وضعیت توفانهای گرد و خاک (مطالعه موردی: استان قم)

الهام فروتن[۱]

۱. استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران e.forotan@pnu.ac.ir

چکیده: فرسایش بادی که بیش از یک سوم کره زمین تحت تاثیر آن قرارگرفته است، یک فرآیند طبیعی است که عمدتاً در اقلیم خشک، تحت شرایط سرعت بالای باد و در خاک‌هایی که در آن پوشش گیاهی کم وجود دارد، رخ می‌دهد. توفان‌های گرد و خاک ناشی از فرسایش بادی از جنبه های گوناگون دارای اثرات مخرب می‌باشد و بایستی مورد توجه قرار گیرد. از این‌رو در این تحقیق هدف آن است که وضعیت هشدارهای توفانهای گرد و خاک که از سوی سازمان هواشناسی اعلام شده است در بازه زمانی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ مورد بررسی قرار گیرد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در هشت ماه از سال مورد بررسی هشدار گرد و خاک در استان قم اعلام گردیده است و در ۳۷/۹۷ درصد روزهای سال، نگرانی توفان گرد و خاک و پیامدهای حاصل از آن در استان وجود داشته است و لذا راهکارهای مقابله با این پدیده بایستی مد نظر قرار گیرد.

واژگان کلیدی: فرسایش بادی، رطوبت خاک، رسوب، استان قم

مقدمه

فرسایش بادی که بیش از یک سوم کره زمین تحت تاثیر آن قرارگرفته است (Jarrah et al.2020) یک فرآیند طبیعی است که عمدتاً در اقلیم خشک، تحت شرایط سرعت بالای باد و در خاک‌هایی که در آن پوشش گیاهی پراکنده وجود دارد، رخ می‌دهد. (Weinan and Fryrear, 1996) . این فرایند توسط مجموعه‌ای از عوامل مانند نیروی باد، رطوبت خاک، زبری سطح، بافت و تراکم خاک، ماده آلی خاک، فعالیت‌های کشاورزی و پوشش گیاهی کنترل می‌شود و شامل سه مرحله مجزا است: (۱) شروع حرکت ذرات خاک (جدا شدن یا کاهش حجم)، (۲) انتقال ذرات خاک (تعلیق، جهش و خزش سطحی) و (۳) رسوب ذرات خاک.

۱) شروع حرکت ذرات خاک: نیروهای باد اعمال شده بر سطح زمین، حرکت خاک را آغاز می‌کنند که ارتباط نزدیکی با نوع خاک و شرایط سطح دارد. مقدار حرکت خاک به اندازه ذرات، کلوخه بودن ذرات، زبری آئرودینامیکی و خود سرعت باد بستگی دارد. سرعت آستانه حداقل سرعت مورد نیاز برای شروع حرکت ذرات خاک است. برای مثال، در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری از سطح زمین، سرعت آستانه برای دانه‌های کوچک خاک، با قطر بین ۰/۱ تا ۰/۱۵ میلی‌متر، ۱۲ تا ۱۴ متر در ساعت است. نیروی فرسایشی باد باعث جدا شدن دانه‌های ریز خاک از سطوح خاک می‌شود. هنگامی که این ذرات توسط باد بلند می‌شوند و متعاقباً به سطح برخورد می‌کنند، ممکن است باعث جدا شدن دانه‌های بیشتری از خاکدانه‌ها شوند (Shao, 2008).

۲)انتقال ذرات خاک(تعلیق، جهش و خزش سطحی): انتقال رسوب زمانی اتفاق می‌افتد که ذرات خاک توسط جریان هوا بلند شده و در ارتفاعات مختلف بالای سطح زمین حرکت می‌کنند و اغلب با ذرات دیگر برخورد می‌کنند. بسته به اندازه و وزن ذرات خاک، انرژی مورد نیاز برای شل کردن و انتقال ذرات متفاوت است و بادهای قوی‌تر ذرات سنگین‌تر را حمل می‌کنند. ذرات خاک فرسایش یافته از طریق سه نوع حرکت مختلف در امتداد سطح حرکت می‌کنند: خزش سطحی، جهش و تعلیق

خزش سطحی: ذراتی با قطر بین ۰/۵ میلی‌متر تا ۱ میلی‌متر، برای بلند شدن و حمل شدن در هوا بسیار بزرگ هستند و بنابراین توسط فرآیند خزش سطحی جابجا می‌شوند. در این فرآیند، ذرات برای انتقال انرژی دریافت می‌کنند.

جهش: بخش بزرگی از ذرات خاک با اندازه متوسط (با قطر ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر) در فرسایش بادی توسط پدیده جهش منتقل می‌شوند .چنین ذراتی از سطح جدا شده و در هوا منتشر می‌شوند، سپس به صورت افقی در سراسر بستر پخش می‌شوند، اما به دلیل وزنشان نمی‌توانند معلق شوند. هرچه دانه‌ها بالاتر بپرند، انرژی بیشتری از باد می‌گیرند. به‌دلیل این انرژی ناشی از باد، برخورد دانه‌های جهش‌یافته، حرکت دانه‌های بزرگتر و ذرات گرد و غبار کوچکتر را آغاز می‌کند که می‌توانند در هوا معلق شده و مسافت‌های زیادی را طی کنند. دانه‌های جهش‌یافته با کلوخه‌ها برخورد کرده و باعث تجزیه آنها می‌شوند و زبری را کاهش می‌دهند. مواد حمل شده در حالت جهش می‌توانند با شکستن ذرات بزرگتر و پوسته‌ها به قطعات کوچکتر به سطح خاک آسیب برسانند. جهش همچنین به گیاهان جوان آسیب می‌رساند و بقای آنها را تهدید می‌کند و پوشش گیاهی را نیز می‌سازد. ذرات جهش‌یافته تا زمانی که سرعت باد کم شود یا در مناطق محافظت‌شده به دام بیفتند، به حرکت خود ادامه می‌دهند.

تعلیق : زمانی اتفاق می‌افتد که ذرات گرد و غبار بسیار ریز (با قطر کمتر از ۰/۱ میلی‌متر) مانند ذرات بسیار ریز سیلت و رس و مواد آلی از طریق باد یا سایر ذرات به هوا بلند شوند (Lyles, 1988). این ذرات می‌توانند به ارتفاعات بالا برسند و ممکن است برای مدت طولانی در جو بمانند و مسافت‌های طولانی را طی کنند تا زمانی که سرعت باد کاهش یابد یا توسط باران شسته شوند (Gillette, 1978). این ذرات به عنوان PM10 شناخته می‌شوند که ذرات معلق با اندازه آئرودینامیکی کمتر از ۱۰ میکرومتر یا کوچکتر هستند.

۳)رسوب‌گذاری: با کاهش سرعت باد، ذرات خاک رسوب می‌کنند. رسوب‌گذاری در مزرعه معمولاً در شیارها یا مناطق دارای پوشش گیاهی رخ می‌دهد (Clow et al., 2016; Suter-Burri et al., 2013). رسوب‌گذاری همچنین در امتداد لبه مزارع در جوی‌ها، ردیف‌های حصار، پوشش گیاهی یا موانعی مانند بادشکن‌ها رخ می‌دهد. رسوب‌گذاری ذرات بسیار ریز، ممکن است تا زمانی که ذرات، صدها یا هزاران کیلومتر مسافت طی نکرده باشند، رخ ندهد. با ادامه رسوب‌گذاری، مانع اصلی با مواد رسوب‌گذاری شده توسط باد دفن می‌شود و بزرگتر می‌شود و در نتیجه تپه‌ها تشکیل می‌شوند.

فرسایش بادی در سالهای اخیر در اثر برخی فعالیتهای بشر همچون برداشت بیش از حد پوشش گیاهی، سیستم‌های تک‌کشتی، جنگل‌زدایی، چرای بیش از حد مراتع، رها کردن زمین‌های کشاورزی یا رها کردن زمین‌های کشت شده برای مدت طولانی به صورت آیش و همچنین در اثر پدیده تغییر اقلیم که موجب کاهش بارندگی، افزایش دما و نابودی پوشش گیاهی شده افزایش یافته است (Chen et al., 2014; He et al., 2006) به نحوی که در کشور ما حدود 22 استان که در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده‌اند با معضل گرد خاک ناشی از فرسایش بادی روبرو هستند. استان خوزستان،کرمان و سیستان و بلوچستان از جمله استانهای درگیر با این مشکل می‌باشند. استان خوزستان به دلیل همجوار بودن با پهنه‌های وسیع بیابانی به‌طور مکرر در معرض گرد و غبارهای شدید قرار داشته و در پژوهشی روش‌های پیشگیری از آثار پدیده گرد و غبار با استفاده از مدل AHP در این استان وزن دهی شدند. خانچی و همکاران(۱۳۹۰) با بررسی وضع آلاینده های هوای کرمان به این نتیجه رسیدند گرد و غبار در این استان نیز روند افزایشی دارد. تحلیل تغییرات روند وقوع پدیده گرد وغبار در استان سیستان و بلوچستان نشان داده است که فراوانی طوفان‌های گرد و غبار در دوره گرم سال و در قسمت‌های شمالی و جنوبی استان بیشتر است.

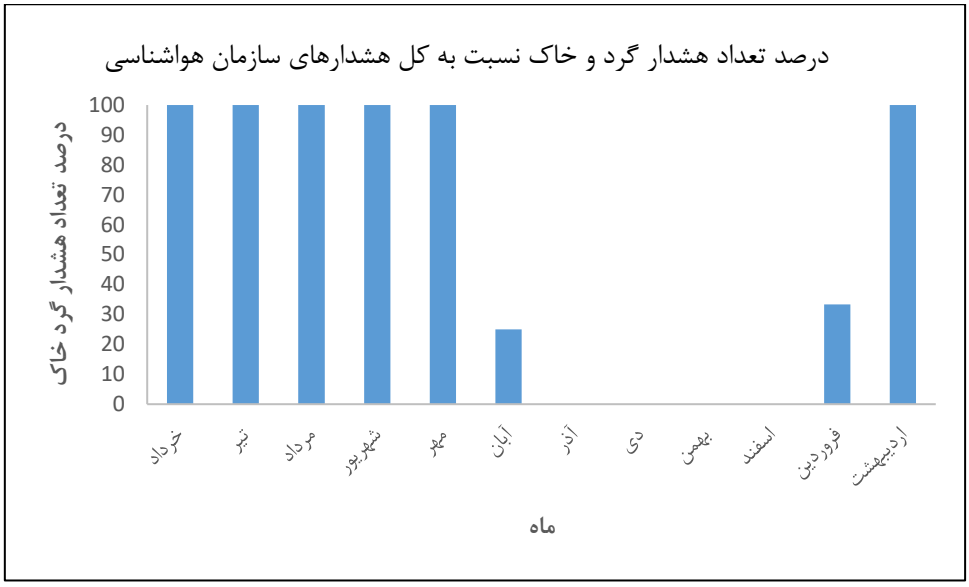
توفان‌های گرد و خاک ناشی از فرسایش بادی از جنبه های گوناگون دارای اثرات مخرب مستقیم و غیر مستقیم می‌باشد که بایستی مورد توجه قرار گیرند. از جمله اثرات مستقیم آسیب به ساختمانها، اثر بر سلامت انسانها با ایجاد بیماریهای ریوی و از جمله اثرات غیر مستقیم می‌توان به تأثیر مخرب بر آب و هوای منطقه‌ای از طریق تغییر شرایط ابرها همچون مقدار، تراکم و قطر قطرات ابر (رایگانی و همکاران،2020) اشاره نمود. تحقیقات اخیر نشان داده است توفان‌های گردوخاک رخ داده در چند سال اخیر از نظر ویژگیهایی همچون غلظت، اندازه ذرات معلق و تداوم دوره زمانی از موارد مشابه قبلی متفاوت است، به طوری که در سالهای گذشته معمولا متوسط سالانه رخداد گرد و غبار ۱۵ روز یا کمتر بوده و حال آنکه در حال حاضر حدود ۱۰۰روز یا بیشتر هم گزارش شده است (رهنما و همکاران،۱۴۰۲). در این تحقیق هدف آن است که وضعیت هشدارهای توفانهای گرد و خاک که از سوی سازمان هواشناسی اعلام شده است در بازه زمانی ۱۴۰۴-۱۴۰۳ مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه، استان قم با وسعت ۱۱۲۳۸ کیلومتر مربع می‌باشد که در بین مختصات جغرافیایی ۵۰ درجه و ۶دقیقه تا۵۱ درجه و ۵۸ دقیقه طول شرقی نسبت به نصف النهار گرینویچ و ۳۴درجه و ۹ دقیقه تا ۳۵ درجه و۱۱ دقیقه عرض شمالی نسبت به خط استوا واقع شده و دارای اقلیم خشک و نیمه خشک است. در این تحقیق به‌منظور بررسی اهمیت فرسایش بادی، میزان هشدارهای گرد و خاک اعلام شده از سوی سازمان هواشناسی از خرداد سال ۱۴۰۳ تا پایان اردیبهشت سال ۱۴۰۴ مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است(بی‌نام،۱۴۰۴). در این راستا تعداد هشدارهای سازمان هواشناسی در هر ماه و هشدارهایی که مربوط به گرد و خاک موجود در هوا بوده استخراج شده و نسبت آنها مورد محاسبه قرار گرفته است. با توجه به آنکه برخی از هشدارهای هواشناسی برای بیش از یک روز (چند روز متوالی) صورت پذیرفته است، لذا تعداد روزهای هشدار گرد و خاک در هر ماه نیز محاسبه گردید. همچنین میانگین دمای ماهانه در سال مورد نظر استخراج گردیده و دمای بالاتر از ۲۰ درجه به‌عنوان ماههای گرم و کمتر از آن به‌عنوان ماههای سرد در نظر گرفته شده و با استفاده از نرم افزار spss و آزمون آماری t مستقل، فرض برابری وقوع گرد و خاک در ماههای گرم و سرد و آزمون ضریب همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار گرفته است.

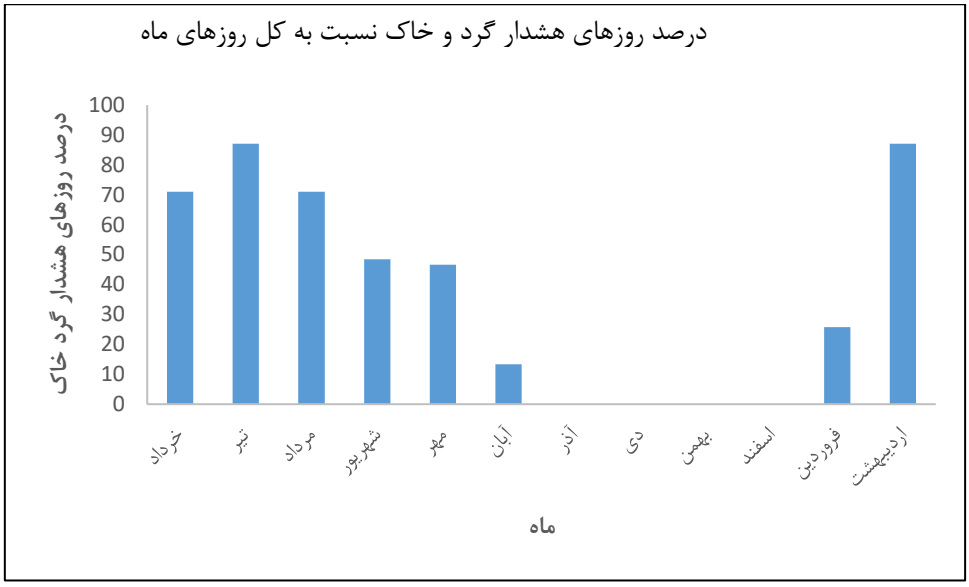
نتایج و بحث

همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است در ماههای اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر، ۱۰۰ درصد هشدارهای سازمان هواشناسی استان قم مربوط به وزش بادهای شدید و گرد و خاک می‌باشد و حال آنکه در ماه آبان، ۲۵ درصد هشدارها مربوط به وزش باد و گرد و خاک در منطقه است. در ماههای آذر، دی، بهمن و اسفند هشداری مبنی بر گرد و خاک در سطح استان مشاهده نشده است که دلیل آن کاهش دما و افزایش رطوبت سطح خاک می‌باشد . این هشدار در ماه فروردین با افزایش دمای هوا و کاهش رطوبت خاک به میزان ۳۳/۳۳ درصد افزایش یافته است.



شکل ۱. درصد تعداد هشدار گرد و خاک نسبت به کل هشدارهای سازمان هواشناسی در استان

با توجه به این‌که هر یک از هشدارهای هواشناسی در برگیرنده یک یا چند روز از ماه می‌باشد از این‌رو در شکل ۲، درصد تعداد روزهایی که در هر ماه هشدار گرد و خاک وجود دارد نسبت به کل تعداد روزهای ماه مورد نظر نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل۲ مشخص است، در ماههای خرداد، تیر، مرداد، شهریور، مهر و آبان به ترتیب ۷۰/۹۷، ۸۷/۱۰، ۷۰/۹۷ ، ۴۸/۳۹، ۴۶/۶۷ ، ۱۳/۳۳ از روزهای ماه هشدار گرد و خاک اعلام شده است و در ماههای آذر، دی و بهمن و اسفند درصد تعداد روزهای هشدار گرد و خاک به صفر رسیده و مجددا در ماههای فروردین و اردیبهشت روزهای هشدار گرد و خاک به ۲۵/۸۱ و ۸۷/۱۰ درصد افزایش یافته است. نتیجه آزمون آماری t مستقل مقدار sig=0 را در سطح اعتماد ۰/۰۱ نشان داد که به این معناست که رابطه تعداد هشدارهای گرد و خاک با فصل وقوع گرد و خاک معنار می‌باشد. همچنین نتیجه ضریب همبستگی پیرسون بین فصل وقوع گرد و خاک و تعداد هشدارها با دارا بودن مقدار sig=0 در سطح اعتماد ۰/۰۱ معنادار بودن رابطه را نشان داد و مقدار این ضریب ۰/۹۱۳ می‌باشد (شکل ۳).



شکل۲. درصد روزهای هشدار گرد و خاک نسبت به کل روزهای ماه

		هشدار گرد و خاک	فصل
هشدار	همبستگی پیرسون	۱	۰/۹۱۳
	Sig. (دو طرفه بودن)		۰
	تعداد	۱۲	۱۲
فصل	همبستگی پیرسون	۰/۹۱۳	۱
	Sig. (دو طرفه بودن)	۰۰	
	تعداد	۱۲	۱۲

شکل۲. نتایج آمون همبستگی پیرسون

نتیجه‌گیری

مخاطرات طبیعی در مناطق مختلف کرۀ زمین دارای اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر روی موجودات زنده و غیرزنده می‌باشد (سبحانی و همکاران،۱۳۹۸). یکی از این مخاطرات طبیعی، فرسایش بادی است که منجر به توفانهای گرد و خاک و خسارات مالی و جانی می‌شود. از جمله خسارتهای منتجه از این فرآیند، کاهش حاصلخیزی خاک و از دست رفت برخی از اجزای خاک

همچون رس و مواد آلی می‌باشد که در نهایت موجب عدم امکان رشد پوشش گیاهی و بیابان زایی می‌شود. پس می‌توان اذعان نمود که با افزایش شدت فرسایش بادی، ذخایر خاک و دیگر منابع زیست محیطی با خطرات جدی مواجه خواهد شد. لذا در این تحقیق تعداد هشدارهای سازمان هواشناسی و همچنین تعداد روزهای وقوع گرد و خاک در استان قم مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در هشت ماه از دوازده ماه سال مورد بررسی، هشدار گرد و خاک از سوی سازمان هواشناسی استان قم اعلام گردیده است و در ۱۳۹ روز سال یا به عبارتی ۳۷/۹۷ درصد روزهای سال مورد بررسی، نگرانی از وقوع توفان گرد و خاک و پیامدهای حاصل از آن در سطح استان وجود داشته است.

این استان که در، اقلیم خشک و نیمه خشک واقع شده است به‌دلیل کمبود پوشش گیاهی در سطح خاک، کمبود میزان بارش، بالا بودن میزان تبخیر از سطح خاک و همچنین وزش بادهای با سرعت بالا (به‌عنوان مثال چهارم تیر ماه ۱۴۰۳ سرعت باد ۹۳/۶ کیلومتر بر ساعت بوده است) دارای شرایط وقوع گرد و خاک می‌باشد و تجزیه و تحلیل آمار هشدارهای اعلام شده از سوی سازمان هواشناسی نیز بیان‌گر آن است که برای مقابله با این پدیده بایستی راهکارهای کوتاه مدت و بلند مدت که حساسیت خاک به فرسایش و سرعت باد را کاهش دهد مد نظر قرار گیرد. امروزه از روش‌های گوناگون و متنوعی شامل روش‌های تثبیت زیستی، فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی و روش‌های نوین با مصالح مدرن برای تثبیت خاک استفاده می‌شود که انتخاب روش مناسب بایستی بر اساس شرایط منطقه و توجیه اقتصادی صورت پذیرد.

فهرست منابع

۱. باهک، ب.؛ (۱۳۹۷). تحلیل فضایی روند وقوع پدیده گرد و غبار در استان سیستان و بلوچستان با روش‌های آماری. فصلنامه جغرافیا (برنامه‌ریزی منطقه‌ای), ۸(۳۱), ۹۷-۱۰۹.

۲. برنا،ر.؛ (۱۳۹۷). ارزیابی پدیده گرد و غبار و رتبه بندی روش های پیشگیری از آثار آن در استان خوزستان. فصلنامه علمی-پژوهشی اطلاعات جغرافیایی «سپهر»، ۲۷(۱۰۸): ۱۹۷-۲۱۰.

۳. بی‌نام،بولتن ماهانه،(۱۴۰۴). اداره کل هواشناسی استان قم https://www.ghommet.ir/

۴. خانچی، ن.؛ منصوری،ف.؛ راننده،ک.؛ (۱۳۹۰). بررسی ارتباط میان آلودگی هوا و مرگ در اثر بیماریهای تنفسی در کرمان،چهاردهمین همایش ملی بهداشت محیط

۵. سبحانی،ب.؛ صفریان،و.، فیض اله زاده،س.، (۱۳۹۸).مدل سازی و پیش بینی گردو غبار در غرب ایران. پژوهش های جغرافیای طبیعی،۵۲(۱):۱۷-۲.

۶. رهنما، م.، صحت، س.، کرمی،س.، رنجبر، ع.، خدام،ن. (۱۴۰۲). بررسی گسیل گردوخاک ناشی از فرسایش بادی در استان هرمزگان. مجله نیوار،۴۷(۱۲۰-۱۲۱): ۳۷-۵۶ .

7. Rayegani, B., Barati, S., Goshtasb, H., Gachpaz, S., Ramezani, J., Sarkheil, H., (2020). Sand and dust storm sources identification: A remote sensing approach, Ecological Indicators, Volume 112,106099, ISSN 1470- 160X,
8. Jarrah, M., Mayel, S., Tatarko, J., Funk, R., & Kuka, K. (2020). A review of wind erosion models: Data requirements, processes, and validity. Catena, 187, 104388.
9. Weinan, C., Fryrear, D.W., 1996. Grain-size distributions of wind-eroded material above a flat bare soil. Phys. Geography 17, 554–584.
10. Shao, Y., 2008. Physics and modelling of wind erosion. Springer Science & Business Media.
11. Lyles, L., 1988. 4. Basic wind erosion processes. Agric. Ecosyst. Environ. 22, 91–101.

12. Merritt, W.S., Letcher, R.A., Jakeman, A.J., 2003. A review of erosion and sediment transport models. Environ. Modell. Software 18, 761–799.
13. Gillette, D., 1978. A wind tunnel simulation of the erosion of soil: Effect of soil texture, sandblasting, wind speed, and soil consolidation on dust production. Atmos. Environ.(1967) 1735–1743.
14. Clow, D.W., Williams, M.W., Schuster, P.F., 2016. Increasing aeolian dust deposition to snowpacks in the Rocky Mountains inferred from snowpack, wet deposition, and aerosol chemistry. Atmos. Environ. 146, 183–194.
15. Suter-Burri, K., Gromke, C., Leonard, K.C., Graf, F., 2013. Spatial patterns of Aeolian sediment deposition in vegetation canopies: Observations from wind tunnel experiments using colored sand. Aeolian Res. 8, 65–73.
16. Chen, L., Gao, J., Ji, Y., Bai, Z., Shi, S., Liu, H., 2014. Effects of particulate matter of various sizes derived from suburban farmland, woodland and grassland on air quality of the central district in Tianjin. China. Aerosol Air Quality Res. 14, 829–839.
17. He, X., Zhou, J., Zhang, X., Tang, K., 2006. Soil erosion response to climatic change and human activity during the Quaternary on the Loess Plateau, China. Reg. Environ.Change 6, 62–70.

The status of dust storms (Case study: Qom Province)

Elham Forootan[1]

[1] Assistant professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran. e.forotan@pnu.ac.ir

Abstract

Wind erosion, which affects more than one-third of the Earth's surface, is a natural process that occurs mainly in arid climates, under conditions of high wind speed, and in soils with little vegetation. Dust storms caused by wind erosion have destructive effects in various aspects and should be considered. Therefore, the aim of this study is to examine the status of dust storm warnings announced by the Meteorological Organization in the period 1403-1404. The results of this study show that dust warnings were announced in Qom province in eight months of the year under the studied period, and the concerns about dust storms and their consequences existed at the province in 37.97 percent of the days of the year. So, the strategies to deal with this phenomenon should be considered.

Keywords: Wind erosion, Soil moisture, Sediment, Qom province.

✉ElhamForootan
e.forotan@pnu.ac.ir
[1] Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran