تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۱۸

پایش مکانی و زمانی پدیده‌های آب و هوایی مرتبط با گرد و غبار در شهرهای ایران

سعید موحدی
استادیار دانشگاه اصفهان، دانشکده جغرافیا، گرایش اقلیم شناسی.
خداکرم حاتمی بهمن‌بیگلو
دانشجوی دکتری دانشگاه اصفهان، گرایش اقلیم شناسی.
مهدی نارنگی‌فرد
دانشجوی دکتری دانشگاه یزد، گرایش اقلیم شناسی.

چکیده
پدیده‌ی گردوغبار از مهم‌ترین پدیده‌های جوی مخرب و موثر در تغییرات آب و هوایی است، بنابراین شناخت ویژگی‌های آن از نظر فراوانی، مکان و زمان رخداد دارای اهمیت است، بدین جهت در این نوشتار به منظور ارزیابی و پایش مکانی و زمانی رخداد پدیده‌های مرتبط با گردوغبار در شهرهای ایران از ۸۵ ایستگاه همدید در بازه زمانی مشترک ۲۰ ساله و از روشهای تحلیل آماری استفاده شده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که پدیده‌ی غبار(هیز) با کد ۰۵ در نواحی ساحلی خلیج‌فارس دارای بیشینه فراوانی سالانه است و پیش از ظهر از فراوانی بیشتری نسبت به پس از ظهر برخوردار است، بیشینه و کمینه رخداد فصلی آن به ترتیب تابستان و زمستان است. پدیده‌ی گردوخاک با کد ۰۶ در غرب کشور دارای بیشترین رخداد است و بیشینه و کمینه رخداد فصلی آن بترتیب تابستان و پاییز است، پدیده‌ی گردوخاک بلند شده اطراف ایستگاه با کد ۰۷ در شرق کشور دارای بیشترین فراوانی است. پدیده‌های طوفان ماسه یا گرد و خاک سبک، متوسط و شدید با کدهای ۳۰ تا ۳۵ بیشترین فراوانی رخداد در شرق کشور دارد و هنگام پس از ظهر دارای بیشترین فراوانی رخداد است. پدیده‌ی رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن با کد ۹۸ در ایستگاه ایرانشهر دارای بیشترین فراوانی رخداد است و در سایر ایستگاه‌های کشور بندرت رخ می‌دهد. بنابراین مطالعه‌ی کدهای هوای مرتبط با گرد و غبار به طور جداگانه سبب آشکارسازی تفاوت‌های زمانی و مکانی آنها می‌گردد و در شناخت مخاطرات محیطی شهرها و مناطق مختلف کشور دارای اهمیت است.

کلمات کلیدی: گردوغبار ، توفان گرد و خاک، غبار ، ایران، تحلیل مکانی_زمانی.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین رخدادهای جوّی شایع در مناطق خشک و نیمه خشک جهان که زندگی انسان را بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهد، گردوغبار است و یکی از شایع‌ترین بلایای طبیعی در آسیای مرکزی و شرقی، شرقمیانه، نواحی مرکزی ایالات متحده، حاشیه بیابان بزرگ صحرا در آفریقا و نیز اقیانوسیه محسوب می‌شود. سالانه بین ۰/۵ تا ۵ میلیارد تن ذرات معلق توسط توفان‌های گردوغباری به نقاط دیگر جهان منتقل می‌شود. بیش از ۷۰ درصد از توفان‌های گردوغباری به توفان‌هایی که از بیابان‌های آفریقا منشاء می‌گیرد، نسبت داده می‌شود (خوش اخلاق، ۱۳۹۲: ۱۸).

نویسنده مسئول: خداکرم حاتمی بهمن‌بیگلو ، دانشجوی دکتری دانشگاه اصفهان، گرایش اقلیم شناسی، Khhatami@yahoo.com_ .

پدیده گرد و غبار یکی از پدیده‌های مخرب و رایج در نواحی خشک و بیابانی جهان و ایران است که می‌تواند آثار زیانباری بر روی زندگی انسان و محیط زیست داشته باشد. زمانی که بر اثر پیدایش شیب فشار میان دو سرزمین باد می‌وزد؛ شرایط برای پیدایش توفان‌های گرد و غباری را فراهم می‌کند (امیدوار و امیدی، ۱۳۹۲: ۸۵). طوفان‌های بزرگ هنگامی ایجاد می‌شوند که خشکی طولانی مدت رخ داده، سطح خاک کاملاً خشک باشد و باد با سرعت قابل ملاحظه‌ای بوزد (عظیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۱: ۱۴۰). بادهای شدید و طوفان‌ها، از جمله پدیده‌های پر انرژی جو هستند که معمولاً هر ساله در زمان و مکان خاصی تکرار می‌شوند و دوره بازگشت و شدت آن‌ها قابل محاسبه است. با توجه به انرژی باد در پدیده طوفان، صدمات زیادی به ساختمان‌ها و محصولات کشاورزی وارد می‌آید (امیدوار، ۱۳۸۹: ۸۴). توفان گرد و غبار که به عنوان رویدادی تکرار شونده در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، از بلایای طبیعی به شمار می‌آید در اطراف عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی و جنوبی کره‌ی زمین بیشتر از سایر نقاط جهان رخ می‌دهد. در این مناطق بادهای غربی، ذرات گرد وغبار را با جریان باد حمل می‌کنند و آنها را به نقاط دیگر کره‌ی زمین منتقل می‌نماید (کریمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۵۸). ناتس‌گداری[1] (۲۰۰۲) طوفان گردوخاک را در نتیجه بادهای آشفته می‌داند که با بالا بردن مقادیر زیادی گرد و خاک به داخل هوا، دید افقی را تا کم‌تر از ۱۰۰۰ متر کاهش می‌دهد. آرمینو[2] (۲۰۰۳) به مطالعه‌ی روابط منابع و انتقال و رسوبگذاری توفان‌های گرد و خاک نموده است و این طوفان‌هارا در ردیف بزرگ‌ترین مشکلات جدّی محیطی در نواحی خاصی از جهان معرفی می‌نماید و مناطق خشک و نیمه خشک جهان را دارای بیشترین فراوانی می‌داند. رئیس‌پور و همکاران (۱۳۸۷) چهار منطقه عمده شامل سودان، بخش‌هایی از عربستان، عراق و پاکستان و بخش‌هایی از ایران و افغانستان که با بیشترین فراوانی در سودان همراه می‌باشد، منشاء اصلی توفان‌های گردوغباری در شرقمیانه می‌دانند که فراوانی وقوع آن در تیر و خرداد بیش از ماه‌های دیگر است. جوید و میدلتون[3] (۲۰۰۲) در مطالعه‌ی توفان‌های گرد وخاک دریافتند که در ایجاد طوفان‌های گرد و خاک دوره‌ی گرم سال شرقمیانه کم‌فشارهای تراز دریا بسیار موثر می‌باشند. همتی (۱۳۷۴) با استفاده از اطلاعات آماری ۱۶ ایستگاه همدید در جنوب‌غربی کشور، علت طوفان‌های گرد وخاک شدید این نواحی را حضور سامانه‌های چرخندی منشأ گرفته از نواحی شمالی عراق و مرکز عربستان می‌داند. ذوالفقاری و همکاران (۱۳۸۴) به مطالعه‌ی تحلیل همدید امواج گرد و خاک در غرب ایران پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که پرفشار آزور همراه با سامانه‌های مهاجر بادهای غربی مهم‌ترین عوامل همدید تأثیرگذار بر سامانه‌های گرد و خاک منطقه به شمار رفته و فرودها و چرخندها مهاجر زمانی به منطقه نفوذ می‌کنند که پرفشار جنب حاره‌ای آزور حضور نداشته و یا ضعیف شده باشد. دهقانپور (۱۳۸۴) به مطالعه‌ی طوفان‌های گرد و خاک فراگیر ایران مرکزیپرداخته است و نشان می‌دهد که در سطح ۵۰۰ میلی بار شرایط مساعدی جهت شکل‌گیری و گسترش ناپایداری‌های سطحی زمین مهیا شده و همین امر منجر به طوفان گردوخاک می‌شود. حسین‌زاده (۱۳۷۶) عامل اصلی به وجود آورنده‌ی بادهای ۱۲۰ روزه‌ی سیستان را یک مرکز کم فشار نسبتاً قوی در جنوب شرق ایران و همچنین دو مرکز فشار زیاد یکی بر روی دریای خزر و دیگری در ارتفاعات شمال شرقی خارج از کشور می‌داند که در این میان نقش فرابار روی دریای خزر از اهمیت بیشتری برخوردار می‌باشد و باعث رخداد گرد و خاک می‌گردند. راشکی و همکاران (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای نتیجه گرفتند که

[1] - Natsagdaei
[2] - Arimoto
[3] - Goudie and Middleton

پس از وقوع خشکسالی در منطقه سیستان، تعداد و شدّت طوفان‌های گردوخاک افزایش یافته و تعداد روزهای توأم با طوفان گردوخاک از ۳۳ روز در سال ۱۳۸۷ به ۷۴ روز در سال ۱۳۸۰ افزایش یافته است. لشکری و کیخسروی (۱۳۸۷) به مطالعه‌ی اماری و همدیدی توفان‌های گرد و خاک در استان خراسان رضوی پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که ایستگاه سرخس بیشترین توفان گرد و غباری در سال دارد و مهمترین عامل همدیدی انها شکل‌گیری سامانه‌ی کمفشار در تراز دریا و مرکز چرخندی در تراز ۸۵۰ هکتوپاسکال و با استقرار مرکز پرفشار در روی دریای خزر و مرکز واچرخندی در ترازهای ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتوپاسکال همراه می‌باشند. فرج‌زاده و علیزاده (۱۳۸۹) به مطالعه‌ی طوفانهای گرد و خاک در ایران پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که ایستگاه زابل دارای بیشترین تعداد روزهای گرد و غباری است و بیشترین رخداد آن در ماه ژولای است و ایستگاههای زاهدان، بوشهر، طبس، جاسک، ایرانشهر، همدان و اهواز بترتیب داران بیشترین فراوانی رخداد این پدیده می‌باشند و بیشترین فراوانی آنها مربوط به ماه می است. عزیزی و همکاران(۱۳۹۱) به بررسی چگونگی شکل‌گیری پدیده گرد و غبار و همین طور شناخت مناطق منشاء و مسیر ورود آنها به نیمهٔ غربی ایران پرداختند نتایج تحقیق آنها نشان داد که بیشینه روزهای همراه با گرد و غبار در ماههای مه، ژوئن و ژوئیه و کمینه آن در ماههای دسامبر و ژانویه است. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای همراه نقشه‌های جوی و مقایسه آنها طی سالهای مختلف، شرق سوریه، عراق و نیز بیابان‌های عربستان به عنوان چشمه‌های گرد و غبار شناسایی شدند. علیجانی و رئیس پور (۱۳۹۰) به تحلیل آماری و همدیدی طوفانهای گرد و خاک در جنوب شرقی ایران پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که هنگام بروز طوفان گردوخاک در دوره‌ی گرم سال با تقویت کم فشار موسمی هند، دو مرکز کم فشار فرعی‌تری در محدوده‌ی جنوب پاکستان و جنوب افغانستان بسته می‌شوند. در مقابل مرکز پرفشاری بر روی دریای خزر است مستقر می شود شیوفشاری و دمایی شدید بین دو منطقه، منجر به ایجاد بادهای شدید و طوفان گردوخاک می‌گردد .

وقوع پدیده‌ی گرد و غبار به دلیل علت وقوع و شرایط شکل گیری متفاوت در نقاط مختلف کشور از تنوع زیادی برخوردار است به همین دلیل در گزارشات هواشناسی از کدهای ویژه‌ای برای ثبت این پدیده‌ی جوی در ایستگاه‌های هواشناسی سینوپتیک استفاده می‌شود؛ بنابراین با توجه به مطالعات اندک موجود در ارتباط با کدهای مرتبط با پدیده‌ی گردوغبار، لازم است که هر کد سینوپ به طور جداگانه مطالعه شود هر چند کد ۰۶ در میان مطالعات اخیر به دلیل گستردگی آثار آن بیشتر مورد توجه محافل عمومی و دانشگاهی بوده است. هدف اصلی در این نوشتار پایش مکانی و زمانی پدیده‌ی گردوغبار در ایران با توجه به کدهای سینوپ مرتبط با آن از قبیل: غبار، گردوخاک، گردوخاک بلند شده، گردباد گرد و خاکی، توفان گرد و خاک یا شن و ... می‌باشد؛ که بطور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

داده‌ها و روش شناسی

منطقه‌ی مورد مطالعه در این نوشتار کشور ایران است که در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۰ درجه شمالی و در طول جغرافیایی ۴۴ تا ۶۳ درجه شرقی واقع شده است (طالقانی، ۱۳۸۲: ۵). پدیده‌ی جوی گردوغبار از مسائلی است که در شهرهای مختلف آن اتفاق می‌افتد برای این منظور تعداد ۸۵ ایستگاه همدید هواشناسی کشور برای واکاوی این پدیده انتخاب شده که پوشش کاملی از کشور را در بر می‌گیرد و بیشتر شهرهای مهم ایران را شامل می‌گردد (شکل (۱).

در ایستگاه‌های هواشناسی همدید برای گزارش پدیده‌ی گردوغبار از کدهای متعددی استفاده می‌شود که در (جدول (۱) آورده شده است. استفاده از این کدها شرایط خاص می‌طلبد که دیده‌بانان بر اساس آن‌ها کد مربوطه را گزارش کرده و ثبت می‌نمایند؛ در این نوشتار از کدهای سینوپ هوای حاضر مرتبط با گردوغبار استفاده شده است تا به بررسی پراکنش مکانی و رخداد زمانی آن بپردازد.

شکل (۱): منطقه‌ی مورد مطالعه و ایستگاه‌های منتخب

بنابراین ۱۲ کد مرتبط با گرد و غبار در این پژوهش مورد بحث قرار می‌گیرد که در اینجا مختصراً به آن‌ها پرداخته می‌شود: پدیده‌ی غبار[1] با کد ۰۵ زمانی گزارش می‌شود که غبار یا تیرگی هوا در نتیجه وجود ذرات جامد معلق در هوا ایجاد شود این ذرات ممکن است شامل دود، بخار آب، خاک یا ذرات شن بسیار ریز باشد و مقدار رطوبت نسبی هوا کمتر از ۸۰ درصد و دید افقی از ۱ کیلومتر تا کمتر از ۱۰ کیلومتر باشد. پدیده‌ی گرد و خاک[2] توسط دیده‌بانان هواشناسی با کد ۰۶ گزارش می‌شود این پدیده‌ی جوی باقی‌مانده ذرات گرد و خاکی است که در اثر توفان و شن و خاک از نقاط دور به ایستگاه آمده و در هوای ایستگاه معلق مانده و باعث کاهش دید شده است. پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده[3] اطراف ایستگاه در زمان دیده‌بانی در ایستگاه‌های هواشناسی با کد ۰۷ گزارش می‌شود زمانی که سرعت باد کمتر از ۳۰ نات و دید افقی کمتر از ۱ کیلومتر باشد این کد گزارش می‌شود زمانی که سرعت باد بیش از ۳۰ نات باشد نمی‌توان از کد ۰۷ استفاده نمود و از کدهای ۳۰ تا ۳۵ استفاده می‌شود. پدیده‌ی گردباد تکامل یافته[4] با کد ۰۸ ثبت می‌شود که در زمان دیده‌بانی یا طی یک ساعت گذشته در ایستگاه و یا اطراف آن مشاهده شده است. گردباد همراه با ستون چرخنده‌ای از خاک یا شن نرم است که شعاع عمل افقی آن خیلی کم است. به دلیل اهمیت زیاد حتی با دید بالای ۱۰ کیلومتر هم می‌توان آن‌را ثبت و گزارش کرد.

پدیده‌ی توفان گرد و خاک یا شن[5] با کد ۰۹، که در ساعت دیده بانی در اطراف ایستگاه وجود داشته یا در ساعت گذشته در خود ایستگاه وجود داشته باشد و دید افقی در این پدیده محدودیتی ندارد. پدیده‌ی توفان ماسه یا گرد و خاک سبک تا متوسط و شدید با کدهای هواشناسی ۳۰ تا ۳۵ زمانی گزارش می‌شوند که دید به کمتر از یک هزار متر و سرعت باد ۳۰ نات یا بیشتر باشد. پدیده رعد و برق توام با توفان گرد و خاک[6] یا توفان شن با کد ۹۸ در ایستگاه‌های سینوپتیک گزارش می‌شود (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۷).

برای پایش مکانی و زمانی پدیده‌ی گرد و غبار در شهرهای ایران، تعداد ۸۵ ایستگاه هواشناسی همدید در سراسر کشور که دارای دوره‌ی آماری مشترک ۲۰ ساله (۲۰۰۸-۱۹۸۹) بودند انتخاب شدند. سپس ساعت ۶ (۹:۳۰ دقیقه به وقت ایران) و ساعت ۱۲ (۱۵:۳۰ دقیقه به وقت ایران) به وقت گرینویچ برای بررسی نحوه‌ی پراکنش این پدیده‌ی جوی انتخاب شدند. دو زمان منتخب نماینده‌ی هنگام پیش‌از ظهر و هنگام پس‌ازظهر لحاظ گردید.

در ادامه فراوانی سالانه رخداد پدیده‌های مختلف در شهرهای مختلف ایران برای هر دو زمان به طور جداگانه با کدهای مختلف محاسبه گردید و کدهایی که فراوانی بالایی داشتند در محیط نرم‌افزار ArcGIS بر اساس میانیابی کریگینگ پهنه‌بندی گردید و نقشه‌های آن‌ها ترسیم شد و کدهایی که از فراوانی کمی برخوردار بودند از ترسیم نقشه آنها صرفنظر گردید و در جداول مربوط به آن پدیده اقلیمی آورده شد.

1 - Haze
2 - Dust
3 - Dust Rising
4 - Dust devil
5 - Duststorm or sandstorm
6 - Thunderstorm combined with dust storm

جدول (۱): پدیده‌های هوای حاضر ایستگاه‌های همدید (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۷)

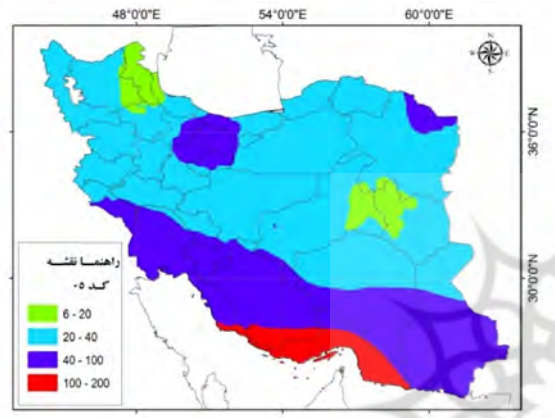
کد	پدیده‌ی هوای حاضر	علامت اختصاری	کد	پدیده‌ی هوای حاضر	علامت اختصاری
۰۵	غبار	∞	۳۱	توفان ماسه یا گرد و خاک سبک یا متوسط که در ساعات گذشته تغییری نکرده است	
۰۶	گرد و خاک	S	۳۲	توفان ماسه یا گرد و خاک سبک یا متوسط که در ساعات گذشته افزایش یافته است	
۰۷	گرد و خاک بلند شده	$	۳۳	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته کاسته شده است	
۰۸	گردباد گرد و خاکی		۳۴	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته تغییری نکرده است	
۰۹	توفان گرد و خاک یا شن		۳۵	توفان ماسه یا گرد و خاک شدید که در ساعات گذشته افزایش یافته است	
۳۰	توفان ماسه یا گردوخاک سبک تا متوسط که در ساعات گذشته کاسته شده است		۹۸	رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن	

بحث و یافته‌های تحقیق

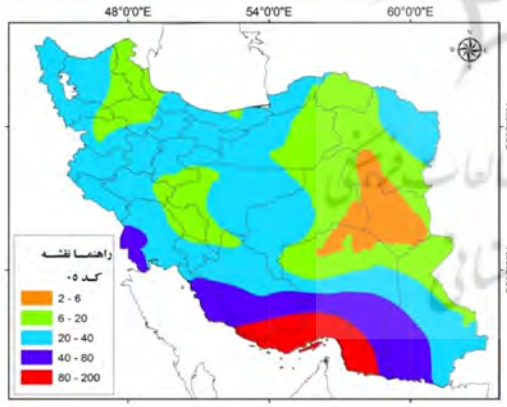
پدیده‌ی غبار(کد ۰۵)

بررسی نقشه‌های فراوانی سالانه پدیده‌ی غبار(هیز) در شهرهای ایران نشان می‌دهد که در هنگام پیش از ظهر بیشترین فراوانی سالانه رخداد پدیده‌ی غبار در سواحل جنوبی کشور در استان هرمزگان و قسمتی از جنوب استان فارس با بیش از ۱۰۰ روز در سال شکل می‌گیرد و در مناطق جنوبی ایران در استان‌های خوزستان کهگیلویه و بویر احمد، فارس، جنوب کرمان و سیستان وبلوچستان فراوانی سالانه رخداد این پدیده به ۴۰ تا ۱۰۰ روز می‌رسد و این تعداد روز در استان تهران و شمال شرق ایران نیز دیده می‌شود. در نواحی شرقی و مرکزی و شمال غربی کشور مناطقی با تعداد روزهای گرد و غباری ۲۰ تا ۴۰ روز دیده می‌شود و دو کانون کمینه رخداد یکی در استان اردبیل و شمال خراسان جنوبی با فراوانی سالانه ۶ تا ۲۰ روز بوجود می‌آید (شکل۲).

بررسی نقشه فراوانی سالانه غبار در هنگام پس از ظهر حاکی از آن است که این پدیده جوی با فراوانی سالانه‌ی کمتر و گسترش مکانی کمتری نسبت به هنگام پیش از ظهر در مکان‌های مختلف ایران مشاهده می‌شود(شکل ۳).



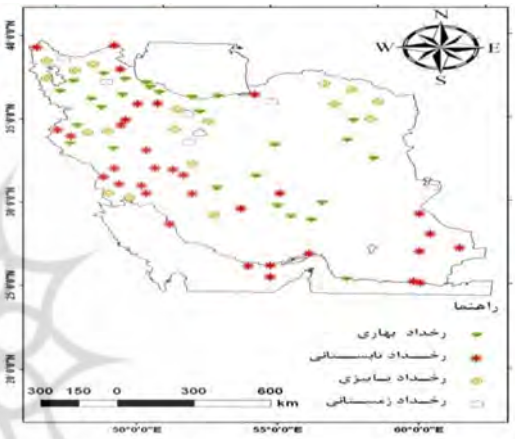
شکل (۲): فراوانی سالانه پدیده‌ی غبار(کد ۰۵) هنگام پیش از ظهر بر حسب روز



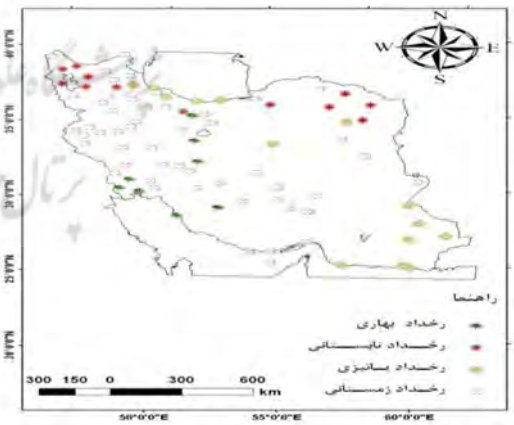
شکل (۳): فراوانی سالانه پدیده‌ی غبار(کد ۰۵)هنگام پس از ظهر بر حسب روز

بررسی نقشه‌ی بیشینه رخداد پدیده غبار(کد ۰۵) در فصول مختلف سال در ایستگاه‌های مختلف ایران نشان می‌دهد که در نوار ساحلی دریای عمان و خلیج فارس، غرب کشور، دامنه‌های شرقی زاگرس و جنوب شرقی ایران در فصل

تابستان، نوار ساحلی دریای خزر و نواحی مرکزی ایران در فصل بهار، شمال شرق و شمال غرب ایران در فصل پاییز دارای بیشترین رخداد است(شکل (۴). نقشه‌ی کمینه رخداد پدیده‌ی غبار در فصول مختلف سال نشان می‌دهد که در نوار ساحلی دریای خزر و جنوب شرقی در فصل پاییز، نواحی شرقی خلیج فارس، ارتفاعات زاگرس تا شمال غربی و غرب کشور در فصل زمستان، در سواحل غربی خلیج فارس و تعداد کمی از ایستگاه‌های مرکزی کشور در فصل بهار کمترین رخداد پدیده‌ی غبار دارد(شکل (۵).



شکل (۴) : بیشینه رخداد پدیده غبار(کد ۰۵) در فصول مختلف سال در مناطق مختلف کشور ایران



شکل (۵): کمینه رخداد پدیده غبار(کد ۰۵) در فصول مختلف سال در مناطق مختلف کشور ایران

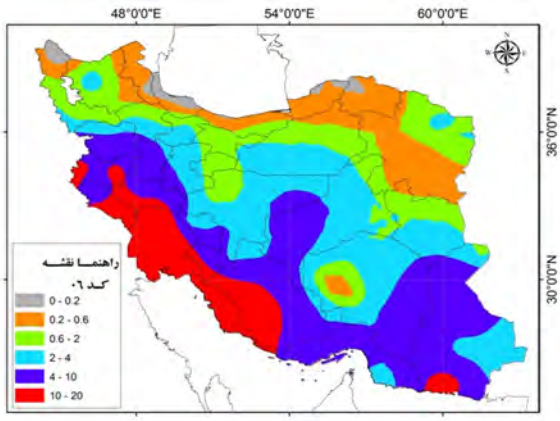
پدیده‌ی گرد وخاک(کد ۰۶)

پدیده گرد و خاک پدیده‌ای است که از مناطق همجوار دور و نزدیک وارد منطقه شده و دارای ویژگی فرا منطقه‌ای است

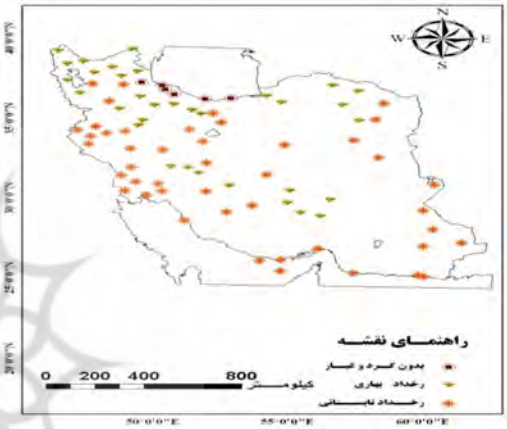
بنابراین مطالعه‌ی فراوانی رخداد آن بصورت روزانه مد نظر قرار گرفت گرچه در مجموع فراوانی سالانه رخداد پیش از ظهر و پس از ظهر آن دارای تفاوت اندکی است که در این مقوله مورد ارزیابی قرار نگرفت و در اینجا تاکید بیشتر برای شناخت پهنه‌های وقوع این پدیده در کشور است. بررسی نقشه‌ی پراکندگی فراوانی سالانه گرد و خاک نشان می‌دهد که پهنه‌ی بیشینه رخداد آن در غرب کشور در محدوده‌ی اهواز-آبادان- صفی‌آباد و در جنوب شرق ایران در محدوده‌ی چابهار وجود دارد و دارای فراوانی سالانه بین ۱۰ تا ۲۰ روز است. فراوانی سالانه رخداد بین ۴ تا ۱۰ روز در استان‌های کردستان، همدان، فارس، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان بوجود می‌آید. این پدیده در نواحی مرکزی ایران به فراوانی رخداد حداکثر به ۴ روز در سال می‌رسد و هر چه به مناطق شمالی کشور نزدیک می‌شویم از فراوانی آن کم می‌شود و در استان گیلان و گوشه‌ای از شمال غربی کشور به کمترین مقدار می‌رسد .

بررسی نقشه‌ی بیشینه رخداد گردوخاک در فصول مختلف سال بیانگر آن است که در نواحی جنوبی کشور (سواحل دریای عمان و خلیج فارس) مناطق غربی و شرقی ایران بیشترین رخداد گردوخاک در فصل تابستان، شمال غربی و شرق دریای خزر و استان تهران در فصل بهار است و در پهنه‌ی ساحلی جنوبی دریای خزر گرد و خاک با کد ۰۶ بوجود نمی‌آید (شکل (۷).

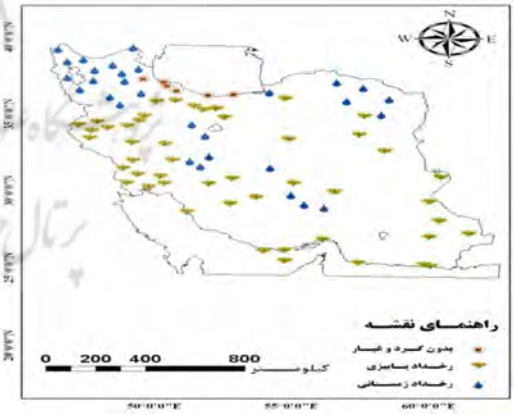
بررسی نقشه‌ی کمینه رخداد پدیده گرد و خاک در فصول مختلف سال در کشور نشان می‌دهد که در شمال غربی، شمال شرقی و قسمتی از شرق رشته کوه زاگرس در فصل زمستان، نواحی جنوبی، غربی، شرق و جنوب‌شرقی کشور و استان تهران در فصل پاییز به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد و نوار ساحلی دریای خزر بدون رخداد گرد و خاک است (شکل (۸).



شکل (۶) : فراوانی سالانه‌ی پدیده‌ی گرد و خاک با کد ۰۶ در ایران برحسب روز



شکل (۷): بیشینه رخداد گرد و خاک با کد ۰۶در فصول مختلف سال در ایران

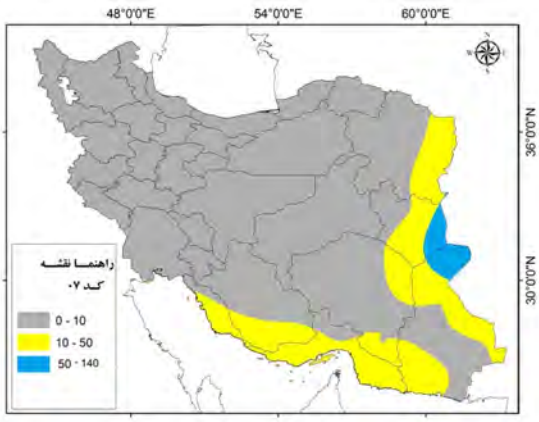


شکل (۸): کمینه رخداد فصلی گرد و خاک (کد ۰۶) در فصول مختلف سال در ایران

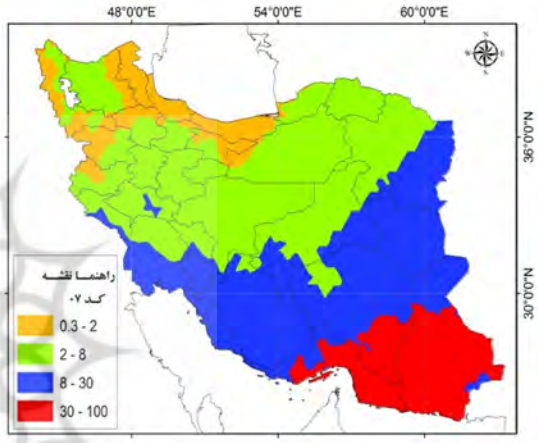
پدیده‌ی جوی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه (کد ۰۷)

بررسی نقشه‌ی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه (کد ۰۷) در هنگام پیش از ظهر نشان می‌دهد که این پدیده دارای دو کانون رخداد است اولی در شرق کشور در ایستگاه زابل با فراوانی سالانه بیش از ۵۰ روز است و حداکثر به ۱۴۰ روز در سال می‌رسد. کانون رخداد دیگر این پدیده، سواحل جنوبی کشور است که با فراوانی سالانه‌ی ۱۰ تا ۵۰ روز است و در سایر نقاط ایران با فراوانی رخداد کمتر از ۱۰ روز است(شکل (۹). در هنگام پس از ظهر شرایط رخداد این پدیده‌ی جوی نسبت به پیش از ظهر متفاوت است و بیشینه‌ی رخداد آن در جنوب شرقی ایران در سواحل دریای عمان به ویژه در چابهار به فراوانی سالانه ۳۰ تا ۱۰۰ روز می‌رسد اما در سایر مناطق کشور این پدیده‌ی جوی نسبت به هنگام پیش از ظهر با افزایش فراوانی روبرو است و در سواحل خلیج فارس از بندر لنگه تا بندر ماهشهر، استان فارس، استان کرمان و بخش‌هایی از خراسان جنوبی و رضوی حداکثر به ۳۰ روز در سال می‌رسد. کمترین رخداد این پدیده در طول سال در استان‌های شمالی کشور مازندران، گیلان و اردبیل است که فراوانی سالانه آن حداکثر به ۲ روز می‌رسد(شکل ۱۰).

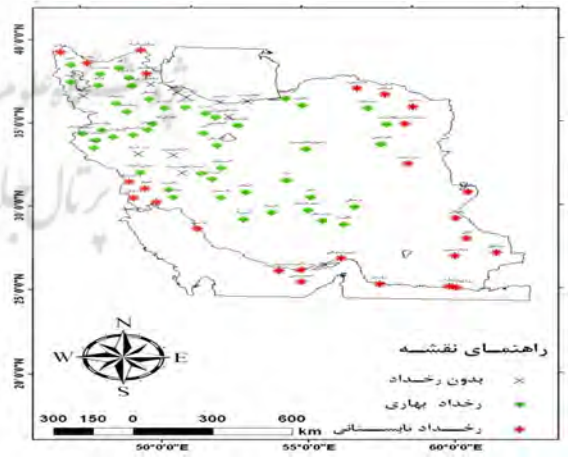
نقشه‌ی بیشینه رخداد فصلی پدیده‌ی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه نشان می‌دهد که در نوار ساحلی خلیج فارس و دریای عمان، جنوب شرقی، شرق و شمال شرقی کشور و برخی از ایستگاه‌های مرزی شمال غربی کشور فصل تابستان، در مرکز، غرب و ایستگاه‌های مرکزی و مجاور پایتخت کشور بیشینه رخداد این پدیده در فصل بهار است و نوار ساحلی دریای خزر بدون رخداد این پدیده‌ی جوی است (شکل (۱۱). بررسی نقشه‌ی کمینه رخداد فصلی پدیده گرد و خاک بلند شده در ایران نشان می‌دهد که در نواحی جنوبی، مرکزی، شرق و شمال شرقی کشور در فصل پاییز، نواحی شمال غربی و غرب کشور در فصل زمستان کمترین میزان رخداد این پدیده‌ی جوی است و نوار ساحلی دریای خزر این پدیده شکل نمی‌گیرد(شکل ۱۲).



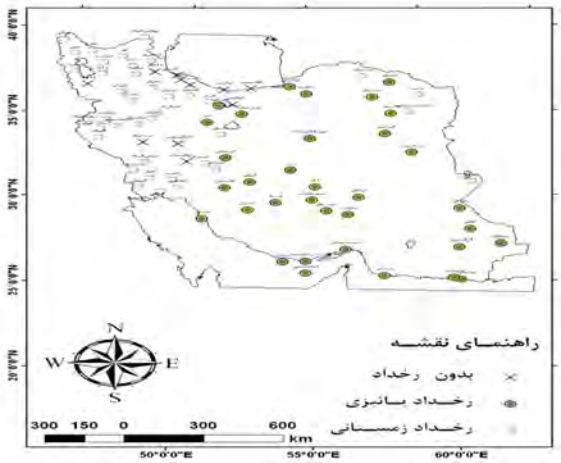
شکل (۹): فراوانی سالانه گرد و خاک بلند شده(کد ۰۷) پیش از ظهر در ایران بر حسب روز



شکل (۱۰): فراوانی سالانه گرد و خاک بلند شده(کد ۰۷) در هنگام پس از ظهر در ایران بر حسب روز



شکل (۱۱): بیشینه رخداد گرد و خاک بلند شده(کد ۰۷) در فصول مختلف سال در کشور ایران



شکل (۱۲): کمینه رخداد گرد و خاک بلند شده(کد ۰۷) در فصول مختلف سال در کشور ایران

گرد باد تکامل یافته(کد ۰۸)

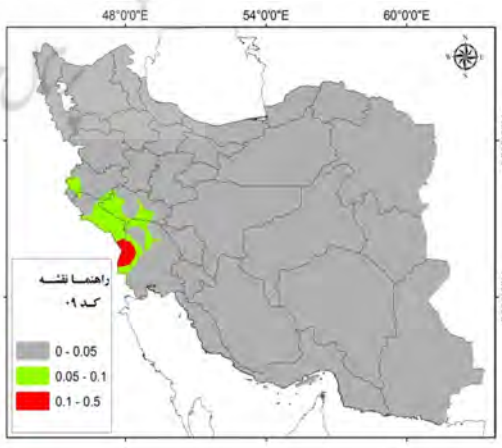
گرد باد تکامل یافته در زمان دیده بانی در اطراف ایستگاه، با کد ۰۸ گزارش می‌شود. فراوانی رخداد ماهانه این پدیده در هنگام پیش از ظهر (ساعت ۶ به وقت گرینویچ) بسیار اندک بود و جدول فراوانی ماهانه‌ی آن در این قسمت گنجانده نشد و به بررسی رخداد این پدیده در هنگام پس از ظهر در کشور پرداخته شد بررسی ها نشان داد که در ایستگاه ایرانشهر در خرداد ماه با فراوانی ماهانه ۰.۷ روز است و ایستگاهی است که دارای بیشترین رخداد این پدیده است و در ایستگاه‌های خاش، زاهدان در شرق کشور با فراوانی کمتری نسبت به ایرانشهر دیده می‌شود و در الیگودرز و بیجار در غرب کشوردارای فراوانی رخداد اندکی است و به صورت پراکنده رخ می‌دهد و به نیم روز در ماه نمی‌رسد و در سایر ایستگاههای کشور که در جدول ذکر نشده در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه رخ نداده است بنابراین این پدیده در شرق کشور نسبت به سایر نقاط حاکمیت بیشتری دارد(جدول ۲).

جدول (۲): فراوانی ماهانه گردباد تکامل یافته(ساعت۱۲به وقت گرینویچ) در دوره‌ی آماری مورد مطالعه

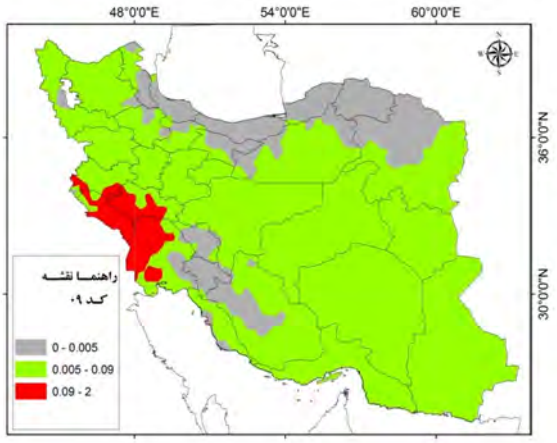
شهر \ ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	مجموع فراوانی
الیگودرز	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۱	۵
بیجار	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۳
اسلام آباد	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۱	۰.۲	۰.۳	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۱۳
ایلام	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۳
ایرانشهر	۰.۱	۰.۳	۰.۷	۰.۴	۰.۶	۰.۵	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۵۵
خاش	۰.۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۲	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۹
زاهدان	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۰.۱	۰.۱	۰.۱	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۰.۰	۶

توفان گرد و خاک یا شن(کد ۰۹)

نقشه‌ی فراوانی سالانه توفان گرد و خاک یا شن با کد ۰۹ در هنگام پیش از ظهر نشان می‌دهد که در غرب کشور حداکثر به نیم روز می‌رسد و در سایر شهرها به ندرت دیده می‌شود. بررسی نقشه‌ی پراکنش این پدیده‌ی جوی هنگام پس از ظهر نشان می‌دهد که در غرب کشور در حوالی ایستگاه بستان با فراوانی بیشتری نسبت به هنگام پیش از ظهر اتفاق می‌افتد و به فراوانی سالانه‌ی ۲ روز می‌رسد. بنابراین پدیده‌ی جوی توفان گرد و خاک یا شن یک پدیده‌ی محلی است که در هنگام پس از ظهر تشدید می‌شود و بیشترین رخداد آن در غرب کشور است (شکل۱۴).



شکل (۱۳): فراوانی سالانه توفان گرد و خاک یا شن (کد ۰۹) در هنگام پیش از ظهر(بر حسب روز)



شکل (۱۴): فراوانی سالانه توفان گرد و خاک یا شن (کد ۰۹) در هنگام پس از ظهر(بر حسب روز)

طوفان ماسه یا گرد و خاک سبک تا متوسط و شدید(کدهای ۳۵-۳۰)

با توجه به اینکه کدهای هواشناسی ۳۰ تا ۳۵ فقط در شدت و ضعف رخداد متفاوت بودند، فراوانی رخداد آنها با هم ادغام شدند تا مناطق وقوع آن‌ها در سراسر کشور بهتر مشخص گردد. بررسی فراوانی رخداد پدیده‌های طوفان ماسه در کشور حاکی از آن است که بیشترین منطقه‌ی رخداد طوفان ماسه یا گرد و خاک در شرق کشور در ایستگاه زابل می‌باشد که فراوانی سالانه رخداد آن ۱۵ روز است و در هنگام پس از ظهر نسبت به پیش از ظهر بیشتر رخ می‌دهد. بیشینه رخداد فصلی آن در ایستگاه زابل در فصل تابستان است که در ماه‌های تیر و مرداد به اوج رخداد می‌رسد در سایر ایستگاههای کشور بندرت به میانگین یک روز در ماه می‌رسد و این پدیده بیشتر بصورت پراکنده و بندرت بوجود می‌آید که بدلیل فراوانی رخداد کم در جدول آورده نشده است (جدول۳)

جدول (۳): فراوانی ماهانه کدهای ۳۰ تا ۳۵ (ساعت ۶ و ۱۲به وقت گرینویچ) بر حسب روز

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
زابل	۱	۱	۲	٤	۳	۲	۱	۰	۰	۰	۰	۱

رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن(کد ۹۸)

پدیده جوی رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن در ایران دارای فراوانی سالانه بسیار کمی است اما این پدیده در هنگام پیش از ظهر از رخداد بسیار اندکی برخوردار است و در هنگام پس از ظهر رخداد آن افزایش می‌یابد و ایستگاه ایرانشهر با مجموع ۵ روز در دوره‌ی آماری مورد مطالعه در میان سایر ایستگاه‌های کشور دارای بیشترین فراوانی رخداد بوده است (جدول۴).

جدول (۴): فراوانی پدیده‌ی رعد و برق توام با توفان گرد و خاک در ساعات ۶ و ۱۲به وقت گرینویچ

ایستگاه	اهواز	آبادان	بندرلنگه	بوشهر	اصفهان	مرمشهر	ایرانشهر	کاشمر	کرمان	خرمدره	صفی آباد	یاسوج
مجموع رخداد	۱	۲	۱	۱	۱	۱	۵	۱	۱	۱	۱	۱

نتیجه‌گیری

در این نوشتار کدهای هواشناسی مرتبط با گرد و غبار، در شهرهای ایران در بازه زمانی (۲۰۰۸-۱۹۸۹) ارزیابی شد. ابتدا فراوانی سالانه کدهای ۰۵، ۰۶، ۰۷، ۰۸، ۰۹، ۳۰، ۳۱، ۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵ و ۹۸ در شهرهای منتخب با دوره‌ی آماری ۲۰ سال محاسبه گردید و نقشه‌های پهنه‌ای آنها ترسیم گردید و تحلیل شد. نتایج پژوهش نشان داد که پدیده‌ی غبار با کد سینوپ ۰۵، در نواحی ساحلی خلیج فارس دارای بیشینه رخداد است و در هنگام پیش از ظهر از فراوانی بیشتری برخوردار است، بیشینه رخداد فصلی پدیده‌ی غبار در نوار ساحلی جنوب ایران در فصل تابستان و در نوار ساحلی دریای خزر و مرکز ایران در فصل بهار است و کمینه رخداد فصلی پدیده‌ی غبار در سواحل دریای خزر در فصل پاییز و در سواحل خلیج فارس و غرب کشور در فصل زمستان است. پدیده‌ی گرد و خاک با کد سینوپ ۰۶، در غرب ایران دارای بیشینه‌ی رخداد است و بیشینه رخداد فصلی آن در غرب کشور و نواحی جنوبی ایران در فصل تابستان است و کمینه رخداد فصلی آن در فصل پاییز اتفاق می‌افتد. بیشینه رخداد پدیده‌ی جوی گرد و خاک بلند شده اطراف ایستگاه با کد سینوپ ۰۷، در هنگام پیش از ظهر در شرق کشور است و در هنگام پس از ظهر هسته‌های بیشینه‌ی آن در مناطق جنوب‌شرقی و ناحیه‌ی ساحلی دریای عمان به وجود می‌آید. گرد باد تکامل یافته در زمان دیده بانی در اطراف ایستگاه با کد ۰۸ در ایستگاه ایرانشهر دارای بیشترین فراوانی سالانه است و در سایر ایستگاه‌های کشور بندرت رخ می‌دهد و در اواخر فصل بهار فراوانی رخداد فصلی ان به حداکثرمی‌رسد

توفان گرد و خاک یا شن که با کد سینوپ ۰۹ در غرب کشور دارای بیشترین فراوانی سالانه رخداد است و در اواخر بهار به بیشینه رخداد فصلی می‌رسد. پدیده‌ی طوفان ماسه یا گرد و خاک سبک، متوسط و شدید که با کدهای سینوپ ۳۰ تا ۳۵ گزارش می‌شود منحصراً در شرق کشور ظاهر می‌شود بیشترین فراوانی رخداد این پدیده‌ها در هنگام پس از ظهر است. بیشینه رخداد فصلی این پدیده در ایستگاه‌های زابل و ایرانشهر در فصل تابستان است. پدیده جوی رعد و برق توام با توفان گرد و خاک یا توفان شن با کد ۹۸ در ایستگاه ایرانشهر دارای بیشترین فراوانی رخداد است و در سایر ایستگاه‌ها گاه گاهی به صورت پراکنده رخ می‌دهد.

منابع

۱. امیدوار، کمال (۱۳۸۹)، تحلیلی از رژیم بادهای شدید و طوفانی یزد، مدرس علوم انسانی- برنامه ریزی فضا، دوره ۱۴، شماره ۶۵، صص ۱۰۵-۸۳.

۲. امیدوار، کمال و زهرا امیدی (۱۳۹۲)، تحلیل پدیده گرد و غبار در جنوب و مرکز استان فارس، کاوش‌های جغرافیایی در مناطق بیابانی، سال اول، شماره ۱، صص ۸۵-۱۱۴.

۳. حسین‌زاده، سید رضا (۱۳۷۶)، بادهای ۱۲۰ روزه سیستان، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی، شماره‌ی پیاپی ۴۶، صص ۱۰۳-۱۲۷.

۴. خوش اخلاق، فرامرز نجفی، محمد سعید زمانزاده، سید محمد شیرازی، محمد حسن، صمدی مهدی (۱۳۹۲)، بررسی ترکیبات بار گردوغبار در غرب و جنوب غرب ایران، جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوم، شماره ۶، صص ۱۷-۳۶.

۵. دهقانپور، علیرضا (۱۳۸۴)، تحلیل آماری و سینوپتیکی طوفان‌های خاک در فلات مرکزی ایران، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه تهران.

۶. ذوالفقاری حسن و عابدزاده حیدر (۱۳۸۴)، تحلیل سینوپتیکی طوفان‌های گرد و غباری در غرب ایران، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، شماره‌ی ۶.

۷. راشکی، علیرضا و زرین، هدایت اله (۱۳۸۶)، پیامدهای بادهای ۱۲۰ روزه در خشکسالی های اخیر دشت سیستان، باشگاه پژوهشگران جوان، بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند.

۸. رئیس پور، کوهزاد، طاووسی تقی و خسروی محمود (۱۳۸۷)، تحلیل آماری همدیدی پدیده‌ی گردو غبار در استان‌خوزستان، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد اقلیم شناسی، زاهدان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ص۱۵۷.

۹. سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۷)، مجموع دستورالعمل کدها و روشهای دیده بانی سطح زمین (سینوپ)، معاونت فنی و عملیاتی، اداره کل شبکه، ویرایش اول.

۱۰. طلایی طالقانی، محمود (۱۳۸۲)، ژئومورفولوژی ایران، نشر قومس.

۱۱. عزیزی قاسم، شمسی پور علی اکبر، میری مرتضی و صفرراد طاهر (۱۳۹۱)، تحلیل آماری- همدیدی پدیده‌ی گرد و غبار در نیمه‌ی غربی ایران، مجله‌ی محیط شناسی، سال سی هشتم، شماره‌ی ۳، پاییز ۹۱، صص ۱۲۳-۱۳۴.

۱۲. عظیم‌زاده، حمیدرضا، اختصاصی، محمدرضا، حاتمی، محسن، قالیباف، محمداخوان (۱۳۸۱)، مطالعه تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در شاخص فرسایش‌پذیری خاک و ارایه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد - اردکان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال ۹، شماره ۱، صص ۱۳۹-۱۵۱.

۱۳. علیجانی، بهلول و رئیس پور، کهزاد (۱۳۹۰)، تحلیل آماری همدیدی طوفان‌های گرد و خاک در جنوب شرق‌ایران (مطالعه‌ی موردی: منطقه‌ی سیستان)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال دوم، شماره‌ی پنجم، پاییز، صص ۱۳۲-۱۰۷.

۱۴. فرج‌زاده اصل، منوچهر و خاطره علیزاده (۱۳۸۹). تحلیل زمانی و مکانی توفان‌های گرد و خاک در ایران، مدرس علوم انسانی- برنامه‌ریزی و آمایش فضا، شماره ۱، صص ۸۴-۶۵.

۱۵. کریمی، خدیجه، طاهری شهر آئینی، حمید، حبیبی نوخندان، مجید، حافظی مقدس، ناصر (۱۳۹۰)، شناسایی خاستگاه تولید توفان‌های گرد و غبار در شرقمیانه با استفاده از سنجش از دور. نشریه پژوهش‌های اقلیم شناسی، سال دوم، شماره هفتم و هشتم، صص ۵۷-۷۲.

۱۶. لشکری، حسن و قاسم کیخسروی (۱۳۸۷). تحلیل آماری سینوپتیکی توفان‌های گرد و غبار استان خراسان رضوی (۱۹۹۳-۲۰۰۵)، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۶۵، صص ۳۳-۱۷.

۱۷. همتی، نصراله (۱۳۷۴)، بررسی فراوانی وقوع طوفان‌های خاک در نواحی مرکزی و جنوب کشور، پایان نامه دروه‌ی کارشناسی ارشد، تهران، دانشکده‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

18. Arimoto.R(2002), Relationships to source, troposphere chemistry, transport and deposition, Earth science, Pp 30.

19. Goudie and Middleton, (2002), Saharan dust storms, nature and consequences, Earth science review, Pp 56.

Natsagdari, L.D. Jugder, Y.Schung, (2002), Analysis of dust storms observed. Mongolia during, 1937-1999, Pp 12.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی