

واکاوی تغییرات زمانی و مکانی روزهای گردوغبار در فلات مرکزی ایران

طیبه مصباح‌زاده^{۱*}، فرشاد سلیمانی ساردو^۲، علی سلاجقه^۳، غلامرضا زهتابیان^۳، عباس رنجبر^۴ و ماریو مارسلو میگلینتا^۵

۱- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: tmesbah@ut.ac.ir

۲- دانشجوی دکترا بیابانزدایی، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۳- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

۴- دانشیار، پژوهشکده هواشناسی و علوم جو، سازمان هواشناسی کشور

۵- استاد، مؤسسه تحقیقاتی هواشناسی ایتالیا

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۲/۱۴

چکیده

پدیده گردوغبار به دلیل ارتباط تنگاتنگی که با سلامت عمومی جامعه دارد از اهمیت خاصی برخوردار است. محققان زیادی به دنبال روش‌های کاهش اثرهای مضر این پدیده هستند. به همین منظور داشتن اطلاعات کافی درباره ماهیت الگوی مکانی و زمانی این پدیده برای همه پژوهشگران از اهمیت خاصی برخوردار است. پدیده گردوغبار از خطرات طبیعی و مرسوم فلات مرکزی ایران است. در این مطالعه با استفاده از کدهای ۰۶ و ۰۷ گرفته شده از ۵۰ ایستگاه سینوپتیک واقع شده در منطقه مورد مطالعه به واکاوی آماری در مقیاس سالانه و ماهانه در دوره آماری ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۸ پرداخته شد. همچنین الگوی مکانی روزهای گردوغبار با دیدهای افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، ۱۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر در منطقه مورد مطالعه ترسیم شد. نتایج نشان داد در دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، ایستگاه زاهدان با ۱۱۳ روز و همچنین ایستگاه طیس با ۹۱ روز گردوغبار از فراوانی بالاتری برخوردار بودند. ضمناً ایستگاه‌های زاهدان و شهرضا با تعداد روزهای گردوغبار ۹۱ و ۵۵ روز با دید افقی بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر نیز دارای بالاترین فراوانی روزهای گردوغبار در منطقه مورد مطالعه بودند. همچنین نتایج نشان داد که ایستگاه‌های سینوپتیک طیس با ۶۶۱ روز، اراک با ۵۲۸ روز و زاهدان با ۵۱۱ روز گردوغبار با دید افقی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر در دوره آماری مطالعه (۲۰۱۸-۲۰۰۶) از اهمیت بالاتری برخوردار هستند. همچنین نتایج بررسی فصلی روزهای گردوغبار در دوره آماری مورد نظر نشان داد که فصل بهار با بیش از ۴۶ درصد بیشترین وقوع گردوغبار را داشته است. به طوری که واکاوی آماری ماهانه مشخص کرد که بیشترین رخداد گردوغبار در خرداد و اردیبهشت‌ماه ثبت شده است. نتایج بررسی پهنه‌بندی تغییرات مکانی روزهای گردوغبار نشان داد با توجه به گستردگی منطقه الگوی مکانی منظمی وجود ندارد. اما به‌طور کلی در هر سه سطح دید افقی تمرکز این پدیده بیشتر قسمت‌های جنوب‌شرقی منطقه مورد مطالعه است.

واژه‌های کلیدی: روزهای همراه با گردوغبار، تغییرات زمانی و مکانی، فلات مرکزی ایران.

مقدمه

طوفان‌های شدید گردوغبار، بارش با ماهیت رگباری (شدید و در پایه زمانی کوتاه)، رطوبت محدود خاک، پوشش گیاهی تنک و ضعیف، اقلیم خشک و تبخیر و تعرق بالا از خصوصیات بارز این مناطق است. این شرایط منطقه را

ایران کشوری با میانگین بارش ۲۴۳ میلی‌متر است که بر روی کمربند خشکی‌های جهان قرار دارد و بیش از ۷۵ درصد آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد.

اصلی گردوغبار شناخته می‌شوند (Shao *et al.*, 2011). طیف جهانی انتشار گردوغبار به اتمسفر بین ۱۰۱۸ تا ۳۰۰۰ Tg/year (Miller *et al.*, 2004) تخمین زده شده است (Tegen & Fung, 1994). به طور تقریبی بین ۳۰ تا ۵۰ درصد کل ذرات ورودی به اتمسفر گردوخاک می‌باشند (Alfaro, 2008). گردوغبارها تأثیر قابل توجهی بر روی چرخه‌های بیوژئو شیمیایی جهانی، تشکیلات خاک، ترکیبات شیمیایی اتمسفر، کیفیت هوا و سلامت و بهداشت عمومی می‌گذارند (Chadwick *et al.*, 1999; Reynolds *et al.*, 1999; Li *et al.*, 2007; Jickells *et al.*, 2005; *et al.*, 1999; Chappell, 2012). بر اساس شدت گردوغبار و تأثیر آن بر قابلیت دید، این پدیده به سه دسته تقسیم می‌شوند: (۱) طوفان گردوغبار، (۲) گردوغبار وزشی و (۳) گردوغبار معلق.

Farajzadeh Asl و Alizadeh (۲۰۱۱) به بررسی و تحلیل زمانی و مکانی گردوغبار در ایران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیشترین فراوانی روزهای گردوغبار مربوط به ایستگاه زابل است. Bahiraie و همکاران (۲۰۱۱)، به واکاوی همدیدی طوفان‌های گردوغبار در ایلام در بازه زمانی ۱۹ ساله پرداختند و نتایج آنان نشان داد که بیشتر سامانه‌های بارش‌زا به دلیل فقدان رطوبت عامل ایجاد و انتقال طوفان‌های گردوخاک در منطقه مورد مطالعه هستند. Jafari و همکاران (۲۰۱۹) به واکاوی آماری روزهای گردوغبار در استان اصفهان پرداختند. Sohrabi و همکاران (۲۰۱۹) به مدلسازی گردوغبار با استفاده از مدل رگرسیون پواسن آماسیده صفر در استان اصفهان پرداختند. نتایج نشان داد که بیشترین روزهای همراه گردوغبار مربوط به فصل بهار و بعد تابستان و مربوط به شرق استان است که مربوط به کانونهای محلی شرق استان و بادهای تابستانه است. در همین راستا، Jafari و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مدل های عددی و تصاویر ماهواره‌ای به آشکارسازی مسیرهای طوفان گردوغبار در استان اصفهان پرداختند.

هدف از این تحقیق استفاده از کدهای هواشناسی ۰۶ و ایستگاه‌های سینوپتییک منطقه فلات مرکزی ایران به منظور تحلیل آماری روزهای گردوغبار، همچنین استفاده

مستعد فرسایش به‌ویژه فرسایش بادی می‌کند. فرسایش بادی یکی از فرایندهای مهم فرسایشی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (Gregory *et al.*, 2004; Webb *et al.*, 2009; Buschiazzo & Zobeck, 2008). این نوع فرسایش یک فرسایش زمین‌شناسی طبیعی است که شامل بخش‌های جداسازی، انتقال و رسوب‌گذاری ذرات اصلی خاک به‌وسیله بادهای فرساینده هست (Hoffmann *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2007). وقوع پدیده گردوغبار از نتایج فرسایش بادی در مناطق تحت تأثیر است. این پدیده در مناطق خشک و نیمه‌خشک از فراوانی بالاتری برخوردار است (Shao & Dong, 2006). طبق تعریف سازمان جهانی هواشناسی (World Meteorological Organization) طوفان‌های گردوغبار در نتیجه آشفتنگی (تور بالانس) قوی اتمسفری در نزدیک سطح که منجر به برداشت حجم عظیمی از گردوغبار و ورود آنها به اتمسفر شده و دید افقی را به کمتر از ۱۰۰۰ متر می‌رساند، ایجاد می‌شوند (Goudie & Middleton, 2006). طوفان‌های گردوغبار همیشه به‌عنوان یک خطر طبیعی شناخته می‌شوند که بر روی بخش‌های مختلفی از جهان اثر می‌گذارند. کاهش حاصلخیزی خاک، آسیب زدن به محصولات کشاورزی، خشک شدن پوشش‌های گیاهی طبیعی، اختلال در سامانه‌های ارتباطی، اختلال در صنعت (Prakash *et al.*, 2014) و بالا بردن خطر بیماری‌های تنفسی (Lyles *et al.*, 2012; Ebrahimi *et al.*, 2014) از عواقب طوفان‌های گردوغبار است. ایران به علت قرار گرفتن بر روی کمربند خشکی‌های جهان در معرض سامانه‌های متعدد گردوغبار محلی و فرامنطقه‌ای قرار دارد (Rashki *et al.*, 2013; Goudie, 2014). از دیدگاه عمومی منشأ اصلی طوفان‌های گردوغبار یا به عبارتی خاستگاه اصلی طوفان‌های گردوغبار در مناطق خشک جهان از قبیل شرق آسیا، خاورمیانه، آمریکای لاتین، استرالیا، بخش‌هایی از اروپا، شرق و جنوب آفریقا، آمریکای شمالی و صحرا واقع شده است. در خاورمیانه مناطق مختلفی از قبیل کشورهای عراق، ایران، مصر، اسرائیل، سوریه و شبه‌جزیره عربستان به‌عنوان منشأ

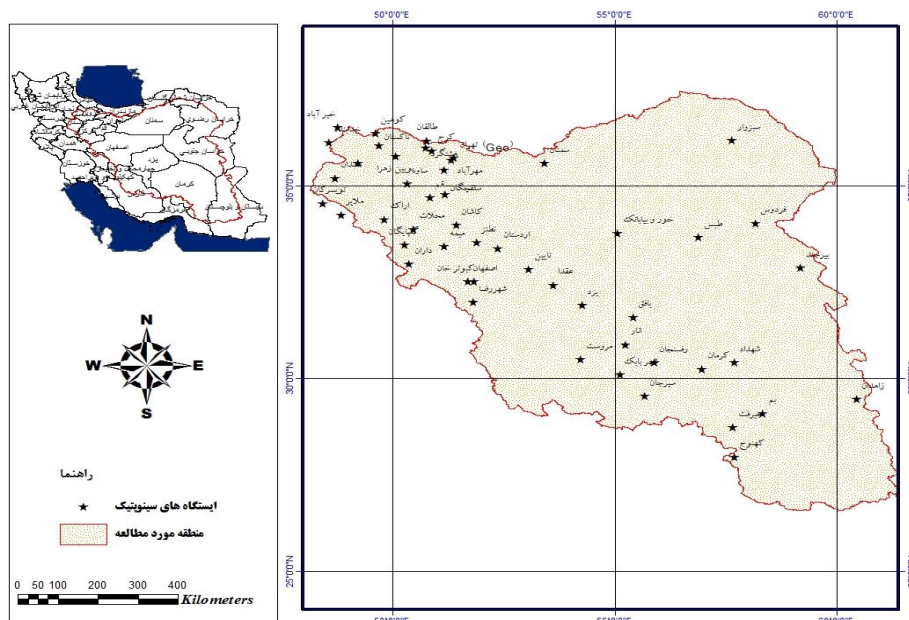
قابل توجه در پارامترهای هواشناسی و هیدرولوژیکی بارش، دما، تبخیر، تعرق و ... می‌گردد. از این رو نزولات جوی این حوزه اندک بوده و متوسط سالیانه آن کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر و اغلب ۵۰ میلی‌متر و در مواردی حتی به ۲۵ میلی‌متر در سال نیز می‌رسد. بعکس تبخیر سالیانه در این حوزه بالا بوده و در موارد زیادی به بیش از ۴۰۰۰ میلی‌متر در سال هم می‌رسد. به این ترتیب میزان تبخیر می‌تواند به بیش از ۴۰ تا ۸۰ برابر بارندگی سالیانه بالغ گردد (Azadi et al., 2015). متوسط رطوبت نسبی این دشت‌ها ۳۰ تا ۴۰ درصد است، اما در دوره‌های گرم سال تا ۱۵ درصد کاهش پیدا می‌کند. میانگین دمای سالانه بین ۱۵ تا ۳۰ درجه متغیر است، همچنین حداکثر و حداقل دما به این ترتیب ۵۱ و ۱۸- درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (Naderi & Raeisi, 2015). یکی از مهمترین معضلات این منطقه طوفان‌های گردوغبار است که سالانه خسارت‌های جبران‌ناپذیری به جوامع انسانی، زیرساخت‌ها و اکوسیستم‌های طبیعی وارد می‌کند. اقلیم خشک، پوشش گیاهی تنک، بادهای فرساینده و خاک عاری از رطوبت از مهمترین دلایل وقوع پدیده گردوغبار در این مناطق است. شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

از نرم‌افزار ArcGIS10.5 برای تعیین الگوی مکانی این پدیده در فلات مرکزی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

حوزه فلات مرکزی بزرگ‌ترین حوزه آبخیز کشور ایران است که ۱۱ استان پهناور را در خود جای داده است. اقلیم اغلب منطقه مورد مطالعه گرم و خشک است. استان‌های کرمان، سیستان و بلوچستان که از پهناورترین استان‌های کشور هستند در این منطقه قرار دارند. بیابان‌های کویر و لوت منطقه وسیعی از این حوزه را می‌پوشانند. این حوزه از شمال به رشته‌کوه البرز، از شرق به کوه‌های مرز شرقی، از غرب به رشته‌کوه زاگرس و از جنوب به دریای عمان ختم می‌شود. در نواحی مرکزی این حوزه مناطق کویری با ارتفاع کم نسبت به دریا واقع شده‌اند، این در حالی است که بخش‌های شمالی، شرقی و به‌ویژه غربی آن را مناطقی معتدل با ارتفاع زیاد تشکیل داده‌اند. این تغییرات ارتفاع باعث بروز تغییرات



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

روش تحقیق

منطقه مورد مطالعه استفاده شد. در جدول ۱ اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک نشان داده شده است.

در این تحقیق از ۵۰ ایستگاه سینوپتیک واقع شده در

جدول ۱- اطلاعات مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک مورد مطالعه

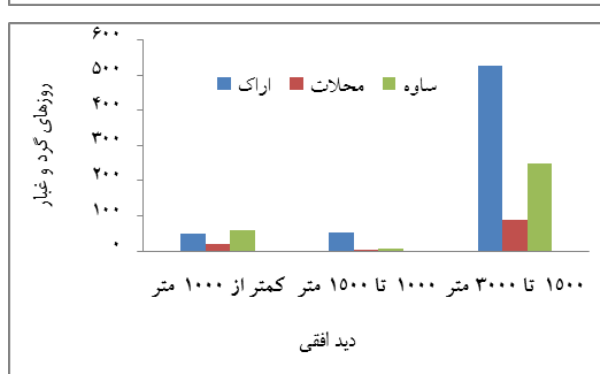
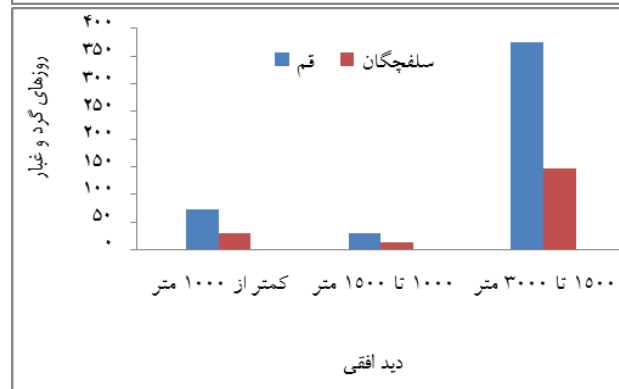
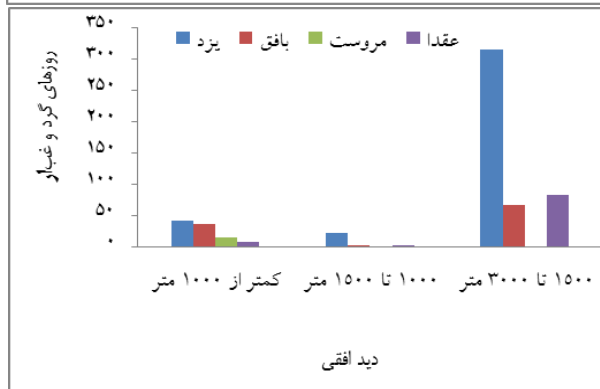
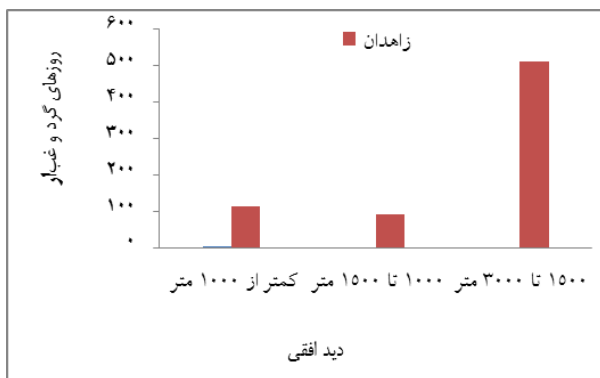
ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	دوره آماری (سال)	ردیف	نام ایستگاه	ارتفاع (متر)	دوره آماری (سال)
۱	زاهدان	۱۳۷۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۲۶	میمه	۱۹۸۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲	یزد	۱۲۳۰/۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۲۷	نائین	۱۵۴۳/۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۳	بافق	۹۹۱/۳	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۲۸	نطنز	۱۶۸۳	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۴	مروست	۱۵۷۴	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۲۹	شهر رضا	۱۲۷۱	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۵	عقدا	۱۱۵۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۰	انار	۱۴۰۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۶	سمنان	۱۱۲۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۱	بم	۱۰۶۶/۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۷	بیرجند	۱۴۹۱	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۲	جیرفت	۷۷۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۸	طبس	۶۹۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۳	کهنوج	۴۹۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۹	فردوس	۱۲۹۳	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۴	کرمان	۱۷۵۴	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۰	قم	۸۷۹/۱	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۵	رفسنجان	۱۵۲۴	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۱	سلفچگان	۸۵۳	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۶	شهداد	۴۸۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۲	اراک	۱۶۶۹/۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۷	شهریابک	۱۸۳۴/۱	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۳	محلات	۱۶۲۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۸	سیرجان	۱۷۶۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۴	ساوه	۱۱۱۱/۶	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۳۹	کرج	۱۲۹۲/۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۵	همدان	۱۶۷۹/۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۰	هشتگرد	۱۶۱۲/۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۶	ملایر	۱۷۷۶/۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۱	طالقان	۱۸۷۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۷	تویسرکان	۱۷۸۳/۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۲	خدابنده	۱۸۸۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۸	سبزوار	۹۳۸	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۳	خیرآباد	۱۷۶۷	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۱۹	اردستان	۱۲۵۵/۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۴	اواج	۲۰۳۴/۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۰	داران	۲۲۹۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۵	بوئین‌زهرا	۱۲۸۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۱	اصفهان	۱۵۵۰/۴	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۶	تاکستان	۱۲۸۳/۴	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۲	گلبایگان	۱۸۷۰	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۷	کوهین	۱۵۴۹	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۳	کیوترخان	۱۵۴۲/۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۸	تهران (ژئو)	۱۴۱۸/۶	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۴	کاشان	۹۵۵	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۴۹	مهرآباد	۱۱۹۱	۲۰۰۶-۲۰۱۸
۲۵	خور و بیابانک	۸۴۲/۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸	۵۰	فرودگاه امام	۹۹۰/۲	۲۰۰۶-۲۰۱۸

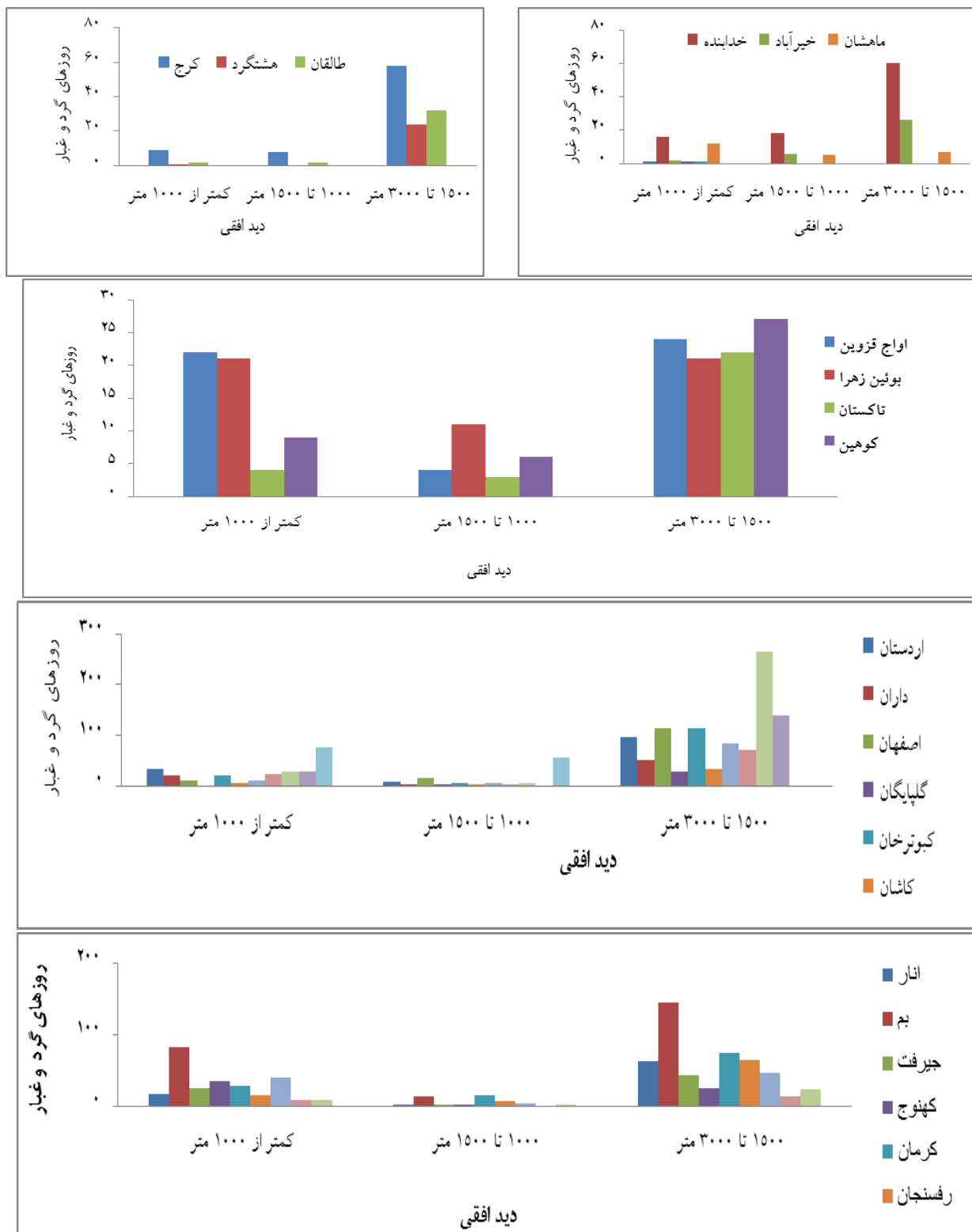
گردوغبار ۰۶ (گردوغبار خارجی) و ۰۷ (گردوغبار داخلی) ثبت شده در ایستگاه‌های سینوپتیک که اطلاعات آنها در جدول ۲ آورده شده، برای این منظور استفاده شده است.

در این مطالعه با استفاده از واکاوی آماری کدهای گردوغبار و با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 10.5 و با استفاده از روش IDW به پهنه‌بندی مقادیر محاسبه شده از ایستگاه‌های آماری پرداخته شد. همچنین از کدهای

جدول ۲- اطلاعات مربوط به کدهای گردوغبار ثبت شده در ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

ردیف	کد	تعریف
۱	۰۶	گردوغبار معلق در هوا که در اثر طوفان شن و خاک از نقاط دور به ایستگاه آمده است.
۲	۰۷	گردوخباک و یا شنی به وسیله باد در ایستگاه و یا نزدیکی آن در ساعات دیده‌بانی بلند شده است.





شکل ۲- روزهای گرد و غبار در سه سطح دید افقی در برخی ایستگاه‌های منطقه مورد مطالعه

نتایج

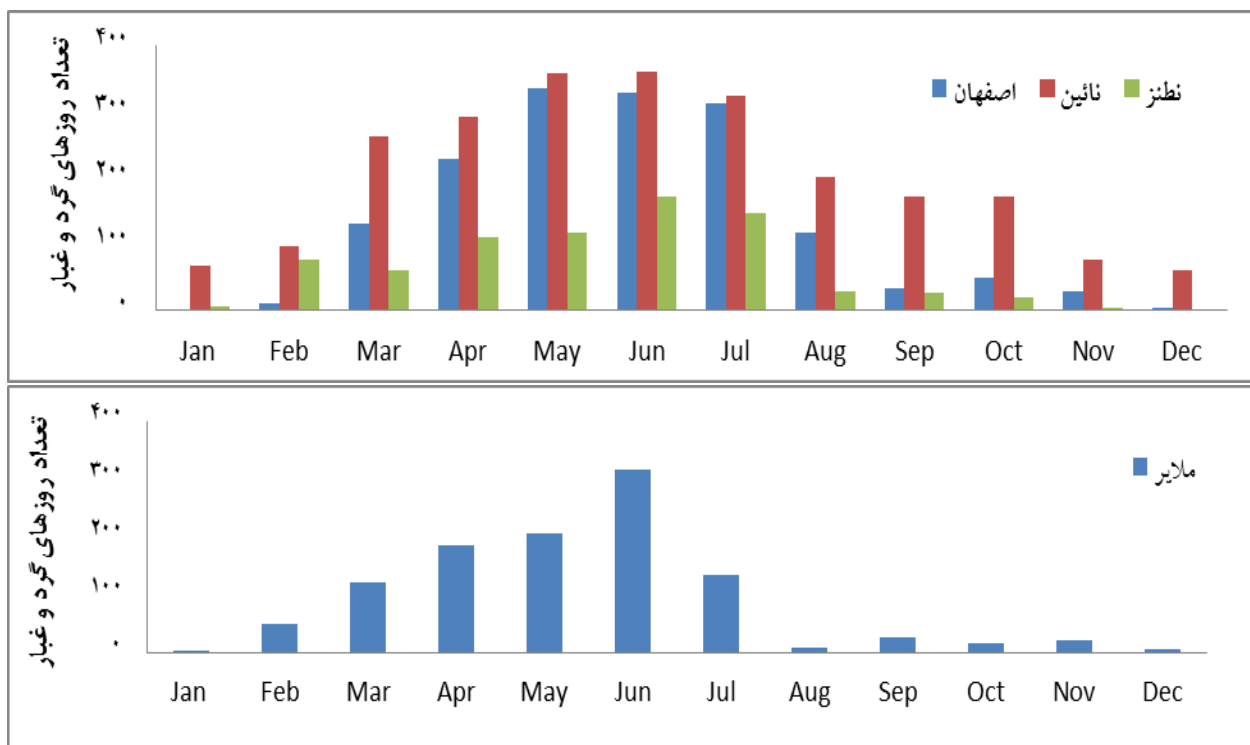
واکاوی آماری سالانه روزهای گردوغبار

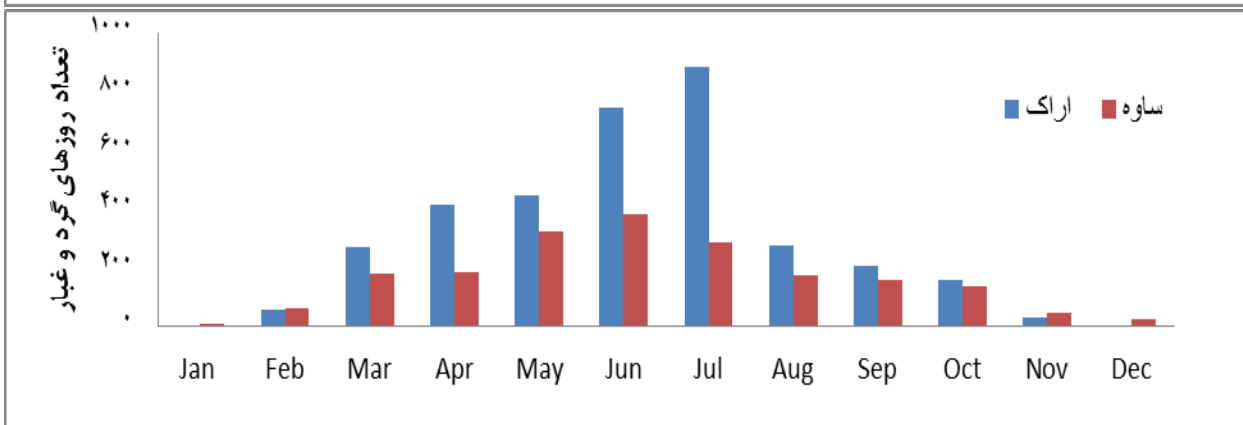
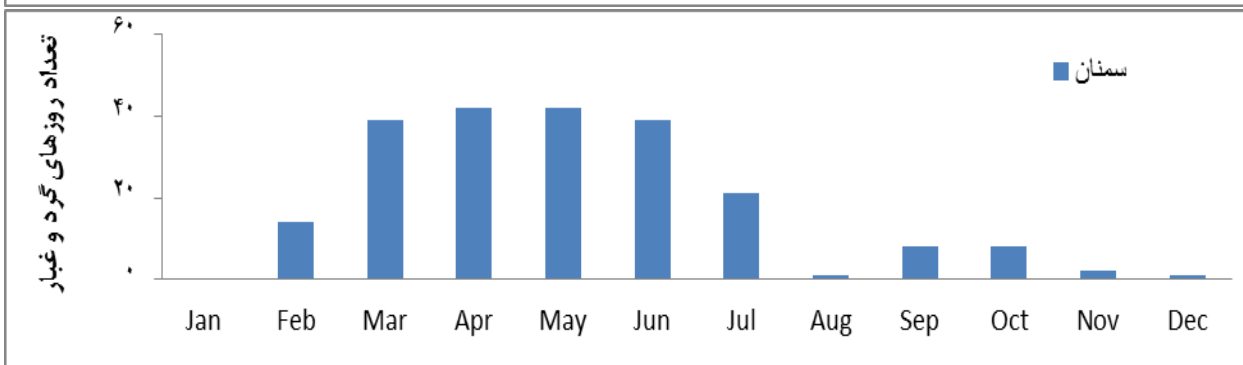
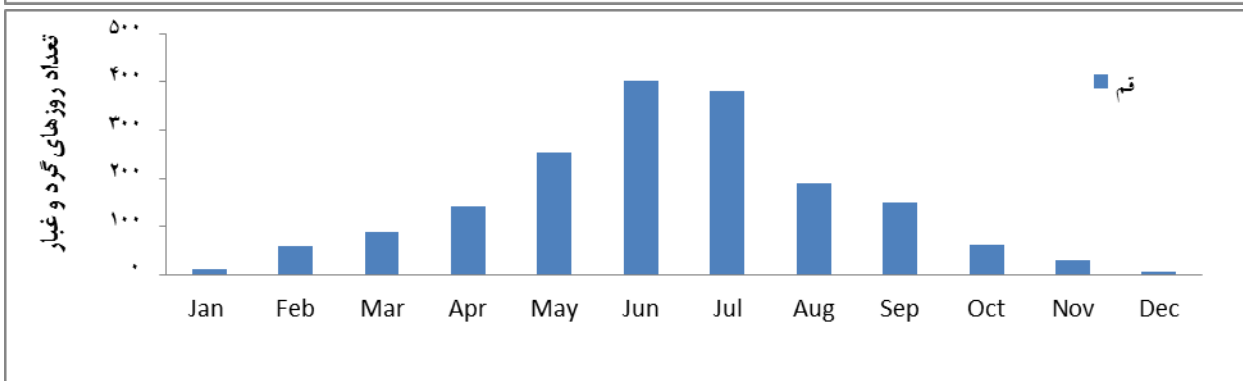
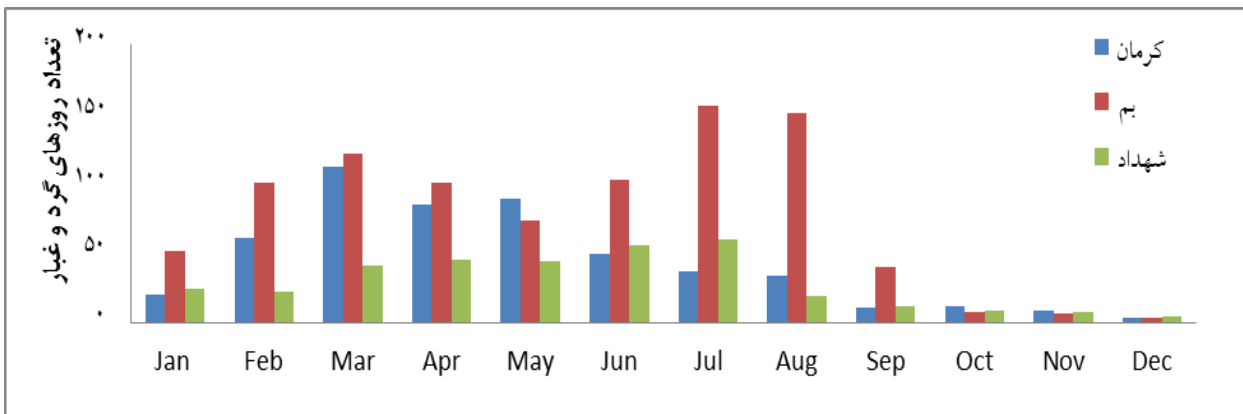
با توجه به وسعت منطقه مورد مطالعه و تعداد زیاد ایستگاه‌های واقع شده در منطقه، روزهای گردوغبار در سه سطح دید افقی در دوره آماری ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۸ بررسی شد. روزهای گردوغبار با دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، روزهای گردوغبار با دید افقی بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و روزهای گردوغبار با دید افقی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر. نتایج واکاوی آماری نشان می‌دهد که بیشترین روزهای وقوع گردوغبار در دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر متعلق به ایستگاه‌های زاهدان با ۱۱۳ روز و طبس با ۹۱ روز است. همچنین در دید افقی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر ایستگاه‌های زاهدان با ۹۲ روز و شهرضا با ۵۵ روز و

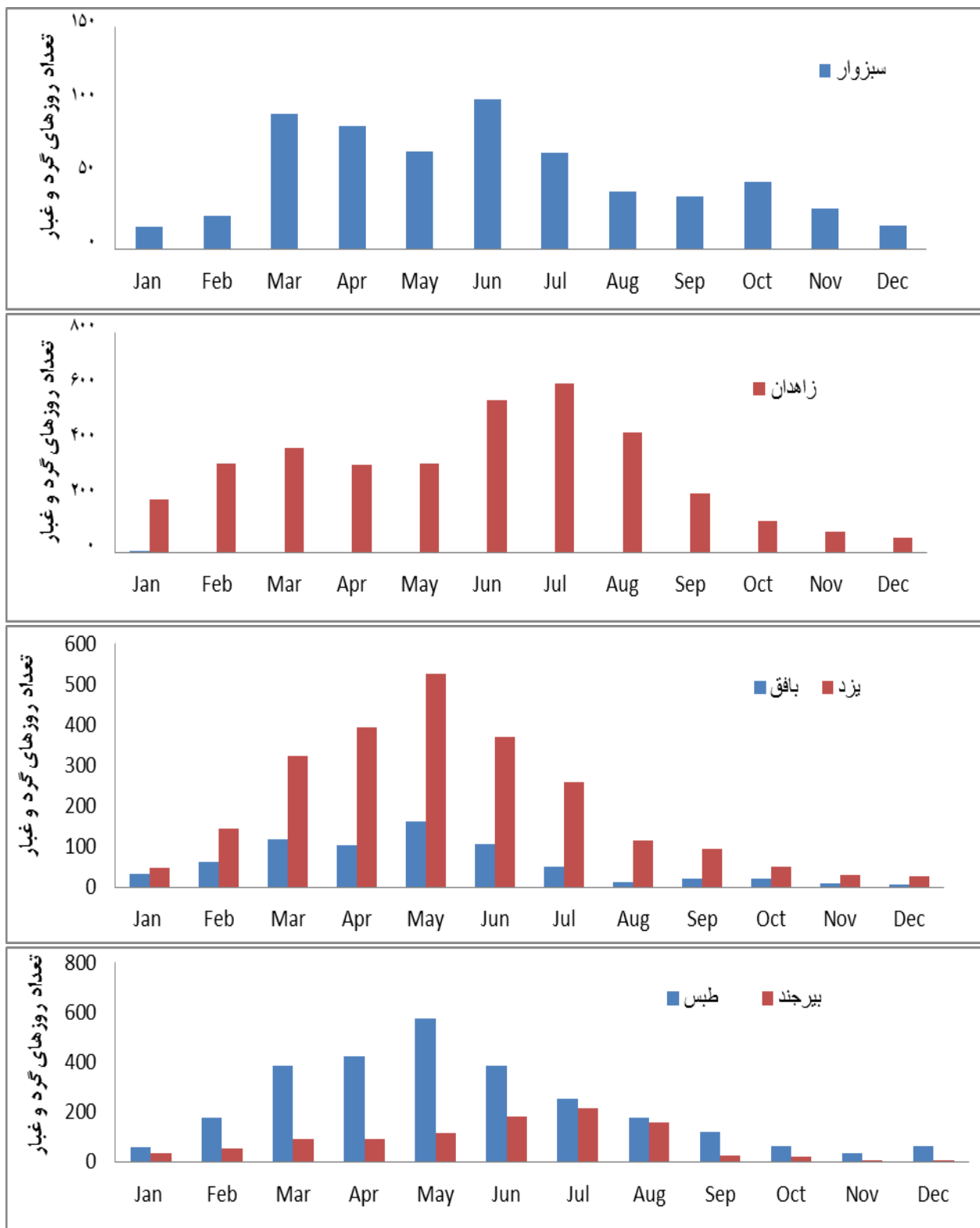
در دید افقی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ایستگاه‌های طبس ۶۶۱ روز و اراک با ۵۲۸ روز دارای بیشترین وقایع گردوغبار بودند. در شکل ۲ روزهای گردوغبار در هر سه سطح در تعدادی از ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.

واکاوی آماری ماهانه گردوغبار

با بررسی‌های آماری داده‌های ایستگاه‌های سینوپتیک در مقیاس ماهانه مشخص شد در اکثریت ایستگاه‌ها ماه‌های جولای، اوت، ژوئن و سپتامبر دارای بیشترین رخداد گردوغبار هستند. در شکل ۳ اطلاعات مربوط به روزهای گردوغبار در مقیاس ماهانه در منطقه مورد مطالعه نشان داده شده است.





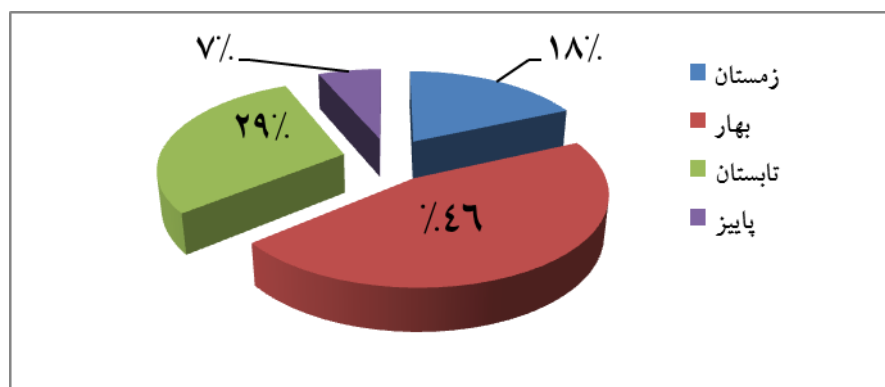


شکل ۳- اطلاعات مربوط به رخداد گردوغبار در مقیاس ماهانه در ایستگاه‌های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه

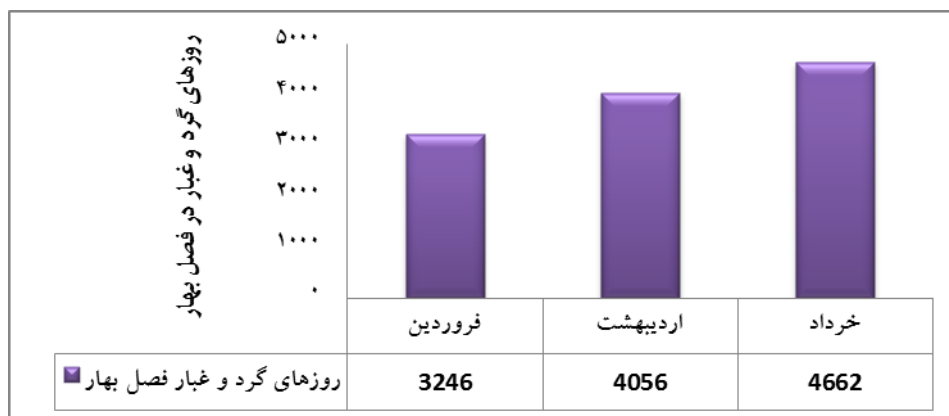
واکاوی آماری فصلی روزهای گردوغبار

به منظور مدیریت آثار مخرب این پدیده باید در فصل بهار بیشتر منتظر هوای ناسالم در منطقه فلات مرکزی ایران بود (شکل ۴ و ۵). ضمناً بررسی نتایج ماه‌های فصل بهار (فروردین، اردیبهشت و خرداد) نشان داد که در ماه خرداد بیشترین تعداد وقوع گردوغبار در منطقه وجود داشته است؛ بنابراین فصل بهار و ماه خرداد در منطقه مورد مطالعه از اهمیت بالایی برخوردار هستند.

نتایج بررسی آماری فصلی روزهای گردوغبار در منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که بیش از ۴۶ درصد واقعه‌های گردوغبار در فصل بهار اتفاق می‌افتد. همچنین فصل تابستان با ۲۹ درصد فراوانی در رتبه بعدی قرار دارد و نکته مهم اینکه فصل زمستان نسبت به فصل پاییز رخدادهای بیشتری از گردوغبار (حدود ۱۸ درصد) را نشان داده است؛ بنابراین



شکل ۴- بررسی فصلی فراوانی روزهای گردوغبار در منطقه مورد مطالعه در دوره آماری ۲۰۰۶-۲۰۱۸

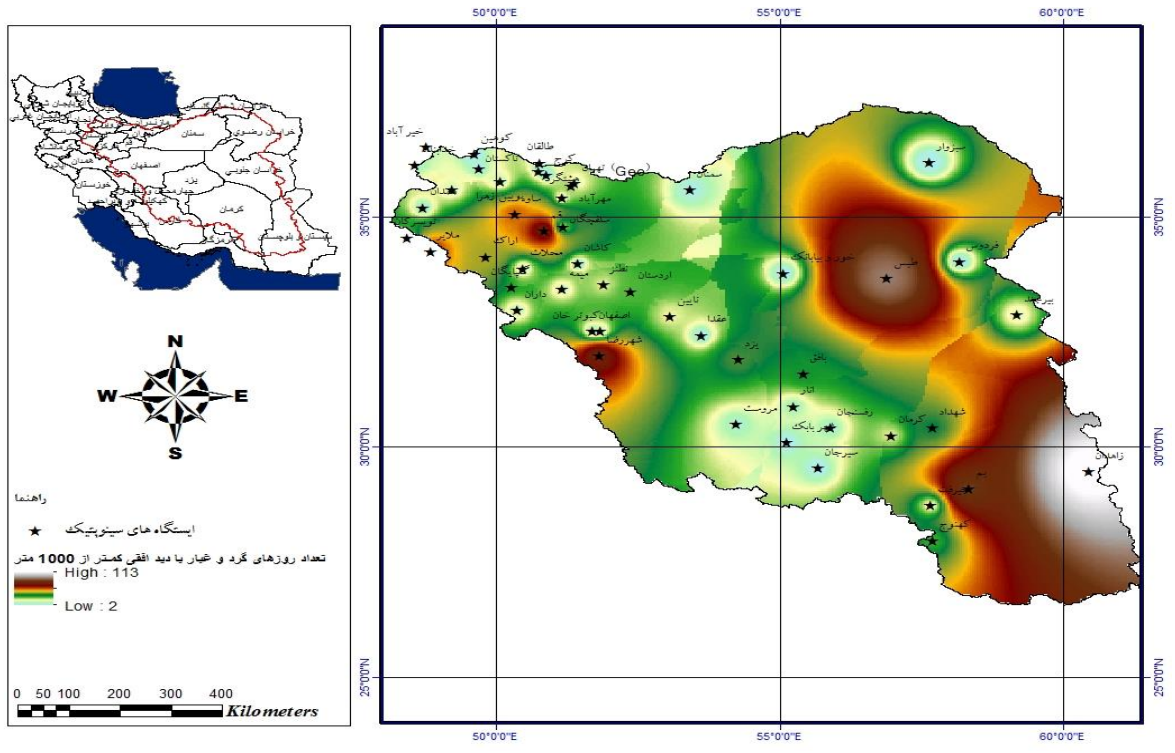


شکل ۵- بررسی آماری روزهای گردوغبار فصل بهار در منطقه مورد مطالعه

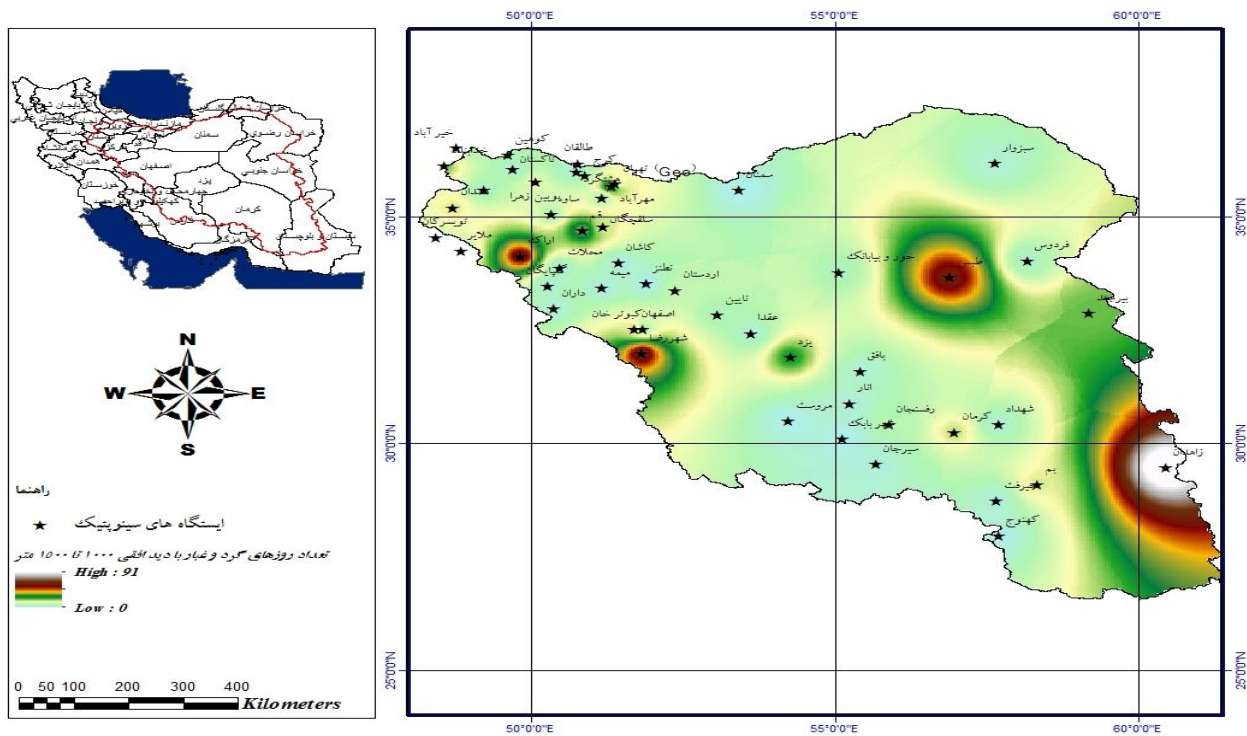
پهنه‌بندی روزهای گردوغبار

افقی نشان می‌دهد که فراوانی وقوع گردوغبار در قسمت‌های جنوب شرقی و شمال شرقی (ایستگاه طبس) تمرکز بیشتری دارد و ایستگاه‌های زاهدان و طبس به‌عنوان ایستگاه‌های شاخص شناخته شده هستند. شکل‌های ۶، ۷ و ۸ الگوی مکانی روزهای گردوغبار را در منطقه مطالعه در سه سطح دید افقی نشان می‌دهند.

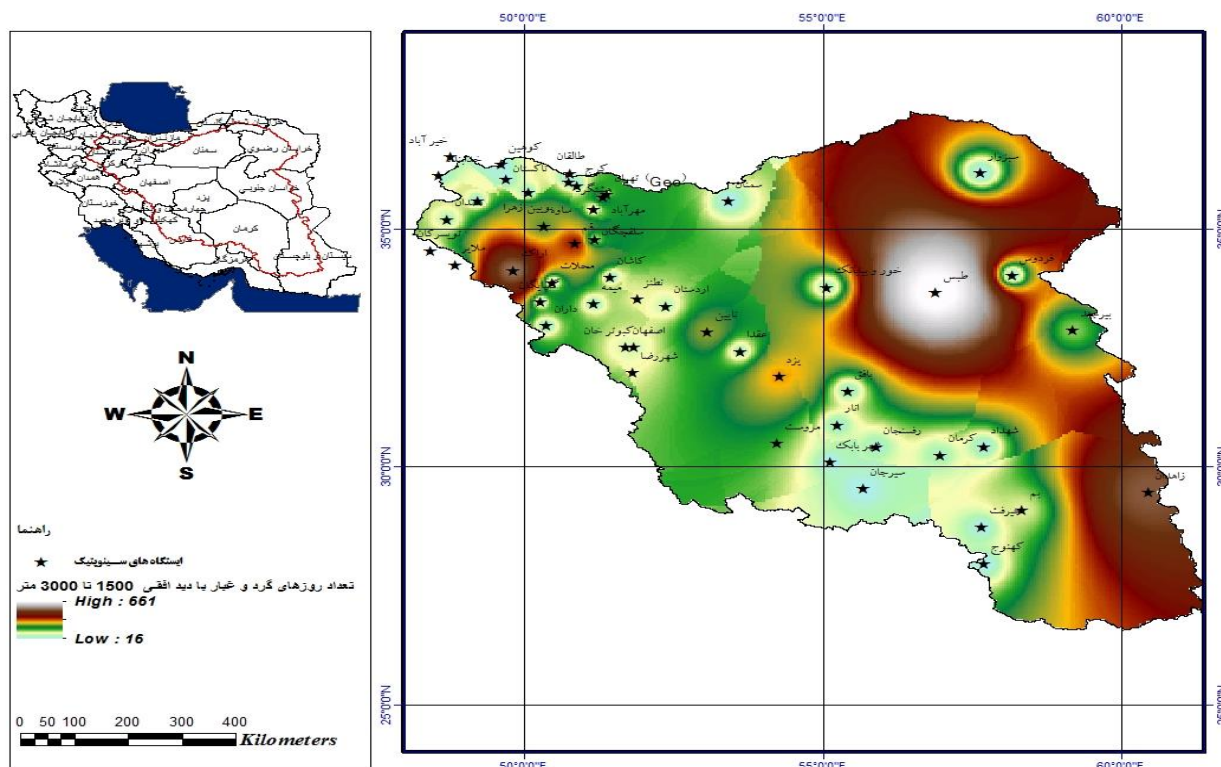
به منظور بررسی الگوی تغییرات مکانی پدیده گردوغبار در منطقه مورد مطالعه از نرم‌افزار ArcGIS و روش IDW استفاده گردید. این پهنه‌بندی در سه سطح دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر، ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر و ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ترسیم شد. تغییرات الگوی مکانی در هر سه سطح دید



شکل ۶- پهنه‌بندی روزهای گردوغبار با دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر در منطقه مورد مطالعه



شکل ۷- پهنه‌بندی روزهای گردوغبار با دید افقی ۱۵۰۰-۱۰۰۰ متر در منطقه مورد مطالعه



شکل ۸- پهنه‌بندی روزهای گردوغبار با دید افقی ۱۵۰۰-۳۰۰۰ متر در منطقه مورد مطالعه

بحث

پدیده گردوغبار تحت تأثیر عوامل اقلیمی و اداپیک است، به عبارتی باید هم شرایط اداپیک مهیا باشد و هم شرایط اقلیمی. این پدیده موجب خسارت‌های زیادی از قبیل تهدید سلامت عمومی، تخریب زیرساخت‌ها از قبیل راه‌آهن‌ها، صدمه زدن به مزارع کشاورزی و باغ‌ها، تخریب جاده‌ها و غیره می‌شود. شناسایی و آگاهی داشتن از نحوه رخداد و همچنین مناطق تحت تأثیر و اطلاعات عمومی درباره فصول و ماه‌های مولد گردوغبار می‌تواند از اهمیت شایانی برخوردار باشد. در این مطالعه با توجه به اهمیت حوزه فلات مرکزی به دلیل وسعت شهری و جمعیتی و همچنین شرایط خاص اقلیمی به تحلیل فراوانی روزهای گردوغبار پرداخته شد. نتایج نشان داد که ایستگاه‌های زاهدان با ۱۱۳ روز و طبس ۹۱ روز دارای بیشترین فراوانی تعداد روزهای گردوغبار در دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر بودند. همچنین ایستگاه‌های زاهدان، طبس و ایستگاه اراک

به ترتیب با ۹۲، ۵۲ و ۵۲ روز گردوغبار در دید افقی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ متر بالاترین فراوانی را در منطقه مورد مطالعه داشتند. همچنین ایستگاه‌های طبس با ۶۶۱ روز، زاهدان با ۵۱۱ روز و اراک با ۵۲۸ روز در دید افقی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر دارای بیشترین تعداد روزهای گردوغبار در طول دوره آماری در منطقه مورد مطالعه شناسایی شدند. همچنین نتایج نشان می‌دهد در دید افقی کمتر از ۱۰۰۰ متر ایستگاه هشتگرد با ۱۸ روز، کاشان با ۵ روز، در دید افقی ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ ایستگاه‌های هشتگرد، میمه، نطنز و مروست بدون روز گردوغبار و در دید افقی ۱۵۰۰ تا ۳۰۰۰ متر ایستگاه‌های مروست و شهرضا بدون روزهای گردوغبار دارای کمترین تعداد روزهای گردوغبار بودند. نتایج نشان داد که اگر کانونهای گردوغبار و رسوبات بادی در معرض بادهای فرساینده باشند، منطقه دارای روزهای گردوغبار بیشتری است که این نتایج با یافته‌های Abbasi و همکاران (۲۰۱۹) که نشان دادند انرژی بادهای فرساینده در شرق و مرکز

خشک بودن جریان هوا و محیط بیابانی آن مناطق، باعث ایجاد گردوغبار و نفوذ آن به قسمت‌های مرکزی ایران می‌شود.

منابع مورداستفاده

- Abbasi, H. R., Opp, C., Groll, M., Rohipour, H. and Gohardoust, A., 2019. Assessment of the distribution and activity of dunes in Iran based on mobility indices and ground data. *Aeolian Research Journal*, 41(100539): 1-17.
- Alfaro, S.C., 2008. Influence of soil texture on the binding energies of fine mineral dust particles potentially released by wind erosion. *Journal of Geomorphology*, 93(3-4):157-167.
- Azadi, S., Soltani Kopaei, S., Faramarzi, M., Soltani Tudeshki, A. and Pornmanafi, S., 2015. Evaluation of the palmer drought index in Central Iran. *Journal of Water Soil Science*, 19:305-318.
- Bahiraie, H., Rajaie, M.A. and Ahmadi, A., 2011. Synoptic statistical analysis of the phenomenon of dust in Ilam. *Journal New Research Approaches in Human Geography*, 4(1): 47-67.
- Buschiazzo, D.E. and Zobeck, T.M., 2008. Validation of WEQ, RWEQ and WEPS wind erosion for different arable land management systems in the Argentinean Pampas. *Earth Surf. Process. Lands*. 33:1839-1850.
- Chadwick, O.A., Derry, L.A., Vitousek, P.M., Huebert, B.J. and Hedin, L.O., 1999. Changing sources of nutrients during four million years of ecosystem development. *Journal of Nature*, 397: 491-497.
- Chappell, A., Sanderman, J., Thomas, M., Read, A. and Leslie, C., 2012. The dynamics of soil redistribution and the implications for soil organic carbon accounting in agricultural south-eastern Australia. *Global Change Biology*. 18: 2081-2088.
- Ebrahimi, S.J., Ebrahimzadeh, L., Eslami, A. and Bidarpoor, F., 2014. Effects of dust storm events on emergency admissions for cardiovascular and respiratory diseases in Sanandaj, Iran. *Journal of Environment Health Science Engineering*. 12, 110:1-5.
- Farajzadeh Asl, M. and Alizadeh, K.H. 2011. Spatial analysis of dust storm in Iran. *The Journal of Spatial Planning*, 15 (1):65-84.
- Goodarzi, M., Hoseini, S.A. and Ahmadi, H., 2018, Investigation of temporal and spatial distribution of days with dust in the west and southwest of Iran. *Journal of Iran-Watershed Management Science &*

کشور بیشتر از سایر مناطق است مطابقت دارد. ایستگاه زاهدان به دلیل نزدیکی به تالاب هامون و وجود حدود ۳۰ درصد از مساحت حوزه تالاب جازموریان در این منطقه با وزش بادهای فرساینده، روزهای گردوغباری بیشتری را تجربه می‌کند. وجود بادهای ۱۲۰ روزه سیستان به عنوان عامل مهمی در فرسایش بادی و وقوع طوفان‌های گردوغبار در این مناطق است. وجود بیابان‌هایی مانند دشت لوت و دشت کویر نیز می‌تواند شرایط را برای تداوم روزهای گردوغبار در منطقه فراهم کند. در واکاوی‌های آماری مشخص شد که تعداد وقایع گردوغبار در فصل بهار بیشتر است. در حالی که بیشتر مردم و ساکنان این منطقه فکر می‌کنند که وقوع روزهای گردوغبار در تابستان محتمل‌تر است؛ اما بررسی‌های آماری نشان می‌دهد که فصل تابستان بعد از فصل بهار در اولویت دوم قرار دارد و فصل زمستان بعد از آنها قرار دارد. همچنین نتایج نشان داد که ماه‌های خرداد و اردیبهشت در دوره آماری در منطقه مورد مطالعه با بیشترین رخداد گردوغبار روبرو هستند و وقوع گردوغبار در این ماه‌ها از احتمال بالاتری برخوردار است. Goodarzi و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به توزیع زمانی و مکانی روزهای گردوغبار در قسمت غرب و شمال‌غرب پرداختند، به طوری که نتایج نشان داد فصل بهار دارای فراوانی بالایی از روزهای گردوغبار در این منطقه است. Jafari و همکاران (۲۰۱۹)، در تحقیقی به واکاوی آماری روزهای گردوغبار در استان اصفهان پرداختند، در این مطالعه نشان داده شد که فصل بهار و اردیبهشت‌ماه دارای بیشترین تعداد روزهای گردوغبار در منطقه مورد مطالعه هستند. همچنین Rezazadeh و همکاران (۲۰۱۳) و Hamidi و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیقات خود بیشترین تعداد وقوع گردوغبار را مربوط به فصل بهار می‌دانند. زیرا در این فصل ناپایداری‌های محلی به حداکثر خود می‌رسند، در صورتی که در فصل زمستان به علت ساکن شدن سامانه‌های پرفشار و ثابت بودن آنها در منطقه فراوانی طوفان‌های خاک به حداقل می‌رسد. همچنین عامل مهمتر عبور امواج توده هوای شرقی و غربی از روی بیابان‌های کشورهای همسایه است که با توجه به

- forcing through the planetary boundary layer. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 109:1-17.
- Naderi, M. and Raeisi, E., 2015. Climate change in a region with altitude differences and with precipitation from various sources, South-Central Iran. *Theoretical Applied Climatology Journal*, 3: 529-540.
 - Prakash, J.P., Stenchikov, G., Kalenderski, S., Osipov, S. and Bangalath, H., 2014. The impact of dust storms on the Arabian Peninsula and the Red Sea. *Atmospheric Chemistry & Physics Discussions*, 14:19181-19245.
 - Rashki, A., Kaskaoutis, D. G., Goudie, A. S. and Kahn, R. A., 2013. Dryness of ephemeral lakes and consequences for dust activity: The case of the Hamoun drainage basin, southeastern Iran. *The Journal of Science of the total environment*, 434(3):552-564.
 - Reynolds, R., Belnap, J., Reheis, M., Lamothe, P. and Luiszer, F., 2001. Aeolian dust in Colorado Plateau soils: nutrient inputs and recent change in source. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98:7123-7127.
 - Rezagadeh, M., Irannejad, P. and Shao, Y., 2013. Climatology of the middle dust events. *Journal of Aeolian Research*, 10:103-109.
 - Shao, Y. and Dong, C.H., 2006. A review on East Asian dust storm climate, modelling and monitoring. *Global and Planetary Change*, 52 : 1-22.
 - Shao, Y., Wyrwoll, K.-H., Chappell, A., Huang, J., Lin, Z., McTainsh, G.H., Mikami, M., Tanaka, T.Y., Wang, X. and Yoon, S., 2011. Dust cycle: An emerging core theme in Earth system science. *Journal of Aeolian Research*, 2:181-204.
 - Sohrabi, T., Ranjbar Fordoei, A., Vali, A. and Mousavi, H., 2019. Statistical modeling of dust storms using Poisson regression model in Isfahan Province. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 26(3):689-703.
 - Tegen, I. and Fung, I., 1994. Modeling of mineral dust in the atmosphere: sources, transport, and optical thickness. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 99(22):897-914.
 - Webb, N.P., McGowan, H.A., Phinn, S.R., Leys, J.F. and McTainsh, G.H., 2009. A model to predict land susceptibility to wind erosion in western Queensland, Australia. *Journal of Environmental Modelling & Software*, 24:214-227.
 - Engineering , 11(39):1-10.
 - Goudie, A., 2014. Review desert dust and human health disorders. *The Journal of Environment International*, 63(3):101-113.
 - Goudie, A. and Middleton, N.J., 2006. *Desert dust in the global system*. Springer Science and Business Media.
 - Gregory, J.M., Wilson, G.R., Singh, U.B. and Darwish, M.M., 2004. TEAM: integrated, process-based wind-erosion model. *Environ. Modell Software*. 19:205-215.
 - Hamidi, M., Kavianpour, M. R. and Shoa, Y., 2013. Synoptic analysis of dust storms in the Middle East. *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 49(3):279-286.
 - Hoffmann, C., Funk, R., Reiche, M. and Li, Y., 2011. Assessment of extreme wind erosion and its impacts in Inner Mongolia, China. *Journal of Aeolian Research*, 3:343-351.
 - Jafari, M., Zehtabian, G. and Mesbahzadeh, T., 2019. Statistical analysis of the dust storm phenomenon (case study: Isfahan). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 25 (4):863-876.
 - Jafari, M., Zehtabian, G.ZH., Ahmadi, H., Mesbahzadeh, T. and Noroozi, A., 2019. Detection of dust storm paths using numerical models and satellite images (Case study: Isfahan province). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 26 (1): 29-39.
 - Jickells, T.D., An, Z.S., Andersen, K.K., Baker, A.R., Bergametti, G., Brooks, N., Cao, J.J., Boyd, P.W., Duce, R.A., Hunter, K.A., Kawahata, H., Kubilay, N., laRoche, J., Liss, P.S., Mahowald, N., Prospero, J.M., Ridgwell, A.J., Tegen, I. and Torres, R., 2005. Global iron connections between desert dust, ocean biogeochemistry, and climate. *Journal of Science*, 308: 67-71.
 - Li, J., Okin, G.S., Alvarez, L. and Epstein, H., 2007. Quantitative effects of vegetation cover on wind erosion and soil nutrient loss in a desert grassland of southern New Mexico, USA. *Journal of Biogeochemistry*, 85:317-332.
 - Lyles, M., Fredrickson, H., Bednar, A., Fannin, H., Griffin, D. and Sobecki, T., 2012. Medical geology in the Middle East: potential health risks from mineralized dust exposure. *EGU Gen. Assembly Conf. Abstract.*, 1668.
 - Miller, R.L., Perlwita, J. and Tegen, I., 2004. Feedback upon dust emission by dust radiative

Analyzing the temporal and spatial variations of dust days in the central plateau of Iran

T. Mesbahzadeh^{1*}, F. Soleimani Sardoo², A. Salajegah³, G.H. Zehabian³, A. Ranjbar⁴
and M. Marcello Miglietta⁵

1*- Corresponding author, Associate Professor, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, Email: tmesbah@ut.ac.ir

2-Ph.D student of Combat Desertification, Department of Rehabilitation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

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

4- Associate Professor of Meteorological Institute of Iran Meteorological Organization

5- Professor, Institute of Atmospheric Sciences and Climate of the Italian National Research Council (ISAC-CNR), corso Stati Uniti Padova, Italy

Received:27/11/2019

Accepted:05/03/2020

Abstract

The phenomenon of dust is of special importance due to its close relationship with the public health of society. Many researchers are looking for ways to reduce the harmful effects of this phenomenon. Therefore, having enough information about the nature of the spatial and temporal pattern of this phenomenon has particular importance for all researchers. Dust phenomenon is one of the natural and common dangers of the Central Plateau of Iran. In this study, using codes 06 and 07 obtained from 50 synoptic stations located in the study area, statistical analysis was performed on an annual and monthly scale in the statistical period of 2006-2018. Also, the spatial pattern of dust days with horizontal views of less than 1000 meters, 1000 to 1500 meters, and 1500 to 3000 meters were drawn in the study area. The results showed that in the horizontal view of fewer than 1000 meters, Zahedan station with 113 days and Tabas station with 91 days of dust had a higher frequency. Meanwhile, Zahedan and Shahr Reza stations with the number of dust days 91 and 55 days with horizontal visibility between 1000 to 1500 meters also had the highest frequency of dust days in the study area. The results also showed that Tabas synoptic stations with 661 days, Arak with 528 days, and Zahedan with 511 days of horizontal wind dust of 1500 to 3000 meters in the statistical period of the study (2006-2018) were of higher importance. Also, the results of the seasonal survey of dust days in the statistical period showed that spring had the highest occurrence of dust with more than 46%. Monthly statistical analysis revealed that the highest incidence of dust was recorded in June and May. The results of the spatial variation zoning study showed that there is no regular spatial pattern due to the area. However, in general, in all three levels of horizontal vision, the focus of this phenomenon is most of the southeastern parts of the study area.

Keywords: Dust days, temporal and spatial variations, central plateau of Iran.