نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی، سال نهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱

صفحات ۱۲۹ – ۱۵۰

مقایسه و تحلیل پراکنش زمانی و مکانی طوفان‌های گرد و خاک با دیدکمتر از ۲۰۰ متر در غرب و جنوب غرب ایران

زینب محمدی؛ دانشجوی پسادکتری اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

حسن لشکری[1]؛ دانشیار اقلیم شناسی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۳/۱۲ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۲/۳۱

چکیده

طوفان‌ها پدیده‌های جوی تشدید شده‌ای هستندکه گاه با بارش‌های شدید و گاه با گرد وخاک همراه می‌باشند. طوفان‌های گرد و خاک و بخصوص طوفان‌های با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر همواره خسارت بار و مخل آسایش ساکنین بوده است. در سالهای اخیر فراوانی این پدیده در مناطق غرب و جنوب غرب ایران بخصوص در دوره سرد سال روند افزایشی نشان می‌دهد. برای بررسی این پدیده، با استفاده از داده‌های روزانه، دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر منطقه غرب و جنوب غرب ایران در یک دوره آماری ۳۳ساله (۱۹۸۷ تا ۲۰۱۹) استخراج شده است. و با توجه به متفاوت بودن دو منطقه مورد نظر پراکنش ماهانه، و سالانه و فصلی طوفان‌های گرد و خاک در این منطقه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که تباین اساسی بین دو منطقه مطالعاتی در پراکنش مکانی طوفان‌های گرد و خاک در دو فصل پاییز و زمستان است. در این دو فصل بالاترین فراوانی طوفان‌های گرد و خاک در منطقه غرب در ایستگاه‌های شرقی منطقه بخصوص در ایستگاه‌هایی مانند همدان، کنگاور، قروه و بیجار است و کمترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در غرب منطقه رخ داده است. در صورتی که در منطقه جنوب غرب بالاترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک از ایستگاه‌های غربی استان خوزستان گزارش شده است. ایستگاه‌های همانند دزفول و بستان بالاترین فراوانی طوفان‌های گرد و خاک را ثبت کرده اند. به نظر می‌رسد طوفان‌های دوره سرد منطقه غرب ایران از مبادی دورترتولید شده و در لایه‌های میانی جو بر روی منطقه غربی منطقه همانند همدان و کنگاور منتقل شده است. در صورتی که طوفان‌های گرد و خاک منطقه جنوب غرب در شرایط همدیدی متفاوت و از مبادی نزدیک‌تر و در لایه زیرین وردسپهر وارد منطقه شده است.

واژه های کلیدی: پراکنش مکانی، پراکنش زمانی، طوفان، گرد و خاک، دید کمتر از ۲۰۰ متر، غرب و جنوب غرب.

[1] .نویسنده مسئول: Email: h-lashkari@sbu.ac.ir

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

مقدمه

طوفان گرد و خاک همواره به عنوان یک پدیده جوی مخاطره‌آمیز و محدود کننده برای همه گونه فعالیت‌های انسانی و محیط طبیعی و انسانی می‌باشد. همه‌ساله در مناطق مختلف جهان خسارت‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی فراوان و غیر قابل جبرانی ببار می‌آورد. بطور طبیعی این پدیده اقلیمی در اقلیم‌های خشک و نیمه خشک ظهور و بروز بیشتری از اقلیم‌های مرطوب دارد. بیابان‌های گسترده و فاقد پوشش گیاهی مناسب، استفاده نامطلوب از زمین و تغییرات کاربری‌های ناسازگار با اقلیم منطقه، پایین بودن سطح فناوری در این کشورها برای مقابله یا سازگاری با پدیده طوفان‌های گرد و خاک و بسیاری از علل و عوامل دیگر این پدیده را به یک مخاطره تبدیل نموده است. کشور ایران نیز با توجه به شرایط اقلیمی و محیط طبیعی از جمله کشورهایی است که از گذشته‌های دور با این پدیده دست به گریبان بوده است. لذا پدیده طوفان‌های گرد و خاک و گرد و غبار یک پدیده نوظهور در این کشور نمی‌باشد. ولی مساله در ابتدا افزایش در فراوانی این پدیده در کشور در سالهای اخیر و دوم ظهور و افزایش وقوع این پدیده در مناطقی از کشور می‌باشد که در گذشته‌های نه چندان دور، پدیده طوفان گرد و خاک یک پدیده اتفاقی بوده است. دو منطقه غرب و جنوب غرب کشور بدلیل شرایط پوشش گیاهی و جنگلی و شرایط اقلیمی نسبتا پربارش در قیاس با سایر نقاط کشور، در گذشته نه چندان دور کمتر با این پدیده مواجه بوده اند. البته مفروضاتی همچون پدیده تغییرات اقلیمی، تغییر در کاربری اراضی اتفاق افتاده در کشورهای همجوار و سایر عوامل اتفاق افتاده در سال‌های اخیر را نیز در نظر گرفت. مطالعات زیادی در زمینه طوفان‌های گرد و خاک در کشور و دنیا انجام شده است.مطالعات زیادی در زمینه طوفان های گرد و خاک در کشور و دنیا انجام شده است. جیلت(۱۹۸۱) در کتاب خود تحت عنوان خاستگاه، خصوصیات و تأثیرات گرد و غبار صحرا بر انسان به نقش اندازه گیری شار عمودی ذرات کوچکتر از ۰.۰۲ میلی متر بالاتر از خاک‌های در حال فرسایش، افزایش شدید تولید گرد و غبار با سرعت باد اشاره می‌کند. (Gillette,۱۹۸۱). کنایپترز و فینک(۲۰۰۶) در مطالعه ای به جنبه های همدیدی و دینامیکی وقوع گرد و غبارهای شدید در صحرا پرداختند و نتایج مطالعات ایشان نشان داد که همگرایی در ترازهای بالا، فررفتگی و واگرایی شدید در ترازهای پایین و واچرخندی شدید از شمال غربی آفریقا باعث جریان قوی شمالی و گسترس سریع جبهه گرد و غبار به جنوب و غرب شده است(Knippertz and Fink,۲۰۰٦). فتاحی و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی همدیدی گرد و غبارهای جنوب غرب ایران پرداختند و ویژگی روزهای همراه با گرد و غبار را استقرار یک کم فشار برروی شبه جزیره عربستان در ترازدریا معرفی کردند (Fatahi et al,۲۰۱۲). حمیدی و همکاران(۲۰۱۳) به تحلیل همدیدی طوفان‌های گرد و غبار خاورمیانه پرداختند. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که علت اصلی طوفان‌های گرد وغباری در دجله و دشت آبرفت فرات از مرکز عراق به غرب، مرکز و شمال ایران و سواحل جنوبی دریای خزر گسترش یافته است (Hamidi et al,۲۰۱۳). سیساکیان و همکاران(۲۰۱۳) به بررسی طوفان‌های شن و گرد و غبار در عراق پرداخت از مطالعه وی چنین نتیجه گرفته شد که یکی از دلایل اصلی توسعه طوفان‌های شن و گرد و غبار تغییرات آب و هوایی در منطقه است، به ویژه کاهش شدید نرخ سالانه باران، علاوه بر تغییرات محیطی، مانند خشک شدن باتلاق‌ها، تخریب زمین و بیابان زایی. از دلایل محلی، مهمترین دلیل، رانندگی و عملیات نظامی تصادفی، به ویژه در کویر جنوبی عراق است (Sissakian et al,۲۰۱۳). کومار و همکاران(۲۰۱۴) اثرات آئروسل های گرد و غبار بر روی شیمی تروپوسفری در طی طوفان گرد و غبار قبل از فصل موسمی بررسی کردند و بیان داشتند که برای بهبود دقت و ضرایب جذب واکنش پذیر، رطوبت نسبی و پردازش جوی ذرات گرد و غبار ضروری است (Kumar et al,۲۰۱٤). چاو و همکاران

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

(۲۰۱۵) مطالعه‌ای بر روی گرد و غبارهای ایران انجام دادند و باتلاق‌های حور العظیم و هویزه را منبع اصلی گرد و غبار اعلام کردند که به دلیل تخریب سریع زمین (عوامل طبیعی و انسانی) دچار مشکل شده‌اند را بحرانی دانستند و بیان کردند که در آینده این مناطق خشک خواهد شد (Cao et al,۲۰۱۵). وانگ و همکاران(۲۰۱۷) نیز به جای فرکانس طوفان گرد و غبار (DSF) که اغلب به عنوان یک شاخص اولیه برای درک ویژگی‌های منطقه طوفان گرد و غبار استفاده می‌شود، شاخص جدید فرکانس و مناطق شیوع یک طوفان ریزگرد (DSE)[۱] را با توجه به عواملی از جمله سمت باد، جهت باد و تنوع فضایی در طی یک روند طوفان ریزگرد تعریف کردند و با مقایسه این دو شاخص با استفاده از داده‌های ایستگاه‌های هواشناسی شمال چین، DSE را شاخص بهتری برای شناسایی واقعیت فرکانس وقوع و منطقه وقوع دانستند(Wang et al,۲۰۱۷). از جدیدترین مطالعات انجام‌شده در سال ۲۰۲۰ می‌توان به تحقیقات عطیه و جونز(۲۰۲۰) اشاره کرد.آنها به بررسی اقلیم‌شناسی وقایع گرد و غبار عراق طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند و نتایج تحقیقات ایشان بیانگر آن بود که گرد و غبار در تابستان در مقایسه با سایر فصول برای منطقه شمالی عراق فعال‌تر بود، در حالی که مناطق جنوبی و مرکزی عراق در معرض بیشترین فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در بهار و تابستان قرار دارند. شهرهای نزدیک مناطق کویری (به عنوان مثال ناصریه، بصره و بغداد) از بیشترین فراوانی برخوردار هستند (Attiya and Jones,۲۰۲۰). زیو وهمکاران(۲۰۲۰) به شناسایی و تحلیل کمی مسیرهای گرد و غبار در کریدور هکسی پرداختند و سهم مسیرهای گرد و غبار در سین کیانگ و مغولستان کمتر است، به دلیل پوشش گیاهی بالاتر، بارش بیشتر و اندازه ذرات بیشتر. از میان پنج منطقه اصلی که منطقه هکسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شدت گرد و غبار در کویر تاکلیماکان بیشترین است. با این حال، سهم گرد و غبار آن در منطقه مورد مطالعه کمتر است (Xu et al,۲۰۲۰). الخدر و الکندری (۲۰۲۰) به بررسی تأثیر گرد و غبار در عملیات فرودگاه بین المللی کویت برای سال‌های ۲۰۱۶ تا ۲۰۱۷ پرداختند و نتایج نشان داد که میانگین زمان ورود و خروج، در روزهایی که گرد و غبار رخ داده است، به ترتیب ۴۲ و ۱۷.۲ روز در مقایسه با روزهای مرجع کاهش یافته است(AlKheder and AlKandari). کسوفی و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی تغییرات مکانی و فصلی گرد و غبار شن و ارتباط آن‌ها با شرایط جوی و پوشش گیاهی در مناطق نیمه خشک مرکز ایران پرداختند و نتایج نشان داد که شدت گرد و غبارها با بادهای سطحی فصل تابستان ارتباط مثبت و معناداری را دارد (Khsufi et al,۲۰۲۰). مطالعاتی که از لحاظ زمانی و مکانی به بررسی پدیده گرد و غبار پرداختند شامل مطالعات (حسینی و همکاران،۱۳۹۸؛ بابایی فینی و همکاران،۱۳۹۳؛ مدبر پور و همکاران،۱۳۹۷؛ اصغری پوده و همکاران،۱۳۹۴؛ آرامی و همکاران، ۱۳۹۷؛ فرج زاده و علیزاده،۱۳۹۰ و...) است. هدف این مطالعه در وهله اول شناسایی پراکنش زمانی طوفان های گرد و خاک در دو منطقه غرب و جنوب غرب ایران می باشد. تا ماه هایی که بالاترین فراوانی گرد و خاک را دارا می باشند، شناسایی شوند و برنامه ریزان منطقه ای آمادگی لازم برای انجام تمهیدات لازم برای اطلاع رسانی و آماده سازی ساکنین و کاهش آثار تخریبی این پدیده بر سلامت و فعالیت های روز مره مردم اتخاذ نمایند. هدف دوم این تحقیق شناسایی پراکنش مکانی اینگونه طوفان ها بوده است. تا شهرها و مناطقی که بالاترین فراوانی طوفان های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر که از خطرناک ترین طوفان ها می باشد، معرفی گردد. تا توجه مسئولین و برنامه ریزان ملی و منطقه ای به این نقاط جلب شده و در تخصیص بودجه های لازم برای مقابله و کاهش اثرات آن بر زیست و سلامت ساکنین تجدید نظر نمایند

[۱] - Dust Storm Event

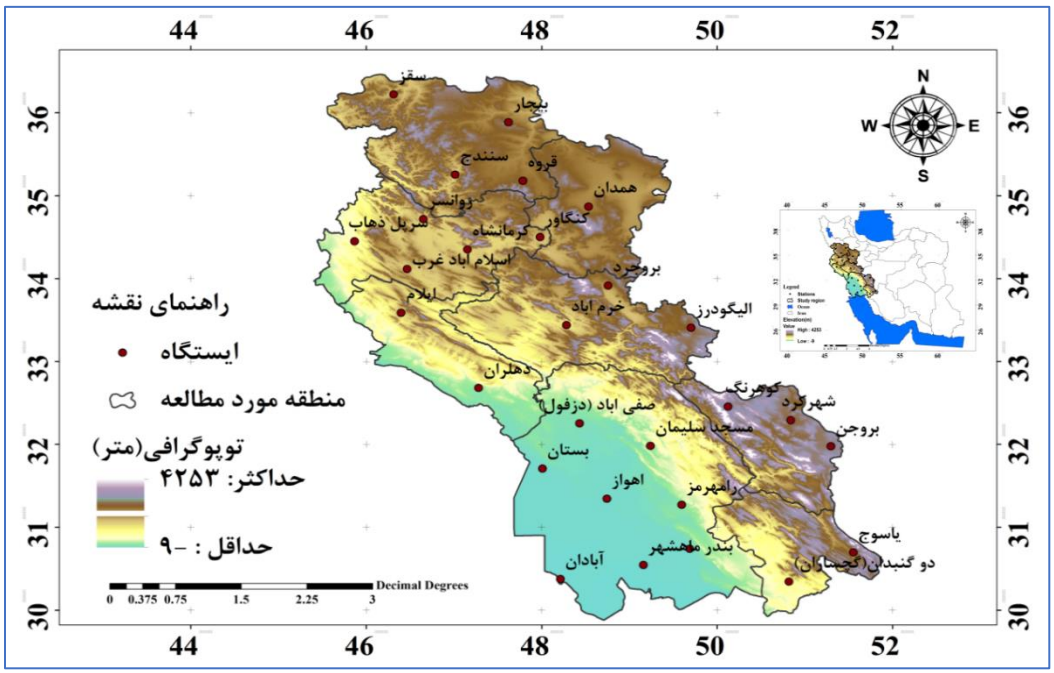
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

داده‌ها و روش کار

- **قلمرو جغرافیایی مورد مطالعه**

در این تحقیق دو منطقه غرب و جنوب غرب کشور به عنوان منطقه هدف تحقیق انتخاب شده است. شکل ۱موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی را نشان می‌دهد.



شکل ۱: موقعیت منطقه غرب و جنوب غرب ایران و ایستگاههای انتخابی

منطقه جنوب غرب استان‌های خوزستان، چهارمحال و بختیاری و کهکیلویه و بویر احمد را شامل می‌شود. منطقه غرب در این تحقیق استان‌های ایلام، کرمانشاه، کردستان، همدان و لرستان را شامل می‌گردد. این دو منطقه از مناطق بسیار با اهمیت کشور می‌باشند. استان‌های انتخابی در غرب کشور از قطب‌های کشاورزی و بسیار با اهمیت از لحاظ تولیدات کشاورزی و دامی و همین طور پوشش جنگلی می‌باشند. پدیده گرد و خاک صرفنظر از مخاطرات و محدودیت‌هایی که برای فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی ایجاد خواهد کرد. گرد و خاک انتقالی، برای محصولات کشاورزی و پوشش گیاهی منطقه مخاطره‌آمیز خواهد بود. استان‌های انتخابی در جنوب غرب کشور هم به لحاظ صنعتی و بندرگاهی و تجارت بین المللی وصنایع پتروشیمی و نفت و هم به لحاظ تولیدات کشاورزی از مناطق بسیار با اهمیت و استراتژیک کشور ایران است. در سال‌های اخیر پدیده طوفان‌های گرد و خاک آسیب‌های جدی به این تاسیسات و فعالیت‌های روزمره مردم وارد نموده است. باید توجه داشت طوفان‌های با دید کمتر از ۲۰۰ متر بدلیل غلظت ذرات معلق در جو علاوه بر اختلال جدی در فعالیت‌های روزمره بر سلامت ساکنین و همین طور تاسیسات آسیب جدی وارد می‌نماید.

- **روش کار**

این تحقیق در گام های اجرایی زیر انجام شده است:

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

۱. جهت مقایسه تحلیلی طوفان های گرد و خاک در غرب ایران دو منطقه جنوب غرب،شامل استان های خوزستان ،کهکیلویه و بویر احمد و چهارمحال و بختیاری و غرب ،شامل استان های ایلام ،کرمانشاه،کردستان ، همدان و لرستان انتخاب گردیده است.

۲. جهت انتخاب ایستگاههای نمونه، پس دریافت داده های گرد و خاک و گرد و غبار تمام ایستگاه های سینوپتیک ۸ استان فوق از سازمان هواشناسی کشور، شامل ۸۸ ایستگاه همدیدی، داده ها دریافتی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه هدف مطالعه که بررسی روند تغییرات پدیده گردو خاک شدید در سه سیکل خورشیدی اخیر(پایه آماری ۳۳ساله) ۲۸ ایستگاه از ایستگاه های فوق ،دارای شرایط مورد نظر بودند.

۳. داده های ۲۸ ایستگاه همدیدی با دوره آماری ۳۳ ساله مرتب گردید.سپس داده‌های (تعداد گزارشات پدیده غبار(nhz)، تعداد گزارشات همراه با پدیده گرد و خاک (ndu)، تعداد گزارشات همراه باپدیده طوفان شن و گرد و خاک (nbdu)، سرعت باد و دید افقی و کد های (۰۶.۰۷، ۰۸.۰۹، ۳۰.۳۱، ۳۲.۳۳، ۳۴.۳۵، ۹۸) از داده‌های سازمان هواشناسی استخراج گردید. جدول ۱ نمونه‌ای از کدهای مرتبط با گرد و خاک و گرد و غبار را نشان می‌دهد.

جدول ۱:کدهای سازمان جهانی هواشناسی مرتبط با فرسایش بادی و پدیده های گرد و غبار

کد	وضعیت
۰۶	مه ناشی از گرد و غبار
۰۷	غبار یا شن برخواسته از زمین
۰۸	طوفان گرد و غبار
۰۹	طوفان گرد و غبار اتفاق افتاده در گذشته (اتفاق افتاده در یک ساعت قبل از مشاهده ایستگاه)
۳۰	گرد و غبار خفیف یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش دید کمتر از۱۰۰۰متر و بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۱	گرد و غبار پایدار یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش دید کمتر از۱۰۰۰ متر و بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۲	شروع یا افزایش گرد و غبار خفیف یا متوسط شن و ماسه همراه با کاهش دید کمتر از۱۰۰۰ متر و بیشتر از ۲۰۰ متر
۳۳	طوفان گرد و غبار شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر
۳۴	طوفان گرد و غبار پایدار شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر
۳۵	شروع یا افزیش طوفان گرد و غبار شدید همراه با کاهش دید کمتر از ۲۰۰ متر
۹۸	رعد و برق با گرد و غبار و یا طوفان شن و ماسه

منبع: (O'Loingsighet al., ۲۰۱٤)

٤. پس از مرتب سازی داده ها،(SD :طوفان شدید گرد و خاک (کدهای ۳۳ تا ۳۵) با سرعت وزش باد بیش از ۳۰ نات و دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر). ضمن اینکه منظور از گرد و خاک (حداقل در دو دیدبانی متوالی کدهای مذبور گزارش شده باشد (با توجه به مطالعهMcTainsh and Tews,۲۰۰۷ ؛ عزتیان،۱۳۹۷؛ خدام و همکاران،۱۳۹۹).

٥. در مرحله بعد فراوانی روزهای همراه با گرد و خاک در محیط Excel به صورت روزانه، ماهانه، فصلی و سالانه استخراج گردید. لذا ستون ها بر روی نقشه های ترسیمی تعداد دفعات طوفان گرد و خاک گزارش شده در هرایستگاه بر حسب روز، ماه، فصل یا سال می باشد.

٦. جهت بررسی صفات و پراکندگی داده ها از نرم افزار SPSS استفاده شد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

۷. در نهایت از نرم افزارArcGis۱۰،٦ برای ترسیم نقشه ها استفاده شده است. بدین صورت که توپوگرافی منطقه به صورت پهنه و ویژگی های کمی رخدادهای گرد و خاک به صورت Bar/Column نمایش داده شده است.

شرح و تفسیر نتایج

گرد و غبار، گرد و خاک، طوفان شن از پدیده‌های جوی می‌باشد که، حاصل عملکرد محیط و انسان است. محیط تخریب شده توسط انسان و مستعد خیزش گرد و خاک و شرایط جوی مجموع عواملی هستند که یک طوفان گرد و خاک یا طوفان شن را رقم می‌زند. این پدیده با وجود این که یک پدیده نو ظهور نیست. ولی استفاده نادرست و غیر اصولی انسان از محیط، بشدت این پدیده را تشدید کرده است. غرب و جنوب غرب ایران که از مناطق نسبتاً پر باران می‌باشد. و از پوشش گیاهی و جنگلی نسبتا خوبی برخوردار است. در سال‌های اخیر با تشدید پدیده گرد و خاک مواجه شده است. گاه شدت طوفان‌های گرد و خاک و گرد و غبار بقدری زیاد است که زندگی عادی مردم مختل شده وبسیاری از فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی تعطیل می‌شود. مزید بر آن سلامت ساکنان این منطقه در معرض خطر جدی قرار گرفته است. در این بخش طوفان‌های با دید کمتر از ۲۰۰ متر که تقریبا تمام فعالیت‌های روزمره را مختل می‌کند، مورد بررسی قرار گرفته است. این یافته‌ها در دو بخش به تفکیک زیر ارائه می‌شود.

- **پراکنش زمانی طوفان‌های گرد و خاک در منطقه غرب و جنوب غرب ایران**

در جدول۲ و شکل‌های۲ و ۳ پراکنش فصلی و ماهانه طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متررا در دو منطقه غرب و جنوب غرب ایران نشان می‌دهد. از لحاظ پراکنش فصلی در منطقه جنوب غرب بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک به ترتیب به فصل زمستان و پاییز تعلق دارد. در منطقه غرب ایران نیز همین شرایط حاکم می‌باشد. در این منطقه نیز بالاترین فراوانی وقوع طوفان‌های گرد و خاک به ترتیب به فصل زمستان تعلق دارد. فصل پاییز با اندک تفاوتی در رتبه بعدی قرار دارد. باید توجه داشته باشیم که این دو فصل ایام ورود سامانه‌های ناپایدار به هر دو منطقه مطالعاتی می‌باشد. از لحاظ پراکنش ماهانه طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ مر در منطقه جنوب غرب ایران بالاترین فراوانی این گونه طوفان‌ها به ترتیب به ماه‌های ژانویه و دسامبر بالاترین میانگین ماهانه را ثبت کرده اند. ماه‌های دو فصل بهار و تابستان کمترین فراوانی طوفان‌های گرد و خاک را ثبت کرده اند. در منطقه غرب نیز الگویی شبیه الگوی منطقه جنوب غرب حاکمیت دارد.

جدول۲. میانگین و انحراف معیار استاندارد روزهای گرد و خاک در دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۹) منطقه غرب و جنوب غرب

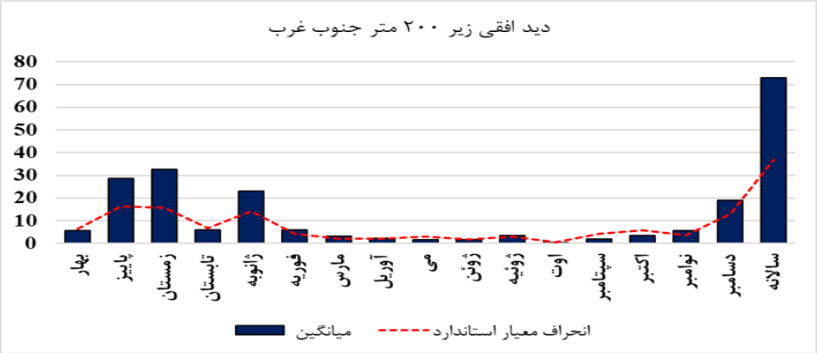
	جنوب غرب زیر۲۰۰متر		غرب زیر ۲۰۰ متر	
	میانگین	انحراف معیار استاندارد	میانگین	انحراف معیار استاندارد
بهار	٥,٨٥	٦,٥٩٤	٨,٤٧	٦,٨٦٥
پاییز	٢٨,٥٤	١٦,٥١١	٢٨,٤	٣٠,٥١٩
زمستان	٣٢,٦٢	١٥,٩٣	٣٩,٥٣	٣٢,١٩١
تابستان	٦,٠٨	٦,٧٦٣	٣,٨٧	٦,٢٠٩
ژانویه	٢٣,١٥	١٤,١٢٩	٢٣,٤٧	١٩,٨٩٦
فوریه	٦,٠٨	٤,٤٨١	١٠,٠٧	٩,٠١٢
مارس	٣,٣٨	٢,٠٦٣	٦	٥,٢٣٧
آوریل	٢,٣٨	٢,١٤٢	٣,٧٣	٢,٩٨٧
می	١,٦٩	٣,١١٩	٢,٤٧	٢,٣٥٦

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

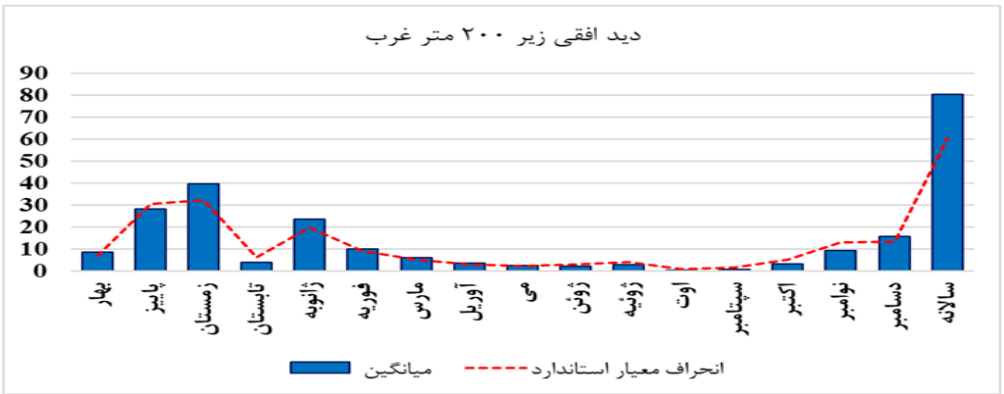
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

ژوئن	۱,۷۷	۱,۸۳۳	۲,۲۷	۳,۱۷۳
ژوئیه	۳,۶۲	۳,۰۷	۲,۷۳	٤,۰۲٦
اوت	۰,۳۸	۰,٥۰٦	۰,٤	۱,۰٥٦
سپتامبر	۲,۰۸	٤,۱۹۲	۰,۷۳	۱,٥۸
اکتبر	۳,٦۹	٥,۹۹۱	۳,٤	٥,۲۰۷
نوامبر	٥,۸٥	۳,٦۷۱	۹,۲۷	۱۳,۰٤۱
دسامبر	۱۹	۱۲,۹٤۹	۱٥,۷۳	۱۳,٥۹۳
سالانه	۷۳,۰۸	۳٦,۹۲۲	۸۰,۲۷	٦۰,۷۲٤

همانطور که در شکل۲ دیده می‌شود، ، انحراف معیار استاندارد در دو فصل زمستان و پاییز از جامعه آماری کوچکتر است در نتیجه نشان دهنده آن است که پراکندگی کمتر و قدرت پیش بینی و اعتبار لازم را در جامعه آماری تایید میکند. و در دو فصل بهار و تابستان انحراف معیار استاندارد از جامعه آماری داده‌ها بزرگتر است و پراکندگی بیشتر در اطراف میانگین بیانگر نوسان شدیدتر در وقوع طوفان در این ماه‌ها دارد. لذا ممکن است در سالی طوفان گرد و خاک بسیار بیشتر از عدد میانگین رخ داده و در سالی دیگر این پدیده رخ ندهد. از لحاظ سالانه نیز انحراف معیار استاندارد از میانگین سالانه جامعه آماری کمتر است.



شکل۲. مقایسه میانگین و انحراف معیار استاندار روزهای همراه با گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر در جنوب غرب



شکل۳. مقایسه میانگین و انحراف معیار استاندار تعداد روزهای همراه با گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر در غرب

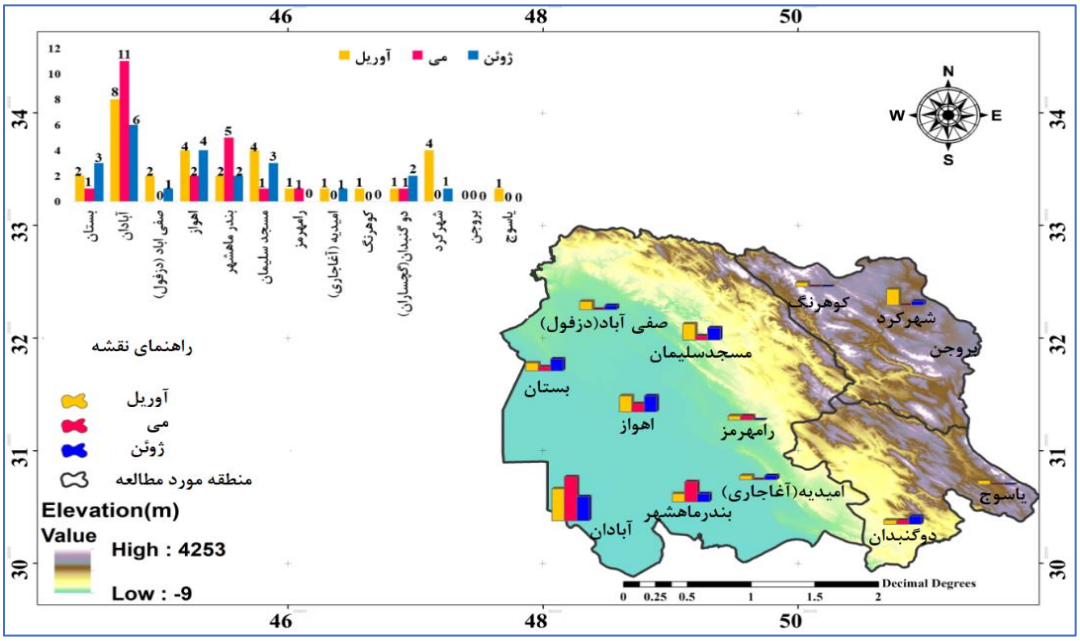
شکل ۳ انحراف معیار استاندارد در فصل زمستان از جامعه آماری کوچکتر است در نتیجه نشان دهنده آن است که پراکندگی کمتر و قدرت پیش بینی و اعتبار لازم را در جامعه آماری تایید می کند. و در سه فصل بهار و تابستان و پاییز انحراف معیار استاندارد از جامعه آماری داده‌ها بزرگتر است و پراکندگی بیشتر در اطراف میانگین بیانگر نوسان شدیدتر در وقوع طوفان در این ماه‌ها دارد. از لحاظ سالانه نیز انحراف معیار استاندارد از میانگین سالانه جامعه آماری کمتر است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

- **پراکنش مکانی طوفان های گرد و غبار و گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر**

- فصل بهار

شکل۴ نقشه پراکنش ماهانه فصل بهار را در جنوب غرب نشان می‌دهد. در این فصل شهر آبادان با ۲۵ مورد طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر بیشترین تعداد روزهای با طوفان گرد و خاک را تجربه کرده است. در مجموع از لحاظ پراکنش مکانی، تعداد روزهای طوفان گرد و خاک از جنوب به سمت شمال و از غرب به شرق منطقه کاهش می‌یابد. توجه داشته باشیم که در این فصل، بخصوص در دو ماه ابتدایی فصل همچنان سامانه‌های ناپایدار امکان ورود به منطقه را دارند. در عین حال پوشش گیاهی با توجه به فصل از جنوب به شمال و از غرب به شرق افزایش می‌یابد. بخصوص محصولات زراعی در بخش جنوبی منطقه جمع آوری شده است. تغییرات ماهانه تعداد طوفان‌ها بخوبی نقش پدیده‌های جوی ورودی به منطقه و تغییرات پوشش سطحی توجیه می‌نماید. همان طور که دیده می‌شود در ماه جون با وجود این که در بخش اعظمی از استان خوزستان پوشش گیاهی خشک شده و محصولات کشاورزی جمع آوری شده است. به عبارت دیگر زمین تقریبا عاری از پوشش است ولی تعداد طوفان‌های گرد و غبار روند افزایشی ندارد. این ماه با جابجایی شمال سوی واچرخند عربستان و حاکمیت تدریجی آن بر روی منطقه می‌باشد. (لشکری و محمدی،۱۳۹۴؛ محمدی و لشکری، ۱۳۹۸) به این نکته نیز باید توجه داشت بدلیل تغییرات ایجاد شده در بالادست حوضه آبریز، مقادیر آب ورودی به بخش‌های جنوبی رودخانه کارون و بشدت کاهش یافته است. از طرفی جنوب غرب استان خوزستان بیشتر از سایر نقاط آن از مساله جنگ و آثار آن متاثر شده است. از لحاظ زمانی نیز، بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک ثبت شده با دید کمتر از ۲۰۰ متردر ایستگاه‌های نمونه، به ترتیب آوریل ۳۱، می۲۲ و ژوئن ۲۳ بوده است.



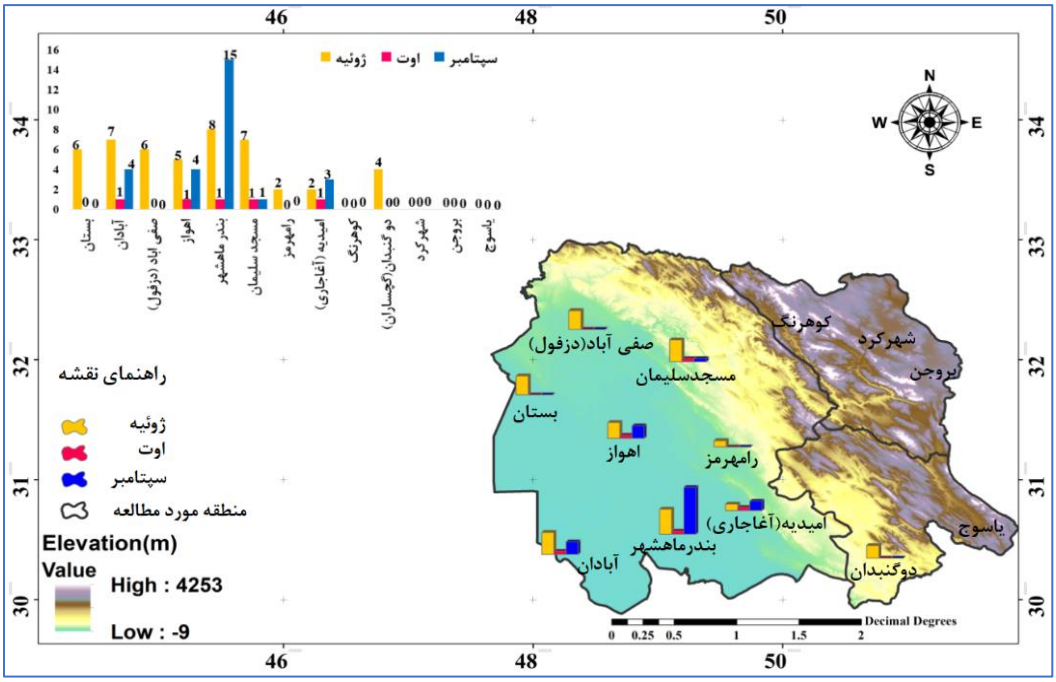
شکل۴. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر جنوب غرب فصل بهار.

- فصل تابستان

شکل ۵ پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باد گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر را در ماه‌های فصل تابستان نشان می‌دهد. در این فصل در مجموع ۷۹ مورد طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر در طول دوره آماری ثبت

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

شده است که از این تعداد ۴۷ مورد آن در ماه ژوئیه رخ داده است. ۵ مورد در ماه اوت و ۲۷ مورد در ماه سپتامبر ثبت شده است. همان طور که بر روی شکل۵ نیز دیده می‌شود شهر ماهشهر با ۲۴ نمونه طوفان گرد و خاک بالاترین تعداد روزهای همراه با گرد و خاک را ثبت کرده است. که از این میان ۱۵ مورد آن در ماه سپتامبر ثبت شده است. در مقابل دو شهر مرتفع یاسوج، شهرکرد، بروجن و کوهرنگ در این فصل هیچ مورد از طوفان گرد و غبار و گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر را گزارش نکرده اند. تعداد روزهای گرد و غبار از غرب به شرق و از جنوب به شمال یا به عبارت دیگر از مناطق پست به سمت مناطق مرتفع تعداد روزهای گرد و خاک کاهش می‌یابد. به این ترتیب به نظر میرسد بادهای سطحی و محلی عامل اصلی گرد و خاک‌های تابستانه منطقه جنوب غرب ایران است. ملاحظه می‌شود که در این فصل نیز بیشترین تعداد طوفان در بخش جنوبی استان ثبت شده است. این به مفهوم آن است که بخش جنوبی استان خوزستان برای وقوع پدیده طوفان گرد و خاک مستعدتر از سایر نقاط استان می‌باشد. در مجموع تعداد طوفان‌ها در فصل تابستان روند کاهشی دارد. با جابجایی واچرخند عربستان به عرض‌های شمالی و حاکمیت آن بر روی منطقه بشدت از شرایط ناپایداری‌ها در منطقه کم شده و جوی پایدار در بخش اعظمی از روزهای این فصل حاکمیت پیدا می‌کند. ناپایداری‌های اتفاقی حاصل از کم فشارهای گرمایی حاکم در لایه زیرین وردسپهر بر روی شبه جزیره عربستان می‌باشد. (جمالی زاده و همکاران، ۱۳۹۸؛ برون و همکاران،۱۳۹۸؛ لشکری و همکاران،۱۳۹۶).



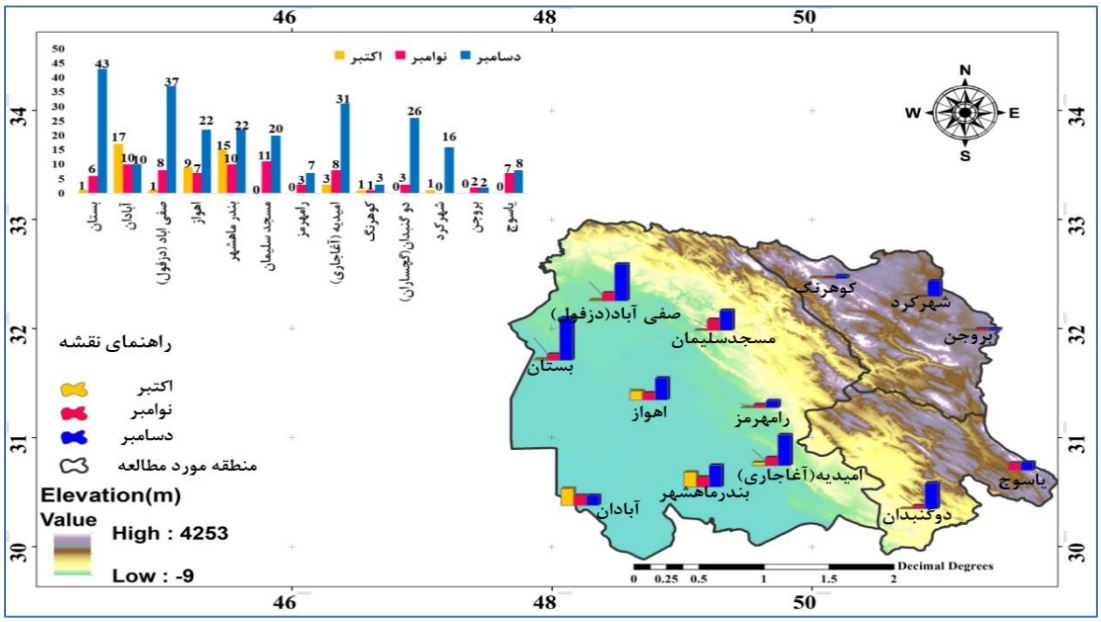
شکل ۵.پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر جنوب غرب، فصل تابستان.

- **فصل پاییز**

در فصل پاییز تعداد روزهای همراه با گرد و خاک و دید کمتر از ۲۰۰ متر بطور قابل توجهی افزایش نشان می‌دهد (شکل ۶). در این فصل در مجموع تعداد۳۷۱ طوفان گرد و خاک در ایستگاه‌های منطقه ثبت شده است. از این تعداد ۴۸ مورد آن در ماه اکتبر، تعداد ۷۶ مورد در ماه نوامبر و تعداد ۲۴۷ مورد در ماه دسامبر ثبت شده است. به این ترتیب تعداد طوفان‌های گرد و غبار از اوایل پاییز به انتهای آن افزایش می‌یابد. بخصوص در ماه دسامبر افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان می‌دهد. از لحاظ مکانی نیز بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و غبار در بخش غرب و جنوب غرب منطقه ثبت شده

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

است. به سمت شرق از تعداد طوفان‌های گرد و غبار کاسته می‌شود. با این همه در شرق منطقه، همانند فصول قبل به صفر نمی‌رسد. پدیده‌ای که این فصل و بخصوص ماه دسامبر را متفاوت از ماه‌های قبل کرده است، این که تعداد طوفان‌های گرد و غبار در شرق منطقه در قیاس با دو فصل قبل افزایش یافته است. این منطقه در مقایسه با غرب و جنوب غرب آن بسیار مرتفع‌تر می‌باشد. به طوری که ایستگاه‌های نمونه انتخابی همانند شهرکرد و یاسوج بیش از ۲۰۰۰ متر ارتفاع دارند. به طوری که این فصل در ایستگاهی مانند یاسوج ۱۵ طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر ثبت شده است. براساس مطالعات انجام شده (Lashkari et al,۲۰۲۰؛ محمدی و لشکری،۱۳۹۷) از اوایل پاییز به انتهای آن بتدریج تعداد سامانه‌های بارشی و ناپایدار ورودی به منطقه افزوده می‌شود. ماه دسامبر اولین اوج در فراوانی سامانه‌های ورودی به منطقه می‌باشد. همان طور که دیده می‌شود بیشترین تعداد طوفان‌های گردوخاک ثبت شده در فصل پاییز در ماه دسامبر اتفاق افتاده است. تفاوت دیگری که در این فصل مشاهده می‌شود ایستگاه‌هایی که بالاترین تعداد طوفان گرد و خاک را ثبت کرده‌اند از جنوب منطقه به ایستگاه‌های شمالی استان خوزستان جابجا شده است. به نظر میرسد در این فصل سامانه‌های موثر در ایجاد طوفان‌های گرد و خاک دارای منشا بیرونی بوده و در شرایط همدیدی خاص و در عمق جوی بیشتری وارد منطقه شده است. به طوری که ایستگاه‌های شرق منطقه با ارتفاعی بیش از ۲۰۰۰ متر نیز دچار طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر شده است.



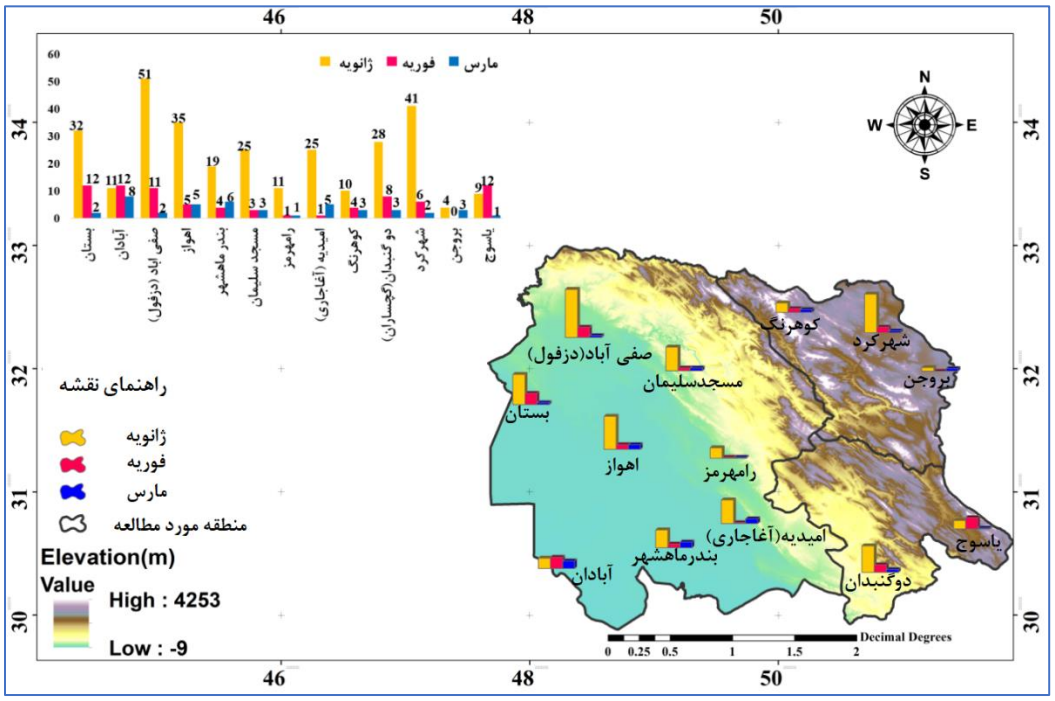
شکل۶. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر جنوب غرب، فصل پاییز.

- **فصل زمستان**

در فصل زمستان همچنان تعداد روزهای همراه با طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر افزایش یافته است. در این فصل در مجموع بر روی منطقه مطالعاتی ۴۲۴ مورد طوفان گرد و خاک از ایستگاه‌های نمونه گزارش شده است. از این تعداد ۳۰۱ مورد در ماه اول زمستان (دیماه) و تعداد ۷۹ مورد در ماه فوریه و۴۴ مورد نیز در ماه مارس ثبت شده است. به این ترتیب از اوایل به انتهای فصل زمستان از تعداد طوفان‌های گرد و خاک کاسته شده است. از لحاظ پراکنش مکانی نیز از تعداد طوفان‌های گرد و خاک از غرب به سمت شرق و جنوب از تعداد طوفان‌ها کم شده است. در ماه ژانویه

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

بالاترین تعداد طوفان گرد و خاک به تعداد۵۱ مورد در ایستگاه صفی آباد دزفول ثبت شده است. پدیده قابل توجه در این فصل ثبت بیش از۴۹ مورد طوفان در ایستگاه شهرکرد و ۲۲مورد طوفان گرد و خاک در ایستگاه یاسوج می‌باشد. این در حالی است که این ایستگاه‌ها ایستگاه‌های مرتفعی می‌باشند (شکل۷). همان طور که دیده می‌شود روند افزایشی تعداد طوفان‌های گرد و خاک که از ابتدای فصل پاییز شروع شده بود در ماه ابتدایی فصل زمستان نیز تداوم دارد. در ماه دسامبر تعداد طوفان‌های ثبت شده ایستگاهی ۲۴۷ مورد بوده است که در ماه ژانویه این تعداد به ۳۰۱ مورد افزایش یافته است. نگاهی به پراکنش ماهانه تعداد سامانه‌های ورودی و بارش‌های ماهانه (Lashkari and Jafari,۲۰۲۱؛لشکری،۱۳۸۲) ایستگاه‌های این منطقه نیز بیانگر فراوانی بالای این پدیده‌ها در این دو ماه است. همان چنان که از تعداد سامانه‌های ورودی به منطقه کاسته می‌شود از تعداد طوفان‌های گرد و خاک کاسته شده است.

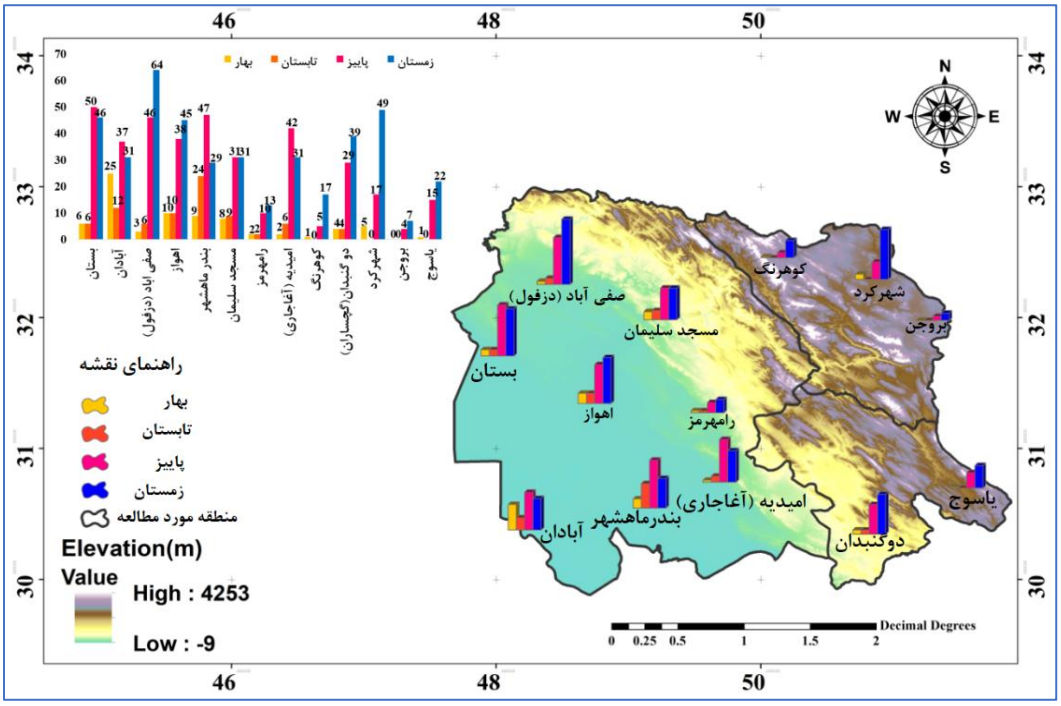


شکل۷.پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر جنوب غرب، فصل زمستان.

- **پراکنش سالانه**

شکل ۸ پراکنش فصلی تعداد روزهای همراه با طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر را نشان می‌دهد. در طول دوره آماری۳۳ساله در مجموع تعداد ۹۵۰ طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر در مجموع ایستگاه‌های انتخابی منطقه گزارش شده است. از این تعداد ۷۶ مورد در فصل بهار، ۷۹ مورد در فصل تابستان، ۳۷۱ مورد در فصل پاییز و ۴۲۴ مورد در فصل زمستان گزارش شده است. به این ترتیب بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر در فصل زمستان و سپس در فصل پاییز رخ داده است. از لحاظ پراکنش ایستگاهی نیز بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در ایستگاه صفی آباد دزفول (۱۱۹ مورد) و سپس در ایستگاه بندرماهشهر (۱۰۹ مورد) گزارش شده است. کمترین تعداد طوفان نیز با ۱۱ مورد در ایستگاه بروجن ثبت شده است. در یک جمع‌بندی کلی بالاترین تعداد طوفان در دو ماه سرد ژانویه و دسامبر رخ داده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]



شکل۸.توزیع فصلی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر جنوب غرب.

- **منطقه غرب**

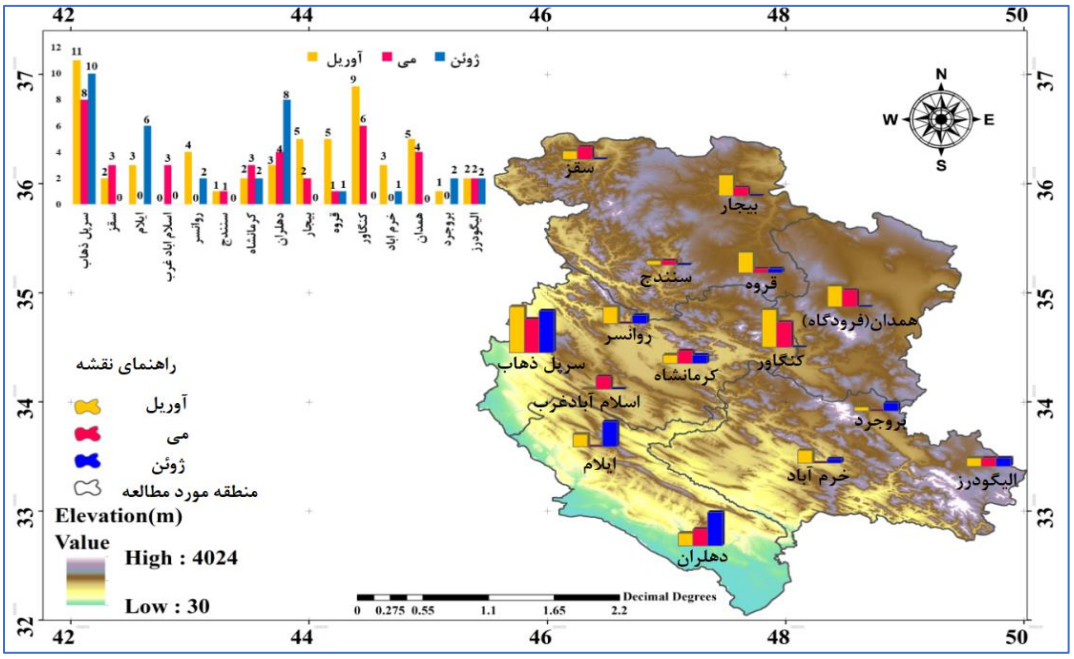
پراکنش ماهانه و فصلی طوفان های با دید کمتر از ۲۰۰ متر در دوره آماری (۱۹۸۷-۲۰۱۹) به شرح زیر بوده است.

- **فصل بهار**

شکل ۹ راکنش مکانی و زمانی طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر را در فصل بهار نشان می‌دهد. در این فصل در مجموع۱۲۷ مورد طوفان گرد و خاک کمتر از ۲۰۰ متر گزارش شده است. از این تعداد۵۶ مورد در ماه آوریل گزارش شده است. ماه می‌با ۳۷ مورد طوفان گرد و خاک در رتبه دوم و ماه ژوئن با۳۴ مورد در رتبه سوم قرار دارد. به این ترتیب تعداد روزهای همراه با گرد و خاک از ابتدای فصل به انتهای آن کاهشی است. بیشترین تعداد گرد و خاک گزارش به تعداد ۲۹ روز از ایستگاه سرپل ذهاب گزارش شده است. ایستگاه‌های کنگاور و دهلران با ۱۵ مورد در رتبه بعدی قرار دارند. همان طور که دیده می‌شود بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در غرب منطقه مطالعاتی رخ داده است. به سمت شرق تعداد طوفان‌ها روند کاهشی نشان می‌دهد. روند کاهشی تعداد طوفان‌ها از ابتدای فصل به انتهای آن کاملا با شرایط اقلیمی منطقه منطبق است. به تبعیت از گردش کلی جو حاکم بر منطقه غرب و جنوب غرب آسیا از ابتدای فصل بهار به انتهای آن بدلیل جابجایی شمال سوی سامانه‌های واچرخندی جنب حاره‌ای بتدریج با حاکمیت الگوی تابستانه، شرایط جوی بر روی منطقه به سمت پایداری می‌رود. در نتیجه از فراوانی ورود سامانه‌های ناپایدار با منشا بیرونی کاسته می‌شود(Mohammadi et al,۲۰۲۱). همان طور که دیده می‌شود ایستگاه‌هایی که بالاترین تعداد طوفان‌ها را ثبت کرده‌اند، در منتهی الیه غرب منطقه و در پایکوه‌های غربی ارتفاعات قرار دارند. وجود دشتهای پست و نسبتا خشک و همجواری با دشت‌های خشک کشور عراق زمینه لازم برای خیزش گرد و خاک و طوفان‌های گرد و خاک این منطقه را می‌تواند توجیه نماید.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]



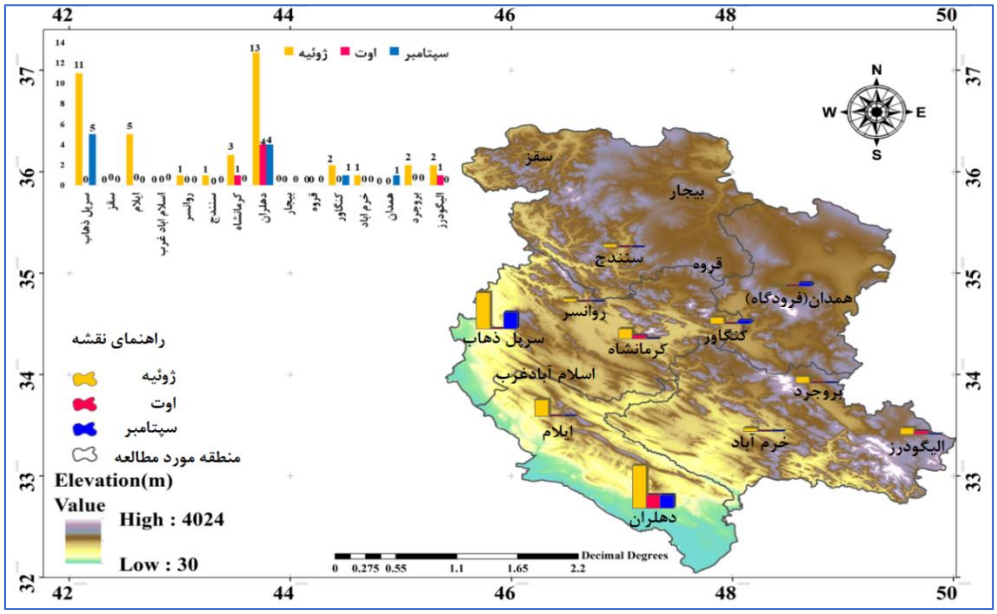
شکل۹. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر غرب، فصل بهار.

- **فصل تابستان**

همان طور که شکل ۱۰ نشان می‌دهد، کمترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر در فصل تابستان رخ داده است. در این فصل فقط ۵۸ مورد طوفان با دید کمتر از ۲۰۰ متر گزارش شده است که از این تعداد ۴۱ مورد در ماه ژوئیه و ۱۱ مورد در ماه سپتامبر و ۶ مورد نیز در ماه اوت گزارش شده است. از لحاظ پراکنش مکانی نیز همانند فصل بهار عمده طوفان‌های گرد و خاک در غرب منطقه مطالعاتی اتفاق افتاده است. از همه طوفان‌های گزارش شده ۲۱ مورد از ایستگاه دهلران و ۱۶ مورد نیز از ایستگاه سرپل ذهاب اتفاق افتاده است. همان طور که دیده می‌شود تقریبا اکثر طوفان‌های گرد و خاک در ایستگاه‌های غرب منطقه مطالعاتی رخ داده و ایستگاه‌های شرق مطقه تقریبا فاقد طوفان‌های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر بوده اند. فصل تابستان از لحاظ گردش کلی حاکم بر منطقه غلبه واچرخند جنب حاره‌ای عربستان و آفریقا بر منطقه می‌باشد. پایداری‌های جوی مترتب بر آن و کاهش شدید ناپایداری‌های محلی و انتقالی سبب شده است به شدت از فراوانی طوفان‌های گرد و خاک در این فصل کاسته شود. تعداد اندک طوفان‌های ثبت شده در غرب منطقه میتواند ناشی از ناپایداری‌های گرمایی محلی باشد(خسروی و همکاران،۱۳۸۹). شرایط همدیدی حاکم در تحقیق دیگری انجام شده است. بدلیل ماهیت تحقیق در مقاله دیگری ارائه شده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

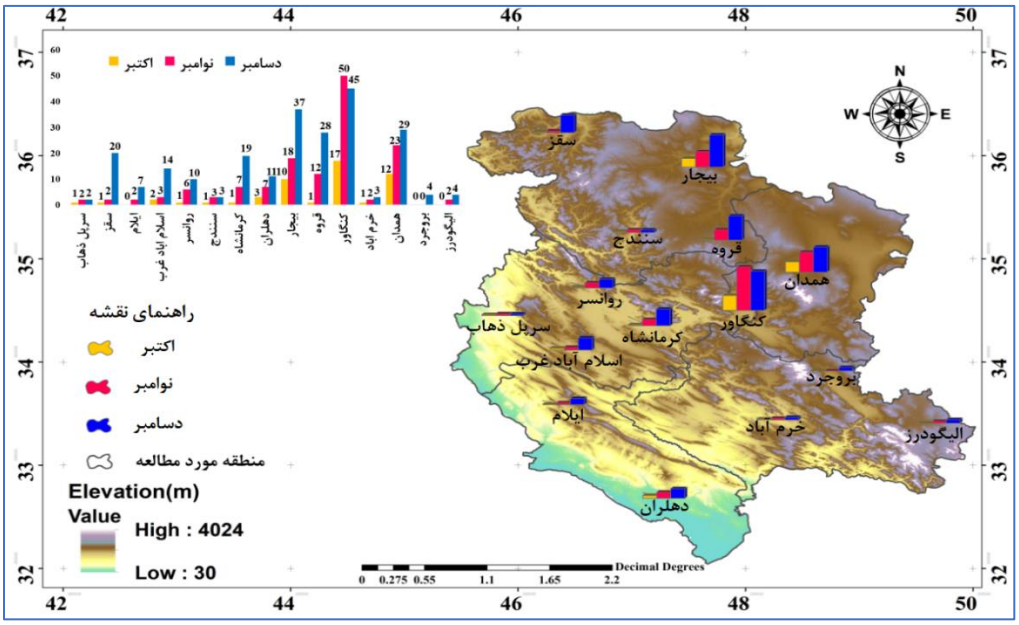


شکل۱۰. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر غرب، فصل تابستان.

- **فصل پاییز**

در این فصل در مجموع ۴۲۶ مورد طوفان گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر از ایستگاه‌های نمونه انتخابی گزارش شده است. از این تعداد۵۱ مورد آن در ماه اکتبر، ۱۳۹ مورد از آن در ماه نوامبر و ۲۳۶ مورد آن در ماه دسامبر رخ داده است. به این ترتیب از اول به انتهای آن تعداد رخ داد طوفان گرد و خاک افزایش یافته است. این افزایش در ماه دسامبر نسبت به دو ماه قبل بسیار چشمگیر بوده است. در واقع در ماه نوامبر نسبت به ماه اکتبر تعداد طوفان‌ها به سه برابر افزایش یافته است و در ماه دسامبر نسبت به ماه نوامبر حدود دو برابر و نسبت به ماه اکتبر حدود ۴.۷ برابر شده است. از لحاظ پراکنش مکانی نیز تعداد طوفان‌ها در تمام ماه‌های فصل پاییز از غرب به شرق افزایش قابل توجهی دارند. ایستگاه کنگاور با۱۱۲ مورد اولین رتبه را از لحاظ تعداد طوفان‌های ثبت شده دارد. ایستگاه‌های بیجار و همدان به ترتیب با ۶۵ و ۶۴ مورد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. کمترین تعداد نیز با فقط ۴ مورد در ایستگاه بروجرد ثبت شده است (شکل۱۱). همان طور که دیده می‌شود در این فصل تعداد طوفان‌های گرد و خاک بر خلاف دو فصل قبل از غرب به شرق منطقه افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. اولین پیش فرض مورد بررسی در این زمینه این است که در این فصل سامانه‌های همدیدی بزرگ مقیاس عامل اصلی در ایجاد طوفان‌های گرد و خاک می‌باشد. همین طور منابع بیرونی و دور دست‌تر در تولید گرد و خاک انتقالی بر روی منطقه نقش اساسی‌تری دارند. همان طور که بر روی نقشه نیز بخوبی قابل مشاهده است، غرب منطقه از لحاظ توپوگرافی دارای ارتفاع بیشتری نسبت به شرق منطقه دارد. در نتیجه گرد و خاک بایستی از منابع دور دست‌تر تولید شده و در جریانات بالاسو در ترازهای بالاتر بر روی منطقه شرقی منطقه فرارفت شده است. این سامانه‌های همدیدی بزرگ مقیاس به تبعیت از گردش کلی جو حاکم در این دوره از سال، بتدریج از اوایل فصل پاییز به انتهای آن همانند منطقه جنوب غرب کشور روند افزایشی دارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]



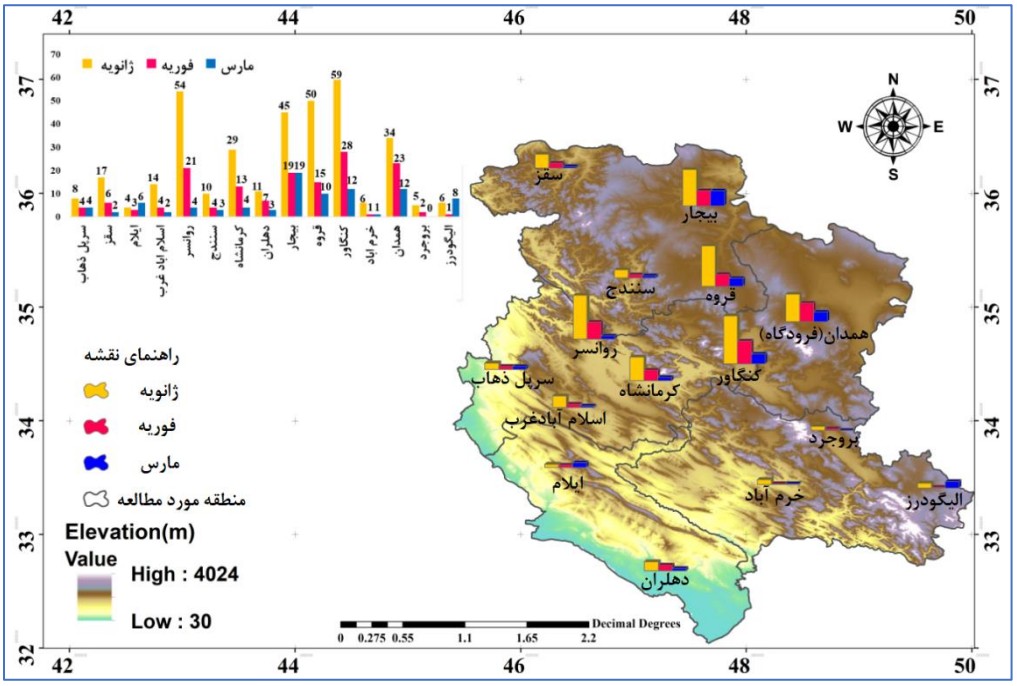
شکل۱۱. پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه با گردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر غرب، فصل پاییز.

- **فصل زمستان**

در فصل زمستان در مجموع۵۹۳ مورد طوفان با دید کمتر از ۲۰۰ متر از ایستگاه های منطقه غرب گزارش شده است. توزیع ماهانه این تعداد گرد و غبار بصورت زیر بوده است. ماه ژانویه با ۳۵۲ روز طوفان گرد وخاک بالاترین تعداد روزهای گرد و خاک را ثبت کرده است. در ماه فوریه تعداد طوفان های گرد وخاک کاهش قابل توجهی کرده و به حدود کمتر از نصف کاهش یافته است. در ماه فوریه ۱۵۱ روز طوفان گرد و خاک از ایستگاه های منطقه مطالعاتی گزارش شده است. در ماه مارس باز هم از تعداد روزهای همراه با گرد و خاک کم شده و این تعداد به ۹۰ مورد کاهش یافته است. به این ترتیب تعداد روزهای طوفانی همراه با گرد و خاک از ابتدای فصل زمستان به انتهای آن بطور محسوسی کاهش می یابد. از لحاظ پراکنش مکانی نیز تعداد طوفان های گزارش شده بطور چشمگیری کاهش می یابد. این کاهش در هر سه ماه زمستان دیده می شود. بالاترین تعداد طوفان گرد و خاک گزارش شده به تعداد ۹۹ روز از ایستگاه کنگاور در پایکوه های غربی زاگرس گزارش شده است. ایستگاه بیجار با ۸۳ مورد در رتبه دوم و ایستگاه روانسر با ۷۹ مورد در رتبه سوم قرار دارد.همان طور که دیده می شود تمام ایستگاه ها با تعداد طوفان های گرد و خاک در شرق منطقه قرار دارد (شکل۱۲).

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]



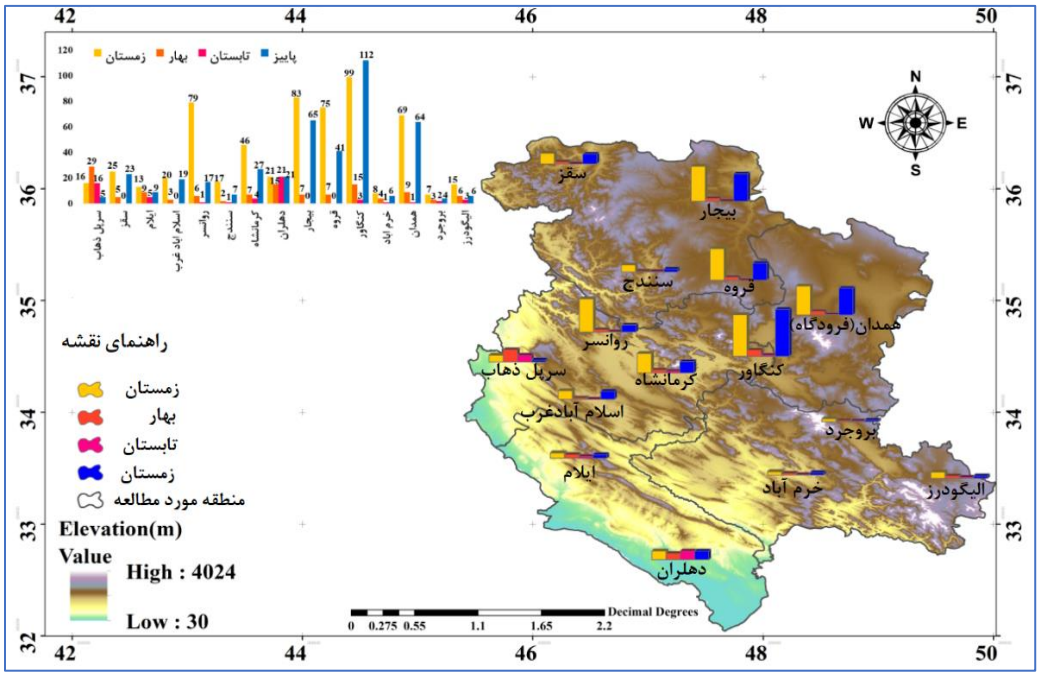
شکل۱۲.پراکنش ماهانه تعداد روزهای همراه باگردوخاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر غرب، فصل زمستان.

- **پراکنش سالانه**

شکل ۱۳ پراکنش فصلی روزهای همراه با گرد و خاک در هریک از ایستگاه‌های نمونه انتخابی را در طول دوره آماری نشان می‌دهد. در کل دوره ۳۳ساله در منطقه غرب ایران که شامل استان‌های ایلام، کرمانشاه، کردستان، همدان و لرستان می‌باشد، ۱۲۰۴ مورد طوفان گزارش شده است. از این تعداد ۵۹۳ مورد در فصل زمستان (رتبه اول)، ۴۲۶ مورد در فصل پاییز (رتبه دوم) ۱۲۷مورد در فصل بهار (رتبه سوم) و ۵۸ مورد در فصل تابستان (رتبه چهارم) اتفاق افتاده است. همان طور که دیده می‌شود بالاترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در بخش شرقی منطقه مطالعاتی و بخصوص در استان‌های همدان، شرق استان‌های کرمانشاه و کردستان اتفاق افتاده است. کمترین تعداد طوفان‌ها در استان‌های لرستان و ایلام رخ داده است. ایستگاه کنگاور با۲۲۹ مورد طوفان گرد و خاک آلوده‌ترین ایستگاه از لحاظ تعداد روزهای همراه با گرد و خاک قرار دارد. ایستگاه بیجار با ۱۵۵ مورد طوفان در رتبه دوم وایستگاه همدان با ۱۴۳ مورد در رتبه سوم قرار دارند. ایستگاه‌های قروه و روانسر به ترتیب با ۱۲۳ و۱۰۳ مورد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. به این ترتیب در متطقه غرب کشور بر خلاف منطقه جنوب غرب بالاترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در شرق منطقه رخ داده است. در صورتی که در منطقه جنوب غرب بالاترین تعداد رخداد طوفان گرد و خاک در غرب منطقه بوده است.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

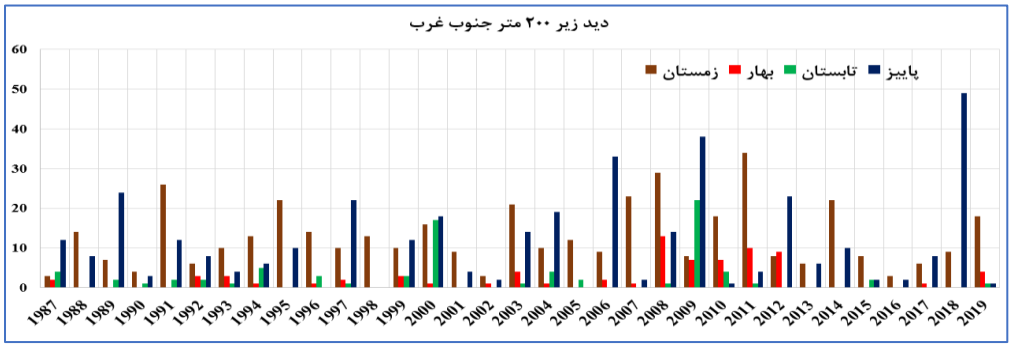
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]



شکل۱۳.توزیع فصلی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ غرب

- **تحلیل تغییرات زمانی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متردرجنوب غرب و غرب**

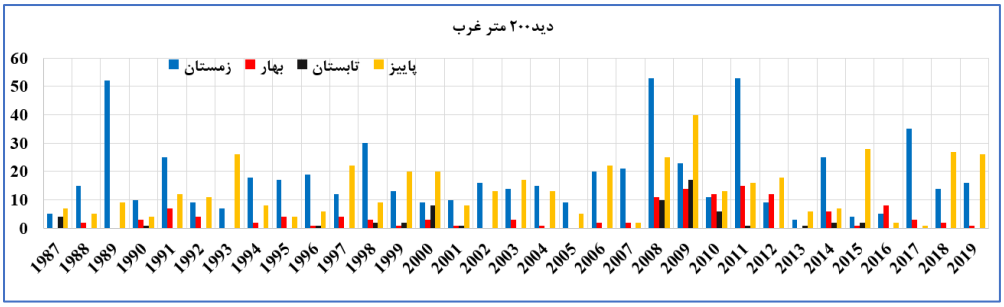
شکل ۱۴ توزیع زمانی طوفان های گرد و خاک با دید کمتر از ۲۰۰ متر را در جنوب غرب ایران نشان می دهد. همان طور که دیده می شود در تمام دوره های گذشته طوفان های گرد وخاک از اوج و حضیض‌هایی برخوردار بوده است. در چند سال متوالی تعداد طوفان های گرد و خاک افزایش قابل توجه داشته و در سال هایی نیز کاهش چشمگیر نشان داده اند ولی در یک دوره ۶ ساله (۲۰۰۶ تا ۲۰۱۲) تعداد طوفان های گرد و خاک افزایش کاملا محسوسی را نشان داده است. سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ بیشترین تعداد این گونه طوفان ثبت شده است. در سال ۲۰۰۸ حدود ۵۷ طوفان گرد و خاک با دید زیر ۲۰۰ متر و در سال ۲۰۰۹ نیز ۷۹ طوفان گرد و خاک با دید زیر ۲۰۰ متر از ایستگاه های این منطقه گزارش شده است. با وجود این که ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۷ بطور قابل توجهی کاهش نشان داده است، ولی در سال ۲۰۱۸ و بخصوص زمستان این سال تعداد این گونه طوفان ها بشدت افزایش نشان می دهد. در مجموع در طول دوره مطالعاتی ۹۵۰ طوفان با دید کمتر از ۲۰۰ متر از ایستگاه های انتخابی گزارش شده است که ۴۲۴ مورد آن در فصل زمستان و ۳۷۱ مورد آن در فصل پاییز رخ داده است.



شکل۱۴. تغییرات زمانی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر در جنوب غرب

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

شکل ۱۵تغییرات زمانی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر را در غرب ایران نشان می دهد. همان طور که دیده می شود طوفان های گرد و خاک در این منطقه برخلاف منطقه جنوب غرب از نوسانات دوره ای خاصی پیروی نمی کند. ولی در این منطقه نیز در فاصله زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲ خیزش قابل ملاحظه ای در تعداد طوفان های گرد و خاک دیده می شود. ولی بعد از سال ۲۰۱۲ تا انتهای دوره کاهش قابل توجه که در طوفان های گرد خاک دیده می شد، در این منطقه رخ نداده است. بلکه در ماه های دو فصل زمستان و پاییز تعداد طوفان ها سیر صعودی داشته و نسبت به دوره زمانی قبل از ۲۰۰۸ برنگشته است. در این منطقه در کل دوره آماری مجموعا ۱۲۳۵ مورد طوفان با دید کمتر از ۲۰۰ متر از سراسر ایستگاه های انتخاب شده گزارش شده است.که از این تعداد ۵۹۷ مورد در فصل زمستان و ۱۵۲ مورد از فصل پاییز گزارش شده است.



شکل۱۵. تغییرات زمانی طوفان های گرد و خاک با دید افقی کمتر از ۲۰۰ متر را در غرب

نتیجه گیری

طوفان‌های با دید کمتر از ۲۰۰ متر طوفان‌هایی هستند که بدلیل غلظت ذرات آلاینده معلق در جو مشکلات و خسارت‌های بیشتری را به مجیط زیست و تاسیسات و روند جاری فعالیت‌های اجتماعی و از همه مهمتر به سلامت انسان‌ها وارد می‌نماید. با وجود این که اصولا پدیده گرد و غبار و گرد و خاک با هر میزانی یک پدیده جوی محدود کننده و آسیب رسان می‌باشند. ولی وقتی مقادیر آلاینده‌های جوی و غلظت آن از محدوده مشخصی بالاتر میرود، به عنوان یک مخاطره جدی تلقی شده و تمام ابعاد زندگی روز مره را تحت الشعاع خود قرار می‌دهد. فعالیت‌های روز مره تعطیل شده و سلامت انسانها دچار مخاطره شده و همه عناصر جاندار و حتی بی‌جان از این پدیده خسارت می‌بینند. به همین دلیل این گونه از طوفان‌های بصورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و تحلیل شده است.

دو منطقه غرب و جنوب غرب کشور ایران که بدلیل ظرفیت‌های کشاورزی، صنعتی، اقتصادی، تجارت و حمل و نقل و جمعیتی از بسیاربا اهمیت و استراتژیک تلقی می‌شود. پدیده گرد و خاک، آن هم با شدت مخاطره‌آمیز می‌تواند تهدید جدی برای شرایط موجود و توسعه آینده آن باشد. لذا توجه جدی برای شناخت وضع موجود، علل و عوامل ایجاد کننده آن، پیدا کردن راهکارهای علمی و عملی برای تقلیل، مهار پدیده و کاهش اثرات آن بر محیط زیست، صنایع و تاسیسات و زیست و فعالیت جوامع اسانی منطقه را می‌طلبد. باید توجه داشت که با توجه به ماهیت پدیده کنترل و مهارعلل و عوامل اقلیمی آن و همین طور منشاء تولید کننده مواد اولیه گرد و خاک از محدوده سرزمینی کشور خارج می‌باشد. لذا مهمترین اقدام برای کاهش اثرات و سازگاری با این پدیده، شناخت دقیق علل ورفتارهای این پدیده در داخل و خارج از محدوده سرزمینی کشور می‌باشد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

نتایج حاصل از فراوانی وقوع پدیده طوفان گرد و خاک در ایستگاه‌های نمونه انتخابی در دو منطقه غرب و جنوب غرب ایران دارای مشابهت‌ها و تباین‌هایی بود.

در هر دو منطقه مطالعاتی دو فصل تابستان و بهار کمترین تعداد پدیده رخ داده است. در عین حال از اوایل فصل بهار به تدریج در همه ایستگاه‌ها از تعداد طوفان‌های گرد و خاک کاسته شده است. در ماه ژوئیه در هر دو منطقه تعداد طوفان‌ها افزایش اندک رخ داده و مجددا روند کاهشی در رخداد پدیده طوفان گرد و خاک تا ماه اکتبر ادامه دارد. این پدیده با شرایط جوی و الگوی تابستانه حاکم بر منطقه منطبق می‌باشد. با جابجایی شمال سوی کمربند واچرخندی جنب حاره و بخصوص دو سامانه واچرخندی عربستان و آفریقا الگوی تابستانه بر منطقه حاکم شده و بتدریج از ورود سامانه ناپایداردر مقیاس همدیدی کاسته شده و تنها سامانه‌های محلی که عموما با ویژگی‌های دمایی دارند در لایه زیرین ورد سپهر حاکم شده، ولی در لایه‌های میانی و بالاتر وردسپهر همچنان زبانه‌های واچرخندی حاکمیت دارند. به همین دلیل در هر دو منطقه بیشترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در غرب و جنوب منطقه رخ داده است. بعبارت دیگر ایستگاه‌هایی که در حاشیه مناطق پست غربی ایلام و کرمانشاه و جنوبی استان خوزستان قرار دارند بیشترین فراوانی گرد و خاک را ثبت کرده اند. در این طوفان‌ها تعداد ایستگاه‌های درگیر کمتر از طوفان‌هایی می‌باشد که در فصول پاییز و زمستان رخ داده اند.

در هر دو منطقه فراوانی وقوع طوفان های گرد و خاک در ایستگاه‌ها از اوایل پاییز روند صعودی پیدا کرد و بخصوص در فاصله ماه نوامبر به دسامبر تعداد طوفان‌ها افزایش قابل توجهی نشان می‌دهند. این فرایند در اولین ماه فصل زمستان نیز ادامه دارد. به عبارت دیگر دو ماه دسامبر و ژانویه بالاترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک را نشان داده اند. از ماه ژانویه تا پایان زمستان از تعداد طوفان‌ها کاسته می‌شود. همان طور که ملاحظه می‌شود در این دو فصل به پیروی از جابجایی شمال و جنوب سوی سامانه‌های بزرگ مقیاس گردش عمومی جو بتدریج میزان ورود سامانه‌های ناپایدار و اغتشاشات جوی افزایش یا کاهش می‌یابد. مطالعات انجام شده نیز بالاترین تعداد سامانه‌های ورودی در مقیاس همدیدی را در دو ماه دسامبر و ژانویه به منطقه تایید می‌کنند.

تباین اساسی بین دو منطقه مطالعاتی در پراکنش مکانی طوفان‌های گرد و خاک در دو فصل پاییز و زمستان می‌باشد. در این دو فصل بالاترین فراوانی طوفان‌های گرد و خاک در منطقه غرب در ایستگاه‌های شرق منطقه بخصوص در ایستگاه‌هایی مانند همدان، کنگاور، قروه و بیجار می‌باشد. در این دو فصل کمترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک در غرب منطقه رخ داده است. در صورتی که در منطقه جنوب غرب بالاترین تعداد طوفان‌های گرد و خاک از ایستگاه‌های غرب استان خوزستان گزارش شده است. ایستگاه‌های همانند دزفول و بستان بالاترین فراوانی طوفان‌های گرد و خاک را ثبت کرده اند. به نظر می رسد طوفان‌های دوره سرد منطقه غرب ایران از مبادی دورترتولید شده و در لایه‌های میانی جو بر روی منطقه غربی منطقه همانند همدان و کنگاور منتقل شده است. در صورتی که طوفان‌های گرد و خاک منطقه جنوب غرب در شرایط همدیدی متفاوت و از مبادی نزدیک‌تر و در لایه زیرین وردسپهر وارد منطقه شده است. نتایج این تحقیق با مطالعات همچون (خسروی و همکاران،۱۳۸۹؛علیجانی و کوهزاد،۱۳۹۰؛عزیزی و همکاران،۱۳۹۱؛ لشکری و صبوئی،۱۳۹۲؛ جهانبخش و همکاران،۱۳۹۳؛ باعقیده و احمدی، ۱۳۹۳؛ ناصر پور و همکاران، ۱۳۹۴؛ ناصرزاده و فتحی،۱۳۹۵وکیخسروی و حاصلی،۱۳۹۶) همخوانی دارد.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

سپاسگزاری

این تحقیق خروجی طرح پسادکتری شماره ۹۸۰۲۶۸۶۸ و تحت حمایت صندوق Iran National Science Foundation INSF انجام شده است.

منابع

اصغری پوده، زهرا؛ محمد شفیعی زاده، سیما فاخران، سیما و علیرضا گیلانی .۱۳۹۴.ارزیابی و پهنه بندی تغییرات مکانی-زمانی طوفان های 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.

آرامی، سید عبدالحسین؛مجید اونق، علی محمدیان بهبهانی، مهری اکبری و علیرضا زراسوندی.۱۳۹۷. تحلیل آماری الگوی فضایی-زمانی طوفان گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران. *مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک*، **۱**: ۶-۸۳.

بابایی فینی، ام السلمه؛ طاهر صفرراد و مصطفی کریمی.۱۳۹۳.تحلیل فضایی- زمانی رخداد گرد و غبار در غرب ایران. *محیط شناسی*،**۴۰**: ۳۷۵-۳۸۸.

باعقیده، محمد؛ حمزه احمدی.۱۳۹۳.تحلیل مخاطره گرد و غبار و روند تغییرات آن در غرب و جنوب غرب ایران. *مجله امداد و نجات*، **۶**: ۱۶-۱.

برون اشرف؛ منیژه ظهوریان پردل، حسن لشکری، علیرضا شکیبا و زینب محمدی.۱۳۹۸. تحلیل همدیدی نقش پرفشار عربستان در امواج گرم استان خوزستان .*نشریه هواشناسی و علوم جوّ*.**۲** :۵۵-۶۷.

جمالی زاده، ناهید؛ منیژه ظهوریان پردل، حسن لشکری، علیرضا شکیبا و زینب محمدی.۱۳۹۸. تحلیل ناهنجاری ها و تغییر در ساختار دینامیکی الگوهای همدیدی تابستانه استان خوزستان. *فصلنامه جغرافیا (برنامه ریزی منطقه ای)*، **۹** :۸۷۴-۸۶۳.

جهانبخش، سعید؛ بتول زینالی و میلاد اصغری.۱۳۹۳.تحلیل و پهنه بندی فراوانی توفان های گرد و غباری ایران با استفاده از خوشه بندی فازی(FCM). *دو فصلنامه پژوهش عای بوم شناسی شهری(جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای سابق)*،**۱۰**: ۹۸-۸۵.

حسینی، احمد؛ بهلول علیجانی و یدالله واقعی.۱۳۹۸.پیش بینی احتمال روزهای گرد و خاک در مناطق شرقی ایران با روش کریجینگ نشانگر فضایی- زمانی، *مخاطرات محیط طبیعی*،**۸** : ۲۱۶-۱۹۷.

خدام، نوشین؛ سحرتاج‌بخش، عباسعلی علی‌اکبری بیدختی، ساویز صحت کاشانی و عباس رنجبرسعادت آبادی .۱۳۹۹. اقلیم‌شناسی رخدادهای طوفان گردوخاک در فصل تابستان در استان سیستان و بلوچستان در دوره ۳۰ ساله (۲۰۱۶-۱۹۸۷)، پژوهش های اقلیم شناسی، **۴۰** : ۸۱-۸۹.

خسروی، محمود؛ تقی طاووسی وکوهزاد رئیس پور.۱۳۸۹. تحلیل همدیدی سامانه های گرد و غباری در استان خوزستان. *جغرافیا و توسعه*، **۸** :۱۱۸-۹۷.

عزتیان، ویکتوریا. ۱۳۹۸. پایش پدیده گرد و خاک، علل وقوع و پیامدهای آن در استان اصفهان مطالعه موردی: دوره ۲۰۱۳-۲۰۱۴ میلادی .*نیوار*، **۴** : ۴۵-۶۱.

عزیزی قاسم؛ مرتضی میری و سید امید نبوی.۱۳۹۱. ردیابی پدیده گرد و غبار در نیمه غربی ایران. *مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، **۲** : ۶۳-۸۱.

علیجانی، بهلول و کوهزاد رئیس پور .۱۳۹۰. تحلیل آماری، همدیدی طوفان‌های گردوخاک در جنوب‌شرق ایران (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی سیستان) .*مطالعات جغرافیایی مناطق خشک*، **۲** : ۱۰۷-۱۱۳.

فرج زاده اصل منوچهر و خاطره علیزاده.۱۳۹۰. تحلیل زمانی و مکانی طوفان های گرد و خاک در ایران .*برنامه‌ریزی و آمایش فضا*، **۱۵**: ۶۴-۸۵.

کیخسروی، قاسم و محبوبه حاصلی . ۱۳۹۶. شبیه سازی خط سیر چند نمونه از طوفان های گرد و غبار شدید استان کرمانشاه از دیدگاه همدید و مدل HYSPILT . *جغرافیای طبیعی*، **۱۰**: ۵۹-۸۲.

لشکری، حسن؛ علی اکبر متکان، مجید آزادی و زینب محمدی . ۱۳۹۶. تحلیل همدیدی نقش پرفشار جنب حاره‌ای عربستان و رودباد جنب حاره‌ای در خشکسالی های شدید جنوب و جنوب‌غرب ایران. *پژوهشهای دانش زمین*، **۸ : ۱۶۳-۱۴۱**.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

لشکری، حسن و زینب محمدی. ۱۳۹۴. اثر موقعیت استقرار پرفشار جنب حاره‌ای عربستان بر سامانه‌های بارشی در جنوب و جنوب غرب ایران .*پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۴۷** :۹۰-۷۳.

لشکری، حسن. ۱۳۸۲. مکانیسم تکوین، تقویت و توسعهٔ مرکز کم‌فشار سودان و نقش آن بر روی بارش‌های جنوب و جنوب غرب ایران، *مجلهٔ پژوهش‌های جغرافیایی*، **۴۶** : ۱۸-۱.

لشکری، حسن و مریم صبوئی .۱۳۹۲. تحلیل سینوپتیکی الگوهای حاکم بر طوفان گرد و غبار استان خوزستان. *فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر*،**۲۲** : ۳۲-۳۸.

محمدی، زینب و حسن لشکری. ۱۳۹۷. نقش جابه جایی مکانی پُرفشار عربستان و رودباد جنب حاره ای در الگوهای همدیدی و ترمودینامیکی ترسالی های شدید جنوب و جنوب غرب ایران .*پژوهش های جغرافیای طبیعی*، **۵۰** : ۴۵۱-۵۰۹.

محمدی، زینب و حسن لشکری.۱۳۹۸. تحلیل همدیدی، ترمودینامیکی جابجایی مکانی جت جنب‌حاره‌ای در فعالیت کم‌فشار سودانی (مطالعه موردی ترسالی‌های استان فارس). *پژوهشهای دانش زمین*، **۱۰**: ۱۰۳-۸۵.

مدبرپور، علی؛ امیرگندمکار و مرتضی خداقلی. ۱۳۹۷. بررسی روند زمانی- مکانی مخاطره گردوغبار در استان کهگیلویه و بویراحمد. *جغرافیای طبیعی*، **۱۱** : ۱۲۲-۹۹.

ناصرپور، سمیه؛ بهلول علیجانی، پرویز ضیائیان.. ۱۳۹۴. منشأیابی طوفان‌های گردوغبار در جنوب غرب ایران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های هوا. *پژوهشهای جغرافیای طبیعی*، **۴۷** : ۲۱-۳۶.

ناصرزاده، محمدحسین؛ حجت اله فتحی.۱۳۹۵. شناسایی عوامل سینوپتیک و محلی مقیاس در رویدادهای گرد و غباری استان ایلام. *فصلنامه علمی - پژوهشی برنامه ریزی منطقه ای*، **۶** : ۷۴-۵۷.

AlKheder, S.; and A. AlKandari. ۲۰۲۰. The impact of dust on Kuwait International Airport operations: a case study. *International Journal of Environmental Science and Technology*,۱۷: ۱-۸.

Attiya, A.; and B. G. Jones. ۲۰۲۰. Climatology of Iraqi dust events during ۱۹۸۰–۲۰۱۵. *SN Applied Sciences*, **۲**: ۱-۱٦.

Cao, H.; F. Amiraslani, J.Liu, and N. Zhou. ۲۰۱۵. Identification of dust storm source areas in West Asia using multiple environmental datasets. *Science of the Total Environment*, **۵۰۲**: ۲۲٤-۲۳۵.

Fattahi, E.; K. Noohi, and H. Shiravand. ۲۰۱۲. Study of dust storm synoptical patterns in southwest of Iran. *Desert*, ۱۷: ٤۹-۵۵.

Gillette, D. A. ۱۹۸۱. Production of dust that may be carried great distances. Desert dust: Origin, characteristics, and effect on man. *American Association for the Advancement of Science*, ۱۸٦: ۱۱-۲٦.

Hamidi, M.; M. R. Kavianpour and Y. Shao. ۲۰۱۳. Synoptic analysis of dust storms in the Middle East. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, **٤۹**: ۲۷۹-۲۸٦.

Khusfi, Z. E.; M. Khosroshahi, F. Roustaei and M. Mirakbari. ۲۰۲۰. Spatial and seasonal variations of sand-dust events and their relation to atmospheric conditions and vegetation cover in semi-arid regions of central Iran. *Geoderma*, **۳٦۵**: ۱۱٤-۲۲۵.

Knippertz, P.; and A. H. Fink. ۲۰۰٦. Synoptic and dynamic aspects of an extreme springtime Saharan dust outbreak. Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society: *A journal of the atmospheric sciences, applied meteorology and physical oceanography*, **۱۳۲**: ۱۱۵۳-۱۱۷۷.

Kumar, R.; M. C. Barth, S. Madronich, M. Naja, G. R.Carmichael, G.G. Pfister, and T. Sarangi. ۲۰۱٤. Effects of dust aerosols on tropospheric chemistry during a typical pre-monsoon season dust storm in northern India. *Atmospheric Chemistry & Physics*, **۱٤**: ٦۸۱۳-٦۸۳٤.

Lashkari, H and M. Jafari. ۲۰۲۱. The role of spatial displacement of Arabian subtropical high pressure in the annual displacement of the ITCZ in East Africa. *Theoretical and Applied Climatology*, **۱٤۳**: ۱۵٤۳-۱۵۵۵.

Lashkari, H.; Z. Mohammadi and M. Jafari. ۲۰۲۰. Investigation on dynamical structure and moisture sources of heavy precipitation in south and south-west of Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, **۱۳**: ۱-۱۵.

McGowan, H and A. Clark. ۲۰۰۸. Identification of dust transport pathways from Lake Eyre, Australia using Hysplit. *Atmospheric Environment*, **٤۲**: ٦۹۱۵-٦۹۲۵.

O'Loingsigh, T.; G.H. McTainsh, E. K. Tews, C.L. Strong, J. F. Leys, P. Shinkfield and N. J. Tapper. ۲۰۱٤. The Dust Storm Index (DSI): a method for monitoring broadscale wind erosion using meteorological records. Aeolian Research, **۱۲**: ۲۹-٤۰.

Sissakian, V.; N. Al-Ansari, and S. Knutsson. ۲۰۱۳. Sand and dust storm events in Iraq. *Journal of Natural Science*, **۵**: ۱۰۸٤-۱۰۹٤.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]

Wang, R.; B. Liu, H. Li, X. Zou, J. Wang, W. Liu, H. Cheng, L. Kang, and C. Zhang.۲۰۱۷. Variation of strong dust storm events in Northern China during ۱۹۷۸–۲۰۰۷, *Atmospheric Research*, **۱۸۳**: ۱٦٦-۱۷۲.
Xu, C.; Q. Guan, J. Lin, H. Luo, L. Yang, and Q. Wang. ۲۰۲۰. Identification and quantitative analysis of dust trajectories in the Hexi Corridor. *Agricultural and Forest Meteorology*, **۲۹۱**: ۱۰۷-۹۸۷.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.24237892.1401.9.1.8.4]