نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۱۶-۶۰۶

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 606-616

بررسی آزمایشگاهی تاثیر پلیمر پلی وینیل استات بر کنترل فرسایش بادی خاک‌ها

محمد موحدان[1*]- نادر عباسی[2]- مجید کرامتی[3]

تاریخ دریافت:۸۹/۷/۱۰
تاریخ پذیرش:۸۹/۱۲/۱۵

چکیده

فرسایش خاک‌ها و انتقال رسوبات حمل شده موجب تهدید اراضی کشاورزی و محیط زیست، پر شدن مخازن سدها و کانال‌های انتقال آب، زه‌کشها و ... می‌شود. از این رو کنترل فرسایش بادی به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. گرچه در سال‌های اخیر استفاده از مواد پلیمری مصنوعی، به منظور بهبود پایداری ساختمان، افزایش قطر خاکدانه‌ها و تثبیت خاک مورد توجه جدی قرار گرفته است اما در انتخاب یک پلیمر به عنوان تثبیت کننده خاک در برابر فرسایش بادی، فاکتورهای مهمی چون نوع پلیمر، کارآیی آن در کنترل فرسایش بادی و آبی، میزان استفاده، دوام در برابر عوامل محیطی و اثرات زیست محیطی آن می‌بایستی لحاظ گردند. در این تحقیق ابتدا پس از انجام آزمایشات مقدماتی بر روی نمونه های خاک، ماده پلیمری با پایه پلی وینیل استات بر روی سه نوع خاک با بافت متفاوت اعمال شد. سپس اثر این ماده پلیمری در کنترل میزان فرسایش بادی به صورت آزمایشگاهی در تونل باد ساخته شده، مورد بررسی قرار گرفت و نتایج با نمونه‌های تیمار شده با آب مقایسه گردید. نتایج حاصل از آزمایشات فرسایش در تونل باد در شرایط باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان فرسایش بادی نمونه‌های خاک تیمار شده با ماده پلیمری و نمونه‌های تیمار شده با آب وجود داشته و افزودن ماده پلیمری پلی وینیل استات به میزان ۲۵ گرم در متر مربع، نسبت به نمونه‌های تیمار شده با آب، میزان فرسایش بادی را در نمونه‌های ماسه بادی به صفر و در خاک با بافت متوسط و سنگین، حداقل ۹۰ درصد کاهش داده است.

واژه‌های کلیدی: پلی وینیل استات، فرسایش بادی، تونل باد

مقدمه

کنترل فرسایش بادی خاک‌ها به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، به دلایل مختلف نظیر جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، کاهش آلودگی هوا، کاهش انتقال ذرات معلق و مزاحمت‌های ناشی از آن در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، در تاسیسات و ماشین‌آلات، در عملیات اجرایی و در حمل و نقل، مورد توجه جدی قرار گرفته است. فرسایش بادی در برخی مناطق می‌تواند بسیار شدیدتر از فرسایش آبی باشد (۹). این مسئله به خصوص در مناطق خشک به دلیل فقر پوشش گیاهی، کمبود هوموس، خشک و ریز دانه بودن خاک، جدی‌تر است. استفاده از پوشش گیاهی به منظور تثبیت شن‌های روان علی‌رغم مزایای مختلف، می‌تواند مشکلات ثانویه ایجاد نماید. از جمله این مشکلات می‌توان به مواردی همچون تراکم بیش از اندازه، پایین افتادن سطح آب‌های زیرزمین، خشک شدن برخی از قنوات، شیوع آفات و بیماری‌های گیاهی اشاره نمود (۸). مطالعه احمدی و همکاران (۱) در منطقه بافق نشان می‌دهد که به منظور کنترل فرسایش بادی و جلوگیری از حرکت ماسه‌ها، همواره نمی‌توان از روش‌های بیولوژیکی استفاده نمود، بلکه تلفیقی از روش‌های بیولوژیکی و مکانیکی بدین منظور لازم است به ویژه اگر فاکتور کاهش هزینه‌های اجرایی و نگهداری و افزایش سرعت اجرای تثبیت خاک از اولویت برخوردار باشند، در این راستا می‌بایستی اقدامات نوینی را به‌کار بست.

استفاده از مالچ‌های نفتی در کنترل فرسایش بادی و تثبیت خاک (۱۰) و به خصوص در سال‌های اخیر استفاده از مواد پلیمری مصنوعی، به منظور افزایش پایداری و قطر خاکدانه‌ها و تثبیت خاک مورد توجه جدی قرار گرفته است. یکی از ویژگی‌های بارز پلیمرها این است که باعث اتصال ذرات به یکدیگر شده و خاکدانه‌های درشت‌تری را ایجاد می‌نمایند که در واقع باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌گردند (۵). در واقع مواد پلیمری محلول در آب پس از رقیق شدن

۱و۲- استادیاران پژوهشی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی کرج
(*- نویسنده مسئول: Email:m.movahedan@gmail.com)
۳- مربی پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی قزوین

در آب، بر روی خاک پاشیده شده و در معرض هوا تشکیل شاخه‌های گسترده پلیمری می‌دهد که در نتیجه می‌تواند با ایجاد پیوند بین ذرات خاک، موجب افزایش مقاومت ذرات در مقابل فرسایش باشد. با این حال انتخاب یک ماده پلیمری به عنوان تثبیت کننده خاک در برابر فرسایش بادی یا آبی امر ساده‌ای نبوده و مسائل مهمی در این خصوص می‌بایستی مورد توجه و بررسی قرار گیرد که از جمله آن می‌توان به تعیین مؤثرترین پلیمر در کنترل فرسایش بادی، بررسی مؤثر بودن آن در کنترل فرسایش آبی، میزان غلظت پاشش، چگونگی افزودن به خاک، اثر کیفیت خاک، دوام در برابر عوامل محیطی (تغییرات دما، اشعه ماوراء بنفش خورشید، مواد شیمیایی محلول در آب و ...) و نیز اثرات زیست محیطی آن اشاره نمود.

تحقیقات اولیه انجام گرفته در زمینه فرسایش بادی با استفاده از تونل باد حاکی از آن است که فرآیند فرسایش‌پذیری خاک، کاملاً تحت تأثیر توزیع اندازه خاکدانه‌های خشک قرار دارد (۱۲). تحقیقات بعدی در این زمینه نیز بر نقش پایداری خاکدانه‌ها به عنوان یکی از عوامل اصلی کنترل کننده سایش سطحی و فرسایش تاکید دارند. همچنین برخی از تحقیقات از شاخص مقاومت فشاری خاک به عنوان عامل تأثیرگذار در برابر بادبردگی نام برده‌اند زیرا مقاومت فشاری تا حدی بیانگر تحکیم و نقش سله در خاک سطحی است (۱۱). برآورد رسوبات بادی یک منطقه با استفاده از روش‌های تجربی مثل I.R.I.F.R یا روش‌های مشابه آن (بر اساس امتیازات فاکتورهای مؤثر در فرسایش بادی) و یا به روش اندازه‌گیری غیرمستقیم با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی[1] همراه با آنالیز منطقه‌ای سرعت و تداوم باد صورت می‌گیرد (۳). بررسی شاخص فرسایش‌پذیری خاک با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی، نشان داده است که علاوه بر چگونگی پوشش سطحی خاک، عواملی نظیر شوری، نسبت جذبی سدیم، میانگین قطر ذرات و گچ از مهم‌ترین و مؤثرترین عوامل در شاخص فرسایش‌پذیری خاک هستند (۷).

یکی از راه‌های مرسوم در کنترل گرد و غبار به خصوص در مکان‌های اجرایی، پاشش مداوم آب بر بستر خاک به منظور جلوگیری از تولید گرد و غبار و فرسایش بادی است که بسته به موقعیت اقلیمی منطقه طرح و نیروی کارگری مورد نیاز می‌تواند کاملاً پرهزینه باشد (۱۵). با توجه به ویژگی‌های مختلف پلیمرها، این مواد با اهداف و اشکال مختلف جهت افزایش ظرفیت نگهداری خاک و نیز کنترل فرسایش بادی و آبی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بر طبق نتایج سمائی و همکاران (۵)، از پلیمرهای اکریلیک محلول در آب با غلظت مناسب می‌توان به منظور افزایش پایداری خاکدانه‌ها و کاهش فرسایش بادی استفاده نمود. صدیقی و مور (۱۹) در تحقیقی بر روی کنترل فرسایش بادی و آبی خاک ماسه‌ای نشان دادند که ترکیب پلیمری بوتادین-استیرن[2] برای کنترل فرسایش بادی و آبی عالی است و نفوذپذیری خاک تیمار شده با این پلیمر تفاوت معنی‌داری ننموده است. والاس و همکاران (۲۱) در تحقیق خود بر روی انواع پلیمرها با بار منفی و مثبت دریافته‌اند که پلیمر آنیونی، هم آوری بیشتری درخاک‌های آهکی نسبت به خاک‌های اسیدی، ایجاد می‌نماید، درحالی که در مورد پلیمر کاتیونی نتیجه برعکس می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که نمک‌ها، ذرات رس را به اندازه کافی به‌هم نزدیک می‌کند، بنابراین چند تا از آنها می‌توانند توسط یک پلی آنیون مشابه به‌هم وصل شوند و بدین ترتیب برای هر خاکدانه، اتصال چندین برابر تقویت می‌شود. بررسی‌های انجام شده توسط تلی‌شوا و شولگا (۲۰) نشان داد که استفاده از پلیمرهای محلول در آب از نوع (Si-Ad)[3] محتوی ۰/۵ تا ۰/۸ درصد سیلیکن و نرخ کاربرد ۳۷۵ گرم بر مترمربع بر روی ماسه، باعث اتصال ذرات ماسه شده و یک لایه به ضخامت ۱۴-۴ میلی‌متر با مقاومت به نفوذ[4] ۲/۹۰-۰/۴۹ مگا پاسکال ایجاد نمود. بر اساس همین بررسی‌ها ماده پلیمری اضافه شده تبخیر از سطح خاک و میزان فرسایش بادی را کاهش داد (میزان فرسایش بادی کمتر از ۰/۱۱-۰/۰۹ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت) و بر جوانه زنی و رشد بذرها هم اثرات نامطلوبی نداشت. نتایج کنث و نوانکو (۱۶)، نشان می‌دهد که اثر پلیمرها بر روی خاک، به صورت تشکیل خاکدانه‌های بزرگ از به هم پیوستن خاکدانه‌های کوچک‌تر ظاهر می‌شود. بررسی انجام گرفته در زمینه کاربرد پلیمر استات[5] به میزان ۵۰-۳۰ گرم برمترمربع بر روی خاکستر حاصل از فعالیت‌های صنعتی نشان داد که پلیمر مذکور با نرخ ۲۰-۱۵ گرم بر مترمربع، تشکیل یک لایه محافظ می‌دهد که در برابر بادی با سرعت ۲۰ متر بر ثانیه مقاوم و به مدت ۸-۶ ماه پایداری خود را حفظ می‌نماید (۱۳). نتایج تحقیقات با استفاده از پلیمر پلی آکریل آمید نیز نشان داد که کاربرد این ماده پلیمری بر سطح خاک، ظرفیت مقاومت در برابر فرسایش بادی خاک را افزایش می‌دهد و در این رابطه مقدار ۴ گرم بر مترمربع پلیمر اضافه شده، مؤثر تر از مقدار ۲ گرم بر مترمربع عمل نموده است (۱۴).

همانگونه که بررسی منابع نشان داد، می‌توان از انواع پلیمرها به منظور کنترل فرسایش بادی استفاده نمود. یکی از پلیمرهایی که مورد توجه است امولسیون پلی‌وینیل استات است که به صورت رزین جامد قابل پراکنش در آب عرضه می‌شود. به منظور جلوگیری از لخته شدن زنجیره‌های پلیمری در فاز مایع و ته‌نشینی آنها امولسیون پلی‌وینیل

1- Wind Erosion Meter

2- Butadiene-styrene
3- Silicon containing Adhesive
4- Penetration resistance
5- Acetate polymer

استات را با سیستم کلوئیدی، سیستم ترکننده و یا ترکیبی از هر دو محافظت می‌کنند. هرگاه امولسیون پلی‌وینیل استات به طریق داخلی با افزودن یک منومر، انعطاف‌پذیر گردد، نرم کنندگی دائمی شده و غیرقابل جابجایی است. این پلیمر در درازمدت به طور بیولوژیکی کاملاً تجزیه شده و فرمولاسیون آن از نظر سم‌شناسی دارای سازگارپذیری بسیار خوبی با محیط زیست می‌باشد. هیچگونه اثرات جانبی مضر روی اکوسیستم شامل گیاهان، باکتری‌های موجود در خاک و قارچها تاکنون به واسطه کاربرد این پلیمر مشاهده نشده است.

این پژوهش در راستای ارزیابی تاثیر نوعی پلیمر پلی وینیل استات بر روی کنترل فرسایش پذیری خاک‌ها است. بدین منظور با افزودن این ماده بر خاکهای مختلف، قابلیت کنترل فرسایش بادی آن به صورت آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش ابتدا نسبت به تهیه نمونه‌های خاک مناسب، اقدام گردید. در این راستا با انجام نمونه‌گیری‌های متعدد از مناطق مختلف، سه نوع خاک شامل ماسه بادی، خاک با بافت سیلتی و نمونه خاک با بافت سنگین رسی انتخاب گردید. دو محل در منطقه کرج برای تهیه نمونه با بافت متوسط و سنگین و محل سوم در منطقه آران و بیدگل کاشان برای تهیه ماسه بادی انتخاب شدند. سپس از مناطق مذکور نمونه به میزان مورد نظر (حدود یک تن از هر منطقه) برداشت و به آزمایشگاه موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی منتقل و بر اساس استانداردهای مربوطه، آزمایشات شناسایی نمونه‌های خاک شامل تعیین رطوبت طبیعی نمونه‌ها، دانه‌بندی به طریق هیدرومتری، دانه‌بندی با الک، تعیین حدود آتربرگ و تعیین مشخصات تراکمی خاک انجام گردید.

ماده شیمیائی مورد استفاده در این تحقیق جهت تثبیت خاک یک کو- پلیمر شیمیائی بر پایه پلی وینیل استات است ($(C_4H_6O_2)_n$) که توسط محققان داخلی تهیه گردیده است. این ماده به‌صورت امولسیون در آب بوده و با استفاده از آب در غلظت‌های مختلف قابل تهیه است. این محلول، سفید رنگ با وزن مخصوص ۱/۰۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده و با غلظت ۲۵ گرم در لیتر تهیه و مورد استفاده قرار گرفت. میزان و نوع پلیمر مورد استفاده برای آزمایش فرسایش بادی، بر اساس نتایج آزمایشات پیشین نظیر مقاومت مکانیکی خاک، مشخص گردیده بود. بدین منظور تیمار با نام D_{25} که عبارت است از پلیمر داخلی با غلظت ۲۵ گرم در لیتر و به میزان ۲۵ گرم بر هر متر مربع خاک افزوده و مورد آزمایش قرار گرفت. همچنین آب بدون هرگونه پلیمر به عنوان یک تیمار در نظر گرفته شد. به منظور بررسی میزان فرسایش بادی، از روش آزمایشگاهی استفاده گردید. بدین منظور یک تونل باد آزمایشگاهی مدار باز[1]؛ طراحی، ساخته و مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱). کف تونل در بخش مرکزی، به ابعاد ۰/۳۰×۰/۴۰ متر فاقد کف بوده و محل قرارگیری نمونه آزمایشی می‌باشد. همچنین این قسمت دارای یک چهارچوب فلزی به ارتفاع ۴ سانتی‌متر است که اجازه می‌دهد کف تونل بالاتر از سطح زمین قرار گیرد تا فضای کافی به منظور قرار دادن نمونه آزمایشی در محل ایجاد گردد. مجموعه تونل بر روی سکویی قرار داده شد (شکل ۱).

این تونل مشابه با تونل باز با سرعت پایین[2] (۱۷) و با انجام اصلاحاتی در تونل طراحی شده توسط اختصاصی (۲)، طراحی و ساخته شده است. مشخصات تونل بادی مورد آزمایش، در جدول ۱ ارائه گردیده است.

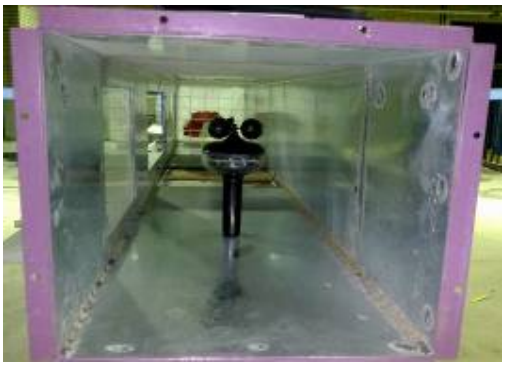
جدول ۱- مشخصات تونل باد آزمایشگاهی مورد استفاده

مشخصات	مقدار
ابعاد (m)	۰/۳۰×۰/۳۰×۲/۲۵
وزن (kg)	۲۵
جنس	ورق آهن گالوانیزه به ضخامت ۲ میلی‌متر
تعداد پنجره ها	۳ عدد (۰/۲۲×۰/۳۰) و ۱ عدد (۰/۶۰×۰/۲۲)
نمونه آزمایشگاهی در کف (m)	۰/۳۰×۰/۴۰
محل قرار گیری نمونه‌ها	ناحیه مرکزی تونل باد

تونل باد مجهز به سه پنجره در یکی از دیواره‌ها و یک پنجره در بالای تونل است که با نوار لاستیکی، درز بندی شده‌اند. این پنجره ها نصب بادسنج، نصب نمونه‌های آزمایشی و مشاهده تغییرات در طول آزمایش فرسایش بادی را امکان‌پذیر می‌نمایند (شکل ۱). تولید باد، با استفاده از یک فن سه فاز با قطر پروانه ۵۶ cm، شدت جریان ۴ A، توان ۱/۵ KW، ظرفیت هوادهی ۱۶۰۰۰ m^3/hr و ۱۴۱۵ rpm صورت گرفت. فن هواده نیز بر روی سکویی قرار داده شد و مرکز تونل با مرکز پروانه فن هواده، هم محور گردید (شکل ۱). به منظور اتصال مناسب فن هواده و تونل باد از یک پخش کننده۳ به طول ۱/۸۰ متر از جنس ورق آهن سفید استفاده گردید. کاهنده به صورت تدریجی، مقطع دایره‌ای فن را به صورت کاملاً مناسبی به مقطع مربعی تونل متصل نمود. به منظور تسهیل در ورود هوا به تونل و یکنواختی جریان باد، از یک ورودی[4] با نسبت ورودی به خروجی مناسب ۴ به ۱ استفاده شد (۱۸). دو روزنه درکف تونل باد تعبیه شده است تا بتوان بادسنج را در آن محلها نصب نمود. این روزنه‌ها در ابتدا و انتهای تونل باد (در بالادست و پایین دست نمونه) تعبیه گردیده‌اند.

1- Open-circuit wind tunnel
2- Low-speed wind tunnel
3- Diffuser
4- Inlet

شکل ۱- تونل بادی ساخته شده به ترتیب از راست به چپ: تبدیل، تونل باد و پنجره های جانبی آن، پخش کننده و فن



بادسنج پیاله‌ای

بادسنج فیلم داغ

شکل ۲- بادسنج‌های مورد استفاده

سرعت باد توسط دو بادسنج مختلف؛ باد سنج پیاله‌ای و بادسنج فیلم داغ[1] اندازه‌گیری و کنترل گردید. به منظور همگنی جریان وارد شده به تونل، یک شبکه فلزی با روزنه‌های مستطیلی به ابعاد ۵ در ۶ سانتی‌متر در ابتدای تونل نصب شد (شکل ۲). توزیع لگاریتمی سرعت باد در مرکز تونل بررسی و تایید گردید. آزمایشات فرسایش با سرعت‌های باد ۱۵ و ۲۶ متر بر ثانیه مورد بررسی قرار گرفت.

نمونه‌های آزمایشی در ظرفهای فلزی با ابعاد ۰/۰۲×۰/۴۰×۰/۳۰ متر تهیه شد. پس از پر نمودن خاک رد شده از الک ۲ میلی‌متر و صاف نمودن سطح خاک، آب یا امولسیون پلیمری به میزان مورد نظر (۲۵ گرم بر متر مربع با افزودن ۱ لیتر بر متر مربع) توسط یک پاشنده به صورت دستی بر روی نمونه‌ها پاشیده شد. افزودن آب یا ماده پلیمری به روش وزنی صورت گرفت. بدین معنی که با توجه به غلظت امولسیون پلیمری مورد نظر (۲۵ گرم در لیتر)، و داشتن مساحت نمونه آزمایشی (۰/۱۲ متر مربع)، میزان امولسیون پلیمری مورد نیاز جهت رسیدن به سطح ۲۵ گرم بر متر مربع محاسبه شد. سپس با داشتن وزن واحد حجم امولسیون، وزن امولسیون مورد نیاز جهت پاشش مشخص گردید. در مرحله بعد نمونه بر روی یک ترازوی دیجیتال با دقت گرم قرار گرفت. سپس بر روی نمونه آنقدر (آب یا امولسیون پلیمری) اضافه شد تا به وزن مورد نظر برسد. بدین ترتیب مقدار خطای آزمایشی در میزان پلیمر اضافه شده، حداقل گردید. همچنین به منظور یکنواختی پاشش، از یک پاشنده دستی که مخزن آن توسط یک پمپ به صورت دستی تحت فشار قرار می‌گرفت استفاده گردید. نمونه‌ها پس از تهیه، در محوطه دارای تهویه قرار داد شد تا به صورت طبیعی خشک شوند. شروع آزمایشات، گذشت ۴۸ ساعت پس از تهیه نمونه‌ها و زمانی بود که نمونه ها به وزن اولیه قبل از افزودن ماده پلیمری رسیده باشند. پس از این زمان، نمونه توزین شده و در محل مورد نظر در داخل تونل باد، نصب و مورد آزمایش فرسایش بادی قرار گرفت. به منظور ارزیابی تیمارها به خصوص

1- Hot film

تیمارهای پلیمری در برابر فرسایش باد شدید، سرعت حداکثر در محور مرکزی تونل آزمایشگاهی مد نظر قرار گرفت. سرعت حداکثر در محور مرکزی تونل (۱۵ سانتیمتر بالای سطح خاک) به ۲۶ متر بر ثانیه رسید که برای ارزیابی مقاومت تیمارها به خصوص تیمارهای پلیمری در برابر باد شدید، مناسب تشخیص داده شد. با توجه به بالا بودن سرعت باد انتخابی، این مقدار از آستانه فرسایش بادی مناطق نمونه برداری بیشتر است. زمان مورد نظر برای آزمایش با توجه به سرعت باد حداکثر در تونل و اندازه نمونه‌ها تعیین گردید که با توجه به بالا بودن سرعت باد و نیز کوچک بودن ابعاد نمونه، زمان لازم برای آزمایش ۵ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از اتمام این زمان، نمونه ها از تونل خارج و مجدداً توزین گردید. اختلاف وزن نمونه در ابتدا و انتهای آزمایش به عنوان میزان فرسایش در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه نوع خاک با بافت مختلف (ماسه بادی، بافت متوسط و سنگین)، دو نوع ماده مورد بررسی شامل آب بدون ماده پلیمری (تیمار D_0) و مقدار ۲۵ گرم بر مترمربع از ماده پلیمری داخلی با افزودن حجم یک لیتر از محلول با غلظت ۲۵ گرم در لیتر بر واحد سطح خاک (تیمار D_{25}) انتخاب گردید. بنابراین سه نوع خاک با دو ماده آزمایشی در سه تکرار یا ۱۸ نمونه مورد آزمایش فرسایش بادی قرار گرفت. جدول ۲ مشخصات تیمارهای آزمایشی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مشخصات نوع آزمایش و تیمارهای آزمایشی

نوع خاک	نوع آزمایش فرسایش بادی	نام تیمارها	
ماسه بادی	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	شاهد	D_0
	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	پلیمری	D_{25}
خاک سیلتی	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	شاهد	D_0
	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	پلیمری	D_{25}
خاک رسی	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	شاهد	D_0
	باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه	پلیمری	D_{25}

D_0: معادل $1\ lit/m^2$ آب افزوده شده به خاک

D_{25}: معادل $1\ lit/m^2$ امولسیون پلیمری افزوده شده به خاک

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات شناسایی شامل تعیین بافت، مشخصات تراکمی و حدود آتربرگ نمونه ها خاک در جدول ۳ ارائه گردیده است. بر اساس این جدول، نمونه های ماسه بادی، بافت متوسط و بافت سنگین بر اساس طبقه بندی USDA به ترتیب در گروه شن، لوم سیلتی و لوم سیلتی رسی قرار گرفته‌اند. میزان رطوبت وزنی نمونه‌های ماسه بادی، خاک متوسط و خاک سنگین در شروع آزمایش به ترتیب ۰/۶۵، ۳/۳۸ و ۴/۰۶ درصد تعیین گردید که نشان دهنده پایین بودن نسبی رطوبت خاک‌ها است. آزمایش دانه‌بندی نمونه‌های شنی، متوسط و سنگین به روش‌های الک و هیدرومتری انجام شد. این آزمایش نشان داد که نمونه شنی مورد استفاده شامل ذرات شن با قطر یکنواخت بوده به‌طوری‌که حدود ۸۰ درصد ذرات دارای قطر بین ۰/۱ و ۰/۳ میلی‌متر بودند. همچنین دو نمونه دیگر عمدتاً متشکل از سیلت و حدود ۳۰ و ۱۵ درصد رس می‌باشند.

حدود اتربرگ که شامل سه حد روانی[1]، خمیری[2] و انقباض[3] است، معیاری برای ارزیابی رفتار خمیری و میزان چسبندگی ذرات ریزدانه خاک و به نوعی میزان و نوع ذرات ریزدانه موجود در خاک است. نمونه ها بر اساس سیستم یونیفاید[4] (USCS) طبقه‌بندی گردید که بر اساس جدول ۳، نمونه شنی (ماسه بادی) کاملاً غیر خمیری (NP) و با دانه بندی یکنواخت و دو خاک دیگر نیز با خاصیت خمیرایی نسبتاً کم (حد روانی کمتر از ۵۰) می‌باشد. همچنین با توجه به آنکه میزان تراکم خاک در بهبود خواص مهندسی خاک نظیر افزایش مقاومت، ظرفیت باربری و کاهش نفوذپذیری مؤثر است، به منظور شناسایی بهتر خاکها، مشخصات تراکمی (دانسیته ماکزیمم و رطوبت بهینه) به روش پراکتور استاندارد تعیین گردید.

پس از تهیه و خشک شدن نمونه‌های آزمایشی، ابتدا نمونه‌های ساخته شده مورد بررسی اولیه قرار گرفت. در حالی‌که در ماسه بادی تیمار شده با آب، لایه سطحی یکپارچه و بدون درز و ترک با مقاومت پایین ایجاد شده بود، این سطح در نمونه پلیمری، سخت و زبر می‌نمود. در خاک‌های لوم‌سیلتی و لوم‌رسی‌سیلتی، هم نمونه‌های تیمار شده با آب و هم نمونه‌های پلیمری دارای درز و ترک بودند و الگوی توزیع درز و ترکها در نمونه های تیمار شده با آب مشابه نوع پلیمری است. درز و ترکهای خاک لوم‌رسی‌سیلتی بزرگتر و عریض‌تر از خاک لوم‌سیلتی است که به دلیل نوع رس در خاک لوم‌رسی‌سیلتی و انقباض شدید ناشی از خشک شدن، کاملاً طبیعی است. نمونه‌های تهیه شده، پس از ۴۸ ساعت، در داخل تونل باد قرارداده شده و تحت آزمایش فرسایش بادی قرار گرفتند (شکل ۳).

سرعت باد مورد استفاده در این تحقیق، سرعت حداکثر قابل دسترسی در شرایط آزمایشگاهی مورد استفاده (۲۶ m/s) است که در ارتفاع ۱۵ سانتیمتر از کف تونل اندازه گیری شد (شکل ۴). با استفاده از رابطه تجربی مربوط به سرعت باد (رابطه ۱) می‌توان این سرعت را به سرعت باد در ارتفاع مختلف تبدیل نمود (۴).

$$U / U_0 = \left(Z / Z_0\right)^{0.14} \qquad (۱)$$

همانگونه که از شکل ۴ مشاهده می‌گردد، پروفیل سرعت نشان دهنده وقوع ماکزیمم سرعت در قسمت مرکزی تونل باد است.

1- Liquid Limit, LL
2- Plastic Limit, PL
3- Shrinkage Limit, SL
4- Unified Soil Classification System

جدول ۳- مشخصات فیزیکی خاک‌های مورد بررسی

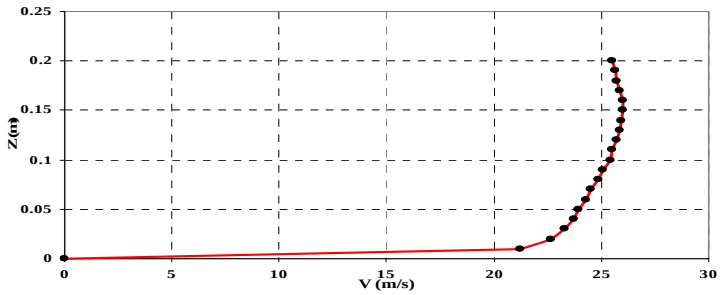
نمونه	بافت (٪)			مشخصات تراکمی (آزمایش پراکتور استاندارد)		حدود آتربرگ		طبقه بندی (یونیفاید)
	رس	سیلت	شن	رطوبت بهینه ٪	دانسیته خشک ماکزیمم gr/cm^3	حد روانی %	حد خمیری %	
شنی	۰	۰	۱۰۰	۱۲/۵	۱/۷۳	[1]NP	NP	SP[2]
لوم سیلتی	۱۵	۷۵	۱۰	۱۹/۵	۱/۵۸	۳۸	۲۸	ML[3]
لوم رسی سیلتی	۳۰	۶۵	۵	۲۱	۱/۶۰	۴۲	۲۸	CL[4]

۱: غیر خمیری، ۲: ماسه بد دانه بندی شده (دانه بندی یکنواخت)، ۳: سیلت با خمیرایی کم، ۴: رس با خیمرایی کم

نمونه آزمایشی آماده شده

نمونه استقرار یافته در تونل قبل از شروع آزمایش

شکل ۳ – نمونه آماده شده برای آزمایش فرسایش بادی



شکل ٤- پروفیل سرعت باد در داخل تونل باد (U سرعت باد در تونل و Z ارتفاع از کف تونل است)

این مقدار برابر ۲۶ متر بر ثانیه می‌باشد. این شکل همچنین، گرادیان شدید سرعت را در نزدیکی کف تونل نشان می‌دهد به نحوی که در فاصله ۱ سانتی‌متری از کف، سرعت نزدیک ۲۱ متر بر ثانیه است که با دور شدن از کف، این گرادیان به سرعت کاهش می‌یابد. بررسی‌های انجام شده نشان داد که تغییرات سرعت باد از ابتدا تا انتهای تونل ناچیز بوده و کمتر از ۵ درصد است.

نتایج آزمایشات فرسایش بادی، استخراج و میانگین میزان فرسایش نمونه های خاک در هر سری آزمایش بر حسب $kg/m^2/hr$ محاسبه و در جدول ۴ ارائه شده است.

به منظور بررسی آماری تأثیر پلیمر بر میزان فرسایش در برابر باد، نتایج آزمایشات انجام شده در این بخش به صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم افزار SPSS (16.0) مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد مطالعه در این آزمایش عبارت بودند از ماده تثبیت کننده (در دو سطح: D_0 و D_{25}) و نوع خاک (در سه سطح: ماسه بادی، خاک متوسط و خاک سنگین). بنابراین ۶ تیمار در ۳ تکرار و در مجموع ۱۸ آزمایش انجام شده در این طرح بررسی گردید. نتایج حاصل درجدول ۵ ارائه شده است.

جدول ٤- خلاصه نتایج آزمایش تکمیلی فرسایش خاکها در برابر باد با سرعت ٢٦ متر بر ثانیه

سری آزمایش	نوع خاک	نام تیمار	تکرار	مقدار فرسایش بادی (gr)	میانگین فرسایش (gr)	میانگین فرسایش ($kg/m^2/hr$)
۱	ماسه بادی	D_0	۱	۲۵۱۰	۲۱۲۶	۲۱۲/۶
			۲	۱۸۳۷		
			۳	۲۰۳۱		
۲	ماسه بادی	D_{25}	۱	۰	۰	۰
			۲	۰		
			۳	۰		
۳	خاک لومی سیلتی	D_0	۱	۴۹	۳۵	۳/۵
			۲	۲۰		
			۳	۳۵		
۴	خاک لومی سیلتی	D_{25}	۱	۶	۴	۰/۴
			۲	۲		
			۳	۳		
۵	خاک لومی رسی سیلتی	D_0	۱	۲۷	۲۳	۲/۳
			۲	۲۴		
			۳	۱۹		
۶	خاک لومی رسی سیلتی	D_{25}	۱	۱	۲	۰/۲
			۲	۳		
			۳	۳		

جدول ۵- جدول تجزیه واریانس اثر نوع خاک، نوع تثبیت کننده بر میزان فرسایش بادی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات میزان فرسایش
بلوک	۲	۲۲۰/۵^{ns}
خاک	۲	۲۱۹۲۴/۸**
تثبیت کننده	۱	۲۳۷۱۸/۴**
خاک × تثبیت کننده	۲	۲۲۰۵۰/۴**
خطای کل	۱۰	۱۹۶/۴
میانگین کل ($kg/m^2/hr$)	۱۷	۳۶/۵
ضریب تغییرات (٪)		۳۸/۴

**: اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns: غیر معنی‌دار

بر اساس نتایج تجزیه آماری انجام شده (جدول ۵) مشاهده می‌شود که اولاً بین بلوک‌ها (تکرارها)، در سطح ۱ درصد از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. بنابراین بین بلوک‌ها تفاوت وجود ندارد. اما بین خاک‌های تیمار شده با آب و پلیمر، تفاوت معنی‌داری از نظر فرسایش بادی وجود دارد. به عبارت دیگر از نظر آماری تأثیر پلیمر در کاهش فرسایش بادی کاملاً معنی‌دار است. همچنین مقایسه میانگین فرسایش در انواع خاک‌ها به روش دانکن نشان داد که میانگین فرسایش بادی خاک متوسط و سنگین (به ترتیب با ۱/۹۲ و ۱/۲۸ کیلوگرم بر متر مربع بر ساعت) تفاوت معنی‌داری ندارند اما بین این خاک‌ها و ماسه بادی (با میانگین فرسایش ۱۰۶/۳ کیلوگرم بر متر مربع بر ساعت) از این نظر تفاوت معنی‌دار وجود دارد. جدول ۵ همچنین نشان می‌دهد که اثر متقابل خاک/ نوع تثبیت کننده بر میزان فرسایش معنی‌دار است.

همانگونه که از جدول ۴ مشاهده می‌شود، اولاً در بین نمونه‌های تیمار شده با آب، میزان فرسایش ماسه بادی بسیار زیاد است (۲۱۲/۶ $kg/m^2/hr$) و فرسایش نمونه‌های متوسط و سنگین تیمار

شده با آب، بسیار کمتر بوده و به هم نزدیک است (به ترتیب با ۳/۵ و ۲/۳ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت). همچنین میزان فرسایش بادی نمونه‌های تیمار شده با پلیمر بسیار کمتر از نمونه‌های تیمار شده با آب است. این تفاوت در ماسه بادی حداکثر است به نحوی که ماسه بادی تیمار شده با ماده پلیمری در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه، فرسایشی ندارد.

به منظور مقایسه بهتر و مشاهده تفاوت بین تیمارهای مختلف، با استفاده از نتایج جدول ۴ که خلاصه مقادیر فرسایش بادی خاک‌های مختلف را نشان می‌دهد، نسبت فرسایش تعیین و مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور برای هر نوع خاک، مقدار فرسایش خاک تیمار شده با آب در برابر باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه به عنوان فرسایش مبنا (نمونه خاک شاهد) در نظر گرفته شده و مقادیر سایر فرسایش‌ها نسبت به این مقدار بی‌بعد گردیدند (جدول ۶).

بر اساس نتایج این جدول میزان فرسایش تیمارهای پلیمری نسبت به شاهد در انواع خاک‌ها حداقل ۹۰ درصد کاهش یافته است.

نتایج فوق به خوبی حاکی از کنترل فرسایش توسط پلیمر در تمام انواع خاک‌ها است و میزان گرد و غبار تولید شده در تیمارهای پلیمری ناچیز و بسیار کمتر از تیمارهای شاهد است. با توجه به نتایج جدول ۴، مقدار فرسایش بادی نمونه های مختلف در تکرارهای انجام شده به خوبی تکرارپذیری مناسب آزمایشات را نشان می‌دهد. میزان فرسایش و تولید گرد و غبار در ماسه بادی تیمار شده با آب بسیار زیاد است (میانگین ۲۱۲/۶ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت) و تیمارهای شاهد خاک لوم سیلتی و لوم رسی سیلتی از نظر میزان فرسایش به ترتیب با ۳/۵ و ۲/۳ کیلوگرم بر متر مربع در مرحله بعد قرار دارند. به طور کلی میزان فرسایش بادی تیمارهای شاهد خاک متوسط و خاک سنگین در برابر ماسه بادی تیمار شده پایین است. این مسئله هم در خاک متوسط و به ویژه در خاک سنگین به دلیل کارایی آب در اتصال ذرات و خاکدانه های سطحی و تشکیل سله‌ها در سطح خاک می‌باشد به نحوی که به دلیل تشکیل این سطوح متشکل از سله ها، فرسایش در برابر باد کاهش یافته است. در حالیکه در ماسه بادی تیمار شده با آب، با آنکه یک سطح یکپارچه بدون درز و ترک ایجاد شده است، اما به دلیل آنکه این اتصال ذرات به صورت ظاهری بوده و چسبندگی بین ذرات ماسه ایجاد نشده است، فرسایش بادی بسیار قابل توجه است.

همچنین همانگونه که جدول ۴ و شکل ۵ نشان می‌دهد تیمارهای پلیمری تمام خاک‌ها، فرسایش کمتری نسبت به تیمارهای شاهد دارند به طوری که فرسایش ماسه بادی، خاک با بافت متوسط و خاک سنگین تیمار شده با پلیمر در طول آزمایش به ترتیب به صفر، ۰/۴ و ۰/۲ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت کاهش یافته است. این مسئله به خوبی کارآیی ماده پلیمری افزوده شده را در کنترل فرسایش بادی هر سه نوع خاک نشان می‌دهد.

لازم به توضیح است که پس از خشک شدن ماسه بادی پلیمری، یک سطح کاملاً صاف در سطح خاک تشکیل می‌شود که عاری از هر گونه درز و شکاف بوده و به راحتی دچار گسیختگی نمی‌شود. بررسی های اولیه نشان داد که به دلیل بالا بودن نفوذپذیری در ماسه بادی، امولسیون پلیمری تا عمقی بیش از ۵ میلی‌متر در خاک نفوذ می‌نماید و پس از خشک شدن تشکیل دو ناحیه می‌دهد. ناحیه اول شامل یک لایه سطحی است که همانگونه که بیان شد، عاری از هرگونه درز و ترک بوده و یک سطح یکپارچه را تشکیل می‌دهد. این لایه ضخامتی بین ۲-۱ میلی‌متر دارد و همانند یک ورقه می‌باشد. در زیر این لایه، به دلیل کم بودن میزان پلیمر، تنها ذرات به یکدیگر متصل هستند و تراکم بالای زنجیره های پلیمری که در لایه سطحی وجود دارد در اینجا دیده نمی‌شود و بنابراین نسبت به لایه فوقانی به راحتی قابل گسیختگی است.

در مورد خاک سنگین و تا حدی خاک متوسط، تنها یک لایه سطحی وجود دارد که با توجه به جذب آب توسط خاکدانه‌ها و نفوذپذیری پایین این خاک‌ها، ضخامتی کمتر از ۵ میلی‌متر را تشکیل می‌دهد که در حقیقت شامل سله‌های سطحی است. الگوی این درز و ترک‌ها در خاک سنگین تیمار شده با آب و با پلیمر تفاوت چندانی ندارد. در خاک متوسط نیز همین امر صادق است. نکته دیگر آنکه سله های تشکیل شده در سطح خاک متوسط تیمار شده با آب مقاومت پایین تری نسبت به تیمار پلیمری همین خاک نشان می‌دهد. بررسی پایداری خاکدانه های خشک و تر این نوع خاک نیز این مسئله را تایید می‌نماید (۶). اما در خاک سنگین چنین تفاوتی مشهود نیست و بنابراین انتظار می‌رود که میزان فرسایش سطحی خاک سنگین تیمار شده با آب پایین باشد. با این حال امولسیون پلیمری در کاهش میزان فرسایش در این نوع خاک نیز از کارآیی خوبی برخوردار است (جدول ۶).

نتیجه‌گیری

نتیجه بررسی تأثیر ماده پلیمری با پایه پلی وینیل استات بر میزان فرسایش بادی خاکها، ضمن برخورداری از تکرار پذیری مناسب، نشان داد 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 خصوص برای خاک با بافت متوسط و ماسه بادی)، به خوبی می‌تواند فرسایش بادی با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه را کاهش دهد. ماسه بادی پلیمری در برابر باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه مقاوم بوده و هیچ فرسایشی ندارد. تیمارهای پلیمری خاک سنگین و خاک با بافت متوسط نیز در برابر باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه مقاومت خوبی را دارا است. میزان فرسایش این تیمارها در برابر باد با سرعت ۲۶ متر بر ثانیه نسبت به تیمار شاهد حداقل ۹۰ درصد کاهش یافته است و

میزان گرد و غبار تولید شده در تیمارهای پلیمری ناچیز است که به خوبی کارآیی امولسیون پلیمری را در کنترل فرسایش بادی نشان می‌دهد. نتایج تجزیه آماری نیز بر این امر تأکید دارد. ماده پلیمری پس افزوده شدن بر روی خاک، در منافذ خاک نفوذ کرده و در اثر قرار گرفتن در معرض هوا و تبخیر آب، تشکیل شاخه‌های گسترده پلیمری می‌دهد. در حقیقت ماده پلیمری با افزایش پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک و اتصال خاکدانه‌های خاک سطحی و ذرات منفرد به یکدیگر و بزرگ شدن آنها، باعث افزایش مقاومت در برابر فرسایش بادی می‌گردد. پیشنهاد می‌شود به منظور بهینه نمودن شرایط اجرایی، آزمایش در مقیاس صحرایی نیز انجام گردد و میزان پلیمر مورد استفاده در شرایط طبیعی با لحاظ نمودن پارامترهای مهم نظیر دما، رطوبت، جهت و میزان سرعت باد، میزان پوشش گیاهی، نفوذپذیری و... تعیین گردد.

جدول ٦ – نسبت فرسایش خاکها

نوع خاک	نسبت فرسایش بادی	
	فرسایش نمونه تیمار شده با آب / فرسایش نمونه خاک شاهد	فرسایش نمونه تیمار شده با پلیمر D_{25} / فرسایش نمونه خاک شاهد
ماسه بادی	۱	۰
خاک لومی سیلتی	۱	۰/۱
خاک لومی رسی سیلتی	۱	۰/۰۹

منابع

۱- احمدی ح.، اختصاصی م.ر.، فیض‌نیا س. و قانعی بافقی م.ج. ۱۳۸۱. بررسی روش های کنترل فرسایش بادی برای حفاظت راه آهن مطالعه موردی: منطقه بافق. مجله منابع طبیعی ایران. ۳۴۲، ۵۵-۳۲۷.

۲- اختصاصی م.ر. ۱۳۷۰. گزارش طراحی و ساخت دستگاه سنجنده فرسایش بادی، سازمان پژوهشهای علمی و صنعتی دفتر یزد. ۱۵ص.

۳- اختصاصی م.ر. و احمدی ح. ۱۳۷۵. معرفی دو روش جدید برآورد رسوب در فرسایش بادی ۱- روش تجربی برآورد رسوب فرسایش بادی I.R.T.I.F.R 2- اندازه گیری غیر مستقیم با کاربرد دستگاه W.E. Meter و آنالیز منطقه ای سرعت و تداوم باد. دومین همایش ملی بیابان زایی و روشهای مختلف بیابان زدایی.

۴- رفاهی ح. ۱۳۸۳. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۲۰ص.

۵- سمائی ح.ر.، گلچین ا. و مصدقی م.ر. ۱۳۸۵. کنترل آلودگی ناشی از فرسایش بادی به وسیله پلیمرهای محلول در آب. همایش خاک و محیط زیست و توسعه پایدار.

۶- عباسی ن.، موحدان م. و کرامتی م. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر پلیمرهای شیمیائی بر روی مشخصات فیزیکی و مکانیکی خاکها. مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. گزارش شماره ۸۹/۵۹۹. ۶۴ ص.

۷- عظیم‌زاده ح.م.، اختصاصی م.ر.، حاتمی م. و اخوان م. ۱۳۸۰. مطالعه تاثیر خصوصیات فیزیکی - شیمیایی خاک در شاخص فرسایش پذیری بادی خاک و ارائه مدل جهت پیشگویی آن در دشت یزد-اردکان. همایش ملی مدیریت اراضی - فرسایش خاک و توسعه پایدار.

۸- قاسمی آریان ع. ۱۳۸۳. آگروفارستری روشی نوین جهت تثبیت شنهای روان و حفظ تاغزارها. اولین همایش روشهای پیشگیری از اتلاف منابع ملی.

۹- قدیری ح. ۱۳۷۲. حفاظت خاک. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۴۷۰ ص.

۱۰-کردوانی پ. ۱۳۷۶. حفاظت خاک. انتشارات دانشگاه تهران.

۱۱-معماریان ح. ۱۳۷۷. زمین‌شناسی مهندسی و ژئوتکنیک. انتشارات دانشگاه تهران. شماره ۲۲۶۸.

12- Chepil W.S., and Milne R.A. 1941. Wind erosion in relation to roughness of the surface. Soil Sci., 52:417-433.

13- Hadjiev A., and Hadjiev P. 2003. On some methods for surface erosion control on tailings ponds and waste fly-ash piles. 50 years Uni. of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", Annual, vol. 46, part 22, Mining and Mineral Processing, Sofia.185-187.

14- He J.J., Cai O.G., and Tang Z.J. 2008. Wind tunnel experimental study on the effect of PAM on soil wind erosion control. Environ Monit Assess. 145:185–193.

15- Hoover J.M. 1987. Dust control on construction sites. Arizona Department of Transportation, Report No. FHWA-AZ,86-807. 65p.

16- Kenneth N., and Nwankwo P.E. 2001. Polyacrylamide as a soil stabilizer for erosion control. Wisconsin department of transportation, Report No. W1, 6-98.
17- Pope A., and Harper J.J. 1966. Low speed wind tunnel testing. John Wiley & Sons, New York.
18- Rathakrishnan E. 2007. Measurement, instrumentation, and experiments in fluids. CRC Press. 492P.
19- Siddiqi R.A., and Moore J.C. 1981. Polymer stabilization of sandy soils for erosion control. Transportation Research Record No. 827, General Soils Problems. 30-34.
20- Telysheva G., and Shulga G. 1995. Silicon-containing polycomplexes for protection against wind erosion of sandy soil. Journal of agricultural engineering research, 62(4):221-227.
21- Wallace A., Wallace G.A., and Abouzamzam A.M. 1986. Amelioration of sodic soils with polymers. Soil Science, 141: 321-323.

Journal of Water and Soil
Vol. 25, No.3, Jul-Aug 2011, p. 606-616

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۵، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۰، ص. ۶۱۶-۶۰۶

Experimental Investigation of Polyvinyl Acetate Polymer Application for Wind Erosion Control of Soils

M. Movahedan[1*]- N. Abbasi[2]- M. Keramati[3]
Received:2-10-2010
Accepted:6-3-2011

Abstract

Wind erosion of soils and suspended particles in Iran is one of the serious environmental and agricultural problems which affect agricultural lands, water reservoirs, irrigation canals, drains and etc. Therefore wind erosion control needs attention specially in arid and semi-arid regions. Although in recent years, some polymeric materials have been used for improvement of structural stability, increasing aggregate stability and soil stabilization, but still some important parameters such as kind of polymer, quantity of polymer, efficiency against wind and water erosion, durability in field conditions and environmental impacts should be considered. In this research, Polyvinyl Acetate-based polymer was used for three different soil textures against wind erosion. Then the effect of this polymer on wind erosion control was investigated and its results were compared with water treated soil samples. The results of wind tunnel with a maximum 26 m/s wind velocity showed that there was a significant difference between the erosion of polymer treated and water treated samples and with application of 25 gr/m^2 Polyvinyl Acetate, the erosion of Aeolian sands samples reduced to zero in the experimental conditions in relation to water treated samples. For silty and clayey soils treated by polymer, the wind erosion reduced minimum 90% in relation to water treated samples.

Keywords: Polyvinyl Acetate, Wind erosion, Wind tunnel

1,2- Assistant Professors of Agricultural Engineering Research Institute of Karaj
(*-Corresponding Author Email: m.movahedan@gmail.com)
3-Lecture of Agricultural and Environmental Research Center of Quazvin