

بررسی تأثیر اندازه، رطوبت ذرات و مالچ پلی‌اکریلیک اسید بر میزان فرسایش بادی

ناهیده اسحق‌ی سردرود^۱، هوشنگ کاتبی^{۲*} و عبدالرضا میرمحسنی^۳
^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد خاک و پی، دانشکده فنی مهندسی عمران، دانشگاه تبریز
^۲ دانشیار، دانشکده فنی مهندسی عمران، دانشگاه تبریز
^۳ استاد، دانشکده شیمی و مهندسی شیمی، دانشگاه تبریز

چکیده

دریاچه ارومیه در استان آذربایجان غربی طی چندین سال گذشته تقریباً شش متر کاهش سطح داشته و رو به خشکی است. در صورت خشک شدن این دریاچه هوای معتدل منطقه تبدیل به هوای گرمسیری شده و طوفان‌های نمک آغاز خواهد شد. بنابر این می‌بایست به دنبال راهکارهایی برای کنترل فرسایش بادی بود. یکی از عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری سطحی است که به توزیع اندازه ذرات سطحی وابسته است. عامل دیگر مقدار رطوبت ذرات است. یکی از روش‌های کنترل فرسایش بادی که در دهه‌های اخیر رایج شده، استفاده از مالچ مواد پلیمری می‌باشد. این تحقیق به بررسی نقش توزیع اندازه ذرات و مقدار رطوبت آن‌ها در میزان سرعت آستانه فرسایش و میزان فرسایش بادی و نیز تأثیر مالچ پلی‌اکریلیک اسید در کنترل فرسایش بادی می‌پردازد. به این منظور، نمونه‌ها در دانه‌بندی‌های متفاوت مورد آزمایش قرار گرفته و مقدار سرعت آستانه فرسایش و میزان فرسایش برای هر دانه‌بندی با آزمایش تونل باد به دست آمده است. سپس تأثیر رطوبت در میزان فرسایش نمونه‌ها تعیین شده است. نتایج نشان می‌دهد، با کاهش قطر ذرات نمونه، مقدار سرعت آستانه فرسایش بادی کاهش یافته و میزان فرسایش بادی افزایش می‌یابد. و نیز با افزایش میزان رطوبت نمونه‌ها، فرسایش بادی در نمونه‌ها به مقدار ۱۰/۸ برابر کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده از مالچ پلی‌اکریلیک اسید روی نمونه‌ها بیان کننده کاهش ۹۸ درصد در میزان فرسایش بادی می‌باشد.

واژگان کلیدی: تونل باد، طوفان‌های نمکی، زبری سطحی، سرعت آستانه فرسایش بادی، پلی‌اکریلیک اسید.

۱- مقدمه

جریان باد و خاک شده و از این طریق شدت فرسایش را کاهش می‌دهد [۲، ۳]. میزان فرسایش بادی با افزایش زبری آئروودینامیکی کاهش می‌یابد. به طوری که Li و همکاران [۳] نتیجه گرفتند هرچه زبری آئروودینامیکی کوچک‌تر باشد، با افزایش سرعت باد، میزان فرسایش بادی با شدت بیش‌تری افزایش خواهد یافت.

نتایج پژوهش‌های گذشته نشان از آن دارند که خاک دانه‌های موجود در سطح خاک به ویژه ذرات درشت‌تر بر کنترل زبری تصادفی نقش مهمی دارند [۴]. Zhang و همکاران [۳] در بررسی‌های خود گزارش نموده‌اند که با افزایش اندازه کلوخه‌ها از ۱ به ۵ سانتی‌متر، شدت فرسایش از ۰/۹۸ به ۰/۴۸ کیلوگرم بر مترمربع در دقیقه کاهش می‌یابد. محمودآبادی و همکاران [۵] نیز تأثیر توزیع اندازه ذرات بر شدت فرسایش مورد بررسی قرار دادند. نتایج بیانگر آن بودند که با افزایش سرعت باد، شدت فرسایش افزایش یافته که میزان افزایش بستگی به توزیع اندازه ذرات موجود در سطح دارد. به طور کلی ذره خاک زمانی منتقل خواهد شد که اولاً به اندازه کافی سبک و قابل حمل باشد و ثانیاً

در مقیاس جهانی اهمیت و خطر فرسایش بادی کمتر از فرسایش آبی است، ولی گاهی ابعاد و تأثیر آن از فرسایش آبی بیشتر می‌باشد. همان‌طور که در مناطق پر باران فرسایش آبی اهمیت دارد، در مناطق خشک و نیمه خشک نیز فرسایش بادی عامل اصلی فرسایش است [۱].

فرسایش بادی فرآیندی است که به سبب افزایش سرعت و در اثر تلاطم باد در سطح عاری از پوشش رخ می‌دهد. این وضعیت در زمین‌های با خاک نرم، لخت، خشک، صاف و دارای دانه‌بندی ریز مشهود است. فرسایش بادی تأثیر عمده‌ای را در کیفیت محیط دارد و سبب کم شدن میدان دید، آلودگی هوا، پوشیده شدن جاده‌ها، ریل‌های راه‌آهن و تخریب زمین‌های کشاورزی می‌شود. از جمله مهم‌ترین عوامل مؤثر بر فرسایش بادی، زبری آئروودینامیکی است و به دلیل اهمیتی که دارد، به تازگی بیش‌تر به آن پرداخته می‌شود. زبری آئروودینامیکی به شرایط سطح خاک وابسته می‌باشد و اهمیت آن از آن‌جا مشخص می‌شود که باعث کاهش سرعت باد در سطح تماس

فرسایش بادی می‌شود. بررسی‌ها نشان داده که سالانه هزاران تن نمک در خاک سطحی تجمع می‌نماید که می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی از جمله تبخیر سطحی در دریاچه‌ها باشد. از جمله این موارد مناطق خشک شده دریاچه ارومیه را می‌توان نام برد. این تحقیق به بررسی تأثیرات میزان رطوبت و اندازه ذرات در میزان فرسایش بادی و بررسی مالچ امولسیون پلی‌اکریلیک اسید در کنترل فرسایش بادی در زمین‌های پوشیده از نمک منطقه ارومیه می‌پردازد.

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در تونل باد موجود در آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشکده مکانیک دانشگاه تبریز انجام شد. این تونل باد از چهار بخش تشکیل شده است:

۱) دهانه مخروطی شکل که برای ورود جریان باد به داخل تونل ساخته شده است.

۲) قسمت آزمایش، که محل قرارگیری نمونه در داخل تونل می‌باشد.

۳) پخش کننده که برای اتصال فن به مقطع تونل باد تهیه شده است.

۴) فن، که در این تونل از نوع مکنده استفاده شده است.

این دستگاه قادر به ایجاد باد تا سرعت ۳۲ متر بر ثانیه می‌باشد. در این تونل باد یک بادسنج بر آب جدا برای اندازه‌گیری سرعت باد تعبیه شده است (شکل (۱)). طول مقطع آزمایش این تونل باد ۴/۷ متر بوده و مقطع آن ۳۵۰۰ متر مربع می‌باشد. به منظور بررسی رفتار نمونه‌ها در برابر وزش باد، از یک سینی به ابعاد ۴۰ در ۲۶ سانتی‌متر برای قرار دادن نمونه‌های نمک استفاده شده است. نمونه‌ها از منطقه خشک شده دریاچه ارومیه از لایه سطحی ۲۰ سانتی‌متری به آزمایشگاه آورده شدند که به دلیل تبخیر آب و خشک شدن دریاچه این لایه سطحی نمونه‌های نمک می‌باشد. آزمایش دانه‌بندی نمونه با استفاده از شیکر و الک و در حالت خشک، طبق آیین‌نامه ASTM D 422-87 انجام گرفته است [۱۲]. میزان pH گل اشباع به وسیله دستگاه pH سنج به دست آمد. pH سنج وسیله‌ای است که از یک بخش محاسب الکترونیکی تشکیل شده که یک نشانگر دیجیتال نیز بر روی آن تعبیه شده است و نیز دارای یک الکتروود شیشه‌ای است که این الکتروود به غلظت حساس است. در این آزمایش از نمک محلول در یک MKCl با غلظت ۱ به ۲/۵ به منظور کاهش نوسانات pH استفاده شده است. برای تعیین چگالی ویژه نیز از

به اندازه کافی درشت باشد تا قسمتی از آن در معرض باد قرار گیرد. همان طور که Bagnold [۶] در تحقیقات خود نشان داد در آزمایش تونل بادی که قادر به حمل ذرات حتی با قطر ۴/۶ میلی‌متر بوده، پودر سیمان به علت ریز دانه و سبک بودن توانسته در برابر وزش باد مقاومت کند.

با وجود تأثیرگذاری رطوبت در کاهش فرسایش بادی، این راهکار نمی‌تواند به عنوان روشی برای کنترل فرسایش بادی باشد. زیرا اقتصادی نبوده و از طرفی دائمی نمی‌باشد. با تبخیر آب سطحی مخصوصاً در مناطق گرم و خشک، مجدداً نیاز به پاشیدن آب روی سطح زمین خواهد بود. بنابر این بایستی دنبال راهکار اساسی بود. محققین در این زمینه تحقیقات متعددی انجام دادند.

Han و همکاران [۸]، برای کنترل فرسایش شن و ماسه بادی در کویری در چین، ۴ ماده تثبیت کننده پلیمری که به صورت مایع بوده و سازگار با محیط بود، انتخاب کردند. این مواد پلیمری شامل LVA (امولسیون پلی‌وینیل الکل)، LVP (پلی وینیل استات)، WBS (مخلوط آب شیشه و کلرید کلسیم) و STB (مخلوط آب شیشه و اوره) می‌باشند. نتایج آزمایشگاهی نشان دادند که این ۴ ماده تثبیت کننده می‌توانند به عنوان ماده ایده‌آل برای کنترل فرسایش در منطقه باشند. این ماده غیر سمی بوده و مناسب برای عملیات اسپری مکانیزه می‌باشند.

He و همکاران [۹] و همچنین Tang و Yang [۱۰] برای کنترل فرسایش بادی ماسه از پلی‌اکریل آمید (PAM) محلول در آب استفاده کردند. نتایج هر دو نشان دادند که، اسپری محلول پلی‌اکریل آمید بر سطح خاک باعث کاهش چشمگیر فرسایش بادی می‌شود. همچنین موحدان و همکاران برای کنترل فرسایش بادی سه نوع خاک شامل ماسه بادی، خاک با بافت سیلتی و نمونه خاک با بافت رسی از پلیمر پلی‌وینیل استات به صورت امولسیون استفاده کردند. این پلیمر در درازمدت به طور بیولوژیکی کاملاً تجزیه شده و فرمولاسیون آن از نظر سم شناسی دارای سازگاری بسیار خوبی با محیط است می‌باشد. نتایج آزمایش بر روی نمونه‌های مختلف نشان دادند که ماده پلیمری مورد نظر با تشکیل یک لایه سطحی نسبتاً سخت که ماهیتاً با لایه تشکیل شده با آب در سطح خاک متفاوت است، به خوبی می‌تواند فرسایش بادی را تا ۹۰ درصد کاهش دهد [۱۱].

شوری خاک و تمرکز بلورهای نمک باعث پوکی خاک شده و آن را در برابر بادبردگی حساس می‌نماید و موجب افزایش

سینی ۱۰ گرم (۹۵ گرم بر متر مربع) بوده و زمان لازم برای گیرش این پلیمر ۲۴ ساعت می‌باشد. نمونه‌ها پس از تهیه ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفته و پس از آن آزمایش تونل باد روی آن‌ها انجام گرفته است. میزان فرسایش بادی برابر اختلاف وزن نمونه قبل و بعد از قرارگیری در تونل باد در مدت زمان مشخص در هر متر مربع در نظر گرفته می‌شود.



شکل ۳- تصویر نمونه‌های اولیه بدون مالچ پاشی (تصویر بالا) مربوط به نمونه قبل از آزمایش و تصویر پایین مربوط به نمونه بعد از آزمایش

با توجه به گزارشات سازمان هواشناسی بیشترین سرعت وزش باد در منطقه دریاچه ارومیه ۳۰ متر بر ثانیه می‌باشد. بنابراین این در آزمایشات تأثیر رطوبت ذرات و مالچ ماده پلیمر بر میزان فرسایش بادی سرعت درون تونل باد روی بیشترین مقدار سرعت باد در منطقه یعنی ۳۰ متر بر ثانیه تنظیم شده است. مدت زمان آزمایش ۵ دقیقه در نظر گرفته شده است.

۳- نتایج و بحث

در این تحقیق، پس از دانه‌بندی ذرات و جدا کردن ذرات با اندازه‌های مختلف، آزمایش تونل بادی در نمونه‌های مختلف با دانه‌بندی مختلف انجام گرفته است. شکل‌های (۳) و (۴) به ترتیب مقدار سرعت آستانه فرسایش در نمونه با اندازه‌های مختلف و شدت فرسایش بادی در نمونه‌های مختلف در سرعت باد ۳۰ متر بر ثانیه و به مدت ۵ دقیقه را نشان می‌دهند.

همان‌طور که در شکل (۴) مشاهده می‌شود، سرعت آستانه فرسایش بادی با بزرگ‌تر شدن قطر ذرات افزایش می‌یابد. به این معنی که هرچه اندازه ذرات در سطح نمونه بیشتر باشد، سرعت بیشتری برای حرکت و جابجایی آن‌ها نیاز است.

آیین‌نامه ASTM D: 854-87 استفاده شده است و نتایج در جدول (۱) و شکل (۲) ارائه شده است [۱۲].

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های استفاده شده

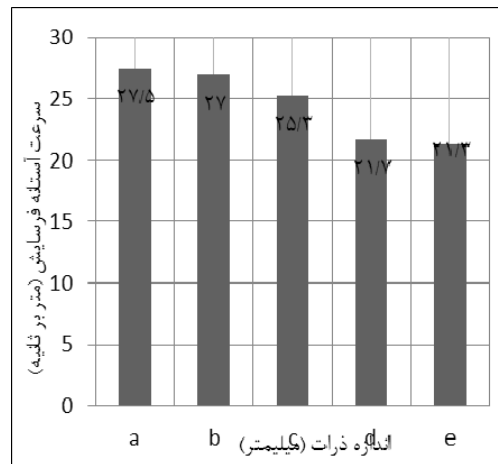
ویژگی	مقدار
pH	۸/۵
چگالی ویژه	۲/۱۰۵

هر نمونه به صورت جداگانه در سینی تونل باد ریخته و سطح آن تسطیح شده است (شکل (۳)). در این تحقیق مقدار سرعت آستانه فرسایش نیز برای دانه بندی‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. به این صورت که سرعت در هنگام حرکت اولین ذره درون سینی آزمایش با کمک بادسنج قرائت شده است.

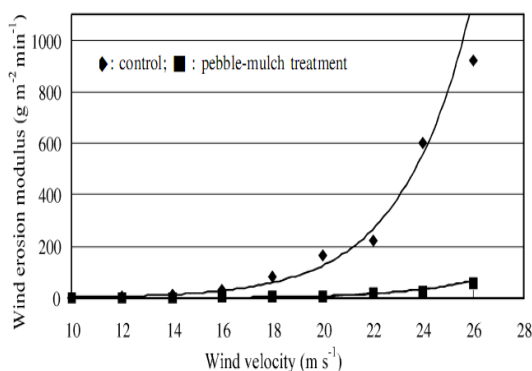
همچنین برای بررسی تأثیر میزان رطوبت در میزان فرسایش بادی نمونه‌ها از شش درصد رطوبت مختلف در نمونه‌ها با دانه بندی که بیشترین میزان فرسایش را داشته، استفاده شده است. نحوه مرطوب کردن نمونه‌ها با روش اسپری آب روی سطح نمونه بوده و بلافاصله جهت جلوگیری از تبخیر آب نمونه داخل تونل قرار داده شده است.

در این تحقیق، برای کنترل فرسایش بادی از یک نوع پلیمر به نام پلی‌اکریلیک اسید ساخت شرکت سیماب رزین استفاده شده است. پلی‌اکریلیک اسید یا همان PAA یک نوع پلیمر می‌باشد که منومر آن اکریلیک اسید است. پلی‌اکریلیک اسید در حالت خشک یک ماده جامد سفید رنگ است. قابلیت جذب آب چند برابر وزن خود را دارد. پلی‌اکریلیک اسید به عنوان پایدار کننده امولسیون و پراکنده‌ساز در مواد دارویی و آرایشی و رنگ و نیز در مواد چسب مورد استفاده قرار گرفته است [۱۳]. فرمول شیمیایی این پلیمر $(C_3H_4O_2)_n$ می‌باشد. این پلیمر محلول در آب بوده و پس از تبخیر آب خود قابل انحلال مجدد در آب نمی‌باشد. بنابراین این در برابر شسته شدن در آب باران مقاوم می‌باشد. امولسیون پلی‌اکریلیک اسید در غلظت‌های ۰/۵٪، ۱٪، ۲٪ و ۳٪ استفاده گردیده است. پس از عبور ذرات نمک از الک شماره ۴۰ (طبق نتایج حاصل از تأثیر دانه‌بندی در میزان فرسایش بادی، نمونه‌های عبور کرده از الک شماره ۴۰ میزان فرسایش چشمگیری داشته و بحرانی‌ترین دانه‌بندی می‌باشد)، نمونه‌های تهیه شده بدون هیچ تراکمی داخل سینی‌های آزمایش ریخته شده و امولسیون‌های تهیه شده روی نمونه‌ها اسپری شده است. میزان اسپری امولسیون پلی‌اکریلیک اسید روی هر

کاهش می‌یابد. نمودار بیان می‌کند هر چه مقدار ذرات با قطر کمتر از ۰/۴۲۵ میلی‌متر در نمونه بیشتر باشد، میزان فرسایش بادی تا ۶۶ درصد افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده در راستای مطالعات Dong و همکاران [۲]، Li و همکاران [۳] می‌باشد (شکل (۶)). آن‌ها در آزمایشات خود نشان داده‌اند با افزایش زبری سطحی، شدت فرسایش کاهش می‌یابد. ذرات درشت دانه موجود در سطح خاک، قسمت اعظم قدرت فرساینده باد را گرفته و نیروی اندکی برای جدا نمودن ذرات باقی‌مانده که آن هم ممکن است قادر به فرسایش نباشد [۳].

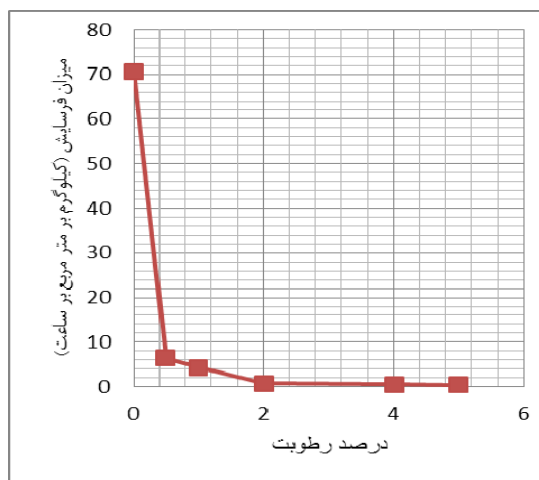


شکل ۴- بررسی تأثیر اندازه ذرات در سرعت آستانه فرسایش (گروه a: ذرات با قطر ۲-۱/۱۸ میلی‌متر، گروه b: ذرات با قطر ۱/۱۸-۰/۴۲۵ میلی‌متر، گروه c: ذرات با قطر ۰/۴۲۵-۰/۳ میلی‌متر، گروه d: ذرات با قطر ۰/۳-۰/۱۸ میلی‌متر، گروه e: ذرات با قطر کوچک‌تر از ۰/۱۸ میلی‌متر)

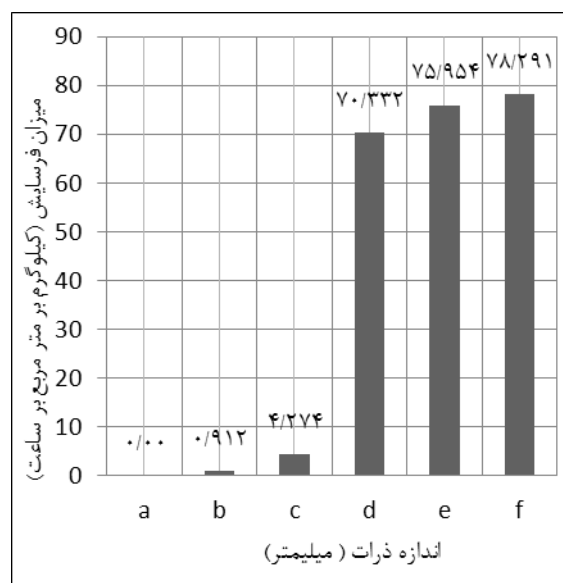


شکل ۶- نتایج آزمایشات Li و همکاران [۳]

پس از انجام آزمایشات فوق و بررسی نتایج، تأثیر رطوبت در نمونه‌ها با بیشترین میزان فرسایش بادی مورد بررسی قرار گرفت. برای این بررسی از نمونه با ذرات عبوری از الک شماره ۴۰ (یعنی ذرات ریزتر از ۰/۴۲۵ میلی‌متر) استفاده شده است. نتایج این بررسی در شکل (۷) ارائه شده است.



شکل ۷- تغییرات شدت فرسایش در درصد رطوبت‌های مختلف



شکل ۵- تغییرات شدت فرسایش در دانه‌بندی‌های مختلف (گروه a: ذرات با قطر ۲-۴/۷۵ میلی‌متر، گروه b: ذرات با قطر ۴/۷۵-۱/۱۸ میلی‌متر، گروه c: ذرات با قطر ۱/۱۸-۰/۴۲۵ میلی‌متر، گروه d: ذرات با قطر ۰/۴۲۵-۰/۳ میلی‌متر، گروه e: ذرات با قطر ۰/۳-۰/۱۸ میلی‌متر، گروه f: ذرات با قطر کوچک‌تر از ۰/۱۸ میلی‌متر)

نتایج حاصل از شکل (۵) نشان می‌دهند با افزایش قطر ذرات در لایه سطحی نمونه میزان زبری آئروپدینامیکی بیشتر شده، در نتیجه ذرات در برابر وزش باد مقاوم شده و میزان فرسایش بادی

۴- نتیجه‌گیری

در این پژوهش با استفاده از آزمایش تونل باد، تأثیر توزیع اندازه ذرات بر مقدار سرعت آستانه فرسایش و میزان فرسایش بادی و نیز تأثیر رطوبت و مالچ ماده پلیمری بر میزان فرسایش بادی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بیانگر آن بودند که با کاهش قطر ذرات در سطح نمونه‌ها، سرعت آستانه فرسایش کاهش می‌یابد و ذرات مستعد فرسایش می‌شوند. با کاهش قطر ذرات از ۱/۱۸ تا ۰/۴۲۵ میلی‌متر میزان فرسایش بادی تا ۱۶ برابر افزایش می‌یابد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهند با افزایش درصد رطوبت، میزان فرسایش بادی کاهش می‌یابد. به طوری که با افزایش رطوبت از ۰ به ۰/۶ درصد میزان فرسایش بادی به اندازه ۱۰/۸ برابر کاهش می‌یابد. نتایج به دست آمده از اسپری امولسیون پلی‌اکریلیک اسید بر سطح نمونه‌ها نشان دادند که، این ماده می‌تواند به عنوان یک تثبیت کننده نمونه‌های نمکی در برابر فرسایش بادی عمل کرده و با ایجاد یک لایه مقاوم و یکپارچه فرسایش بادی را نسبت به نمونه‌های تثبیت نشده، تا ۹۸ درصد کاهش دهد. با توجه به اهمیت فرسایش بادی در منطقه ارومیه و طوفان‌های نمکی در منطقه و نیز افزایش میزان فرسایش بادی در زمین‌های خشک، بسته به امکانات و توان اقتصادی می‌توان با افزایش رطوبت در منطقه به عنوان راهکار کوتاه مدت، و یا استفاده از مالچ مواد پلیمری به عنوان راهکار دراز مدت، تا حد زیادی فرسایش بادی را کنترل نمود.

۵- قدردانی

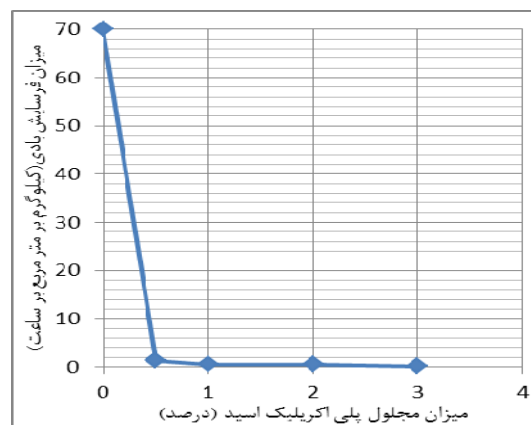
محققان لازم می‌دانند از مسئولین آزمایشگاه مکانیک سیالات دانشکده مکانیک دانشگاه تبریز به خاطر استفاده از تونل باد آزمایشگاه تشکر و قدردانی نمایند.

۶- مراجع

- [۱] رفاهی، ح.، "فرسایش بادی و کنترل آن"، چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۸.
- [2] Dong, Z., Liu, X., Wang, X., "Aerodynamic Roughness of Gravel Surfaces", *Geomorphology*, 2002, 43, 17-31.
- [3] Li, F., Zhang, H., Zhang, T. H., Shirato, Y., "Variation of Sand Transportation Rates in Sandy Grasslands A Long A Desertification Gradient in Northern China", *Catena*, 2003, 53, 255-272
- [4] Puget, P., Chenu, C., Balesdent, J., "Dynamics of Soil Organic Matter Associated with Particle-Size Fractions of Water-Stable

در این آزمایشات سرعت باد داخل تونل ۳۰ متر بر ثانیه و مدت زمان آزمایش ۵ دقیقه بوده است. لازم به ذکر است که میزان فرسایش بادی در نمونه‌های مورد نظر در ۵ دقیقه ابتدایی اتفاق می‌افتد و پس از آن، مدت زمان تأثیری در میزان فرسایش بادی ندارد. همان گونه که مشاهده می‌شود، شکل (۷) با نظریه چپیل و هوور، مبنی بر وقوع فرسایش بادی در خاک‌های خشک، مطابقت دارد. به طوری که هوور برای کنترل فرسایش بادی از پاشیدن آب و افزایش رطوبت نمونه‌ها استفاده کرد. شکل (۷) نیز نشان می‌دهد هر چه مقدار رطوبت در نمونه‌ها بیشتر باشد، میزان فرسایش بادی به طور چشمگیری کاهش می‌یابد.

نتایج آزمایش تونل باد در نمونه‌های تثبیت شده با امولسیون پلی‌اکریلیک اسید در غلظت‌های مختلف محلول امولسیون در شکل (۸) نشان داده شده است. مقدار سرعت باد در داخل تونل باد ۳۰ متر بر ثانیه بوده است.



شکل ۸- نمودار میزان فرسایش بادی در نمونه تثبیت شده با محلول پلی‌اکریلیک اسید

نمونه‌های این آزمایشات از الک شماره ۴۰ عبور داده شده اند. زیرا طبق نتایج ارائه شده در شکل (۵) ذرات با قطر کوچک‌تر از ۰/۴۲۵ میلی‌متر بیشترین مقدار فرسایش را داشته و مستعد فرسایش بادی‌اند. طبق شکل (۸) اسپری پلی‌اکریلیک اسید روی نمونه‌ها باعث کاهش فرسایش بادی تا ۹۸ درصد شده است. ضمناً با افزایش غلظت محلول میزان فرسایش بادی کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است به دلیل مؤثر بودن این امولسیون در غلظت ۰/۵٪، استفاده از امولسیون با این غلظت کافی می‌باشد.

- Wind Erosion Control", *Water Air Soil Pollution*, 2012, 223, 4065-4074.
- [۱۱] موحدان، م.، عباسی، ن.، کرامتی، م.، "بررسی آزمایشگاهی تأثیر پلیمر پلی‌وینیل استات بر کنترل فرسایش بادی خاک‌ها"، *نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۱۳۹۰، ۲۵، ۳، ۶۰۶-۶۱۶.
- [۱۲] افتخاریان، ل.، تی‌تی‌دژ، خاکباز، ا.، سارنگ، ب.، نواری، ا.، صادقیان، م.، روستا، پ.، "آزمایشگاه مکانیک خاک"، *نشر کتاب دانشگاهی*، ۱۳۸۰.
- [13] Orwoll, R., Yong, A., Chong, S., "Poly(acrylic acid)", In Mark, James E. *Polymer Data Handbook*, Oxford University Press, 1999.
- Aggregates", *European Journal of Soil Sciences*, 2000, 51, 595-605.
- [۵] محمودآبادی، م.، دهقانی، ف.، عظیمزاده، ح. ر.، "مطالعه اثر توزیع اندازه ذرات خاک بر شدت فرسایش بادی"، *مجله مدیریت خاک و تولید پایدار*، ۱۳۹۰، (۱)، ۸۱-۹۸.
- [6] Bagnold, R. A., "The Size-Grading of Sand by Wind", London, 1937.
- [7] Hoover, J. M., "Dust Control on Construction Sites", Arizona Department of Transportation, Report No. FHWA AZ, 1987.
- [8] Han, Z., Wang, T., Dong, Z., Hu, Y., Yao, Z., "Chemical Stabilization of Mobile Dunefields along A Highway in the Taklimakan Desert of China", *Journal of Arid Environments*, 2007, 68, 260-270.
- [9] He, J. J., Cai, Q. G., Tang, Z. J., "Wind Tunnel Experimental Study on the Effect of Pam on Soil Wind Erosion Control", *Environmental Monitoring and Assessment*, 2008, 145:185-193.
- [10] Yang, Z., Tang, Z., "Effectiveness of Fly Ash and Polyacrilamid as a Sand-Fixing Agent for

EXTENDED ABSTRACT

Studying the Effect of Size and Moisture of Particles and Mulch Polyacrylic Acid on the Amount of Wind Erosion

Nahideh Eshaghi Sardroud^a, Hooshang Katebi^{a,*}, Abdolreza Mirmohseni^b

^a Faculty of Civil Engineering, University of Tabriz, Tabriz 5166616471, Iran

^b Faculty of Chemistry, University of Tabriz, Tabriz 5166616471, Iran

Received: 11 January 2015; **Accepted:** 15 August 2015

Keywords:

Wind tunnel, Salt storm, Roughness of the surface, Threshold wind erosion velocity, Polyacrylic acid

1. Introduction

Wind erosion is a major environmental problem in anywhere the soil is loose, dry, and finely granulated. That is because winds can easily lift and move sands and soil particles. Wind erosion occurs when the force of wind exceeds the threshold level of soil, because the force of wind is stronger than the gravitational force holding the soil down. Wind erosion is the result of complex interactions among wind velocity, precipitation, surface roughness, soil texture. Definitely, rate of wind erosion is related to the threshold wind velocity. Threshold wind velocity is the velocity which cause the initiation of soil particle movement of soil particle. It depends on soil particles size, moisture, and features. In terms of soil surface, Blanco and Lal [1], and Chepil and Milne [2] found that soil particle size has a negative relationship with wind erosion. Fine and loose particles are entrained more easily than coarse particles under the same wind velocity and it is because of weight of particles. On the other hand, soil moisture is also an important factor influencing the erosion rate. There is a variety of ways to control wind erosion. Recently, chemical and polymeric stabilizers be used for reducing wind erosion. Various researchers got to control wind erosion by using polymers such as: Poly Vinyl Acetate (PVIN), Poly Acryl Amide (PAM) as a stabilizer in laboratory scale with wind tunnel [3].

This study focuses on Urmia Lake located in west Azerbaijan, northwest of Iran. Beside that it is considered as the greatest lake in Iran, it is the second largest saltwater lake in the world. However, the lake is facing significant water level decreases. In fact, it has decreased six meters in the last thirteen years due to agriculture uses, elevated evaporation rates due to global warming and unauthorized water withdrawal from wells. Preventing erosion is important as the resulting wind erosion transports salt to neighboring farms and forests thereby impacting their soil compositions. Additionally, the formation of salt storms can damage roads, railroads, airports, and other critical infrastructures.

2. Methodology

In this study, samples were taken from the Urmia County of West Azerbaijan Province in northwest of Iran, and from layer of 20 cm of the surface of the dried Urmia lake area and were transported to the lab. To investigate the wind erosion rate, an open-loop low-speed wind tunnel was utilized. At first to find the critical sample to wind erosion, six different samples with several particle sizes were tested in tunnel with wind velocity of 30 m.s⁻¹ (a: 2mm<particle size<4.75mm, b: 1.18mm<particle size<2mm, c: 0.425mm<particle size<1.18mm, d: 0.3mm<particle

* Corresponding Author

E-mail addresses: nahid_es.haghi@yahoo.com (Nahideh Eshaghi Sardroud), katebi@tabrizu.ac.ir (Hooshang Katebi), mirmohseni@tabrizu.ac.ir (Abdolreza Mirmohseni).

size < 0.425mm, e: 0.18mm < particle size < 0.3mm, f: particle size < 0.18mm). The samples were used to show the effect of particle size in threshold wind erosion.

In this study the experimental samples were first oven-dried and then crushed so they could pass through a 0.425-mm sieve (more susceptible size to wind erosion), next they were packed in trays without any condensation. Then five specimens were tested with different moisture contents.

The applied polymeric material for stabilizing salty land was Polyacrylic acid used as a water emulsion and a noncombustible polymer. The polymer concentrations used in this study were 0.5, 1, 2 and 3% (per weight). In each sample, polymer emulsion in different concentrations was sprayed on the surface of the samples by a sprinkler. Polyacrylic acid is a cohesive polymer and acts as a bridge between particles by binding particles together and make larger and heavy particle so wind erosion rate is reduced. When Polyacrylic acid emulsion was used as a stabilizer, the samples were placed in laboratory condition for 24 hours. Then the samples were suited in the wind tunnel to receive their treatment.

3. Results and discussion

3.1. Threshold wind velocity and dry aggregate size distribution

To reveal the effect of soil particle size on threshold wind velocity and erosion rate, six samples with several particle sizes were tested. The results show that by reducing aggregate size, threshold wind velocity decreased but wind erosion rate increased and results was considerable in aggregates pass the sieve number 40. It means fine aggregates are more suspected to wind erosion.

3.2. Particles moisture percentage

In this study salt samples with particles passed from 40 sieve were used. Samples with six different moisture percent (0% to 5%) were used in the test section of a wind tunnel with wind velocity of 30 m.s^{-1} . The results reveal that the erosion rate decreased by increasing moisture of samples. Although spraying water on the surface of samples decreased the wind erosion rate, it is a temporary method and moisture needs to be applied at regular intervals.

3.3. Effect of spraying Polyacrylic acid emulsion on wind erosion

Because of non-efficiency of spraying water as a stabilizer to control the wind erosion in salt lands, in this research Polyacrylic acid emulsion used to reduce the rate of wind erosion. The findings showed that the application of Polyacrylic acid helped prevent wind erosion (Fig. 1). In terms of Polyacrylic acid concentration, we found no differences in erosion. Therefore, Polyacrylic acid concentrations of 0.5% is effective amount to wind erosion control.

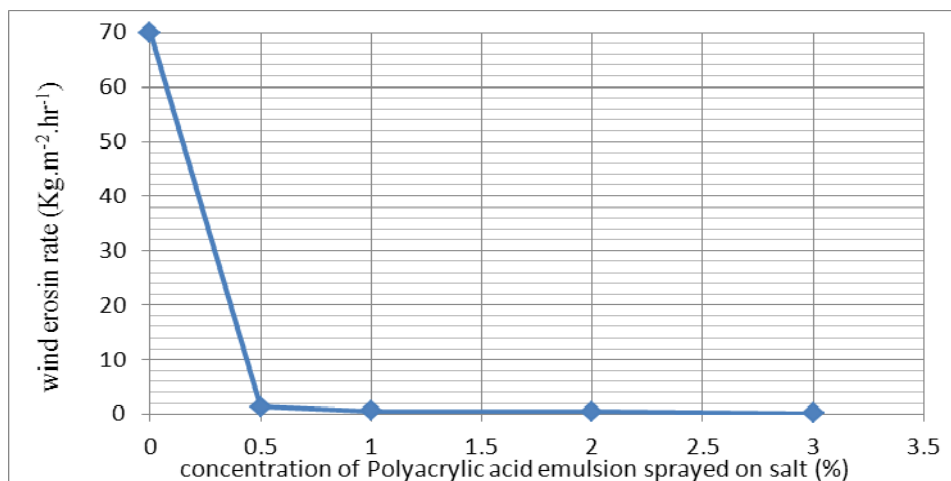


Fig. 1. Effect of spraying Polyacrylic acid emulsion on wind erosion rate

4. Conclusions

In order to control the wind erosion and salt storms in dried regions of Urmia Lake a stabilizer named Polyacrylic acid was used. The results showed that the use of Polyacrylic acid reduces the wind erosion up to rate of 98 percent compared to unprotected samples in continuous wind blows by making resister crust on the surface of samples and binding salt particles together. To optimize performance condition it is recommended to determine the optimum polymer in natural condition, considering important parameters such as temperature, humidity, durability, wind velocity and vegetation.

5. References

- [1] Blanco, H., Lal, R., "Principles of Soil Conservation and Management", Springer, New York, 2008.
- [2] Chepil, W.S., Milne, R. A., "Wind Erosion of Soil in Relation to Roughness of Surface", Soil Science, 1941, 52 (6), 417-434.
- [3] He, J. J., Cai Q. G., Tang, Z. J., "Wind Tunnel Experimental Study on the Effect of PAM on Soil Wind Erosion Control", Environmental Monitoring and Assessment, 2008, 145, 185-193.