نشریه علمی-پژوهشی مهندسی و مدیریت آبخیز
جلد ۱۰، شماره ۴، ۱۳۹۷، صفحات ۷۰۱-۷۱۳

Journal of Watershed Engineering and Management
Volume 10, Issue 4, 2019, Pages 701-713
DOI: 10.22092/ijwmse.2018.109439.1272

تأثیر خاک‌پوش‌های زیستی، شیمیایی و معدنی بر تثبیت منشاء گرد و غبار، مطالعه موردی: استان ایلام

مسعود بازگیر*[۱] و داود نامدار خجسته[۲]
[۱] استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام و [۲] استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۴

چکیده

یکی از پدیده‌های رایج اقلیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک توفان گرد و غبار است. در ایران نیز یکی از نگرانی‌های محیط زیست افزایش توفان‌های گرد و غبار می‌باشد. روش‌های مختلفی برای کنترل این پدیده وجود دارد که هر کدام دارای محدودیت‌هایی هستند. یکی از روش‌های کنترل و مهار گرد و غبار، استفاده از مالچ یا خاک‌پوش است. هدف این پژوهش، ارزیابی رفتار خاک‌پوش‌های زیستی، شیمیایی و معدنی به‌عنوان تثبیت‌کننده منشاء گرد و غبار، در شرایط آزمایشگاهی برای دوره‌های یک هفته‌ای و شش ماهه و همچنین، تعیین شرایط بهینه افزایش ماندگاری آن‌ها در خاک در استان ایلام است. به‌منظور بررسی اثر این خاک‌پوش‌ها در تثبیت گرد و غبار، آزمون‌های مختلفی از جمله بررسی اثر تنش‌های نور و دما بر دوام خاکدانه‌ها، مقاومت فشاری، پایداری خاکدانه و آزمون تونل باد بر هدررفت خاک انجام شد. تعیین مقاومت در برابر فرسایش بادی در شرایط آزمایشگاهی با استفاده از شبیه‌ساز فرسایش بادی با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه به مدت ۱۵ دقیقه (برای هر تیمار) برای دوره‌های، یک هفته‌ای و شش ماهه انجام شد. با توجه به نتایج مقاومت فشاری، پایداری خاکدانه‌ها و تونل باد، سه فرمولاسیون F4، F13 و F15 (ترکیب پلیمر زانتان-کربنات کلسیم، پلیمر پلی ونیل استات-کربنات کلسیم و زانتان-پلی ونیل استات) برای استان ایلام، به‌عنوان فرمولاسیون‌های (تیمارهای) بهینه تثبیت منشاء گرد و غبار انتخاب شدند. به‌طور کلی، برای تثبیت خاک هر منطقه، نیاز به تعیین فرمولاسیون مناسب و متناسب با خصوصیات اقلیمی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه است.

واژه‌های کلیدی: پدیده اقلیمی، توفان گرد و خاک، تونل باد، مالچ، منطقه خشک و نیمه‌خشک

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه‌خشک توفان گرد و غبار از پدیده‌های غالب اقلیمی محسوب می‌شود. توفان گرد و غبار هنگامی رخ می‌دهد که بادهای غالب و قوی، ذرات خاک گسسته و خشک را با خود بلند کرده، تا مسافت‌های طولانی حمل می‌کنند. در سال‌های گذشته، افزایش توفان‌های گرد و غبار در مناطق مختلف جهان خسارت‌های فراوانی برجای گذاشته است. توفان‌های گرد و غبار در برخی از مناطق جهان، به‌ویژه در مناطق جنوب غربی آسیا و شمال آفریقا، فراوانی وقوع بالایی دارند و در سال‌های اخیر نیز، رخداد توفان‌های گرد و غبار در این منطقه رو به فزونی نهاده تا جایی که در ماه‌های سرد و بارشی نیز مشاهده شده‌اند. در ایران، اولین هجوم گسترده گرد و غبار به سال ۱۳۸۲ بر می‌گردد و هم اکنون ۲۰ استان کشور را با مشکل مواجه کرده است

* مسئول مکاتبات: m.bazgir@ilam.ac.ir

(Khaledi، ۲۰۱۳). از مهمترین عوامل ایجاد گرد و غبار در جهان، تغییرات اقلیمی است. تغییرات اقلیمی از طریق خشکسالی و تحت تأثیر قرار دادن مقدار رطوبت خاک و کاهش رشد محصول تا حدودی باعث افزایش گرد و غبار می‌شود (Merrill و همکاران، ۱۹۹۱). نتایج پژوهشگران، نشان داده است که افزایش گرد و غبار به‌صورت عمده بستگی به شرایط روزانه و فصلی اقلیم (Goudie و Middleton، ۱۹۹۲)، آستانه سرعت حرکت گرد و غبار در سطح (Gillette و همکاران، ۱۹۸۲) که عمدتاً وابسته به اندازه ذرات و درصد رطوبت بوده، همچنین نوع کانی خاک و نوع و مقدار پوشش گیاهی (Musick و Gillette، ۱۹۹۰؛ Musick، ۱۹۹۹) دارد.

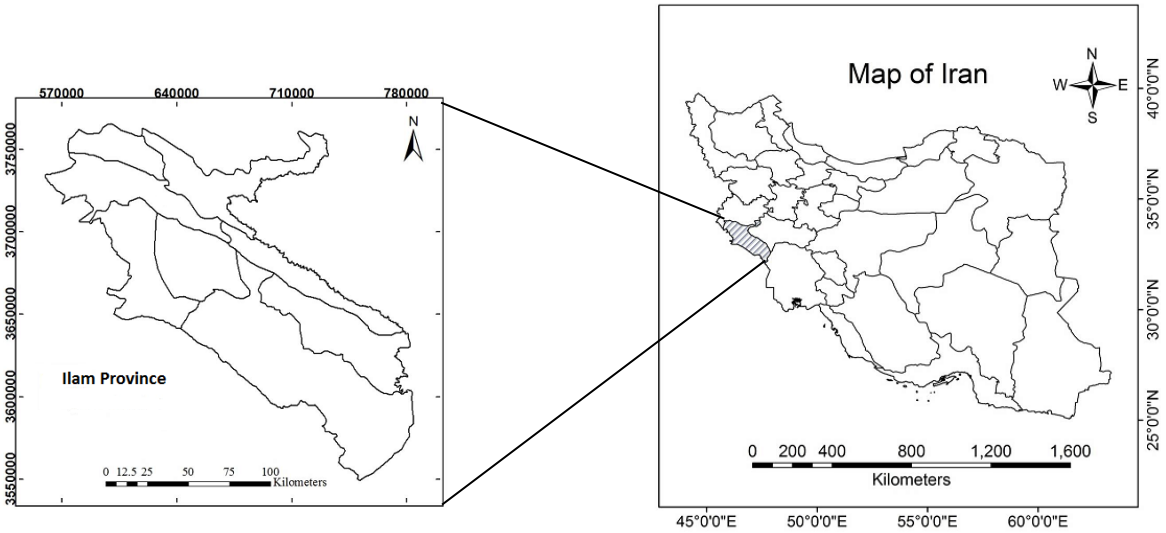
از طرفی، تغییر کاربری اراضی به‌ویژه از جنگل به کشاورزی، استفاده بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی و توسعه صنایع مانند کارخانه سیمان از مهمترین عوامل ایجاد توفان‌های گرد و غبار در استان ایلام است که تا حدود زیادی به جنگ‌های یک دهه اخیر و مداخلات نادرست انسانی در بوم‌سازگان‌های منطقه مربوط می‌شود. به‌طور کلی، خشکسالی، تخریب اراضی، جنگ، احداث سد بر روی رودخانه‌ها، کشت غیراصولی و کاهش پوشش گیاهی منطقه را می‌توان شش دلیل اصلی تشکیل پدیده گرد و غبار در منطقه به‌شمار آورد (Khaledi، ۲۰۱۳). آلودگی ناشی از گرد و غبار در چند سال اخیر استان‌های جنوب غربی و غربی در صورت افزایش شدت و وسعت، هوای دیگر استان‌های ایران را بحرانی ساخته است. این پدیده همه‌ساله خسارت زیادی را به مزارع، تأسیسات، جاده‌ها و حمل و نقل وارد نموده، با آلودگی هوا باعث بروز مشکلات تنفسی و غیره می‌شود (Lashkari و Kaikhosravi، ۲۰۰۹). با احتساب چنین آثار مخرب، پژوهش‌های جامع و کاربردی برای کنترل این پدیده لازم است. از آن‌جایی که تا کنون تحقیقی در زمینه استفاده از خاک‌پوش‌ها در تثبیت گرد و غبار در استان ایلام صورت نگرفته است، انجام چنین پروژه‌ای حائز اهمیت می‌باشد.

مطالعات نشان می‌دهد که به‌منظور تثبیت خاک برای جلوگیری از تولید گرد و غبار، همواره نمی‌توان از روش‌های مکانیکی استفاده کرد. به‌ویژه اگر کاهش هزینه اجرایی و نگهداری و افزایش سرعت اجرایی تثبیت خاک اولویت داشته باشد. بنابراین، تلفیقی از روش‌های زیستی و مکانیکی ضروری می‌باشد. در سال‌های اخیر، استفاده از خاک‌پوش‌های زیستی برای تثبیت موقت خاک با استفاده از افزایش پایداری و قطر خاکدانه‌ها، مورد توجه جدی قرارگرفته است (Onyejekwe و Ghataora، ۲۰۱۵). پلیمرهای زیستی باعث اتصال ذرات به یکدیگر شده و خاکدانه‌های درشت‌تری را ایجاد می‌کند و در نتیجه باعث افزایش پایداری آن‌ها می‌شوند. با این حال، انتخاب یک ماده پلیمری به‌عنوان تثبیت‌کننده خاک در برابر فرسایش بادی کاری ساده نبوده و عوامل مهمی در این مورد بایستی مورد توجه و بررسی قرار گیرند. از جمله این عوامل، می‌توان به‌میزان تأثیر در تثبیت خاک و ایجاد خاکدانه، میزان غلظت پاشش، چگونگی پاشش، اثر پلیمر بر کیفیت خاک، دوام در برابر عوامل محیطی (تغییرات دما، اشعه ماوراءبنفش خورشید و مواد شیمیایی محلول در آب) و نیز اثرات محیط زیستی آن اشاره کرد (Samaee و همکاران، ۲۰۰۶).

بیشتر تحقیقات صورت گرفته بر روی پلیمرهای زیستی در سطح آزمایشگاهی صورت گرفته و تأثیر پلیمر بر پایداری خاکدانه کمتر انجام شده است. بررسی‌های به‌عمل آمده در این خصوص نشان می‌دهند، تحقیقاتی بر روی فرمولاسیون متفاوت و در مناطق مختلف و با استفاده از پلیمرهای زیستی جدید صورت نگرفته است. بنابراین، با توجه به مطالب ذکر شده و اهمیت موضوع، انجام این پژوهش در دو سطح آزمایشگاهی و میدانی در استان ایلام برای پاسخ‌گویی به سوالات مطرح شده در این زمینه طراحی و اجرا شد. معیارهای انتخاب خاک‌پوش برتر در این پژوهش عبارتند از کارایی بالا در تثبیت گرد و خاک، نداشتن خطری برای انسان، دام و گیاه، تولید مواد اصلی فرمولاسیون در داخل کشور، حمل و نقل آسان، پاشش آسان و هزینه‌های پایین تولید در مقایسه با خاک‌پوش‌های نفتی بودند. هدف از انجام این پروژه، بررسی و ارتقاء پایداری ماندگاری خاک‌پوش‌های مختلف زیستی، شیمیایی و معدنی و مقایسه کارایی این خاک‌پوش‌ها در تثبیت منشاء گرد و غبار در استان ایلام است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد پژوهش: تحقیق انجام شده در شهرستان ایلام انجام گرفت. این آزمایش در سال ۱۳۹۴ در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام به‌طول ´۲۸ °۴۶ و عرض ´۳۷ °۳۳ جغرافیایی و ارتفاع ۱۱۷۴ متر از سطح دریا انجام شد. اقلیم شهرستان ایلام نیمه‌خشک مدیترانه‌ای است. متوسط بارندگی سالیانه ۵۰۰ میلی‌متر و میانگین دمای متوسط سالیانه ۲۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱).

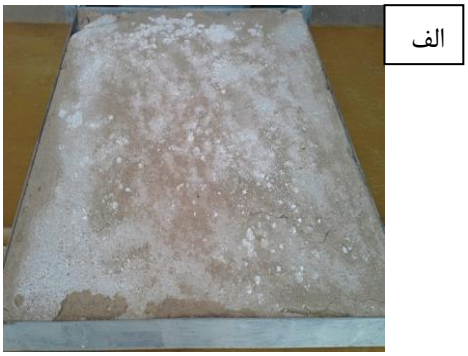


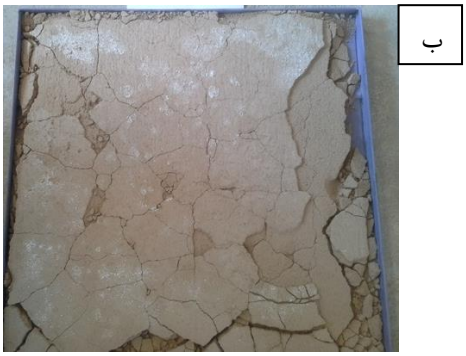
شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

نمونه‌برداری و تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک: در این پژوهش، ابتدا عملیات نمونه‌برداری از منطقه‌ای در صفر مرزی بین مهران و کشور عراق انجام گرفت. این ناحیه یکی از کانون‌های اصلی مولد گرد و غبار در استان محسوب می‌شود. از خاک سطحی (عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری) نمونه‌ها برداشت شد و پس از جمع‌آوری به آزمایشگاه خاکشناسی منتقل، سپس در مجاورت هوا خشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. آزمایش‌های شیمیایی و فیزیکی مورد نیاز بر روی نمونه‌ها انجام شد. تعیین درصد اجزاء رس، سیلت و شن به روش هیدرومتری (Rhodas، ۱۹۸۲)، اسیدیته خاک در عصاره ۱:۱ خاک-آب مقطر به‌وسیله pHمتر (McLean، ۱۹۸۲)، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع به‌وسیله هدایت‌سنج (Hossner، ۱۹۹۶) تعیین شد. اندازه‌گیری گچ به روش استون، کربنات کلسیم معادل با روش تیتراسیون (Sommers و Nelson، ۱۹۸۲)، کربن آلی با روش والکلی و بلاک اصلاح شده (Peterson وKnudson، ۱۹۸۲) تعیین شد. همچنین، اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به روش کمپلکسومتری و تیتراسیون با EDTA، سدیم و پتاسیم قابل استفاده با استفاده از استات آمونیوم یک نرمال و با دستگاه فلم فتومتر (Peterson و Knudson، ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش باور (Rhodas، ۱۹۸۲)، فسفر قابل استفاده به روش اولسن (Olsen و همکاران، ۱۹۵۴) و با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه-گیری شد. تعیین میزان ازت کل به روش کجلدال (Page و همکاران، ۱۹۸۲) صورت پذیرفت.

آماده‌سازی خاک برای بررسی کارایی خاک‌پوش-ها: پس از عملیات نمونه‌برداری و انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی نمونه‌ها، به مقدار تقریبی ۲۳ کیلوگرم خاک توزین شده در سینی‌هایی ساخته شده به ابعاد ۶۰×۶۰×۲/۵ سانتی‌متری ریخته شدند. ترکیب‌های مختلفی از خاک‌پوش‌ها آماده شدند و حدود دو لیتر از هر ترکیب به‌صورت یکنواخت به سطح نمونه‌های خاک در سینی‌ها اسپری شدند. در این تحقیق از یک خاک‌پوش زیستی (زانتان)، دو خاک‌پوش شیمیایی (پلیمر PVA و پلیمر پلی ونیل

استات) و دو خاک‌پوش معدنی (آهک و گچ) و تیمار شاهد (آب) استفاده شد. خاک‌پوش زیستی زانتان با سطوح غلظت ۰/۲، ۰/۵، یک و ۱/۵ (گرم بر لیتر) (Chen و همکاران، ۲۰۱۵)، خاک‌پوش پلیمر شیمیایی PVA با سطوح غلظت پنج، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ (گرم بر لیتر) (Movahedan و همکاران، ۲۰۱۰)، خاک‌پوش پلیمر شیمیایی پلی ونیل استات با سطوح غلظت ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۱۰۰ (لیتر بر لیتر) و خاک‌پوش معدنی آهک و گچ با سطوح غلظت ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۵۰ (گرم بر لیتر) انتخاب شدند. پس از تعیین سطوح غلظت در تمام تیمارها، خاک منطقه مورد مطالعه در سینی‌ها ریخته شدند. خاک‌پوش‌ها در غلظت‌های تعیین شده به‌صورت سوسپانسیون در هر سینی اسپری شدند (شکل ۲- الف). برای هر تیمار دو تکرار برای تحلیل‌های آماری انجام شد. پس از آماده‌سازی، سینی‌ها در محیط باز به مدت یک هفته قرار داده شدند (برای جلوگیری از تخریب خاک سطحی به‌وسیله حیوانات، محافظ روی هر سینی قرار داده شد و در نهایت، بعد از یک هفته آزمون‌های تونل باد، مقاومت فشاری (دستگاه پنترومتر فشاری مدل H-4134)، میانگین وزنی قطر خاکدانه و پایداری خاکدانه روش الک تر،شیوه مرطوب کردن سریع) انجام شد. لازم به ذکر است که آزمون‌های مقاومت فشاری، میانگین وزنی قطر خاکدانه و پایداری خاکدانه بعد از آزمون تونل باد انجام شدند و بیش از سه تکرار برای این آزمایش‌ها انجام گرفت. بعد از انجام آزمون‌های فوق، بهترین غلظت از هر تیمار برای آزمون شش ماهه و تعیین فرمولاسیون بهینه انتخاب شدند. آزمون شش ماهه ترکیبی از بهترین غلظت‌های مرحله قبل و با آزمایش‌های شبیه مرحله قبلی انجام شد.


الف


ب

شکل ۲- خاک‌پوش آهکی، الف) قبل از انجام تست تونل باد و ب) بعد از انجام تست تونل باد

دستگاه شبیه‌ساز تونل باد: در این تحقیق، مهمترین قسمت کار، طراحی، ساخت، نصب و راه‌اندازی تونل باد برای شبیه‌سازی باد در شرایط آزمایشگاهی برای بررسی تأثیر خاک‌پوش‌های شیمیایی، معدنی و زیستی در تثبیت گرد و غبار در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام انجام گرفت. دستگاه تونل باد قادر به تولید باد با سرعتی در رنج صفر تا ۲۵ متر بر ثانیه است، به‌طوری که با استفاده از تونل باد خاک‌پوش‌های مختلف در سرعت ۲۵ متر بر ثانیه از لحاظ پایداری و دوام مورد ارزیابی قرار گرفتند. دستگاه تونل باد ساخته شده متحرک به‌طول ۶/۵۵ متر و ارتفاع ۱/۲۵ متر به‌صورت مدار باز طراحی، ساخته و مورد استفاده قرار گرفت. دستگاه تونل باد از چهار قسمت اصلی شامل، ۱- موتور، پروانه و صفحه لامینار، ۲- بدنه اصلی، ۳- دهانه خروجی (قسمت شیپوری) و ۴- دستگاه اینورتر (نوسان‌ساز الکترونیکی با قدرت بالا) است.

تحلیل آماری داده‌ها: در این مطالعه، طرح کاملاً تصادفی برای آزمون‌های تونل باد و مقاومت فشاری و طرح بلوک کامل تصادفی برای پایداری خاکدانه مورد استفاده قرار گرفت. تحلیل آماری تمام داده‌ها در نرم‌افزار SPSS 21 انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با روش آزمون توکی در سطح احتمال یک و پنج درصد انجام شد. با توجه به تغییرات شدید در دامنه داده‌های اندازه‌گیری شده، از نرم‌افزار Origin Pro 9.1 برای رسم نمودار و گراف‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد

آزمایش: نتایج تجزیه‌های فیزیکوشیمیایی خاک نقطه صفر مرزی شهرستان مهران که تست‌های مختلف ارزیابی خاک‌پوش‌ها روی آن انجام یافت، به شرح جداول ۱ و ۲ بیان شده است.

جدول ۱- تجزیه‌های فیزیکی نمونه خاک نقطه صفر مرزی شهرستان مهران و کشور عراق

ردیف	اسم نمونه		نوع بافت	شن	سیلت	رس	رطوبت اشباع	رطوبت ظرفیت زراعی	رطوبت نقطه پژمردگی	تخلخل	جرم مخصوص ظاهری	جرم مخصوص حقیقی	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها
	بخش	منطقه		%							gcm^{-3}		mm
۱	مهران	مرزی	SL	۵۸	۳۲	۱۰	۴۱/۴	۲۰/۵	۱۱	۴۲/۱	۱/۴	۲/۴۲	۰/۳۸

جدول ۲- تجزیه‌های شیمیایی نمونه خاک نقطه صفر مرزی شهرستان مهران و کشور عراق

ردیف	اسم نمونه		pH گل اشباع	قابلیت هدایت الکتریکی (EC)	کربن آلی (OC)	انیتروژن کل (N)	گچ (gyp)	آهک (lime)
	بخش	منطقه		$dS.m^{-1}$			%	
۱	مهران	مرزی	۷/۸	۵/۶	۰/۵۴	۰/۰۴	۱/۶	۲۶/۷

ادامه جدول ۲- تجزیه‌های شیمیایی نمونه خاک نقطه صفر مرزی شهرستان مهران و کشور عراق

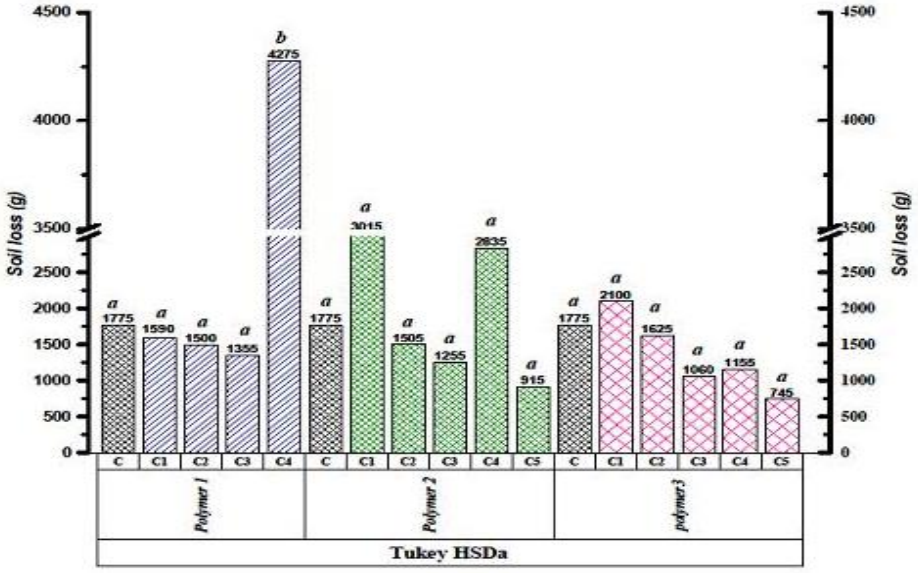
ردیف	اسم نمونه		فسفر فراهم (P)	پتاسیم فراهم (K)	منیزیم تبادلی	کلسیم تبادلی	ظرفیت تبادل کاتیونی
	بخش	منطقه	$mg\ kg^{-1}$			$meq.100grsoil^{-1}$	$cmol^{+}.kg$
۱	مهران	مرزی	۷/۵	۲۲۵	۱۲/۴	۸۰/۵	۱۶/۴

مرحله اول

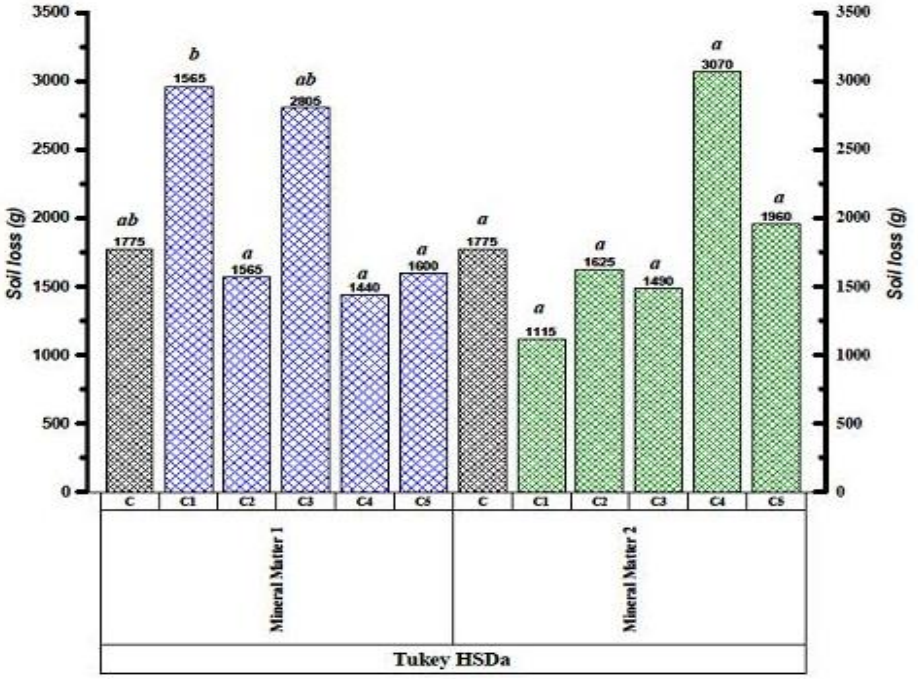
نتایج ارزیابی خاک‌پوش‌های زیستی، شیمیایی و معدنی: نتایج مقایسه میانگین هدررفت خاک برای خاک‌پوش زیستی (پلیمر ۱) (شکل ۳) نشان داد که بین سه سطح اول غلظت (C1، C2 و C3) تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال پنج درصد با شاهد وجود نداشت، اما تفاوت سطح غلظت چهارم (C4) با بیشترین هدررفت خاک (۴۲۷۵ گرم) با دیگر سطوح غلظت و شاهد معنی‌دار بود. دلیل مقدار هدررفت خاک در غلظت‌های بالاتر را می‌توان به‌دلیل گرانروی بالای پلیمر و عدم نفوذ در عمق لایه سطحی خاک عنوان کرد. نتایج مقایسه میانگین مقدار هدررفت خاک برای خاک‌پوش‌های شیمیایی (پلیمر ۲ و ۳) و معدنی (مواد معدنی ۱ و ۲) (شکل‌های ۳ و ۴) نشان داد که بین سطوح مختلف غلظت با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد وجود نداشت. نتایج برای خاک‌پوش معدنی یک (شکل ۴) نشان داد که بین سطوح مختلف غلظت با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد نبود، اما تفاوت سطح غلظت یک (C1) با سطوح غلظت (C2، C4 وC5) معنی‌دار بود.

در مطالعه‌ای Chen و همکاران (۲۰۰۶)، بر روی دو پلیمر و انجام آزمون تونل باد، به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت پلیمر (زانتان و گوار) از صفر تا ۱/۶(درصد) مقدار هدررفت خاک از مقدار تقریبی ۴۰ گرم بر متر مربع به مقدار کمتر از ۱۰ گرم بر متر مربع رسید. در واقع با افزایش غلظت مقدار هدررفت کم شد و این یافته با نتایج این مطالعه مطابقت نداشت. نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت از ۰/۲ تا یک درصد مقدار هدررفت

خاک کم شد، در سه سطح غلظت ۰/۲، ۰/۵ و یک درصد این کاهش معنی‌دار نبود، ولی با افزایش غلظت از یک به ۱/۵ درصد مقدار هدررفت خاک افزایش پیدا کرد. دلیل این افزایش هدررفت را می‌توان به زیاد شدن گرانروی پلیمر و عدم نفوذ در خاک بیان کرد.



شکل ۳- مقدار هدررفت خاک (گرم) برای خاک‌پوش‌های زیستی (پلیمر ۱) و شیمیایی PVA و پلی ونیل استات (پلیمر ۲ و ۳)



شکل ۴- مقدار هدررفت خاک (گرم) برای خاک‌پوش‌های معدنی آهک و گچ (مواد معدنی ۱ و ۲)

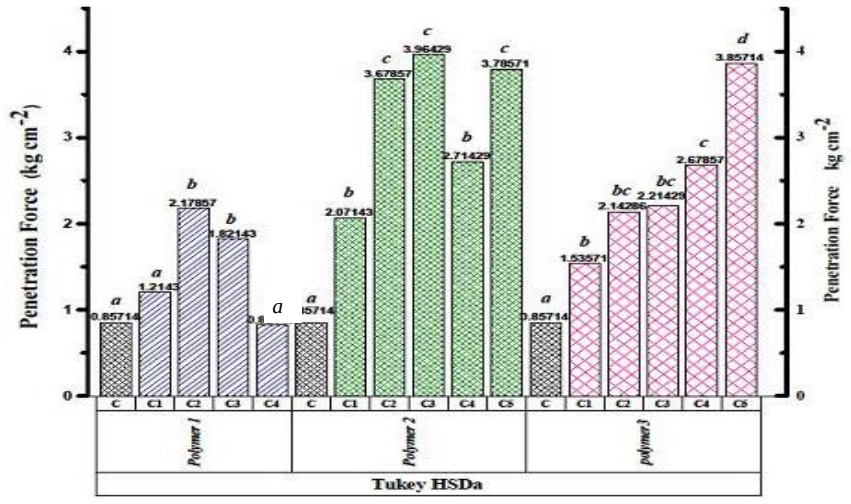
نتایج مقایسه میانگین مقاومت فشاری برای خاک‌پوش زیستی (پلیمر ۱) (شکل ۵) نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری در سطح احتمال مورد نظر (پنج درصد) بین سطوح غلظت وجود دارد. به‌طوری که بین سطح غلظت یک (C1) و (C2 و C3) تفاوت معنی‌دار آماری مشاهده شد، همچنین، بین C1 و C4 با شاهد نیز تفاوت معنی‌دار نبود. نتایج همچنین، نشان داد که سطوح غلظت دو و سه (C2 و C3)

بیشترین مقاومت فشاری (بیش از ۱/۸۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) را داشتند و از لحاظ معنی‌داری باهم در یک طبقه آماری قرار گرفتند، اما تفاوت این دو سطح با شاهد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین مقاومت فشاری برای پلیمر دو (شکل ۵) نشان داد که بین سطوح غلظت دو، سه و پنج (C2، C3 و C5) تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت، در حالی‌که با شاهد و سطوح غلظت یک و چهار (C1 و C4) تفاوت معنی‌دار نشان دادند. نتایج همچنین، نشان داد که بین سطوح غلظت یک و چهار (C1 و C4) تفاوت معنی‌دار نبود، اما تفاوت بین این سطوح و شاهد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین مقاومت فشاری (۳/۹۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) در سطح غلظت سه (C3) این پلیمر مشاهده شد.

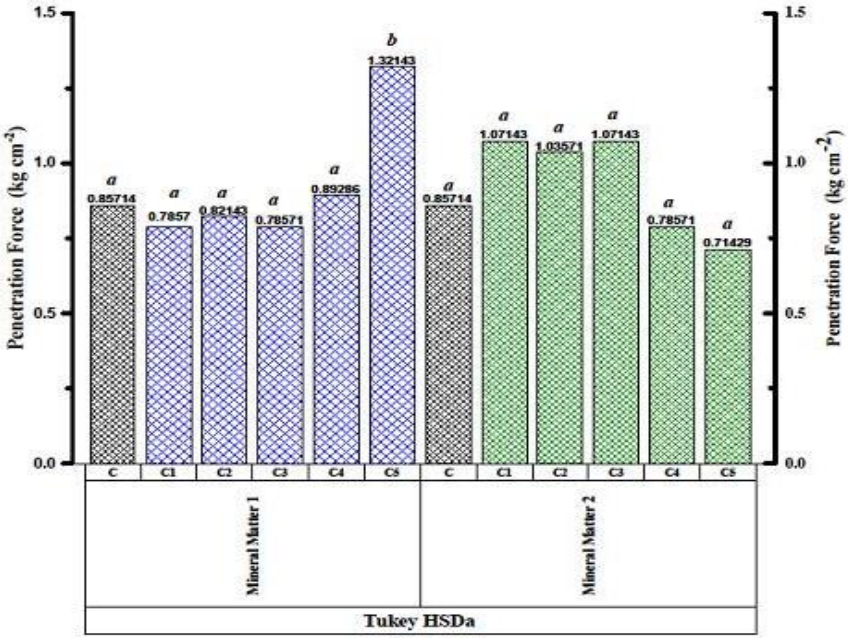
نتایج مقاومت فشاری برای پلیمر سه (شکل ۵) نشان داد که با افزایش غلظت پلیمر، مقاومت فشاری نیز افزایش می‌یابد به‌طوری که بیشترین مقاومت (۳/۸۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) برای سطح پنج (C5) است که با بقیه سطوح و شاهد تفاوت معنی‌داری داشت. نتایج نشان داد که بین تمام سطوح غلظت با شاهد تفاوت معنی‌دار آماری وجود دارد. بین سطوح غلظت یک، دو و سه (C1، C2 و C3) همچنین، بین سطوح دو و سه (C2 و C3) تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت اما بین سطوح ذکر شده با سطح غلظت چهار و پنج (C2 و C3) تفاوت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود.

نتایج مقاومت فشاری برای ماده معدنی دو (شکل ۶) نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری بین سطوح غلظت وجود ندارد؛ بنابراین استفاده تنها از ماده معدنی نمی‌تواند تأثیر زیادی بر مقاومت فشاری داشته باشد. همچنین، نتایج ماده معدنی یک نشان داد که بین سطوح غلظت تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد وجود ندارد (به‌جز سطح غلظت پنج (C5). سطح غلظت پنج (C5) بیشتری مقاومت فشاری (۱/۳۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) را داشت و تفاوت آن با دیگر سطوح معنی‌دار بود.

این یافته با نتایج مطالعات Rahmani و همکاران (۲۰۱۲)، مطابقت ندارد. این پژوهشگران در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کلرید کلسیم بر میزان پایداری خاک موثر است. در تحقیقی Chen و همکاران (۲۰۱۳)، به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت پلیمر یک از ۰/۶ به یک و ۱/۶ درصد مقدار متوسط مقاومت فشاری از ۲۵۰/۸ به ۳۰۴/۵ و ۳۴۰/۶ (نیوتن) رسید. در واقع با زیاد شدن غلظت پلیمر، مقدار مقاومت فشاری نیز افزایش یافت. این یافته تا حدودی با نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش مغایرت دارد. در این مطالعه با افزایش غلظت پلیمر زانتان مقدار متوسط مقاومت فشاری افزایش و بعد از غلظت مشخصی (گرم بر لیتر) مقدار مقاومت فشاری کاهش یافت. برای پلیمر دو نیز با افزایش غلظت مقدار مقاومت فشاری افزایش قابل توجه داشته، هر چند این افزایش و کاهش منظم نبود و در سطوح مختلف غلظت معنی‌دار نبود.



شکل ۵- مقاومت فشاری برای خاک‌پوش‌های زیستی (پلیمر ۱) و شیمیایی PVA و پلی ونیل استات (پلیمر ۲ و ۳)



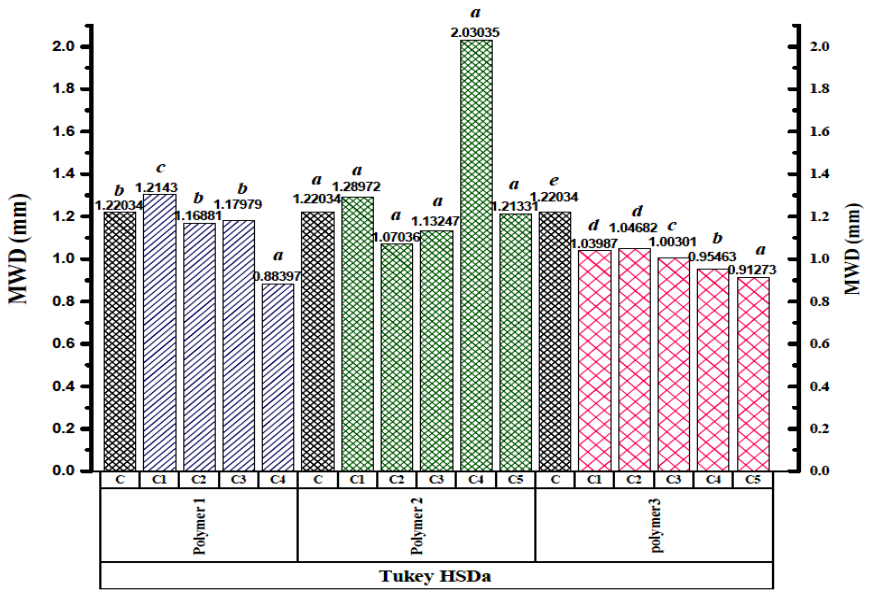
شکل ۶- مقاومت فشاری برای خاک‌پوش‌های معدنی آهک و گچ (مواد معدنی ۱ و ۲)

نتایج مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه برای پلیمر یک (شکل ۷) نشان داد که بین تمام سطوح غلظت تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود دارد، به‌طوری که سطح غلظت یک (C1) با بیشترین میانگین وزنی قطر خاکدانه (۱/۲۱ میلی‌متر) با سطوح غلظت دو، سه و چهار (C2، C3 و C4) و همچنین، شاهد تفاوت معنی‌دار داشت. سطوح غلظتی دو (C2) و سه (C3) تفاوت معنی‌داری باهم نداشته، با هم در یک طبقه آماری قرار گرفتند، اما، با سطح چهار (C2) تفاوت معنی‌دار داشتند. سطح چهار با وجود غلظت بالاتر پلیمر، کمترین مقدار (۰/۸۸ میلی‌متر) را داشت و تفاوت آن با دیگر سطوح غلظتی معنی‌دار بود. این یافته تا حدودی با آزمون‌های مقاومت فشاری و هدررفت خاک ذکر شده مطابقت دارد.

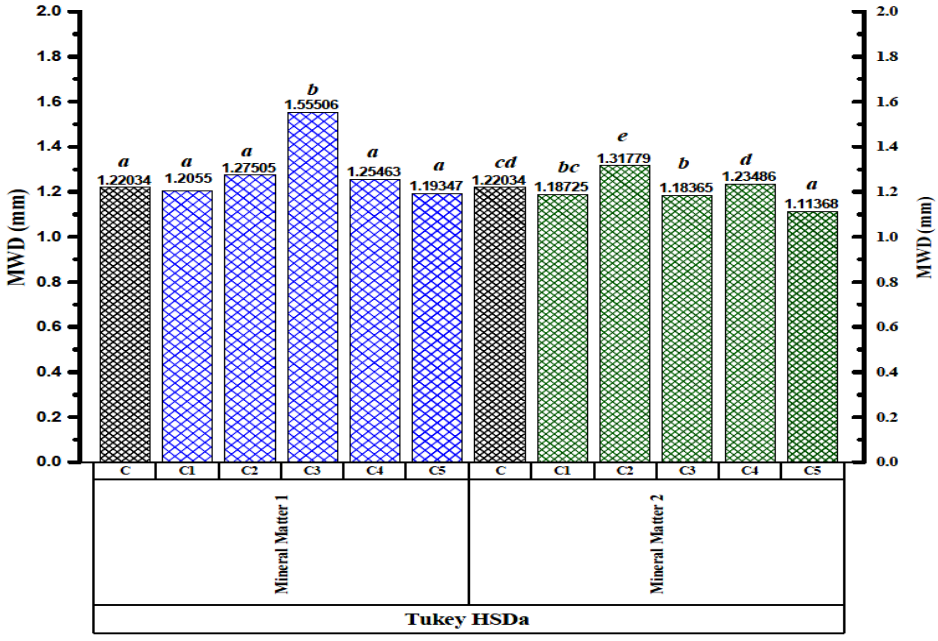
نتایج میانگین وزنی قطر خاکدانه برای پلیمر دو (شکل ۷) نشان داد که بین تمام سطوح تفاوت معنی-دار آماری در سطح پنج درصد وجود نداشت. نتایج مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه برای پلیمر سه (شکل ۸) نشان داد که این پلیمر کمترین (کمتر از ۱/۰۳۸ میلی‌متر) MWD را بین تمام پلیمرها داشت، به‌طوری که سطح غلظت پنج با وجود بیشترین غلظت پلیمر، مقاومت فشاری بالا و هدررفت خاک پایین کمترین MWD (کمتر از ۰/۹۱۲ میلی‌متر) را داشت و تفاوت آن با سایر سطوح غلظتی در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین MWD برای ماده معدنی یک (شکل ۸) نشان داد که بین تمام سطوح غلظت به‌جز سطح غلظت سه (C3) با شاهد در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار آماری وجود نداشت. سطح غلظت سه (C3) بیشترین مقدار (۱/۵۵ میلی‌متر) را داشت و تفاوت آن با دیگر سطوح معنی‌دار بود.

نتایج MWD برای ماده معدنی دو (شکل ۸) نشان داد که سطح غلظت یک (C1) با سطح غلظت سه (C3) و شاهد تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد نشان نداد. سطح غلظت دو (C2) با بیشترین مقدار MWD (۱/۳۲ میلی‌متر) تفاوت معنی‌دار با دیگر سطوح و شاهد داشت. سطح غلظت پنج با وجود بیشترین غلظت، کمترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه (۱/۱۱ میلی‌متر) را داشت و تفاوت آن با دیگر سطوح در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود.

نتایج پژوهشگران نشان داد که پلی اکریل امید و گچ در سطوح مختلف غلظت باعث کاهش هدررفت خاک و افزایش پایداری خاک می‌شوند (Marco Da Silva، ۲۰۱۰) که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی داشت.



شکل ۷- میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر) برای خاک‌پوش‌های زیستی (پلیمر ۱) و شیمیایی PVA و پلی ونیل استات (پلیمر ۲ و ۳)



شکل ۸- میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر) برای خاک‌پوش‌های معدنی آهک و گچ (مواد معدنی ۱ و ۲)

با توجه به نتایج به‌دست آمده از آزمون‌های مقاومت فشاری، تونل باد و میانگین وزنی قطر خاکدانه، در این مرحله برای پلیمر یک (زانتان)، سطح غلظت دو (۰/۵ درصد) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۲/۱۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک (۱۵۰۰ گرم) و با MWD مقدار ۱/۲۱ میلی‌متر و با توجه به مباحث اقتصادی به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای پلیمر دو، سطح غلظت سه (۱۵ گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۳/۹۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت کم خاک (۱۲۵۰ گرم) و با MWD مقدار (۱/۳۲ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای پلیمر سه، سطح غلظت پنج (۶۰ لیتر بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۳/۸۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، کمترین مقدار هدررفت خاک (۷۴۵۰ گرم) هر چند با مقدار MWD پایین (۰/۹۲۷ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای ماده معدنی یک، سطح غلظت پنج (۵۰ گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت

فشاری (۱/۳۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک پایین (۱۶۰۰ گرم) و با MWD مقدار (۱/۱۸ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای ماده معدنی دو، سطح غلظت پنج (۱۵ گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۱/۰۷۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک پایین (۱۴۰۰ گرم) و با MWD مقدار (۱/۱۸ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد.

مرحله دوم

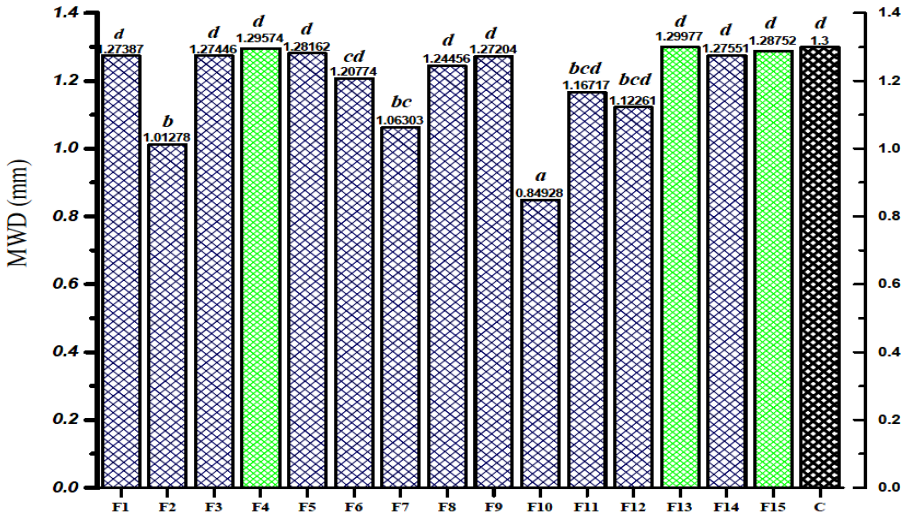
آزمون‌های تعیین فرمولاسیون بهینه: همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد، بعد از انتخاب غلظت بهینه برای هر خاک‌پوش استفاده شده، در این مرحله از ترکیب غلظت‌های بهینه استفاده شد تا بهترین فرمولاسیون برای آزمون میدانی (نهایی) انتخاب شود. نام‌گذاری فرمولاسیون در این مرحله با حروف F است. در نهایت ۱۵ فرمولاسیون با تیمار شاهد (۱۶ تیمار) برای آزمون‌های مقاومت فشاری، میانگین وزنی قطر خاکدانه و تونل باد (با سرعت ۲۵ متر بر ثانیه) انتخاب و بعد از شش ماه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج مرحله دوم برای استان ایلام در شکل‌های ۹ تا ۱۱ ارائه شده است.

نتایج مقایسه میانگین وزنی قطر خاکدانه برای تمام فرمولاسیون‌ها (شکل ۹) نشان داد که بین آن‌ها تفاوت معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت. همچنین، بین میانگین فرمولاسیون‌ها با شاهد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد مشاهده نشد (به‌جز F2، F7 و F10). فرمولاسیون F2 کمترین مقدار MWD (۰/۸۴ میلی‌متر) را داشت و تفاوت آن با دیگر فرمولاسیون‌ها معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین مقاومت فشاری (شکل ۱۰) نشان داد که فرمولاسیون‌های F5، F6، F8، F9، F10 و F15 با شاهد در سطح پنج درصد معنی‌دار بودند.

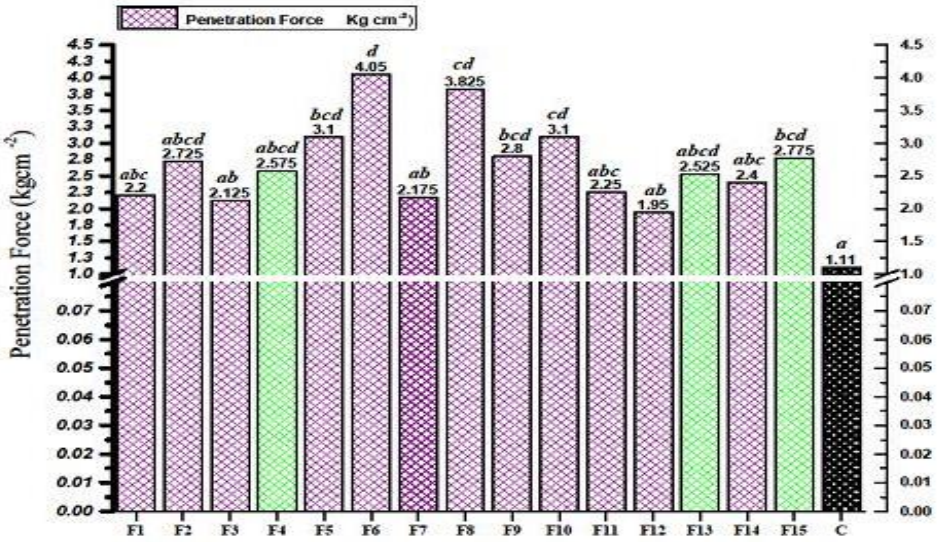
در بین فرمولاسیون‌ها، F6 بیشترین مقاومت فشاری (۴/۰۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) را داشت. در مقایسه با مرحله قبل، مقاومت فشاری بیشتر شده است و این نشان‌دهنده بهتر شدن شرایط فرمولاسیون در مقایسه با سطح بهینه غلظت پلیمر است. نتایج مقایسه میانگین هدررفت خاک (شکل ۱۱) برای فرمولاسیون‌های ذکر شده نشان داد که تفاوت معنی‌دار آماری در سطح پنج درصد بین آن‌ها وجود دارد، به‌طوری که در فرمولاسیون‌های F1، F3، F4، F7، F10، F12، F13، F14 و F15 مقدار هدررفت خاک صفر می‌باشد و تفاوت آن‌ها با دیگر فرمولاسیون‌ها (F2، F5، F6، F8، F9 و F11) و شاهد در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. فرمولاسیون F6 با وجود بیشترین مقاومت فشاری (۴/۰۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، بیشترین هدررفت خاک (۹۴۰ گرم) را داشت، بنابراین برای انتخاب فرمولاسیون بهینه باید تمام پارامترها از جمله مقدار هدررفت خاک، مقاومت فشاری و میانگین وزنی قطر خاکدانه باهم لحاظ شود.

نتایج این مطالعه نشان داد که برای تثبیت خاک هر منطقه، نیاز به تعیین فرمولاسیون مناسب و متناسب با خصوصیات اقلیمی و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه است. با مقایسه خاک شاهد در استان ایلام با استفاده از آزمون مقاومت فشاری، پایداری خاکدانه و تونل باد برای یک دوره شش ماهه، می‌توان به این نتیجه رسید که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه در میزان مقاومت فشاری، ایجاد پایداری خاک و پیوندهای فیزیکی و شیمیایی بین پلیمر و سطح ذرات خاک نقش عمده‌ای دارند.

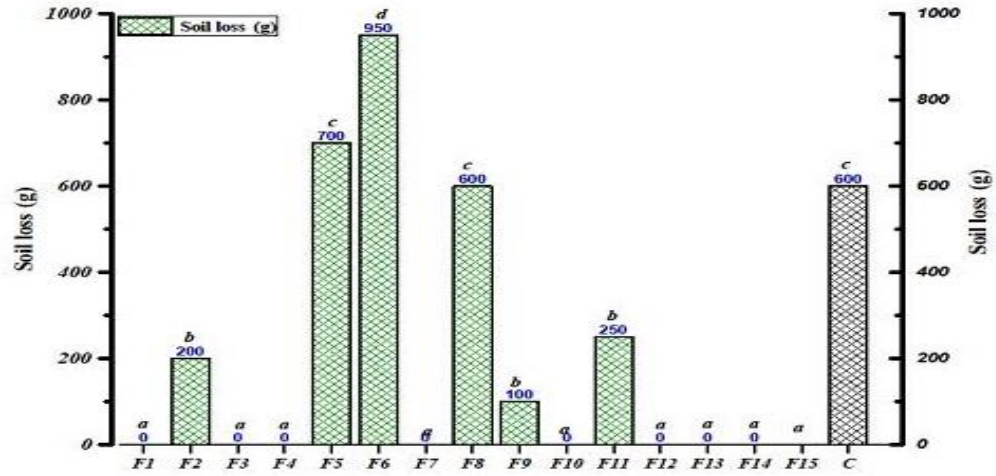
نتایج کلی این مرحله نشان داد که فرمولاسیون‌های F2، F5، F6، F8، F9 و F11 به‌دلیل مقدار هدررفت بالا از مرحله انتخاب فرمولاسیون بهینه حذف شدند. از فرمولاسیون‌های باقی‌مانده، F1، F3، F7، F10 و F12 به‌دلیل مقاومت فشاری پایین‌تر در این مرحله نیز حذف شدند. در نهایت فرمولاسیون‌های باقی‌مانده تفاوت معنی‌داری از لحاظ میانگین وزنی قطر خاکدانه باهم نداشتند. بنابراین، در این مرحله با توجه به عدم وجود ترک‌خوردگی در سطح خاک و همچنین، با بررسی ضخامت لایه سطحی خاک F4، F13 و F15 به‌عنوان فرمولاسیون‌های بهینه برای آزمون صحرایی انتخاب شدند.



شکل ۹- میانگین وزنی قطر خاکدانه (میلی‌متر) برای تمام فرمولاسیون‌ها (مرحله دوم)



شکل ۱۰- مقاومت فشاری (کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) برای تمام فرمولاسیون‌ها (مرحله دوم)



شکل ۱۱- هدررفت خاک برای تمام فرمولاسیون‌ها (مرحله دوم)

نتیجه‌گیری

نتایج مرحله اول آزمون‌های آزمایشگاهی (آزمون-های مقاومت فشاری، تونل باد و میانگین وزنی قطر خاکدانه) در استان ایلام نشان داد که خاک‌پوش زیستی (پلیمر یک)، سطح غلظت دو (۰/۵ درصد) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۲/۱۷ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک (۱۵۰۰ گرم) و با MWD مقدار (۱/۲۱ میلی‌متر) و با توجه به مباحث اقتصادی به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای خاک‌پوش شیمیایی PVA (پلیمر دو)، سطح غلظت سه (۱۵گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۳/۹۶ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک پایین (۱۲۵۰ گرم) و با MWD مقدار (۱/۳۲ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد. برای خاک‌پوش شیمیایی پلی ونیل استات (پلیمر سه)، سطح غلظت پنج (۶۰ میلی‌لیتر بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۳/۸۵ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، کمترین مقدار هدررفت خاک (۷۴۵۰ گرم) هرچند با مقدار MWD پایین (۰/۹۲۷ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شد.

برای خاک‌پوش معدنی آهک (ماده معدنی یک)، سطح غلظت پنج (۵۰ گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۱/۳۲ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک پایین (۱۶۰۰گرم) و با MWD مقدار (۱/۱۸ میلی‌متر) و خاک‌پوش معدنی گچ (ماده معدنی دو)، سطح غلظت پنج (۱۵ گرم بر لیتر) به‌دلیل بیشترین مقاومت فشاری (۱/۰۷۱ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع)، مقدار هدررفت خاک پایین (۱۴۰۰گرم) و با MWD مقدار (۱/۱۸ میلی‌متر) به‌عنوان غلظت بهینه انتخاب شدند.

نتایج کلی مرحله دوم در استان ایلام نشان داد که فرمولاسیون‌های F2، F5، F6، F8، F9 و F11 به‌دلیل مقدار هدررفت بالا از مرحله انتخاب فرمولاسیون بهینه حذف شدند. از فرمولاسیون‌های باقی‌مانده، F1، F3، F7، F10 و F12 به‌دلیل مقاومت فشاری پایین‌تر در این مرحله نیز حذف شدند. در نهایت فرمولاسیون‌های باقی‌مانده تفاوت معنی‌داری از لحاظ پایداری خاکدانه باهم نداشتند، بنابراین در این مرحله با توجه به‌عدم وجود ترک‌خوردگی در سطح خاک و همچنین، با بررسی ضخامت لایه سطحی خاک F4، F13 و F15 به-عنوان فرمولاسیون‌های بهینه برای آزمون صحرایی انتخاب شدند.

منابع مورد استفاده

1. Chen, Q.C., P.F. Jiang, T.W. Lei, R. Li and Z.J. Tang. 2006. Wind tunnel experiments on the impacts of polyacrylamide on wind erosion of loosen soil materials. Transactions of the CSAE, 22: 7-15.
2. Chen, R., L. Zhang and M. Budhu. 2013. Biopolymer stabilization of mine tailings for dust control. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 141: 1–10.
3. Chen, R., L. Zhang and M. Budhu. 2015. Biopolymer stabilization of mine tailings for dust control. Journal of Geotechnology, 43: 1–10.
4. Gillette, D.A., J. Adams, D. Muhs and R. Kihl. 1982. Threshold friction velocities and rupture moduli for crusteddesert soils for the input of soil particles into the air. Journal of Geophysics Research, 87: 9003–9015.
5. Goudie, A.S. and N.J. Middleton. 1992. The changing frequency of dust storms through time. Climate Change, 20: 197–225.
6. Hossner, L.R. 1996. Dissolation for total elemental analysis. In methods of soil analysis. (Ed. D.L. Sparks), ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 49-64.
7. Karimi Ahmadabad, M. and K. Shokohirazi. 2011. Interaction between atmospheric circulation and land cover in the mechanism of creation of summertime dust storms in Middle East. Phyzical Geography Research Quarterly, 78: 113-130 (in Persian).
8. Khaledi, K. 2013. Economical damage of dust storm on west provinces in Iran. Economics Modelling Quarterly, 3: 105-125 (in Persian).
9. Knudson, D. and G.A. Peterson. 1982. Lithium, Sodium and Potassium. In: A.L Page et al. (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2. Agror. Monogr 9, ASA, Madison, WI, pp. 225-246.
10. Lashkari, H. and Gh. Kaikhosravi. 2009. Statistical synoptic analysis of dust storm in Khorasan Razavi Province. Phyzical Geography Research Quarterly, 65: 45-48 (in Persian).
11. Marco da Silva, A. 2010. Potential use of polyacrylamide for soil erosion control in Brazil. Journal of Sustainable Development, 3(4): 21-28.
12. McLean, E.O. 1982. Soil pH and Lime requirement, In: A.L page et al. (Eds). Methods of Soil

Analysis. Part 2. Agror. Monogr 9, ASA, Madison, WI, pp. 199-210.
13. Merrill, S.D., A.L. Black, D.W. Fryrear, A. Saleh, T.M. Zobeck, A.D. Halvorson and D.L. Tanaka. 1991. Soil wind erosion hazard of spring wheat-fallow as affected by long-term climate and tillage. Soil Science Society of America Journal, 63: 1768–1777.
14. Movahedan, M., N. Abbasi and M. Keramati. 2010. Experimental investigation of polyvinyl acetate polymer application for wind erosion control of soils. Journal of Water and Soil, 25: 606-616 (in Persian).
15. Musick, H.B. 1999. Field monitoring of vegetation characteristics related to surface changes in the Yuma Desert, Arizona, and at the Jornada Experimental Range in the Chihuahuan Desert, New Mexico. In: Breed, C.S., Reheis, M.C. (Eds.), Desert Winds: Monitoring Wind-Related Surface Processes in Arizona, New Mexico and California. US Geological Survey Prof. Paper 1598D, 71–84.
16. Musick, H.B. and D.A. Gillette. 1990. Field evaluation of relationships between a vegetation structural parameterand sheltering against wind erosion. Land Degradation, 2: 87–94.
17. Nelson, R.E. and L.E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Agronomy Monographs ASA and SSSA, Madison.WI, pp. 539-579.
18. Page, A.L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: chemical and microbiological properties. Publisher Madison, Wisconsin, USA, 545 pages.
19. Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe and L.A. Dean. 1954. Eatimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular 939, Gov. Printing Office, Washington, DC. 345 pages.
20. Onyejekwe, S. and S.G. Ghataora. 2015. Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: sulphonated oil and a polymer. Bulletin of Engineering Geology and Environment, 74: 651–665.
21. Rahmani, H., 2012. The efficiency of calcium chloride and magnesium chloride to stabilize sands dune and its role in controlling dust. Master thesis, 150 pages (in Persian).
22. Rhodas, J.D. 1982. Cation exchange capacity. Agron. Monogr. ASA and SSSA, Madison,WI, pp. 149-158.
23. Samaee, H. R., A. Gochin, and M. R. Mossadeghi. 2006. The control of pollution due to wind erosion through water-soluble polymers. Soil, Environment and Sustahnable Development Conference, University of Zanjan, Zanjan (in Persian).

DOI: 10.22092/ijwmse.2018.109439.1272

Biological, chemical and mineral mulches effect on stabilization of dust storm sources, case study: Ilam Province

Masoud Bazgir[*1] and Davood Namdar Khojasteh[2]
[1] Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran and [2] Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Iran

Received: 17 October 2017 Accepted: 05 March 2018

Abstract

Dust storm is a meteorological phenomenon which is common in arid and semi-arid regions. Dust storms are also one of the environmental concerns in Iran. There are different methods to control this phenomenon which some of them have limitations. Application of mulches is one of the ways to control and prevent dust storms. This study, aims to evaluate the behavior of biological, chemical and mineral mulches during one week in laboratory conditions and six months to stabilize the source of dust storm and improve the persistence of these mulches in Ilam Province. In order to study dust storm stabilization by these mulches, different tests were carried out including wind tunnel test, light and temperature stress effect on strength, pressure resistance, aggregate stability and soil loss. Wind erosion resistance determined in laboratory conditions by wind erosion simulation in 25 m s^{-1} for 15 minute of each treatment for both, one week and six months. According to the results, strength, pressure resistance, aggregate stability and wind tunnel simulation, three formulation of F4, F13 and F14 (zantan polymer-calcium carbonate, polyvinyl acetate-calcium carbonate and zantan-polyvinyl acetate) were recommended for stabilization of dust storm in Ilam Province. Generally, for soil stabilization suitable formulation based on climatic, soil physical and chemical properties are needed for each region.

Keywords: Arid and semi-arid region, Dust storm, Meteorological phenomenon, Mulch, Wind tunnel

[*] Corresponding author: m.bazgir@ilam.ac.ir