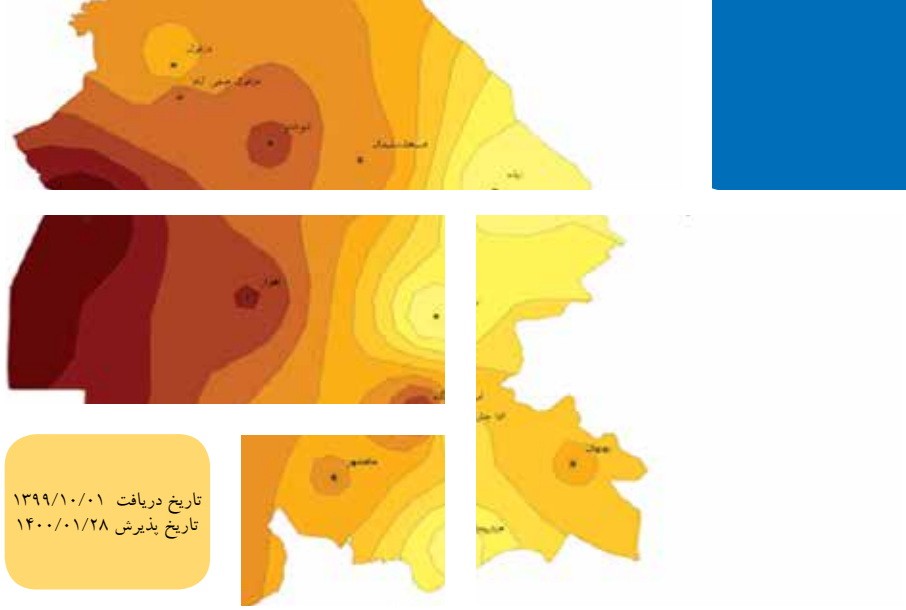


DOI: 10.22092/irn.2021.353304

نامه‌علمی

تاریخ دریافت ۱۳۹۹/۱۰/۰۱
تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۱/۲۸

توزیع مکانی فرکانس و شدت پدیده گرد و غبار براساس میدان دید افقی در استان خوزستان

فاطمه درگاهیان[1*] و سمانه رضوی‌زاده[2]

چکیده

اگرچه پدیده گرد و غبار، یکی از مهم‌ترین چالش‌های دو دهه اخیر، در بیشتر استان‌های کشور بوده است، اما استان خوزستان، به‌دلیل هم‌جواری با کانون‌های گرد و غبار کشورهای همسایه و قرارگیری در مسیر جریانات جوی زمستانه ناشی از نفوذ بادهای غربی به عرض‌های جغرافیایی پایین و جریانات جوی تابستانه ازجمله باد شمال، همچنین فعال شدن کانون‌های گرد و غبار داخلی بیشترین تأثیرپذیری را از این پدیده مخرب داشته است. ازآنجایی‌که فرکانس و شدت این پدیده در استان خوزستان توزیع مکانی یکسانی ندارد، برای شناخت و آگاهی از پتانسیل فرکانس و شدت این پدیده از داده‌های میدان دید افقی در ایستگاه‌های سینوپتیک در یک دوره مشترک آماری (۲۰۱۸-۲۰۰۱) استفاده شد. به‌منظور دقت بیشتر در توزیع مکانی این پدیده به جای روزهای همراه با گرد و غبار از داده‌های ساعتی سینوپتیک رخداد گرد و غبار استفاده شده است. برای شناسایی پتانسیل رخداد شرایط فوق بحرانی و بحرانی گرد و غبار به‌ترتیب از داده‌های با میدان دید افقی ۱۰۰ متر و ۱۰۰۰ متر استفاده شد. سایر طبقات میدان دید افقی، ازجمله میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر به‌دلیل اهمیت شرایط حمل‌ونقل هوایی و داشتن مجوز پرواز در یک منطقه گرد و غباری، میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر که حاکی از شرایطی است که وقوع پدیده گرد و غبار بر همگان مشهود و قابل لمس است، همچنین میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر که شروع پدیده گرد و غبار است، پهنه‌بندی شده است. نتایج نشان داد، توزیع مکانی دیدهای بحرانی در استان خوزستان، با توجه به کاهش سرعت باد از فرایند فرونشینی ذرات و نیز از مناطق خیزش و اطراف کانون‌های گرد و غبار داخلی پیروی می‌کند. توزیع مکانی دید ۳۰۰۰ متر و کمتر از آن، بیشترین شدت و فرکانس را در مناطقی نشان می‌دهد که دارای فرودگاه هستند نظیر فرودگاه بین‌المللی اهواز و آبادان و فرودگاه دزفول و امیدیه. آگاهی و شناخت نسبت به مناطق دارای فرکانس و شدت گرد و غبار به‌ویژه در میدان دید افقی بحرانی و فوق بحرانی، برنامه‌ریزان و تصمیم‌گیران را در انجام و انتخاب عملیات اجرایی برای کاهش و کنترل ریزگرد در استان خوزستان یاری می‌کند.

واژه‌های کلیدی: شرایط بحرانی و فوق بحرانی، میدان دید افقی، طوفان گرد و غبار.

Spatial distribution of frequency and intensity of dust phenomenon based on horizontal visibility field in Khuzestan province

F. Dargahian*[1] and S. Razavizadeh [2]

Abstract

Although dust storms have been one of the challenges in most provinces of the country in the last two decades, Khuzestan province has been most affected by this destructive phenomenon. Since the frequency and intensity of this phenomenon in Khuzestan province do not have the same spatial distribution, horizontal visibility field data at synoptic stations in a common statistical period (2001-2018) were used to identify the frequency and intensity potential of this phenomenon. To be more accurate in the spatial distribution of this phenomenon, instead of days with dust, synoptic hourly data of dust occurrence have been used. Data with a horizontal visibility field of 100 m and 1000 m were used to identify the potential of supercritical and critical dust conditions, respectively. Other classes of horizontal visibility, including the 3000-m horizontal visibility, the 5000-m horizontal visibility, and the 9000-meter horizontal visibility were zoned. The results showed that the spatial distribution of critical views in Khuzestan province, due to the decrease in wind speed, followed the process of particle subsidence as well as the rising areas and around the internal dust hotspots. The spatial distribution of visibility of 3000 meters and less shows the highest intensity and frequency in airport areas such as Ahvaz and Abadan International Airports and Dezful and Omidieh Airports. Awareness and knowledge of areas with frequency and intensity of dust, especially in the critical and supercritical horizontal visibility field helps planners and decision-makers in performing and selecting executive operations to reduce and control dust storms in Khuzestan province.

Keywords: Critical and supercritical conditions, horizontal field of view, dust storm.

۱*-نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. پست الکترونیک: fatemeh.dargahian@gmail.com
۲- استادیارپژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
1*-Corresponding author, Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: fatemeh.dargahian@gmail.com
2- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

مقدمه

بیابان‌ها را می‌توان به‌عنوان یکی از منابع اصلی انتشار گرد و غبار در نظر گرفت، زیرا در برابر فرسایش باد بسیار آسیب‌پذیرند و کمبود پوشش گیاهی، همچنین رطوبت کم خاک، به انتشار ذرات در اثر فرسایش باد کمک می‌کند(Broomandi.*et al*., 2021). طوفان‌های شن و گرد و غبار وقایع فرسایش بادی هستند که به‌طور معمول با مناطق خشک مرتبط هستند، اما تأثیرات آنها بیشتر، در خارج از مناطق خشک مشاهده می‌شود، زیرا ذرات گرد و غبار، بیشتر توسط باد به فواصل دور منتقل می‌شوند (Middleton *et al*., 2019). هر ساله حجم زیادی از گرد و غبار در مناطق خشک و بیابان‌های دنیا، تولید و به‌وسیله باد تا هزاران کیلومتر از کانون‌های تولید آن منتقل می‌شود (گیوه‌چی، ۱۳۹۰). ایران، به‌دلیل هم‌جواری با ۳ منبع عمده تولید گرد و غبار (بیابان‌های عراق، سوریه و عربستان)، همچنین خشک‌سالی و بهره‌وری نامناسب از زمین در کشور و کشورهای مجاور همواره با این مشکل درگیر است (Namdari *et al*., 2016). هر ساله حجم زیادی گرد و غبار از قسمت‌های مختلف عراق از سمت غرب و جنوب غرب وارد ایران و از همه بیشتر وارد استان خوزستان می‌شود. از نظر مکانی، توزیع ذرات معلق PM2.5 در غرب و جنوب غرب ایران نشان داد، مقدار ذرات معلق از جنوب به شمال و از غرب به شرق به‌دلیل توپوگرافی پیچیده، عوامل بیوفیزیکی، عوامل هواشناسی و دوری از چشمه‌های گرد و غباری، روندی کاهشی دارند (احمدی و داداشی‌رودباری، ۱۳۹۸). به‌منظور گزارش شدت طوفان‌های گرد و غبار، علاوه‌بر کدهای هواشناسی از تغییرات میدان دید افقی استفاده می‌شود. به‌طوری‌که سازمان جهانی هواشناسی، در تعریف طوفان از میدان دید افقی و سرعت باد استفاده کرده است. طبق نتایج پژوهش‌های متعدد دانشمندان، پدیده گرد و غبار هنگامی رخ می‌دهد که باد متلاطم سبب انتشار غبار در سطح هوا شده و گاهی وقوع شدید این پدیده باعث کاهش میدان دید تا کمتر از ۱۰۰۰ متر می‌شود (Indoitu *et al*., 2012). سازمان جهانی هواشناسی رویدادهای گرد و غباری را براساس قدرت میدان دید به چهار دسته اصلی طبقه‌بندی می‌کند (World Meteorological Organization, 2015):

الف- گرد و غبار معلق با گسترش وسیع و قدرت دید بیشتر از ۱۰ کیلومتر،

ب- گرد و غبار وزشی، شن یا گردوخاک بلند شده در زمان مشاهده رویداد و قدرت دید ۱ تا ۱۰ کیلومتر،

ج- طوفان گرد وخاک، وزش بادهای قوی به‌طوری‌که قدرت دید را به زیر ۱۰۰۰ متر می‌رساند،

د- طوفان شدید گرد وخاک، صعود حجم بسیار بزرگی از ذرات گرد وخاک به هوا و قدرت دید کمتر از ۲۰۰ متر.

بررسی میدان دید افقی یکی از بهترین و دقیق‌ترین روش‌های مطالعه فرکانس و شدت پدیده گرد و غبار است. در بسیاری از مطالعات مرتبط با فرکانس و شدت پدیده گرد و غبار از روش شاخص طوفان گرد و غبار استفاده می‌شود. شاخص DSI (Dust Storm Index) روشی مناسب برای پایش فرسایش بادی در مقیاس وسیع با استفاده از سوابق هواشناسی است، که نمایه‌ای از فرکانس و شدت طوفان گرد و غبار را برمبنای تعداد دفعات ثبت کدهای پدیده گرد و غبار در ایستگاه‌های سینوپتیک محاسبه می‌کند. Ekhtesasi و همکاران (۲۰۱۱) روند غبارناکی در محدوده شهر اصفهان را با استفاده از دو شاخص دید افقی و شاخص تعداد روزهای طوفان‌های گرد و غبار مطالعه کردند. Vali و Roustae (۲۰۱۸) با استفاده از شاخص DSI روند فرسایش بادی را در ایران مرکزی در بازه زمانی ۲۰۱۴-۱۹۶۵ بررسی کردند. تحلیل طوفان‌های گرد و غبار سیستان با استفاده از شاخص DSI و پارامترهای سرعت باد، دید افقی و غلظت PM10 توسط میری (۱۳۹۹) نشان داد ارتباط معنی‌داری بین تغییرات سرعت باد و دید افقی و غلظت مواد معلق در هوا وجود دارد. اصغری‌پوده و همکاران (۱۳۹۴)، روند تغییرات شاخص DSI را در سیزده ایستگاه هواشناسی استان خوزستان در بازه زمانی ۲۰ ساله (۲۰۱۰-۱۹۹۱) بررسی کردند و نشان دادند مقادیر مربوط به این شاخص در ایستگاه‌های اهواز، مسجدسلیمان، رامهرمز، آبادان، آغاجاری و شوشتر روند کاهشی دارد. نتایج بررسی توزیع زمانی طوفان‌های گرد و غبار استان خوزستان در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ در پنج ایستگاه توسط نبوی و همکاران (۱۳۹۸) نشان داد، درمجموع، ۱۵۰۷ طوفان ریزگرد ثبت شده است که در این میان ایستگاه اهواز با ثبت ۵۰۹ واقعه (۳۴ درصد) دارای بیشترین رخداد طوفان‌های ریزگرد بوده است. ۶۵ درصد وقایع ریزگرد در شهرهای اهواز و آبادان رخ داده است. دلیل این موضوع می‌تواند نزدیکی مکانی بیشتر این دو ایستگاه نسبت به کانون‌های ریزگرد خارجی باشد.

استان خوزستان از گذشته‌های دور با طوفان‌های گرد و غبار مواجه بوده است، اگرچه در گذشته منشأ بیشتر گرد و غبارها، صحرای بزرگ افریقا و تا حدودی بیابان‌های عربستان بوده است، اما در دو دهه اخیر، دلیل افزایش شدت گرد و غبارها در این استان، فعال شدن و افزایش تعداد کانون‌های گرد و غبار در عراق و نیز کانون‌های گرد و غبار داخلی در نیمه جنوبی خوزستان است. از دلایل اصلی توسعه طوفان‌های شن و گرد و غبار در عراق، تغییرات آب‌وهوایی در منطقه به‌ویژه کاهش شدید میزان بارندگی سالانه است که منجر به تغییرات محیطی، مانند خشک شدن باتلاق‌ها، تخریب زمین و بیابان‌زایی، به‌ویژه در بیابان‌های جنوبی عراق است (Sissakian *et al*., 2013). علاوه‌بر ایران، طوفان گرد و غبار از جنوب عراق سرچشمه گرفته و در کویت و کشورهای همسایه عربی خلیج‌فارس تا بحرین (۹۰۰ کیلومتر) و قطر (۱۲۰۰ کیلومتر) گسترش یافته است (AL-Hemoud *et al*., 2020). طوفان‌های گرد و غبار یکی از مهم‌ترین چالش‌های محیط‌زیستی منطقه غرب و جنوب غرب ایران به‌ویژه استان خوزستان محسوب می‌شوند. طوفان‌های گرد و غبار علاوه‌بر تأثیرات مضر بر سلامت انسان، آثار خاصی بر حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و کشاورزی خوزستان داشته است، تغییرات اخیر در فرکانس‌های گرد و غبار و پیامدهای اقتصادی شامل تأثیر بر تولید برق خورشیدی، محصولات کشاورزی، بهره‌وری از صنعت تولید

و خسارت به زمین‌های کشاورزی، ساختمان‌ها و زیرساخت‌ها، توسط Rashki و همکاران (۲۰۲۱) بررسی شده است. شناسایی پتانسیل رخداد گرد و غبار و توزیع مکانی آن، اولین قدم برای مبارزه و کنترل این پدیده و کاهش آثار آن است. در این تحقیق، فرکانس و شدت رخداد گرد و غبار براساس میدان دید افقی برای استان خوزستان پهنه‌بندی شده است، همچنین مناطقی، با منشأ خارجی یا داخلی، که دارای پتانسیل بالای رخداد گرد و غبار هستند، جهت اولویت انجام عملیات کنترل ریزگرد به روش‌های مختلف، شناسایی شدند.

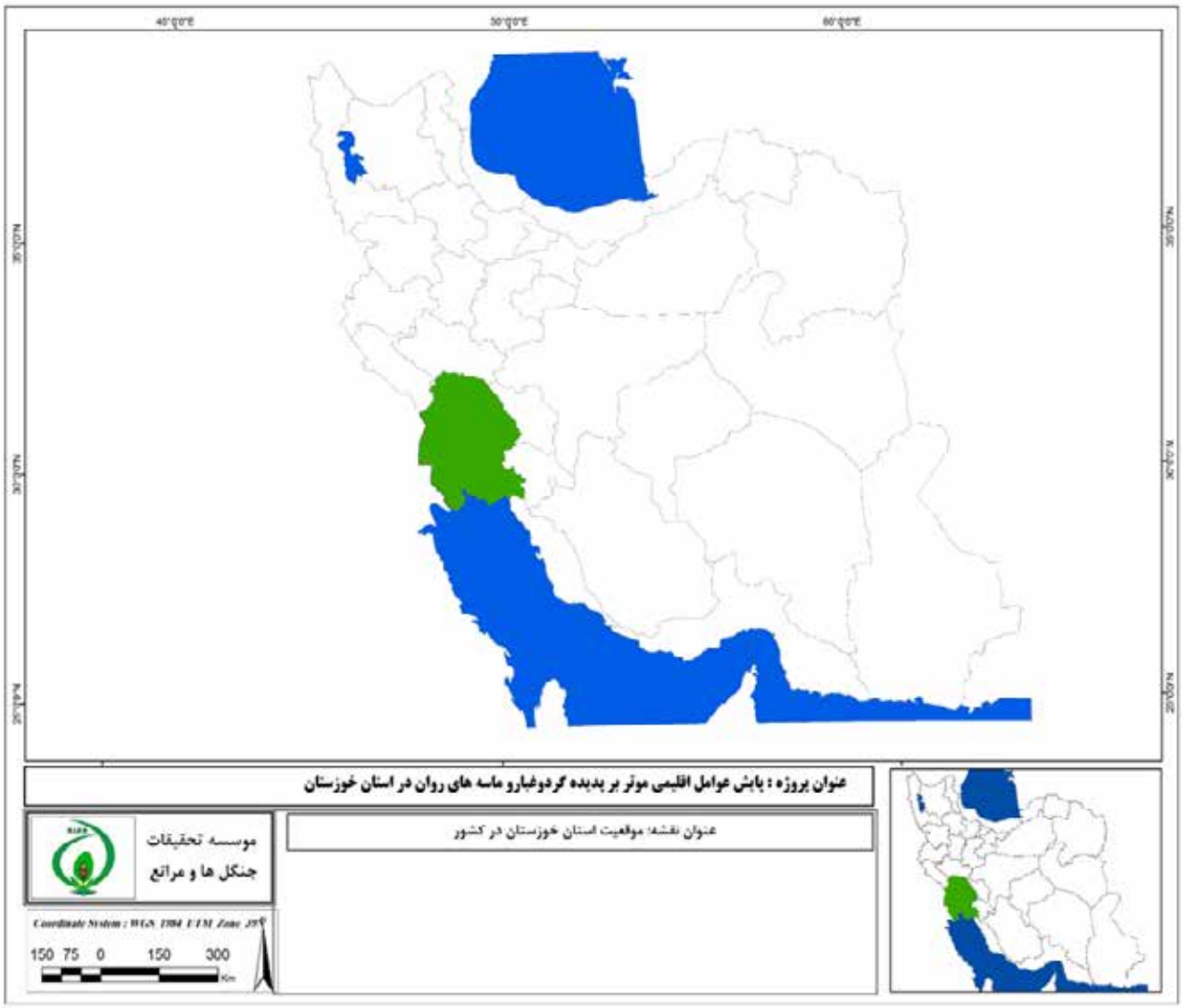
● منطقه موردمطالعه

خوزستان با مساحت ۶۴۰۵۷ کیلومترمربع در جنوب غربی ایران در جوار خلیج‌فارس و اروندرود قرار دارد. خوزستان از شمال به استان لرستان، از شمال شرقی به استان اصفهان، از شمال شرقی و شرق به استان چهارمحال و بختیاری، از شمال غربی به استان ایلام، از شرق و جنوب شرقی به استان کهگیلویه و بویراحمد، از جنوب به خلیج‌فارس و از غرب به کشور عراق محدود می‌شود. این استان در محدوده ۴۷ درجه و ۴۲ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۹ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی از خط استوا قرار دارد (شکل ۱).

● داده‌ها و روش کار

هدف از این تحقیق بررسی و شناسایی پتانسیل فرکانس و شدت رخداد گرد و غبار با میدان دیدهای مختلف در استان خوزستان است. برای این هدف از داده‌های ساعتی رخداد گرد و غبار استفاده شده است. گرد و غبار، یک پدیده اقلیمی است که توسط کدهای هواشناسی ثبت و گزارش می‌شود، کدهای مربوط به رخداد گرد و غبار، از بین ۱۰۰ کد پدیده (۰-۹۹)، استخراج شد (جدول ۱).

میدان دید مربوط به هر رخداد استخراج و داده‌ها طبقه‌بندی شدند و رخدادها در ۵ طبقه قرار گرفتند. میدان دید افقی ۱۰۰ متر به‌عنوان رخدادهای فوق بحرانی، میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر به‌عنوان رخدادهای بحرانی، میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر به‌عنوان میدان دید با اهمیت ویژه در امر هوانوردی و حمل‌ونقل هوایی و



شکل ۱- موقعیت منطقه موردمطالعه

جدول ۱- کدهای هواشناسی مربوط به ثبت و گزارش رخداد پدیده گرد و غبار

کد پدیده	پدیده گرد و غبار	شرح پدیده
۰۶	گردوخاک معلق	گردوخاک معلق در هوا که در اثر طوفان شن و خاک نقاط خارج از ایستگاه به ایستگاه آمده است.
۰۷	گردوخاک	گردوخاک یا شنی که به‌وسیله باد در ایستگاه، یا در نزدیکی آن در ساعت دیدبانی بلند شده است.
۰۸	گردباد	گردبادهای تکامل‌یافته در خود ایستگاه یا اطراف آن
۰۹	طوفان	طوفان گردوخاک در ساعت دیدبانی در اطراف ایستگاه
۳۰	طوفان	طوفان ملایم یا متوسط گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته از شدت طوفان کاسته شده است.
۳۱	طوفان گردوخاک با ماسه ملایم	طوفان ملایم یا متوسط گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته شدت طوفان تغییری نکرده است.
۳۲	طوفان گردوخاک با ماسه ملایم	طوفان ملایم یا متوسط گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته بر شدت طوفان افزوده شده است.
۳۳	طوفان گردوخاک با ماسه شدید	طوفان شدید گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته از شدت طوفان کاسته شده است.
۳۴	طوفان گردوخاک با ماسه شدید	طوفان شدید گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته شدت طوفان تغییری نکرده است.
۳۵	طوفان گردوخاک با ماسه شدید	طوفان شدید گردوخاک یا شن- طی ساعت گذشته بر شدت طوفان افزوده شده است.

میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر و ۹۰۰۰ متر برای ایستگاه‌های سینوپتیک استان برای دوره آماری ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۸ استخراج و در محیط نرم‌افزار GIS پهنه‌بندی شد، به‌این‌ترتیب، توزیع مکانی فرکانس و شدت پدیده گرد و غبار با استفاده از میدان دید افقی در استان خوزستان شناسایی شد، این اطلاعات می‌تواند با هدف کاهش و کنترل ریزگردها، برای استفاده در برنامه‌های عملیاتی، در اختیار تصمیم‌گیران و برنامه‌ریزان استانی و کشوری قرار گیرد.

● نتایج و یافته‌ها

پهنه‌بندی توزیع مکانی میدان دید افقی ۱۰۰ متر در استان خوزستان

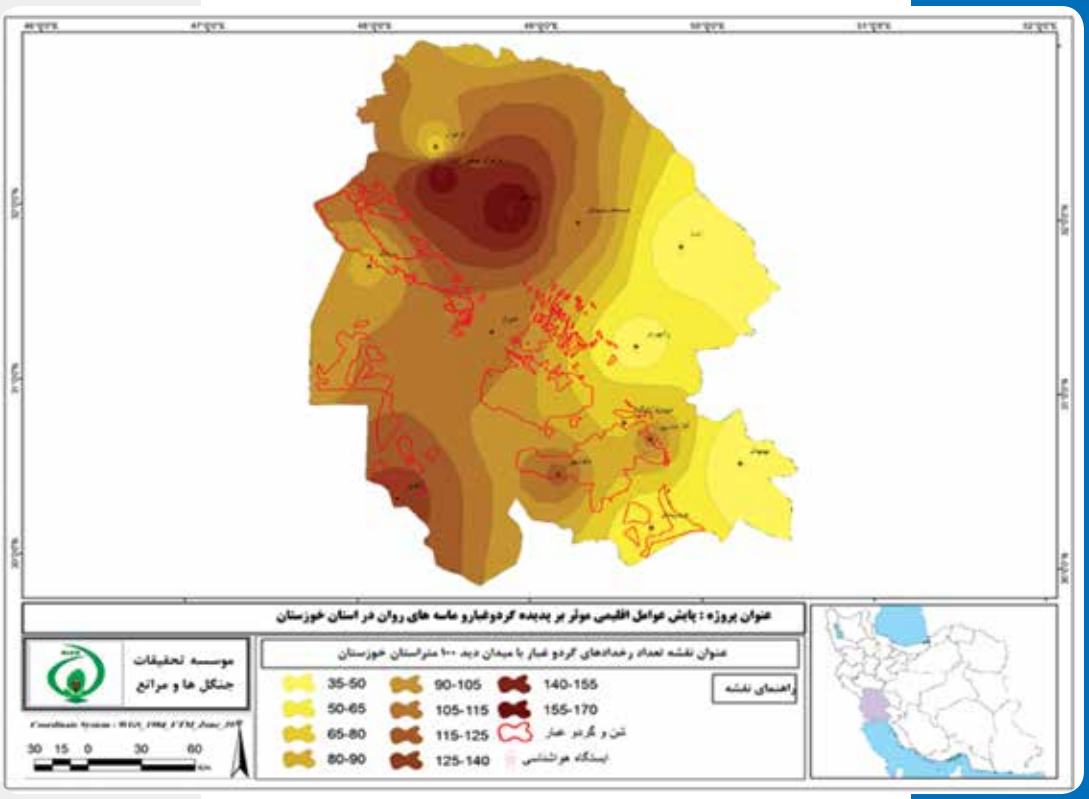
بررسی نقشه پهنه‌بندی توزیع مکانی میدان دید افقی ۱۰۰ متر در استان خوزستان نشان داد بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰ متر در شوشتر و صفی‌آباد دزفول رخ داده است. زیرا این ایستگاه‌ها به‌دلیل کاهش سرعت باد از مناطق فرونشینی گرد و غبار هستند. مطالعه تغییرات زمانی و مکانی مولدین گرد و غبار در رخداد دیدهای فوق بحرانی در استان خوزستان نشان داد، باد نقش دوگانه‌ای در برداشت و رسوب‌گذاری ذرات گرد و غبار دارد، در استان خوزستان درمجموع در ۸۳ درصد موارد رخداد میدان دید افقی ۱۰۰ متر در ساعات قبل از ظهر رخ داده است. در ۶۱/۸ درصد موارد، رخداد این پدیده در شرایط هوایی کاملاً پایدار و جو آرام رخ داده است، درواقع فرصت فرونشینی برای ذرات گرد و غبار فراهم بوده است (درگاهیان و رضوی‌زاده، ۱۳۹۸). دومین منطقه بیشینه رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰ متر در منطقه آبادان و بندر ماهشهر قرار دارد. کمترین رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰ متر در شوشتر و دزفول رخ داده است (شکل ۲).

پهنه‌بندی میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان

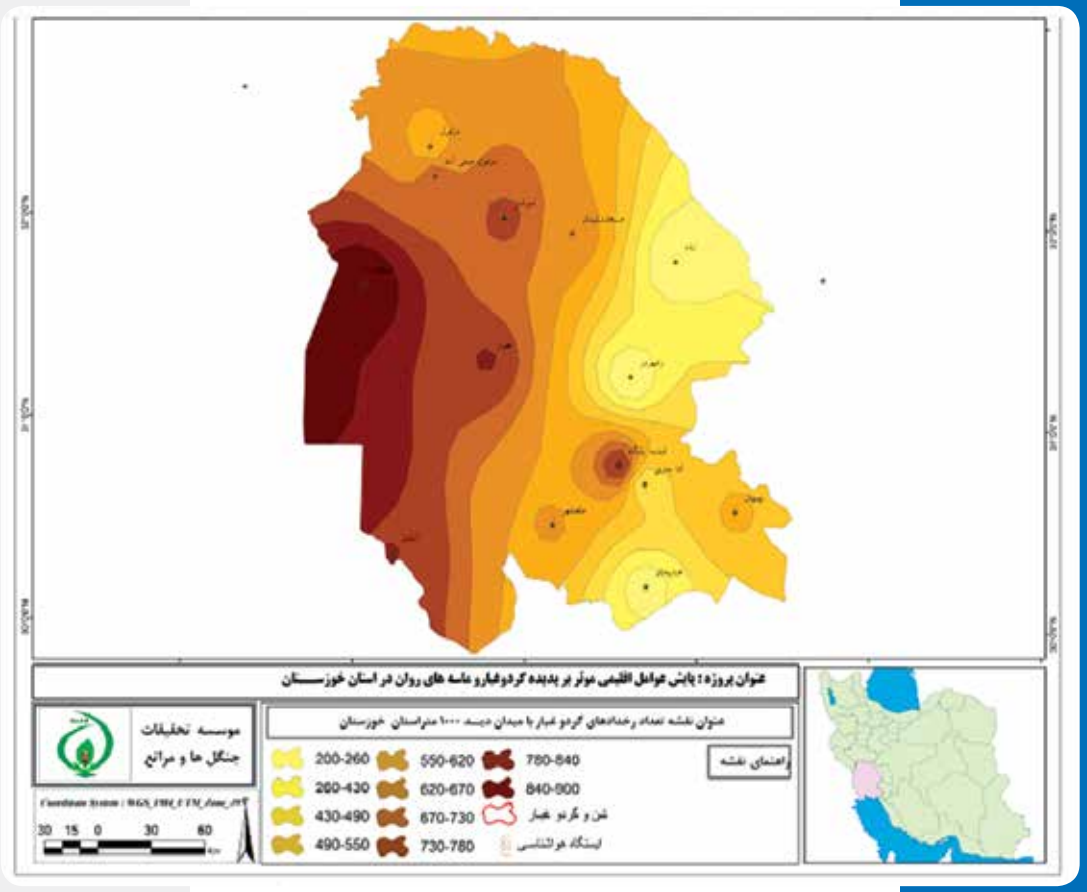
بررسی نقشه پهنه‌بندی توزیع مکانی میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر در استان خوزستان نشان داد، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر در بستان رخ داده است. این مناطق به‌دلیل نزدیکی به منابع گرد و غبار خارجی، به‌ویژه عراق و کانون گرد و غبار داخلی ازجمله کانون جنوب هورالعظیم و شمال خرمشهر، بیشترین و شدیدترین گرد و غبارها را دارند. دومین منطقه بیشینه رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر در منطقه اهواز و امیدیه قرار دارد. از غرب به شرق از تعداد رخدادهای گرد و غبار با میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر و کمتر کاسته شده است (شکل ۳).

پهنه‌بندی میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان

اهمیت وقوع میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر حاکی از شرایطی است که تعیین‌کننده شرایط حمل‌ونقل هوایی و داشتن مجوز پرواز در یک منطقه گرد و غباری است. در میان استان‌های کشور، بیشترین تعداد فرودگاه در استان خوزستان وجود دارد، فرودگاه بین‌المللی اهواز، فرودگاه بین‌المللی آبادان، فرودگاه دزفول، فرودگاه ماهشهر، فرودگاه مسجدسلیمان، فرودگاه آغاجاری (امیدیه)، بنابراین، بررسی میدان دید ۳۰۰۰ متر و کمتر اهمیت ویژه‌ای دارد. بررسی پهنه‌بندی میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان نشان داد، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر در اهواز، امیدیه و دزفول رخ داده است، از غرب



شکل ۲- پهنه‌بندی میدان دید افقی ۱۰۰ متر در استان خوزستان ۲۰۱۸-۲۰۰۱



شکل ۳- پهنه‌بندی میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان ۲۰۱۸-۲۰۰۱

به شرق از تعداد رخدادهای گرد و غبار با میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر کاسته شده است (شکل ۴).

● پهنه‌بندی میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان

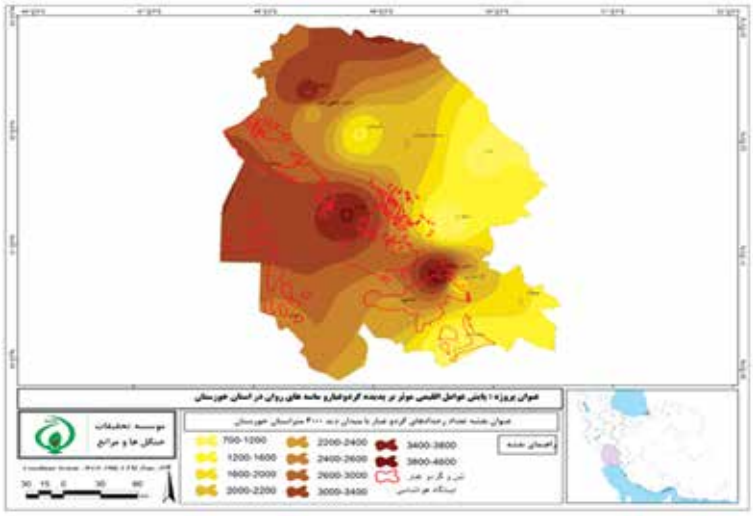
اهمیت وقوع میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر تعیین‌کننده شرایطی است که وقوع پدیده گرد و غبار برهمگان مشهود و قابل لمس است. بررسی پهنه‌بندی میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان نشان داد، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر مانند ۳۰۰۰ متر در اهواز، امیدیه و دزفول رخ داده است. از غرب به شرق از تعداد رخدادهای گرد و غبار با میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر و کمتر کاسته شده است (شکل ۵).

● پهنه‌بندی میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان

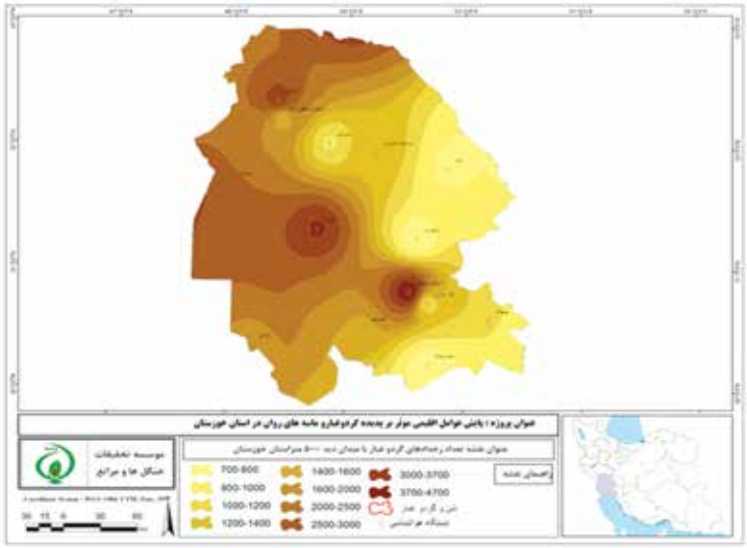
میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر شروع رخداد پدیده گرد و غبار است، زمانی که میدان دید به ۹۰۰۰ برسد پدیده گرد و غبار کدگذاری شده و در گزارش‌های هواشناسی ثبت می‌شود، بنابراین، پهنه‌بندی رخداد گرد و غبار ۹۰۰۰ متر و کمتر، توزیع رخداد کل گرد و غبارها در یک مکان است. بررسی پهنه‌بندی میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان نشان داد، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر مانند میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر در امیدیه، دزفول و سپس اهواز رخ داده است. از غرب به شرق از تعداد رخدادهای گرد و غبار با میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر و کمتر کاسته شده است (شکل ۶).

● نتیجه‌گیری

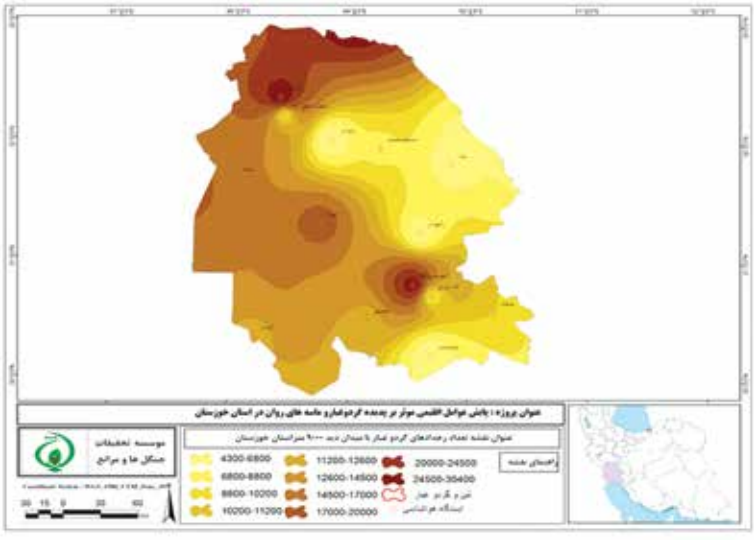
در میان استان‌های کشور، بیشترین مساحت کانون‌های گرد و غبار داخلی در استان خوزستان واقع شده است، علاوه‌براین، خوزستان بیشترین نزدیکی را با منابع گرد و غبار خارج از مرزهای سیاسی کشور مانند عراق، سوریه، کویت و عربستان دارد. با توجه به اینکه هدف این مقاله، شناسایی شدت و فرکانس رخداد گرد و غبار با میدان دیدهای افقی مختلف است، از



شکل ۴- پهنه‌بندی میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر در استان خوزستان ۲۰۱۸-۲۰۰۱



شکل ۵- پهنه‌بندی میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر در استان خوزستان ۲۰۱۸-۲۰۰۱



شکل ۶- پهنه‌بندی میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر در استان خوزستان ۲۰۱۸-۲۰۰۱

آمار سینوپتیک ساعتی (هر سه ساعت یک‌بار) کدهای دیده‌بانی مربوط به گرد و غبار در طول دوره آماری ۲۰۱۸–۱۹۵۸ استفاده شده است. بیشترین مطالعات مربوط به پدیده گرد و غبار درکشور مربوط به جنبه‌های مختلف پدیده گرد و غبار در استان خوزستان است، در مطالعه بررسی وقوع دید افقی کمتر از ۲ کیلومتر در استان خوزستان بیشترین فراوانی رخداد این پدیده در ماه ژانویه و دسامبر نشان داده شده است (افضلی، ۱۳۹۳). اما تاکنون پهنه‌بندی این پدیده با توجه به اهمیت میدان دیدهای افقی مختلف و آثار آن انجام نشده است.

در این مطالعه وقوع میدان دید افقی در ۵ طبقه بررسی و تجزیه‌وتحلیل شد، وقوع میدان دید افقی ۱۰۰ متر حاکی از شرایط فوق بحرانی در یک منطقه گرد و غباری است. شدت و فرکانس میدان دید افقی ۱۰۰ متر تابع دو نوع شرایط است، وضعیت اول مختص مناطق خیزش گرد و غبار بوده که به افزایش سرعت باد وابسته است. وضعیت دوم در مناطق تحت تأثیر گرد و غبار از کاهش سرعت باد تبعیت می‌کند. نتایج حاصل از پهنه‌بندی شرایط فوق بحرانی نشان داد، بیشینه رخداد میدان دید افقی ۱۰۰ متر با ۱۴۰ تا ۱۵۰ مورد در طول دوره آماری، در شوشتر و صفی‌آباد دزفول بوده است. این مناطق به‌دلیل کاهش سرعت باد، مناطق فرونشینی گرد و غبار هستند. بیشینه رخداد میدان دید افقی ۱۰۰۰ متر و کمتر با ۸۰۰ تا ۹۰۰ رخداد در بستان و اطراف آن روی داده است، این مناطق به‌دلیل نزدیکی به منابع گرد و غبار خارجی به‌ویژه عراق و کانون گرد و غبار داخلی جنوب هورالعظیم و شمال خرمشهر، بیشترین و شدیدترین گرد و غبارها را دارند. دومین منطقه بیشینه در اهواز و امیدیه قرار دارد. اهمیت وقوع میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر، حاکی از شرایطی است که تعیین‌کننده شرایط حمل‌ونقل هوایی و داشتن مجوز برای پرواز در یک منطقه گرد و غباری است. بیشینه رخداد میدان دید افقی ۳۰۰۰ متر و کمتر منطبق بر فرودگاه بین‌المللی اهواز، همچنین فرودگاه دزفول و امیدیه است. اهمیت وقوع میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر، تعیین‌کننده شرایطی است که وقوع پدیده گرد و غبار بر همگان مشهود و قابل لمس است. بررسی پهنه‌بندی میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر و کمتر در استان خوزستان نشان داد، بیشترین فراوانی رخداد گرد و غبار با میدان دید افقی ۵۰۰۰ متر مانند ۳۰۰۰ متر در اهواز، امیدیه و دزفول رخ داده است. میدان دید افقی ۹۰۰۰ متر شروع رخداد پدیده گرد و غبار است زمانی که میدان دید به ۹۰۰۰ برسد، پدیده گرد و غبار کدگذاری شده و در گزارش‌های هواشناسی ثبت می‌شود، بنابراین پهنه‌بندی رخداد گرد و غبار ۹۰۰۰ متر و کمتر توزیع مکانی شدت و فرکانس رخداد کل گرد و غبارها را نشان می‌دهد، براساس میدان دید افقی ۳۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۹۰۰۰ امیدیه، دزفول و سپس اهواز، مناطق بیشینه فرکانس گرد و غبار هستند، براساس شرایط رخدادهای فوق بحرانی و بحرانی مناطقی مانند دزفول و شوشتر به‌دلیل داشتن فرصت فرونشینی ذرات گرد و غبار و کاهش سرعت باد و بستان به‌دلیل نزدیکی به کانون‌های گرد و غبار داخلی و خارجی به‌طور هم‌زمان، دارای بیشینه شدت و فرکانس گرد و غبار هستند.

منابع

احمدی، م.، داداشی رودباری، ع.، جعفری، م.، ۱۳۹۸. تأثیر ارتفاع لایه‌مرزی در طوفان‌های گرد و غبار جنوب غرب ایران، فصلنامه مخاطرات محیط طبیعی، ۸(۱۹): ۱۷۴–۱۵۱.

اصغری‌پوده، ز. شفعی‌زاده، م.، فاخران، س.، گیلانی، ع.، ۱۳۹۴. ارزیابی و پهنه‌بندی تغییرات مکانی – زمانی طوفان‌های گرد و غبار با استفاده از شاخص DSI در استان خوزستان. دومین همایش ملی تغییرات اقلیم و مهندسی توسعه پایدار کشاورزی و منابع طبیعی، تهران.

افضلی، م.، ۱۳۹۳. بررسی وقوع دید افقی کمتر از ۲ کیلومتر و روزهای گرد و غباری در استان خوزستان. کنفرانس بین‌المللی مهندسی، هنر و محیط زیست، لهستان، ۲۱–۲۰ آذر ۱۳۹۳.

درگاهیان، ف. و رضوی‌زاده، س.، ۱۳۹۸. تغییرات زمانی و مکانی مولدین گرد و غبار در رخداد دیدهای فوق بحرانی در اهواز. مدیریت اراضی، ۷(۲): ۲۰۹–۱۹۵.

گیوه‌چی، ر. ۱۳۹۰. تعیین منابع صحرایی طوفان‌های گرد و غبار مختلف و سهم هر کدام در غلظت PM10 در تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد عمران محیط زیست، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۹۵ صفحه.

میری، ع.، ۱۳۹۹. تحلیل طوفان‌های گرد و غبار سیستان با استفاده از شاخص‌های DDI و DSI و پارامترهای سرعت باد، دید افقی و غلظت PM10. پژوهش‌های حفاظت آب‌وخاک، ۲۷(۱): ۲۳–۱.

نبوی، س.، مرادی، ح. و شریفی‌کیا، م.، ۱۳۹۸. ارزیابی توزیع زمانی طوفان های ریزگرد و ارتباط عوامل مؤثر با فراوانی وقوع این پدیده در استان خوزستان طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵. نشریه سپهر، ۳۸(۱۱): ۲۰۳–۱۹۱.

Al-Hemoud, A., Al-Dousari, A., Al-Dashti, H., Petrov, P., Al-Saleh, A., Al-Khafaji, S. and Koutrakis, P., 2020. Sand and dust storm trajectories from Iraq Mesopotamian flood plain to Kuwait. Science of the Total Environment, 710: 136291.

Broomandi, P., Karaca, F., Guney, M., Fathian, A., Geng, X. and Kim, J. R., 2021. Destinations frequently impacted by dust storms originating from southwest Iran. Atmospheric Research, 248: 105-264.

Ekhtesasi, M.R., Moradi, N. and Rostami, F., 2011. Investigate the change pattern of dust storms using horizontal visibility Index (Hv) and the standard precipitation index (SPI) (a case study of Esfahan city). The fifth conference of science and watershed engineering, Esfahan, 7-8 May 2011.

Indoitu, R., Orlovsky, L. and Orlovsky. N., 2012. Dust storms in Central Asia: Spatial and temporal variations Journal of Arid Environments, 85: 62-70.

Middleton, N., Tozer, P. and Tozer, B., 2019. Sand and dust storms: underrated natural hazards. Disasters, 43(2): 390-409.

Namdari, s., Valizadeh, K.K., Rasuly, A.A. and Saraf, B.S., 2016. Spatio-temporal analysis of MODIS AOD over western part of Iran. Arabian Journal of Geosciences, 9(3): 1-11.

Rashki, A., Middleton, N. J. and Goudie, A. S., 2021. Dust storms in Iran–Distribution, causes, frequencies and impacts. Aeolian Research, 48: 100655.

Sissakian, V., Al-Ansari, N. and Knutsson, S., 2013. Sand and dust storm events in Iraq. Journal of Natural Science, 5(10): 1084-1094.

Vali, A., Roustae, F., 2018. Investigation of the wind erosion trend in central Iran using dust storm index in the last fifty years. J. Water Soil Sci., 21: 189-200. (In Persian)

World Meteorological Organization. 2015. Manual on Codes. Volume II: Regional Codes and National Coding Practices. (2015: 2011 edition updated). Geneva, Switzerland, WMO, 354pp. (WMO;No. 306). http://hdl.handle.net/11329/279