



مقایسه مقاومت مالچ‌های غیرزنده در برابر گرما، آبشویی و فشار

محمد امیر کوپایی نیا^۱ و سید فخرالدین افضلی^{۲*}

۱. دبیرآموزش و پرورش استان فارس، شیراز- ناحیه ۲ و دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی- مدیریت مناطق بیابانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز
 ۲. هیأت علمی بخش مهندسی منابع طبیعی و محیط زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز
- * نویسنده مسئول: afzalif@shirazu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۹/۱

چکیده

استفاده از مالچ یکی از رایج‌ترین روش‌های تثبیت خاک برای جلوگیری از فرسایش بادی و کنترل ریزگرد است. در همین ارتباط، پایداری مالچ‌ها در برابر عوامل فرساینده محیطی می‌تواند در انتخاب ترکیب و نوع مالچ موثر باشد. در این پژوهش مقاومت به فشار (با نفوذسنج جیبی) تعدادی از مالچ‌های غیرزنده در شرایط بیابانی در دماهای متفاوت شبیه‌سازی شد. همچنین برای ارزیابی مقدار شستشوی سطحی، مالچ‌های مورد نظر در برابر پاشیدن جریان آب و رطوبت‌دهی مورد آزمون قرار گرفتند. تیمارهای تهیه شده شامل ۱۳ نوع مالچ شامل ترکیبات متفاوت از مالچ پلیمری و مالچ‌های مخلوط ماسه، پودر سنگ، لجن کنورتور و خاک منطقه با دانه‌بندی و درصد رس بالا، دو نوع خاک بستر شامل خاک با فرسایش متوسط و شدید و سه سطح اعمال حرارت محیطی یعنی دمای محیط، 50°C و 60°C در سه تکرار بودند. نتایج بیانگر آن بود که بیشترین تحمل و مقاومت فشاری مربوط به تیمارهای مالچ پلیمری بوده که با خاک با فرسایش شدید بستر سازی شده و تحت تاثیر دماهای 50°C و 60°C درجه سانتی‌گراد قرار گرفته بودند. همچنین نتایج حاصل از پاشیدن آب به روی تیمارها نشان داد که مالچ‌های پلیمری در برابر شستشو از مقاومت بیشتری برخوردار بودند.

واژگان کلیدی: تثبیت خاک؛ ضایعات کارخانجات؛ عوامل فرساینده محیطی؛ فرسایش بادی؛ بیابانزدایی.

■ مقدمه

(۱۳۸۷). اهمیت این موضوع تا جایی است که فرسایش به‌عنوان یکی از فرایندهای تخریب و زوال خاک‌های اروپا به‌شمار می‌آیند (Borrelli et al., 2014). فرسایش بادی و انتشار گردوغبار دو فرآیند کلیدی مرتبط با تغییرات

امروزه پدیده فرسایش بادی و تبعات حاصل از آن از قبیل ریزگردها به‌عنوان یکی از فرایندهای زوال سرزمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک به‌شمار می‌آید (احمدی،

آزمایش شدند از نوع لومی و شنی لومی بودند. از انواع دیگر مالچ‌ها می‌توان به مالچ‌هایی با ترکیبات رس اشاره کرد. تیسدال و اودز^۷ (۱۹۸۲) دریافتند که ذرات رس سبب پایداری بیش‌تر خاک می‌شوند. دیوف و همکاران^۸ (۱۹۹۰) برای پایداری خاک‌های فرسوده، جلوگیری از حرکت تپه‌های شنی و کاهش فرسایش بادی از رس استفاده نمودند. در این تحقیق مقداری رس کائولینت و بنتونیت به خاک شنی اضافه شد. نتایج بیانگر کاهش فرسایش بود که این کاهش با استفاده از رس بنتونیت چشمگیرتر نشان داد. مجدی و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی دریافتند که مالچ‌های رسی در برابر جریان باد مقاوم هستند ولی زمانی که تحت تاثیر بمباران ذرات موجود در جریان باد قرار گیرند، فرسایش می‌یابند. حکیمی‌بافقی و افضلی (۱۳۹۰) مالچ‌هایی متشکل از خاک با درصد رس بالا، لجن کنورتور و پودر سنگ را مورد ارزیابی قرار دادند و بهترین نتیجه در مخلوط ۹۰٪ رس، ۵٪ لجن و ۵٪ پودر سنگ حاصل شد. از آنجا که در بسیاری از صنایع، مواد دور ریز زیادی تولید می‌شوند که بدون استفاده بوده و خود به آلودگی محیط‌زیست نیز می‌افزایند، تحقیقات بیشتر بر روی کاربردی کردن این مواد از جمله استفاده به عنوان مالچ لازم به نظر می‌رسد (کوپایی‌نیا و افضلی، ۱۳۹۲). در جمهوری فدرال آلمان ۲۰ درصد کل سرباره‌های فولادسازی به‌عنوان کود یا اصلاح‌کننده خاک در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد (United nation, 1990). ضایعات سنگبری توسط کاواس و اولگان^۹ (۲۰۰۷) به‌عنوان جایگزین سیمان و در افزایش مقاومت آن مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین کانلپولس و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که مخلوط‌های بتنی تولید شده با استفاده از پودر آهک بازیافتی از عملکرد مکانیکی مناسبی برخوردار بوده و در عین حال بادوام می‌باشند. افزودن فسفو ژیپسم حاصل از ضایعات کارخانه فرآوری سنگ فسفات نیز توانست در ترکیب با آهک افزایش پایداری آنرا در تثبیت خاک موجب شود (James & Pandian, 2014). استفاده از

پوشش اراضی می‌باشند که تاکنون به درستی مورد مطالعه قرار نگرفته‌اند (Li et al., 2014). از طرفی فرسایش بادی خود یکی از عوامل مهم تولید گردوغبار در اندازه‌های کوچکتر از ۲ و ۱۰ میکرومتر می‌باشد (Li et al., 2015). فرسایش بادی همچنین یکی از نگرانی‌های جدی در مناطق کشاورزی به شمار می‌آید (Jia et al., 2015). از تأثیرهای این پدیده در مناطق حمل و رسوب می‌توان به بیماری‌های سرطان ریه (Sterling, 1989)، مشکلات تنفسی، قلبی عروقی (Chen & Yang, 2005)، آسیب به پوشش گیاهی، خسارت به تاسیسات، ساختمان‌ها، اماکن تاریخی (Harper et al., 2009) نام برد. یکی از راه‌های مبارزه با فرسایش خاک و جلوگیری از شکل‌گیری ریزگرد استفاده از مالچ است (رفاهی، ۱۳۸۵) که در این رابطه مالچ‌های پلیمری نقش مهمی ایفا می‌نمایند.

آرمبراست و همکاران^۱ (۱۹۶۴) به مطالعه تاثیر پلی‌اکریلامید^۲ به‌عنوان یک تثبیت‌کننده شیمیایی خاک پرداختند. موحدان و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی ماده پلیمری با پایه پلی‌وینیل‌استات^۳ را روی سه نوع خاک با بافت متفاوت اعمال کردند. نتایج حاکی از آن بود که افزودن ماده پلیمری پلی‌وینیل‌استات به میزان ۲۵ گرم در مترمربع، مقدار فرسایش بادی را در نمونه‌های ماسه بادی به صفر و در خاک با بافت متوسط و سنگین، حداقل ۹۰ درصد کاهش می‌دهد. فرزی و همکاران (۱۳۹۰) نیز از دو مدل پلیمر از نوع کوپلیمر اکریلیکی متیل‌متاکریلات^۴ و بوتیل‌اکریلات^۵ که با استفاده از منومر آغازگر با روش شناخته شده رادیکالی در راکتور دو جداره تحت ازت سنتز شده بودند استفاده نمودند. طبق تحقیقات ایشان بهترین تیمار ۵۰ تا ۶۰ گرم پلیمر در مترمربع معرفی گردید. هی و همکاران^۶ (۲۰۰۸) از مالچ آنیونی سنگین پلی‌اکریلامید برای کنترل فرسایش بادی استفاده کردند. خاک‌هایی که این مالچ بر روی آنها

1- Armbrust et al

2- PAM

3- Polivinil asetat

4- Copolymer acrylic methyl methacrylate

5- Butyl acrylate

6- He et al

7- Tisdal and Oades

8- Diouf et al

9- Kavas and Olgun

دادند. لیو و همکاران^۷ (۲۰۱۲) مقاومت نمونه‌ها را با استفاده از میکروپنترومتر^۸ سنجیدند. جنیس و همکاران^۹ (۲۰۱۲) مقاومت فشاری مالچ پلی‌اکریلامید^{۱۰} پاشیده شده بر روی خاک را با استفاده از نفوذسنج سنجیدند. رایس و همکاران^{۱۱} (۱۹۹۶) برای درک رابطه حرکت جهشی ذرات خاک با مقاومت سطح خاک، مقاومت سطح خاک را با استفاده از عدد نفوذسنج استوانه‌ای با انتهای تخت سنجیدند.

این پژوهش به منظور ارزیابی تأثیر شرایط شبیه‌سازی شده دمای محیط بیابانی و مناطق تحت تأثیر فرسایش بادی بر دوام برخی از مالچ‌های پلیمری و مالچ‌های متشکل از خاک با درصد رس بالا، لجن‌کنورتور، پودرسنگ و ماسه می‌باشد. بدین منظور با پاشش این مواد بر روی خاک‌های با فرسایش متوسط و شدید، مقاومت فشاری این مالچ‌ها در شرایط ذکر شده با استفاده از نفوذسنج جیبی^{۱۲} مورد بررسی قرار گرفته‌است.

■ مواد و روش‌ها

در این تحقیق از دو نوع خاک با فرسایش متوسط و شدید به منظور ایجاد بستر برای بررسی تأثیر مالچ‌پاشی استفاده شد. این دو خاک از منطقه تحت تأثیر فرسایش بادی و منطقه برداشت نمونه‌برداری شد. به این منظور نمونه‌های خاک از منطقه دژگاه واقع در استان فارس از محدوده جغرافیایی به طول $52^{\circ} 14' 55''$ تا $52^{\circ} 23' 55''$ و عرض $28^{\circ} 08' 18''$ تا $28^{\circ} 11' 25''$ تهیه شدند. خاک‌های مورد استفاده در رده *Aridisols* و زیر رده *Haplosols* قرار داشتند (بی نام، ۱۳۸۶). تعیین بافت خاک‌های فرسایش متوسط و شدید در آزمایشگاه و به روش هیدرومتر (Page, 1982) انجام شد که به ترتیب لومی‌شنی و شنی نام گرفتند (جدول ۱). آزمون در شرایط آزمایشگاهی انجام پذیرفت. به همین منظور نمونه‌های خاک پس از عبور از الک ۲ میلی‌متری داخل سینی از

ضایعات ذغال سنگ و آهک در تثبیت خاک بررسی شده است و افزایش مقاومت فشاری بخصوص در شرایط اشباع مشاهده شده است (Modarres & Nosoudy, 2015). استفاده از نسل جدیدی از پلیمرها با قدرت تجزیه پذیری زیستی^۱ برای افزایش مقاومت در برابر فرسایش بادی و آبی با موفقیت بررسی شده است (Zezin et al., 2015).

در این بین محققانی نیز تأثیر عوامل محیطی بر ماندگاری مالچ‌ها را مورد مطالعه قرار دادند. عبدرحیم و همکاران^۲ (۲۰۰۴) به مطالعه تأثیر اشعه ماوراء بنفش بر تجزیه پلی‌اتیلن با دانسیته پایین ($LDPE^3$) در ترکیب با نشاسته پرداختند. تجزیه‌پذیری زیستی ترکیبات آروماتیک نیز در برابر اشعه ماوراء بنفش و ساخت ترکیبات تجزیه‌پذیر از این طریق مورد بررسی قرار گرفته‌است (Kijchavengkul et al., 2011). ویژگی‌های مکانیکی ترکیب $LDPE$ و نشاسته تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش و در حالت تیمار نشده با هم مقایسه شدند که مشخص شد ترکیب متاثر از اشعه ماوراء بنفش با کاهش ۲۰ تا ۶۶ درصدی در توان کششی همراه می‌باشد. محمدی (۱۳۸۷) و روبرت و لارنس^۴ (۱۹۹۴) به نقش افزایش دما بر مقاومت پلیمر اشاره کردند. کرتی و همکاران^۵ (۲۰۱۰) به مطالعه تلفیقی از اثرات محیطی زنده و غیر زنده شامل تابش خورشید، حرارت و قارچ بر روی مالچ پلی‌اتیلنی با دانسیته کم حاوی پرواکسیدانت^۶ پرداختند. در این آزمایش مالچ مورد نظر به مدت ۹۳ روز متوالی در سه ماهه تابستان و دمای بین ۴۵ تا ۶۵ درجه سانتی‌گراد در حضور عامل زنده قارچ قرار گرفت. که نتایج بیانگر اکسیداسیون و تخریب مالچ مورد نظر بود.

در پژوهش‌های پیشین محققان با استفاده از نفوذسنج به بررسی مقاومت سطحی خاک پرداختند. ابراهیمی‌کولانی و همکاران (۱۳۸۹) برای بررسی اثر فشردگی خاک بر عملکرد و عیار چغندر قند، نفوذپذیری خاک را با استفاده از دستگاه نفوذسنج مورد ارزیابی قرار

7- Liu et al

8- Micro penetrometer

9- Genis et al

10- Polyacrylamide

11- Rice et al

12- Pocket Penetrometer

1- biodegradable

2- Abd El-Rehim et al

3- Low-density polyethylene

4- Robert and Lawrence

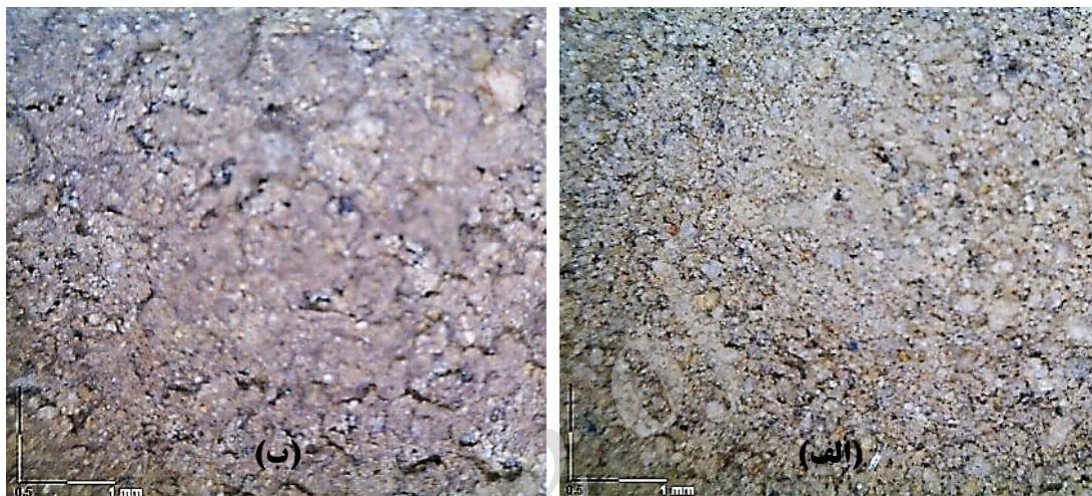
5- Corti et al

6- Pro oxidant

جنس آهن گالوانیزه به ابعاد $۰/۵ \times ۰/۳ \times ۰/۰۱$ متر ریخته شده و پس از تسطیح، مالچ‌های مورد نظر بر روی آنها پاشیده شدند (شکل ۱). هر تیمار سه بار تکرار شد.

جدول ۱. بافت خاک‌های مورد استفاده در آزمایش

نوع خاک	درصد شن	درصد سیلت درشت	درصد سیلت ریز	درصد رس	بافت خاک
فرسایش شدید	۹۶/۱۶	۰/۵۶	۱/۲۸	۲	شنی
فرسایش متوسط	۵۷/۴۴	۲۲/۲۸	۱۰/۲۸	۷	لومی شنی
خاک منطقه باجگاه	۱۲/۱۶	۲۸/۵۶	۱۱/۲۸	۴۸	رسی
ماسه بادرفت	۹۲/۱۶	۴	۰/۵۶	۳/۲۸	شنی



شکل ۱. تصاویر نمونه‌های مالچ پاشی شده با استفاده از میکروسکوپ دیجیتال،

الف) مالچ پلیمری به مقدار ۵۵ گرم بر متر مربع - تحت تاثیر دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد - خاک با فرسایش متوسط،
ب) مالچ مخلوط حاوی رس ۹۰٪، پودرسنگ ۵٪، لجن ۵٪، تحت تاثیر دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد - خاک با فرسایش متوسط

به صرفه بودن در پژوهش‌های قبلی فرزی و همکاران (۱۳۹۰) انتخاب شد. به طوری که بهترین تیمار ۵۰ تا ۶۰ گرم پلیمر در متر مربع (۵۵ گرم در متر مربع) انتخاب و تیمار ماقبل آن ۴۰ گرم پلیمر در مترمربع تشخیص داده شد. با توجه به سطح $۰/۱۵$ مترمربعی سینی‌های آزمایش این تحقیق، مقدار ۶ گرم (معادل ۴۰ گرم بر مترمربع) و $۸/۳$ گرم (معادل ۵۵ گرم بر مترمربع) مورد استفاده قرار گرفته و به ترتیب $P1$ و $P2$ (جدول ۲) نامگذاری شدند. با توجه به اینکه فرزی و همکاران (۱۳۹۰) برای پاشیدن هر مقدار پلیمر بر روی سطح $۰/۲۶۷$ مترمربعی سینی آزمایش از ۲۸۰ CC آب استفاده کردند و با توجه به سطح $۰/۱۵$ مترمربعی سینی‌های آزمایش در این تحقیق، هر

مالچ‌های مورد استفاده در این آزمایش (جدول ۲) عبارت بودند از مالچ پلیمری ($P1$ و $P2$) و مالچ‌های مخلوط ماسه، پودرسنگ، لجن کنورتور و خاک با بافت رسی ($A1, B1, C1, E1, J2, K2, D2$ و $G2$) که حاصل پژوهش‌های پیشین است (حکیمی بافقی و افصلی، ۱۳۹۰). همچنین برای بررسی نقاط مرزی و آستانه مقاومت مالچ‌ها با توجه به ترکیب‌های تشکیل دهنده آنها، مالچ‌های SI, TI و UI انتخاب شدند.

پلیمر مورد استفاده در این آزمایش حاصل پژوهش‌های فرزی و همکاران (۱۳۹۰) است. مواد پلیمری از دانشکده مهندسی دانشگاه تربیت معلم سبزوار تهیه شد. بهترین تیمار پیشنهاد شده از نظر کارایی و مقرون

پاش بر روی خاک‌های با فرسایش متوسط و شدید پاشیده شدند (شکل ۱).

کدام از پلیمرهای مورد استفاده در این تحقیق (PI) و ($P2$) پس از مخلوط شدن با ۱۵۷ CC آب به وسیله آب

جدول ۲. مالچ‌های مورد استفاده جهت انجام آزمایش مقاومت فشاری

تیمار	نوع و مقدار مواد به کار رفته در ترکیب مالچ	مقدار پاشیده شده بر سطح سینی آزمایش (گرم)
A1	۸۵٪ خاک با بافت رسی + ۱۰٪ لجن کنورتور + ۵٪ پودرسنگ	۳۰۰ (۱۵+۳۰+۲۵۵)*
B1	۹۰٪ خاک با بافت رسی + ۵٪ لجن کنورتور + ۵٪ پودرسنگ	۳۰۰ (۱۵+۱۵+۲۷۰)
C1	۷۵٪ خاک با بافت رسی + ۱۰٪ لجن کنورتور + ۱۵٪ پودرسنگ	۳۰۰ (۴۵+۳۰+۲۲۵)
E1	۶۵٪ خاک با بافت رسی + ۱۰٪ لجن کنورتور + ۲۵٪ پودرسنگ	۳۰۰ (۷۰+۳۰+۱۹۵)
J2	۸۰٪ خاک با بافت رسی + ۲۰٪ ماسه بادرفت	۳۰۰ (۶۰+۲۴۰)
K2	۵۰٪ خاک با بافت رسی + ۵۰٪ ماسه بادرفت	۳۰۰ (۱۵۰+۱۵۰)
G2	۹۰٪ ماسه بادرفت + ۵٪ لجن کنورتور + ۵٪ خاک با بافت رسی	۳۰۰ (۱۵+۱۵+۲۷۰)
D2	۹۰٪ خاک با بافت رسی + ۱۰٪ ماسه بادرفت	۳۰۰ (۳۰+۲۷۰)
S1	۸۵٪ ماسه بادرفت + ۱۵٪ پودرسنگ	۳۰۰ (۴۵+۲۵۵)
T1	۹۰٪ ماسه بادرفت + ۱۰٪ لجن کنورتور	۳۰۰ (۳۰+۲۷۰)
U1	۱۰۰٪ پودرسنگ	۳۰۰
PI	پلیمر	۶
P2	پلیمر	۸/۳

* اعداد داخل پرانتز مقدار مواد لازم برای تهیه هر نوع مالچ در سطح سینی آزمایش (۰/۱۵ متر مربع) را نشان می‌دهد.

لایه‌های زیرین برخی مناطق بیابانی موجود در کشورمان است. که این خاک مشخصاً با افق B خاک منطقه بیابانی اردستان مشابهت داشت (مجدی و همکاران، ۱۳۸۵). در ادامه ۳۰۰ گرم از هر کدام از تیمارهای فوق پس از مخلوط شدن با ۵۰۰ CC آب (مجدی و همکاران، ۱۳۸۵)، به وسیله یک عدد پیستوله به‌طور یکنواخت روی نمونه‌های خاک تهیه شده پاشیده شدند (شکل ۲) و ضخامتی نزدیک به یک میلی‌متر را بر روی هر دو نوع خاک با فرسایش متوسط و شدید تشکیل دادند. مالچ B1 نسبت به مالچ A1 دارای ۵٪ لجن کمتر بود و به منظور سنجش تغییر درصد لجن کنورتور به روی کارایی آنها، این دو مالچ انتخاب شدند. مالچ C1 و E1 نیز نسبت به مالچ A1 و B1 به ترتیب دارای ۱۰٪ و ۲۵٪ پودرسنگ بیشتر بوده و به منظور سنجش تغییرات درصد پودرسنگ به روی کارایی آنها، انتخاب شدند. مالچ‌های D2، J2 و K2 نیز به منظور سنجش تغییرات درصد ماسه به روی کارایی مالچ، انتخاب شدند.

مالچ‌های A1، B1، C1، E1، J2، K2، D2 و G2 حاوی پودرسنگ، لجن کنورتور و خاک منطقه با دانه‌بندی و درصد رس بالا بودند. پودرسنگ، از ضایعات کارخانجات سنگبری بوده و جهت استحکام ساختمان مالچ استفاده شد. پودرسنگ مورد استفاده از برش سنگ‌های آهکی در سنگبری‌های شیراز حاصل شده بود. لجن کنورتور از ضایعات کارخانجات ذوب آهن اصفهان بوده با توجه به تاثیر آن در مقاومت مالچ مورد استفاده قرار گرفت. خاک منطقه با دانه‌بندی و درصد رس بالا از منطقه باجگاه شیراز از عمق ۶۰ سانتی‌متری خاک، افق B، تهیه و تعیین بافت شد (جدول ۱). بر اساس بررسی‌های ابطحی (۱۳۷۰) این خاک جزء خاک‌های قهوه‌ای آهکی^۱ می‌باشد که مترادف آن در سیستم طبقه‌بندی فائو Calcic Cambisols و در طبقه‌بندی آمریکایی Calcixerollic Fine mixed mesic Xerochrepts می‌باشد. علت انتخاب این نوع خاک شباهت افق مذکور از جنبه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و به ویژه فیزیکی با خاک

¹- Calcic brown soils



شکل ۲. بیستوله جهت پاشش مالچ

تصادفی با نرم افزار $SAS^1 9.1$ مورد ارزیابی قرار گرفت. نفوذسنج مورد استفاده مدل جیبی^۲ بوده و قابلیت نمایش حداقل ۵۰ نیوتن بر میلی‌مترمربع و حداکثر ۹۰۰ نیوتن بر میلی‌مترمربع را دارد.

برای ارزیابی مقاومت مالچ‌ها و مقدار شستشوی سطحی آنها در برابر جاری شدن آب و رطوبت دهی (مثل باران)، با استفاده از آب‌پاش مقدار ۵۰۰ سی‌سی آب به روی تیمارها پاشش شد. همچنین مقدار ۵۰۰ سی‌سی آب نیز بدون عمل پاشیدن به روی نمونه‌ها سرازیر شد. همچنین برای درک بهتر اثر پاشیدن آب بر روی تیمارها، تعدادی از سطوح به صورت شیب‌دار به عنوان زبری پستی و بلندی تهیه شدند (شکل ۴).



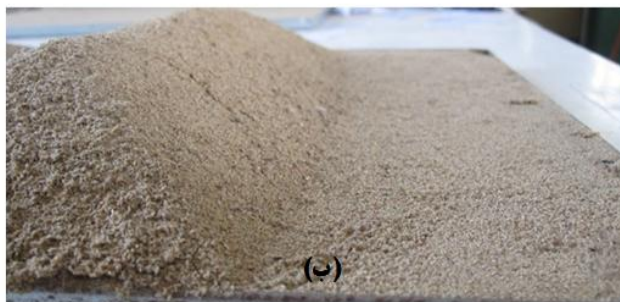
شکل ۳. انجام آزمایش مقاومت فشاری با استفاده از نفوذسنج جیبی

نمونه‌های مالچ پاشی شده بر روی یک ترازوی دیجیتال با دقت گرم، توزین گردیده و به مدت یک هفته در محلی با تهویه مناسب قرار گرفته تا هوا خشک شدند. شروع آزمایش‌ها پس از حصول اطمینان از خشک شدن تیمارها بود به نحوی که جرم نمونه‌ها به طور مرتب اندازه‌گیری شده و در صورت ثابت ماندن جرم، نمونه‌ها خشک شده محسوب شدند.

به‌منظور بررسی توان مالچ‌های مورد نظر در دماهای مختلف، آمار درجه حرارت سال‌های گذشته ۳ شهر یزد، زابل و اهواز از سایت سازمان هواشناسی کشور (۱۳۹۲) دریافت شد. بیشینه این دما ۴۸/۱ درجه سانتی‌گراد و مربوط به شهر اهواز بود. بدین منظور گرم‌ترین روز سال معادل دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت در روز و تعداد تکرار آن روز در سال، شامل ۱۵ روز در سال و به مدت ۳۰ ساعت به‌عنوان درجه حرارت و مدت ماندگاری نمونه‌ها در آون اتخاذ گردید. همچنین دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد با توجه به بیشینه دما در بیابان‌های گرم دنیا (Laity, 2008) به تیمارهای فوق اضافه گردید. با توجه به موارد فوق دو گروه از نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت معادل ۲ سال و ۵ ماه (با توجه به حاکم بودن دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ ساعت در سال) در آون تحت تاثیر دماهای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و بر یک گروه از تیمارها حرارتی اعمال نشد. با استفاده از نفوذسنج، مقاومت فشاری تیمارهای تهیه شده در سینی آزمایش سنجیده شده (شکل ۳). نتایج حاصل از آن به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملا

¹- Statistical analysis system

²- Pocket penetrometer



شکل ۴. پاشش و جاری ساختن آب به روی تیمارها، الف) مالچ *AI* (% خاک با بافت رسی، ۱۰٪ لجن کنور تور، ۵٪ پودرسنگ) و خاک با فرسایش متوسط، ب) مالچ پلیمری و خاک فرسایش شدید با سطح صاف و شیب‌دار.

■ نتایج

نتایج حاصل از پاشیدن آب بر روی تیمارها حاکی از آن بود که مالچ‌های *PI* (۶ گرم پلیمر) و *P2* (۸/۳ گرم پلیمر) که بر روی خاک‌های با فرسایش متوسط و شدید پاشیده شده بودند، پس از پاشیدن آب شسته نشده یا پس از شسته شدن، مقدار مناسبی از آنها روی خاک باقی مانده بودند و پس از خشک شدن نیز به همان صورت قبل از آب پاشی باقی مانده بودند. این حالت در این تیمارها پس از جاری ساختن آب نیز تکرار شد. همچنین سطوح شیب‌دار تهیه شده نیز برای این مالچ‌ها از روند مستثنی نبوده و به مقدار کمتری شستشو شده بودند. این در حالی بود که سایر مالچ‌های پاشیده شده پس از پاشیدن آب به سادگی شسته شدند (شکل ۴).

نتیجه آزمایش نفوذسنج استخراج شده و بیشینه مقاومت فشاری هر تیمار و میانگین آن بر حسب نیوتن بر میلی‌مترمربع به دست آمد (جدول ۳). با توجه به اینکه حداقل فشار قابل ثبت در نفوذسنج استفاده شده، ۵۰ نیوتن بر میلی‌متر مربع بود، تنها در تیمارهای حاوی پلیمر (*PI* و *P2*) اعداد ثبت شد و در ما بقی تیمارها عددی ثبت نشد با تکیه بر این مطلب به منظور بررسی

آماري تاثیر مالچ، دما و خاک بر مقاومت فشاری، نتایج به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با نرم افزار *SAS 9.1* برای تیمارهای حاوی پلیمر مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد مطالعه در این بخش عبارت بودند از ۲ نوع مالچ پلیمری (*PI* و *P2*)، ۳ مقدار حرارت‌دهی (دمای محیط، دمای ۵۰°C و دمای ۶۰°C) و ۲ نوع خاک (فرسایش متوسط و شدید) در ۵ تکرار که نتایج حاصل از آن در جدول ۴ آمده است.

با توجه به جدول ۴ اختلاف سطوح اصلی مالچ معنی‌دار نبود ولی اثر خاک و دما به ترتیب در سطوح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بوده است. ضمناً اثر متقابل مالچ × خاک نیز در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و این بدان معناست که اثر مالچ بسته به اینکه در چه نوع خاک استفاده شود (خاک با فرسایش متوسط و شدید)، متغیر خواهد بود. با توجه به جدول فوق سایر اثرهای متقابل، اختلاف معنی‌داری نداشتند.

در ادامه با توجه به جدول ۵ در تیمارهایی که مالچ پلیمری بر روی خاک با فرسایش شدید پاشیده شده بودند نسبت به پاشیدن مالچ روی خاک با فرسایش متوسط، مقاومت فشاری بیشتری از خود نشان دادند.

جدول ۳. نتایج آزمایش‌های مقاومت فشاری نفوذسنج

نوع تیمار	نوع خاک بستر	اعمال حرارت بر روی تیمارها	مقاومت فشاری (N/mm ²)	میانگین مقاومت فشاری (N/mm ²)
P1	فرسایش متوسط	بدون حرارت	۵۰-۹۰-۱۱۰-۱۰۰-۸۰	۸۶
P1	فرسایش متوسط	۵۰°C	۱۵۰-۱۵۰-۱۰۰-۱۰۰-۱۵۰	۱۳۰
P1	فرسایش متوسط	۶۰°C	۱۱۰-۱۰۰-۸۰-۱۱۰-۹۰	۹۸
P1	فرسایش شدید	بدون حرارت	۱۰۰-۲۵۰-۱۵۰-۲۲۰-۱۰۰	۱۶۴
P1	فرسایش شدید	۵۰°C	۲۶۰-۱۵۰-۱۰۰-۲۵۰-۱۰۰	۱۷۲
P1	فرسایش شدید	۶۰°C	۲۲۰-۱۶۰-۱۵۰-۱۷۰-۲۴۰	۱۸۸
P2	فرسایش متوسط	بدون حرارت	۱۰۰-۱۱۰-۱۲۵-۹۰-۱۰۰	۱۰۵
P2	فرسایش متوسط	۵۰°C	۱۵۰-۱۲۵-۱۵۰-۱۰۰-۱۰۰	۱۲۵
P2	فرسایش متوسط	۶۰°C	۱۲۵-۲۰۰-۹۰-۱۵۰-۹۰	۱۳۱
P2	فرسایش شدید	بدون حرارت	۸۰-۷۵-۷۵-۷۵-۸۰	۷۷
P2	فرسایش شدید	۵۰°C	۲۰۰-۱۹۰-۸۰-۱۰۰-۱۲۵	۱۳۹
P2	فرسایش شدید	۶۰°C	۸۰-۱۷۰-۱۷۰-۱۷۰-۱۰۰	۱۳۸

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر مالچ، خاک و دما بر مقاومت فشاری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
مالچ	۱	۶۳۰۳۷۵ ^{ns}
خاک	۱	۱۷۱۷۰۴۱/۶۶۷ ^{**}
دما	۲	۶۹۱۷۹۱/۶۶۷*
مالچ × خاک	۱	۱۹۶۲۰۴۱/۶۶۷ ^{**}
مالچ × دما	۲	۸۲۱۲۵ ^{ns}
خاک × دما	۲	۸۱۷۹۱/۶۶۷ ^{ns}
مالچ × خاک × دما	۲	۱۸۹۰۶۲/۵۰۰ ^{ns}
خطا	۴۸	۲۰۰۷۹۱/۶۶۷

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد
* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد
^{ns}: اختلاف غیر معنی‌دار

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس تاثیر نوع خاک بر مقاومت فشاری تیمارها

نوع خاک بستر آزمایش	میانگین مقاومت فشاری (N/mm ²)
فرسایش شدید	۱۴۶/۳۳ ^a
فرسایش متوسط	۱۱۲/۵ ^b

داده‌هایی که با حروف مشترک نشان داده شده‌اند اختلاف معنی‌داری ندارند.

محمدی (۱۳۸۷) نیز به این مطلب اشاره نمود که ساختار شبکه‌ای پلیمرها سبب می‌شود که با افزایش دما مقاومت خود را از دست ندهند. روبرت و لارنس (۱۹۹۴) نیز این مطلب را تایید نموده و بیان کردند که افزایش دما تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش مقاومت پلیمر شده و پس از آن مقاومت با شدت کمتری افزایش می‌یابد.

با توجه به جدول ۶، تیمارهای تحت تاثیر دمای محیط، نسبت به تیمارهای تحت تاثیر دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دارای مقاومت فشاری کمتری بوده که این اختلاف در سطح ۵ درصد نیز معنی‌دار بود ولی بین تیمارهای تحت تاثیر دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد، در مقاومت فشاری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما با افزایش دما به ۶۰ درجه سانتی‌گراد کمی کاهش مقاومت دیده شد.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس تاثیر حرارت بر مقاومت فشاری تیمارها

میانگین مقاومت فشاری (N/mm^2)	اعمال تست حرارت بر روی تیمارها
۱۴۱/۵a	۵۰°C
۱۳۸/۷۵a	۶۰°C
۱۰۸b	بدون حرارت دهی

داده‌هایی که با حروف مشترک نشان داده شده اند اختلاف معنی داری ندارند.

دریافته بودند که هر چه مقدار رس خاک بیشتر باشد تاثیر مالچ پلیمری (پلی‌اکریلامید) نیز بیشتر خواهد شد. همچنین تیمارهای تحت تاثیر دمای محیط، نسبت به تیمارهای تحت تاثیر دمای ۵۰ و ۶۰ درجه سانتی‌گراد، دارای مقاومت فشاری کمتری هستند. محمدی (۱۳۸۷) نیز به این مطلب اشاره نمود و بیان داشت که ساختار شبکه‌ای پلیمرها سبب می‌شود که با افزایش دما مقاومت خود را از دست ندهند. روبرت و لارنس^۲ (۱۹۹۴) نیز این مطلب را تایید نموده و بیان کردند که افزایش دما تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد سبب افزایش مقاومت پلیمر شده و پس از آن مقاومت با شدت کمتری افزایش می‌یابد. با توجه به معنی دار نبودن اختلاف سطوح اصلی مقاومت فشاری در مالچ‌های $P1$ و $P2$ (جدول ۴)، مالچ $P1$ در مقایسه با مالچ $P2$ ، به دلیل دارا بودن مقدار پلیمر کمتر، از نظر اقتصادی توصیه می‌شود.

■ بحث و نتیجه گیری

نتایج حاصل از پاشش آب به روی تیمارها بیانگر آن است که مالچ‌های پلیمری پاشیده شده روی خاک‌های با فرسایش متوسط و شدید تحت تاثیر شستش و ناشی از بارش و جریان آب قرار نگرفته‌اند و پس از خشک شدن نیز به همان صورت قبل باقی می‌مانند. در حالیکه سایر مالچ‌های مورد آزمایش به وسیله آب شسته می‌شدند. همچنین نتایج حاصل از آزمون مقاومت فشاری با استفاده از نفوذسنج جیبی حاکی از آن است که مالچ‌های پلیمری $P1$ یعنی مالچ پلیمری به مقدار ۴۰ گرم بر مترمربع و $P2$ شامل مالچ پلیمری به مقدار ۵۵ گرم بر مترمربع نسبت به سایر مالچ‌ها از مقاومت بالاتری برخوردارند. مالچ‌های پلیمری پاشیده شده بر روی خاک با فرسایش شدید نیز دارای مقاومت فشاری بیشتری نسبت به مالچ‌های پلیمری بر روی خاک با فرسایش متوسط هستند. این نتیجه مغایر با یافته‌های هی و همکاران^۱ (۲۰۰۸) می‌باشد. آنها

²- Robert and Lawrence

¹- He et al

■ منابع

۱. ابطحی، ع.، کریمیان، ن. و صلحی م. (۱۳۷۰). گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی اراضی منطقه باجگاه استان فارس. شیراز: انتشارات دانشگاه شیراز.
۲. ابراهیمی کولائی، ح.، نوروزی، ع.، حسنی، م.، بختیاری، م.، ر.، پدرام، ع.، و نوشاد. ح. (۱۳۸۹). تاثیر فشرده‌گی خاک بر برخی صفات کمی و کیفی چغندر قند، مجله چغندر قند، ۲، ۲۰۵-۲۱۴.
۳. احمدی، ح. (۱۳۸۷). ژئومورفولوژی کاربردی. چاپ سوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۴. حکیمی بافقی، س.، و افضلی. س. ف. (۱۳۹۰). اثر مالچ تهیه شده از ضایعات سنگبری بر میزان فرسایش بادی. مجموعه مقالات متن کامل اولین کنگره بین المللی پدیده گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن. ۲۶-۲۸ بهمن ۱۳۹۰. اهواز. ص ۹۷۵-۹۸۲.
۵. رفاهی، ح. ق. (۱۳۸۵). فرسایش بادی و کنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.
۶. سازمان هوشناسی کشور، (۱۳۹۰)، دریافت از سایت: <http://www.irimo.ir>
۷. فرزی، غ. ع.، ادیبیان، ف.، گنجعلی، م.، ر.، نوروزی، پ.، درویشی بلورانی، ع.، بهرامی، ح.، و خوشنویس. ع. (۱۳۹۰). بررسی کارایی پلیمرهای سنتزی در تثبیت کانون‌های گردوغبار. مجموعه مقالات متن کامل اولین کنگره بین المللی پدیده گردوغبار و مقابله با آثار زیانبار آن. ۲۶-۲۸ بهمن ۱۳۹۰. اهواز. ص ۷۷-۸۲.
۸. کوپایی‌نیا، م. ا.، و افضلی. س. ف. (۱۳۹۲). بررسی مالچهای پلیمری سنتزی نانو، سرباره صنایع فولادسازی و پودر سنگ به‌عنوان تثبیت کننده سطح خاک برای مقابله با تولید گردوغبار. مجموعه مقالات اولین همایش بین المللی ریزگردها، مدیریت عوامل و پیامدها. ۲۴-۲۵ اردیبهشت ۱۳۹۲. لرستان. ص ۱-۱۱.
۹. محمدی، ن. (۱۳۸۷). شیمی فیزیک پلیمرها. تهران: انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
۱۰. مجدی، ه.، کریمیان اقبال، م.، کریم زاده، ح.، و جلالیان. ا. (۱۳۸۵). تاثیر انواع مالچ رسی بر میزان مواد فرسایش یافته بادی. نشریه علوم آب و خاک، ۳، ۱۳۷-۱۴۹.
۱۱. مطالعات اجرایی کانون‌های بحران فرسایش بادی دژگاه فراشوند، فصل نهم، تلفیق، سنتز، برنامه ریزی و توجیه اقتصادی. ۱۳۸۶. شرکت مهندسی مشاور حاسب کرجی.
۱۲. موحدان، م.، عباسی، ن.، و کرامتی، م. (۱۳۹۰). بررسی آزمایشگاهی تاثیر پلیمر پلی وینیل استات بر کنترل فرسایش بادی خاکها. نشریه آب و خاک، ۳، ۶۰۶-۶۱۶.
13. Abd El-Rehim, H. A., Hegazy, A., Ali, A. M., & Rabie. A. M. (2004). Synergistic effect of combining UV-sunlight-soil burial treatment on the biodegradation rate of LDPE/starch blends. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 163, 547-556.
14. Armbrust, D. V., Chepil, W. S., & Siddoway. F. H. (1964). Effect of ridges on erosion of soil by wind. *Journal of Soil Science*, 28, 557-560.
15. Borrelli, P., Ballabio, C., Panagos, P., & Montanarella. L. (2014). Wind erosion susceptibility of European soils. *Journal of Geoderma*, 232-234, 471-478
16. Chen, Y. S., & Yang. C. Y. (2005). Effects of asian dust storm events on daily hospital admissions for cardiovascular disease in Taipei, Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 68, 1457-1464.
17. Corti, A., Muniyasami, S., Vitali, M., Imam, S. H., & Cheillini. E. (2010). Oxidation and biodegradation of polyethylene films containing pro-oxidant additives Synergistic effects of sunlight exposure, thermal aging and fungal biodegradation. *Journal of Polymer Degradation and Stability*, 95, 1106-1114.
18. Diouf, B., Skidmore, E. L., Layton, J. B., & Hagen. L. j. (1990). Stabilizing fine sand by adding clay: Laboratory wind tunnel study. *Journal of Soil Technology*, 3, 21-31.

19. Genis, A., Vulfson, L., & Ben-Asher. J. (2012). Combating wind erosion of sandy soils and crop damage in the coastal deserts: Wind tunnel experiments. *Journal of Aeolian Research*, 9, 69-73.
20. Harper, R. J., Gilkes, R. J., Hill M. J., & Carter, D. J. (2009). Wind erosion and soil carbon dynamics in south-western Australia. *Journal of Aeolian Research*, 1, 129-141.
21. He, J. J., Cai, Q. J., & Tang, Z. J. (2008). Wind tunnel experimental study on the effect of PAM on soil wind erosion control. *Journal of Environmental Monitoring and Assessment*, 145, 185-193
22. Jia, H., Wang, G., Guo, L., Zhuang, J., & Tang, L. (2015). Wind erosion control utilizing standing corn residue in Northeast China. *Journal of Soil and Tillage Research*, 153, 112-119.
23. James, J., & Pandian, P. K. (2014). Effect of phosphogypsum on strength of lime stabilized expansive soil. *Journal of the Croatian Association of Civil Engineers*, 66, 1109-1116.
24. Kanellopoulos, A., Nicolaidis, D., & Petrou, M. F. (2014). Mechanical and durability properties of concretes containing recycled lime powder and recycled aggregates. *Journal of Construction and Building Materials*, 53, 253-259.
25. Kavans, T., & Olgun, A. (2007). Properties of cement and mortar incorporating marble dust and crushed brick. *Journal of Ceramics Silkaty*, 52, 24-28.
26. Kijchavengkul, T., Auras, R., Rubino, M., Selke, S., Ngouajio, M., & Fernandez, R. T. (2011). Formulation selection of aliphatic aromatic biodegradable polyester film exposed to UV/solar radiation. *Journal of Polymer Degradation and Stability*, 96(10), 1919-1926.
27. Laity, J. (2008). *Deserts and desert environments*. first edition. Willey-Blackwell.
28. Li, H., Tatarko, J., Kucharski, M., & Dong, Z. (2015). PM_{2.5} and PM₁₀ emissions from agricultural soils by wind erosion. *Journal of Aeolian Research*. 19, 171-182.
29. Li, J., Okin, G. S., Tatarko, J., Webb, N. P., & Herrick, J. E. (2014). Consistency of wind erosion assessments across land use and land cover types: A critical analysis. *Journal of Aeolian Research*, 15, 253-260.
30. Liu, J., Shi, B., Lu, Y., Jiang, H., Huang, H., Wang, G., & Kamai, T. (2012). Effectiveness of a new organic polymer sand-fixing agent on sand fixation. *Journal of Environmental Earth Sciences*. 65, 589-595.
31. Modarres, A., & Nosoudy, Y. M. (2015). Clay stabilization using coal waste and lime - Technical and environmental impacts. *Journal of Applied Clay Science*, 116-117, 281-288.
32. Page, A. L. (1982). *Methods of soil analysis*. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.
33. Rice, M. A., Willetts, B. B., & McEwan, I. K. (1996). Wind erosion of crusted soil surfaces. *Journal of Earth Surface Processes and Landforms*, 21, 279-293.
34. Robert, F., & Lawrence, E. (1994). *Mechanichal properties of polymers and composites*. Second edition. New York, Marcel Dekker.
35. Sterling, T. D. (1989). Theory (or model) of the joint influence of occupational exposure to carcinogenic dust and to cigarette smoke and occupational lung cancer. *Journal of Experimental Pathology*, 37, 181-185.
36. Tisdal J. M., and Oades J. M. (1982). Organic matter and water-stable aggregates in soils, *Journal of Soil Science*, 33, 141-163.
37. United Nation. (1990). *The recuperation and economic utilization of by products of the iron and steel industry*. Economic Commission for Europe. Geneva.
38. Zezin, A. B., Mikheikin, S. V., Rogacheva, V. B., Zansokhova, M. F., Sybachin, A. V., & Yaroslavov, A. A. (2015). Polymeric stabilizers for protection of soil and ground against wind and water erosion. *Journal of Advances in Colloid and Interface Science*. In Press, Corrected Proof - Note to users.



Resistance Comparison of Some Mulches Against Heat, Leaching and Pressure

M.A. Koupayi Nia¹, S.F. Afzali^{2*}

1- MSc Graduate, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran

2- Faculty member, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran

** Corresponding Author, E-mail: afzalif@shirazu.ac.ir*

Received: 14/12/2015

Accepted: 12/05/2016

Abstract

Mulch is one of the most common materials for soil stabilization which prevents wind erosion and dust emissions. In this respect, the sustainability of mulches against corrosive environmental factors is important for selection. In this study, the resistance of some abiotic mulches was examined in simulated desert conditions against pressure by pocket penetrometer at different temperatures. Also, to evaluate the amount of surface leaching, the mulches were tested against spraying water as well. Treatments include 13 types of mulches, nano-polymer mulch, sand, stone powder, sludge and clay soils. Two types of eroded soils including moderate and severe soil erosion and three levels of temperature including ambient temperature, 50 °C, 60 °C all of them with three replications were studied. The results showed that sprayed polymers on severe soil erosion and under both 50 °C and 60 °C temperatures had the maximum compressive strength. Also the results of spraying water on the treatments showed that polymeric mulch was more resistant against leaching than others.

Keywords: Waste materials; Environmental factors; Wind erosion; Soil stabilization; Desertification