مجله مدیریت خاک و تولید پایدار
جلد اول، شماره اول، ۱۳۹۰
www.gau.ac.ir/journals

مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک بر شدت فرسایش بادی

*مجید محمودآبادی[۱]، فاطمه دهقانی[۲] و حمیدرضا عظیم‌زاده[۳]

[۱]استادیار گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۲]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه خاکشناسی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، [۳]استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه یزد

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/٤

چکیده

فرسایش بادی یکی از پدیده‌هایی است که باعث تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده و چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود. شدت فرسایش به سرعت باد و ویژگی‌های خاک سطحی بستگی دارد. یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت فرسایش بادی، زبری تصادفی است که به توزیع اندازه ذرات سطحی وابسته است. این پژوهش با توجه به محدودیت‌های اندازه‌گیری فرسایش در شرایط صحرایی، به بررسی نقش توزیع اندازه ذرات بر شدت فرسایش با استفاده از تونل باد می‌پردازد. به این منظور، با استفاده از دو خاک زراعی و ماسه‌ای، چهار توزیع اندازه ذرات مختلف ایجاد گردید. اندازه بزرگ‌ترین ذرات موجود در سطح خاک زراعی ۲، ۵ و ۱۵ میلی‌متر و برای خاک ماسه‌ای ۲ میلی‌متر بود که در معرض سرعت‌های مختلف باد شامل: ۲، ۹، ۱۵ و ۱۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری و در ۳ تکرار قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته که میزان افزایش بستگی به توزیع اندازه ذرات دارد. همچنین، نتایج بیانگر آن بود که اندازه بزرگ‌ترین خاک‌دانه‌های موجود در سطح، نقش مهمی در کنترل فرسایش داشته، به‌طوری‌که با افزایش اندازه ذرات، شدت فرسایش بادی به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. درصد خاک‌دانه‌های درشت (بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر) در خاک زراعی ٤/٤ برابر خاک ماسه‌ای بود و به همین دلیل، شدت فرسایش آن به مراتب کم‌تر از خاک ماسه‌ای بوده است.

* مسئول مکاتبه: mahmoodabadi@mail.uk.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

همچنین، با افزایش اندازه بزرگ‌ترین خاک‌دانه‌ها از ۵-۲ میلی‌متر (۲/۵ برابر افزایش اندازه بزرگ‌ترین ذرات) برای باد با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه در خاک زراعی، شدت فرسایش ۳/۵ برابر کاهش یافت. یافته‌های این پژوهش، اهمیت پرداختن به توزیع اندازه ذرات خاک‌دانه را در بررسی فرسایش بادی، بیش از پیش روشن می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: تونل باد، اندازه خاک‌دانه، زبری سطحی، سرعت وزش، شبیه‌سازی باد

مقدمه

فرسایش بادی یکی از جنبه‌های مهم تخریب اراضی در مناطق خشک و نیمه‌خشک محسوب می‌شود (کوپینگر و همکاران، ۱۹۹۱)، به‌طوری‌که حدود یک‌ششم مساحت اراضی دنیا را تحت‌تأثیر خود قرار داده است (اسکیدمور، ۲۰۰۰). در سطح جهانی حدود ۵۴۹ میلیون هکتار در اثر فرسایش بادی مورد تخریب قرار گرفته (سابرامانیام و چیناپا، ۲۰۰۲) که ۲۹۶ میلیون هکتار آن دارای فرسایش بادی شدید می‌باشد (لال، ۲۰۰۳). این در حالی است که فرسایش بادی یکی از عوامل اصلی محدودکننده حاصل‌خیزی خاک در بسیاری از نقاط جهان از جمله ایران می‌باشد (ژائو و همکاران، ۲۰۰۶) و بنابراین چالشی جدی در برابر تولید پایدار و مدیریت اراضی کشاورزی محسوب می‌شود.

مهار فرسایش بادی زمانی مؤثرتر خواهد بود که اطلاعات کافی در خصوص عوامل مؤثر بر آن در دسترس باشد. از این‌رو، لازم است در مورد نحوه و مکانیسم برداشت ذرات خاک و رسوب به‌وسیله باد، قدرت فرسایندگی باد و فرسایش‌پذیری خاک مطالعه صورت گیرد (رفاهی، ۲۰۰۴). از سوی دیگر، امروزه با توسعه مدل‌های فرآیندی، سهم فرآیندها و مکانیسم‌ها در وقوع پدیده بیش‌تر مورد توجه قرار گرفته است. پژوهش‌هایی که در رابطه با فرسایش بادی در دنیا انجام شده، نشان می‌دهد که شدت فرسایش بادی تابع دو دسته عوامل فرسایندگی و فرسایش‌پذیری است (استوت و زبک، ۱۹۹۶؛ کیانگ و همکاران، ۲۰۰۷). فرسایش‌پذیری به ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک و همچنین شرایط سطحی آن مربوط می‌شود، در حالی‌که فرسایندگی به فیزیک باد مانند سرعت آن وابسته است (عظیم‌زاده و همکاران، ۲۰۰۲؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طورکلی، خطر فرسایش بادی در مناطقی شدیدتر است که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهای با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد (کاردوس و همکاران، ۲۰۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری آئرودینامیکی است که به‌دلیل اهمیتی که دارد، به‌تازگی بیش‌تر به آن پرداخته می‌شود. زبری آئرودینامیکی به شرایط سطح خاک وابسته می‌باشد و اهمیت آن از آنجا مشخص می‌شود که باعث کاهش سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک شده و از این طریق شدت فرسایش را کاهش می‌دهد (دانگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰٤). تأثیر قابل‌توجه زبری آئرودینامیکی بر شدت فرسایش بادی، اهمیت آن را بر میزان فرسایش‌پذیری خاک نشان می‌دهد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰٤). در ابعاد خیلی ریز و نزدیک به سطح زبری، تعیین دقیق این عامل برای مدل‌سازی فرسایش‌پذیری خاک اهمیت دارد (اوئلز و همکاران، ۲۰۰۳). زبری سطحی همچنین شاخص حساسیت خاک در برابر فرسایش بادی بوده که از طریق کنترل انتشار و جهش ذرات خاک می‌تواند در پیش‌بینی فرسایش بادی استفاده گردد (مورنو و همکاران، ۲۰۰۸). در صورتی‌که سطح خاک عامل حفاظتی مناسبی نداشته باشد، در اثر نیروی برشی باد فرسایش پیدا می‌کند (کورنلیس و همکاران، ۲۰۰٤؛ ویدال و همکاران، ۲۰۰۵). میزان فرسایش بادی با افزایش زبری آئرودینامیکی کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) نتیجه گرفتند هر چه زبری آئرودینامیکی کوچک‌تر باشد، با افزایش سرعت باد، میزان فرسایش بادی با شدت بیش‌تری افزایش خواهد یافت.

نتایج پژوهش‌های گذشته نشان از آن دارد که خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک به‌ویژه ذرات درشت‌تر (پوگت و همکاران، ۲۰۰۰؛ سیکس و همکاران، ۲۰۰۱) بر کنترل زبری تصادفی نقش مهمی دارند. از آنجا که خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک سرعت باد را تا ارتفاعی از سطح زمین به مقدار قابل‌ملاحظه‌ای کاهش می‌دهد (رفاهی، ۲۰۰٤)، هر تغییری در زبری تصادفی، اختلاف قابل‌توجهی در شدت فرسایش بادی ایجاد می‌کند (ژانگ و همکاران، ۲۰۰٤). در این زمینه، توزیع اندازه ذرات و خاک‌دانه‌ها از طریق تأثیر بر زبری تصادفی بر شدت فرسایش بادی مؤثر است (بولوک و همکاران، ۲۰۰۱؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳). ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) گزارش نموده‌اند که با افزایش اندازه کلوخه‌ها از ۱ به ۵ سانتی‌متر، شدت فرسایش از ۰/۹۸ به ۰/۰٤٦ کیلوگرم بر مترمربع در دقیقه کاهش می‌یابد. به بیان دیگر، افزایش ۵ برابری اندازه کلوخه‌ها، باعث ۲۱ برابر شدن کاهش در شدت فرسایش بادی می‌شود. یکی از راه‌کارهای مؤثر در مهار فرسایش بادی، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی مناسب است که به‌دلیل تأثیر بر توزیع اندازه خاک‌دانه‌ها و ایجاد زبری تصادفی در سطح، باعث کاهش شدت فرسایش می‌شود (لوپز و همکاران، ۲۰۰۰؛ موریلو و همکاران، ۲۰۰٤). به‌طور مشابهی، وجود زبری ناشی از وجود سنگ‌ریزه سطحی مانند سنگ‌فرش بیابانی نیز می‌تواند بر کاهش شدت فرسایش بادی تأثیرگذار باشد (دانگ و همکاران، ۲۰۰۲).

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری عوامل مؤثر بر فرسایش بادی در شرایط مزرعه، دشوار و غیرقابل کنترل است از این‌رو، استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی (تونل باد) به‌عنوان یکی از روش‌های قابل اجرا مطرح شده است (اختصاصی، ۱۹۹۳؛ عظیم‌زاده و اختصاصی، ۲۰۰۳). تأثیر زبری ناشی از وجود خاک‌دانه به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر فرسایش بادی به‌وسیله تونل باد قابل اندازه‌گیری بوده و می‌تواند بیانگر شرایط واقعی مزرعه باشد (زیان و همکاران، ۲۰۰۲). با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک و لزوم بررسی در این زمینه و مطالعات نه‌چندان زیادی که در این زمینه صورت گرفته، این پژوهش به مطالعه نقش توزیع اندازه ذرات، با استفاده از تونل باد در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی می‌پردازد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش با استفاده از دستگاه تونل باد موجود در آزمایشگاه فرسایش خاک دانشگاه شهید باهنر کرمان انجام شد. این دستگاه از سه قسمت شامل؛ ۱) مولد باد، ۲) سطح مورد آزمایش خاک و ۳) نمونه‌گیر رسوب (به طول ۱۰ متر) تشکیل شده است. این شبیه‌ساز فرسایش، قادر است سرعت‌های مختلف باد تا حداکثر ۲۰ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری را ایجاد نماید. همچنین به‌منظور بررسی رفتار خاک در برابر وزش باد، از یک سینی به ابعاد ٤٠ در ۱۰۰ سانتی‌متر برای قرار دادن نمونه‌های خاک استفاده می‌شود. در قسمت انتهای 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 و هوای صاف خارج می‌شود (شکل ۱).

شکل ۱- تصویر تونل باد مورد استفاده برای انجام آزمایش‌های شبیه‌سازی باد.

Archive of SID

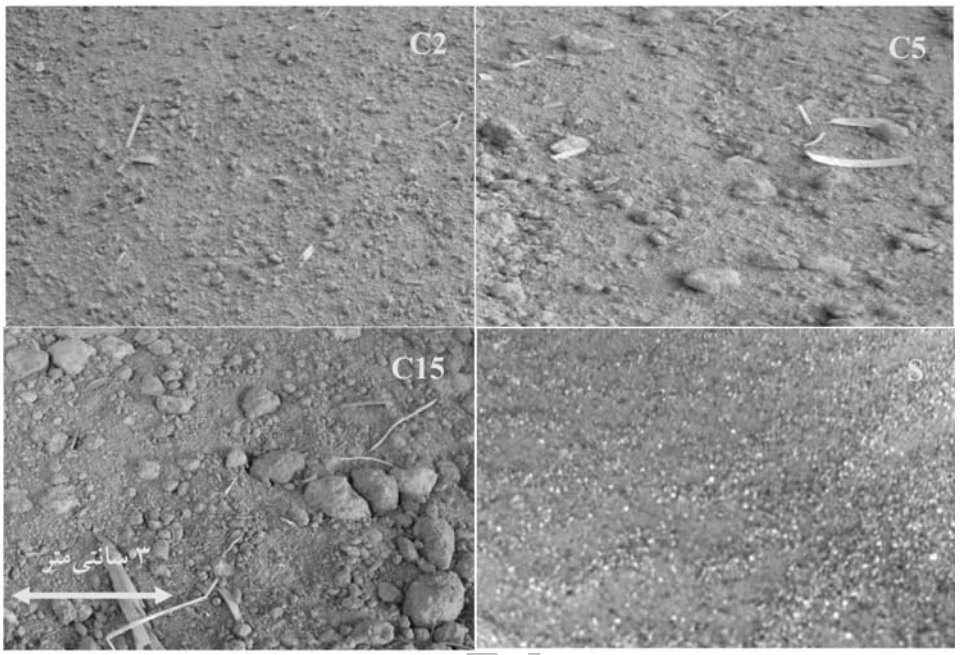
www.SID.ir

با توجه به هدف پژوهش، دو نمونه خاک با توزع اندازه ذرات متفاوت مورد آزمایش قرار گرفت. یک نمونه خاک از تپه ماسه‌ای و نمونه دیگر از اراضی زراعی تهیه شد که پس از انتقال به آزمایشگاه در معرض هوا خشک گردید. از این پس از این دو خاک به‌ترتیب با اسامی خاک ماسه‌ای و زراعی نام برده می‌شود. سپس بخشی از نمونه‌ها از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شده و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن‌ها اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های فیزیکی شامل؛ بافت به روش هیدرومتری، توزیع اندازه ذرات ثانویه با استفاده از شیکر و سری الک در حالت خشک اندازه‌گیری شد (پیج و همکاران، ۱۹۹۲). همچنین ویژگی‌های شیمیایی شامل؛ کاتیون‌های سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول با استفاده از عصاره‌گیر آب مقطر عصاره‌گیری و در ادامه غلظت سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم‌فوتومتر و کلسیم و منیزیم از طریق تیتراسیون قرائت گردید. میزان pH گل اشباع با دستگاه pH سنج، EC عصاره اشباع با EC سنج، کربن آلی به روش والکی و بلک (۱۹۳٤)، آهک به روش تیتراسیون، کلر از طریق تیتراسیون با نیترات نقره و همچنین کربنات و بی‌کربنات اندازه‌گیری شد (پانسو و گاتیرو، ۲۰۰٦).

برای ایجاد توزیع متفاوتی از ذرات در سطح، خاک زراعی از الک‌های ۲، ۵ و ۱۵ میلی‌متر عبور داده شد و در نتیجه سه نمونه خاک زراعی با توزیع اندازه ذرات متفاوت (C2، C5 و C15) ایجاد گردید. همچنین خاک ماسه‌ای به‌دلیل تک‌دانه‌ای بودن و نداشتن ساختمان، تنها از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد (S). بنابراین، در مجموع ٤ نمونه خاک با حداکثر اندازه ذرات متفاوت تهیه گردید. به‌منظور بررسی نقش خاک‌دانه‌های با اندازه‌های مختلف در شدت فرسایش بادی، هر نمونه به‌صورت جداگانه در سینی تونل باد ریخته و سطح آن تسطیح شد (شکل ۲). سرعت‌های مختلف باد شامل ۲، ۹، ۱۵ و ۱۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری به‌مدت ۵ دقیقه، هر یک با ۳ تکرار (در مجموع ٤۸ آزمایش) اعمال و در پایان آزمایش رسوب تولیدی از محل نمونه‌گیر جمع‌آوری و توزین گردید. به‌منظور تجزیه و تحلیل نتایج، مقایسه میانگین به روش دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- سطوح با زبری‌های تصادفی مختلف شامل؛ C2: حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر، C5: حداکثر اندازه ذرات ۵ میلی‌متر، C15: حداکثر اندازه ذرات ۱۵ میلی‌متر و S: خاک شنی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارایه شده است. خاک ماسه‌ای دارای بافت شنی و بافت خاک زراعی، لوم شنی می‌باشد. مقدار کربنات کلسیم در هر دو خاک، قابل‌توجه و بیش از ۱۵ درصد است. همچنین میزان کربن آلی و هدایت الکتریکی خاک زراعی بیش‌تر از خاک ماسه‌ای می‌باشد. در بین کاتیون‌های محلول، پتاسیم کم‌ترین و کلسیم بیش‌ترین میزان را در هر دو خاک داشت.

علاوه‌بر ویژگی‌های یادشده، توزیع اندازه ذرات ثانویه در حالت خشک برای دو خاک کاملاً متفاوت است. شکل ۳ توزیع اندازه ذرات ثانویه را برای دو خاک زراعی و ماسه‌ای نشان می‌دهد. برای خاک زراعی، توزیع اندازه ذرات دو نمایی بوده به‌طوری‌که بیش‌ترین فراوانی مربوط به ذرات با اندازه بزرگ‌تر از ٤/٧٥ میلی‌متر و و بعد از آن ذرات با اندازه ۰/۲۵-۰/۱۵ میلی‌متر می‌باشد. در مقابل ذرات با

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه ۲-۱ میلی‌متر کم‌ترین فراوانی را دارند. همچنین مقادیر میانگین هندسی قطر ذرات (GMD[1]) و میانگین وزنی قطر ذرات (MWD[2]) این خاک به‌ترتیب ۰/۷۲ و ۰/٦۳ میلی‌متر است. با توجه به این‌که حداکثر اندازه ذرات در خاک ماسه‌ای ۲ میلی‌متر است، توزیع اندازه ذرات آن تفاوت زیادی با خاک زراعی دارد. مطابق شکل ۳ مشاهده می‌شود که برای خاک ماسه‌ای، بیش‌ترین فراوانی ذرات مربوط به اندازه ۰/۲۵-۰/۱۵ میلی‌متر و بعد از آن ذرات کوچک‌تر از ۰/۱۵ میلی‌متر می‌باشد. همچنین، مقادیر شاخص‌های GMD و MWD برای خاک ماسه‌ای به‌ترتیب ۰/٤٤ و ۰/۲۰ میلی‌متر به‌دست آمد که کم‌تر از خاک زراعی است.

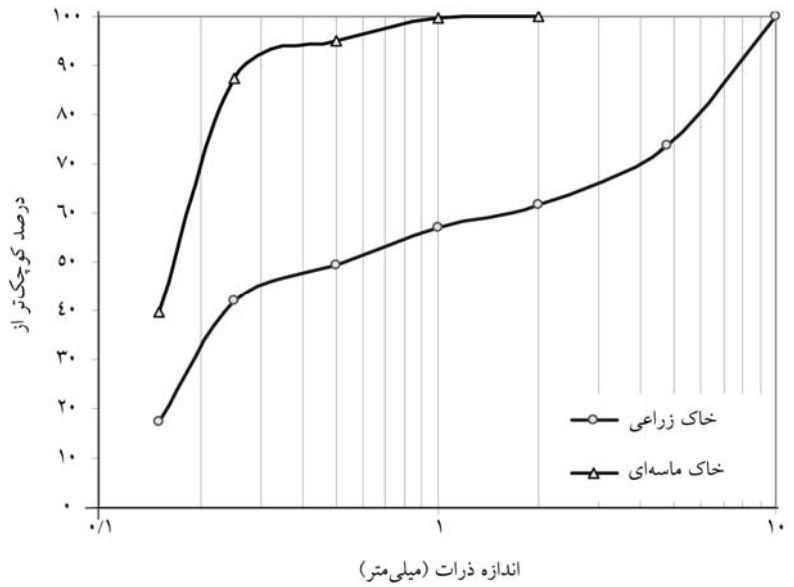
جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد آزمایش.

ویژگی	واحد	خاک ماسه‌ای	خاک زراعی
رس	(درصد)	۵/۸	۱۹/۸
سیلت	(درصد)	۱۰	۱٦
شن	(درصد)	۸٤/۲	٦٤/۲
کربنات کلسیم معادل	(درصد)	۱۹/۷۵	۱٦/۲۵
pH	-	۷/٦۱	۷/۳٦
هدایت الکتریکی	دسی‌زیمنس بر متر	۲/۱	۳/۱
ماده آلی	(درصد)	۰/۹۵	۱/۲٦
سدیم	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱/۸۷	۲/۸
پتاسیم	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۰/۱۸	۰/۲۲
کلسیم	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱٤/٦	۱۵/٤
منیزیم	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۳/۲	۲/۸
کلر	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۱/۲۵	۳/۲۵
کربنات	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	-	-
بی‌کربنات	میلی‌اکی‌والان بر لیتر	۰/۲	۰/۲

1- Geometry Mean Diameter
2- Mean Weight Diameter

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- توزیع اندازه ذرات ثانویه در حالت خشک برای خاک زراعی.

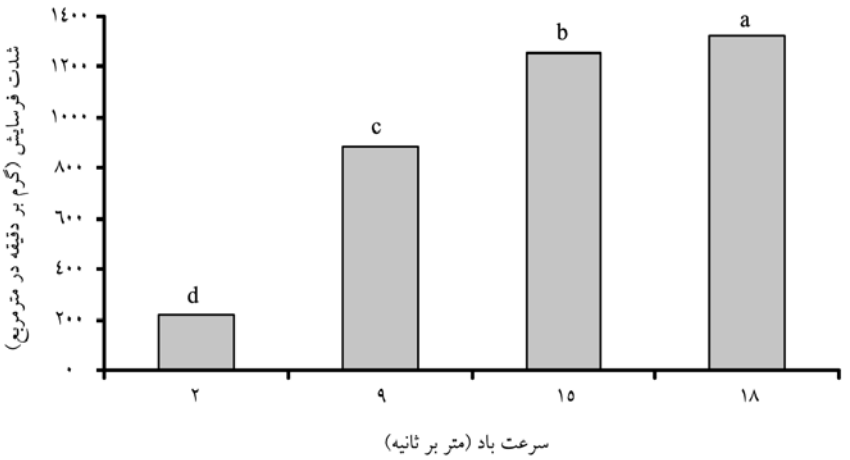
در منابع متعددی قطر ۰/۲۵ میلی‌متر به‌عنوان مرز خاک‌دانه‌های ریز و درشت گزارش شده است (پوکت و همکاران، ۲۰۰۰؛ سیکس و همکاران، ۲۰۰۱). مطابق شکل ۳ درصد خاک‌دانه‌های بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر برای خاک زراعی ٦٦/۹ درصد می‌باشد. این در حالی است که خاک ماسه‌ای ۱۵/۲ درصد ذرات بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر دارد. هر چند ذارت خاک شنی به‌صورت تک‌دانه‌ای می‌باشد ولی این مقایسه گویای توزیع کاملاً متفاوت ذرات در دو خاک مورد مطالعه است.

نقش سرعت باد بر شدت فرسایش: شکل ٤ شدت فرسایش بادی در سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری را برای خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر نشان می‌دهد. با توجه به مقایسه میانگین انجام شده به روش آزمون دانکن در سطح ۵ درصد، مشاهده می‌شود که با افزایش سرعت باد در هر چهار سرعت، شدت فرسایش خاک ماسه‌ای افزایش معنی‌داری یافته است. مطابق شکل ٤ با افزایش سرعت باد از ۲ به ۱۸ متر بر ثانیه، شدت فرسایش همواره افزایش می‌یابد. این یافته با نتایج استوت و زوبک (۱۹۹٦) و همچنین کیانگ و همکاران (۲۰۰۷) هم‌خوانی دارد. این محققان بیان می‌کنند که با افزایش سرعت باد، به‌دلیل افزایش فرسایندگی ناشی از تقویت انرژی جنبشی، شدت

Archive of SID

www.SID.ir

فرسایش خاک افزایش می‌یابد. از طرفی، روند افزایش شدت فرسایش با افزایش سرعت نیز جالب توجه است به‌طوری‌که، با افزایش سرعت از ۲ به ۹ متر بر ثانیه (٤/٥ برابر شدن سرعت باد)، شدت فرسایش خاک ماسه‌ای ٤/١ برابر شده است. با افزایش سرعت باد از ۲ به ١٥ متر بر ثانیه و همچنین از ۲ به ١٨ متر بر ثانیه (٧/٥ و ۹ برابر شدن سرعت)، شدت فرسایش به‌ترتیب حدود ٥/٧ و ٦ برابر افزایش داشته است.

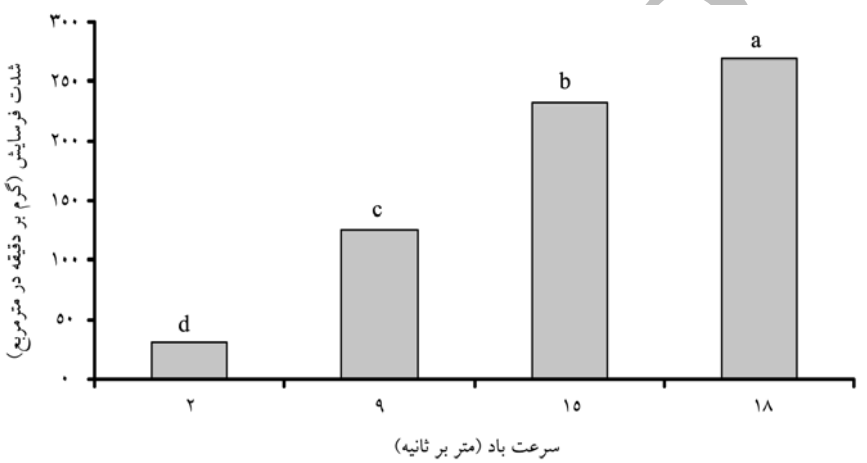


شکل ٤- تغییرات شدت فرسایش بادی در سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر.

شکل ٥ شدت فرسایش بادی را در سرعت‌های مختلف باد برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر نشان می‌دهد. چنان‌چه مشاهده می‌شود با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته و در هر چهار سرعت باد، تفاوت شدت فرسایش در سطح ٥ درصد معنی‌داری است. مقایسه تغییرات شدت فرسایش دو خاک زراعی و ماسه‌ای (شکل‌های ٤ و ٥) نشان می‌دهد که شدت فرسایش در خاک زراعی به مراتب کم‌تر از خاک ماسه‌ای می‌باشد. دلیل این موضوع تفاوت در توزیع اندازه ذرات برای دو خاک بوده که به‌دلیل وجود ذرات درشت‌تر در خاک زراعی است. مطابق شکل ۳، توزیع اندازه ذرات دو خاک متفاوت بوده و ذرات بزرگ‌تر از ٠/٢٥ میلی‌متر خاک زراعی بیش‌تر از خاک ماسه‌ای و ٤/٤ برابر آن

www.SID.ir

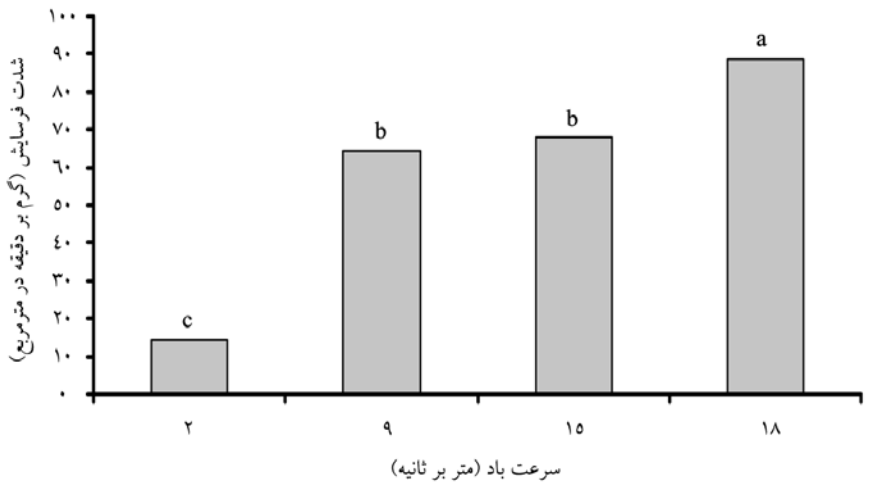
می‌باشد. نتایج دانگ و همکاران (۲۰۰۲) و همچنین ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) نیز به‌طور مشابهی نشان داد که با افزایش زبری سطحی، به‌دلیل کاهش سرعت باد در سطح تماس جریان باد و خاک، شدت فرسایش کاهش می‌یابد. همچنین، برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر، با افزایش سرعت باد از ۲ به ۱۸ متر بر ثانیه، شدت فرسایش ۷/۷ برابر افزایش یافته است (شکل ۵).



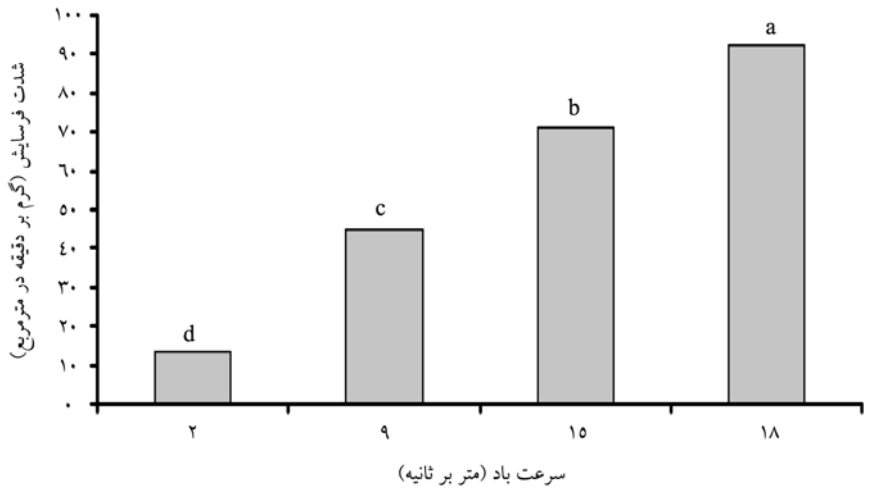
شکل ۵- تغییرات شدت فرسایش بادی در سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر.

شکل ٦ تغییرات شدت فرسایش خاک را در سرعت‌های مختلف باد برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۵ میلی‌متر نشان می‌دهد. با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته است هر چند تفاوت بین سرعت‌های ۹ و ۱۵ متر بر ثانیه معنی‌دار نبود. با افزایش سرعت باد از ۲ به ۱۸ متر بر ثانیه شدت فرسایش حدود ٦/۸ برابر افزایش یافت. همچنین شکل ۷ نشان می‌دهد که برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۵ میلی‌متر با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. به‌دلیل این‌که باد مانند سایر سیال‌ها دارای جرم و سرعت بوده و در اثر تماس با سطح خاک با وارد نمودن نیروی برشی می‌تواند موجب حرکت و جابه‌جایی ذرات گردد. بنابراین هرچه سرعت باد بیش‌تر باشد، انرژی جنبشی و در نتیجه فرسایندگی آن بیش‌تر بوده و مواد بیش‌تری را منتقل خواهد کرد (کورنلیس و همکاران، ۲۰۰٤).

Archive
www.SID.ir



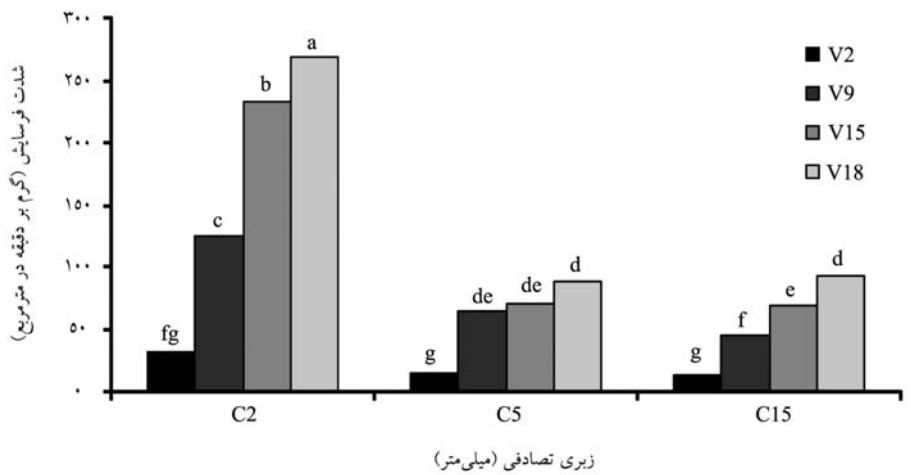
شکل ٦- تغییرات شدت فرسایش بادی در سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۵ میلی‌متر.



شکل ۷- تغییرات شدت فرسایش بادی در سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۵ میلی‌متر.

www.SID.ir

تأثیر توزیع اندازه ذرات بر شدت فرسایش: شکل ۸ تأثیر هم‌زمان سرعت باد و توزیع متفاوت اندازه ذرات را برای خاک زراعی نشان می‌دهد. همان‌طورکه مشاهده می‌شود، به‌طورکلی کم‌ترین و بیش‌ترین شدت فرسایش به‌ترتیب مربوط به خاک با حداکثر اندازه ذرات ۱۵ و ۲ میلی‌متر می‌باشد. به‌عبارتی، بین اندازه ذرات خاک سطحی و شدت فرسایش رابطه معکوس وجود دارد. همچنین این یافته با نتایج بررسی برخی محققان (بولوک و همکاران، ۲۰۰۱؛ لی و همکاران، ۲۰۰۳؛ ژانگ و همکاران، ۲۰۰٤) که گزارش نموده‌اند توزیع اندازه ذرات و خاک‌دانه‌ها از طریق تأثیر بر زبری تصادفی بر شدت فرسایش بادی مؤثر است، تطابق دارد. البته تفاوت فرسایش مربوط به دو خاک با حداکثر اندازه ذرات ۱۵ و ۵ میلی‌متر به‌جز در سرعت ۹ متر بر ثانیه در سایر موارد معنی‌دار نشد. این موضوع نشان می‌دهد که ایجاد شرایط بهینه برای خاک‌دانه‌سازی تا رسیدن به قطر حداکثر ۵ میلی‌متر می‌تواند شدت فرسایش را تا حد زیادی کاهش دهد. ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) نیز دریافتند که با افزایش ۵ برابر در اندازه کلوخه‌ها، شدت فرسایش بادی ۲۱ برابر کاهش می‌یابد.



شکل ۸- شدت فرسایش خاک زراعی در سرعت‌های مختلف باد و زبری‌های تصادفی متفاوت شامل؛ C2: حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر، C5: حداکثر اندازه ذرات ۵ میلی‌متر و C15: حداکثر اندازه ذرات ۱۵ میلی‌متر.

www.SID.ir

اثر قابل‌توجه زبری ناشی از اندازه متفاوت خاک‌دانه‌ها بر شدت فرسایش اندازه‌گیری شده، اهمیت آن را در کنترل فرسایش‌پذیری خاک آشکار می‌سازد. برای نمونه، با افزایش اندازه بزرگ‌ترین خاک‌دانه‌ها از ۲ به ۵ میلی‌متر (۲/۵ برابر افزایش اندازه بزرگ‌ترین ذرات) برای باد با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه در خاک زراعی، شدت فرسایش ۳/۵ برابر کاهش یافت. ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) دریافتند که تغییر هر چند کم در زبری تصادفی، اختلاف قابل‌توجهی در شدت فرسایش بادی ایجاد می‌کند. این یافته اهمیت ژرف توزیع اندازه خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک را در شدت فرسایش بادی خاک روشن می‌سازد. نتایج دانگ و همکاران (۲۰۰۲)، لی و همکاران (۲۰۰۳) و همچنین ژانگ و همکاران (۲۰۰٤) نیز این یافته را تأیید می‌کند که دریافتند با افزایش زبری سطحی، شدت فرسایش کاهش می‌یابد. خاک‌دانه‌های درشت موجود در سطح خاک، قسمت اعظم قدرت فرساینده باد را گرفته و نیروی اندکی برای جدا نمودن ذرات خاک باقی‌مانده که آن هم ممکن است قادر به فرسایش نباشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۰٤). همچنین درصد ذرات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر نیز بر شدت فرسایش بادی مؤثر می‌باشد. در مورد تیمارهای C_2 (خاک زراعی) و S (خاک ماسه‌ای) ذرات همگی کوچک‌تر از ۲ میلی‌متر بودند. برای دو تیمار C_5 و C_{15} به‌ترتیب ۲۱/۳ و ۳۸/٤ درصد ذرات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر است. نتایج این قسمت از پژوهش نشان داد که با افزایش درصد ذرات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر، شدت فرسایش کاهش می‌یابد.

فرسایش بادی در مناطقی که سطح خاک ناهموار است، از شدت کم‌تری برخوردار است. اثر زبری در فرسایش خاک بستگی به ارتفاع، شکل و جهت آن نسبت به باد دارد. زبری سطح خاک معمولاً به‌وسیله خاک‌دانه‌ها، کلوخه‌ها و پشته‌های ناشی از عملیات شخم به‌وجود می‌آید (لوپز و همکاران، ۲۰۰۰؛ موریلو و همکاران، ۲۰۰٤) که در این پژوهش، تأثیر توزیع اندازه ذرات موجود در سطح با تأکید بیش‌تری بررسی شد. هرچه اندازه خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک بزرگ‌تر باشد، از یک‌سو به‌دلیل افزایش مقاومت در برابر جدا شدن به‌دلیل نیروی وزن ذرات، فرسایش‌پذیری کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، سرعت باد در سطح تماس با خاک کاهش محسوسی یافته و بنابراین باعث کاهش فرسایندگی باد نیز می‌گردد. با توجه به وابستگی شدت فرسایش بادی به هر دو عامل فرسایندگی و فرسایش‌پذیری (کیانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، وجود خاک‌دانه‌های درشت و پایدار در سطح می‌تواند باعث کاهش شدت فرسایش گردد. با توجه به اهمیت فرسایش خاک در نواحی خشک و نیمه‌خشک و کمبود مواد آلی، ساختمان خاک وضعیت چندان مطلوبی نداشته و بنابراین خاک‌دانه‌های پایدار و درشت کم‌تری در سطح این خاک‌ها وجود دارد. این موضوع باعث تشدید فرسایش در این مناطق می‌شود که با مدیریت خاک سطحی می‌توان تا حد زیادی به مهار فرسایش در این اراضی دست یافت.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از آزمایش تونل باد، تأثیر توزیع اندازه ذرات بر شدت فرسایش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بود که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته که میزان افزایش بستگی به توزیع اندازه ذرات موجود در سطح دارد. مقایسه شدت فرسایش برای دو خاک زراعی و ماسه‌ای مورد مطالعه نشان داد که شدت فرسایش در خاک زراعی به مراتب کم‌تر از خاک ماسه‌ای است. دلیل این موضوع تفاوت در اندازه و در نتیجه وزن ذرات دو خاک است که به‌دلیل وجود ذرات درشت‌تر در خاک زراعی است زیرا ذرات بزرگ‌تر از ۰/۲۵ میلی‌متر خاک زراعی بیش‌تر از خاک ماسه‌ای و ٤/٤ برابر آن بود. به‌طورکلی، با افزایش اندازه ذرات موجود در سطح خاک، شدت فرسایش کاهش می‌یابد. به‌عبارتی، بین اندازه ذرات خاک‌دانه و شدت فرسایش رابطه معکوس وجود دارد. همچنین با افزایش اندازه بزرگ‌ترین خاک‌دانه‌ها از ۲ به ۵ میلی‌متر (۲/۵ برابر افزایش اندازه بزرگ‌ترین ذرات) برای باد با سرعت ۱۵ متر بر ثانیه در خاک زراعی، شدت فرسایش ۳/۵ برابر کاهش یافت. هرچه اندازه خاک‌دانه‌های موجود در سطح خاک بزرگ‌تر باشد، از یک‌سو به دلیل افزایش مقاومت در برابر جدا شدن، فرسایش‌پذیری کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، سرعت باد در سطح تماس با خاک کاهش محسوسی یافته و بنابراین باعث کاهش فرسایندگی باد نیز می‌گردد. با توجه به اهمیت فرسایش بادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بهبود ساختمان خاک در راستای ایجاد خاک‌دانه‌های پایدار و درشت در سطح می‌تواند تا حد زیادی در مهار فرسایش بادی کارگشا باشد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود در خصوص مدیریت خاک سطحی و نقش آن بر افزایش پایداری و اندازه ذرات خاک‌دانه برای مقابله با فرسایش بادی مطالعه صورت پذیرد.

منابع

1.Azimzadeh, H.R., and Ekhtesasi, M.R. 2003. Wind erosion: Effect of soil physical and chemical properties on threshold wind velocity (Case study: Yazd-Ardakan Plain). Iranian J. Natur. Resour. 57: 2. 1-11. (In Persian)

2.Azimzadeh, H.R., Ekhtesasi, M.R., Hatami, M., and Akhavan Ghalibaf, M. 2002. Effect of soil physical and chemical properties on wind erodibility and presenting its prediction model in Yazd-Ardakan Plain. J. Agric. Sci. Natur. Resour. 9: 1. 139-151. (In Persian)

Archive of SID

www.SID.ir

3.Bullock, M.S., Larney, F.J., Izaurralde, R., and Feny, Y. 2001. Overwinter change in wind erodibility of clay loam soils in Southern Alberta. Soil Sci. Soc. Am. J. 65: 2. 423-430.
4.Coppinger, K.D., Reiners, W.A., Burke, I.C., and Olson, R.K. 1991. Net erosion on a sagebrush steppe landscape as determined by cesium 137 distribution. Soil Sci. Soc. Am. J. 55: 254-258.
5.Cornelis, W.M., Gabriels, D., and Hartmann, R. 2004. A parameterisation for the threshold shear velocity to initiate deflation of dry and wet sediment. Geomorphology, 59: 43-51.
6.Dong, Z., Liu, X., and Wang, X. 2002. Aerodynamic roughness of gravel surfaces. Geomorphology, 43: 17-31.
7.Ekhtesasi, M.R. 1993. Wind Erosion Sensitivity Map of Yazd-Ardakan Plain Using Wind Erosion Meter. MSc. Thesis. Natural Resources Faculty, University of Tehran. 237p. (In Persian)
8.Kardous, M., Bergametti, G., and Marticorena, B. 2005. Wind tunnel experiments of the effects of tillage ridge features on wind erosion horizontal fluxes. Annales Geophysicae, 23: 10. 3195-3206.
9.Lal, R. 2003. Soil erosion and global carbon budget. International Environment, 29: 437-450.
10.Li, F., Zhang, H., Zhang, T.H., and Shirato, Y. 2003. Variation of sand transporation rates in sandy grasslands a long a desertification gradient in northern China. Catena, 53: 255-272.
11.Liu, L.Y., Li, X.Y., Shi, P.J., Gao, S.Y., Wang, J.H., Ta, W.Q., Song, Y., Liu, M.X., Wang, Z., and Xia, B.L. 2007. Wind erodibility of major soils in the farming-pastoral ecotone of China. J. Environ. 68: 611-623.
12.Lopez, M.V., Gracia, R., and Arrue, J.L. 2000. Efeects of reduced tillage on soil surface properties affecting wind erosion in semiarid fallow lands of Central Aragon. Europ. J. Agro. 12: 191-199.
13.Moreno, R.G., Alvarez, M.C.D., Alonso, A.T., Barrington, S., and Requejo, A.S. 2008. Tillage and soil type effects on soil surface roughness at semiarid climatic conditions. Soil Till. Res. 98: 1. 35-44.
14.Murillo, J.M., Moreno, E., Giron, I.F., and Oblitas, M.I. 2004. Conservation tillage: long term effect on soil and crops under rained conditions in south-west Spain (Western Andalusia). Spanish J. Agric. Res. 2: 1. 35-43.
15.Oelze, M.L., Sabatier, J.M., and Raspet, R. 2003. Roughness measurements of soil surfaces by Acoustic backscatter. Soil Sci. Soc. Am. J. 67: 241-250.
16.Page, A.L., Miller, R.H., and Jeeney, D.R. 1992. Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical properties. SSSA Pub., Madison. 1750p.
17.Pansu, M., and Gautheyrou, J. 2006. Handbook of Soil Analysis, Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer. 993p.

Archive of SID

www.SID.ir

18.Puget, P., Chenu, C., and Balesdent, J. 2000. Dynamics of soil organic matter associated with particle-size fractions of water-stable aggregates. Europ. J. Soil Sci. 51: 595-605.
19.Qiang, M., Chen, F., Zhou, A., Xiao, S., Zhang, J., and Wang, Z. 2007. Impacts of wind velocity on sand dust deposition during dust storm as inferred from a series of observations in the northeastern Qinghai-Tibetan Plateau, China. Powder Technology, 175: 82-89.
20.Refahi, H. 2004. Wind Erosion and Control. University of Tehran Press, 320p. (In Persian)
21.Six, J., Guggenberger, G., Paustian, K., Haumaier, L., Elliott, E.T., and Zech, W. 2001. Sources and composition of soil organic matter fractions between and within soil aggregates. Europ. J. Soil Sci. 52: 607-618.
22.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.
23.Stout, J.E., and Zobeck, T.M. 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.
24.Subramaniam, N., and Chinappa, G.P. 2002. Remote sensing and GIS techniques for land degradation assessment due to water erosion, P 815-819. In: 17th WCSS, Thailand.
25.Vidal, V.E., Vivas Miranda, J.G., and Paz Gonzalez, A. 2005. Characterizing anisotropy and heterogeneity of soil surface microtopography using fractal models. Ecol. Model., 182: 337-353.
26.Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter, and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37: 29-38.
27.Xian, X., Tao, W., Qingwei, S., and Weimin, Z. 2002. Field and wind tunnel studies of aerodynamic roughness length. Boundary-Layer Meteorology, 104: 151-163.
28.Zhang, C., Zou, X., Gong, J., Liu, L., and Liu, Y. 2004. Aerodynamic roughness of cultivated soil and its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel. Soil Till. Res. 7: 53-59.
29.Zhao, H.L., Yi, X.Y., Zhou, R.L., Zhao, X.Y., Zhang, T.H., and Drake, S. 2006. Wind erosion and sand accumulation effects on soil properties in Horqin Sandy Farmland, Inner Mongolia. Catena, 65: 71-76.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Soil Management and Sustainable Production, Vol. 1(1), 2011
www.gau.ac.ir/journals

Effect of soil particle size distribution on wind erosion rate

***M. Mahmoodabadi[1], F. Dehghani[2] and H.R. Azimzadeh[3]**
[1]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[2]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Shahid Bahonar University of Kerman,
[3]Assistant Prof., Dept. of Environment, University of Yazd
Received: 2011/03/15; Accepted: 2011/09/26

Abstract

Wind erosion is one of the phenomena which causes land degradation in arid and semiarid regions and is a serious challenge for sustainable production and farmland management. The rate of wind erosion depends on wind velocity and surface properties of the soil. Random roughness is one of the most important factor affecting wind erosion, which depends on soil particle size distribution. Due to some limitations in field measurement of erosion, this study was carried out to investigate the effect of particle size distribution on erosion rate using wind tunnel. For this purpose, two cropland soils and sandy soils were applied to create four different particle size distributions. The largest aggregates on the surface of cropland soil were 2, 5 and 15 mm and on the sandy soil was 2 mm, which were subjected to different wind velocities of 2, 9, 15 and 18 m s^{-1} at the height of 20 cm with three replications. The results showed that by increasing wind velocity, erosion rate was intensified. The erosion rate depends on surface particle size distribution. The results also indicated that the size of largest aggregates on soil surface has an important influence on erosion rate. The cropland soil had higher percentage of macroaggregates (> 0.25 mm) than the sandy soil; Consequently its erosion rate was significantly lower. In addition, increasing aggregate size from 2 to 5 mm for the velocity of 15 m s^{-1}, led to 3-fold decrease in erosion rate.

Keywords: Wind tunnel, Aggregate, Surface roughness, Wind velocity, Wind simulation

* Corresponding Author; Email: mahmoodabadi@mail.uk.ac.ir

Archive of SID

www.SID.ir