نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۸ شماره ۲، صفحه ۲۹۵-۲۸۰، (۱۴۰۰)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/IJRDR.2021.124165
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350875.1400.28.2.22.8

بررسی امکان استفاده از پلیمر ایمن‌آسیا در کاهش فرسایش بادی و ریزگردها

راضیه صبوحی[1*]، فرزاد حیدری مورچه‌خورتی [2]، مرتضی خداقلی [3] و سمیه صالح‌پور[4]

۱*- نویسنده مسئول دکترای علوم مرتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، پست الکترونیک: razieh_saboohi@yahoo.com

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

۳- دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- کارشناس پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۷/۰۸

چکیده

استفاده از پلیمرها برای کنترل فرسایش بادی در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. اما قبل از توصیه آنها به‌عنوان مالچ باید اثر آنها بر محیط‌زیست و کاهش فرسایش بادی بررسی شود. در این مقاله اثر پلیمر ایمن‌آسیا در تثبیت ماسه‌های روان و کاهش فرسایش بادی در دو بخش آزمایشگاهی و میدانی در منطقه جرقویه سفلی بررسی شد. بدین‌منظور، ابتدا امولسیونی از پلیمر در آب با نسبت یک به سه (یک قسمت پلیمر در دو قسمت آب) تهیه و برای بررسی اثر آن بر کاهش فرسایش، حجمی از امولسیون که حاوی ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ کیلوگرم پلیمر بود در کرت‌های ۲۵ مترمربعی با سه تکرار پاشیده شد. نتایج نشان داد که سرعت آستانه فرسایش بادی بعد از مالچ‌پاشی، در تمام تیمارها از ۳/۵ به بیش از ۱۱ متر بر ثانیه افزایش یافت. بررسی تأثیرات زیست‌محیطی پلیمر نشان داد که غلظت مالچ بر جوانه‌زنی گیاهان بومی و نحوه زندگی حشرات و جوندگان منطقه تأثیری ندارد. تأثیر پلیمر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شامل بررسی تغییرات میزان عناصر سمی و فلزات سنگین بر روی خاک عرصه قبل و بعد از مالچ‌پاشی نیز مؤید عدم تأثیر منفی آن بر این خصوصیات می‌باشد. از لحاظ اقتصادی هزینه استفاده از این پلیمر برای هر هکتار بررسی شد. بر اساس ارزش خالص فعلی (NVP) این ماده و میزان بازده داخلی (IRR) آن، اقتصادی بودن استفاده از آن و سرمایه‌گذاری در راستای بهره‌برداری از این پلیمر به‌عنوان مالچ، توجیه‌پذیر است. با توجه به عدم مشاهده اثرهای مخرب زیست‌محیطی و توانایی کاهش فرسایش بادی و اقتصادی بودن نسبت به مالچ نفتی، استفاده از این پلیمر به‌عنوان مالچ توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پلیمر، مالچ، فرسایش بادی، گردوغبار، فناوری زیست محیطی.

مقدمه

یکی از مهمترین فرایندهای طبیعی در مناطق خشک و بیابانی، فرسایش بادی است. این فرایند در شرایطی رخ می‌دهد که علاوه بر وجود خاک حساس، باد دارای حاکمیت و سرعت قابل توجهی باشد. پژوهش‌هایی که در رابطه با فرسایش بادی در دنیا انجام شده، نشان می‌دهد که شدت فرسایش بادی تابع دو دسته عوامل فرسایندگی و فرسایش پذیری است. فرسایش‌پذیری به ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی خاک و همچنین شرایط سطحی آن مربوط می‌شود، در حالی‌که فرسایندگی بیشتر به سرعت و

شدت باد وابسته است (Refahi, 2012). به‌طورکلی، خطر فرسایش بادی در مناطقی شدیدتر است که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهای با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد (Movahedan *et al*., 2012). اهمیت سرعت باد بیش از فراوانی آن است و قدرت فرسایندگی باد از توان سوم سرعت باد پیروی می‌کند. شرایط دینامیک باد و فراوانی منابع ماسه و گردوغبار، عوامل اصلی طوفان‌های گردوغبار و ماسه می‌باشند. با وجود اینکه فعالیت باد در مناطق خشک و نیمه خشک به‌عنوان یک عامل فرساینده سطح زمین دارای قدمتی طولانی است، بنابراین در بیشتر مطالعات ژئومورفولوژیکی فرسایش بادی قبل از دهه ۱۹۴۰، باد به‌عنوان یک عامل تغییر شکل‌دهنده سطح زمین چندان مورد توجه نبوده و بیشتر در رابطه با فرایندهای هوازدگی مطالعه می‌شد، اما از آن دهه به بعد مطالعات زیادی در رابطه با نقش باد در فرسایش و همچنین فاکتورهای کنترل کننده آن انجام و مورد توجه دانشمندان علوم مختلف قرار گرفت. نتایج حاصل از مطالعات در حوزه دشت یزد -اردکان با استفاده از نمودارهای گل ماسه، نشان داد که بادهای جنوب‌غربی با سرعت ۵ متر بر ثانیه بالاترین توان حمل را دارند (Ekhtesasil., 2005).

در تحقیقی مشابه توان حمل ماسه توسط باد در دو منطقه کرمان و جاسک با دو روش سرعت لحظه‌ای و کلاس‌های سرعت فرایبرگر توسط نرم‌افزار گل‌ماسه‌نما بررسی و مشخص گردید که این دو روش در منطقه جاسک تفاوتی نداشته، ولی در کرمان مقادیر حمل شده توسط سرعت لحظه‌ای به‌مراتب بیشتر از روش فرایبرگر می‌باشد (Ahmadi & Mesbahzadeh, 2011). بررسی فعالیت پهنه های ماسه‌ای و شکل‌گیری لس‌های بیابانی برای منشأیابی رسوبات بادی در آفریقا و شرق عربستان با استفاده از روش های سن‌سنجی و کانی‌شناسی نشان داد که منشأ بیشتر رسوبات بادی پهنه‌های ماسه‌ای بوده و ذرات تحت تأثیر فرسایش بادی ماسه در اثر ویژگی‌های آب و هوایی گذشته با بادهای قدرتمند تولید شده‌اند (Kavulich & Meacail, 2008). در پروژه‌های کنترل فرسایش بادی، سرعت آستانه فرسایش بسیار درخور توجه است. بررسی منابع مختلف نشان می‌دهد، عوامل متعددی در سرعت آستانه حرکت ذرات دخالت دارد که مهمترین آن اندازه ذرات، وزن مخصوص آن، شکل ذرات و سیمان بین آن است (Refahi, 2012; Azimzadeh, *et al*., 2008). کنترل فرسایش بادی خاک‌ها به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، به دلایل مختلف مانند جلوگیری از تخریب منابع طبیعی، کاهش آلودگی هوا، کاهش انتقال ذرات معلق و مزاحمت‌های ناشی از آن در شبکه‌های آبیاری و زهکشی، در تأسیسات و ماشین‌آلات، در عملیات اجرایی و در حمل و نقل و ایجاد بیماری‌های پوستی و تنفسی مورد توجه جدی قرار گرفته است، همچنین مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از پوشش گیاهی به‌منظور تثبیت ماسه‌های روان با وجود مزایای مختلف، می‌تواند مشکلات ثانویه ایجاد نماید. به همین دلیل برای جلوگیری از بیابانی شدن خاک از انواع روش‌ها استفاده می‌شود که یکی از آنها مالچ‌پاشی است. مالچ‌ها به دو دسته نفتی و غیرنفتی تقسیم می‌شوند. در سال‌های گذشته، استفاده از مالچ‌های نفتی در کنترل فرسایش بادی و تثبیت خاک مورد توجه بوده، ولی به دلیل مشکلاتی مانند افزایش فلزات سنگین در خاک، افزایش دمای خاک و به‌طبع آن منطقه مالچ‌پاشی شده به دلیل ضریب جذب حرارت بالا، نفوذ به خاک و منابع زیرزمینی آب و آلوده کردن آنها و مسدود کردن روزنه‌های تنفسی گیاهان منطقه کمتر استفاده می‌شود (Jafari *et al*., 2017). به‌طوری‌که Farahpoor و همکاران (۲۰۰۵)، در بررسی خود نشان دادند که مالچ‌های نفتی در مقابل روش‌های مرسوم دیگر در سطح ۱ و ۵ درصد دارای اثر معنی‌داری بوده است. در سال های اخیر، استفاده از مواد پلیمری به‌منظور جایگزین نمودن آنها به‌جای مالچ نفتی مورد توجه جدی قرار گرفته است. از ویژگی‌های بارز پلیمرها می‌توان به استفاده آسان و کم خطرتر و عدم ایجاد معضلات مالچ نفتی اشاره نمود. پلیمرها باعث اتصال ذرات ریز به یکدیگر شده و خاکدانه‌های درشت تری ایجاد می‌نمایند که در واقع باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها در مقابل فرسایندگی باد می‌شوند. بااین‌حال انتخاب یک ماده پلیمری به‌عنوان تثبیت کننده خاک در برابر فرسایش بادی یا آبی امر ساده‌ای نبوده و مسائل مهمی در این

مورد باید مورد توجه و بررسی قرار گیرد (Rabiee, 2011). پژوهش‌های متنوعی بر روی اثرهای پلیمر بر فرسایش انجام شده است. در تحقیقی، تأثیر پلیمر اکریل‌آمید بر کاهش رواناب و افزایش نفوذپذیری خاک بررسی و مشخص گردید که پلیمر اکریل‌آمید به‌طور معنی‌داری مقدار رواناب را کاهش و میزان نفوذپذیری را نیز افزایش می‌دهد (Tamsavas & Kara, 2011). در مطالعه دیگری با استفاده از پلیمر پلی‌آکریل‌آمید نیز مشخص گردید که پخش نمودن این پلیمر بر سطح خاک، مقاومت خاک را در برابر فرسایش بادی خاک افزایش می‌دهد و در این رابطه مقدار ۴ گرم بر مترمربع پلیمر اضافه شده، مؤثرتر از مقدار ۲ گرم بر مترمربع عمل نموده است (He *et al*., 2008). طی بررسی بر روی استفاده از پلیمرهای مصنوعی و پلیمر طبیعی برای افزایش ثبات خاک در کشاورزی، ساخت و ساز و کاربردهای نظامی، مشخص شد که استفاده از کوپلیمر اکریل‌آمید (PAM) نقش مؤثری در کاهش فرسایش و همچنین کاهش گردوغبار در هنگام فرود چرخبال‌های نظامی دارد. در صورتی که جایگزین زیست تخریب‌پذیر آن، میکروفیبرهای سلولزی با اسید هیدرولیز شده (acid-hydrolyzed cellulose microfibrils) در غلظت مشابه با PAM در جویچه‌های آزمایشگاهی تأثیر کمتری بر فرسایش و رسوب داشت (Orts, 2007). در مطالعه دیگری استفاده از مالچ پلاستیکی تجزیه‌پذیر مورد بررسی قرارگرفت. نتایج آن نشان داد که با وجود مزایای متعدد، حذف و دفع مالچ پلی اتیلن معمولی یک محدودیت عمده زراعی، اقتصادی و زیست محیطی است. استفاده از مالچ پلاستیکی قابل تجزیه در طول سال‌های ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۰ میلادی تصویب شد، اما آنها بسیار گران بودند. فیلم‌های پلاستیکی تخریب‌پذیر از طریق فعالیت میکروبی در خاک به دی‌اکسیدکربن، آب و مواد طبیعی تبدیل می‌شوند. این مخلوط‌های پلیمری، مبتنی بر نشاسته یا کوپلیمرها که می‌توانند هنگام قرار گرفتن در معرض محیط‌های فعال زیستی مانند خاک و کمپوست تخریب شوند، ولی با مواد تجزیه‌پذیر به‌دست آمده از نفت که مشابه پلیمرهای تخریب‌پذیر بوده و به‌عنوان فیلم مالچ کشاورزی با دوام‌تر ارائه شد، فرق دارد. زیرا پایه اصلی پلیمر و مواد افزوده شده به آن ممکن است پس از تخریب توسط گیاه و جانوران استفاده شده و تولید محصولات ارگانیک را محدود کند. دانش بیشتری در مورد تأثیر مالچ تجزیه‌پذیر بر رشد محصولات، کنترل ریزگردها، زیست‌توده خاک، باروری خاک و میزان تولید لازم است (Kasirajan & Ngouajio, 2012). در تحقیقی دیگر، امکان‌سنجی استفاده از روش به‌سازی بیولوژیکی با استفاده از باکتری های کلسیت‌ساز برای تثبیت ماسه‌های روان در محوطه‌های تاریخی و همچنین حفاظت بقایای باستان‌شناسی در هنگام و بعد از کاوش مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان داد دوغاب بیولوژیکی مورد استفاده قادر به تحکیم ماسه بادی تا عمق ۵۰cm است و تثبیت ماسه با مواد دوغاب زیستی موجب شده تا نفوذ سنبه در هر دو حالت بسیار کاهش یافته و حتی به صفر برسد (Baghbanan *et al*., 2016). تأثیر اختلاط نوعی پلیمر آبدوست با خاک در کشت گیاه مرتعی پانیکوم و اثر آن بر آبشویی کود نیتروژن بررسی شد. نتایج نشان داد که کاربرد پلیمر نه‌تنها در تأمین رطوبت خاک مؤثر است، بلکه با تأثیر بر تقویت خاک و کاهش آبشویی نیتروژن به‌ویژه در خاک‌های فقیر بیابانی که از بابت هر دو عامل رشد یعنی آب و نیتروژن در محدودیت بالاتری از خاک‌های معمول زراعی هستند، مؤثر می‌باشد (Banedj Schafie, 2015).

هدف از این تحقیق بررسی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و اقتصادی مالچ پلیمری شرکت ایمن پلیمر سازه به‌منظور امکان استفاده از آن برای تثبیت ماسه‌های روان و فرسایش بادی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق مراحل کار به دو بخش میدانی و آزمایشگاهی تقسیم گردید:

بخش میدانی: عرصه مالچ‌پاشی شده در منطقه جرقویه سفلی بخشی از تالاب گاوخونی قرار دارد که یکی از کانون‌های بحران فرسایش بادی در منطقه سگزی، رودشت

و جرقویه سفلی در استان اصفهان در بخش مرکزی ایران تشخیص داده شده است. این منطقه در محدوده ۵۲ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۹ دقیقه تا ۳۲ درجه ۲۷ دقیقه عرض شمالی در جنوب‌شرقی شهرستان اصفهان قرار دارد. این منطقه از شمال به اراضی کشاورزی حاشیه زاینده‌رود، از جنوب به جاده نیک‌آباد جرقویه، از غرب به جاده آسفالته نیک‌آباد جرقویه ـ اژیه و از شرق به حد تپه‌های ماسه‌ای مشرف به تالاب گاوخونی محدود و بخشی از محدوده بیابانی حاشیه تالاب گاوخونی محدود می‌شود. مسطح بودن منطقه باعث شده طبقات شیب و توپوگرافی زیادی در آن مشاهده نشود. تپه های ماسه‌ای در حاشیه تالاب گاوخونی دارای شکل‌های مختلفی است که تحت تأثیر بادها و طوفان‌ها به‌وجود آمده، این شکل‌ها شامل فرم بارخان متقارن، بارخان نامتقارن، تپه های عرضی و طولی و فرم‌های عصایی شکل می‌باشند. نمایی از عرصه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است (Saboohi, 2010).

شکل ۱- نمایی از عرصه تحقیق قبل از اجرای طرح

متوسط بارش سالیانه منطقه ۱۰۶ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه ۱۵/۲ درجه سانتی‌گراد است. میانگین تبخیر سالیانه در منطقه ۲۲۰۱/۵ میلی‌متر است. میانگین سرعت ماهانه شدیدترین بادها در طی یک دوره آماری ۲۴ ساله (۵۹ - ۸۳) از ۱۱/۷ متر بر ثانیه در شهریورماه تا ۱۹ متر بر ثانیه در فروردین‌ماه در نوسان است. جهت باد غالب در این منطقه از غرب به شرق می‌باشد. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه خشک و طبق تقسیم‌بندی آمبرژه، خشک سرد است. دشت سگزی به لحاظ گستردگی و شدت فرایند بیابان‌زایی یکی از مناطق بحرانی استان اصفهان محسوب می‌شود (saboohi, 2010).

مشخصات مالچ

مالچ مورد استفاده در این تحقیق، پلیمر تولید شده توسط شرکت ایمن‌آسیا می‌باشد که از طریق پلیمریزاسیون امولسیونی مونومرهای وینیلیک و اکریلیک تهیه شده است. در این واکنش مواد پایدار کننده، آغازگر، تنظیم کننده PH و البته مونومرها طی انجام زمان واکنش تبدیل به پلیمرهایی با زنجیره‌های قابل تنظیم از لحاظ وزنی یا مولکولی می-شوند. محصول نهایی به‌صورت امولسیونی از ذرات بسیار ریز (در حد زیر یک میکرون) می‌باشد که همگی در توده یا پایه اصلی رزین که همان آب است، شناور هستند. مواد اولیه به‌کار رفته در تولید این محصول مشابه موادی است که در صنایع لوازم آرایشی به‌کار می‌روند. محصول ذکرشده با

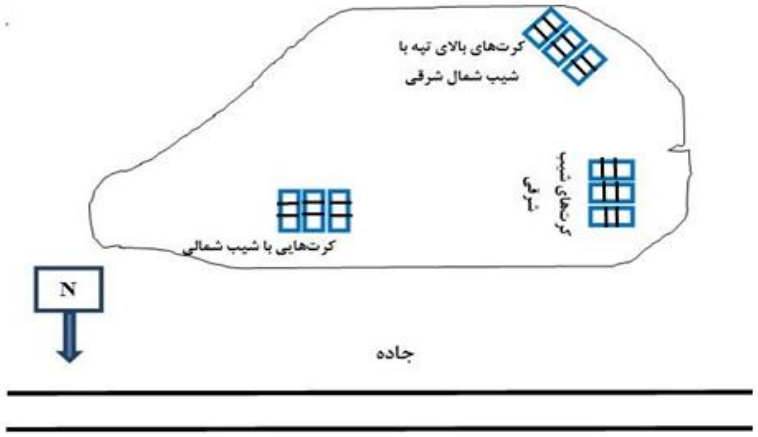
غلظت بالا در راکتور ۱۰ تنی تولید می‌گردد و قبل از مصرف تا غلظت مطلوب و مورد نیاز برای پاشش رقیق سازی می‌شود. پلیمر تولیدی پس از پاشش، توانایی ایجاد یک شبکه حجمی یا سه بعدی را با لایه سطحی خاک دارد که موجب تثبیت لایه سطح خاک می‌گردد. آغازگر استفاده شده در فرایند تولید از خانواده فروسولفات‌های محلول در آب می‌باشد که توانایی ایجاد رادیکال و پیش‌برد واکنش پلیمریزاسیون را دارد. مونومرها ازجمله استرهای اکریلیک و ونیل استرها می‌باشند. محصول نهایی کوپلیمری با واحدهای تکراری اکریلیک- وینیلیک بوده که با انعطاف‌پذیری مناسب می‌تواند چسبندگی مورد نیاز برای چسباندن ذرات خاک و مقاومت در مقابل فشار ضربه را تا حدود زیادی تأمین نماید.

عرصه در نظر گرفته شده برای تحقیق، سه تپه ماسه‌ای است که در یکی از کانون‌های برداشت فرسایش بادی در دشت سگزی قرار دارد.

روش تحقیق

این تحقیق در قالب بلوک‌های کاملا تصادفی و به‌صورت اسپلیت پلات در ۳ تکرار اجرا شد. تیمار این طرح شامل مقدار پلیمر پخش شده در هر مترمربع می‌باشد که در ۴ سطح، شامل شاهد و ۳ سطح پلیمر اجرا شد. سطح اول= ۱ کیلوگرم پلیمر در مترمربع، سطح دوم= ۱/۳ کیلوگرم پلیمردر مترمربع، سطح سوم= ۱/۶ کیلوگرم پلیمر در مترمربع است.

۱- بخش میدانی: پس از تعیین تپه‌های ماسه‌ای مورد نظر در منطقه، ابتدا بر روی یال پشت به باد هر تپه قسمتی به ابعاد ۱۸ ×۲۰ متر انتخاب و بعد در هر قسمت به سه قطعه به ابعاد ۵ ×۱۵ متری و هر قطعه به سه کرت ۵×۵ مترمربعی تقسیم گردید. با توجه به تجربه و توصیه تولیدکننده، ابتدا امولسیونی از پلیمر در آب با نسبت ۱ به ۳ (یک قسمت پلیمر و ۲ قسمت آب) تهیه و برای بررسی اثر آن بر کاهش فرسایش، حجمی از امولسیون که دارای ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ کیلوگرم پلیمر بود، برای تثبیت ماسه‌های روان در کرت‌های ۲۵ مترمربعی، به‌طور تصادفی توسط دستگاه سمپاش پشت تراکتوری پاشیده شد. مقادیر امولسیون استفاده شده به‌ترتیب برابر با ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ لیتر در هر کرت ۲۵ مترمربعی بود (شکل ۲).



شکل ۲- موقعیت شماتیک کرت‌های انتخاب شده بر روی تپه ماسه‌ای در منطقه

۲- بخش آزمایشگاهی: طی ۲ سال پایش از زمان مالچ پاشی، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی به روش استانداردهای آزمایشگاهی و همچنین آزمایش‌های مدلینگ با تونل باد قابل حمل و آزمایش‌های فرسایش بارانی توسط آزمایشگاه مدلینگ مرکز آموزش و تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان انجام شد.

۲-۱- آزمایش‌های فیزیکی: شامل اندازه‌گیری نفوذپذیری، دانه بندی، تراکم‌پذیری، درصد رطوبت و مقاومت فشاری انجام شد. سرعت آستانه فرسایش بادی توسط دستگاه تونل باد قبل و بعد از مالچ‌پاشی بر روی تپه‌های شنی منطقه و همچنین در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد.

۲-۲- آزمایش‌های شیمیایی: شامل اندازه‌گیری تغییرات میزان عناصر سمی و فلزات سنگین شامل کادمیوم، سرب، جیوه، نیکل، کرم، کبالت و منگنز خاک، pH و هدایت الکتریکی در عصاره اشباع، کربنات کلسیم، سدیم محلول و کربن آلی بر روی خاک عرصه قبل و بعد از مالچ‌پاشی انجام شد و با توجه به اینکه باد بر روی لایه سطحی خاک تأثیرگذار است، نمونه‌ها از عمق ۳ سانتی‌متری از سطح خاک برداشت شدند.

۲-۳- آزمایش‌های زیست محیطی: شامل اثر پلیمر بر رشد گیاه و بذر به صورت کشت گلخانه‌ای و صحرایی با بذر گونه‌های گیاهی موجود در منطقه بررسی شد.

۲-۳-۱- تعیین درصد جوانه‌زنی: بدین‌منظور، ابتدا بذرهای گونه‌های گیاهی غالب منطقه تهیه گردید. آنگاه برای تعیین درصد جوانه‌زنی، از آزمون جوانه‌زنی استاندارد استفاده شد. برای انجام این آزمایش ابتدا تعدادی پتری‌دیش به قطر ۹ سانتی‌متر در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد استریل و بعد ۱۰۰ عدد بذر از هر گونه، داخل هر یک از پتری‌دیش‌ها که حاوی یک عدد کاغذ صافی واتمن شماره یک بود در ۳ تکرار قرار داده شد. سپس ۱۹ میلی‌لیتر آب‌مقطر به هر ظرف افزوده و به انکوباتور منتقل و در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد به مدت یک هفته نگه‌داری شدند. به دنبال این کار، صد عدد از هر بذر انتخاب و در محیط گلخانه و صد عدد از هر گونه نیز در عرصه کاشته شد.

۲-۴- مطالعات اقتصادی: اثرهای اقتصادی استفاده از این پلیمر به جای مالچ نفتی شامل محاسبه بازده اقتصادی NPV (net present value)، هزینه‌های تأمین، نگهداری، حمل و کاربرد پلیمر در طرح محاسبه و بعد منافع حاصل از آن IRR (internal rate of return) در افزایش نفوذ رواناب، حفظ منابع خاک، افزایش میزان علوفه و کاهش خسارتهای ناشی از ریزگردها محاسبه شد. بدین‌منظور از شیوه‌های مرسوم جمع‌آوری اطلاعات اعم از اسنادی و میدانی استفاده شد. سپس با استفاده از نرم‌افزار اکسل، شاخص‌های بازده اقتصادی کاربرد پلیمر که در ادامه آورده شده است، تعیین گردید.

۲-۴-۱- محاسبه ارزش خالص فعلی (NPV) پروژه: به معنای ارزش به‌دست آمده ناشی از تنزیل جداگانه خالص درآمد برای هر سال، در تمام طول عمر پروژه با نرخ ثابت و از پیش تعیین شده تنزیل می‌باشد. این تفاوت از زمانی که اجرای پروژه باید شروع شود تنزیل می‌شود. خالص ارزش حال پروژه از رابطه زیر قابل محاسبه است.

$$NPV = \sum_{j=1}^{n} \frac{TRJ - TCJ}{(1+i)^j}$$

در این فرمول TR نشان دهنده درآمد، TC نشان دهنده هزینه، i نرخ تنزیل، n عمر پروژه و j نشان دهنده سال عمرپروژه است (Juhász., 2011).

نرخ تنزیل باید با نرخ واقعی بهره وام‌های بلندمدت در بازار سرمایه برابر باشد، اما به دلیل اینکه بازار سرمایه متشکلی در کشور وجود ندارد، نرخ تنزیل را می‌توان نرخ بهره رایج در بازار غیر رسمی یا نرخ بهره بانک‌های خصوصی در وام‌های بلندمدت برابر دانست. اگر محدودیت بودجه وجود نداشته باشد تمام پروژه‌های مستقل که ارزش خالص فعلی آنها بزرگتر یا مساوی صفر باشد قابل قبولند، یعنی سودمندی حاصل از این پروژه‌ها بیشتر یا مساوی حداقل نرخ بازده جذاب سرمایه‌گذاری می‌باشد. در صورتی که خالص ارزش فعلی مثبت باشد قابلیت سوددهی سرمایه گذاری در این پروژه بیشتر از نرخ تنزیل خواهد بود. اگر NPV برابر صفر باشد یعنی قابلیت سوددهی برابر نرخ تنزیل است و اگر NPV منفی باشد یعنی قابلیت سوددهی کمتر از نزخ تنزیل است. در این روش زمان انجام هزینه‌ها و دریافت درآمدها (زمان نقدینگی) در ارزیابی پروژه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۲-۴-۲- محاسبه نرخ بازده داخلی (IRR): این شاخص که تحت عنوان کارآیی نهایی سرمایه نیز از آن یاد می‌شود، عبارت است از نرخ تنزیلی که به‌ازاء آن، خالص ارزش حال طرح برابر با صفر خواهد بود. بنابراین نرخ بازده داخلی IRR را نرخی تعریف می‌کنند که ارزش حال خالص یک جریان نقدینگی را در افق برنامه‌ریزی برابر صفر می‌کند. این مقدار معمولاً با نرخ تنزیل مقایسه شده و در صورتی که بزرگتر یا مساوی آن باشد سرمایه‌گذاری موجه، درغیراین صورت ناموجه می‌باشد.

۲-۵- تعیین مقاومت فشاری: برای تعیین اثر پلیمر بر سختی خاک، از دستگاه سختی‌سنج (penetrometer) استفاده شد. اندازه‌گیری‌های مقاومت فشاری پس از خشک شدن عرصه انجام شد.

نتایج

سرعت آستانه فرسایش بادی بر روی تپه‌های ماسه‌ای منطقه که با استفاده از تونل باد اندازه‌گیری شد، برابر با ۵ متر بر ثانیه تعیین گردید. پس از مالچ‌پاشی با پلیمر مورد آزمایش، دستگاه بر روی هر یک از کرت‌های مالچ‌پاشی شده مستقر گردید. طی بررسی انجام شده، با افزایش سرعت باد تا بیش از ۱۱ متر بر ثانیه (حداکثر توان ایجاد سرعت باد توسط تونل باد مورد استفاده) نیز هیچ‌گونه علائمی از حرکت ذرات ماسه در لایه مالچ‌پاشی شده مشاهده نشد. در واقع سرعت آستانه فرسایش بادی بعد از مالچ‌پاشی به بیش از ۱۱ متر بر ثانیه افزایش یافته است. ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که این مالچ پلیمری توان کنترل فرسایش بادی تا سرعت ۱۱ متر بر ثانیه را دارد. نتایج حاصل از مطالعات مدلینگ تونل باد نشان داد که سرعت آستانه فرسایش بادی قبل از مالچ‌پاشی ۴/۵۶ متر بر ثانیه است. در عرصه تحقیق، سرعت آستانه فرسایش بادی بر روی تپه‌های ماسه‌ای قبل و بعد از مالچ‌پاشی تعیین گردید. بدین‌ترتیب که ابتدا دستگاه تونل باد بر روی ماسه‌ها مستقر و داده‌برداری انجام و مشاهده گردید با افزایش سرعت باد تا سرعت ۳/۵ متر بر ثانیه ابتدا پوسته‌های نمکی حرکت نموده و با ادامه این روند در سرعت حدود ۵ متر بر ثانیه ذرات ریز ماسه و شن به‌طور واضح به حرکت درآمدند، ازاین‌رو سرعت آستانه فرسایش در عرصه تحقیق برابر این مقدار تعیین شد که با مقدار محاسبه شده در آزمایشگاه مدلینگ مطابقت دارد و علت این اختلاف می‌تواند ناشی از دست‌خورده شدن نمونه‌ها در اثر انتقال به آزمایشگاه باشد. البته تکرار این بررسی در آزمایشگاه مدلینگ نیز نتیجه‌ای مشابه به همراه داشت. نتایج اندازه‌گیری‌های سختی عرصه مالچ‌پاشی شده نشان داد که مقاومت فشاری از صفر در کرت شاهد تا ۵ در کرت‌های مالچ‌پاشی شده نوسان داشت. این امر می‌تواند تابع عوامل مختلفی مانند مدت زمان خشک شدن، مقدار و یا غلظت مالچ استفاده شده باشد. برای نشان دادن تأثیر پلیمر بر تغییرات بافت خاک، دانه‌بندی ماسه‌های بادی بررسی و در جدول ۱ ارائه شده‌است.

جدول ۱- آنالیز اولیه بافت ماسه عرصه و ماسه دارای پلیمر

مشخصات نمونه	درصد وزنی (الک۲mm)	درصد وزنی (الک۱mm)	درصد وزنی (الک۰/۵mm)	درصد وزنی (الک۰/۲۵mm)	درصد وزنی (الک۰/۱۲۵mm)	درصد وزنی (الک۰/۰۷۵mm)	درصد وزنی (الک<۰/۰۷۵mm)
ماسه	۰/۰۲	۰/۲	۰/۶	۵۹/۹	۳۷/۶	۱/۳	۰/۵
ماسه دارای	۰/۰۶	۳/۳	۴/۳	۵۰/۷	۴۰/۳	۱/۲	۱/۵۰

مطابق با جدول بالا بیشترین درصد وزنی هر دو نمونه در اندازه ۰/۲۵ میلیمتر بوده و ۹۷/۷ درصد وزن نمونه ماسه عرصه در اندازه ۰/۲۵ و ۰/۱۲۵ میلی‌متر مشاهده شد. همچنین در نمونه ماسه دارای پلیمر نیز در حدود ۹۱/۱ درصد وزن نمونه‌ها در همین اندازه قرار گرفته‌اند، ولی توزیع ذرات در اندازه‌های بزرگ‌تر نیز در ماسه مالچ‌پاشی شده به‌طور قابل توجهی افزایش یافته است. این موضوع مشخص کننده این است که پلیمر مورد استفاده سبب افزایش اندازه دانه‌بندی ذرات ماسه شده‌است.

مطابق با جدول ۲ بذر گونه *Zygophyllum eichwaldi* از بالاترین درصد قوه نامیه برخوردار بوده و پس از آن بذر گونه *Cymbopogon olivieri* بالاترین درصد قوه نامیه را در میان گونه‌های دیگر به خود اختصاص داده است.

جدول ۲- بررسی قوه نامیه در درجه حرارت ۲۵ درجه سانتی‌گراد

نام گونه	درصد جوانه‌زنی
Calligonum comosum	۰
Cymbopogon olivieri	۶۰
Cyperus conglomerates	۰
Salsola tomentosa	۰
Stipa barbata	۵۰
Stipagrostis plumose	۴۰
Stipagrostis pennata	۵۰
Stipagrostis karelinii	۰
Zygophyllum eichwaldi	۷۲

در مطالعات آزمایشگاهی پس از کشت سینی‌ها و پاشش پلیمر با غلظت‌های تعیین شده، بر روی سینی‌های کشت شده، تعداد بذرهای جوانه زده در طی دوره زمانی مناسب بررسی که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است. مطابق با این جدول گونه *Zygophyllum eichwaldi* در مالچ حاوی ۱۰۰ کیلوگرم پلیمر بیشترین تعداد بذر جوانه زده را داشت.

جدول ۳- تعداد بذر جوانه زده در غلظت‌های مختلف پلیمر (kg/m^2)

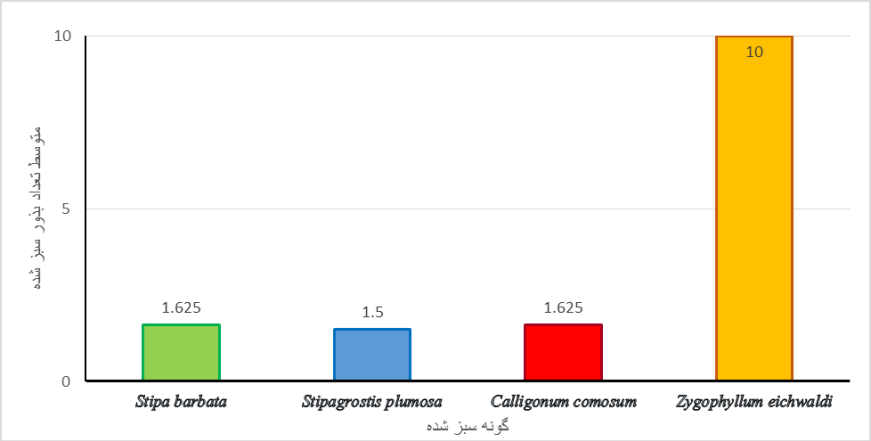
نوع گونه	غلظت امولسیون پلیمر	تعداد بذر جوانه زده
Zygophyllum eichwaldi	۸۰	۱۰
	۱۰۰	۱۲
	۱۲۰	۱
Calligonum comosum	۸۰	۲
	۱۰۰	۲
	۱۲۰	۱
Stipagrostis plumosa	۸۰	۰
	۱۰۰	۲
	۱۲۰	۰
Stipa barbata	۸۰	۲
	۱۰۰	۰
	۱۲۰	۰

بررسی آماری نتایج حاصل از تأثیر غلظت مالچ بر جوانه‌زنی گیاهان در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۴- آنالیز واریانس تغییر غلظت مالچ بر رویش گیاه

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تکرار	۳	۵۹/۷۹**
غلظت	۳	۰/۵۴ns
گیاه	۳	۲۸۳/۴۲**
غلظت×گیاه	۹	۲/۸۲ns

همان‌گونه که در جدول ۴ مشخص است غلظت مالچ با ضریب همبستگی R^2=۰/۷۱ در هر دو سطح ۱ و ۵ درصد بر رویش گیاه معنی‌دار نمی‌باشد. در صورتی که مقایسه میانگین سبزشدگی گونه‌های مختلف (شکل ۳) نشان می‌دهد که *Zygophyllum eichwaldi* بیشترین میزان رویش را در عرصه‌های مالچ‌پاشی شده دارد.



شکل ۳- مقایسه میانگین سبزشدگی

جدول ۵- نتایج آزمایش‌های آنالیز ماسه خالص و ماسه دارای پلیمر

مشخصات نمونه	هدایت الکتریکی ($EC\times10^3$)	اسیدیته گل اشباع	درصد کربن آلی	درصد مواد خنثی شونده	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)
ماسه عرصه	۶/۲۶	۷/۹	۰/۰۳	۵۷	۱۰۰	۰	۰
ماسه دارای پلیمر	۳/۲۸	۷/۸	۰/۳۶	۵۷/۵	۱۰۰	۰	۰

نتایج خصوصیات شیمیایی خاک قبل و بعد از مالچ‌پاشی در جدول ۵ نشان داده شده است.

همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد ماسه دارای پلیمر نسبت به ماسه عرصه از هدایت الکتریکی کمتری در لایه ۳ سانتی‌متری سطحی خاک برخوردار بوده، همچنین ماسه آغشته به پلیمر درصد کربن آلی بالاتری را نشان می‌دهد.

همانطور که ذکر گردید برای بررسی میزان فلزات سنگین موجود در پلیمر استفاده شده، مقداری از آن را به دو صورت خشک و مرطوب برای تجزیه شیمیایی و اندازه‌گیری مقدار این عناصر به آزمایشگاه ارسال شد (جدول ۶).

جدول ۶- مقادیر فلزهای سنگین در نمونه پلیمر ایمن آسیا (ppm) و متوسط غلظت مجاز در خاک

نمونه	Pb	Cd	Zn	Ni	Cr	Co	Mn
پلیمر در حالت خشک ppm	ناچیز	۰/۰۳۸	۰/۱۸۱	۰/۱۰۱	۰/۲۵۴	ناچیز	۰/۱۰۲
پلیمر در حالت مرطوب ppm	۰/۰۲	۰	۰/۴۹	۰	۰	۰	۰
متوسط غلظت مجاز در خاک (mg/kg)	۱۰	۰/۰۶	۵۰	۴۰	۱۰۰	۸	۱۰

همانطور که در جدول ۶ ارائه شده است، تمامی عناصر سنگین موجود در پلیمر استفاده شده در این تحقیق (تولیدی شرکت ایمن آسیا) در حالت خشک و مرطوب کمتر از متوسط غلظت مجاز این عناصر در خاک می‌باشد. مقادیر متوسط غلظت مجاز فلزات سنگین در خاک توسط لیندسی بررسی و ارائه شده است (Lindsay., 1992). هدایت

الکتریکی لایه سخت شده توسط پلیمر بعد از مالچ‌پاشی برابر با ۳/۲۸ دسی‌زیمنس بر متر و مقدار آن در نمونه (ماسه) برداشت شده از عرصه قبل از مالچ‌پاشی ۶/۲۶ دسی زیمنس بر متر اندازه‌گیری شد. با توجه به شرایط مالچ‌پاشی و خصوصیات شیمیایی پلیمر استفاده شده، کاهش مقدار هدایت الکتریکی لایه مالچ‌پاشی شده تنها به دلیل آبشویی انجام شده‌است. نتایج به‌دست آمده حکایت از این دارد که پلیمر مذکور سبب افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک نشده و اثر سویی بر خاک ندارد. مطالعه اجمالی بر نحوه زندگی و فعالیت موجودات زنده در قسمت‌های مالچ‌پاشی شده، نشان می‌دهد که مالچ‌پاشی تأثیر محسوسی بر فعالیت موجودات در این مناطق نداشته و حضور لانه حشرات و جوندگان در این مناطق شاهدی بر این مدعاست (شکل ۴).

شکل ۴- اثر فعالیت موجودات زنده و زنده‌مانی گیاهان پس از مدت ۲ سال از اجرای مالچ‌پاشی

به‌منظور درک بهتر، جنبه‌های اقتصادی کاربرد مالچ پلیمری با کاربرد مالچ نفتی مورد مقایسه قرار گرفت. کاربرد اجرایی و خلاصه هزینه‌های مربوط به هر یک از انواع مالچ در جدول ۷ منعکس شده است. مالچ پلیمری در هنگام استفاده نیازی به گرم کردن ندارد، در حالی که مالچ نفتی در هر شرایطی باید به صورت گرم مورد استفاده قرار گیرد (از بارگیری تا زمان مالچ‌پاشی) و درجه حرارت آن باید در حدود ۶۰ درجه سانتی‌گراد باشد، به این دلیل مصرف مالچ نفتی علاوه بر مشکلات حمل و نقل، هزینه‌های مربوط به این بخش را افزایش می‌دهد. در مالچ نفتی برای انتقال و پاشش نیازمند تانکرهای مخصوص با شعله بوده و برای انتقال به عرصه و مالچ‌پاشی دستگاه اسکی و بولدزر نیاز است و دستگاه پاشیدن مالچ نفتی بر روی عرصه نیز مخصوص این کار ساخته می‌شود. همچنین به علت گرمی هنگام پاشش احتمال آتش‌سوزی، سوختگی و آسیب‌های شدید پوستی و تنفسی وجود دارد. در صورتی که انتقال پلیمر به منطقه نیاز به دستگاه‌های پیشرفته نداشته و با استفاده از یک تانکر و لوله معمولی می‌توان پلیمر را بر سطح مورد نظر پاشید. بنابراین استفاده از مالچ پلیمری خطرات کمتری به دنبال داشته و سهولت حمل و پاشش پلیمر در مقایسه با مالچ نفتی بسیار ساده‌تر و کم هزینه‌تر می‌باشد.

در این پروژه هزینه‌های مالچ‌پاشی که بیشترین هزینه اجرا را به خود اختصاص می‌دهد در یک مقطع کوتاه‌مدت انجام می‌شود و با توجه به اینکه عمر مفید پروژه ۲/۵ سال است، درآمدهای حاصل از پروژه که در واقع کاهش خسارتهای ناشی از طوفان‌های ماسه و ریزگردها می‌باشد (حداقل ۴۱۵۳ میلیارد ریال در سال) طی ۲/۵ سال ایجاد می‌شود. بنابراین ارزش فعلی درآمد پروژه در هر هکتار با نرخ تنزیل (NPV) ۲۰ درصد، در این مدت حدود ۱۱۳/۴ میلیون ریال و ارزش خالص آن به‌طور متوسط ۲۵/۴ میلیون ریال خواهد بود. بر این اساس و با توجه به اینکه ارزش فعلی درآمد پروژه به مراتب بیشتر از ارزش خالص آن است، ارزش خالص پروژه مثبت بوده و این امر نشان دهنده اقتصادی بودن انجام پروژه حتی بر اساس اثرهای

قابل ارزش‌گذاری آن می‌باشد (Zistban Institute, 2003). با توجه به میزان هزینه و درآمد هر هکتار از انجام این عملیات در طول عمر مفید آن، نرخ بازده داخلی (IRR) آن حداقل ۲۵/۵ تا حد اکثر ۳۲/۵ درصد می‌باشد که این مقادیر بیش از نرخ بهره بانک‌های خصوصی در وام‌های میان‌مدت می‌باشد، ازاین‌رو سرمایه‌گذاری در این طرح اقتصادی است.

جدول ۷- مقایسه هزینه‌های کاربرد مالچ نفتی و پلیمر جایگزین در هر هکتار (بر اساس قیمت‌های سال ۱۳۹۲)

محصول	مالچ مورد نیاز تن در هکتار	قیمت هر کیلوگرم (ریال)	هزینه تأمین مواد در هکتار (ریال)	هزینه اجرا، حمل و نقل، کارگر و ادوات (ریال)	جمع کل (ریال)
۱- مالچ نفتی[a] و [b]	۱۰	۱۲،۸۱۸	۱۲۸،۱۸۰،۰۰۰	۱۱۰،۵۰۰،۰۰۰	۲۳۸،۶۸۰،۰۰۰
۲- پلیمر[c] جایگزین	۲	۳۶،۰۰۰	۷۲،۰۰۰،۰۰۰	۲۶،۴۳۹،۰۰۰	۹۸،۴۳۹،۰۰۰
اختلاف ۲ از ۱	-۸	۲۳،۱۸۲	-۵۶۱۸۰۰۰۰	-۸۴۰۶۱۰۰۰	-۱۴۰۲۴۱۰۰۰

منبع: [a و b] اداره کل منابع طبیعی اهواز، ۱۳۹۱ و بورس کالای ایران ۱۳۹۲ و [c] شرکت ایمن پلیمر سازه، ۱۳۹۲

بحث

ضرورت بررسی مشکلات مهار ماسه‌های روان در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، منجر به پایه‌ریزی برنامه هایی به صورت خاص برای احیاء دوباره پوشش گیاهی، حفاظت خاک و تثبیت تپه‌های شنی شده است. برای تثبیت ماسه‌های روان، روش‌های مختلف شیمیایی (استفاده از مالچ ها، روغن‌ها، سوپرجاذب‌ها، مواد شیمیایی گوناگون و غیره)، مکانیکی (استفاده از بادشکن در مقابل حرکت باد) و بیولوژیکی (استفاده از کاشت گیاهان سازگار و یا جنگل زایی) وجود دارد (Abtahi, 2019). سال‌هاست که روش-های متفاوت و مختلفی برای کنترل و جلوگیری از حرکت ریزگردها، ذرات شن و ماسه در عرصه‌های بیابانی مورد استفاده و آزمون قرار گرفته‌است. هدف از تمام این روش‌ها برطرف نمودن معضل اصلی مناطق بیابانی یعنی جلوگیری از گسترش آن می‌باشد. استفاده از کاه گل گرفته تا مواد نفتی (یکی از پراستفاده‌ترین مواد در سال‌های گذشته)، هر یک دارای معایب و محاسن خاص خود می‌باشد و اثرهای متفاوتی بر عرصه مورد استفاده نشان می‌دهند. در چند سال اخیر با هدف دستیابی به روش‌ها و موادی که کمترین اثر سوء را بر محیط گذاشته و در عین حال قابلیت حفظ و کنترل حرکت ماسه‌ها را نیز داشته باشد، استفاده از ترکیبات شیمیایی و پلیمرهایی مانند ترکیب کربنات کلسیم و منیزیم یا هیدروپلیمرهایی که از ترکیب مواد محلول با الیاف کاغذ حاصل از بازیافت حاصل می‌شود، رایج شده است. در این تحقیق نیز نوعی پلیمر که از پلیمریزاسیون امولسیونی مونومرهای وینیلیک و اکریلیک تهیه شده به‌عنوان مالچ استفاده گردیده و معایب و محاسن آن در عرصه و آزمایشگاه بررسی شده است. آنچه مسلم است تمام موادی که دارای چسبندگی مناسب باشند قابلیت استفاده به‌عنوان مالچ را دارند اما چه اثرهایی را در محیط به همراه دارند نیاز به بررسی و دقت دارد که در این قسمت به بحث در مورد این اثرها پرداخته شده است. در آغاز مراحل کار مطابق با همه کارهای مشابه سرعت آستانه فرسایش در عرصه مورد آزمایش قرار گرفت که مقدار آن ۵ m/s بدست آمد. پلیمر مورد آزمایش در این مورد توان قابل ملاحظه‌ای از خود نشان داده، به‌طوری‌که با افزایش سرعت تا ۱۱ m/s هیچگونه تأثیری در مقاومت مالچ در مقابل باد نداشته و مالچ توانسته از حرکت ماسه‌ها به‌طور کامل جلوگیری نماید.

در این راستا، Movahedan و همکاران (۲۰۱۲)، نشان دادند که نتایج حاصل از آزمایش‌های فرسایش در تونل باد، با بادی با سرعت ۲۶ متر بر ساعت، اختلاف معنی‌داری بین میزان فرسایش بادی نمونه‌های خاک تیمار شده با پلیمر مورد استفاده آنان و نمونه‌های تیمار شده با آب وجود داشت که نتایج این تحقیق را تأیید می‌نماید. این پلیمر دارای پایداری و مقاومت مناسب پس از خشک شدن است و با تغییر رطوبت میزان مقاومت آن کم و زیاد می‌گردد، یعنی هر چه میزان رطوبت در لایه مالچ‌پاشی شده افزایش یابد، مقاومت آن کاهش یافته و جوانه‌زنی بذرها در داخل لایه و زیر آن راحت‌تر انجام می‌شود و همچنین شکل‌پذیری آن را به راحتی توجیه می‌نماید. البته باید به این مورد توجه داشت که کم شدن مقاومت پلیمر به معنای افزایش امکان فرسایش نیست، بلکه فقط ساختار لایه سطحی کمی نرم‌تر شده که خروج جوانه اولیه گیاهان از آن ساده‌تر انجام شود. ازجمله اثرهای مهم و قابل بررسی در هر نوع مالچ تأثیرات آن بر خصوصیات و ساختار بستری است که این ماده بر روی آن پاشیده می‌شود، به‌طوری‌که می‌توان آن را به دو دسته شیمیایی و فیزیکی تقسیم‌بندی کرد. همان‌گونه که در نتایج آمده است به‌جز Ec و مواد آلی تغییر چندانی در سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده مشاهده نمی‌شود که علت کاهش Ec وجود مقدار آب قابل ملاحظه در سوسپانسیون پلیمر، هنگام مالچ‌پاشی بوده که بخش قابل ملاحظه‌ای از مواد محلول را با خود به لایه پایین‌تر منتقل می‌نماید. گزارش مشابه با این مورد در منابع مشاهده نشد و هیچ‌یک از منابع یا به این مورد دقت ننموده و یا مالچ مورد استفاده تأثیری بر شوری لایه سطحی خاک نداشته‌اند. وجود مقدار کربن آلی زیاد در لایه پلیمردار نیز به علت وجود کربن آلی خود پلیمر می‌باشد. میزان فلزات سنگین موجود در ساختار اتمی پلیمر استفاده شده، نشان می‌دهد که به‌خودی خود هیچ گونه اثر سویی از لحاظ ایجاد مسمومیت ندارد. Lindsay (۱۹۹۲)، میزان حد مجاز عناصر سنگین را در خاک ارائه کرده است (جدول ۶). مقدار عناصر سنگین در این مطالعه نسبت به مقادیر ارائه شده توسط Lindsay به مراتب کمتر بوده که مؤید عدم ایجاد مسمومیت در خاک توسط این پلیمر می‌باشد. همچنین چون فلزات سنگین فاقد حرکت و جابجایی در خاک می‌باشند، امکان آلوده نمودن هم در حجم زیاد مصرف منتفی بوده، زیرا با افزایش وزن مالچ مورد استفاده، مقدار فلزات سنگین و سطح مورد استفاده (مساحتی که مالچ توزیع می‌شود) هم افزایش یافته و خود به خود امکان تجمع این گونه مواد وجود نخواهد داشت. از سوی دیگر این عناصر در ساختار مولکولی پلیمر قرار دارند که برای آزاد شدن و ایجاد اثرهای منفی آنها مستلزم تجزیه و تخریب ساختار مولکولی پلیمر می‌باشد که این عمل در طبیعت نیاز به زمان بیشتری دارد. Rabiee و همکاران (۲۰۱۱)، در تحقیق خود به نتیجه‌ای مشابه نتایج این پروژه رسیدند و متوجه شدند که استفاده از پلیمر سبب افزایش قطر و پایداری خاکدانه‌ها بعد از مالچ‌پاشی می‌شود که این عامل سبب کاهش فرسایش می‌شود. در این تحقیق نیز قطر خاکدانه همان‌گونه که در جدول دانه‌بندی (جدول ۱) ارائه شده است، قطر ذرات ماسه بین ۰/۷۵ تا ۰/۱۲۵ میلی‌متر بیشترین مقدار ذرات را به خود اختصاص داده‌اند و بعد از اینکه مالچ‌پاشی انجام شود تغییر چندانی در این محدوده در دانه‌بندی به وجود نیامده است، ولی توزیع ذرات در اندازه‌های بزرگ‌تر (۰/۵ تا ۲ میلی‌متر) در ماسه مالچ‌پاشی شده به‌طور قابل توجهی افزایش یافته‌است که مشخص کننده اثر مالچ بر افزایش دانه‌بندی ذرات ماسه می‌باشد. شرایط زیست محیطی تأثیر مالچ بر رویش گیاه و همچنین اثر آن بر موجودات منطقه مورد بررسی قرار گرفت و مشاهده شد که در صورت وجود رطوبت در حد مناسب و زمان کشت به موقع، درصد جوانه‌زنی در حد قابل قبولی را نشان می‌دهد. همچنین وجود حشرات، جوندگان و ... در لایه‌های زیرین مشخص کننده بودن این موضوع است که پلیمر اثر سمی نداشته و بر موجودات زنده محیط بی‌اثر است. در این تحقیق سه غلظت معرفی شده توسط شرکت مورد آزمایش قرار گرفت و مهمترین عاملی که می‌تواند بر تأثیر این پلیمر اثرگذار باشد، میزان استفاده شده و نحوه پاشش می‌باشد. در این مطالعه از ۲ تن در هکتار پلیمر غلیظ استفاده شد که

برابر با ۲۰ کیلوگرم در ۱۰۰ مترمربع می‌باشد. ابتدا با اضافه کردن حجم مشخصی از آب امولسیون یکنواختی از پلیمر به دست آمد، سپس با سه تکرار مقدار پلیمر ۸۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در کرت‌های آزمایشی ۷۵ مترمربعی مالچ‌پاشی شد. از آنجا که پلیمر ایمن آسیا باید به صورت امولسیون در پایه آب رقیق شده و استفاده شود، مقادیر امولسیون مورد استفاده در هر تکرار به‌ترتیب برابر با ۱۶۰، ۲۰۰ و ۲۴۰ لیتر بود. از این سه مقدار مالچ استفاده شده یکنواخت‌ترین مقدار ۲۰۰ $lit/75m^2$ می‌باشد، زیرا مقدار ۱۶۰ $lit/75m^2$ هم به علت کمی مقدار پلیمر و هم از لحاظ حجم برای اینکه به طور کامل سطح کرت را پوشش دهد، کافی نبوده و یکنواخت توزیع نمی‌شود. مقدار ۲۴۰ $lit/75m^2$ هم به دلیل زیاد بودن حجم مورد استفاده، پاشش مالچ بوسیله پاشنده باید تکرار شود که در مرحله دوم با کمبود مقدار پلیمر مواجه شده و یکنواختی را از بین می‌برد، از سویی استفاده بیشتر از نهاده‌های استفاده شده که تأثیر مثبت و معنی‌داری را در افزایش کارایی ماده به‌کار گرفته شده نداشته باشد می‌تواند توجیه اقتصادی طرح را نیز کمتر کند. در این راستا نتایج بدست آمده با تنایج تحقیقات He و همکاران مشابه است. آنان هم متوجه شدند که با افزایش مقدار پلیمر مورد استفاده از ۲ گرم به ۴ گرم، مقدار فرسایش به مراتب کاهش می‌یابد، با این تفاوت که برآورد اقتصادی این افزایش را مورد تحلیل قرار ندادند. با توجه به اینکه هر سال حجم عظیمی از خاک‌های حاصلخیز و آب‌های جاری کشور از دسترس خارج می‌گردد و روز به روز از توان تولید در این بخش کاسته می‌شود. یکی از اولین نتایج فعالیت‌های عملیات مالچ‌پاشی جلوگیری از این هدررفت‌ها و حفظ سرمایه‌های زیربنایی کشور برای فراهم کردن تولیدات مختلف زراعی، کشاورزی، چوب، اثرهای منفی اقتصادی– اجتماعی – بهداشتی و غیره می‌باشد. در زمینه تقویت ظرفیت‌های بالقوه تولید باید اضافه کرد که عملیات حفاظت خاک، پس از اینکه در کوتاه‌مدت سیر هدررفت خاک را متوقف می‌نماید، در میان‌مدت با حفظ رطوبت و مواد آلی خاک، افزایش تولید را در واحد سطح موجب می‌گردد. در این پروژه با توجه به اینکه هزینه‌های اولیه یکجا و در یک مدت کوتاهی انجام می‌شود، ولی درآمدهای حاصل در ۲/۵ سال به وقوع می‌پیوندد، NPV پروژه مثبت بوده و قابلیت سوددهی دارد. همچنین نرخ بازده داخلی (IRR) پروژه به طور متوسط ۲۸/۷ درصد می‌باشد که این مقدار نیز بیشتر از نرخ بهره بانک‌های خصوصی در وام‌های میان‌مدت می‌باشد، بنابراین سرمایه‌گذاری در این طرح حتی بر اساس اثرهای قابل ارزش‌گذاری آن، اقتصادی است.

منابع مورد استفاده

– Abtahi, S.M., 2019. Investigation of biodegradable polymer-cellulosic mulch durability and its effects on seed germination and establishment of desert plants. Iranian Journal of Range and Desert Research, 26(3): 517-530.

– Ahmadi, H. and Mesbahzadeh, T., 2011.Comparison of sand drifts potential stimating, using momentum method and fryberger velocity classes method (case study: Jask and Kerman). Journal of Water and Soil, 25(1): 11-18.

– Azimzadeh, H.R., Ekhtesasi, M.R., Refahi, H.G.H., Rohipour, H. and Gorjie, H., 2008. Wind erosion measurement on fallow lands of Yazd-Ardakan plain, Iran. Journal of Desert, 13: 167-174.

– Azimzadeh, H.R. and Ekhtesasi, M.R., 2004. Threshold velocity relation to soil physical and chemical properties in Iranian central plain (case study: Yazd- Ardakan plain). Quarterly Iranian Journal of Natural Resources, 57(11): 225-234.

– Baghbanan, A., Ramezanifar, F., Hashemolhosseini, H. and Razani, M., 2016. Possibility of using biogrout for stabilization of sand dunes in desert areas with approach in conservation of archaeological remains. Jornal of Research on Archaeometry, 2(1): 17-27.

– Banedj Schafie, S.H., 2015. Effect of a superabsorbent polymer on the growth of Panicum antidotale and nitrogen leaching. Iranian Journal of Range and Desert Research, 22(3): 595-605.

– Ekhtesasi, M.R., Ahmadi, H., Khlili, A., Saremi Naeini, M.A. and Rajabi, M.R., 2005. An application of wind rose, storm rose, and sand rose in the analysis of wind erosion and determining the direction of moving sands (case study srea: Yazd – Ardakan Basin). Journal of the Iranian Natural Research, 59(3): 533 – 541.

– Farahpoor, M., Ghayour, F., Sharbaf, H. and

Joh Wiley & Sons. Inc. New York. 210pp.
– Movahedan, M., Abbasi, N. and Keramati, M., 2012. Wind erosion control of soils using polymeric materials. Eurasian Journal of Soil Science, 2: 81 – 86.
– Orts, W.J., Roa-Espinosa, E., Sojka, A.R., Glenn, G.M., Imams, S.H., Erlacher, K. and Skov Pedersen, J., 2007. Use of synthetic polymers and biopolymers for soil stabilization in agricultural, construction, and military applications, 19(1): 58-66.
– Rabiee, A., Gilani, M. and Jamshidi, A., 2011. Preparation of anionic based acrylamide polyelectrolytes for soil establishment. Iranian Journal of polymer Science and Technology, 24(4): 300-291.
– Refahi, H., 2012, Wind Erosion and Conservation, Tehran University, Iran, 6th edn, 320p.
– Saboohi, R., 2010. Executive plan of critical centers of wind erosion in Sajzi region. Water resources report. (Sabzandishan Espadana Company), General Department of Natural Resources of Isfahan Province, Isfahan Desert Office. 90pp.
– Tamsavas, Z. and Kara, A., 2011. The effect of polyacrylamide (PAM) applications on infiltration, runoff and soil losses under simulated rainfall conditions. African Journal of Biotechnology, 10 (15): 2894-2903.
– Zistban Institute, 2003. Report on the role of mining activities and gypsum kilns in desertification of East Isfahan, 121, pp.

Yosefizade, H., 2005. Compresion of water absorbent and non-oil malch with oil mulch on seed germination and sand dune stabilization. Iranian Journal of Range and Desert Research, 12(2): 121-206.
– 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. Journal of Environmental Monitoring and Assessment, 145:185–193.
– Jafari, F., Kartoolinejad, D., Amiri, M., Shayanmehr, M. and Akbarian, M., 2017. Long term effect of oil mulch on richness and biodiversity of soil macro-fauna and vegetation in Jask, Iran. Arid Biome Scientific and Research Journal, 7(1); 27-38.
– Juhász, L., 2011. Net present value versus internal rate of return, Recent ISSUES in Economics development. Journal of Economics and Sociology, 4(1): 46-53.
– Kasirajan, S. and Ngouajio, M., 2012. Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review. Agronomy for Sustainable Development, Springer Verlag/EDP Sciences/INRA, 32 (2): 501-529.
– Kavulich, J.M., 2008. The Physics of sand dune formation and migration on mars, a majorqualifying project report submitted to the faculty of the worcester polytechnic institute in partial fulfillment of the requirements for the degree of bachelor in physics of science, 62pp.
– Lindsay, W. L., 1992. Chemical Equilibria in Soil.

Investigating the possibility of using Imen Asia polymerin to reduce wind erosion and dust

R. Saboohi[1*], F. Heidari[2], M. Khodagholi[3] and S. Salehpoor[4]

1*- Corresponding author, Ph.D. of Range Management, Isfahan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran, Email: razieh_saboohi@yahoo.com
2- Research Division of Soil Conservation and Watershed Management, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran
3- Associate Proffessor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, AREEO, Tehran, Iran
4- Researcher, Isfahan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Received:02/21/2020 Accepted: 09/29/2020

Abstract

The use of polymers to control wind erosion has been considered in recent years. However, before recommending them as mulch, their effects on the environment and reduction of wind erosion should be investigated. In this paper, the effect of Imen Asia polymer in stabilizing quicksands and reducing wind erosion in both laboratory and field sections in the Lower Jargooiyeh region was investigated. For this purpose, first, an emulsion of polymer in water with a ratio of one to three (one-part polymer in two parts water) was prepared and to investigate its effect on reducing erosion, a volume of emulsion containing 80, 100, and 120 kg of polymer in 25 m2 plots Sprayed with three repetitions. The results showed that the wind erosion threshold speed after mulching increased from 3.5 to more than 11 m / s in all treatments. The study of the environmental effects of the polymer showed that the concentration of mulch did not affect the germination of native plants and the lifestyle of insects and rodents in the area. The effect of polymer on the physical and chemical properties of soil, including changes in the number of toxic elements and heavy metals on the soil before and after mulching, also confirms that it does not have a negative effect on these properties. Economically, the cost of using this polymer per hectare was evaluated. Based on the net present value (NVP) of this material and its internal rate of return (IRR), the economics of using it and investing in the use of this polymer as mulch are justified. Due to the lack of harmful effects on the environment and the ability to reduce wind erosion and economical to oil mulch, the use of this polymer as mulch is recommended.

Keywords: Polymer, mulch, wind erosion, dust, environmental technology.