

بررسی تأثیر سرعت باد و توزیع اندازه ذرات خاک بر فرآیندهای حمل رسوب ناشی از فرسایش بادی

مجید محمودآبادی^۱، استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
سمیرا زمانی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۱۱/۰۱

دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۷/۰۹

چکیده

فرسایش بادی یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تخریب اراضی است که مشکلات قابل توجهی را به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک به وجود ارائه است. شناخت توزیع اندازه ذرات رسوب و همچنین فرآیندهای حمل ذرات، اهمیت زیادی در مدل‌سازی فرسایش بادی دارد. پژوهش حاضر به بررسی این موضوع بر روی دو نوع خاک با توزیع اندازه ذرات متفاوت که از اراضی زراعی و تپه ماسه‌ای نمونه‌برداری شده، با استفاده از آزمایش تونل باد، پرداخته است. نتایج حاصل، نشان داد اندازه ذرات رسوب بادرفت در مقایسه با اندازه ذرات خاک‌های مورد مطالعه، در همه سرعت‌های باد مورد بررسی، دارای اندازه ریزتری است. این موضوع نشان از یک حالت انتخاب‌پذیری در فرسایش ذرات ریز از سطح این خاک‌ها دارد. همچنین، مشخص شد در خاک زراعی، با افزایش سرعت باد از دو به ۱۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری، توزیع اندازه ذرات رسوب به سمت خاک اصلی میل می‌کند. این روند در خاک ماسه‌ای برعکس بود و با افزایش سرعت باد، فراوانی ذرات ریز در مقایسه با خاک اصلی افزایش یافت. همچنین، نتایج بررسی فرآیندهای حمل ذرات نشان داد که در هر دو نوع خاک، خزش اهمیت کمتری نسبت به دو فرآیند جهش و تعلیق در انتقال ذرات دارد. سهم این فرآیند در انتقال ذرات خاک‌های زراعی و ماسه‌ای، به ترتیب کمتر از ۱۰ و یک درصد تعیین شد. در خاک زراعی در سرعت دو متر بر ثانیه، انتقال ذرات به صورت تعلیق اهمیت بیشتری داشت و بسته به توزیع اندازه ذرات خاک، ۶۱/۱ تا ۶۸/۵ درصد ذرات به صورت تعلیق منتقل شد. این درحالی بود که با افزایش سرعت باد به ۱۸ متر بر ثانیه، جهش با ۵۰/۴ تا ۵۳/۸ درصد، فرآیند غالب حمل ذرات این خاک معرفی شد. در خاک ماسه‌ای در سرعت کم باد، عمده ذرات (۵۹/۳ درصد) به صورت جهش منتقل شد، ولی با افزایش سرعت، اهمیت تعلیق بیشتر شد و ۵۵/۳ درصد ذرات از این طریق منتقل شد. نتایج پژوهش حاضر نشان از اهمیت توزیع اندازه ذرات خاک بر توزیع اندازه رسوب و همچنین، فرآیندهای حمل آن دارد.

واژه‌های کلیدی: تونل باد، سرعت باد، رسوب، فرسایش‌پذیری خاک، مناطق خشک و نیمه‌خشک

مقدمه

به دلیل قرارگرفتن فلات ایران بر روی کمربند خشک نیم‌کره شمالی (میرزا مصطفی و همکاران، ۱۳۸۷)، ۳۴/۸ درصد از مساحت آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک در بر گرفته است (فتاحی و همکاران، ۱۳۸۹). در چنین شرایط اقلیمی به دلیل عواملی نظیر بارندگی کم، درجه حرارت بالا، فقر پوشش گیاهی (رفاهی، ۱۳۸۳؛ میری و همکاران، ۱۳۸۷)، بادهای شدید و سطوح هموار (Skidmore، ۲۰۰۰؛ Liu و همکاران، ۲۰۰۷؛ Hagen و همکاران، ۲۰۱۰) زمینه برای وقوع فرسایش بادی در بسیاری از حوزه‌های آبخیز ایران فراهم شده است. این درحالی است که علاوه بر عوامل یاد شده، مدیریت نامناسب حوزه آبخیز نیز پتانسیل تخریب ناشی از فرسایش بادی را افزایش داده (Diaz-Nigenda و

^۱ نویسنده مسئول: mahmoodabadi@mail.uk.ac.ir

همکاران، ۲۰۱۰) و روز به روز بر شدت و وسعت آن افزوده می‌شود. گواه این مطلب وجود تپه‌های ماسه‌ای عظیم در حوضه‌های بادخیز کشور است که هر ساله حجم زیادی از رسوبات به شکل ماسه‌های روان به وسیله باد منتقل می‌شوند. فرسایش بادی به‌عنوان یکی از جنبه‌های تخریب اراضی مطرح بوده و مشکلات جدی در بسیاری از نقاط دنیا از جمله ایران به وجود ارائه است.

از پیامدهای مهم این نوع فرسایش می‌توان به افت کیفیت هوا (Vermeire و همکاران، ۲۰۰۵)، تشکیل طوفان‌های گرد و غبار و ریزگردها به‌ویژه در مناطق خشک (Zobeck و Van Pelt، ۲۰۰۶؛ Diaz-Nigenda و همکاران، ۲۰۱۰)، کاهش میدان دید و استهلاک ماشین‌آلات صنعتی (Hagen و همکاران، ۲۰۱۰)، تخریب ساختمان خاک (Zhao و همکاران، ۲۰۰۶)، تخلیه ذرات حاصلخیز خاک (Gomez و همکاران، ۲۰۰۳) و در نهایت حرکت ماسه‌های روان اشاره کرد. به‌رغم مطالعات انجام شده در زمینه فرسایش بادی در حوضه‌های کشور، جنبه‌های متعددی مورد مطالعه قرار نگرفته است. مهار فرسایش بادی زمانی موثر خواهد بود که شناخت کافی در خصوص عوامل موثر بر آن وجود داشته باشد (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). از این‌رو، لازم است در مورد نحوه و فرآیند برداشت ذرات خاک و رسوب به‌وسیله باد، قدرت فرساینده‌گی باد و فرسایش‌پذیری خاک مطالعه بیشتری صورت گیرد (رفاهی، ۱۳۸۳). بنابراین، شناسایی عوامل موثر بر فرسایش بادی و همچنین، فرآیندهای مرتبط با آن می‌تواند تا حد زیادی در ارائه راهکار و مهار این پدیده مخرب راهگشا باشد (Lopez و همکاران، ۲۰۰۷).

اندازه‌گیری شدت فرسایش بادی و عوامل موثر بر آن در شرایط طبیعی آبخیز همواره مشکل و هزینه‌بر بوده است (Lopez، ۱۹۹۸؛ هاشمی و همکاران، ۱۳۸۹). از این‌رو، استفاده از تونل باد به‌عنوان یکی از روش‌های جایگزین قابل اجرا مورد توجه محققان قرار گرفته است (اختصاصی، ۱۳۷۲؛ عظیم‌زاده و اختصاصی، ۱۳۸۲؛ محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). با استفاده از تونل باد می‌توان تاثیر سرعت باد و خصوصیات خاک و همچنین، فرآیندهای حمل ذرات را در شرایط کنترل شده مورد بررسی قرار داد (Burri و همکاران، ۲۰۱۱). با استفاده از این دستگاه علاوه بر امکان بررسی فرآیند حرکت ذرات در شروع فرسایش، این امکان فراهم است تا سرعت‌های مختلف باد را که در طبیعت قابل کنترل نیست، با دقت قابل قبول شبیه‌سازی نمود (Stout و Zobeck، ۱۹۹۶؛ Kohake و همکاران، ۲۰۰۹).

از دیدگاه فرآیندی، فرسایش بادی شامل سه فرآیند برداشت، انتقال و رسوب‌گذاری ذرات بوده و بستگی به دو عامل فرساینده‌گی باد (Pei و Zhao، ۲۰۱۰) و فرسایش‌پذیری خاک دارد (Gomez و همکاران، ۲۰۰۳). در حقیقت، نیروی فرساینده ناشی از سرعت باد، باعث ایجاد مکش و بالا کشیدن ذرات از سطح خاک می‌شود. اگر برآیند این نیروها بیش از نیروی هم‌چسبی و اصطکاک بین ذرات خاک باشد، ذرات از محل اولیه خود جدا شده و در این صورت وقوع فرسایش حتمی است (King، ۲۰۰۶). علاوه بر سرعت باد، خصوصیات خاک نیز شدت فرسایش بادی را کنترل می‌کنند. یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر فرسایش‌پذیری خاک، توزیع اندازه ذرات و خاک‌دانه‌های موجود در سطح است (Buschiazzo و Calzo، ۲۰۱۰؛ محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). بدیهی است شناخت شرایط خاک سطحی به‌ویژه از نظر عامل زبری، در مدل‌سازی فرسایش بادی امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد (Zobeck و Van Pelt، ۲۰۰۴). براین‌اساس، برخی محققان با استفاده از توزیع اندازه ذرات به تخمین ذرات قابل فرسایش خاک پرداخته‌اند (Kohake و همکاران، ۲۰۰۹؛ Hagen و همکاران، ۲۰۱۰).

یکی از مباحث مهم در فرسایش خاک، فرآیندهای حمل ذرات به‌وسیله باد است. شناخت این فرآیندها علاوه بر درک بهتر فرآیند فرسایش، در مدل‌سازی انتقال عناصر غذایی و عوامل آلاینده حوضه کاربرد دارد (Abuodha، ۲۰۰۳؛ Shi و همکاران، ۲۰۱۲). ارتباط نزدیکی بین توزیع اندازه ذرات رسوب و خاک (Goossens، ۲۰۰۷) و همچنین، فرآیندهای حمل ذرات وجود دارد (Sun و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به توزیع اندازه ذرات رسوب، فرآیندهای انتقال ذرات شامل خزش، جهش و تعلیق است که در منابع برای هر یک از آن‌ها دامنه‌ای از اندازه ذرات ارائه شده است. Hagen (۲۰۱۰) برای فرآیندهای خزش، جهش و تعلیق، به‌ترتیب دامنه اندازه ۰/۸ تا دو میلی‌متر، ۰/۱ تا ۰/۸ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۰/۱ میلی‌متر و همچنین رفاهی (۱۳۸۳) به‌ترتیب دامنه اندازه ۰/۵ تا دو میلی‌متر، ۰/۵ تا ۰/۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۰/۵ میلی‌متر را گزارش کرده‌اند. اهمیت فرآیندهای انتقال ذرات چنان است که برخی محققان آغاز

فرسایش را زمانی می‌دانند که ظرفیت حمل برای حرکت خزشی و جهشی ذرات مناسب باشد (Hagen, 2010). از آنجا که درصد قابل توجهی از ذرات به صورت بار جهش منتقل شده و همچنین، ذرات فرسایش‌پذیر در دامنه اندازه ذرات بار جهش قرار می‌گیرند، لذا این فرآیند حمل، اهمیت بیشتری نسبت به بار معلق و خزش دارد (رفاهی، ۱۳۸۳؛ Sterk, 2000؛ Visser و همکاران، 2004). با وجود تحقیقات انجام شده تاکنون، مطالعه فرآیندهای حمل رسوبات بادی هنوز به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مباحث در زمینه فرسایش بادی مطرح می‌باشد (Basaran و همکاران، 2011). در تحقیقات گذشته تأثیر توام سرعت باد و توزیع اندازه ذرات بر فرآیندهای حمل ذرات، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر این، با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و لزوم بررسی در این زمینه، این پژوهش به مطالعه توزیع اندازه ذرات رسوب و بررسی فرآیندهای حمل ذرات، با استفاده از دستگاه تونل باد پرداخته است.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری و آنالیز خصوصیات خاک‌ها: به‌منظور انجام آزمایش‌ها، نمونه‌برداری از دو خاک با توزیع اندازه ذرات متفاوت انجام شد. نمونه اول از تپه ماسه‌ای و نمونه دیگر از اراضی زراعی واقع در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان با مختصات جغرافیایی، به طول ۵۷ درجه و ۶ دقیقه شرقی و به عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۱۴ دقیقه شمالی تهیه شد. از این پس از این دو خاک به ترتیب با اسامی خاک ماسه‌ای و زراعی نام برده می‌شود. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، در معرض هوا خشک شده و سپس بخشی از نمونه‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. در ادامه، برخی ویژگی‌های فیزیکی شامل بافت به‌روش هیدرومتری، توزیع اندازه ذرات ثانویه با استفاده از شیکر و سری الک در حالت خشک اندازه‌گیری شد (Page و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین، ویژگی‌های شیمیایی شامل pH گل اشباع با دستگاه pH سنج، EC عصاره اشباع با EC سنج، کربن آلی به‌روش Walkley و Black (۱۹۳۴) و آهک به‌روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد (Gautheyrou و Pansu, 2006).

آزمایش‌های شبیه‌سازی باد: آزمایش‌ها با استفاده از یک دستگاه تونل باد (دستگاه سنجش فرسایش بادی) موجود در آزمایشگاه فرسایش خاک دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. این دستگاه از سه قسمت اصلی شامل؛ مولد باد، سطح مورد آزمایش خاک و نمونه‌گیر رسوب (به طول ۱۰ متر) تشکیل شده است. این شبیه‌ساز قادر است سرعت‌های مختلف باد تا حداکثر ۲۰ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری را ایجاد نماید. همچنین، به‌منظور بررسی رفتار خاک مورد آزمایش در برابر سرعت‌های مختلف باد، از یک سینی به ابعاد ۴۰ در ۱۰۰ سانتی‌متر برای قرار دادن نمونه‌های خاک استفاده می‌شود. در قسمت انتهایی دستگاه، نمونه‌گیر رسوب متشکل از یک محفظه پلاستیکی دو جداره نصب شده که همراه با جریان رفت و برگشتی باد، ذرات رسوب در آن جمع‌آوری می‌شود (محمودآبادی و همکاران، ۱۳۹۰).

برای ایجاد خاک‌هایی با توزیع اندازه ذرات مختلف، خاک زراعی از الک‌های دو و ۱۰ میلی‌متر عبور داده و دو نمونه خاک زراعی با توزیع اندازه ذرات متفاوت (C_{10} و C_2) تهیه شد. همچنین، خاک ماسه‌ای به‌دلیل تک‌دانه‌ای بودن و نداشتن ساختمان، تنها از الک دو میلی‌متر عبور داده شد (S_2). بنابراین در نهایت، سه نمونه خاک با توزیع اندازه ذرات متفاوت تهیه شد. به‌منظور انجام آزمایش‌های تونل باد، هر نمونه به‌صورت جداگانه در سینی تونل ریخته و سطح آن تسطیح شد. سه سرعت باد شامل دو، نه و ۱۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری به مدت ۲/۵ دقیقه شبیه‌سازی شدند. در پایان هر آزمایش، رسوب تولیدی از محل نمونه‌گیر جمع‌آوری و توزین شد. براین‌اساس ترکیب‌های مختلف از سرعت باد (عامل فرساینده) و توزیع اندازه ذرات خاک (سطح فرسایش‌پذیر) ایجاد شد.

تعیین توزیع اندازه ذرات رسوب: برای بررسی فرآیندهای حمل ذرات با اندازه‌های مختلف، در پایان هر آزمایش توزیع اندازه رسوب جمع‌آوری شده، تعیین شد. به این منظور، از یک دستگاه شیکر الک و سری الک استاندارد استفاده شد. الک‌های مورد استفاده شامل؛ ۴/۷۵، ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵ و ۰/۱۲۵ میلی‌متر بود که به مدت دو دقیقه تکان داده شدند. براساس، جرم و همچنین، درصد جز ذرات مربوط به هر کلاس اندازه، توزیع اندازه ذرات در حالت خشک مشخص شد. با توجه به منابع موجود، سه فرآیند خزش، جهش و تعلیق به ترتیب بر مبنای درصد ذرات در سه کلاس اندازه ۰/۵ تا ۲ میلی‌متر، ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌متر و کوچک‌تر از ۰/۱ میلی‌متر، از یکدیگر تفکیک شدند.

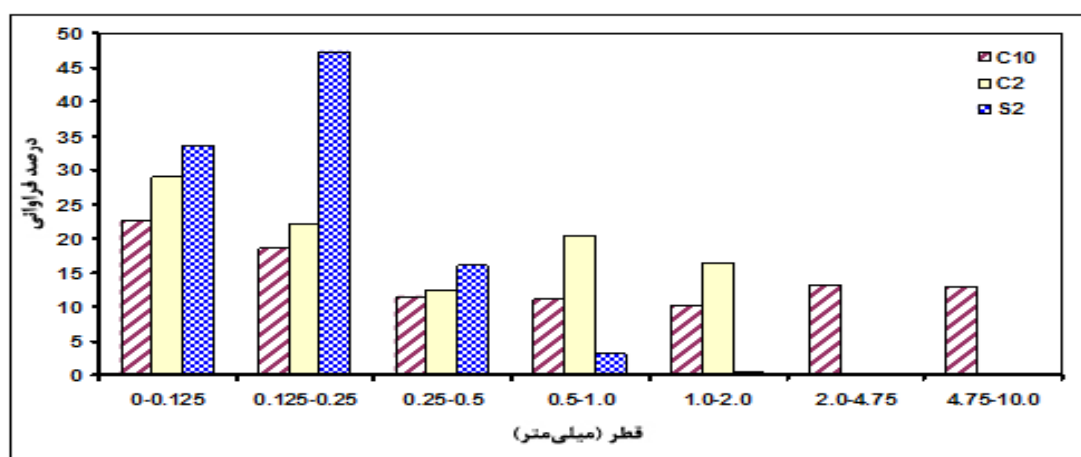
نتایج و بحث

خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سه نمونه خاک مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است. به‌طور کلی، خاک ماسه‌ای دارای بافت لوم رسی شنی و بافت خاک زراعی لوم رسی می‌باشد. میزان کربن آلی در خاک زراعی بیشتر از ماسه‌ای و در نمونه C₂ دو برابر C₁₀ است. همچنین، مقدار کربنات کلسیم معادل و هدایت الکتریکی در هر سه نمونه خاک قابل توجه می‌باشد. میانگین وزنی قطر (MWD) ذرات در هر سه نمونه کاملاً متفاوت بوده به‌نحوی که خاک زراعی به‌ویژه نمونه C₁₀ به‌دلیل خاک‌دانه‌سازی، ذرات ثانویه درشت‌تری دارد.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک مورد مطالعه

ویژگی	واحد	خاک زراعی (دو میلی‌متر)	خاک زراعی (۱۰ میلی‌متر)	خاک ماسه‌ای (دو میلی‌متر)
رس	درصد	۳۴/۴	۳۴/۴	۲۴
سیلت	درصد	۳۲	۳۲	۴/۳۶
شن	درصد	۳۳/۶	۳۳/۶	۷۱/۶
کربن آلی	درصد	۰/۸	۰/۴	۰/۳
کربنات کلسیم معادل	درصد	۲۱	۲۵	۱۹
میانگین وزنی قطر	میلی‌متر	۰/۵	۱/۷۳	۰/۲
pH	-	۸/۴۵	۸/۳۵	۸/۳۴
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۴/۱۹	۵/۷۷	۴/۴۵

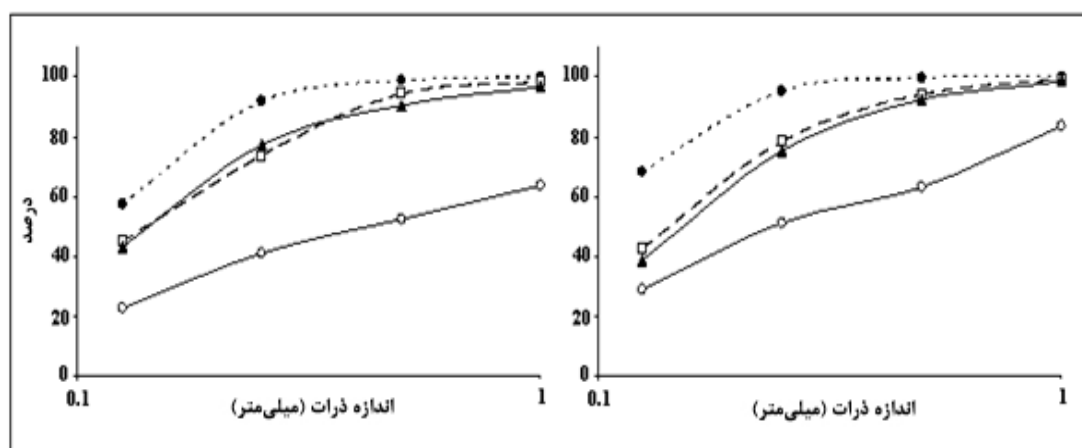
علاوه بر ویژگی‌های یاد شده، توزیع اندازه ذرات برای سه نمونه خاک در شکل ۱ نشان داده شده است. در خاک زراعی در نمونه‌های C₂ و C₁₀، کلاس اندازه کوچک‌تر از ۰/۱۲۵ میلی‌متر به‌ترتیب با ۲۹/۰ و ۲۲/۶ درصد بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است، درحالی‌که در خاک ماسه‌ای، ذرات با اندازه ۰/۱۲۵ تا ۰/۲۵ میلی‌متر با ۴۷/۲ درصد، فراوان‌ترین محسوب می‌شوند. همچنین، در سه نمونه C₂، C₁₀ و S₂ به‌ترتیب ۶۳/۴، ۵۲/۵ و ۹۶/۶ درصد ذرات ریزتر از ۰/۵ میلی‌متر می‌باشد که نشان از تفاوت بارز در توزیع اندازه ذرات سه نمونه خاک مورد مطالعه دارد. علاوه‌براین، حداکثر اندازه ذرات در سه نمونه متفاوت است و در مجموع، میانگین وزنی قطر (MWD) ذرات در سه نمونه C₂، C₁₀ و S₂ به‌ترتیب ۰/۵، ۱/۷۳ و ۰/۲ میلی‌متر است.



شکل ۱- توزیع اندازه ذرات خاک زراعی با حداکثر اندازه دو و ۱۰ میلی‌متر و خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه دو میلی‌متر در حالت خشک

توزیع اندازه ذرات رسوب: توزیع اندازه ذرات خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر (C₂) در مقایسه با رسوب ناشی از فرسایش آن برای سرعت‌های مختلف باد در شکل ۲ سمت راست، نشان داده شده است. نتایج نشان

می‌دهد که نسبت به ذرات این خاک، رسوب حاصل از آن در همه سرعت‌های باد، اندازه ریزتری دارد. این موضوع نشان از این مطلب دارد که در جدا شدن و انتقال ذرات از سطح این خاک، یک حالت انتخاب‌پذیری وجود داشته به نحوی که این گزینش در مورد ذرات ریزتر، بیشتر بوده است. از سویی، با افزایش سرعت باد از دو به ۱۸ متر بر ثانیه، توزیع اندازه ذرات رسوب به سمت خاک اصلی میل کرده هر چند هرگز مشابه آن نمی‌شود. درصد ذرات ریزتر از ۰/۵ میلی‌متر در نمونه خاک C₂ برابر با ۶۳ درصد است، درحالی‌که این درصدها در سرعت‌های دو، نه و ۱۸ متر بر ثانیه، به ترتیب برابر با ۹۹/۷، ۹۴/۱ و ۹۲/۶ درصد به دست آمد. توزیع اندازه ذرات رسوب اطلاعات قابل توجهی در خصوص نحوه حمل رسوب در اختیار ما قرار می‌دهد (Sun و همکاران، ۲۰۰۲). طبق نظر Shi و همکاران (۲۰۱۲)، یکی از دلایل تغییر در توزیع اندازه ذرات رسوب را می‌توان به انتخابی بودن فرآیند و در نتیجه قرار گرفتن ذرات در کلاس‌های اندازه ریزتر نسبت داد.

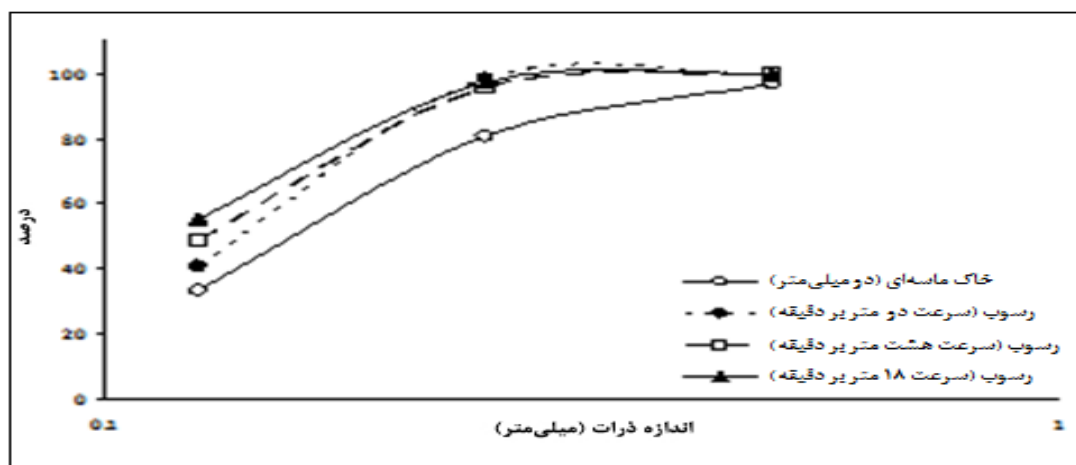


شکل ۲- توزیع اندازه ذرات خاک زراعی و رسوب حاصل از آن در سرعت‌های مختلف باد، حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر (سمت راست) و حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر (سمت چپ)

شکل ۲ سمت چپ، توزیع اندازه ذرات خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر (C₁₀) را در مقایسه با رسوب ناشی از فرسایش آن برای سرعت‌های مختلف باد نشان می‌دهد. هر چند در این خاک اندازه درشت‌ترین ذرات بزرگ‌تر از نمونه C₂ می‌باشد، با این وجود رسوب حاصل از نمونه خاک C₁₀ اندازه ریزتری نسبت به خود خاک در همه سرعت‌های باد نشان می‌دهد. انتخاب‌پذیری در فرسایش ذرات ریز به‌ویژه در سرعت کمتر باد نیز در این خاک قابل مشاهده بوده، به طوری‌که در سرعت‌های دو، نه و ۱۸ متر بر ثانیه، به ترتیب ۹۹/۲، ۹۴/۸ و ۹۰/۵ درصد ذرات رسوب در اندازه کوچک‌تر از ۰/۵ میلی‌متر قرار می‌گیرند درحالی‌که در خاک اصلی (C₁₀) این کلاس اندازه ۵۲/۵ درصد را به خود اختصاص داده است. به عبارتی، با افزایش سرعت باد توزیع اندازه ذرات رسوب به توزیع اندازه ذرات خاک اصلی سوق پیدا می‌کند.

علاوه بر خاک زراعی، توزیع اندازه ذرات خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر (S₂) در مقایسه با رسوب ناشی از فرسایش آن برای سرعت‌های مختلف باد در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در این خاک نیز اندازه ذرات رسوب نسبت به خاک در معرض فرسایش، ریزتر است. این موضوع نشان می‌دهد که در این خاک نیز در همه سرعت‌های مورد مطالعه، ذرات ریزتری نسبت به خاک اصلی فرسایش یافته است که خود نشان از یک حالت انتخاب‌پذیری دارد. برخلاف خاک زراعی در این خاک با افزایش سرعت باد، توزیع اندازه ذرات رسوب به‌ویژه ذرات ریز آن به جای تمایل به توزیع اندازه ذرات خاک اصلی، نسبت به آن افزایش یافته است. البته لازم به توضیح است که این وضعیت در مورد ذرات درشت مشاهده نشد و درصد این ذرات در سرعت‌های مختلف باد، مشابه است. نتایج نشان می‌دهد که در خاک ماسه‌ای برای سرعت‌های دو، نه و ۱۸ متر بر ثانیه، به ترتیب ۴۰/۷، ۴۸/۴ و ۵۵/۳ درصد

ذرات در کلاس اندازه کوچکتر از ۰/۱۲۵ میلی‌متر قرار می‌گیرد، درحالی‌که در نمونه خاک اصلی، ۳۳/۴ درصد ذرات در این کلاس می‌باشد.



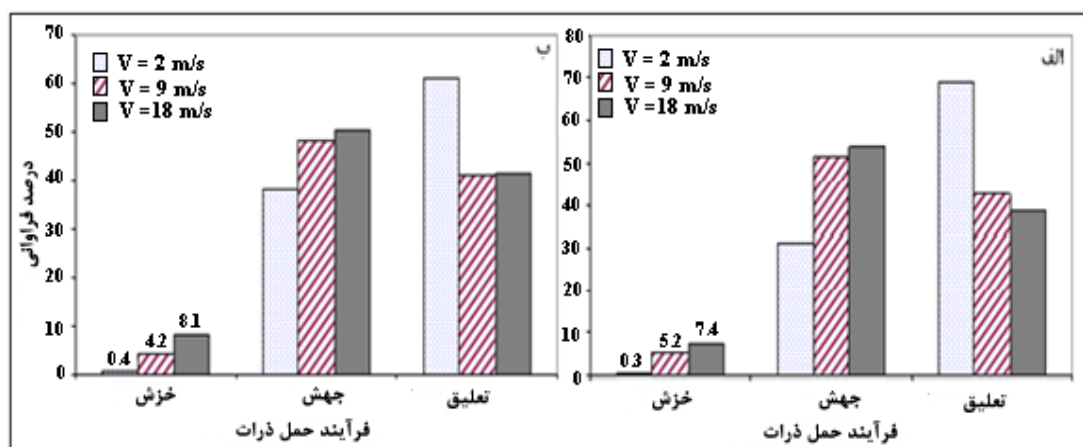
شکل ۳- توزیع اندازه ذرات خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر و رسوب حاصل از آن در سرعت‌های مختلف باد

نتایج همچنین، دلالت بر این دارند که اختلاف توزیع اندازه ذرات خاک و رسوب، در خاک ماسه‌ای کمتر از خاک زراعی است. فرسایش‌پذیری خاک در برابر وزش باد، حساسیت ذرات موجود در سطح آن در برابر جدا شدن است (Liu و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین، هر عاملی که باعث عرضه بیشتر ذرات از سطح به جریان باد شود، فرسایش‌پذیری را افزایش می‌دهد. یکی از عوامل مهم در این ارتباط، توزیع اندازه ذرات موجود در سطح خاک است که باعث ایجاد زبری سطح می‌شود (Van Donk و همکاران، ۲۰۰۳). از سویی، ذرات درشت به دلیل اندازه و جرم بیشتر در برابر جدا شدن مقاومت می‌کنند (Zhang و همکاران، ۲۰۰۴؛ Mackinnon و همکاران، ۲۰۰۴). این درحالی‌است که هر چه فراوانی ذرات ریز بیشتر باشد، درصد بیشتری از ذرات مستعد جدا شدن هستند (Shi و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به شکل ۱، توزیع اندازه ذرات خاک ماسه‌ای نسبت به دو نمونه خاک زراعی در کلاس‌های ریزتری قرار می‌گیرد. به عبارتی، اندازه ذرات در این خاک در دامنه محدودتری نسبت به خاک زراعی قرار دارد. این روند به نحوی در توزیع اندازه رسوب نیز نمود پیدا کرده است.

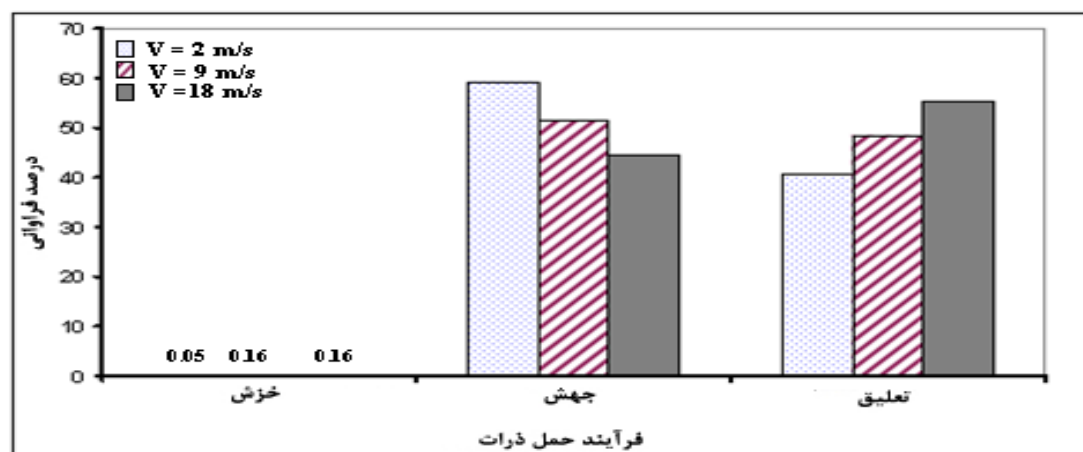
فرآیند حمل ذرات رسوب: در پژوهش حاضر علاوه بر توزیع اندازه ذرات رسوب، فرآیند حمل رسوب نیز مورد بررسی قرار گرفت. شکل ۴ الف، تأثیر سرعت باد بر فرآیندهای مختلف حمل ذرات رسوب حاصل از فرسایش خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر (C_2) نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، در این خاک و در همه سرعت‌های مورد مطالعه، خزش نسبت به دو فرآیند جهش و تعلیق، کمترین درصد ذرات رسوب را به خود اختصاص داده است. این‌که در این خاک جهش و یا تعلیق، کدام‌یک درصد بیشتری از انتقال ذرات را شامل می‌شود، بستگی به سرعت باد دارد. به عبارتی، در کمترین سرعت، تعلیق سهم بیشتری در انتقال ذرات داشته است درحالی‌که با افزایش سرعت به نه و همچنین ۱۸ متر بر ثانیه، فرآیند جهش غالب می‌شود. براین‌اساس می‌توان چنین عنوان کرد که در سرعت کمتر باد، به دلیل فرسایش کمتری باد در انتقال ذرات، ذرات ریزتری که سرعت آستانه کمتری دارند، بیشتر فرسایش می‌یابند. فرآیند حمل این ذرات به صورت تعلیق بوده و در رسوب تولیدی نیز این ذرات سهم بیشتری را (۶۸/۵ درصد) به خود اختصاص می‌دهند. جالب این‌که در این سرعت باد، تنها ۰/۳ درصد ذرات به صورت خزش منتقل می‌شوند.

فرآیند حمل ذرات در خاک ماسه‌ای (S_2)، متفاوت از خاک زراعی است. در شکل ۵ تأثیر سرعت‌های مختلف باد بر فرآیندهای مختلف حمل ذرات رسوب حاصل از فرسایش خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر (C_2)، نشان داده شده است. در این خاک، خزش نسبت به دو فرآیند دیگر سهم کمتری را به خود اختصاص داده تا جایی که نسبت به خاک زراعی نیز این فرآیند اهمیت کمتری دارد. در این خاک با افزایش سرعت باد، درصدی از ذرات که به صورت

جهش منتقل می‌شوند، کاهش یافته و در مقابل، سهم تعلیق افزایش نشان می‌دهد. در کمترین سرعت باد، جهش و تعلیق به ترتیب ۵۹/۳ و ۴۰/۷ درصد انتقال رسوب را به خود اختصاص داده حال آن‌که در بیشترین سرعت باد، این فرآیندها به ترتیب ۴۴/۵ و ۵۵/۳ درصد را در بر می‌گیرند. به عبارتی در این خاک و در بیشترین سرعت باد، فرآیند تعلیق اهمیت بیشتری نسبت به جهش دارد. این رفتار در مقایسه با خاک زراعی کاملاً متفاوت می‌باشد. این یافته با نتایج شکل‌های ۲ تا ۴ نیز قابل تأیید است چنان‌که با افزایش سرعت باد، تغییر در توزیع اندازه ذرات رسوب حاصل از خاک ماسه‌ای متفاوت از خاک زراعی است. این یافته بیان‌گر این مطلب است که توزیع اندازه ذرات خاک، علاوه بر توزیع اندازه ذرات رسوب بر فرآیند حمل ذرات، تاثیرگذار است.



شکل ۴- تغییر در فرآیند انتقال رسوب حاصل از فرسایش خاک زراعی در سرعت‌های مختلف باد، الف- با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر و ب- با حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر



شکل ۵- تغییر در فرآیند انتقال رسوب حاصل از فرسایش خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات دو میلی‌متر در سرعت‌های مختلف باد

در یک سرعت مشخص از باد، در ابتدا ذرات ریز به صورت انتخابی جدا می‌شوند. در این شرایط، دبی رسوب به شدت عرضه ذرات از سطح خاک به جریان باد بستگی دارد. Lopez (۱۹۹۸) علت اصلی کاهش فرسایش‌پذیری خاک با گذشت زمان را به تغییر در توزیع اندازه ذرات و عرضه محدود ذرات حساس از سطح مرتبط دانست. از نتایج پژوهش حاضر چنین می‌توان استنباط کرد که در خاک زراعی، فراهمی ذرات قابل جدا شدن و عرضه به جریان باد به دلیل فراوانی کمتر ذرات ریز نسبت به خاک ماسه‌ای با محدودیت مواجه می‌شود. به عبارتی، در این خاک و در سرعت کم باد، ذرات درشت کمتری قادر به حمل بوده (Zhang و همکاران، ۲۰۰۴؛ Mackinnon و همکاران، ۲۰۰۴) و لذا فراوانی ذرات ریز در رسوب بیشتر خواهد بود. این ذرات به دلیل ریزتر بودن تمایل بیشتری برای حمل از طریق تعلیق دارند.

با افزایش سرعت باد در خاک زراعی، هر چند عامل فرساینده تشدید می‌شود ولی با توجه به فراوانی کمتر ذرات ریزتر در این خاک نسبت به خاک ماسه‌ای (شکل ۱)، عرضه ذرات آن با محدودیت مواجه می‌شود. از سویی، با افزایش سرعت باد شدت میزان کل تلفات خاک افزایش یافته که البته سهم ذرات ریز که به‌صورت تعلیق حمل می‌شود، کاهش می‌یابد. در مقابل، در خاک ماسه‌ای به‌دلیل فراوانی بیشتر ذرات ریزتر، محدودیتی از این نظر وجود نداشته و لذا با افزایش سرعت باد، ذرات ریزتر بیشتری تخلیه شده که از طریق فرآیند تعلیق حمل می‌شود. به‌منظور مقایسه توزیع اندازه ذرات رسوب حاصل از هر یک از خاک‌ها بر مبنای فرآیند حمل، پارامتر درصد نسبی تغییر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$RCP = \left[\frac{P_{sed} - P_{soil}}{P_{soil}} \right] \times 100 \quad (1)$$

که در آن، RCP میزان تغییر در فرآیند حمل رسوب نسبت به خاک اصلی برحسب درصد، P_{sed} درصد ذرات رسوب که با فرآیند مورد نظر و در سرعت مشخص باد حمل شده‌اند و P_{soil} درصد ذرات خاک در هر یک از سه کلاس اندازه متناظر با فرآیند حمل ذرات رسوب می‌باشد. این رابطه برای هر سرعت و فرآیند حمل ذرات جداگانه محاسبه و نتایج آن در جدول ۲ ارائه شده است. مقادیر مثبت و منفی، به‌ترتیب مبین افزایش و کاهش سهم فرآیند حمل رسوب نسبت به خاک اصلی می‌باشد.

جدول ۲- درصد نسبی تغییر برای مکانیزم حمل ذرات رسوب نسبت به خاک در سرعت‌های مختلف باد

مکانیزم حمل	سرعت باد (متر در ثانیه)	خاک زراعی (دو میلی‌متر)	خاک زراعی (۱۰ میلی‌متر)	خاک ماسه‌ای (دو میلی‌متر)
خزش	۲	-۹۹/۲	-۹۹/۲	-۹۸/۵
	۹	-۸۵/۸	-۹۲/۲	-۹۵/۳
	۱۸	-۷۹/۸	-۸۵	-۹۵/۳
جهش	۲	-۹/۳	۳۶/۳	-۶/۱
	۹	۵۰	۷۱/۴	-۱۸/۶
	۱۸	۵۶/۴	۷۸/۹	-۲۹/۵
تعلیق	۲	۱۳۶/۶	۲۴۵/۲	۲۱/۶
	۹	۴۶/۸	۱۳۲/۹	۴۴/۹
	۱۸	۳۳/۹	۱۳۴/۲	۶۵/۴

مطابق جدول ۲ درصد نسبی تغییر برای فرآیند حمل به‌صورت خزش در همه سرعت‌های باد، منفی است. سهم ذرات منتقل شده از طریق این فرآیند نسبت به خاک اصلی، تا حداقل ۸۰ درصد کمتر است. از سویی، با افزایش سرعت باد، قدر مطلق درصد نسبی تغییر به‌ویژه در خاک زراعی کاهش یافته که نشان از افزایش نسبی سهم فرآیند خزش دارد. درصد نسبی تغییر بر مبنای فرآیند حمل به‌صورت جهش برای خاک ماسه‌ای همواره منفی است. به‌عبارتی، سهم جهش ذرات رسوب نسبت به خاک اصلی، کمتر است. همچنین، با افزایش سرعت باد، درصد تغییر نسبی منفی‌تر شده که نشان از کاهش بیشتر سهم فرآیند جهش نسبت به خاک ماسه‌ای دارد. در خاک زراعی روند تغییر برای فرآیند جهش متفاوت از خاک ماسه‌ای است، به‌طوری‌که، غیر از نمونه خاک S_2 در سرعت دو متر در ثانیه، در سایر موارد خاک زراعی درصد نسبی تغییر مثبتی را نشان می‌دهد. به‌عبارتی، در این خاک سهم فرآیند جهش در اغلب موارد نسبت به خاک اصلی، بیشتر بوده است. همچنین، با افزایش سرعت باد، درصد نسبی تغییر افزایش یافته که بیان‌گر افزایش سهم جهش نسبت به خاک اصلی است.

مطابق جدول ۲ همچنین، مشاهده می‌شود که برای هر سه خاک مورد مطالعه و هر سه فرآیند حمل، درصد نسبی تغییر مثبت است. به عبارت دیگر، ذرات در اندازه فاز معلق نسبت به خاک اصلی بیشتر فرسایش یافته‌اند. این نتیجه به نحوی انتقال انتخابی ذرات ریز را نشان می‌دهد که قبلاً نیز به آن اشاره شد. البته این ذرات از خاک زراعی بیشتر از خاک ماسه‌ای تخلیه شده است. از سویی با افزایش سرعت باد، درصد نسبی تغییر برای خاک زراعی کاهش و برای خاک ماسه‌ای، افزایش یافته است. این موضوع نشان از کاهش سهم انتقال ذرات به صورت معلق در خاک زراعی با افزایش سرعت باد دارد در حالی که، در خاک ماسه‌ای روند عکس است. با توجه به اهمیت فرسایش بادی به ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک، یافته‌های پژوهش حاضر اهمیت توزیع اندازه ذرات خاک را بر توزیع اندازه رسوب و همچنین فرآیندهای حمل آن را بیش از پیش روشن می‌سازد.

بررسی توزیع اندازه ذرات رسوب و فرآیندهای حمل آن با استفاده از آزمایش تونل باد انجام شد. نتایج نشان داد توزیع اندازه ذرات خاک اهمیت زیادی داشته به نحوی که نسبت به اندازه ذرات خاک زراعی و ماسه‌ای، رسوب حاصل در همه سرعت‌های باد، اندازه ریزتری داشت. این موضوع نشان می‌دهد در جدا شدن و انتقال ذرات از سطح خاک‌های مورد مطالعه، یک حالت انتخاب‌پذیری وجود داشته به نحوی که این گزینش در مورد ذرات ریزتر، بیشتر بوده است. از سویی، مشخص شد در خاک زراعی با افزایش سرعت باد، توزیع اندازه ذرات رسوب به سمت خاک اصلی میل می‌کند. این در حالی بود که در خاک ماسه‌ای روند عکس بود و با افزایش سرعت باد، اندازه ذرات ریز از توزیع اندازه خاک اصلی فاصله گرفت. اندازه ذرات در خاک ماسه‌ای در دامنه محدودتری نسبت به خاک زراعی قرار می‌گرفت. این توزیع خود بر توزیع اندازه ذرات رسوب حاصل تأثیر داشت، به نحوی که اختلاف توزیع اندازه ذرات خاک و رسوب، در خاک ماسه‌ای کمتر از خاک زراعی بود. نتایج بررسی فرآیندهای حمل ذرات نشان داد که در هر دو خاک، خزش سهم کمتری نسبت به دو فرآیند جهش و تعلیق در انتقال ذرات دارد. همچنین، در خاک زراعی در سرعت کم باد، انتقال ذرات به صورت تعلیق اهمیت بیشتری داشت در حالی که با افزایش سرعت باد، جهش، فرآیند غالب حمل ذرات در این خاک معرفی شد. در خاک ماسه‌ای در سرعت کم باد، عمده ذرات به صورت جهش منتقل شدند ولی با افزایش سرعت، اهمیت تعلیق بیشتر بود. این نتایج نشان از اهمیت توزیع اندازه ذرات بر توزیع اندازه رسوب و همچنین، فرآیندهای حمل دارد.

منابع مورد استفاده

۱. اختصاصی، م. ر. ۱۳۷۲. تهیه نقشه حساسیت به فرسایش بادی اراضی حوضه دشت یزد-اردکان با کاربرد دستگاه سنجش فرسایش بادی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران. ۲۳۷ صفحه.
۲. رفاهی، ح. ۱۳۸۳. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۰ صفحه.
۳. عظیم‌زاده، ح. ر. و م. ر. اختصاصی. ۱۳۸۲. فرسایش بادی: بررسی تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در سرعت آستانه فرسایش بادی، مطالعه موردی: دشت یزد-اردکان. مجله منابع طبیعی ایران، ۵۷(۲): ۱۱-۱.
۴. فتاحی، م. م. م. درویش، ح. جاویدکیا و س. م. ادنانی. ۱۳۸۹. ارزیابی و تهیه نقشه خطر کل بیابان‌زایی با روش فائو-یونپ، مطالعه موردی: حوزه آبخیز قمرود. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۷(۴): ۵۷۵-۵۸۸.
۵. محمودآبادی، م. م. ف. دهقانی و ح. ر. عظیم‌زاده. ۱۳۹۰. مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک بر شدت فرسایش بادی. مجله مدیریت خاک و تولید پایدار، ۱۱(۱): ۹۸-۸۱.
۶. میرزا مصطفی، ن. د. خلیلی، م. ج. ناظم السادات و غ. هادربادی. ۱۳۸۷. پیش‌بینی ساعتی سرعت و جهت بادهای فرساینده با استفاده از داده‌های سه ساعته. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۵(۱): ۸۵-۶۹.
۷. میری، ع. ا. پهلوانزوی و ع. مقدم‌نیا. ۱۳۸۷. بررسی وقوع طوفان‌های گرد و خاک در منطقه سیستان پس از وقوع خشک‌سالی‌های تناوبی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۶(۳): ۳۴۲-۳۲۹.
۸. هاشمی، ز. م. ر. جوادی و ع. میری. ۱۳۸۹. بررسی شدت فرسایش بادی و پتانسیل رسوب‌دهی حاصل از آن با استفاده از مدل IRIFER در منطقه زهک سیستان. دومین همایش ملی فرسایش بادی و طوفان‌های گرد و غبار. ۲۷ و ۲۸ بهمن. دانشگاه یزد.
9. Abuodha, J.O.Z. 2003. Grain size distribution and composition of modern dune and beach sediments, Malindi Bay coast, Kenya. *Journal of African Earth Science*, 36:41-54.
10. Basaran, M., G. Erpul, O. Uzun and D. Gabriels. 2011. Comparative efficiency testing for a newly designed cyclone type sediment trap for wind erosion measurements. *Geomorphology*, 130:343-351.

11. Burri, K., Ch. Gromke, M. Lehning and F. Graf. 2011. Aeolian sediment transport over vegetation canopies: A wind tunnel study with live plants. *Aeolian Research*, 3:205-213.
12. Calzo, J.C. and D.E. Buschiazzo. 2010. Soil dry aggregate stability and wind erodible fraction in a semiarid environment of Argentina. *Geoderma*, 159:228-236.
13. Diaz-Nigenda, E., J. Tatarko, A.D. Jazcilevich, A.R. Garcia, E. Caetano and L.G. Ruiz-Suarez. 2010. A modelling study of Aeolian erosion enhanced by surface wind confluences over Mexico City. *Aeolian Research*, 2:143-157.
14. Gomez, L., J.L. Arrue, M.V. Lopez, G. Sterk, D. Richard, R. Gracia, M. Sabre, A. Gaudichet and J.P. Frangi. 2003. Wind erosion in a semiarid agricultural area of Spain the WELSONS project. *Catena*, 52: 235-256.
15. Goossens, D. 2007. Bias in grain size distribution of deposited atmospheric dust due to the collection particles in sediment catchers. *Catena*, 70:16-24.
16. Hagen, L.J., S. Van Pelt and B. Sharratt. 2010. Estimating the saltation and suspension components from field wind erosion. *Aeolian Research*, 1:147-153.
17. Hagen, L.J. 2010. Erosion by wind: Modeling. USDA-ARS, Wind Erosion Research. Unit Manhattan, KS. Available at: <http://www.weru.ksu.edu>.
18. King, J, W.G. Nickling and J.A. Gillies. 2006. Aeolian shear stress ratio measurements within mesquite-dominated landscapes of the Chihuahuan Desert, New Mexico, USA. *Geomorphology*, 82:229-244.
19. Kohake, D.J, L.J. Hagen and E.L. Skidmore. 2009. Wind erodibility of organic soils. *Soil Science Society of America Journal*, 74:250-257.
20. Liu, L.Y., X.L. Li, P.J. Shi, S.Y. Gao, J.H. Wang, W.Q. Ta, Y. Song, M.X. Liu, Z. Wang and B.L. Xiao. 2007. Wind erodibility of major soils in the farming-pastoral ecotone of China. *Journal of Arid Environments*, 68:611-623.
21. Lopez, M.V., J.M. de Dios Herrero, G.G. Hevia, R. Gracia, and D.E. Buschiazzo. 2007. Determination of the wind-erodible fraction of soils using different methodologies. *Geoderma*, 139:407-411.
22. Lopez, M.V. 1998. Wind erosion in agricultural soils: an example of limited supply of particles available for erosion. *Catena*, 33:17-28.
23. Mackinnon, D.J., G.D. Clow, R.K. Tigges, R.L. Reynolds and P.S.C. Jr. 2004. Comparison of aerodynamically and model derived roughness lengths (Z₀) over diverse surfaces, central Mojave Desert, California, USA. *Geomorphology*, 63:103-113.
24. Page, A.L., R.H. Miller, and D.R. Jeeney. 1992. *Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical properties*. Soil Science Society of America, Madison, 1750 pages.
25. Pansu, M. and J. Gautheyrou. 2006. *Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods*. Springer, 993 pages.
26. Shi, Z.H., N.F. Fang, F.Z. Wu, L. Wang, B.J. Yue and G.L. Wu. 2012. Soil erosion processes and sediment sorting associated with transport mechanism on steep slopes. *Journal of Hydrology*, 454-455: 123-130.
27. Skidmore, E.L. 2000. Air, soil and water quality as influenced by wind erosion and strategies for mitigation. In: *AGROENVIRON 2000*, P 216-221. In: *Second International Symposium of New Technologies for Environmental Monitoring and Agro-Applications Proceedings*, Tekirdag, Turkey.
28. Sterk, G. 2000. Flattend residue effects on wind speed and sediment transport. *Soil Science Society of America*, 64:852-858.
29. Stout, J.E. and T.M. Zobeck. 1996. Establishing the threshold condition for soil movement in wind-eroding fields. P 61-75. In: *Proceedings of the International Conf. on Air Pollution from Agricultural Operations*, Mid West Plan Service C-3, Kansas City.
30. Sun, D., J. Bloemendal, D.K. Rea, J. Vandenberghe, F. Jiang, Z. An and R. Su. 2002. Grain-size distribution functions of polymodal sediments in hydraulic and aeolian environment and numerical partitioning of the sedimentary components. *Sedimentary Geology*, 152:263-277.
31. Van Donk, S.L., X. Huang, E.L. Skidmore, A.B. Anderson, D.L. Gebhart, V. Prehoda and EM. Kellogg. 2003. Wind erosion from military training land in the Mojavo Desert, California, U.S.A. *Arid Environments*, 54: 687-703.

32. Van Pelt, R.S. and T.M. Zobeck. 2004. Validation of the wind erosion equation (WEQ) for discrete periods. *Environmental Modelling and Software*, 19:199-203.
33. Vermeire, L.T., D.B. Wester, R.B. Mitchell and S.D. Fuhlendorf. 2005. Fire and grazing effects on wind erosion. Soil Water Content and Soil Temperature. *Journal of Environmental Quality*, 34:1559-1565.
34. Visser, S.M., G. Sterk and O. Ribolzi. 2004. Techniques for simultaneous quantification of wind and water erosion in semi-arid regions. *Arid Environments*, 59:699-717.
35. Walkley, A. and I.A. Black. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Science*, 37: 29-38.
36. Zhang, C., X. Zou, J. Gong, L. Liu and Y. Liu. 2004. Aerodynamic roughness of cultivated soil and its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel. *Soil Tillage Research*, 75: 53-59.
37. Zhao, H.L., X.Y. Yi, R.L. Zhou, X.Y. Zhao, T.H. Zhang and S. Drak. 2006. Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia. *Catena*, 65:71-79.
38. Zhao, Y. and Y. Pei. 2010. A study on distributed simulation of soil wind erosion and its application to the Tuhaimajia River Basin. *Procedia Environmental Sciences*, 2:1555-1568.
39. Zobeck, T.M. and R. Scott Van Pelt. 2006. Wind-induced dust generation and transport mechanics on a bare agricultural field. *Journal of Hazardous Materials*, 132:26-38.

Effect of wind speed and soil particle size distribution on sediment transport mechanisms due to wind erosion

Majid Mahmoudabadi¹, Assistant Professor, Agricultural Faculty, Shahid Bahonar University, Iran
Samira Zamani, MSc Student, Agricultural Faculty, Shahid Bahonar University, Iran

Received: 30 September 2012

Accepted: 20 January 2013

Abstract

Wind erosion is one of the aspects of land degradation resulting in some problems especially for arid and semi-arid regions. Recognition of Sediment size Distribution (PSD) as well as transport mechanisms is important in modelling of wind erosion. In the present study, this topic was investigated on two soils taken from cropland and sand dune with different PSD, using wind tunnel. Results showed that compared to the original soil, the collected sediment had finer sizes, indicating a selective mechanism in transporting detachable particles. It was found that for cropland soil, increasing wind speed from 2 to 18 m/s at the height of 20 cm, the PSD of sediment approached to the original soil. This trend was reverse for sandy soil so that, for higher wind velocities, the frequency of fine particles was more than the original soil. The result of transport mechanisms indicated that compared to saltation as well as suspension, creeping was the least important mechanism. The contributing percentage of creeping for cropland and sandy soils was determined less than 10 and 1 %, respectively. For the cropland soil at wind speed of 2 m/s, suspension was the most important mechanism of transport and depends on soil's PSD, 61.1- 68.5 % of particles were transported. Increasing wind speed up to 18 m/s, saltation with 50.4- 53.8 % was found as the main transport mechanism. Reversely, in the sandy soil at low wind speed, most of sediment (59.3 %) was transported through saltation, whereas increasing the speed, suspension with 55.3 % became the dominant mechanism. The finding of this study brings up the important of soil PSD on the PSD of sediment as well as transport mechanisms.

Key words: Arid and semi-arid regions, Sediment, Soil erodibility, Wind tunnel, Wind speed

¹ Corresponding Author: mahmoodabadi@mail.uk.ac.ir