

بررسی کارایی مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی بر کاهش هدر رفت خاک در اراضی مستعد فرسایش بادی در استان خوزستان

ماندانا شهناز^۱، علی غلامی^۲، مهدی نورزاده حداد^{۳*}، ابراهیم پناهپور^۴

۱. دانشجو دکتری، گروه خاکشناسی دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

۲. عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

۳. استادیار، گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور

۴. عضو هیئت علمی، دانشگاه آزاد اسلامی اهواز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۲۰ - تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۹/۲ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۵/۹/۱۷)

چکیده

فرسایش بادی معضلی است که در سال‌های اخیر بسیاری از نقاط ایران به‌ویژه استان خوزستان را درگیر نموده است که وقوع پدیده گردوغبار و حرکت ریز گردها از پیامدهای آن محسوب می‌شود. با عنایت به آثار محیطی مالچ‌های نفتی، کاربرد مالچ‌های پلیمری و گیاهی به‌منظور کاهش آثار زیست‌محیطی این‌گونه ترکیبات و حل معضل هدر رفت خاک در اراضی مستعد فرسایش در استان خوزستان، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این تحقیق از دو نوع مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی، به‌عنوان تثبیت‌کننده خاک، در چهار سطح صفر، ۱۵٪، ۳۰٪ و ۶۰٪ بر روی سه نوع خاک برداشت‌شده از کانون‌های فرسایش بادی استان اعمال شد. تأثیر مالچ‌های موردبررسی بر کاهش هدر رفت خاک در دستگاه تونل باد در سرعت‌های ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه موردبررسی قرار گرفت. نتایج آزمایش‌ها به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی موردبررسی قرار گرفت. نتایج تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که خاک‌های تیمار شده با هر دو نوع مالچ، اختلاف معنی‌داری با خاک شاهد در کاهش هدر رفت خاک دارند. از سویی نتایج نشان داد که دو نوع مالچ موردبررسی از نظر تأثیر بر میزان کاهش هدر رفت خاک، اختلاف معنی‌داری باهم ندارد اما غلظت‌های مختلف مالچ‌های استفاده‌شده در سطح یک درصد باهم دارای اختلاف معنی‌داری هستند. نتایج بررسی تأثیر مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی نشان داد که کاربرد مالچ پلیمری به‌خوبی می‌تواند میزان هدر رفت خاک را در سرعت‌های ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه در خاک‌های موردبررسی کاهش دهد. همچنین کاربرد مالچ با پایه گیاهی میزان هدر رفت خاک را در سرعت‌های ذکرشده در دو خاک زراعی الوان و هویزه به‌خوبی کاهش داد اما در خاک ماسه‌بادی بروایه این مالچ قادر به ایجاد تأثیری مثبت بر کاهش هدر رفت خاک در غلظت‌های پایین (۱۵٪ و ۳۰٪) نبود که امر را می‌توان به متفاوت بودن اندازه توزیع ذرات خاک، میزان مواد آلی و نوع یون‌های موجود در خاک‌ها مرتبط دانست.

واژه‌های کلیدی: فرسایش بادی، مالچ پلیمری، مالچ گیاهی، هدر رفت

مقدمه

یکی از مهم‌ترین بحران‌های زیست‌محیطی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، پدیده مخرب بیابان‌زایی و فرسایش بادی هست که وقوع طوفان‌های گردوغبار و حرکت ریز گردها از پیامدهای آن محسوب می‌شود (Behera et al, 2007). اختلال در سیستم حمل‌ونقل، آلودگی هوا، از بین بردن زمین‌های کشاورزی و گسترش نواحی بیابانی، مدفون ساختن کانال‌ها و آلوده ساختن آب‌های سطحی، از دست دادن بافت‌های گیاهی و کاهش فتوسنتز، آفت‌زدگی مزارع کشاورزی و باغات میوه از جمله

خسارت‌های ناشی از طوفان‌های گردوغبار می‌باشند (National Project Management dust, 2010).

وقوع پدیده گردوغبار در چند سال اخیر در برخی استان‌ها، علاوه بر اثرات اجتماعی و سلامت جامعه، بر تولیدات بخش کشاورزی نیز تأثیرگذار بوده است. به‌نحوی که برآوردها نشان می‌دهد در سال زراعی ۹۰ - ۸۹ به محصولات کشاورزی استان خوزستان شامل گندم آبی، گندم دیم، جو آبی، جو دیم، کلزا آبی و کلزا دیم بیش از ۱۸۸۲ میلیارد ریال خسارت وارد شد و ۴۶۸ هزار و ۴۱۶ تن محصول کشاورزی از بین رفت. با وقوع خشک‌سالی و ایجاد طوفان‌های گردوغبار و محدودیت کشت در ۳۸ هزار هکتار از اراضی حوزه رودخانه کرخه در

* نویسنده مسئول : m.nourzade@gmail.com

تابستان ۹۱، دو هزار میلیارد ریال به کشاورزی این حوزه خسارت وارد شد (Khomani, 2013).

گردوغبار نتیجه فرسایش بادی است. فرسایش بادی در بسیاری از نقاط جهان از جمله در عرض‌های کم باران، یکی از شاخص‌ترین فرآیندهای بیابان‌زایی است و کشور ایران به لحاظ موقعیت جغرافیایی، خشکی، شرایط خاص اقلیمی و وزش بادهای به‌صورت جدی با این معضل روبرو است. خشک‌سالی‌های چند سال اخیر، پوشش گیاهی فقیر موجود در بیابان را از بین برده و روند بیابان‌زایی را افزایش داده است. این عامل شدت فرسایش بادی در کانون‌های بحرانی را در پی داشته است (Nohegar et al., 2012). فرسایش بادی باعث فقیر شدن خاک شده و علاوه بر آن همانند پوششی مزاحم، سطح اراضی زراعی و غیر زراعی را می‌پوشاند. این مسئله بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک به دلیل فقر پوشش گیاهی، کمبود هوموس، خشک بودن و ریزدانه بودن خاک، جدی‌تر است. در این راستا، روش‌های مختلف کنترل در برابر عوامل فرساینده باد نظیر روش‌های بیولوژیکی (استفاده از گیاهان بومی منطقه به‌عنوان بادشکن)، روش‌های مکانیکی (حفر خندق، ساخت بادشکن غیرزنده) و تقویت پوشش سطحی با کاربرد تثبیت‌کننده‌های خاک نظیر مالچ‌های نفتی، مواد پلیمری و ... در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است (Movahedan et al 2014).

مالچ‌های نفتی شامل مالچ‌های قیری هستند که در واقع ته‌مانده برج تقطیر در پالایشگاه‌ها هستند. از آنجائی که این مواد حاوی سرب هستند، استفاده از آن‌ها خسارت‌های زیست‌محیطی ایجاد می‌کند و وزش مداوم باد در مناطق بیابانی موجب پراکندگی بیشتر این آلودگی‌ها می‌شود (Rabiee 2010). با عنایت به آثار زیست‌محیطی مالچ‌های نفتی از قبیل افزایش دما (به دلیل ضریب جذب حرارت بالا) و در نتیجه تغییر خرد اقلیم منطقه، نفوذ به خاک و منابع زیرزمینی آب و آلوده کردن آن‌ها و مسدود کردن روزنه‌ها و اختلال در تنفس سلولی گیاهان و بروز بیماری‌های تنفسی در افراد، (Sadeghi, 2014) در سال‌های اخیر استفاده از پلیمرها و انواع مالچ‌های بیولوژیکی با منشأ گیاهی به‌عنوان جایگزینی برای مالچ‌های نفتی مورد توجه قرار گرفته که در تثبیت گردوغبار و شن‌های روان نقش بسیار مهمی داشته است. برای میزان سازگاری پلیمرها و مالچ‌های بیولوژیک با محیط‌زیست و اکوسیستم نیاز به بررسی‌های بیشتر است. اگرچه در خصوص کارایی آنها در تثبیت سطوح مولد گردوغبار بررسی‌های متعددی انجام شده است، لکن کماکان در این زمینه (به‌خصوص میزان ماندگاری آنها تا زمان استقرار پوشش گیاهی) نیاز به تحقیقات بیشتری است. یکی از

ویژگی‌های بارز پلیمرها این است که با ایجاد شبکه در سطح خاک همانند پلی بین ذرات خاک عمل کرده و باعث اتصال ذرات به یکدیگر شده و خاکدانه‌های درشت‌تری را ایجاد می‌نمایند که در واقع باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌گردند (Abbasi et al., 2010). پژوهشگران در بررسی برخی پلیمرها^۱ دریافتند که پلیمر آنیونی، هم آوری بیشتری در خاک‌های آهکی نسبت به خاک‌های اسیدی ایجاد می‌کند، درحالی‌که در مورد پلیمر کاتیونی نتیجه برعکس است (Wallace et al 1986).

تحقیقات آزمایشگاهی و صحرایی انجام‌گرفته در زمینه فرسایش بادی با استفاده از تونل باد حاکی از آن است که فرآیند فرسایش‌پذیری کاملاً تحت تأثیر توزیع اندازه خاکدانه‌های خشک قرار دارد (Movahedan et al 2014). بنابراین با توجه به اهمیت پایداری خاکدانه‌ها در کنترل فرسایش خاک، افزایش قطر ذرات در سطح خاک و خاکدانه‌ای شدن آن‌ها می‌تواند یکی از راه‌های جلوگیری از حرکت و جابجایی آن‌ها توسط عوامل فرسایش باشد. در این راستا، کاربرد پلیمرها در تثبیت خاک‌ها، بر این اساس استوار است که با اتصال ذرات ریز خاک به هم موجب تشکیل ذرات بزرگ‌تر می‌شود. این امر سبب مقاوم شدن خاک در برابر فروپاشی، پراکنش و نیروهای برشی می‌شود و در نتیجه مقاومت خاک افزایش می‌یابد. از سوئی پلیمرهای آنیونی از راه دو سازوکار افزایش انبوهش ذرات ریز و نیز جلوگیری از تفکیک ذرات موجب اصلاح و بهبود پایداری خاک می‌شود (Arjunan 2001, Malik and Letey 1991).

(Mohammad Khan (2014) به بررسی تأثیر مالچ پلیمری F2SR-231 بر تثبیت تپه‌های ماسه‌ای پرداخت. مقاومت این مالچ در برابر بادهایی به‌سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت در تونل باد مورد تأیید قرار گرفت. در صحرا نیز اثرات این ماده بر روی گیاهان بسیار مثبت بوده و بوته‌هایی که با این ماده محافظت شده بودند بدون آبیاری دستی و با گذراندن فصل خشک سبز ماندند (Mohammad Khan, 2014).

Dong et al (2008) برای تثبیت سطحی ماسه، ماده به‌دست‌آمده از خمیر کاغذ و پلیمری شده با اسید آکریلیک و فرمالدئید استفاده کردند که مقاومت به خردشدگی را افزایش و مقاومت به فرسایش بادی ماسه را بهبود بخشید (Dong et al., 2008).

Pradhan and John (2009) با مطالعه فرسایش‌پذیری ترکیبات پلیمری طبیعی (پلاستیک‌های سلولزی غنی‌شده با

1. negatively charged and positively charged

و اقتصادی وارد می‌کند، بدین منظور از سه محدوده از کانون‌های بحران‌زای فرسایش بادی در استان خوزستان شامل منطقه روبروی بروایه (که خاک آن محدوده ماسه‌بادی بوده و شدت فرسایش بادی در آن به حدی است که ریشه برخی درختان در سطح خاک نمایان گردیده است) با مختصات $31^{\circ}57'$ عرض شمالی، 48° طول شرقی و $31^{\circ}91'$ عرض شمالی و منطقه هویزه با مختصات $31^{\circ}63'$ عرض شمالی، $48^{\circ}9'$ طول شرقی (تا عمق ۵ سانتیمتری) از نقاط بدون پوشش گیاهی و از محل‌هایی صورت پذیرفت که هیچ‌گونه عارضه‌ای در مسیر جریان باد قرار نداشت. تصویر موقعیت نمونه‌برداری‌ها در شکل شماره یک نشان داده شده است. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل گردید.



شکل ۱. نقشه موقعیت مکانهای نمونه‌برداری

ابتدا نمونه‌ها در هوای آزاد خشک گردیدند. پس از پر نمودن سینی‌های فلزی دستگاه تونل باد با نمونه‌های خاک برداشت‌شده و صاف نمودن سطح خاک، ماده پلیمری و مالچ با پایه گیاهی (که هر دو به صورت مایع می‌باشند) در چهار غلظت صفر (شاهد)، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد توسط یک پاشنده دستی بر روی تمام خاک درون سینی‌ها پاشیده شد. نمونه‌ها پس از تهیه در محیط طبیعی به مدت ۷۲ ساعت خشک گردیدند. سپس نمونه‌ها به‌دقت توزین شده و در محل موردنظر در داخل دستگاه قرار گرفتند. به‌منظور ارزیابی تیمارهای پلیمری و مالچ با پایه گیاهی در برابر باد شدید، سرعت حداکثری در ارتفاع ۳ سانتیمتری بالای سطح خاک در محور مرکزی تونل مدنظر قرار گرفت. سرعت حداکثر در محور مرکزی تونل در ارتفاع ذکرشده به ۱۳ متر بر ثانیه (۴۷ کیلومتر بر ساعت) رسید که با حداکثر

فیبرهای طبیعی) با استفاده از فرسایش با ضربات ماسه^۱ که در آن هدر رفت ماده هدف در اثر ضربات ناشی از ذرات جامد ریز بررسی گردید، مشخص کردند که این امر فرسایش‌پذیری در خاک‌ها را کاهش می‌دهد (Pradhan and John, 2009).

اگرچه انتخاب یک پلیمر به‌عنوان تثبیت‌کننده خاک امر ساده‌ای نبوده و عوامل مهمی باید در نظر گرفته شوند، با این حال به دلیل برتری‌های کاربرد این مواد، استفاده از آن مواد به‌طور روزافزونی در حال افزایش است و کاربرد پلیمرهای شیمیایی و مالچ‌های آلی با پایه گیاهی به‌منظور کاهش آثار منفی بر محیط‌زیست و بهره‌برداری از تأثیرات مفید آن‌ها امری ضروری است.

لذا در این تحقیق به بررسی تأثیر یک نوع پلیمر شیمیایی و یک نوع مالچ آلی با پایه گیاهی بر میزان کاهش هدر رفت خاک با استفاده از یک دستگاه تونل باد مدارباز که در همین راستا طراحی و ساخته شده بود، پرداختیم. دستگاه مذکور از چند قسمت اصلی شامل فن لوله محوری مولد باد با قدرت ۲۸۰۰ دور در دقیقه و قابلیت ایجاد باد با سرعت ۴۷ کیلومتر بر ساعت، محفظه فلزی، دریچه شیشه‌ای جهت مشاهده فرآیندهای حمل ذرات خاک، دستگاه سرعت‌سنج باد دیجیتال و یک دستگاه اینورتر (جهت تنظیم سرعت فن مولد باد) تشکیل گردیده است که نمایی از آن در شکل شماره (چهار) آورده شده است. با استفاده از این دستگاه علاوه بر امکان بررسی فرآیند حرکت ذرات در شروع فرسایش، این امکان فراهم است تا سرعت‌های مختلف باد را، که در طبیعت قابل کنترل نیستند، با دقت قابل قبول در آزمایشگاه شبیه‌سازی نمود. تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی ذرات خاک، برآورد شاخص فرسایش‌پذیری خاک به ازای سرعت‌های مختلف باد در مدت معین، تعیین کلاس فرسایش خاک، بررسی کارایی انواع مختلف مالچ حفاظت‌کننده از سطح خاک، مشاهده فرآیندهای حمل ذرات خاک و یا بررسی پارامترهای آئرودینامیکی اجزای سطح از طریق دریچه‌های شیشه‌ای نصب‌شده بر بدنه دستگاه، بررسی توان فرسایش‌پذیری سطوح و بررسی توان فرسایش‌زایی باد، از سایر زمینه‌های کاربرد دستگاه است.

مواد و روش‌ها

از آنجائی که کانون‌های بحران‌زای فرسایش بادی بیشترین خسارت‌های مالی و زیست‌محیطی را به منابع کشاورزی، شهری

1. sand blust

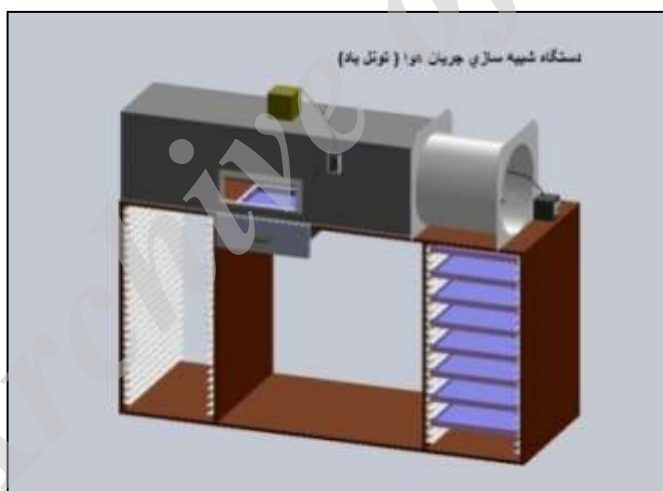
آزمایش، نمونه‌ها از دستگاه خارج و مجدداً به‌دقت وزن گردیدند. اختلاف وزن نمونه‌ها در ابتدا و انتهای آزمایش به‌عنوان میزان فرسایش خاک‌ها در نظر گرفته شد.

بادهای خوزستان مطابقت داشت و از سرعت آستانه خاک‌های کانون‌های حساس به فرسایش در استان بالاتر بود. زمان موردنظر برای آزمایش با توجه به‌سرعت بالای باد و حجم کوچک نمونه‌ها، مدت ۵ دقیقه در نظر گرفته شد. پس از اتمام

ب



الف



ج

شکل ۲. الف) مالچ پاشی نمونه خاک (ب) قرارگیری نمونه در دستگاه (ج) نمایی از دستگاه تونل باد مدارباز

بررسی آماری تأثیر پلیمر شیمیایی و مالچ با پایه گیاهی بر میزان فرسایش در برابر باد، نتایج آزمایش‌های انجام‌شده در این بخش به‌صورت یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با نرم‌افزار SPSS ۱۶ مورد بررسی قرار گرفت. عوامل مورد مطالعه در این آزمایش عبارت بودند از ماده تثبیت‌کننده در دو نوع (پلیمری و گیاهی)، چهار سطح غلظت (صفر، ۱۵، ۳۰، ۶۰ درصد)، سه نوع خاک با سه تکرار که نتایج آن در جدول شماره (۴) نشان داده شده است.

نتایج و بحث

خصوصیات شیمیایی نمونه‌های خاک سه منطقه شامل بافت، درصد ماسه، درصد رس، درصد سیلت، هدایت الکتریکی و میزان اسیدیته در جدول شماره (یک) قید گردیده است. میانگین میزان هدررفت خاک در سه سرعت ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه، تحت تیمار دو نوع مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی، در چهار سطح صفر (به‌عنوان شاهد)، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد، در دستگاه تونل باد در مدت‌زمان ۵ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول‌های (۲ و ۳) مشهود است. به‌منظور

جدول ۱. خصوصیات شیمیایی خاک‌های مورد بررسی

ردیف	خاک	درصد ماسه	درصد سیلت	درصد رس	بافت خاک	PH	Ec(ms/m)
۱	هویزه	۷۲/۵	۱۵/۵	۱۲	Sandy loam	۷/۰۹	۱۸/۱۲
۲	الوان (خاک زراعی)	۹۰/۶	۳/۴	۶	sand	۷	۱/۷۹
۳	بروایه	۹۴/۵	۱/۵	۴	sand	۷/۱	۱/۱۲

جدول ۲. میانگین فرسایش خاک‌های مورد بررسی در زمان کاربرد مالچ پلیمری در سه سرعت ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه (در مدت ۵ دقیقه) در دستگاه تونل باد

ردیف	نوع خاک	غلظت مالچ پلیمری (درصد)	هدررفت خاک در سرعت ۸ m/s (gr)	هدررفت خاک در سرعت ۱۰ m/s (gr)	هدررفت خاک در سرعت ۱۳ m/s (gr)	میانگین فرسایش در طول آزمایش (gr)	میانگین فرسایش (kg/m ² /hr)
۱		۰	۶۲/۱	۲۰/۱	۳۹۴/۵	۲۱۹/۲	۲۶/۷۳
۲	بروایه	۱۵	۰	۶	۴	۵	۰/۶۰۹
۳		۳۰	۵	۰	۳	۴	۰/۴۸۷
۴		۶۰	۰	۳	۲	۲/۵	۰/۳۰۴
۵		۰	۵۷/۶	۱۸۴/۲	۳۶۳	۲۰/۱۶	۲۴/۵۸
۶	الوان (زراعی)	۱۵	۴	۳	۱	۲/۶	۰/۳۱۷
۷		۳۰	۰	۵	۰	۲/۵	۰/۳۰۴
۸		۶۰	۰	۰	۳	۱/۵	۰/۱۸۳
۹		۰	۴۱/۸	۱۱۹/۳	۲۴۱/۸	۱۳۴/۳	۱۶/۳۶
۱۰	هویزه	۱۵	۴	۷	۴	۵	۰/۶۱
۱۱		۳۰	۰	۰	۵	۵	۰/۶۱
۱۲		۶۰	۰	۱	۴	۲/۵	۰/۳۰۴

جدول ۳. میانگین فرسایش خاک‌های مورد بررسی در زمان کاربرد مالچ گیاهی در سه سرعت ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه (در مدت ۵ دقیقه) در دستگاه تونل باد

ردیف	نوع خاک	غلظت مالچ گیاهی (درصد)	هدررفت خاک در سرعت ۸ m/s (gr)	هدررفت خاک در سرعت ۱۰ m/s (gr)	هدررفت خاک در سرعت ۱۳ m/s (gr)	میانگین فرسایش در طول آزمایش (gr)	میانگین فرسایش (kg/m ² /hr)
۱		۰	۶۲/۱	۲۰/۱	۳۹۴/۵	۲۱۹/۲	۲۶/۷۳
۲	بروایه	۱۵	۷/۵	۷۰/۵	۲۶۵/۵	۱۱۴/۵	۱۳/۹۵
۳		۳۰	۵	۳۰	۹۶	۴۳/۶	۵/۳۱۷
۴		۶۰	۳	۶	۲۵	۱۱/۳	۱/۲۹۲
۵		۰	۵۷/۶	۱۸۴/۲	۳۶۳	۲۰/۱۶	۲۴/۵۸
۶	الوان (زراعی)	۱۵	۵	۰	۳	۴	۰/۴۹
۷		۳۰	۰	۰	۴	۲	۰/۲۴
۸		۶۰	۰	۵	۰	۲/۵	۰/۳۰۵
۹		۰	۴۱/۸	۱۱۹/۳	۲۴۱/۸	۱۳۴/۳	۱۶/۳۶
۱۰	هویزه	۱۵	۶	۰	۰	۳	۰/۳۶
۱۱		۳۰	۵	۴	۰	۴/۵	۰/۵۵
۱۲		۶۰	۰	۱	۲	۱/۵	۰/۱۸

جدول ۴. جدول تجزیه واریانس اثر نوع مالچ، غلظت مالچ و نوع خاک بر میزان هدر رفت خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات میزان هدر رفت خاک
نوع مالچ	۱	۳۴۸۳۹۲۰,۰۵۶ ^{ns}
غلظت مالچ	۳	۴,۳۶۹ ^{**}
نوع خاک	۲	۶۹۰۸۹۷۸,۱۸۱ ^{**}
خطا	۶۵	۴۱۴۰۸۷,۳۲۹
کل	۷۲	

***: در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری وجود دارد

ns: اختلاف معنی داری وجود ندارد

همان‌گونه که از جدول‌های شماره (۲) و (۳) مشهود است، کاربرد هر دو مالچ پلیمری و گیاهی به‌عنوان یک ماده تثبیت‌کننده با ایجاد یک‌لایه پایدار و مقاوم در سطح خاک میزان هدررفت خاک در معرض فرسایش بادی را به میزان چشمگیری کاهش داده است. از سویی تجزیه آماری انجام‌شده که نتایج آن در جدول شماره (۴) مشاهده می‌شود، نشان می‌دهد که دو نوع مالچ مورد بررسی از نظر تأثیر بر میزان کاهش هدررفت خاک اختلاف معنی‌داری باهم ندارد اما غلظت‌های مختلف مالچ‌های استفاده‌شده در سطح یک درصد باهم دارای اختلاف معنی‌داری هستند. همچنین مقایسه میانگین فرسایش در انواع خاک‌ها به روش دانکن نشان داد که بین میانگین فرسایش بادی خاک‌ها در زمان کاربرد غلظت‌های ۳۰ و ۶۰ درصد مالچ و غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ درصد اختلاف معنی‌داری وجود ندارد در صورتی که بین کاربرد غلظت ۱۵٪ و غلظت ۶۰٪ مالچ‌های موردبررسی در کاهش هدررفت خاک اختلاف معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج آزمون دانکن نشان داد که خاک‌های شاهد بدون کاربرد هرگونه ماده تثبیت‌کننده اختلاف معنی‌داری با خاک‌های تیمار شده با مالچ‌ها دارند. بر اساس نتایج جدول‌های (۳) و (۴)، میانگین فرسایش در خاک‌های بدون هرگونه ماده تثبیت‌کننده بسیار زیاد است و میزان فرسایش در تیمارهای مالچ پلیمری نسبت به شاهد بیش از ۹۰ درصد کاهش یافته است. نتایج فوق به‌خوبی حاکی از کنترل فرسایش بادی توسط پلیمر در تمام نمونه خاک‌ها است و میزان گردوغبار حاصل از وزش باد در سرعت‌های موردبررسی در طول آزمایش ناچیز و بسیار کمتر از تیمارهای شاهد است.

(Mohammad Khan (2014) به بررسی تأثیر مالچ پلیمری F2SR-231 بر تثبیت تپه‌های ماسه‌ای پرداخت. مقاومت این مالچ در برابر بادهایی به‌سرعت ۹۰ کیلومتر بر ساعت در تونل باد مورد تأیید قرار گرفت. در صحرا نیز اثرات این ماده بر روی گیاهان بسیار مثبت بوده و بوته‌هایی که با این ماده محافظت‌شده بودند بدون آبیاری دستی و با گذراندن فصل خشک سبز ماندند (Mohammad Khan, 2014).

نتایج تجزیه آماری مقایسه بین انواع خاک‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که بین میزان فرسایش بادی در سه نمونه خاک در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که بین میزان فرسایش بادی خاک‌های الوان و هویزه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد اما خاک‌های منطقه بروایه از این نظر دارای اختلاف معنی‌داری با سایر خاک‌ها هستند. نتایج جدول شماره (۴) نیز نشان می‌دهد که تیمار مالچ گیاهی در نمونه‌های خاک زراعی الوان و خاک هویزه تأثیر چشمگیری بر کاهش فرسایش دارد اما تیمار این

نوع مالچ بر خاک‌های ماسه‌بادی برداشت‌شده از منطقه بروایه، به‌ویژه در غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ درصد، تأثیری بر کاهش فرسایش بادی این خاک‌ها ندارد. به‌نحوی که میانگین هدر رفت خاک (۱۳/۹۵، ۵/۳۱۷ و ۱/۲۹۲ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت) به ترتیب در غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد مالچ گیاهی در خاک ماسه‌بادی منطقه بروایه در مقایسه با میانگین هدر رفت خاک زراعی الوان (۰/۴۹، ۰/۲۴ و ۰/۳۰۵ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت) و خاک منطقه هویزه (۰/۳۶، ۰/۵۵ و ۰/۱۸ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت) به ترتیب در غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد مالچ گیاهی قابل توجه است.

در شرایطی که میانگین فرسایش در خاک شاهد بروایه به میزان $26/73 \text{ kg/m}^2/\text{hr}$ بود، نتایج آزمایش‌های میزان هدررفت خاک در غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد مالچ گیاهی به ترتیب ۱۳/۹۵، ۵/۳۱۷ و ۱/۲۹۲ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت را نشان داد که این میزان در خاک بروایه در زمان کاربرد تیمار پلیمری در غلظت‌های ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد به ترتیب ۰/۶۰۹، ۰/۴۸۷ و ۰/۳۰۴ کیلوگرم بر مترمربع در ساعت بود. در پژوهشی که توسط Han et al (2007) بر روی چند امولسیون پلیمری بر کنترل فرسایش ماسه‌بادی صورت پذیرفت، میزان فرسایش در برابر باد با سرعت $25/3$ متر بر ثانیه، بین ۰-۰/۴ کیلوگرم بر ساعت در مترمربع به دست آمد (Han et al 2007). در استان هرمزگان نشان دادند که مالچ استفاده‌شده در این منطقه، قابلیت حفظ ماسه‌ها را در برابر حرکت ایجادشده به‌وسیله باد دارد. در بررسی ماسه تیمار شده با پلی‌اکریل آمید، مشخص گردید که در سرعت باد $23/72$ متر بر ثانیه، خاک ماسه‌ای تیمار شده با پلی‌اکریل آمید در تونل باد شروع به فرسایش نمود (Ben Asher et al 2010).

لازم به ذکر است که پس از کاربرد مالچ پلیمری، یک سطح کاملاً صاف و عاری از درز و ترک در سطح خاک ایجاد می‌شود که با توجه به بالا بودن نفوذپذیری خاک‌های ماسه‌ای، عمقی حدود ۵ میلی‌متر دارد که پس از خشک شدن تشکیل دولایه می‌دهد. لایه بالایی به‌صورت یک‌لایه سل سخت و یکپارچه و در زیر این لایه به دلیل کم بودن میزان پلیمر نفوذ یافته، تنها ذرات خاک به هم متصل بوده و تراکم بالای لایه سطحی خاک در اینجا دیده نمی‌شود.

پلیمر استفاده‌شده در این تحقیق از نوع آنیونی هست. به‌طورکلی جذب پلیمر به اجزای خاک به خواص پلیمر (وزن مولکولی، نوع و چگالی بار پلیمر)، خواص و ساختار خاک (نوع و بافت خاک، مقدار مواد آلی و نوع یون‌های موجود در آن) بستگی دارد. با توجه به اینکه ذرات خاک به‌طورکلی دارای بار

ذرات ریز خاک به هم موجب تشکیل ذرات بزرگتر می‌شود. این امر سبب مقاوم شدن خاک در برابر فروپاشی، پراکنش و نیروهای برشی می‌شود و در نتیجه مقاومت خاک افزایش می‌یابد. از سوئی پلیمرهای آنیونی از راه دو سازوکار افزایش انبوهش ذرات ریز و نیز جلوگیری از تفکیک ذرات موجب اصلاح و بهبود پایداری خاک می‌شود.

در این راستا و باهدف کاهش هدر رفت خاک و به تبع آن کاهش گردوغبار ناشی از فرسایش بادی نمونه‌های برداشت شده از سه کانون داخلی گردوغبار تحت تیمار دو نوع مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی در دستگاه تونل باد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی تأثیر مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی (که هر دو به صورت مایع می‌باشند) نشان داد که کاربرد مالچ پلیمری به خوبی می‌تواند میزان هدر رفت خاک را در سرعت‌های ۸، ۱۰ و ۱۳ متر بر ثانیه در خاک‌های مورد بررسی کاهش دهد. همچنین کاربرد مالچ با پایه گیاهی میزان هدر رفت خاک را در سرعت‌های ذکر شده در دو خاک زراعی الوان و هویزه به خوبی کاهش داد اما در خاک ماسه‌بادی بروایه این مالچ قادر به ایجاد تأثیری مثبت بر کاهش هدر رفت خاک به‌ویژه در غلظت‌های پایین نبود که علت را می‌توان به متفاوت بودن اندازه توزیع ذرات خاک، میزان مواد آلی و نوع یون‌های موجود در خاک‌ها مرتبط دانست. همچنین نتایج آماری نشان داد که خاک‌های شاهد بدون کاربرد هرگونه ماده تثبیت‌کننده دارای اختلاف معنی‌داری با خاک‌های تیمار شده با مالچ‌ها دارند. بر اساس نتایج به دست آمده، میانگین فرسایش در خاک‌های بدون هرگونه ماده تثبیت‌کننده بسیار زیاد است و میزان فرسایش در تیمارهای مالچ پلیمری و مالچ با پایه گیاهی نسبت به شاهد بیش از ۹۰ درصد کاهش یافته است. این نتایج با نتایج پژوهشی که توسط Han et al (2007) بر روی چند امولسیون پلیمری بر کنترل فرسایش ماسه‌بادی صورت پذیرفت، مطابقت دارد. در این پژوهش میزان فرسایش در برابر باد با سرعت ۲۵/۳ متر بر ثانیه، بین ۰-۰/۴ کیلوگرم بر ساعت در مترمربع به دست آمد (Han et al, 2007).

نتایج فوق به خوبی حاکی از کنترل فرسایش بادی توسط پلیمر و مالچ گیاهی در تمام خاک‌ها است و میزان گردوغبار حاصل از وزش باد در سرعت‌های مورد بررسی در طول آزمایش ناچیز و بسیار کمتر از تیمارهای شاهد است. لذا به نظر می‌رسد با تثبیت خاک‌های مستعد فرسایش بادی در این مناطق با مالچ‌های مورد بررسی و کشت نهال‌های بومی و سازگار با شرایط منطقه، می‌توان به حل معضل فرسایش بادی و کاهش بروز پدیده ریز گرد‌ها امیدوار بود.

منفی هستند در پلی الکترولیت‌های آنیونی برخلاف پلیمرهای غیر یونی دافعه بار روی زنجیر پلیمر و ذرات خاک مانع از ورود این ترکیبات به داخل فضای لایه‌های سیلیکاتی خاک می‌شود؛ بنابراین در پلیمرهای آنیونی، جذب به سطح بیرونی قابل‌دسترس لایه‌های خاک محدود می‌شود. ماهیت برهمکنش بین پلیمر آنیونی و سطح خاک هنوز کاملاً شناخته شده نیست اما پیوند هیدروژنی و تبادل لیگاند دو سازوکار پیشنهادی برای برهمکنش این ترکیبات با خاک است (Lu et al 2002). تشکیل پیوند هیدروژنی معمولاً بین گروه آمید پلیمر و گروه‌های هیدروکسیل آزاد سطح خاک اتفاق می‌افتد، درحالی‌که در تبادل لیگاند، گروه‌های کربوکسیلیک در ساختار پلیمر برای تشکیل کمپلکس کوئوردیناسیونی وارد لایه کوئوردینانس داخلی آلومینیوم، قرار گرفته در لبه سطح خاک، می‌شود. از طرفی چون پلیمر آنیونی و سطح خاک هر دو بار منفی دارند، نیروی دافعه الکتروستاتیک بین آن‌ها از جذب پلیمر روی خاک به روش هیدروژنی و تبادل لیگاند ممانعت می‌کند؛ بنابراین فرآیند جذب بر اساس رقابت بین برهمکنش جاذبه پلیمر با ذرات خاک و نیروی دافعه الکتروستاتیک بین آن‌ها کنترل می‌شود. در این صورت وجود یون مثبت سدیم در ساختار پلیمر به عنوان یون تک‌ظرفیتی با بار مخالف و داشتن غربالگری بار قوی و تشکیل لایه دوگانه الکتریکی موجب کاهش دافعه الکتروستاتیک بین ذرات منفی شده و امکان دسترسی و جذب بیشتر مولکول‌های پلی الکترولیت آنیونی را روی سطح خاک فراهم می‌کند (Rabiee, 2010).

نتیجه‌گیری کلی

گردوغبار نتیجه فرسایش بادی خاک است. وقوع پدیده گردوغبار و فرسایش بادی در چند سال اخیر در برخی استان‌ها، علاوه بر اثرات اجتماعی و سلامت جامعه بر تولیدات بخش کشاورزی نیز تأثیرگذار بوده است به نحوی که برآوردها نشان می‌دهد موجب ایجاد خسارتی در حدود ۷ الی ۱۷ میلیون تن در سال ۸۸ به تولیدات زراعی و باغی گردیده است. در سال زراعی ۹۰ - ۸۹ به محصولات کشاورزی استان خوزستان شامل گندم آبی، گندم دیم، جو آبی، جو دیم، کلزا آبی و کلزا دیم بیش از ۱۸۸۲ میلیارد ریال خسارت وارد شد و ۴۶۸ هزار و ۴۱۶ تن محصول کشاورزی از بین رفت (Khomani, 2013). بنابراین با توجه به اهمیت پایداری خاکدانه‌ها در کنترل فرسایش خاک، افزایش قطر ذرات در سطح خاک و خاکدانه‌ای شدن آن‌ها می‌تواند یکی از راه‌های جلوگیری از حرکت و جابجایی آن‌ها توسط عوامل فرسایش باشد. در این راستا، کاربرد پلیمرها در تثبیت خاک‌ها بر این اساس استوار است که با اتصال

REFERENCES

- Abbasi, N. Movahedan, M. And Keramati Toroghi, M. (2010). The effects of chemical polymer on physical and mechanical properties of soils. Agricultural Engineering Research Institute, 89: 599. 64
- Behera. B, Mohanty S.K, Behura A.K.(2007). Effect of Mulches on Production Potential, Economics and Soil Fertility Status of Maize + Pigeonpea Intercropping under Rainfed Conditions of Eastern Ghats, Orissa. Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development. 22(1):37-40
- Ben Asher, J. Genis, A. and Vulfson, L.(2010). The effect of PAM (Polyacrilamid) on wind-blown sand abrasion injury and production of vegetables, In: 3rd WSEAS International Conference on Natural Hazards, November 3-5, Faro, Portugal.
- Dong, Z. Wang, L. and Zhao, S.(2008). A potential compound for sand fixation synthesized from the effluent of pulp and paper mills Journal of Arid Environments. Volume 72, Issue 7, p: 1388–1393
- Green V.S. and Stott D.E.(1999), Polyacrylamide: A Review of the Use, Effectiveness and Cost of a Soil Erosion Control Amendment. 10th International Soil Conservation Organization Meeting, Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 384-389
- Han, Z. Wang, T. Dong, Z. Hu, Y. and Yao, Z(2007). Chemical stabilization of mobile dunefields along a highway in the Taklimakan Desert of China, Journal of Arid Environments, 68: 2. 260-270.
- khoman, A. (2013). Evaluation of damage caused by dust in the agricultural sector (Case Study: Khuzestan). Proceedings of the Conference of dust, monitoring, effects and coping strategies.organization Geological Survey of Iran, Tehran. (In Farsi).
- Lu J.H. Wu L. and Letey J(2002). Effects of Soil and Water Properties on Anionic Polyacrylamide Sorption, Soil Science of American Journal. 66, 578-584.
- Mohammad Khan, Sh.(2014). Reviewing the performance of mulch F2SR-231 polymer to stabilize sand dunes. In: The Third National Conference of Wind Erosion and Dust Storms, Yazd, Iran (In Farsi).
- Movahedan, M, Abbasi, N and Keramati, M.(2014). Study of The effect poly vinyl acetate on dry aggregate stability. Journal of Soil Science (Soil and Water), Karaj, Iran. Number 1 Volume 27 Page: 71-83(In Farsi).
- National Project Management dust.(2010). EPA Tehran.Iran. National Secretariat of dust
- Nohegar, a. Abbaszadeh, f. AKBARIAN, m. Hatami Gourband, h. 2011. Reviews performance polymer poly lattice in soil protection against wind erosion. Journal of environmental degradation, Hormozgan, Iran- No. 3. p:5-15(in farsi)
- Pradhan, G. and John D.(2009). Erosion wear behaviour of bio-waste reinforced polymer composites. B.Sc. Thesis, National Institute of Technology Rourkela, India, 53p.
- Rabiee, A(2010). Acrylamide-Based Anionic Polyelectrolytes and their Applications: A Survey, Journal of Vinyl and Additive Technology, Volume 16, Issue 2, p: 111-119
- Rubaie, A. Gilani, M Jamshidi, E.(2012). Preparation of anionic electrolytes based on acrylamide as a soil stabilizer. Journal of Polymer Science And Technology, Tehran, Iran. 24. (4). Page: 291-300 (In Farsi).
- Sadeghi, z.(2014) Study of the environmental impact of petroleum mulch to contain fine dusts and the introduction of alternative technologies. The first national conference on environmental health, health and environmental sustainability, Hamedan, Iran
- Wallace, A.G.A.Wallace, & A.M.Abouzam. (1986). Amelioration of sodic soils with polymers. Soil Science of American Journal...141: 359-362.