نشریه علمی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۶ شماره ۳، صفحه ۵۳۰-۵۱۷، (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2019.119986
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0875.1398.27.517.76.3.1576.1610

بررسی دوام مالچ زیست‌تخریب‌پذیر پلیمر- سلولزی و اثر آن بر جوانه‌زنی و استقرار گیاهان بیابانی

سید مرتضی ابطحی

دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، پست الکترونیک: morabtahi70@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۷/۲۷

چکیده

یکی از معضلات زیست محیطی در مناطق خشک و بیابانی کشور که بصورت فرا حوضه‌ای عمل می‌کند، فرسایش بادی و تبعات ناشی از آن مانند توفان‌های گردوغبار و جابجایی توده‌های عظیم ماسه می‌باشد. به‌منظور مبارزه با فرسایش بادی روش‌های مختلفی وجود دارد که پایدارترین آنها احیا بیولوژیک با بهره‌گیری از گیاهان مقاوم به خشکی و شن‌دوست می‌باشد. استقرار اولیه این گیاهان، مستلزم به‌کارگیری مواد تثبیت‌کننده ماسه مانند مالچ‌ها می‌باشد. مالچ‌های استفاده شده در گذشته، محصول صنایع و پالایشگاه‌های نفتی بود که باوجود محاسنی مانند مقاومت و انعطاف، تبعات زیست محیطی بسیاری را در پی داشت. ازاین‌رو محققان و دانشمندان کشور بر آن شدند محصولی جایگزین مالچ نفتی با خصوصیات سازگاری با محیط‌زیست ارائه کنند. یکی از این محصولات، مالچ پلیمر سلولزی نانو سلوفید تولیدی گروه شیمی دانشگاه مالک‌اشتر اصفهان است. این مالچ در عرصه‌های ماسه‌ای نوار ریگ‌بلند کاشان مورد استفاده قرار گرفت و طی آن مقاومت مالچ نسبت به شرایط محیطی کاشان، تأثیرگذاری آن روی استقرار گیاه و نحوه جذب و نگهداری رطوبت خاک بررسی گردید. نتایج نشان داد که این مالچ اثر منفی در استقرار گیاه ندارد. مقاومت آن نسبت به فرسایش بادی تا چند ماه اول پاشش بسیار خوب است. اما به مرور زمان و در ماه‌های گرم تابستان، شکاف‌هایی بر روی آن ظاهر می‌شود که تا حدودی خاصیت تثبیت‌کنندگی مالچ را تحت‌الشعاع قرار می‌دهد. میزان رطوبت خاک در تیمار ۱۰ تن حدود ۴/۵ درصد بیشتر از شاهد بود. در مجموع بدلیل سله‌بندی و ایجاد ترک، این مالچ نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای مالچ‌های نفتی باشد.

واژه‌های کلیدی: احیا بیولوژیک، تپه‌های ماسه‌ای، تثبیت شن، فرسایش بادی، مالچ زیست‌تخریب‌پذیر پلیمر- سلولزی.

مقدمه

ضرورت بررسی مشکلات مهار ماسه‌های روان در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته، منجر به پایه‌ریزی برنامه‌هایی 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 مالچ‌ها، روغن‌ها، سوپرجاذب‌ها، مواد شیمیایی گوناگون و غیره)، مکانیکی (استفاده از بادشکن در مقابل حرکت باد) و بیولوژیکی (استفاده از کاشت گیاهان سازگار و یا جنگل‌زایی) وجود دارد. اگرچه تثبیت بیولوژیکی ماسه‌های روان، پایدارترین روش تثبیت محسوب می‌شود، اما در بسیاری موارد، استقرار گونه‌های گیاهی، مستلزم تثبیت اولیه ماسه‌های روان می‌باشد. فعالیت‌های مدیریتی و اجرایی کنترل فرسایش بادی در ایران به‌طور عملی، با اجرای ۴۰ هکتار عملیات آزمایشی کنترل بیولوژیکی ماسه‌های روان در سال ۱۳۳۸ و در منطقه الباجی اهواز آغاز و تا سال ۱۳۸۴ با اجرای ۶/۴۶ میلیون هکتار عملیات نهال‌کاری، مالچ‌پاشی،

بذرپاشی، احداث بادشکن زنده و غیرزنده، قرق، مدیریت هرز آب در استان‌های بیابانی کشور ادامه یافت (Refahi, 1999). بر اساس تحقیقات انجام شده با استفاده از تونل بادی مشخص گردیده که میزان فرسایش بادی تحت تأثیر اندازه خاکدانه‌ها قرار دارد (Chepil & Milne, 1941). ازاین‌رو استفاده از موادی مانند مالچ که باعث پیوند ذرات خاک می‌شود، کاهش جابجایی خاک توسط باد را موجب می‌گردد. کلمه مالچ در انگلیسی به معنی پوشش است. این مواد به صورت یک پوشش نازک، سطح خاک را پوشانده و خاک، آب و گیاه را از جنبه‌های مختلف حفظ می‌کند. این واژه پیش‌تر به پوشش سطح خاک به وسیله مواد آلی از قبیل کاه و کلش، برگ گیاهان و گاهی کود حیوانی و مواد مشابه اطلاق می‌شد. در حال حاضر، مالچ به مواد طبیعی و یا مصنوعی دیگری که پوشش محافظتی بر روی خاک ایجاد کرده و سطح خاک را از آسیب عوامل مختلف مانند باد و باران مصون نگه می‌دارد، گفته می‌شود. از مالچ‌هایی که در حال حاضر مورد استفاده قرار می‌گیرند، می‌توان به فراورده‌های سنگین نفتی، کاه و قیر امولسیونه، فیبر، سنگریزه، کاغذ، پشم شیشه، لایه‌های نازک پلاستیک، پلی‌اتیلن و سلوفان اشاره نمود. مالچ‌های نفتی با وجود مزایای زیاد، دارای معایب زیر هستند.

الف) آسیب‌های زیست محیطی ناشی از پراکندگی ذرات مواد نفتی در محیط؛

ب) افزایش دمای منطقه در ماه‌های گرم سال؛

پ) هزینه‌های نسبتاً زیاد به‌ویژه در سال‌های اخیر؛

ت) نیاز به تخصص کافی و تجهیزات زیاد که موجب محدودیت استفاده از آن می‌شود؛

ث) آسیب به نسوج گیاهی و یا خشکیدگی آنها در موقع پاشیدن (Diouf *et al.*, 1990).

به‌طور کلی در تهیه امولسیون مالچ نفتی، ٪۵۰ قیر طبیعی را با ٪۵۰ آب مخلوط می‌کنند. در برخی موارد حدود ٪۲ رس و مواد افزودنی برای بهبود کیفیت مالچ به آن ترکیب اضافه می‌گردد (Ahmadi *et al.*, 2002; Jafarian, 2005). Vaezi (۲۰۱۰)، در بررسی پیرامون کاربرد مالچ‌های نفتی در مهار فرسایش بادی و تثبیت ماسه‌های روان، اثرهای مخرب مالچ‌های نفتی را به‌شرح ذیل بیان می‌نماید: ازآنجاکه مالچ‌های نفتی شبیه قیر هستند، ازاین‌رو رنگ تیره آنها ضریب جذب حرارت بالایی دارند. این نوع مالچ‌ها در ابعاد گسترده باعث گرم‌تر شدن منطقه نسبت به محیط مجاور شده که این خود توازن انرژی محیط را از بین برده و باعث پیدایش باد در منطقه می‌گردد؛ از سویی مالچ‌های سائیده شده و تخریب شده در محیط پراکنده شده و گردوغبار آن هم منجر به آلودگی محیط‌زیست و بروز مشکلاتی در رشد و نمو گیاهان، سلامتی انسان و جانوران گردیده، همچنین با امکان ورود مالچ‌ها به آب‌های زیرزمینی، تهدید بسیار مهمی برای آلودگی آب‌های زیرزمینی نیز به‌شمار می‌روند.

یکی از برهم‌کنش‌هایی که بین مالچ‌های بکاررفته به‌منظور تثبیت خاک و محیط اطراف وجود دارد، تأثیر مالچ بر خصوصیات زیست محیطی به‌ویژه جمعیت و فعالیت میکروبی خاک است. زیرا بخش زنده خاک نقش کلیدی و تأثیرگذار در پایداری اکوسیستم‌های درون و سطح خاک دارد. این موضوع در مورد مالچ‌های زیست‌تخریب‌پذیر که به‌منظور احیاء یک اکوسیستم بکار می‌روند و نیز از سویی عمده تجزیه آن به عهده موجودات زنده خاک است، اهمیت بالاتری پیدا می‌کند. ترکیبات زیست سازگار تثبیت‌کننده مالچ پلیمر- سلولزی مورد استفاده در این تحقیق، از طریق غنی‌سازی شیمیایی باقی‌مانده‌های سلولزی و تبدیل آنها به ترکیبات دارای قابلیت ژل شدن در آب تهیه می شوند. پلیمر زیست سازگار در طی واکنش‌های تراکمی ترکیبات پایه سلولزی با ترکیبات نیتروژن‌دار به روش پلیمریزاسیون امولسیونی ساخته می شود که یک نوع پلیمر زیست‌تخریب‌پذیر اصلاح شده جدید به شکل توده سفید رنگ جامد با خاصیت انحلال و ژل‌شوندگی در آب ایجاد می‌گردد. با حل نمودن مقادیر مشخصی از ترکیب حاصل در آب، مایع تثبیت و تغذیه به‌دست می‌آید. این محلول پس از پاشیده شدن بر روی سطح خاک و یا ماسه‌های روان، به سرعت به یک ژل چسبنده تبدیل شده و ذرات خاک را به هم می‌چسباند و یک لایه محافظ و مانع از حرکت بر روی آنها ایجاد می‌کند. در مورد به‌کارگیری مالچ در تثبیت ماسه‌های روان تحقیقات و مطالعاتی به‌شرح زیر انجام شده است. Diouf و همکاران (۱۹۹۰)، آزمایش‌هایی را در مورد استفاده از مالچ رسی به‌منظور تثبیت ماسه‌های روان انجام دادند. در مرحله اول

از مقادیر متفاوتی از مخلوط رس‌های بنتونیت و کائولینیت با ماسه‌های دانه ریز استفاده شد. در مرحله دوم از مخلوط رس بنتونیت و ماسه به‌عنوان مالچ استفاده شد. نتایج نشان داد مقاومت لایه سطحی تشکیل شده به سایش، با افزایش میزان رس در مخلوط مالچ بیشتر می‌شود. Ahmadi و Ekhtesasi (۲۰۰۰)، در بررسی اثر مالچ سنگریزه‌ای بر میزان فرسایش بادی نتیجه گرفتند که میزان فرسایش بادی بستگی کاملی به تراکم پوشش سنگریزه در سطح دارد. به‌طوری‌که با افزایش تراکم سنگریزه در سطح خاک میزان فرسایش کاهش یافته است. این نوع مالچ به دو طریق باعث کاهش فرسایش می‌شود: یکی جلوگیری از فرسایش بادی و دیگری به دام انداختن ذرات باد آورده در لابه‌لای سنگریزه‌ها. Yanli و Lio (۲۰۰۳)، بر اساس آزمایش‌های شبیه سازی شده در تونل باد و مطالعات صحرایی مشاهده کردند که اراضی دارای مالچ سنگریزه‌ای می‌تواند مقدار فرسایش بادی را ۸۴ تا ۹۴٪ نسبت به اراضی بدون مالچ کاهش دهد، همچنین به دام‌اندازی ذرات رسوب را ۱/۶ تا ۱/۸ بار افزایش دهد. Farahpour و همکاران (۲۰۰۵)، به مقایسه اثر استفاده از مواد جذب‌کننده رطوبت و مالچ‌های غیرنفتی (مالچ چینی که از بازیافت زباله‌های پلاستیکی تهیه شده است) با مالچ‌های نفتی بر جوانه‌زنی گیاهان و تثبیت ماسه‌های روان پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد که استفاده از مالچ نفتی در سطوح ۱ و ۵ درصد دارای اثر معنی‌دار بوده و بر سایر روش‌ها ارجحیت دارد. Jafarian (۲۰۰۵)، تأثیر مالچ نفتی را در جوانه‌زنی ۴ گونه گیاهی تاغ، اسکنبیل، سمر و کهور در شهرستان کهنوج و استبرق، سمر و کهور در شهرستان جاسک مطالعه کرد. در شهرستان جاسک بین درصد جوانه‌زنی دو منطقه مالچ‌پاشی شده و نشده اختلاف معنی‌دار وجود داشت. Majdi و همکاران (۲۰۰۶)، تأثیر انواع مالچ رسی بر میزان مواد فرسایش یافته بادی را مورد ارزیابی قرار دادند. یافته‌های این محققان نشان داد که مالچ‌های رسی که با کمی کاه مخلوط شده‌اند از مقاومت بیشتری برخوردار هستند.

Rezaie (۲۰۰۹)، تأثیر پلیمر پلی‌لاتیس و مالچ نفتی را در جوانه‌زنی و استقرار گیاه به‌منظور تثبیت بیولوژیک تپه‌های ماسه‌ای در منطقه کاشان بررسی کرد. این طرح در دو مرحله گلخانه‌ای و صحرایی انجام شد. در مرحله گلخانه‌ای بیشترین تعداد سبز شدن مربوط به تیمار مالچ نفتی و کمترین آن مربوط به تیمار مخلوط پلی‌لاتیس- ماسه بود. در مرحله صحرایی تأثیر مالچ‌های فوق روی استقرار نهال تاغ و قلمه اسکنبیل مورد آزمون قرار گرفت، ولی هیچ‌یک از تیمارها تفاوت معنی‌داری با شاهد نشان ندادند. Heidari و همکاران (۲۰۱۰)، اثر مالچ سنگریزه‌ای بر میزان فرسایش خاک و سرعت آستانه فرسایشی را با آماده‌سازی و قراردادن سینی‌های خاک با مالچ‌های سنگریزه‌ای در چهار سطح صفر (شاهد)، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ در تونل باد بررسی نمودند. نتایج آنان نشان داد که با افزایش تراکم مالچ سنگفرشی، میزان فرسایش بادی کاهش می‌یابد. مالچ سنگفرشی علاوه بر کاهش فرسایش بادی در سطح خاک، باعث به دام انداختن ذرات بادآورده می‌شود که این امر موجب حفظ حاصلخیزی خاک و کاهش آلودگی هوا خواهد شد. Movahedan و همکاران (۲۰۱۱)، تأثیر پلیمر پلی‌وینیل‌استات بر کنترل فرسایش بادی خاک‌ها را در شرایط آزمایشگاهی بررسی کردند. نتایج حاصل از آزمایش فرسایش در تونل باد در شرایط باد با سرعت ۲۶ متر در ثانیه، نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین میزان فرسایش بادی نمونه‌های خاک تیمار شده با ماده پلیمری و نمونه‌های تیمار شده با آب وجود داشته و افزودن ماده پلیمری وینیل‌استات به‌میزان ۲۵ گرم در مترمربع، میزان فرسایش را در نمونه‌های ماسه بادی به صفر می‌رساند. Nohegar و همکاران (۲۰۱۱)، کارایی پلیمر پلی‌لاتیس در حفاظت خاک در مقابل فرسایش بادی را در استان هرمزگان در شرایط شرجی مطالعه نمودند. آنان طی مدت تحقیق، جابجایی ماسه را در مناطق مالچ‌پاشی شده مشاهده نکردند. این در حالی بود که شاخص‌های تعبیه شده نوسانهای زیادی را در مناطق بدون مالچ نشان می‌داد. Hazirei و Zare Arnani (۲۰۱۳)، در تحقیقی به بررسی تأثیر مالچ رسی-آهکی بر تثبیت ماسه‌های روان پرداختند. نتایج آنان نشان داد که با افزایش نسبت رس، شاخص‌های مقاومت فشاری، مقاومت به ضربه و سایش به‌طور نسبی افزایش می‌یابد. از بین تیمارها، نسبت ۲۰۰ گرم رس و ۱۰ گرم آهک در یک لیتر آب در مالچ ترکیبی رسی-آهکی می‌تواند به‌عنوان مناسب‌ترین تیمار به‌منظور تثبیت موقت

ماسه‌های روان تا زمان استقرار نهال‌ها توصیه گردد. Ekhtesasi و همکاران (۲۰۱۳)، در تحقیقی به مقایسه مالچ‌های شیمیایی، بیولوژیکی و معدنی در تثبیت ماسه‌های روان پرداختند. در این تحقیق، مالچ بیولوژیکی شامل چسب سریشوم و صمغ گیاهی، مالچ شیمیایی شامل ترکیبات اوره فرمالدئید و مالچ معدنی از ترکیب سیمان سیاه و سیمان سفید و مواد افزودنی دیگر تهیه شد. نتایج آنان نشان داد که مالچ معدنی مورد استفاده، از کارایی و پایداری بیشتری نسبت به بقیه برخوردار بود و نه‌تنها مقاومت فیزیکی خاک را در مقابل نیروهای فشاری افزایش داد، بلکه موجب افزایش مقاومت برشی خاک گردید، ضمن اینکه در مقابل فرسایش و انحلال مقاوم‌تر بود.

هدف از این تحقیق، بررسی مقاومت و استحکام مالچ زیست‌تخریب‌پذیر پلیمر- سلولزی و اثرهای آن روی دما و رطوبت خاک و پوشش گیاهی می‌باشد که در صورت تأیید، برای استفاده و جایگزینی مالچ‌های نفتی به بخش اجرا معرفی می‌گردد.

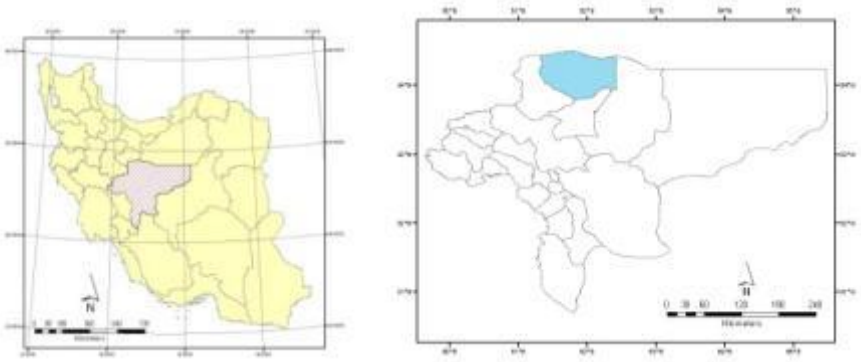
مواد و روش‌ها

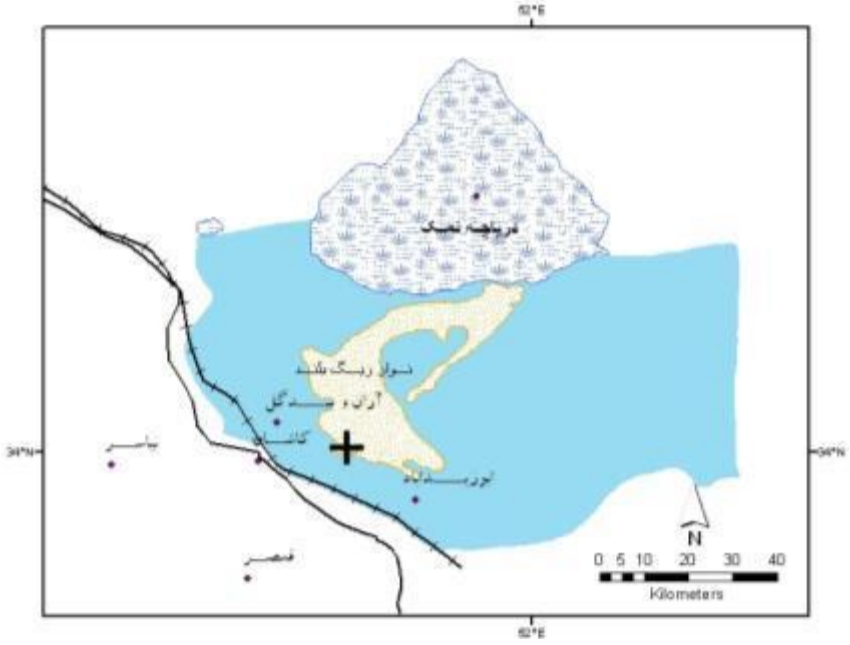
منطقه مورد مطالعه

ماسه‌زارهای ریگ‌بلند کاشان، به صورت تپه‌های ماسه‌ای بزرگ و پیوسته‌ای هستند که در قسمت شمالی تا شمال‌شرقی بیابان‌های کاشان به شکل نعل اسبی، از مرنجاب به طرف آران و بیدگل و تا جناح شرقی ابوزیدآباد گسترش یافته است. ارگ کاشان یکی از معدود مجموعه‌های متنوع از انواع تپه‌های ماسه‌ای در ایران به‌شمار می‌آید (Nazari Samani *et al.*, 2017). مختصات جغرافیایی عرصه مذکور در حد فاصل طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۵۲ درجه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۵ دقیقه قرار گرفته است (شکل ۱). همچنین پهنه ارتفاعی ماسه‌زارهای مذکور، بین حداقل ۷۸۳ متر تا حداکثر ۱۱۳۸ متر از سطح دریا می‌باشد. متوسط میزان بارندگی سالیانه، ۱۲۴ میلی‌متر و حداکثر دمای مطلق سالیانه ۴۸ درجه و حداقل مطلق آن ۱۴- درجه سانتی‌گراد است. ماسه‌زارهای ریگ‌بلند دارای خاکی با بافت بسیار سبک شنی تا شنی – لومی و در برخی نواحی لایه‌های متراکم و محدودکننده گچ است. عمده پوشش گیاهی موجود در منطقه اغلب شامل گونه‌های مختلف جنس *Calligonum* و *Stipagrostis* همچنین *Smirnovia*، *Cyperus* و *Asthenatherum* می‌باشد.

روش تحقیق

با مراجعه به بیابان‌های اطراف کاشان و هماهنگی با اداره منابع طبیعی آران و بیدگل، محل مناسب اجرای طرح انتخاب شد. محل مورد نظر پوشیده از تپه‌های ماسه‌ای فعال بود که به‌دلیل شدت فرسایش بالا، امکان نهال‌کاری و تثبیت بیولوژیک وجود نداشت. این تپه‌ها در حاشیه نوار ریگ‌بلند کاشان در مسیر جاده موسوم به گاز در جاده کاشان- ابوزیدآباد واقع شده است که در بعضی از قسمت‌ها جاده مذکور را تحت سیطره خود قرار داده است (شکل ۲).





شکل ۱- موقعیت محل اجرای طرح

شکل ۲- منطقه اجرای طرح

نمونه‌برداری از خاک منطقه قبل از مالچ‌پاشی در ۳ نقطه دامنه رو به باد، رأس و دامنه پشت به باد تپه و در ۲ عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتری برای تعیین مشخصات خاک انجام شد. پس از مخلوط کردن نمونه‌های جهت‌های مختلف تپه، در نهایت دو نمونه اعماق مختلف برداشت و برای آنالیز به آزمایشگاه خاک ارسال گردید. نتایج حاصل از آزمایش خاک به‌شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- نتایج آنالیز خاک منطقه

عمق cm(	PH	EC (ds/m)	TNV (%)	گچ(Me/100)	N(%)	P(ppm)	K(ppm)	رس (٪)	سیلت (٪)	ماسه (٪)
۰-۳۰	۸/۱۵	۰/۳۴	۳۱/۵	۱۳	۰/۰۰۹	۱/۲	۱۳۰	۰	۰	۱۰۰
۳۰-۶۰	۸/۳۰	۰/۴۲	۱۹	۹۲	۰/۰۰۸	۱/۰۸	۱۱۰	۰	۰	۱۰۰

بذر گونه اسکنبیل با نام علمی *Calligonum comosum*برای کشت در عرصه جمع‌آوری شد. قلمه و نهال این گیاه در اواخر بهمن از پایه‌های موجود در ایستگاه تحقیقات مناطق خشک و بیابانی کاشان تهیه گردید.

پروژه بر اساس طرح اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. تیمارهای اعمال شده شامل نحوه کشت (شامل بذر، قلمه و نهال) و میزان مالچ (شاهد، پنج تن و ده تن در هکتار مالچ) و صفات مورد ارزیابی شامل دمای عمق ۱۵ سانتیمتری، رطوبت ۱۵ سانتیمتری به کمک دستگاه TDR، زنده‌مانی گیاه و میزان فرسایش بادی (به کمک شاخص‌های چوبی نصب شده) بود. فاصله کشت ۳*۳ متر و در ۷ ردیف (تکرار) و ۷ ستون (تعداد نهال در هر تکرار) بود. به‌عنوان مثال تعداد نهال کشت شده در هر تیمار مالچ برابر ۴۹ پایه و در سه تیمار مختلف مالچ در مجموع ۱۴۷ پایه بود (شکل ۳).

شکل ۳- اجرای تیمار نحوه کشت (بذرکاری، نهال‌کاری و قلمه)

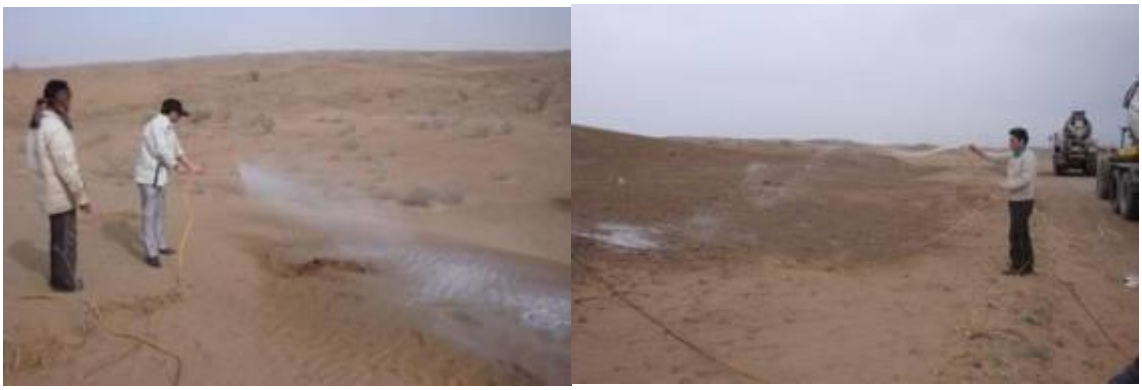
شکل ۴- تعبیه شاخص برای اندازه‌گیری جابجایی ماسه

شاخص‌های یک و نیم متری که به فواصل ۲۵ سانتیمتر علامت گذاری شده بود، در مناطق مختلف عرصه اجرای طرح تعبیه شد. به‌طوری‌که نیمی از طول آن در داخل ماسه قرار گرفت، تا میزان جابجایی تپه‌های ماسه‌ای در تیمارهای مختلف قابل اندازه‌گیری باشد. برای هر تیمار مالچ، ۳ شاخص و در مجموع ۹ شاخص در تیمارهای مختلف نصب گردید

(شکل ۴).

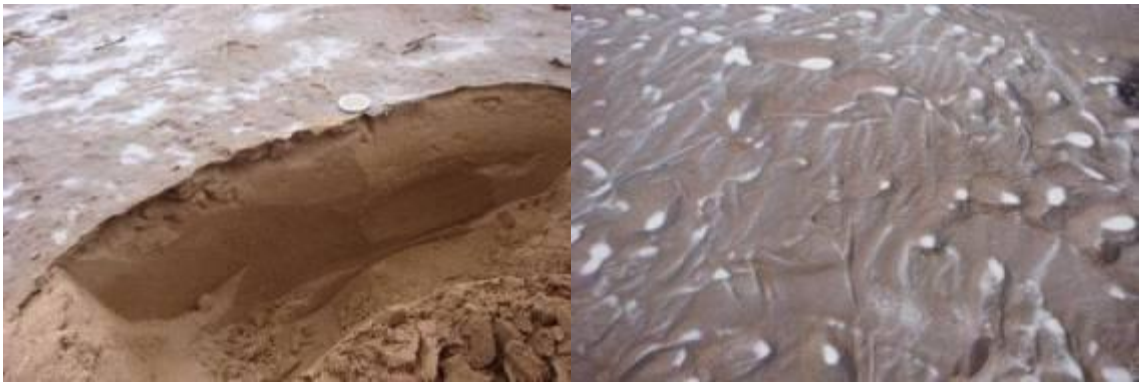
در تاریخ ۱۳۹۱/۱۱/۲۸ سطوح مورد نظر با میزان ۱۰ تن در هکتار و ۵ تن در هکتار مالچ‌پاشی گردید. مالچ مورد نیاز توسط ۲ میکسر ۵ تنی به منطقه ارسال شد. سپس توسط یک دستگاه سمپاش تراکتوری به میزان مورد نیاز پاشیده شد (شکل ۶). به‌منظور ایجاد سطحی یکنواخت و متعادل، تمامی حواشی منطقه زیر پوشش مالچ قرار گرفت (شکل ۵، ۶ و ۷). واحد آزمایشی، تپه‌های ماسه‌ای منفرد بود. به‌طوری‌که برای هر تیمار مالچ، یک تپه ۲۰۰۰ مترمربعی در نظر گرفته شد. ضخامت سله تشکیل شده بر روی تپه ماسه‌ای در تیمار مالچ ۱۰ تن در هکتار برابر ۹ میلی‌متر و در تیمار مالچ ۵ تن در هکتار برابر ۴ میلی‌متر بود.

شکل ۵- نحوه حمل مالچ و انتقال آن به مخزن سمپاش



شکل ۶- مالچ‌پاشی به کمک سمپاش تراکتوری

روش‌های مختلفی برای تخمین رطوبت خاک وجود دارد. روش TDR یک روش نسبتاً جدید می‌باشد که در آن براساس سرعت حرکت امواج الکترومغناطیسی در خاک، مقدار رطوبت حجمی تخمین زده می‌شود. در این تحقیق رطوبت خاک در دو زمان چند ساعت بعد از بارندگی و یک هفته بعد از بارندگی در تیمارهای مختلف، به کمک دستگاه TDR در عمق ۱۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد (شکل ۸). دمای خاک در تیمارهای مختلف به کمک دماسنج در فاصله زمانی ۹ تا ۱۰ صبح طی چند روز مختلف در عمق ۱۵ سانتی‌متری اندازه‌گیری شد.



شکل ۷- نحوه پوشش مالچ

شکل ۸- اندازه‌گیری رطوبت خاک

در نهایت اطلاعات جمع‌آوری شده در محیط SAS، تجزیه واریانس شد و بعد میانگین‌ها بر اساس روش دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه و بهترین تیمار کشت و میزان مالچ مشخص گردید.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفت زنده‌مانی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
تکرار	۶	۱۸/۴۷	۱/۴۱	۱/۴۱
مالچ	۲	۱۵/۴۷	۷/۷۳	۷/۷۴**
خطای مالچ	۱۲	۲۱/۵۲	۱/۷۹	۱/۷۹
نوع کشت	۱	۲۹/۱۱	۲۹/۱۶	۲۹/۱۷**
نوع کشت * مالچ	۲	۶/۳۳	۳/۱۶	۳/۱۷*
خطا	۱۸	۱۸	۱	

نتایج

یکی از صفات مورد ارزیابی، زنده‌مانی گیاهان کشت شده به طرق مختلف بذرکاری، قلمه و نهال در تیمارهای شاهد، مالچ ۵ تن و ۱۰ تن در هکتار بود. آماربرداری در مورد زنده‌مانی گیاهان در تاریخ ۱۳۹۲/۳/۲ حدود ۳ ماه پس از مالچ‌پاشی انجام شد (شکل ۹). به دلیل عدم بارندگی مناسب در طول اجرای طرح، هیچ‌یک از بذرهای کشت شده در تیمار بذرکاری سبز نشد، ازاین‌رو از محاسبات حذف گردید. تجزیه واریانس صفت زنده‌مانی نشان داد که زنده‌مانی تحت تیمارهای مختلف مالچ و نوع کشت در سطح ۱ درصد و اثر متقابل در سطح ۵ درصد معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها تحت تیمار میزان مالچ نشان داد که بیشترین زنده‌مانی در تیمار مالچ ۱۰ تن در هکتار و کمترین آن در تیمار شاهد (بدون مالچ) رخ داده است (جدول ۳). همچنین زنده‌مانی در تیمار کشت نهال نسبت به قلمه بالاترین رقم را به خود اختصاص داده است (جدول ۴). بررسی میانگین‌های اثر متقابل دو تیمار مالچ و نوع کشت نشان داد که بالاترین میانگین تحت تیمار مالچ ۱۰ تن و کشت نهال و کمترین زنده‌مانی تحت تیمار شاهد و کشت قلمه حاصل شده است (جدول ۵).

جدول ۳- مقایسه میانگین زنده‌مانی تحت تیمار مالچ

مالچ (تن در هکتار)	میانگین زنده‌مانی
۱۰	۲/۵۷a
۵	۲/۲۱ab
۰ (شاهد)	۱/۱۴b

جدول ۴- مقایسه میانگین تحت تیمار نوع کشت

نوع کشت	میانگین زنده‌مانی
نهال	۲/۸۱a
قلمه	۱/۱۴b

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های زنده‌مانی تحت تأثیر متقابل تیمارهای مالچ و نوع کشت

نوع کشت	مالچ	میانگین زنده‌مانی
نهال	۱۰	۳/۷۱a
قلمه	۱۰	۱/۴۲b
نهال	۵	۳/۲۸a
قلمه	۵	۱/۱۴b
نهال	۰	۱/۴۲b
قلمه	۰	/۸۵b

شکل ۹- زنده‌مانی نهال‌های کشت شده در تیمار ۱۰ تن مالچ در هکتار

رطوبت خاک طی چند ساعت بعد از بارندگی و یک هفته بعد از بارندگی در تیمارهای مختلف به کمک دستگاه TDR اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس در جدول ۶ و مقایسه میانگین‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. درصد رطوبت پس از یک ساعت بعد از بارندگی تحت تیمار مالچ در سطح ۱ درصد و یک هفته بعد از بارندگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بیشترین درصد رطوبت در هر دو زمان برداشت، در تیمار مالچ ۱۰ تن و کمترین آن در تیمار شاهد ثبت گردیده است.

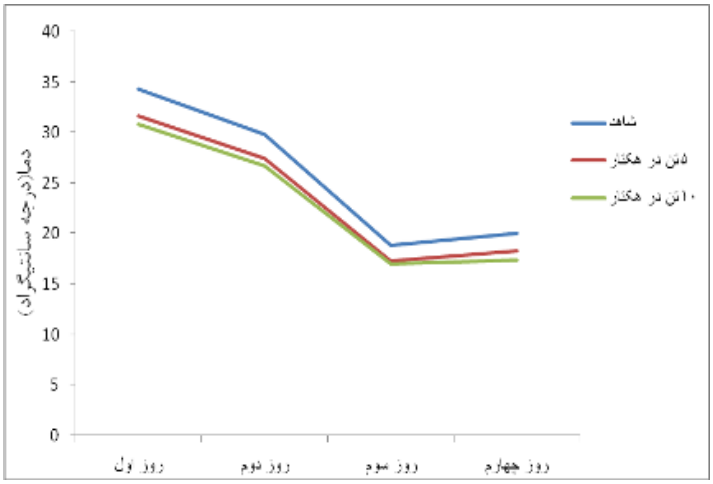
جدول ۶- تجزیه واریانس درصد رطوبت خاک یک ساعت پس از بارندگی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		یک ساعت پس از بارندگی	یک هفته پس از بارندگی
تیمار	۲	۱۵/۲۰**	۳/۰۱*
خطا	۶	۱/۱۸	۰/۶۲

جدول ۷- مقایسه میانگین درصد رطوبت خاک

تیمار مالچ	یک ساعت پس از بارش	یک هفته پس از بارش
۱۰	۹/۲۷a	۶/۳۳a
۵	۷/۱۳ab	۵/۹۳ab
۰ (شاهد)	۴/۷۷b	۴/۴۳b

روند تغییرات میزان دما (شکل ۱۰) نشان داد که در کلیه زمان‌های اندازه‌گیری، دمای خاک تحت تیمار مالچ ۵ و ۱۰ تن نسبت به شاهد کمتر بوده و بیشترین میزان دما در شاهد و کمترین آن در مالچ ۱۰ تن در هکتار مشاهده شده است.



شکل ۱۰- روند تغییرات میزان دما با گذشت زمان در تیمارهای مختلف مالچ

همچنین بررسی شاخص‌های اندازه‌گیری میزان فرسایش بادی که بصورت ۱۵ روز یکبار بررسی می‌شد، نشان داد که تیه‌های مالچ‌پاشی شده به میزان ۱۰ تن در هکتار از مقاومت بالایی برخوردار بوده و هیچ‌گونه جابجایی ماسه در آنها مشاهده نگردید. اما مقداری ماسه از تیه‌های مجاور سطح تیه‌های مذکور را پوشانده بود. ولی در تیمارهای شاهد و ۵ تن در هکتار، فرسایش و بادبردگی مشاهده شد. به‌طوری‌که بررسی شاخص‌ها، ۲۰ سانتیمتر جابجایی را در تیمار شاهد و ۱۲ سانتی‌متر جابجایی را در تیمار ۵ تن پس از گذشت ۶ ماه نشان می‌داد. فرسایش تیمار شاهد از همان روزهای آغاز تحقیق شروع گردید. به‌طوری‌که طی یک باد شدید در اواسط اسفند، شاهد ۵ سانتی‌متر جابجایی ماسه در این تیمار بودیم. ولی در تیمار ۵ تن، بادبردگی از اواسط فروردین یعنی حدود یک ماه و نیم پس از مالچ‌پاشی آغاز شد. در روزهای نخست به دلیل رطوبت بالای محیط و آب مصرف شده برای رقیق سازی مالچ، ترک و شکافی روی آن ظاهر نشد، ولی پس از حدود ۲ ماه از پاشش، شکاف‌هایی نمایان گردید که با ادامه یافتن خشکی هوا، عمیق‌تر گردید.

بحث

نتیجه بررسی‌های انجام شده نشان داد که مالچ پلیمر- سلولزی تأثیر مثبتی بر استقرار گیاه دارد. بالاترین میزان زنده‌مانی مربوط به تیمار مالچ ۱۰ تن در هکتار می‌باشد. از میان ۳ نوع روش کشت، به‌ترتیب نهالکاری، قلمه‌کاری و بذرکاری بالاترین میزان استقرار را نشان داد. به‌طوری‌که روش بذرکاری مستقیم با توجه به شرایط اقلیمی نتیجه‌ای دربرنداشت. استقرار بالای گیاه در تیمار مالچ ۱۰ تن در هکتار به دو دلیل است: یکی تثبیت ماسه‌های روان و دیگری ذخیره رطوبت حاصل از بارندگی در مالچ و استفاده بیشتر گیاه از آن. البته لازم به ذکر است که مالچ پلیمر سلولزی با دریافت آب حاصل از بارندگی ژله‌ای شده و به‌نوعی نقش مواد جاذب رطوبت را بازی می‌کند. نتایج حاصل از بررسی تغییرات رطوبت در فاصله بین بارندگی و یک هفته بعد از آن نیز مؤید این موضوع می‌باشد. به‌طوری‌که بالاترین میزان درصد رطوبت در تیمار مالچ ۱۰ تن و پس از آن ۵ تن و بعد شاهد ثبت شده است. برای بررسی استحکام مالچ مذکور و میزان مقاومت آن در برابر باد، شاخص‌هایی در تیمارهای مختلف تعبیه شد. میزان بادبردگی و فرسایش ماسه در

تیمارهای با میزان مالچ ۱۰ تن در هکتار برابر صفر بود. البته مقداری ماسه در بعضی از نواحی مالچ‌پاشی شده ترسیب نموده که نتیجه فرسایش بادی ماسه‌های اطراف می‌باشد. بررسی شاخص‌های تیمار مالچ ۵ تن در هکتار و شاهد گویای جابجایی ۱۲ و ۲۰ سانتیمتری ماسه بود. مالچ پلیمر–سلولزی قبل از پاشیده شدن با آب رقیق می‌گردد و به‌محض قرار گرفتن روی سطح خاک، تشکیل شاخه‌های گسترده پلیمری داده و ذرات خاک را به یکدیگر پیوند می‌دهد. افزایش اندازه ذرات و در نتیجه افزایش سرعت آستانه و کاهش میزان جابجایی و فرسایش را در پی دارد. نتایج یافته‌های Immirzi و همکاران (۲۰۰۷)، در رابطه با خصوصیات الیاف سلولزی و پلیمری ترکیب شده در تکنولوژی مالچ ساخته شده، نشان داد که اضافه کردن آب به ترکیب پلیمری مالچ موجب افزایش استحکام مالچ می‌شود، در نتیجه مالچ در برابر فشارهای مکانیکی مقاومت بیشتری از خود نشان می‌دهد. همچنین الیاف سلولزی موجود در مالچ منجر به بهبود قدرت مالچ می‌گردد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. Rezaie (۲۰۰۷)، نشان داد که مالچ پلی‌لاتیس تأثیر معنی‌داری در استقرار نهال ندارد، این در حالی است که مالچ پلیمری در استقرار نهال تأثیرگذار است. نتایج این تحقیق با یافته‌های Jafarian (۲۰۰۵)، در مورد تأثیر معنی‌دار مالچ بر جوانه‌زنی و استقرار ۴ گونه گیاهی مطابقت دارد.

بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان گفت:

۱. مالچ زیست‌تخریب‌پذیر پلیمر–سلولزی نانو سلوفید با میزان پاشش ۱۰ تن در هکتار در شرایط اقلیمی کاشان طی مدت ۱۰ ماه، از استحکام نسبتاً مناسبی برخوردار بود.
۲. این مالچ تأثیر مثبتی در استقرار گیاهان و در نهایت تثبیت بیولوژیک ماسه‌زارهای منطقه دارد.
۳. این مالچ بدلیل ذخیره رطوبت حاصل از بارندگی، می‌تواند تا حدی نقش مواد جاذب رطوبت را ایفا نماید. لازم به ذکر است که مالچ مذکور در شرایط خشکی، سخت و شکننده می‌گردد. به محض دریافت رطوبت از طریق بارندگی، نرم شده و شکاف‌های ایجاد شده ترمیم می‌گردد. پس از نرم شدن، مالچ رطوبت ناشی از بارندگی را به‌طور کامل جذب نموده و از ایجاد رواناب جلوگیری می‌کند.
۴. مشاهدات میدانی نشان داد که حشرات و موجودات بومی منطقه نسبت به مالچ حساسیت ندارند.
۵. بدلیل رنگ روشن مالچ، افزایش دما در تیمارهای مختلف مالچ مشاهده نگردید که مزیت این مالچ را نسبت به مالچ نفتی نشان می‌دهد.
۶. البته تا زمانی که رطوبت کافی در اختیار مالچ قرار دارد، پوشش آن ۱۰۰ درصد و یکسان می‌باشد. اما خشکی و دمای بالا، باعث ترک‌خوردگی و شکستگی آن می‌شود. بنابراین این مالچ با گذشت حدود ۹ ماه توان مقابله با بادهای شدید را از دست می‌دهد.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, H. and Ekhtesasi, M. R., 2000. Effect of mulch to control wind erosion of land clay salt (Dagh) Non- Regenerative Biology, Journal of Desert, 5(2):1-14.
- Ahmadi, H., Ekhtesasi, M. R., Fyznya, S. and Ghaneie, M. J., 2002. Wind erosion control methods for railway protection (case study: Bafg). Iranian Journal of Natural Resources, 55 (3): 342-327.
- Chepil, W. S. and Milne, R. A., 1941. Wind erosion in relation to roughness of the surface. Journal of Soil Science, 52:417-433.
- Diouf, B., Skidmore, E. L., Layton, J. B. and Hagen, L. J., 1990. Stabilizing fine sand by adding clay: Laboratory wind tunnel study. Soil Technology, 3:21-23.
- Ekhtesasi, M. R., Zare Arnani, M. and Haji Abedi, M., 2013. Comparison chemical, biological and mineral Mulch for sand fixation. 3th national conference on wind erosion and dust storms, Yazd University.
- Farahpour, M., Ghauoor, F. A., Sharbaf, H. and Usefizadeh, A., 2005. Effect of the moisture absorbent material and non- oil mulch mulch oil on germination of plants and sand dune stabilization, Iranian journal of Rangeland and Desert Research, 12 (2): 121-134.
- Jafarian, V., 2005. Effects of mulch application of oil on the germination of plant species in desert areas. Master's thesis, Department of Natural Resources, Tehran University.
- Hazirei, F. and Zare Arnani, M., 2013. Effect of mulching clay - calcareous sands on consolidation

therapy. Journal of Soil and Water, 27(2): 360-373.
– Heidari, M., Ahmadi, H., Ekhtesasi, M. R. and Drini, J., 2010. Effects of gravel mulch on soil erosion by wind erosion meter. 2th National Conference of wind erosion and dust storms, Yazd University.
– Immirzi, B., Malinconico, M., Santagata, G. and Trautz, D., 2007. Characterization of galactomannans and cellulose fibers based composites for new mulching spray technology. Journal of Acta Horticulturae, 801(1): 195-202.
– Majdi, H., Karimian-Eghbal, A., Karimzadeh, M. and Jalalian, H. R., 2006. Effect of different clay mulches on the amount of wind Eroded materials. Journal of science and technology of agriculture and natural resources, 10(3): 137-149.
– Movehedan, M., Abbasi, N. and Keramati, M., 2011. Experimental investigation of polyvinyl acetate polymer application for wind erosion control of soils. Journal of water and soil, 25(3): 606-616.
– Nazari Samani, A., Tavakkoli Fard, A., Ghasemieh, H., Mashhadi, N. and Rahdari, M. R., 2017. Integration of anemometers data and geomorphology of sand dunes in Kashan Erg. Iranian journal of rangeland and desert research, 24 (1): 67-79.
– Nohegar, A., Abbaszadeh, F., Akbarian, M. and Al-hatamiGourbandih, 2011. Investigation of Poly latise Polymer Capability in Soil Conservation Against Wind Erosion Case Study: Gahrdo Sirik, Journal of environmental erosion research, 3: 5-15.
– Refahi, H. A. H.,1999. Wind erosion and its control. University of Tehran Press, 320pp.
– Rezaie, S. A., 2009. Comparison of polymer lattice and mulch oil on seed germination and establishment of plants for biological fixation of sand dunes, Iranian journal of rangeland and desert research, 16 (1): 136-124.
– Vaezi, A.R., 2010. Oil use mulch to inhibit wind erosion and sand dune stabilization, 2th National Conference on Wind Erosion and Dust Storms, Yazd University.
– Yanli, X., Liu, L. Y., 2003. Effect of gravel mulch on Aeolian dust accumulation in the semiarid region of northwest China. Journal of Soil and Tillage Research, 70: 73-81.

Investigation of biodegradable polymer-cellulosic mulch durability and its effects on seed germination and establishment of desert plants

S. M. Abtahi

Associate Professor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Esfahan, Iran, Email:Morabtahi70@gmail.com

Received:02/23/2015 Accepted:10/19/2015

Abstract

Wind erosion and its consequences, such as dust storms and sand movement is one of the environmental problems in arid regions. There are several ways to combat wind erosion, among which biological reclamation using drought-tolerant species and psammophytes is the most sustainable method. The initial establishment of these plants requires the use of sand stabilizers such as mulches. The mulch used in the past was the product of oil refineries and industries, which despite its merits such as strength and flexibility, had many environmental consequences. Therefore, researchers and scientists in the country decided to present an eco-friendly product that would replace the oil mulch. One of these products is polymer-cellulosic mulch, produced by the Department of Chemistry, Malek Ashtar University of Isfahan. This mulch was used in sand dunes of Kashan, during which the mulch resistance to environmental conditions, its effect on plant establishment, and soil moisture uptake and retention were investigated. The results showed that this mulch had no negative effect on plant establishment. Its resistance to wind erosion is very good for the first few months of spraying. However, over time and during the hot summer months, cracks appear that partially overshadow the mulch's stabilizing properties. The soil moisture content was about 4.5% higher in 10 t/h mulch as compared with control. In general, for the crust and cracks problems, this mulch cannot be a good alternative to petroleum mulch.

Keywords: Biological reclamation, sand dunes, sand fixation, wind erosion, biodegradable polymer-cellulosic mulch.