013-2002. The results showed that there were 525 days of dust in the region, which was the most frequent in 2012 with 62 days. Also, in May and spring, the highest frequency of dust occurred. The study of wind rose and storm rose annually confirms the formation of wind tunnel on the western-eastern route. The annual dust rose, divided into two meteorological codes 06 and 07, indicates that winds with dust from the Midwest are involved in the transport of suspended particles and formation of local dusts. Seasonal storm rose show the impact of different atmospheric systems throughout the year on the formation of dust phenomena in the region better and more accurately. With the onset of the cold season, the winds with dust are increasing from the northern half to Isfahan and reach the maximum in the winter, but with the start of the hot season, and especially the summer season, it is more intense than east to Isfahan, and from the west almost reaches zero.

Keywords: Dust Storm, wind rose, dust rose, Isfahan, WRplot.