آیا مدت زمان انجام آزمایش، در دقت اندازه‌گیری شدت فرسایش خاک با استفاده از تونل باد تأثیری دارد؟

سمیرا زمانی[۱] و مجید محمودآبادی[۲]
۱- دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
۲- دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
E. mail: zamani.samira@hotmail.co.nz
E. mail: mahmoodabadi@uk.ac.ir

چکیده

با توجه به اهمیت فرسایش بادی در کشور ایران و ملاحظات فنی در اندازه‌گیری دقیق آن، پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرات زمانی شدت فرسایش بادی و تعیین بهترین زمان برای انجام آزمایش‌های تونل باد انجام شد. دو نمونه خاک با کاربری زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ و ۱۰ میلی‌متر (C_{2mm} و C_{10mm}) و یک نمونه خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر (S_{2mm}) تهیه شد. سپس سرعت‌های ۲، ۹ و ۱۸ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر در مدت زمان‌های ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه بر روی خاک C_{10mm} و ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۲/۵ و ۵ دقیقه بر روی دو خاک C_{2mm} و S_{2mm} ایجاد گردید. نتایج نشان داد که برای هر سه خاک مورد مطالعه با گذشت زمان، شدت فرسایش بادی تا رسیدن به شرایط پایدار به صورت غیرخطی کاهش می‌یابد. یافته‌ها همچنین نشان داد در خاک‌های با فرسایش‌پذیری کمتر، به مدت زمان بیشتری برای انجام آزمایش تونل باد نیاز است. این یافته اهمیت انتخاب زمان مناسب و نقش آن را در انجام آزمایش‌های تونل باد روشن می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، تونل باد، تغییرات زمانی، شرایط پایدار.

مقدمه

وضعیت اقلیمی ایران به دلیل عواملی مانند بارندگی کم، دمای بالا، تراکم محدود پوشش گیاهی، بادهای قوی و سطوح پهناور (Zhang و همکاران، ۲۰۱۰) زمینه‌ساز وقوع فرسایش بادی در این مناطق شده است علاوه بر آن, مدیریت نامناسب نیز بر پتانسیل تخریب فرسایش بادی در این مناطق افزوده و روز به روز نیز این پدیده در حال گسترش می‌باشد(Diaz-Nigenda و همکاران،۲۰۱۰). اندازه‌گیری شدت فرسایش بادی و عوامل مؤثر بر آن در شرایط طبیعی به علت تغییرات زمانی و مکانی زیادی که رخ می‌دهد، مشکل و هزینه‌بر می‌باشد. بنابراین برای توصیف اثر عوامل موثر بر فرسایش بادی و همچنین اثر فعالیت‌های بشری نیاز به شبیه‌سازی‌های دقیقی می‌باشد. با گذشت زمان، تحقیقات فرسایش بادی به تدریج از مطالعات کیفی به سمت مطالعات کمی پیش رفت و در این راستا دستگاه تونل باد[1] نقش ویژه‌ای در اندازه‌گیری شدت فرسایش پیدا کرد (Zhao و Pei، ۲۰۱۰؛ Lopez، ۱۹۹۸). از این‌رو، استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی (تونل باد) به عنوان یکی از روش‌های جایگزین و قابل اجرا مورد توجه پژوهشگران قرار گرفت. با استفاده از تونل باد می‌توان تأثیر سرعت باد و ویژگی‌های خاک را در شرایط کنترل شده و ایجاد شرایطی نزدیک به شرایط طبیعی، مورد بررسی قرار داد (Zamani و Mahmoodabadi، ۲۰۱۳؛ Burri و همکاران، ۲۰۱۱؛ Kohake و همکاران، ۲۰۰۹).

اما اندازه‌گیری‌های حاصل از این دستگاه نیز می‌تواند در کنار مزایایی که دارد با خطاها و مشکلاتی در روش اندازه‌گیری فرسایش بادی همراه باشد. علاوه بر آن از آنجا که فرسایش بادی می‌تواند تنوع مکانی و زمانی قابل ملاحظه‌ایی را همراه با تغییر در سطح خاک ایجاد کند، از یک طرف این دستگاه یک محیط کنترل شده را فراهم می‌کند و فضای محدود تونل باد و همچنین زمان کوتاه آزمایش‌ها، درک نتایج را برای شرایط طبیعی مشکل ساخته است و از سوی دیگر بررسی تغییرات مکانی

[1]. Wind tunnel

در سطح خاک و تغییرات زمانی شدت فرسایش، در مطالعات فرسایش بادی به دلیل وجود مشکلات، بسیار کم انجام شده و حتی در بسیاری از موارد نادیده گرفته می‌شود (Zhang و همکاران، ۲۰۱۲؛ Lopez، ۱۹۹۸).

بسیاری از پژوهشگران از آزمایش‌های حاصل از دستگاه تونل باد برای اندازه‌گیری فرسایش بادی استفاده کرده‌اند (Rende و همکاران، ۲۰۱۵؛ محمودآبادی و زمانی، ۱۳۹۱). اما یکی از مسائل مهم و تأثیرگذار در اندازه‌گیری‌های شدت فرسایش بادی به وسیله تونل باد، مدت زمان انجام آزمایش در سرعت‌های مشخص است. به بیان دیگر نقش تغییرات زمانی در اندازه‌گیری‌های شدت فرسایش با استفاده از تونل باد بسیار با اهمیت و قابل بحث می‌باشد. در حقیقت اندازه‌گیری‌های دقیق و درست فرسایش بادی منتج به پیش بینی‌ها و درک بهتر پدیده فرسایش بادی شده و در نظر گرفتن نقش زمان در این مسیر دقت این اندازه‌گیری‌ها را بهبود بخشیده و باعث یکپارچه سازی روش‌های اندازه‌گیری و اطلاعات جمع آوری شده حاصل از دستگاه‌های شبیه سازی مانند تونل باد می‌شود (Zhang و همکاران، ۱۹۹۶؛ Scott، ۱۹۹۵). نتایج آزمایش‌های Rende و همکاران (۲۰۱۵) و همچنین Zhang و همکاران (۱۹۹۶) نشان داد که زمان در اندازه‌گیری فرسایش بادی با استفاده از تونل باد بسیار تأثیرگذار است. تا کنون پژوهش مدون و مستقلی در زمینه اثر مدت زمان انجام آزمایش بر دقت اندازه‌گیری شدت فرسایش بادی با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باد انجام نشده است. این پژوهش با هدف بررسی تغییرات زمانی شدت فرسایش بادی و انتخاب مدت زمان بهینه برای انجام آزمایش‌های تونل باد انجام شد. بر این اساس، سعی شد که به نقش زمان در اندازه‌گیری‌های شدت فرسایش بادی نگاه ویژه‌ای شود تا در نهایت بتوان با همسو کردن روش‌های اندازه‌گیری به شناخت بهتر و جامع تری از فرایندهای فرسایش بادی دست پیدا کرد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه از دو مکان با کاربری زراعی دو نمونه خاک با توزیع اندازه ذرات متفاوت از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر تهیه شد. نمونه اول با نام خاک زراعی بافت لوم رسی و نمونه دوم با نام خاک ماسه‌ای بافت لوم رسی شنی داشت. پس از هوا خشک کردن نمونه‌ها، به منظور ایجاد توزیع اندازه ذرات متفاوت، خاک زراعی از الک‌های ۲ و ۱۰ میلی‌متر و خاک ماسه‌ای نیز از الک ۲ میلی‌متر عبور داده شد. به این ترتیب، سه خاک با توزیع اندازه ذرات متفاوت شامل؛ خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر (C_{2mm})، خاک زراعی با حداکثر ذرات ۱۰ میلی‌متر (C_{10mm}) و خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر (S_{2mm}) تهیه شد. در پژوهش حاضر از دستگاه تونل باد (شبیه‌ساز فرسایش بادی) واقع در آزمایشگاه فرسایش و حفاظت خاک دانشگاه شهید باهنر استفاده شد. مولد باد این دستگاه قادر است سرعت‌های مختلف باد از ۲ تا حداکثر ۲۰ متر بر ثانیه را در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری ایجاد کند. سطح مورد آزمایش از یک سینی به ابعاد ۱۰۰ در ۴۰ سانتی‌متری تشکیل شده که نمونه‌های خاک داخل آن ریخته می‌شود. رسوبگیر از جنس پلاستیک دو لایه به طول ۱۰ متر بوده که در انتهای دستگاه نصب می‌شود. رسوبات حاصل از فرسایش در این رسوبگیر قابل جمع‌آوری و توزین است.

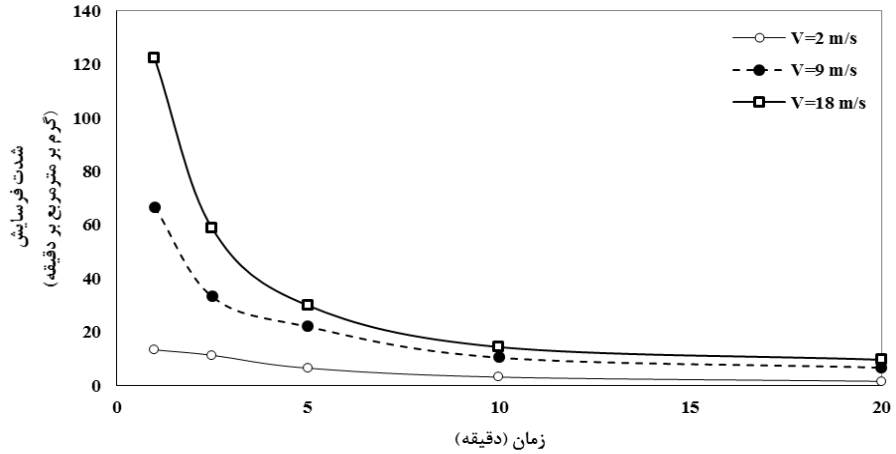
در این مطالعه سه نمونه خاک با توزیع مختلف اندازه ذرات شامل؛ C_{10mm} ، C_{2mm} و S_{2mm} تحت سرعت‌های باد ۲، ۹ و ۱۸ متر بر ثانیه در مدت زمان‌های رخداد ۱، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۲۰ دقیقه برای نمونه خاک C_{10mm} و زمان‌های ۰/۲، ۰/۵، ۱، ۲/۵ و ۵ دقیقه برای دو نمونه C_{2mm} و S_{2mm} قرار گرفت. زمان‌های یادشده بر اساس توزیع اندازه ذرات آن‌ها و تعیین مدت زمان لازم برای رسیدن به شرایط پایدار از طریق آزمون و خطا و پس از انجام آزمایشات مکرر در سرعت‌های مختلف و به‌طور جداگانه، انتخاب شدند. به طور کلی در سطوح کوچک، میزان فرسایش ذرات خاک کم بوده که این می‌تواند یکی از دلایلی باشد که زمان آزمایش‌های تونل باد در حد دقیقه یا حتی کم‌تر در نظر گرفته شود (Tatarko و همکاران، ۲۰۱۲). شدت فرسایش بادی بر حسب گرم بر مترمربع در دقیقه به صورت جداگانه برای هر سرعت و خاک و در هر یک از زمان‌ها محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تغییرات زمانی شدت فرسایش در سرعت‌های مختلف برای نمونه C_{10mm} در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد که در هر سه سرعت مورد مطالعه و با گذشت زمان، شدت فرسایش بادی از شرایط ناپایدار[۲] تا رسیدن به شرایط پایدار[۳]، به صورت غیرخطی کاهش می‌یابد. زمان لازم برای رسیدن به شرایط پایدار در این خاک طبق شکل ۱، حداقل ۱۰ دقیقه تعیین شد. شدت فرسایش در این خاک در سرعت ۱۸ متر بر ثانیه بیشتر از دو سرعت دیگر باد است. در این سرعت، بیشترین شدت فرسایش در زمان ۱ دقیقه و برابر با ۱۲۲/۳ گرم بر متر مربع در دقیقه بود، اما با گذشت ۲۰ دقیقه این شدت به ۹/۶ گرم بر متر مربع در دقیقه کاهش یافت. به عبارتی، با تغییر شرایط از حالت ناپایدار به شرایط پایدار، شدت فرسایش در خاک C_{10mm} حدود ۱۳ برابر کاهش یافته است. در کمترین سرعت باد یعنی ۲ متر بر ثانیه نیز چنین وضعیتی مشاهده می‌شود به نحوی که شدت فرسایش در این سرعت باد و در شرایط ناپایدار، ۸/۳ برابر بیش‌تر از شرایط پایدار است. از منظر دیگر، در شرایط ناپایدار تغییرات زمانی شدت فرسایش زیاد بوده و با نیل به سمت شرایط پایدار این تغییرات به حداقل مقدار خود می‌رسد و در این شرایط، شدت فرسایش با گذشت زمان چندان تغییر نمی‌کند. این یافته از این نظر اهمیت دارد که در صورت انجام آزمایش بر روی این خاک با مدت زمانی کمتر از زمان لازم برای رسیدن به شرایط پایدار، شدت فرسایشی که بدست می‌آید چندین برابر شدت فرسایشی است که با انجام آزمایش بر روی همین خاک ولی با مدت زمان برابر با زمان لازم برای رسیدن به شرایط پایدار حاصل می‌شود. این موضوع اهمیت انتخاب زمان مناسب برای انجام آزمایش تونل باد را نشان می‌دهد.

در دقایق اولیه، حساس‌ترین ذرات در برابر فرسایش با فراوانی زیاد از سطح خاک جدا و منتقل می‌شوند و با گذشت زمان طولانی‌تر که شرایط پایدار ایجاد می‌شود، سطح خاک حالت سپری[۴] پیدا کرده و ذرات در دسترس حساس کمتری، برای جداشدن به جریان باد عرضه می‌شود. به طور مشابهی، Lopez (۱۹۹۸) دلیل کاهش شدت جریان ذرات ریز با گذشت زمان را به محدودیت در عرضه ذرات قابل دسترس برای فرسایش مرتبط دانست. به دیگر بیان، حساس‌ترین ذرات عمدتاً در زمان‌های ابتدایی و آن هم به صورت انتخابی از سطح خاک جدا می‌شوند و ذرات درشت به نسبت بیشتری در شرایط پایدار در سطح خاک باقی می‌ماند که در برابر فرسایش مقاومت می‌کنند (Rende و همکاران، ۲۰۱۵). شکل ۱ همچنین بیانگر افزایش شدت فرسایش، با افزایش سرعت باد است. نتایج نشان می‌دهد که با ۹ برابر شدن سرعت باد (از سرعت ۲ تا ۱۸ متر بر ثانیه)، شدت فرسایش در ناپایدارترین شرایط (زمان ۱ دقیقه) و پایدارترین شرایط (زمان ۲۰ دقیقه) به ترتیب ۹ و ۶ برابر افزایش یابد. از یک طرف به دلیل افزایش عامل فرساینده و از طرف دیگر به دلیل برخورد و خرد و ریزترشدن خاکدانه‌ها در سرعت‌های بالای باد، شدت فرسایش افزایش بیشتری پیدا می‌کند (محمودآبادی و زمانی، ۱۳۹۱).

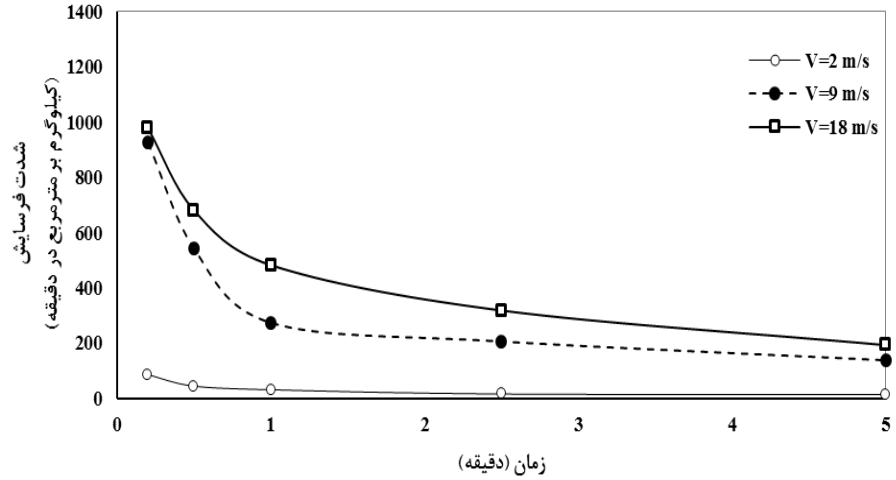
[2].Unsteady state conditions
[3].Steady state conditions
[4]. Armour



شکل ۱ - تغییرات زمانی شدت فرسایش تحت سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر (C_{10mm})

روند تغییر شدت فرسایش با زمان برای خاک C_{2mm} مشابه با خاک C_{10mm} می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، کم‌ترین و بیش‌ترین زمان در نظر گرفته شده با توجه به حداکثر اندازه ذرات این خاک زراعی و به صورت آزمون و خطا به ترتیب ۰/۲ و ۵ دقیقه در نظر گرفته شد که به ترتیب بیان‌گر ناپایدارترین و پایدارترین شرایط موجود در خاک C_{2mm} می‌باشند. در زمان ۰/۲ دقیقه بیش‌ترین شدت فرسایش ملاحظه شد. اما این شرایط با گذشت زمان به یک حالت پایدار و کم و بیش ثابت رسید. با وجود تفاوت زمان‌های انتخاب شده نسبت به C_{10mm} اما روند مشاهده شده در هر دو نمونه خاک زراعی یکسان بود. اگرچه جرم کل رسوب تولیدی یا تلفات خاک در هر سه سرعت اعمال شده ۲، ۹ و ۱۸ متر بر ثانیه با گذشت زمان زیاد شد، اما شدت فرسایش (بر حسب گرم بر مترمربع در دقیقه) با رسیدن تدریجی به حد پایدار، کاهش یافت (Zhang و همکاران، ۱۹۹۶). به بیان دیگر از زمان ۲/۵ دقیقه به بعد به تدریج از تندی شیب فرسایش کاسته شد و در زمان ۵ دقیقه به شرایط تقریبا پایدار رسید. نمونه C_{2mm} به دلیل حساسیت بیشتر در مقایسه با نمونه C_{10mm} در زمان کمتری، به شرایط پایدار رسید و شدت فرسایش بیشتری را نیز نشان داد. با افزایش سرعت باد در نمونه C_{2mm} ترکیبی از ذرات ریز و درشت در رسوب دیده می‌شود اما در سرعت‌های کم به دلیل ماهیت انتخابی رخداد، ذرات ریزتر فراوان‌ترند.

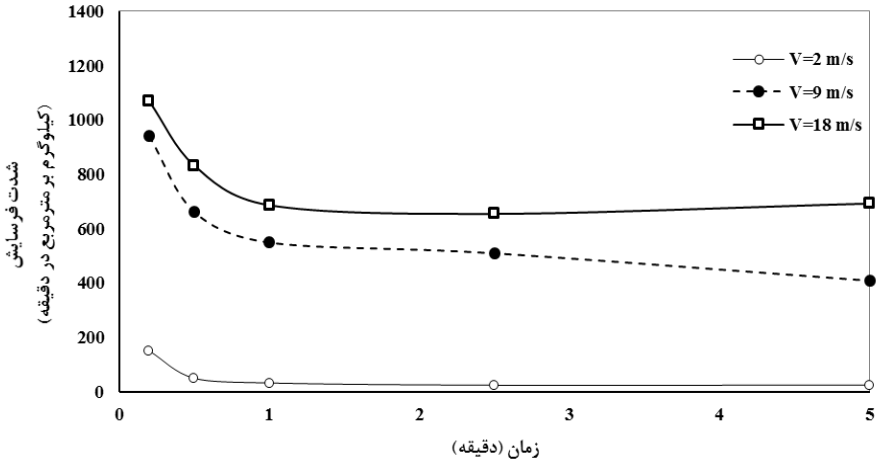
نتایج به دست آمده از شکل ۲ همچنین نشان داد که در سرعت ۲ و ۹ متر بر ثانیه با گذشت زمان و تغییر شرایط از حالت ناپایدار به پایدار شدت فرسایش در این نمونه خاک به ترتیب ۶/۱ و ۶/۶ برابر کاهش یافت. اغلب مدل‌های فرسایش در شرایط پایدار توسعه یافته‌اند و این مسئله بیان‌گر نقش زمان، سرعت، سپری شدن سطح خاک و همچنین جدایش‌پذیری ذرات در شدت فرسایش خاک می‌باشد. بررسی Lopez (۱۹۹۸) نشان داد که در شرایط پایدار، ذرات درشت بیش‌تری در خاک باقی مانده و به همین دلیل شدت فرسایش کاهش می یابد. همچنین برخلاف شرایط پایدار در شرایط ناپایدار از یک طرف نوسانات و تغییرات زیاد و از طرف دیگر شدت‌های بیشتر فرسایش رخ می‌دهد. محمودآبادی و زمانی (۱۳۹۱) دریافتند که در خاک‌های حساس به دلیل چسبندگی کم، ذرات خاک می‌توانند به راحتی جداسازی و جابجا شوند. در نمونه زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر C_{10mm} شدت فرسایش بسیار کم‌تر از نمونه زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر بود که بیانگر نقش توزیع اندازه ذرات و زبری سطح خاک به دلیل خاکدانه‌های درشت‌تر می‌باشد (Zamani و Mahmoodabadi، ۲۰۱۳).



شکل ۲- تغییرات زمانی شدت فرسایش تحت سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر (C_{2mm})

در خاک ماسه‌ای S_{2mm} نیز با وجود تفاوت در توزیع اندازه ذرات آن نسبت به دو نمونه خاک زراعی روند یکسانی در کاهش شدت فرسایش با گذشت زمان مشاهده شد (شکل ۳). از آن جا که این خاک با درصد زیاد شن نسبت به فرسایش بادی بسیار حساس بوده و دارای چسبندگی کم و قابلیت جدایش‌پذیری زیاد ذرات می‌باشد، لذا شدت فرسایش این خاک در تمامی زمان‌ها قابل توجه بود. شدت فرسایش در نمونه S_{2mm} در زمان ۵ دقیقه نسبت به زمان ۰/۲ دقیقه در شرایط پایدارتری قرار دارد. مطابق شکل ۳ در سرعت‌های ۲، ۹ و ۱۸ متر بر ثانیه با افزایش زمان از ۰/۲ به ۵ دقیقه شدت فرسایش به ترتیب ۶، ۲ و ۱/۵ برابر کاهش یافت. شدت فرسایش برای هر سه نمونه مورد مطالعه نشان داد که در زمان‌های کم یا شرایط ناپایدار، تغییرات زمانی شدید در شدت فرسایش وجود دارد. نمونه S_{2mm} به دلیل اینکه فاقد ساختمان است و درصد قابل توجهی شن دارد، در برابر فرسایش حساسیت بیشتری نشان داد. شکل ۳ نشان داد که خاک ماسه‌ای نسبت به دو نمونه خاک زراعی در زمان کمتری به شرایط پایدار رسید. با گذشت زمان ذرات مقاوم در برابر فرسایش در روی سطح باقی می‌مانند و شدت فرسایش با گذشت زمان کاهش می‌یابد (Rende و همکاران ۲۰۱۵؛ Zhang و همکاران ۱۹۹۶). با این وجود، ایجاد حالت سپری در این نمونه نسبت به دو نمونه خاک زراعی دیگر به دلیل فرسایش‌پذیری بیشتر آن، کم‌تر دیده شد. در حقیقت برخی از سطوح با گذشت زمان فرسایش پذیر باقی می‌مانند به رغم اینکه سریعتر به شرایط پایدار می‌رسند.

همچنان که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود در این نمونه نیز با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش به دلیل قابل دسترس بودن مقدار ذرات حساس به جداشدن، بیش‌تر می‌باشد و در سرعت ۱۸ متر بر ثانیه همچنان قابلیت عرضه ذرات را نشان می‌دهد در حالی که در دو سرعت دیگر پایداری ملموس‌تر می‌باشد. این مسئله نشان دهنده حساسیت بالای این خاک به ویژه در سرعت‌های بالا است. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که توزیع اندازه ذرات نقش مهمی را در حساسیت خاک به فرسایش ایفا می‌کند. به عبارت دیگر بین اندازه ذرات خاک سطحی و شدت فرسایش رابطه معکوسی وجود دارد (Zamani و Mahmoodabadi، ۲۰۱۳). سطح خاک‌های حاوی خاکدانه‌های درشت در برابر وزش باد محافظت شده و وجود این ذرات در مقابل انتقال به وسیله باد مقاومت کرده و حتی می‌توانند در مقابل انتقال ذرات کوچک‌تر هم تأثیرگذار باشند و شدت فرسایش بادی را تا حدی کاهش دهد.



شکل ۳- تغییرات زمانی شدت فرسایش تحت سرعت‌های مختلف باد در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری برای خاک ماسه‌ای با حداکثر اندازه ذرات ۲ میلی‌متر (S_{2mm})

آزمایش‌های تونل باد نشان داد که هر چه خاک فرسایش‌پذیرتر و به عبارت دیگر چسبندگی بین ذرات آن کمتر باشد در انجام آزمایش‌ها به مدت زمان کمتری نیاز است. تخلیه ذرات حساس در نمونه خاک‌های C_{2mm} و S_{2mm} سریعتر از نمونه خاک C_{10mm} دیده شد. هر چند که خاک S_{2mm} نیز نسبت به خاک C_{2mm} در مدت زمان کمتری به شرایط پایدار رسید. این یافته به این معنی است که با توجه به جدایش‌پذیری بالا و چسبندگی کمتر ذرات خاک ماسه‌ای در آزمایش‌های تونل باد باید زمان کمتری در نظر گرفته شود. رسیدن به تعادل در نمونه خاک زراعی با حداکثر اندازه ذرات ۱۰ میلی‌متر (C_{10mm}) از زمان ۱۰ دقیقه مشاهده شد. به عبارت دیگر هر چه خاک مقاوم‌تر بوده دیرتر به شرایط پایدار می‌رسد.

نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی مدت زمان انجام آزمایش و تأثیر آن در دقت اندازه‌گیری شدت فرسایش خاک با استفاده از دستگاه تونل باد در سه نمونه خاک C_{2mm}، C_{10mm} و S_{2mm} پرداخت. نتایج نشان داد که با گذشت زمان شدت فرسایش، در هر سه خاک به صورت غیرخطی کاهش یافت. در همان زمان‌های اولیه بیش‌ترین ذرات توسط باد از سطح خاک جدا شده و با گذشت زمان، عرضه این ذرات از سطح خاک کاهش یافته و سطح خاک به خصوص در نمونه‌های خاک زراعی به دلیل جدایش‌پذیری و حساسیت کمتر ذرات حالت سپری پیدا کرد. این نتیجه لزوم بررسی تغییرات زمانی را در آزمایش‌های تونل باد و برای خاک‌های مختلف نشان می‌دهد. چرا که در خاک‌های با فرسایش‌پذیری کمتر نظیر خاک‌های دست‌نخورده در شرایط صحرایی، به مدت زمان بیشتری برای انجام آزمایش تونل باد نیاز است.

منابع

محمودآبادی، م. و زمانی، س. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر سرعت باد و توزیع اندازه ذرات خاک بر فرآیندهای حمل رسوب ناشی از فرسایش بادی. نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۴، شماره ۳، صفحه‌های ۱۴۱ تا ۱۵۱.

Kohake D.J, Hagen L.J. and Skidmore, E.L. 2009. Wind erodibility of organic soils. Soil Sci. Soc. Am. J, 74: 250-257.

Lopez M.V. 1998. Wind erosion in agricultural soils: an example of limited supply of particles available for erosion. Catena, 33: 17-28.

Rende W., Zhongling G., Chunping Ch., Dengpan X. and Hongjun, J. 2015. Quantitative estimation of farmland soil loss by wind-erosion using improved particle-size distribution comparison method (IPSDC). Aeolian Research, 19: 163-170.

Scott W.D. 1995. Measuring the erosivity of the wind. CATENA, 24: 163-175.

Zhang X., Zhou Q., Chen W., Wang Y. and Tong D.Q. 2015. Observation and modeling of black soil wind-blown erosion from cropland in Northeastern China. Aeolian Research, 19: 153-162.

Zhang C.L., Dong G.R., Dong Z.B. and Li C.Z. 1996. Time problem in calculation soil wind erosion rate with wind tunnel experiment. J. Desert Research, 16 (2): 200–203 (in Chinese with English abstract).

Zamani, S. and Mahmoodabadi, M. 2013. Effect of particle-size distribution on wind erosion rate and soil erodibility. Arch. Agron. Soil Sci, 59(12): 1743-1753.

Diaz-Nigenda E., Tatarko J., Jazcilevich A.D., Garcia A.R., Caetano E. and Ruiz-Suarez L.G. 2010. A modelling study of Aeolian erosion enhanced by surface wind confluences over Mexico City. Aeolian Research, 2:143-157.

Tatarko J., Sporcic M.A. and Skidmore E.L. 2012. A history of wind erosion prediction models in the United States Department of Agriculture prior to the Wind Erosion Prediction System. Aeolian Research, 10: 3-8.

Zhang Z., Wieland R., Reiche M., Funk R., Hoffmann C., Li Y. and Sommer M. 2012. Identifying sensitive areas to wind erosion in the Xilingele grassland by computational fluid dynamics modelling. Ecological Informatics, 8: 37-48.

Zhao Y. and Pei Y. 2010. A study on distributed simulation of soil wind erosion and its application to the Tuhaimajia River Basin. Procedia Environmental sciences, 2: 1555-1568.

Does experiment duration affect the precision of soil erosion measurement using wind tunnel?

S. Zamani[1] and M. Mahmoodabadi[2]

1. Ph.D. Student, Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman.
2. Associate Prof., Department of Soil Science, Agriculture Faculty, Shahid Bahonar University of Kerman.

E. mail: zamani.samira@hotmail.co.nz
E. mail: mahmoodabadi@uk.ac.ir

Abstract

The time duration of wind tunnel experiment is an important agent affects soil erosion measurement. Because of the importance of wind erosion measurement, this study investigates the temporal variability of wind erosion rate using wind tunnel. For this purpose, three soil samples with different particle size distribution from a cultivated soil with the maximum particle size of 2 and 10 mm (C_{2mm} and C_{10mm}) and a sandy soil sample with the maximum particle size of 2 mm (S_{2mm}) were prepared. Different wind velocities of 2, 9 and 18 m s^{-1} at a height of 20 cm, in durations of 1, 2.5, 5, 10, and 20 min for the C_{10mm} and 0.2, 0.5, 1, 2.5 and 5 min for the two soils of C_{2mm} and S_{2mm} were produced. The results showed that erosion rate decreased gradually with time as a nonlinear whereas for all the three soil samples it reached a steady state condition. The result also indicates that at higher soil erodibilties, less time duration requires for wind tunnel experiment. The findings of this research revealed the importance of time as a key parameter in wind erosion studies.

Keywords: Wind erosion, Wind tunnel, Temporal variability, Steady state conditions.