

تأثیر گاستی باد صدویست روزه در ایجاد پدیده‌های خاک‌دار (مطالعه موردی: مناطق هرات و زابل)

صادق کریمی^{۱*}، مصطفی خبازی چالشتی^۲، محمد فرتوت عنایت^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۵/۲۴

چکیده

باد ۱۲۰ روزه از مهم‌ترین ویژگی‌های اقلیمی پایدار نوار شرق ایران و مرز غربی افغانستان و پاکستان است که همه‌ساله در فصل گرم سال جریان دارد. «گاستی» یکی از مؤلفه‌های مهم این باد است. گاستی باد در فرسایش خاک، شکل و تشدید خیزش گردوغبار و وقوع پدیده‌های خاک‌دار در این نواحی تأثیرگذار است. این پژوهش با استفاده از تحلیل داده‌های ساعتی ایستگاه‌های هواشناسی زابل در جنوب شرق ایران و هرات (در شمال غرب افغانستان)، در تلاش است تا علاوه بر بررسی شدت گاستی باد در دو ایستگاه مورد مطالعه، رابطه بین گاستی باد ۱۲۰ روزه و وقوع پدیده‌های خاک‌دار را نیز بررسی کند. برای این منظور گزارش‌های متار ایستگاه‌های هواشناسی زابل در دوره آماری ۲۰۱۲/۱/۱ تا ۲۰۱۹/۱۲/۲۶ از پایگاه‌های داده دانشگاه آیووا و سایت اوجی‌مت دریافت شد. نتایج نشان داد گاستی باد ۱۲۰ روزه در زابل از شدت بیشتری نسبت به هرات برخوردار است. با وجود چنین رابطه قوی در زابل، به‌علت شرایط بیابانی، منجر به تشدید شرایط گردوغباری در منطقه می‌شود. لذا بر اساس رابطه همبستگی این دو متغیر، با افزایش شدت گاستی باد، دید افقی در زمان وقوع پدیده‌های خاک‌دار نیز کاهش پیدا می‌کند.

کلیدواژه‌ها: گاستی باد، سرعت باد، دید افقی، همبستگی، گردوغبار.

۱. دانشیار آب و هواشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران، نویسنده مسئول، karimi.s.climatologist@uk.ac.ir

۲. دانشیار ژئومورفولوژی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

۳. کارشناس ارشد مخاطرات محیطی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

مقدمه

که هرکدام از نظر وسعت تأثیر، زمان و شدت وزش باد ویژگی‌های خاصی دارند. بادهای این منطقه وسعت زیادی از استان‌های خراسان رضوی، خراسان جنوبی، سیستان و بلوچستان، یزد، کرمان و حتی اصفهان را نیز شامل می‌شود (حمیدیان‌پور، ۲۰۱۶).

بادهای منطقه سیستان بخش‌هایی از نوار غربی، شمال غربی و جنوب غربی کشورهای افغانستان و پاکستان را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که هسته سرعت آن در شرق ایران و غرب افغانستان و پاکستان و هسته مرکزی آن در جنوب شرق ایران روی می‌دهد. این بادهای که معروف‌ترین باد محلی ایران است در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور دارای فراوانی زیاد از منظر ثابت بودن جهت و شدت وزش است و در ماه‌های تیر و مرداد سرعت وزش این بادهای در بیشترین مقدار خود روی می‌دهد (آب‌خرابات، ۲۰۱۷).

جهت غالب این باد شمال غرب جنوب شرق است که سرعت وزش آن گاهی به ۱۱۰ تا ۱۲۰ کیلومتر بر ساعت نیز می‌رسد. وزش این بادهای با توجه به ویژگی‌های توپوگرافی نوار غرب افغانستان و شرق ایران موجب ایجاد کانالی از باد شده که با محدوده عرضی و طولی مشخص در فصل گرم سال جریان دارد (سلوکی و نوری، ۲۰۱۹).

پایش بلندمدت داده‌های ساختاری باد در زابل نشان می‌دهد که سرعت باد در طول دوره وزش بادهای ۱۲۰ روزه دارای نوسانات زیادی در طول شبانه‌روز است اما سرعت اوج روزانه آن در اواسط صبح و ساعت ۹:۳۰ افزایش می‌یابد (سعیدی، ۲۰۱۷).

آنچه وزش بادهای ۱۲۰ روزه در منطقه سیستان و شرق ایران را با سایر مناطق نوار شرقی متمایز می‌کند، ویژگی‌های اقلیمی و توپوگرافی منطقه است. در این منطقه میزان نزولات جوی کم بوده و تغییرپذیری بالایی دارد. از طرف دیگر نوسانات دمایی آن نیز بالا بوده و تابستان‌های گرمی دارد که میزان تبخیر منابع آبی را به شدت افزایش می‌دهد. این شرایط با وجود ویژگی‌های توپوگرافی شامل دشت بودن منطقه، نبود عوارض طبیعی مانند کوه و شیب ملایم زمین سبب می‌شود تا وزش این بادهای منطقه سیستان را به یک کانون مملو از

حرکت هوا ساده‌ترین جمله برای تعریف باد است، اما باد آنقدرها هم ساده نیست. شاید تا قبل از تأسیس ایستگاه‌های هواشناسی باد را تنها با دو مؤلفه جهت و سرعت می‌شناختند اما رفته‌رفته مؤلفه «گاستی باد»^۱ یا پرش باد نیز معرفی شد و در گزارش‌های هواشناسی مورد استفاده قرار گرفت. اهمیت این خصوصیت به دلیل پرخطر بودن آن است زیرا سرعت لحظه‌ای آن در زمان بسیار کوتاه می‌تواند به شدت افزایش یابد.

این پدیده در سیستان که به سرزمین بادهای ۱۲۰ روزه معروف است نیز رخ می‌دهد. وزش این بادهای در نتیجه تشکیل سیستم پرفشار، تعاریف مختلفی از گاستی باد در منابع مختلف دیده می‌شود که شاید مهم‌ترین تعریف افزایش ناگهانی یا همان پرش ناگهانی باد باشد. گاهی در تعریف آن از ضربه ناگهانی باد و تغییر ناگهانی سرعت باد نیز یاد شده است.

گاستی باد شدید ناشی از طوفان‌های غیر گردبادی از جمله مخرب‌ترین مخاطرات طبیعی به شمار می‌رود که موجب بروز خسارت‌های گسترده به زیرساخت‌ها، بخش کشاورزی، درختان، خطوط انتقال برق و آسیب به سازه‌ها می‌شود (شوکیان^۲ و همکاران، ۲۰۱۴).

این فاکتور باد در بادهای محلی نظیر بادهای موسمی در شمال شرق دریای خزر و کوه‌های هندوکش افغانستان و شکل‌گیری یک سیستم کم‌فشار در بیابان‌های شرق ایران و غرب افغانستان ایجاد می‌شود، به طوری که گرادیان فشاری حاصل از این دو سیستم فشاری موجب وزش بادهای نیرومند ۱۲۰ روزه در فصل گرم سال می‌شود. به طور معمول وزش این بادهای از اواسط اردیبهشت‌ماه در نوار شرقی ایران و غرب افغانستان آغاز می‌شود و تا اواسط شهریورماه ادامه می‌یابد (علیزاده جوپاری، ۲۰۱۴).

وزش باد نه تنها جزء ویژگی‌های اقلیمی نوار شرقی کشور است بلکه به طور کلی از عناصر اقلیمی بارز شرق فلات ایران به شمار می‌رود که مداومت بالایی داشته و شدت آن در برخی مناطق زیاد است. در ایران، ۱۰ پهنه بادی شناسایی شده است

1. Gust Wind
2. Shouquan

گاستی باد پرداخته می‌شود:

انلو و اسمیت^۲ (۲۰۰۳) به مطالعه تأثیر نوسان جنوبی اقیانوس آرام^۳ بر نقطه اوج گاستی بادهای در سراسر ایالات متحد آمریکا پرداختند. آن‌ها در این مطالعه تفاوت اوج گاستی بادهای را در مراحل شدید نوسان جنوبی در ماه‌های گرم و سرد سال بررسی و برای هر ماه اختلاف میانگین اوج گاستی باد را محاسبه کردند. در ادامه، تفاوت در فرکانس نیروی گاستی بادهای نیز محاسبه شد. نتایج این پژوهش نشان داد در زمستان که مرحله نوسان جنوبی سرد غالب است، با افزایش گاستی بادهای همراه است. همچنین مشخص شد اقیانوس آرام شمال غربی، جنوب غربی، دشت‌های بزرگ و منطقه‌ای، مناطقی هستند که بیشترین تأثیر را می‌بینند.

هاستون و دارینگ^۴ (۲۰۱۱) با انتقاد به تمرکز اقلیم‌شناسان انگلستان بر استفاده از داده‌های میانگین سرعت باد و غافل شدن آن‌ها از داده‌های لحظه‌ای گاستی باد، در مقاله‌ای با عنوان «تجزیه و تحلیل مشاهدات روزانه گاستی بادهای در انگلستان» به اهمیت داده‌های آن پرداختند.

شوکیان و همکاران (۲۰۱۴) به مطالعه اثر احتمالی تغییرات آب‌وهوا بر روی گاستی باد در کانادا پرداختند و به تأثیر این مخاطره طبیعی در حوزه‌های مختلف مانند حمل‌ونقل، کشاورزی، انرژی و تجارت و در معرض خطر قرار گرفتن زیرساخت‌ها اشاره کردند. نتایج مدل‌سازی در این پژوهش برای پیش‌بینی آینده، نشان می‌دهد که فراوانی گاستی بادهای می‌تواند در اواخر این قرن در کانادا افزایش یابد.

والرو^۵ و همکاران (۲۰۱۴) نیز ضربات ناشی از گاستی باد روزانه در سراسر اسپانیا را با استفاده از مدل آنالوگان‌ساف^۶ تخمین زدند؛ نتایج نشان داد که مدل مذکور اطلاعات خوبی درباره باد در شبه‌جزیره ایبونی ارائه داد و حاکی از آن است که الگوهای اطلس جوی آتلانتیک، به‌طور کلی برای پیش‌بینی گاستی باد این ناحیه بهتر است.

لی^۷ و همکاران (۲۰۱۶) نیز در پژوهشی به پیش‌بینی

بحران‌های اقلیمی تبدیل کند (خسروی، ۲۰۱۹). شکل‌گیری طوفان‌های گرد و خاک در فصل گرم سال و بروز مشکلات زیست‌محیطی، افزایش غلظت ذرات معلق در هوا و مشکلات اقتصادی از مهم‌ترین عوامل اهمیت بادهای ۱۲۰ روزه به‌شمار می‌رود. به‌طور کلی بیشتر اثرات این بادهای منفی بوده و به‌عنوان یکی از عوامل محدودکننده زندگی محسوب می‌شود، اما کاهش دمای هوا در فصل گرم سال یکی از جنبه‌های مثبت محیطی این باد است (آب‌خراشات، ۲۰۱۷).

به‌طور کلی مناطق خشک دنیا تحت تأثیر تخریب متوسط تا شدید زمین در نتیجه فرسایش باد هستند و شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد بسامد طوفان‌های گردوغباری در دنیا روزبه‌روز در حال افزایش است (سیواکومال^۱، ۲۰۰۵).

سرعت بادهای ۱۲۰ روزه همواره توأم با نوسانات شدیدی است که گاهی ضربات سرعت باد یا همان گاستی باد را به شدت افزایش می‌دهد. فاکتوری که جای خالی آن در تحقیقاتی که تاکنون درباره بادهای ۱۲۰ روزه انجام شده است احساس می‌شود. اینکه گاستی بادهای منطقه‌ای ۱۲۰ روزه چه تأثیری بر رخداد روزهای گردوغباری دارد و در چه مناطقی از سیطره این باد، باعث افزایش و در چه مناطقی باعث کاهش تولید گردوغبار می‌شود، جای سؤال است. بر همین اساس این پژوهش ضمن بررسی وضعیت جاری گاستی باد، سعی دارد نقش آن را به‌عنوان عاملی مهم از بادهای ۱۲۰ روزه، در ایجاد پدیده‌های خاک‌دار و روزهای گردوغباری شرق کشور هم‌زمان در دو منطقه زابل در ایران و هرات در افغانستان با استفاده از آزمون‌های آماری و تحلیل تصاویر ماهواره‌ای مورد تحلیل و بررسی قرار دهد.

ایستگاه هواشناسی هرات در کشور افغانستان در راسته شمالی‌تر جریان بادهای ۱۲۰ روزه و ایستگاه هواشناسی زابل در راسته جنوبی‌تر این باد قرار دارد. مقایسه تطبیقی اثر گاستی باد ۱۲۰ روزه در دو منطقه با شرایط ژئومورفولوژیکی متفاوت، می‌تواند اثرات متفاوت گاستی بادهای مشابه را در دو منطقه مستعد و غیرمستعد خیزش گردوغبار نشان دهد.

در ادامه به بررسی اهم مطالعات انجام‌شده در حوزه

2. Enloe and Smit
3. ENSO
4. Hewston and Dorling
5. Valero
6. ANSAF
7. Li

1. Sivakumal

در ارتفاعات مختلفی مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که به طور کلی، میانگین سرعت باد تأثیر کمی در پارامترهای گاستی بافت بادهای خارج از دریا و بادهای با سرعت بیش از ۱۵ کیلومتر بر ساعت از بالادست دارد.

در خصوص بادهای ۱۲۰ روزه نیز مطالعات عمیقی صورت گرفته که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود:

مفیدی و همکاران (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان «تعیین زمان آغاز، خاتمه و طول مدت وزش باد سیستان با بهره‌گیری از روش‌های تخمین نقطه تغییر» به این نتیجه رسیدند که بادهای منطقه سیستان به طور متوسط در روز ۱۲۲ (دوم ماه می) از سال آغاز شده و تا روز ۲۸۷ (۱۴ اکتبر) تداوم می‌یابد. بر این اساس، متوسط طول دوره وزش باد سیستان ۱۶۵ روز در سال تعیین شد. یافته‌ها بیانگر آن است که زمان آغاز، زمان خاتمه، شدت و طول مدت وزش باد سیستان تغییرات قابل ملاحظه‌ای را از سالی به سال دیگر نشان می‌دهد. از دیگر نتایج این مطالعه، نبود یک روند معنادار در رفتار تمامی ویژگی‌های باد سیستان است.

علیزاده چوپاری (۲۰۱۶) با استفاده از مدل پیش‌بینی تحقیقاتی WRF/CHEM و دیدبانی‌های زمینی باد ۱۲۰ روزه، فعالیت طوفان‌های گردوغباری در منطقه سیستان و منابع اصلی گردوغبار در کل ایران را بررسی کردند؛ یافته‌های آن‌ها نشان داد که وزش بادهای شدید فصل گرم سال از اواسط ماه مه آغاز و تا اواسط سپتامبر ادامه می‌یابد که سریع‌ترین بادهای در ماه‌های ژوئیه و جولای رخ می‌دهد. دلایل سینوپتیکی وزش بادهای ۱۲۰ روزه از دیدگاه این پژوهشگران استقرار سیستم پرفشار بر فراز کوه‌های هندوکش افغانستان و شکل‌گیری یک سیستم کم‌فشار در بیابان‌های شرق ایران و غرب افغانستان است که گرادیان فشاری حاصل از آن‌ها موجب وزش بادهای نیرومند ۱۲۰ روزه در فصل گرم سال می‌شود.

بررسی‌های محقق نشان می‌دهد که به‌رغم اینکه مطالعات زیادی پیرامون بادهای ۱۲۰ روزه زابل انجام شده و ارزیابی‌های قابل قبولی درباره ماهیت و آثار این پدیده به دست آمده، تاکنون مطالعه‌ای درباره نقش گاستی این بادهای به‌عنوان عاملی مهم در فعال‌سازی چشمه‌های تولید گردوغبار

حداکثر نیروی گاستی باد در ایستگاه‌های هواشناسی در جنوب چین از طریق بررسی رابطه بین گاستی بادهای مشاهده‌شده در ایستگاه‌ها و سیکلون‌های گرمسیری پرداختند؛ نتایج نشان داد که باد ناشی از سیکلون‌های گرمسیری در سواحل به‌شدت تحت تأثیر شرایط زمین اطراف ایستگاه‌ها قرار دارد. ایستگاه‌های ساحلی که به‌سمت جهت باد زمینی باز دارند نسبت به ایستگاه‌های دارای انسداد واقع در جهت باد، بیشتر تحت تأثیر وزش گاستی باد قرار می‌گیرند. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش هنگامی که سیکلون در حال نزدیک شدن به ساحل در جنوب چین است، خطرناک‌ترین منطقه چهار قطعه شمال شرقی سیکلون است. در این ربع، ممکن است گردبادها در ایستگاه‌های ساحلی جنوب چین حتی در مسافتی بیش از ۴۰۰ کیلومتر از ایستگاه‌ها به حداکثر خود برسند.

ابراهیمی و اسکندری (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای با عنوان پاسخ آیروداستیک توربین بادی با محور افقی در شرایط تغییر ناگهانی اندازه و جهت باد با روش ناپایا نتیجه گرفتند که تغییرات ناگهانی سرعت باد یا همان گاستی باد باعث نوسانات شدید در پیچش الاستیک پرها شده و توان خروجی توربین را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سومی و ویما^۱ (۲۰۱۸) نیز به اهمیت شناخت و اندازه‌گیری گاستی باد به‌منظور آسیب‌شناسی و جلوگیری از مخاطرات ناشی از آن پرداختند. آن‌ها در این پژوهش که با عنوان «تکنیک‌های اندازه‌گیری باد از آنوموتری سنتی به قابلیت‌های جدید» به ثبت رسید، شیوه‌های مختلف اندازه‌گیری گاستی باد را ارائه کردند.

فانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی ویژگی‌های حرکتی گاستی باد ناشی از تایفون‌ها را در خارج از دریا بررسی کردند. آن‌ها در این پژوهش بر اساس ۱۴ مجموعه داده دیدبانی‌شده توسط چهار ایستگاه هواشناسی طی ۱۰ طوفان، یک بررسی جامع از ویژگی‌های گاستی باد که معمولاً از نظر کمی به‌عنوان شدت تلاطم و ضریب تندباد بیان می‌شوند، در نزدیکی تایفون‌ها انجام داده‌اند. در این پژوهش وابستگی جهت و میانگین سرعت باد با ویژگی‌های گاستی باد

1. Suomi and Vihma
2. Fang

قرار دارد که از پنج شهرستان زابل، زهک، هامون، هیرمند و نیمروز تشکیل شده است. این منطقه با وسعت ۱۵۱۹۷ کیلومترمربع و موقعیت جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۸ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۴۸۰ متری از سطح دریا در شرق کشور قرار گرفته است. از نظر ویژگی‌های اقلیمی سیستان دارای اقلیم گرم و خشک و بیابانی است که میانگین بارش سالانه آن ۵۰ میلی‌متر است و سالانه بیش از ۴۵۰۰ میلی‌متر از آب‌های سطحی آن تبخیر می‌شود. وقوع تابستان‌های گرم طولانی و بهار کوتاه‌مدت از دیگر ویژگی‌های اقلیمی سیستان است به نحوی که رکورد آستانه حدی بیشینه دمای زابل در بلندمدت به ۵۱ درجه سلسیوس رسیده است. از سوی دیگر زمستان‌های خنک همراه با سوزبادهای محلی، آخرین فصل سال را برای این منطقه سرد و خشک کرده به طوری که آستانه حدی کمینه دمای این منطقه در بلندمدت به منفی ۱۱/۹ درجه سلسیوس نیز رسیده است.

سیستان از شمال شرق تا جنوب شرق به کشور افغانستان، از شمال به تالاب‌های بین‌المللی هامون، از شمال غرب تا جنوب غرب به استان خراسان جنوبی و از جنوب به شهرستان زاهدان محدود می‌شود. از ویژگی‌های طبیعی این منطقه می‌توان به تالاب‌های بین‌المللی هامون، رودخانه مشترک هیرمند بین ایران و افغانستان، چاه‌نیمه‌های سیستان و محدوده‌های بیابانی و کویری اشاره کرد. برخلاف تالاب هامون که اکنون کارایی واقعی خود را از دست داده، چاه‌نیمه‌های سیستان که نوعی دریاچه مصنوعی برای کنترل و حفاظت شهرها و روستاهای منطقه از طغیان رودخانه هیرمند ایجاد شده، هنوز چرخه آبی خود را حفظ کرده است. شاید ذخیره‌سازی آب شرب منطقه در این چاه‌نیمه‌ها مهم‌ترین دلیل حفظ آن باشد.

هرات افغانستان قسمت برون‌مرزی این پژوهش است که تأثیر گاستی بادهای ۱۲۰ روزه بر وقوع پدیده‌های خاک‌دار در آن نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. این شهر به مرکزیت استان هرات در غرب افغانستان با موقعیت ۳۴ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و ۶۲ درجه و ۱۲ دقیقه عرض شرقی قرار گرفته و جزء چهار کلانشهر افغانستان است. شهر هرات از شمال و شرق به مناطق کوهستانی و از غرب و جنوب غرب

منطقه به‌خصوص چشمه‌های هامونی انجام نشده است. بنابراین می‌توان گفت بررسی و تحلیل آثار منفی ناشی از این خصوصیت بادهای ۱۲۰ روزه در ایران و افغانستان نوآوری این پژوهش است.

مهم‌ترین پدیده‌های گردوغباری که بر اساس دستورالعمل کدها و روش‌های پایش وضع هوای سازمان جهانی هواشناسی^۱ و سازمان جهانی هوانوردی^۲ در اثر وزش بادهای ۱۲۰ روزه رخ می‌دهد، در مناطق مختلف متفاوت است که به‌طور عمده پدیده‌های خاک‌دار سه‌گانه طوفان گرد و خاک^۳، غبار^۴ و باد و گرد و خاک^۵ بیشترین فراوانی را دارند. در این بین، پدیده طوفان گرد و خاک در ایستگاه هواشناسی زابل بیش از سایر ایستگاه‌های منطقه، درگیر این سامانه است.

پژوهش‌های مختلفی در خصوص دامنه فعالیت بادهای ۱۲۰ روزه در کشور انجام شده که دوره‌های زمانی مختلفی از جمله بخش‌هایی از فصل بهار و تابستان برای آن در نظر گرفته شده است. با توجه به تغییر شرایط وزش این بادهای، تعیین دامنه فعالیت آن‌ها بر اساس آخرین داده‌های هواشناسی یکی از اهداف اصلی این پژوهش است. از طرفی با توجه به خشک شدن تالاب‌های بین‌المللی هامون احتمال می‌رود بازه زمانی وقوع بادهای ۱۲۰ روزه در ویژگی گاستی باد خاصی در طول سال‌های اخیر نسبت به دوره بلندمدت آن تغییرات افزایشی و مثبتی به خود گرفته که خود عاملی بر افزایش وقوع پدیده‌های گردوغباری و روزهای ناسالم هوایی در این منطقه نسبت به نقاط دور و نزدیک دیگر نظیر هرات در افغانستان است. بنابراین، این پژوهش به دنبال پاسخ‌گویی به دو سؤال ذیل است: وضعیت گاستی باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه هرات و ایستگاه زابل چگونه است؟ چه ارتباطی بین خصوصیت گاستی بادهای ۱۲۰ روزه با رخداد گردوغبار در محدوده ایستگاه هرات و محدوده ایستگاه زابل وجود دارد؟

منطقه مورد مطالعه

مهم‌ترین کانون وزش بادهای ۱۲۰ روزه در منطقه سیستان

1. WMO
2. ICAO
3. Dust Storm
4. Dust Haze
5. Dust Raised Wind

مقایسه وضعیت دو ایستگاه زابل و هرات و اثرگذاری متفاوت گاستی باد در شرایط زمینی متفاوت این محدوده‌ها نیز دال بر نیمه تجربی بودن این تحقیق است.

گزارش‌های متار ایستگاه‌های بین‌المللی هواشناسی زابل در ایران و هرات در افغانستان از تاریخ ۲۰۱۲/۱/۱ تا ۲۰۱۹/۱۲/۲۶ از پایگاه‌های داده دانشگاه آیووا در ایالات متحده آمریکا و اوجی مت دریافت و با استفاده از آخرین دستورالعمل کدها و روش‌های پایش وضع هوا- ضمیمه ۳ کنوانسیون هواپیمایی بین‌المللی^۱ که به تأیید سازمان جهانی هواشناسی^۲ رسیده، به شیوه جدول (۱) رمزگشایی شد. این گزارش‌های جوی اطلاعات وضع هوای منطقه شامل جهت و سرعت باد، گاستی باد، دید افقی، هوای حاضر، وضعیت ابرناکی، دمای هوا، دمای نقطه شبنم، فشار هوا و هوای گذشته را برای کاربردهای هوانوردی در فرودگاه‌ها و ایستگاه‌های غیر فرودگاهی را اعلام می‌کند.

جدول (۱): نمونه گزارش متار ایستگاه‌های هواشناسی هرات و زابل

Table (1): Sample metar report in Herat and Zabol meteorological stations

| METAR | station | date | UTC Time | wind direction | wind speed KT | KT Gust wind | Visibility Meter | Present weather |
|---|--------------|-----------|----------|----------------|---------------|--------------|------------------|-----------------|
| OZBZ31800Z 3180000000 SA NSC 2306 Q1005 | ایستگاه زابل | ۲۰۱۸.۳۰.۱ | ۱۸ | ۳۵۰ | ۱۹ | ۳۵ | ۱۵۰۰ | SA |
| OZRE312000Z 3120000000 NSC 2206 Q1006 | ایستگاه زابل | ۲۰۱۸.۳۰.۱ | ۲۰ | ۳۴۰ | ۳۵ | ۴۷ | ۸۰۰ | DS |
| OAMR31105Z 3110500000 NSC 3311 Q1011 | ایستگاه هرات | ۲۰۱۸.۳۰.۱ | ۱۰:۵۵ | ۳۱۰ | ۱۲ | ۲۲ | ۶۰۰۰ | - |
| OAMR31115Z 3111500000 BU NSC 3311 Q1012 | ایستگاه هرات | ۲۰۱۸.۳۰.۱ | ۱۱:۵۵ | ۲۰ | ۱۱ | - | ۶۰۰۰-۴۰۰۰ | DU |

در این پژوهش ۶۱۹۱۳ گزارش جوی از ابتدای سال ۲۰۱۲ تا ۲۶ دسامبر سال ۲۰۱۹ از ایستگاه هواشناسی زابل و ۵۶۹۰ گزارش از ایستگاه هرات افغانستان دریافت شد که پیش آغاز

به مناطق به نسبت کوهستانی محدود می‌شود. استان هرات با بیش از ۶۱ هزار کیلومتر مربع وسعت دومین استان بزرگ افغانستان محسوب می‌شود که از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به ولایت فراه و بخشی از ولایت غور، از سمت شرق با استان «بادغیس» و «غوروات» و از غرب به ایران محدود می‌شود. ارتفاع هرات از سطح آب‌های آزاد حدود ۷۹۰ متر است و پست‌ترین نقطه این منطقه «غوریان» با ۷۹۰ متر در نزدیکی مرز ایران و بلندترین نقطه آن یعنی «چشت» ۱۵۵۰ متر مرتفع‌تر از آب‌های آزاد است. اقلیم این منطقه معتدل است اما تابستان‌های گرم و زمستان‌های سردی دارد به طوری که آستانه‌های حدی دما در بیشینه و کمینه به ترتیب بیش از ۴۲ و منفی ۱۲ درجه سلسیوس نیز رسیده است. در این پژوهش، اطلاعات ایستگاه هواشناسی بین‌المللی هرات با کد بین‌المللی OAHR سازمان جهانی هوانوردی با موقعیت جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۳ دقیقه عرض شمالی و ۶۲ درجه و ۱۳ درجه طول شرقی مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱).



شکل (۱): موقعیت منطقه و ایستگاه‌های مورد مطالعه

Figure (1): The location of the area and the studied stations

مواد و روش‌ها

این پژوهش به لحاظ هدف، از نوع تحقیقات توسعه‌ای است که ضمن معرفی خصوصیت گاستی بادهای ۱۲۰ روزه و ورود آن به ادبیات علمی فارسی‌زبانان، ارتباطات احتمالی بین این خصوصیت با افزایش رخداد گردوغبارها را به صورت کاربردی مورد بررسی و تحلیل قرار می‌دهد. از طرفی این پژوهش به لحاظ ماهیت جزء تحقیقات نیمه تجربی است که به استناد داده‌های تجربی به دست آمده از متار و ایستگاه‌های هواشناسی، همچنین تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌شود. همچنین

1. Annex 3 to the Convention on International Civil Aviation
2. WMO

ایستگاه‌های زابل و هرات، ابتدا داده‌های کمی ایستگاهی این پارامتر بر اساس شدت و کمیت تکرار در هر دو ایستگاه دسته‌بندی و مقایسه شد.

برای اثبات فرضیه دیگر پژوهش، پدیده‌های خاک‌داری که تحت تأثیر وزش بادهای رخ می‌دهند، از سایر پدیده‌ها تفکیک شد. سپس بر اساس شرایط تشکل و ثبت این گزارش‌ها در ایستگاه‌های هواشناسی، از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و اسپیرمن استفاده شد.

برای این منظور اطلاعات دسته‌بندی شده گاستی باد و دید افقی برای تعیین نرمال یا غیر نرمال بودن داده‌ها به وسیله آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت.

جدول (۲): نتیجه آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

Table (2): Results of the Kolmogorov-Smirnov test

| N | Normal Parameters | | Most Extreme Differences | | | Kolmogorov-Smirnov Z | Asymp. Sig. (2-tailed) |
|------|-------------------|----------------|--------------------------|----------|----------|----------------------|------------------------|
| | Mean | Std. Deviation | Absolute | Positive | Negative | | |
| 7070 | 18.2685 | 3.17078 | .125 | .125 | -.074 | 10.477 | .000 |
| 4562 | 13.7267 | 2.87647 | .094 | .094 | -.077 | 6.335 | .000 |
| 4562 | 8.8238E3 | 2.08287E3 | .387 | .286 | -.387 | 26.170 | .000 |
| 7070 | 5.4785E3 | 2.87956E3 | .107 | .085 | -.107 | 9.023 | .000 |
| 4562 | 7.9987 | 2.75515 | .095 | .095 | -.086 | 6.394 | .000 |
| 7070 | 12.3576 | 2.91401 | .133 | .133 | -.065 | 11.170 | .000 |

a. Test distribution is Normal.

فرایند پردازش داده‌ها، گزارش‌های مخدوش و فاقد اطلاعات صحیح از سری زمانی حذف شد. سپس داده‌های ساعتی سمت و سرعت باد، گاستی باد، فشار هوا و دید افقی تفکیک شد. با توجه به تفاوت زمانی فعالیت ایستگاه‌های مورد مطالعه و برای تحلیل مناسب‌تر فرضیه‌ها، میانگین داده‌های ساعتی روزانه به دست آمد. برای این منظور نمی‌توان از میانگین حسابی استفاده کرد زیرا جهت و سرعت باد دارای کمیت برداری است و نمی‌توان به صورت اسکالر از آن‌ها میانگین گرفت.

برای تبدیل کمیت اسکالر جهت و سرعت باد به کمیت برداری، واحد سرعت وزش باد از نات به متر بر ثانیه تبدیل شد و همه داده‌های سرعت وزش باد با مقدار صفر به دلیل صفر بودن هم‌زمان جهت آن حذف شد؛ زیرا صفر درجه به معنای باد شمالی است ولی در اینجا صفر به منزله نبود وزش باد است و برای نبودن خطا در نتایج باید از اطلاعات حذف شود.

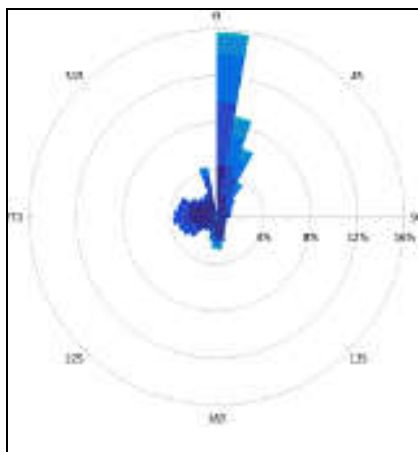
در ادامه برای تعیین بازه زمانی فعالیت وزش بادهای ۱۲۰ روزه در طول سال باید میانگین سمت و سرعت روزانه باد از گزارش‌های ساعتی محاسبه شود. برای این منظور نمی‌توان از میانگین حسابی استفاده کرد، زیرا در بررسی‌های کمیت‌های برداری باید از حساب برداری بهره گرفت. بنابراین باید ابتدا سرعت و جهت باد را از طریق روابط (۱) و (۲) به باد مداری و نصف‌النهاری تبدیل کرد (محمدی و محمودی، ۲۰۱۶).

$$U = -S \cdot \sin(D \cdot 3.1416 / 180) \quad (1)$$

$$V = -S \cdot \cos(D \cdot 3.1416 / 180) \quad (2)$$

در روابط مذکور S سرعت وزش باد و D جهت وزش باد است. پس از تبدیل کمیت نرده‌ای به برداری، میانگین روزانه باد در طول دوره مورد مطالعه محاسبه می‌شود. سپس جهت و سرعت باد مداری و نصف‌النهاری را باید به جهت و سرعت باد تبدیل کرد. در ادامه با استفاده از میانگین متحرک، دامنه وزش بادهای ۱۲۰ روزه در هریک از ایستگاه‌های مورد مطالعه به دست آمد (مسعودیان، ۲۰۱۴).

پس از مشخص شدن دامنه زمانی فعالیت این بادهای در محدوده‌های مورد مطالعه، گاستی بادهای ۱۲۰ روزه از داده‌ها استخراج شد. سپس برای بررسی تأثیر گاستی این باد بر وقوع پدیده‌های خاک‌دار و ارزیابی شدت آن در هریک از



شکل (۳): گلباد هرات در دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۹

Figure (2): Wind rose of Herat in the period 2012-2019

سرعت وزش باد در ایستگاه زابل دارای ساختار و ویژگی‌های زیادی است. مهم‌ترین این ویژگی‌ها فراوانی وزش بادهای با سرعت ۲ تا ۱۰ متر بر ثانیه است که ۲۸۰۴۱ بار در این بازه به ثبت رسیده است. در این بین باد با سرعت ۲ متر بر ثانیه با ۶۵۹۱ بار تکرار، بیشترین فراوانی وقوع را کل بادهای باد با سرعت ۲۶ و ۱۸ متر بر ثانیه با یک بار تکرار، کمترین فراوانی را دارد. در زابل فراوانی تعداد تکرار بادهای با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه و بیشتر از آن ۱۳۷۴۰ بار است (شکل ۲).

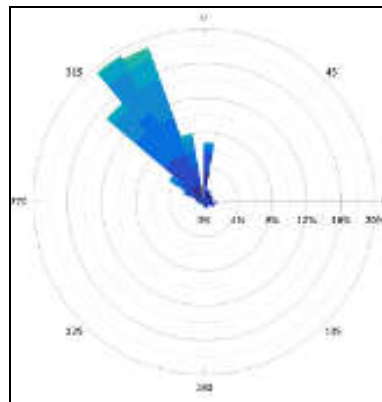
در این بین کمیته وزش این بادهای صفر بوده و در طول دوره ۳۹۶۸ بار ثبت شده است. بیشینه سرعت وزش باد نیز ۲۳ متر بر ثانیه می‌باشد. ویژگی دیگر وزش بادهای زابل نوسانات سرعت باد در طول روز و شب است. در شب‌ها از سرعت وزش باد کاسته شده و در طول روز به‌ویژه اوایل روز سرعت وزش باد از مقدار بیشتری برخوردار است.

سرعت وزش باد در ایستگاه هرات دارای ساختار و ویژگی‌های مشابه و متفاوتی نسبت به بادهای زابل است. فراوانی وزش بادهای با سرعت ۲ تا ۱۰ متر بر ثانیه ۴۲۷۴۴ بار در طول دوره آماری است که در این بین باد با سرعت ۲ متر بر ثانیه نیز مانند ایستگاه زابل بیشترین فراوانی را با مقدار ۹۹۵۶ بار تکرار داراست. تفاوت بادهای هرات در تعداد تکرار بادهای با سرعت زیاد است. در هرات، فراوانی تعداد وزش بادهای با سرعت ۱۰ متر بر ثانیه و بیشتر ۳۰۷۶ روز است؛ این در حالی است که در زابل شمار این بادهای بیش از ۱۳۷۴۰ بار است (شکل ۳).

با انجام این آزمون برای متغیرهای سرعت وزش باد، گاستی باد و دید افقی در ایستگاه‌های زابل و هرات طبق جدول (۲) مشخص شد که سطح معناداری این متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است و داده‌ها دارای توزیع غیرنرمال است. بر همین اساس برای تحلیل داده‌ها و بررسی همبستگی میان متغیرهای مورد نظر باید از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده کرد. بعد از انجام آزمون کولموگروف-اسمیرنوف آزمون اسپیرمن برای بررسی میزان همبستگی متغیرها انتخاب شد.

نتایج

توزیع فراوانی جهت وزش باد در ایستگاه هواشناسی زابل در بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد که باد غالب این منطقه بین ۳۳۰ تا ۳۴۰ درجه شمال غربی است، به‌طوری که از مجموع ۵۷۰۹۴ گزارش جوی، ۲۱۹۷۵ گزارش با ۳۸/۴٪ در این جهات ثبت شده است. کمترین فراوانی جهت وزش باد نیز مربوط به جهت‌های ۲۱۰ تا ۲۳۰ درجه است که ۱٪ از مجموع گزارش‌های ثبت‌شده در هشت سال اخیر را شامل می‌شود (شکل ۲).



شکل (۲): گلباد زابل در دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۹

Figure (1): Wind rose of Zaboul in the period 2012-2019

توزیع فراوانی جهت وزش باد در ایستگاه هواشناسی هرات در افغانستان طی بازه زمانی مورد مطالعه نشان می‌دهد که باد غالب این منطقه بین ۱۰ تا ۳۰ درجه شمال شرقی است، به‌طوری که از مجموع ۴۴۶۴۷ گزارش جوی، ۱۱۰۸۵ گزارش با ۱۹/۴٪ در این جهات ثبت شده است. کمترین فراوانی جهت وزش باد نیز مربوط به جهت‌های ۱۱۰، ۱۳۰ و ۱۲۰ درجه است که ۲/۱٪ از مجموع گزارش‌های ثبت‌شده در هشت سال اخیر را شامل می‌شود (شکل ۳).

فراوانی گزارش گاستی باد در ایستگاه هرات ۵۷۰۰ مورد دامنه سرعت وزش آن در بازه ۵ تا ۳۲ متر بر ثانیه است. در این دامنه بیشترین فراوانی به سرعت‌های ۱۳، ۱۴ و ۱۵ متر بر ثانیه اختصاص دارد که ۲۳۴۲ بار تکرار شده است. کمترین فراوانی نیز به سرعت ۵ و ۳۱ متر بر ثانیه با یک بار تکرار تعلق دارد (شکل ۶).

فراوانی گزارش سمت گاستی باد در ایستگاه هرات ۵۷۰۰ مورد است که بیشترین فراوانی آن در جهت‌های ۱۰ تا ۳۰ درجه با ۲۶۸۵ تکرار اختصاص داد. فراوانی جهت گاستی باد در هرات نیز مانند زابل به صورت دقیق با جهت باد غالب این ایستگاه یعنی شمال شرق هم‌راستاست. کمترین فراوانی نیز به جهت‌های صفر و ۱۲۰ درجه با سه بار تکرار تعلق دارد (شکل ۷).

ارتباط سنجی گاستی باد و پدیده‌های خاک‌دار

برای بررسی این فرضیه ابتدا می‌بایست دامنه وزش بادهای ۱۲۰ روزه در زابل و هرات مشخص می‌شد که برای تعیین دامنه زمانی وزش این باد از آزمون میانگین متحرک استفاده شد و نتایج نشان داد این باد در ایستگاه زابل از شدت و دامنه وزش بیشتری برخوردار است. باد ۱۲۰ روزه در زابل در روز ۲۶ ماه آوریل آغاز و تا روز ۱۷ اکتبر با مجموع ۱۷۷ روز ادامه می‌یابد. میانگین برداری روزانه این باد در آغاز فصل دوره فعالیت باد ۱۲۰ روزه ۵ متر بر ثانیه و میانگین برداری آن در آستانه حدی این دوره ۱۱ متر بر ثانیه است (شکل ۸).

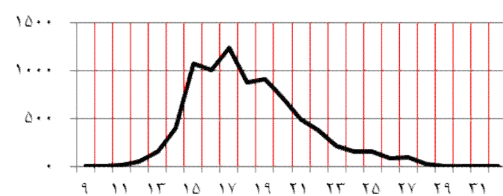


شکل (۸) بازه زمانی وزش باد ۱۲۰ روزه در زابل بر اساس میانگین متحرک
Figure (7): The wind of 120-days period in Zabol based on moving average

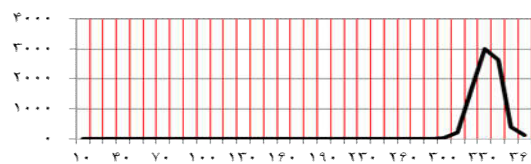
در هرات باد ۱۲۰ روزه از ۲۵ ماه می آغاز و تا روز ۱۶ اکتبر با مجموع ۱۱۱ روز ادامه می‌یابد. میانگین برداری روزانه این باد در آغاز فصل دوره فعالیت باد ۳ متر بر ثانیه و میانگین برداری آن در آستانه حدی این دوره ۶/۷ متر بر ثانیه است (شکل ۹).

فراوانی گزارش گاستی باد در ایستگاه زابل ۸۰۵۹ مورد با دامنه سرعت وزش آن در بازه ۹ تا ۳۲ متر بر ثانیه است. در این دامنه بیشترین فراوانی به سرعت ۱۷ متر بر ثانیه اختصاص دارد که ۱۲۳۲ بار تکرار شده است. کمترین فراوانی نیز به سرعت ۳۲ متر بر ثانیه با یک بار تکرار تعلق دارد (شکل ۴).

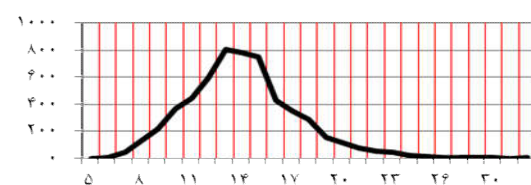
فراوانی گزارش سمت گاستی باد در ایستگاه زابل ۸۰۵۹ مورد است که بیشترین فراوانی آن در جهت‌های ۳۳۰ و ۳۴۰ درجه با ۵۶۲۹ تکرار تعلق دارد. فراوانی جهت گاستی باد به طور دقیق هم‌راستا با جهت باد غالب زابل یعنی شمال غرب است. کمترین فراوانی نیز به جهت‌های ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۷۰ و ۱۹۰ درجه با یک بار تکرار اختصاص دارد (شکل ۵).



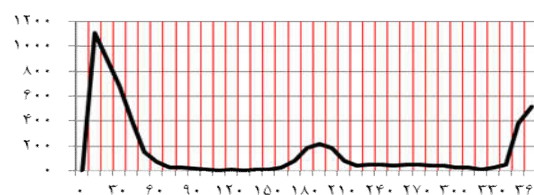
شکل (۴): فراوانی سرعت گاستی باد در زابل
Figure (3): Frequency of Gust wind speed in Zabol



شکل (۵): فراوانی جهت گاستی باد در زابل
Figure (4): Direction Frequency for Gust wind in Zabol



شکل (۶): فراوانی سرعت گاستی باد در هرات
Figure (5): Frequency of Gust wind speed in Herat



شکل (۷): فراوانی جهت گاستی باد در هرات
Figure (4): Direction Frequency for Gust wind in Herat

همان طور که در بخش «تعیین دامنه وزش بادهای ۱۲۰ روزه در زابل و هرات» (شکل های ۷ و ۸) اثبات شد که سرعت وزش باد در ایستگاه زابل در دوره وزش باد ۱۲۰ روزه بیشتر از هرات است. برای بررسی رابطه سرعت وزش باد و گاستی باد در دوره وزش این باد از آزمون ناپارامتریک اسپیرمن استفاده شد. نتایج جداول (۴) و (۵) نشان می دهد که این رابطه با ۹۹٪ اطمینان و ۱٪ خطا معنادار است. همچنین بین دو متغیر رابطه همبستگی مثبت و مستقیم وجود دارد؛ به این معنا که با افزایش سرعت متوسط باد، سرعت گاستی باد در دو منطقه مورد مطالعه نیز افزایش پیدا می کند. بنابراین اثبات می شود که گاستی باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه زابل از شدت بیشتری نسبت به ایستگاه هرات برخوردار است.

جدول (۴): رابطه همبستگی بین سرعت وزش باد ۱۲۰ روزه و

سرعت گاستی باد در زابل

Table 4: Correlation between the wind of 120-days speed and speed of Gust wind in Zaboul

| | | سرعت باد | گاستی باد | |
|---|-----------|-------------------------|-----------|-------|
| Spearman's rho | سرعت باد | Correlation Coefficient | 1.000 | |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | | N | 8062 | |
| | گاستی باد | Correlation Coefficient | .942** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | . |
| | | N | 8062 | 8062 |
| ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | | |

جدول (۵): رابطه همبستگی بین سرعت وزش باد ۱۲۰ روزه و

سرعت گاستی باد در هرات

Table (4): Correlation between 120-day wind speed and speed of Gust wind in Zaboul

| | | سرعت باد | گاستی باد | |
|---|-----------|-------------------------|-----------|-------|
| Spearman's rho | سرعت باد | Correlation Coefficient | 1.000 | |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | |
| | | N | ۰۵۷۰ | |
| | گاستی باد | Correlation Coefficient | .928** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | . |
| | | N | ۰۵۷۰ | ۰۵۷۰ |
| ** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed). | | | | |



شکل (۹): بازه زمانی وزش باد ۱۲۰ روزه در هرات بر اساس میانگین متحرک
Figure (8): 120-day wind period in Herat based on moving average

بررسی گاستی باد در دوره وزش باد ۱۲۰ روزه در زابل نشان می دهد که میانگین این پارامتر در دوره مورد مطالعه ۱۸ متر بر ثانیه است و گاستی باد رخ داده در دوره مشابه در هرات بیشتر است. در مجموع ۷۰۷۰ گاستی باد در ایستگاه زابل ثبت شده که از این تعداد سرعت ۵۶۴۰ مورد آن ۱۵ متر بر ثانیه و بیشتر، ۱۵۱۳ گاستی با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه و بیشتر و ۲۱۶ گاستی باد با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه و بیشتر بوده است.

در ایستگاه هرات میانگین گاستی باد در دوره فعالیت باد ۱۲۰ روزه ۱۳ متر بر ثانیه است که ۵ متر بر ثانیه کمتر از زابل است. در مجموع ۴۵۶۲ گاستی باد در ایستگاه هرات ثبت شده که از این تعداد سرعت ۱۴۵۸ مورد آن ۱۵ متر بر ثانیه و بیشتر، ۱۰۱ گاستی با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه و بیشتر و ۳ گاستی با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه و بیشتر بوده است (جدول ۳).

جدول (۳): وضعیت فراوانی و شدت گاستی باد در دوره بادهای ۱۲۰ روزه

Table (3): Frequency and intensity of Gust in the wind of 120-day winds

| ردیف | ویژگی های گاستی باد | زابل | هرات |
|------|--|----------------------|---------------------|
| ۱ | تعداد گاستی باد | ۷۰۷۰ | ۴۵۶۲ |
| ۲ | بیشینه مطلق سرعت گاستی باد m/s | ۳۲ | ۲۸ |
| ۳ | کمینه مطلق سرعت گاستی باد m/s | ۹ | ۶ |
| ۴ | میانگین سرعت گاستی باد m/s | ۱۸ | ۱۳ |
| ۵ | تعداد گاستی بادهای بالای ۱۵ متر بر ثانیه و بیشتر | ۷۹/۸٪ کل (گاستی باد) | ۳۲٪ کل (گاستی باد) |
| ۶ | تعداد گاستی بادهای ۲۰ متر بر ثانیه و بیشتر | ۲۱/۴٪ کل (گاستی باد) | ۲/۲٪ کل (گاستی باد) |
| ۷ | تعداد گاستی بادهای ۲۵ متر بر ثانیه و بیشتر | ۳/۱٪ کل (گاستی باد) | ۰/۱٪ کل (گاستی باد) |

جدول (۷): مقایسه درصد وقوع پدیده‌های خاک‌دار در دوره باد ۱۲۰

روزه با کل دوره آماری در زابل

Table (7): Comparison of the percentage of soil phenomena in the wind of 120-days period with the total statistical period in Zaboul

| نوع پدیده | فراوانی کل | فراوانی دوره ۱۲۰ روزه | درصد وقوع |
|-----------------|------------|-----------------------|-----------|
| طوفان گردوخاک | ۱۵۶ | ۱۳۲ | ۸۴/۶ |
| طوفان شن | ۱ | ۰ | ۰ |
| باد و گردوخاک | ۴۹۲۹ | ۳۲۳۴ | ۶۵.۵ |
| هیز | ۲۶۸ | ۰ | ۰ |
| گردوغبار گسترده | ۱۹۴ | ۰ | ۰ |
| گردباد | ۰ | ۰ | ۰ |
| کل پدیده‌ها | ۵۵۴۶ | ۳۳۶۷ | ۶۰.۷ |

از طرفی داده‌های جدول (۸) نشان می‌دهد در هرات افغانستان میزان وقوع پدیده‌های خاک‌دار در بازه فعالیت باد ۱۲۰ روزه ۰/۸٪ کمتر از زابل بوده است به طوری که تعداد این پدیده‌ها ۱۳۲۵ مورد ثبت شده است. این پدیده‌ها ۶۴/۵٪ کل پدیده‌های خاک‌دار دوره مورد مطالعه (۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹) را به خود اختصاص داده است. از این مقدار ۲۲۴ گزارش مربوط به پدیده‌هایی است که عامل شکل‌گیری آن‌ها باد می‌باشد.

جدول (۸): توزیع فراوانی پدیده‌های خاک‌دار در بازه فعالیت باد ۱۲۰

روزه در هرات

Table (8): Frequency distribution of soil phenomena during 120-day wind in Herat

| نوع پدیده خاک‌دار | کد ICAO | فراوانی | درصد | فراوانی تجمعی |
|-------------------|---------|---------|------|---------------|
| طوفان گردوخاک | SS-DS | ۱۷ | ۱/۳ | ۱/۳ |
| باد و گردوخاک | SA | ۱۹۹ | ۱۵/۸ | ۱۷/۱ |
| هیز | HZ | ۲۰۹ | ۶۷/۲ | ۸۴/۳ |
| گردوغبار گسترده | DU | ۸۸۷ | ۰/۳ | ۸۴/۶ |
| گردباد | PO | ۴ | ۰/۳ | ۸۴/۹ |
| طوفان شن | SS | ۴ | ۱۵/۱ | ۱۰۰ |
| جمع | - | ۱۳۲۵ | ۱۰۰ | - |

همچنین بر اساس داده‌های جدول (۹) بیشترین توزیع فراوانی پدیده‌های خاک‌دار در بازه فعالیت باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه هواشناسی هرات مربوط به پدیده «گردوغبار گسترده»

بین گاستی بادهای ۱۲۰ روزه با رخداد گردوغبار در محدوده ایستگاه‌های هرات و زابل رابطه معناداری وجود دارد. برای بررسی این فرضیه ابتدا می‌بایست بر اساس خروجی آزمون میانگین متحرک که برای تعیین بازه زمانی وزش باد ۱۲۰ روزه از آن استفاده شد، توزیع فراوانی و ویژگی‌های پدیده‌های خاک‌دار در این بازه زمانی را در ایستگاه‌های مورد مطالعه مشخص کرد.

توزیع فراوانی پدیده‌های خاک‌دار در بازه فعالیت باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه هواشناسی زابل در جدول (۶) نشان می‌دهد در طول دوره فعالیت بادهای ۱۲۰ روزه ۳۳۶۷ بار یکی از پدیده‌های خاک‌دار در ایستگاه زابل ثبت شده که همه آن‌ها به طور مستقیم تحت تأثیر وزش باد روی داده است. این پدیده‌ها ۶۰/۷٪ کل پدیده‌های خاک‌دار دوره مورد مطالعه (۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹) را به خود اختصاص داده است.

جدول (۶): توزیع فراوانی پدیده‌های خاک‌دار در زمان باد ۱۲۰ روزه

در زابل

Table (6): Frequency distribution of soil phenomena during The wind of 120-day in Zaboul

| نوع پدیده خاک‌دار | کد ICAO | فراوانی | درصد | فراوانی تجمعی |
|-------------------|---------|---------|------|---------------|
| طوفان گرد و خاک | SS-DS | ۱۳۲ | ۴ | ۴ |
| طوفان شن | SS | ۰ | ۰ | ۴ |
| باد و گرد و خاک | SA | ۳۲۳۴ | ۹۶ | ۱۰۰ |
| هیز | HZ | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| گردوغبار گسترده | DU | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| گردباد | PO | ۰ | ۰ | ۱۰۰ |
| جمع | - | ۳۳۶۷ | ۱۰۰ | - |

همچنین بر اساس داده‌های جدول (۷) بیشترین توزیع فراوانی پدیده‌های خاک‌دار در بازه فعالیت باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه هواشناسی زابل مربوط به پدیده «باد و گردوخاک» با فراوانی ۳۲۳۴ مورد است که ۹۶٪ گزارش‌ها را به خود اختصاص داده است. پدیده‌های «طوفان شن»، «هیز»، «گردوغبار گسترده» و «گردباد» در این بازه زمانی گزارش نشده است.

فرضیه دوم این پژوهش از آزمون ناپارامتریک اسپیرمن استفاده شد. نتایج این آزمون طبق جدول (۱۰) نشان می‌دهد که بین وقوع پدیده‌های خاک‌دار «باد و گرد و خاک» موسوم به SA و «طوفان گرد و خاک» موسوم به DS با شدت گاستی باد در ایستگاه زابل، با ۹۹٪ اطمینان و ۱٪ خطا رابطه معناداری وجود دارد. همچنین بین این دو متغیر رابطه همبستگی منفی و معکوس وجود دارد به این معنا که با افزایش سرعت گاستی باد، دید افقی در ایستگاه کاهش پیدا می‌کند.

در طول دوره باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه هرات نیز ارزیابی مشابهی با استفاده از آزمون ناپارامتریک اسپیرمن انجام شد. در این ارزیابی بر اساس جدول (۱۱) پدیده‌های خاک‌داری که بدون عامل باد داخل ایستگاه روی می‌دهند مانند «هیز» با علامت اختصاری «HZ» و «گردوغبار گسترده» با علامت اختصاری «DU» از داده‌های آماری حذف شد. سپس آزمون آماری مورد نظر اخذ شد که نتایج نشان می‌دهد بین وقوع پدیده‌های خاک‌دار «باد و گرد و خاک» با علامت اختصاری «SA»، «طوفان گرد و خاک» یا «DS»، طوفان شن یا «SS» و «گردباد» یا «PO» با شدت گاستی باد در این ایستگاه رابطه معناداری در سطح ۹۹٪ اطمینان و ۱٪ خطا وجود دارد. همچنین بین دو متغیر رابطه همبستگی منفی و معکوس وجود دارد، به این معنا که با افزایش سرعت گاستی باد، دید افقی در ایستگاه هرات کاهش پیدا می‌کند.

جدول (۱۱): رابطه همبستگی بین سرعت گاستی باد ۱۲۰ روزه و

پدیده‌های خاک‌دار در هرات

Table (11): Correlation between Gust of the wind of 120-days and soil phenomena in Herat

| Spearman's rho | گاستی باد | پدیده‌های خاک‌دار | | |
|----------------|-----------|-------------------------|-------------------|---------|
| | | گاستی باد | پدیده‌های خاک‌دار | |
| گاستی باد | گاستی باد | Correlation Coefficient | 1.000 | -.496** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .000 |
| | | N | 68 | 66 |
| | گردوغبار | Correlation Coefficient | -.496** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | . |
| | | N | 66 | 215 |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

با فراوانی ۸۸۷ مورد است که از مناطق دیگر وارد شده و باد داخل ایستگاه نقشی در خیزش آن نداشته است. فراوانی تکرار پدیده‌هایی که باد عامل شکل‌گیری آن‌ها در این ایستگاه است در بازه فعالیت باد ۱۲۰ روزه ۲۲۴ مورد است. همچنین پدیده‌های «طوفان شن» و «گردباد» با ۸ بار تکرار در طول این بازه زمانی، کمترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول (۹): مقایسه درصد وقوع پدیده‌های خاک‌دار در فصل وزش

باد ۱۲۰ روزه با کل دوره آماری در هرات

Table (9): Correlation between 120-day Gust wind and soil phenomena in Herat

| نوع پدیده | فراوانی کل | فراوانی دوره ۱۲۰ روزه | درصد وقوع در دوره ۱۲۰ روزه |
|-----------------|------------|-----------------------|----------------------------|
| طوفان گرد و خاک | ۴۸ | ۱۷ | ۳۵/۴ |
| باد و گرد و خاک | ۲۵۱ | ۱۹۹ | ۷۹/۳ |
| هیز | ۴۲۶ | ۲۰۹ | ۴۹/۱ |
| گردوغبار گسترده | ۱۳۱۴ | ۸۸۷ | ۶۷/۵ |
| گردباد | ۷ | ۴ | ۵۷/۱ |
| طوفان شن | ۴ | ۴ | ۰ |
| کل پدیده‌ها | ۲۰۴۸ | ۱۳۲۵ | ۶۰/۷ |

جدول (۱۰): رابطه همبستگی بین سرعت گاستی باد ۱۲۰ روزه و

پدیده‌های خاک‌دار در زابل

Table (10): Correlation between Gust of the wind of 120-days and soil phenomena in Zaboul

| Spearman's rho | گاستی باد | پدیده‌های خاک‌دار | | |
|----------------|-----------|-------------------------|-------------------|---------|
| | | گاستی باد | پدیده‌های خاک‌دار | |
| گاستی باد | گاستی باد | Correlation Coefficient | 1.000 | -.310** |
| | | Sig. (2-tailed) | . | .000 |
| | | N | 3367 | 3367 |
| | گردوغبار | Correlation Coefficient | -.310** | 1.000 |
| | | Sig. (2-tailed) | .000 | . |
| | | N | 3367 | 3367 |

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

بحث و نتیجه‌گیری

گاستی باد از مهم‌ترین خصوصیات باد است که به دلیل نوسان

برای بررسی معناداری بین سرعت گاستی باد ۱۲۰ روزه با وقوع پدیده‌های خاک‌دار در ایستگاه زابل و هرات یعنی

است؛ به طوری که شمار گاستی بادهای ثبت شده در زابل در طول دوره مورد بررسی ۵۵٪ بیشتر از هرات و میانگین سرعت این خصوصیت در زابل ۳۸/۵٪ بیشتر از هرات است.

بررسی رابطه گاستی باد ۱۲۰ روزه با پدیده‌های خاک‌داری که باد داخل ایستگاه عامل شکل‌گیری آن است نیز نشان می‌دهد بین گاستی بادهای ۱۲۰ روزه با پدیده‌های خاک‌دار در محدوده ایستگاه‌های هرات و زابل رابطه معنادار و همبستگی منفی و معکوس وجود دارد؛ به این معنا که با افزایش سرعت گاستی باد، دید افقی که مهم‌ترین عامل وقوع پدیده خاک‌دار است، کاهش می‌یابد.

فراوانی رخداد پدیده‌های خاک‌دار در ایستگاه زابل ۱/۱۵۴٪ (تقریباً یک و نیم برابر) بیشتر از هرات است. این مقدار حدود ۲ برابر درصد افزایش گاستی بادهای رخ داده این ایستگاه نسبت به هرات است که نشان می‌دهد یک ویژگی طبیعی سبب شده تا این فاصله شکل گیرد.

در واقع می‌توان نتیجه گرفت تفاوت در فراوانی رخداد و شدت پدیده‌های خاک‌دار تنها در اثر وجود یک ویژگی اقلیمی مانند باد و خصوصیت گاستی باد آن نیست، بلکه یک عامل محیطی و ژئومورفولوژیکی در افزایش شمار این پدیده‌ها نقش داشته است. این فاکتور محیطی خشک بودن تالاب هامون و بیابانی بودن شمال سیستان و بلوچستان است که شرایطی را فراهم کرده تا ضربات باد بتواند باعث وقوع پدیده‌های خاک‌دار یا تشدید آن‌ها شود. فراوانی وقوع پدیده‌های خاک‌داری که باد داخل ایستگاه عامل تشکیل آن‌ها نیست در هرات ۳۹۱/۵٪ (تقریباً چهار برابر) بیشتر از پدیده‌های خاک‌دار با عاملیت باد است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل کوهستانی بودن هرات و غالب بودن پدیده‌های خاک‌دار انتقالی، چشمه تولید گردوغبار در این منطقه وجود ندارد بلکه گردوغبار منتقل شده به ایستگاه که تحت کد DU و HZ (جدول ۶ و ۸) به آن اشاره شد، از مناطق شمالی هرات (یعنی مناطقی که در محدوده فعالیت باد ۱۲۰ روزه قرار داشته و دارای چشمه‌های تولید گردوغبار مستعدی هستند (مانند بیابان‌های جنوب غرب ترکمنستان) به هرات نفوذ می‌کند.

شدید سرعت باد در لحظه کوتاه، خسارت‌های زیادی به زیرساخت‌های مختلف وارد می‌کند. این ضربات شدید در بیابان‌ها و تالاب‌های خشک می‌تواند به خیزش گردوغبار شدت بخشد و دامنه گسترش پدیده‌های گردوغباری را تا صدها کیلومتر دورتر از چشمه‌های گردوغبار توسعه دهد.

این ویژگی باد تنها محدود به مناطق خاص اقلیمی نمی‌شود بلکه جزء خصوصیات ذاتی باد است اما در مناطق خشک و مستعد می‌تواند موجب خیزش گردوغبار و آغازگر پدیده‌های خاک‌دار باشد. فراوانی وقوع این ویژگی باد در شمال سیستان و بلوچستان به سبب بادخیز بودن این منطقه و فعالیت وزش باد ۱۲۰ روزه زیاد است. وجود این باد و هم‌زمانی خشک بودن تالاب‌های بین‌المللی هامون سبب شده تا زابل به یکی از پرگردوغبارترین شهرهای کشور تبدیل شود. پدیده‌های خاک‌دار از مهم‌ترین پیامدها و آثار ناشی از وزش باد ۱۲۰ روزه در استان‌های نوار شرقی ایران و مرزهای غرب افغانستان و پاکستان است. این پدیده‌ها به دلیل ویژگی‌های مورفولوژیک و سینوپتیکی متفاوت در محدوده فعالیت جغرافیایی این باد، دارای فراوانی و شدت متفاوتی هستند که فراوانی تکرار آن‌ها همه‌ساله هم‌زمان با آغاز فعالیت باد ۱۲۰ روزه جهش معناداری نسبت به سایر ماه‌های سال به خود می‌گیرد.

در این بین اثر گاستی باد بر پدیده‌های خاک‌دار ناشی از باد ۱۲۰ روزه ناشناخته بود و همین موضوع سبب شد تا بررسی علمی این ویژگی از طریق تحلیل و بررسی داده‌های ایستگاهی هواشناسی در این پژوهش در دستور کار قرار گیرد. برای این منظور دو فرضیه، مبنای این پژوهش قرار گرفت تا گاستی باد ۱۲۰ روزه در دو منطقه جغرافیایی متفاوت از نظر ژئومورفولوژیک بررسی شود.

دو ایستگاه هواشناسی هرات در افغانستان با ارتفاع ۹۳۰ متری از سطح دریا در یک منطقه نیمه کوهستانی و کوهستانی و زابل در ایران با ارتفاع ۴۸۰ متری از سطح دریا در یک منطقه بیابانی، غیرکوهستانی و خشک به‌عنوان محدوده‌های مورد مطالعه تعیین شد. نتایج نشان داد که فراوانی وقوع و شدت گاستی باد ۱۲۰ روزه در ایستگاه زابل بیشتر از هرات

منابع

1. Abkharabat, Sh., 2017. The role of 120-day wind in Sistan in temperature winds in eastern and southeastern Iran, *Journal of Natural Geography Research* 49, 477-489.
2. Alizadeh-Jopari, O. Zawar-Reza, P. and Sturman, A., 2014. The "wind of 120 days" and dust storm activity over the Sistan Basin. *Atmospheric Research* 143, 328-341. doi: 10.1016/j.atmosres.2014.02.001
3. Ebrahimi, A. and Skandari M., 2016. Aerolastic response of horizontal axis wind turbine in conditions of sudden change in wind size and direction by unstable method of pre-momentum element, *Modares Mechanical Engineering Journal* 8, 177-184.
4. Enloe, J. Obrien. and Smite. Sh., 2003. ENSO Impacts on Peak Wind Gusts in the United States. *Journal of Climate* 17, 1728-1737.
5. Fang, G., Zhao, L., Cao, S., Ge, Y. and Li, K., 2019. Gust characteristics of near-ground typhoon winds. *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, 188, 323-337. 10.1016/j.jweia.2019.03.008
6. Hamidianpour, M., 2016. The role of topography on simulation of Sistan wind structure in the east of the Iranian plateau, *Applied Research in Geographical Sciences* 43, 26-30.
7. Hewston, R. and Dorling S.R., 2011. An analysis of observed daily maximum wind gusts in the UK. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 99, 845-856.
8. <http://www.ogimet.com/>
9. Khosravi, M., 2019. Sustainable temporal-spatial analysis of Hamun lake, Iranian Water Resources Research 6, 79-68.
10. Li, Q. Xu, P. Wang, Xi. Lan, H. Cao, Ch. Li, G. Zh, L. and Sun, L. 2016. An Operational Statistical Scheme for Tropical Cyclone Induced Wind Gust Forecasts. *Weather And Forecasting* 31, 1817-1832. doi: 10.1175/waf-d-16-0015.1.
11. Masoudian, S.A., 2014. 120-day winds in Sistan, two quarterly journals of applied meteorology 1, 39-50.
12. Meteorological Organization of Iran., 2011. Collection of observation instructions and reports in airport meteorological stations (Metar), third edition. 5-26.
13. Meteorological Organization of Iran., 2012. Collection of instructions for codes and methods of observing the ground surface (Sinop). 10-45.
14. Mofidi, A et al, (2013). Determining the time of beginning, end and duration of Sistan wind using the methods of estimating the point of change, *Quarterly Journal of Geography and Environmental Hazards* 8, 87-112.
15. Mohammadi, B. and Mahmoudi, R., 2016. Feasibility study of wind energy use in Ilam province. *Geographical Research Quarterly*, 31(2), 160-175.
16. Saeedi, A.R., 2017. Theanalysis of daily changes of sistan,s 120-day winds speed and its effect on zabol,s dust events. Thesis for master. University of Tehran.
17. Selouki, H.R. and Nouri, M., 2019. The effect of soil properties and wind erosion on hydraulic structures of Sistan River, *Journal of Natural Environmental Hazards* 8, 229-242.
18. Shouquan cheng, Ch., Lopes, E., Fu, Ch. and Huang, Zh., 2014. Possible Impacts of Climate Change on Wind Gusts under Downscaled Future Climate Conditions: Updated for Canada. *Journal Of Climate* 27, 1255-1270. doi: 101175/jcli-d-13-00020-1.
19. Sivakumal, M.V.K., 2005. Natural disasters and extreme events in agriculture: impacts and mitigation. pp:159-177. doi: 10.1007/3-540-28307-210.
20. Suomi, I. and Vihma, T., 2018. Wind Gust Measurement Techniques from Traditional Anemometry to New Possibilities. *Journal of Sensors* 18, 1-27.
21. Valero, F., Pascual, A. and Martin, M.L., 2014. An approach for the forecasting of wind strength tailored to routine observational daily wind gust data. *Journal of Atmospheric Research* 137, 58-65.

Investigating the influence of the Gusty of 120-day Winds on the Occurrence of Fine Dust Phenomenon: A Case Study of Zabul & Herat Regions

Sadegh Karimi^{1*}, Mostafa Khabazi Chaloshkori², Mohammad Fartot Enayat³

Received: 14/02/2021

Accepted: 15/08/2022

Extended Abstract

Introduction: Emanating from non-whirlwind-based storms, gusty winds are regarded as the most destructive natural threats, causing extensive damage to infrastructure, agriculture sections, trees, power lines, and structures.

120-day winds occur during the warm season of the year, typically starting from mid-May in eastern Iran and western Afghanistan and continuing until mid-September. Normally, the velocity of the winds varies sharply, sometimes greatly increasing the intensity of the gusty winds blows. However, the influence of the gusty of 120-day winds on the number of dusty days and the regions where the winds increase or decrease the creation of fine dust has remained unaddressed in the studies conducted on such winds. Therefore, in addition to examining the current status of the gusty winds, this study sought to investigate the role of the gusty winds (as an important element in 120-day winds) in creating dusty phenomena and days in the Zabul region, Iran, and Herat in Afghanistan using satellite images and statistical tests. In other words, this study attempted to answer the following questions:

- What is the status of the gusty of 120-day winds in Herat and Zabul stations?
- What is the relationship between the characteristics of the gusty of 120-day winds and the occurrence of dust phenomena in Herat and Zabul stations?

Materials and Methods: This study used the data collected from Herat International Meteorological Station (with the international code OADR awarded by the International Aviation Organization (ICAO)) located at 34 degrees and 13 minutes north latitude and 62 degrees and 13 degrees east longitude, and Zabul station in Iran. The METAR reports received from the databases of the University of Iowa in the USA and the Ogimet website concerning the Zabul International Meteorological Stations in Iran and Herat in Afghanistan (from 01/01/2012 to 12/26/2019) were decoded using the latest instructions, codes, and methods for Weather Monitoring, mentioned in Annex 3 of the Convention on International Civil Aviation, approved by the World Meteorological Organization. The reports provide some information regarding the area's weather, including wind direction and velocity, wind direction, horizontal visibility, current weather, cloudy weather, air temperature, dew point temperature, past air pressure, and the weather status for aviation applications at the airport and non-airport stations.

Having identified the period range of the occurrence of 120-day winds, the information concerning the gusty winds was extracted from the database. Then, to investigate the influence of the gusty winds on the occurrence of fine dust phenomena and evaluate the gusty winds' intensity in each Zabul and Herat station individually, the station-extracted quantitative data of the parameter were classified, compared, and measured based on the intensity and quantity of the parameter's frequency in both stations.

1. Associate Professor of Climatology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran; Corresponding Author, karimi.s.climatologist@uk.ac.ir

2. Associate Professor of Geomorphology, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

3. MSc of Environmental Hazards, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

DOI: 10.22052/deej.2022.11.35.49

Results: According to the study's results, 8059 cases of gusty winds were reported to have occurred in Zabol station, whose velocity ranged from 9 to 32 meters per second. Within such a range, the highest frequency belonged to 17 meters per second with 1232 frequencies, and the lowest frequency belonged to 32 meters per second with merely one frequency.

The frequency of the gusty winds' direction in Zabol station was 8059 cases, the highest frequencies of which were found at 330 and 340 degrees with 5629 repetitions. The frequency of the winds' direction in Zabol was exactly in line with the direction of the prevailing wind, i.e., the northwest. Moreover, the lowest frequencies of the gusty winds' direction belonged to 120, 150, 170, and 190 degrees with merely one repetition.

The frequency of the gusty winds was reported to be in 5700 cases in Herat station, whose velocity ranged from 5 to 32 meters per second, where the highest frequencies were reported as 13, 14, and 15 meters per second with 2342 repetitions, and the lowest frequencies were identified as 5 and 31 meters per second with merely one repetition.

Moreover, 5700 cases were identified in Herat station in terms of gusty winds' direction, whose highest frequencies were found in 10 to 30 degrees directions with 2685 repetitions, and the lowest frequencies belonged to zero and 120 degrees with three repetitions. On the other hand, the frequency of the winds' direction in Herat was exactly consistent with the station's prevailing wind direction, i.e., the northeast, just as the case was for Zabol station.

Furthermore, a significant correlation was found between gusty of 120-day winds and the occurrence of dust phenomena in Herat and Zabol stations. To test this hypothesis, first, the frequency distribution of the gusty winds and the characteristics of soil phenomena throughout the period when the 120-day winds blew in the stations located in the study area were identified based on the results obtained from the mean test (which was also used for identifying the period when the winds blew). Then, a correlation test was applied to evaluate the association between the gusty of the winds and the dust phenomenon.

Discussion and Conclusion: As one of the most important characteristics of wind, a gust may cause lots of damage to various infrastructures due to its strong fluctuations in a short moment. These strong blows can intensify the rise of dust in deserts and dry wetlands and expand the range of the dust phenomena to hundreds of kilometers away from the sources of the dust.

It can be concluded that the difference in the frequency and intensity of the occurrence of dust phenomena cannot merely be attributed to the existence of a climatic feature such as wind and its gusts, and environmental and geomorphological factors are also involved in this regard. The environmental factor referred to is the dryness of the Hamon wetland and the desert nature of the north of Sistan and Baluchistan, preparing the ground for the occurrence or intensification of the dust phenomena by the wind's blows.

In Herat, the frequency of not-wind-induced soil erosion phenomena inside the station was 391.5% (almost four times) more than that of the wind-induced one. Therefore, it could be argued that due to the mountainous nature of the Herat region and the predominance of transitional soil phenomena, there is no source of dust production in the area. However, the dust transferred to the station from Northern Herat areas (that is, the areas within the range of 120-day wind activity with potential sources of dust production such as the southwest deserts of Turkmenistan) penetrates into Herat, referred to by the DU and HZ codes.

Keywords: Gusty Winds, Wind Velocity, Horizontal Visibility, Correlation, Dust.