



معرفی مالچ جدید و سازگار با محیط زیست PistachioPAM برای تثبیت ماسه‌های روان

نعیمه سعیدی گراغانی^۱ و علیاصغر بسالت پور^۲
۱- دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان، ۲- استادیار عضو هیئت علمی دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

چکیده

مالچ PistachioPAM یک مالچ آلی سازگار با محیط زیست می‌باشد که از ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته (که تنها در شهرستان رفسنجان سالانه هزاران تن می‌باشد) با نسبت مشخصی از پلی‌آکریل‌آمید، برای نخستین بار در کشور و دنیا تهیه و تولید شده است. این مالچ، فاقد هر گونه آثار نامطلوب زیست‌محیطی است که از جمله مهم‌ترین معضلات استفاده از دیگر مالچ‌ها به ویژه مالچ نفتی است. جهت بررسی کارایی تثبیت ماسه‌های روان توسط این مالچ و نیز ماندگاری آن در طول زمان، مطالعات آزمایشگاهی و صحرایی انجام شد. برای این منظور نمونه ماسه‌های روان از دشت داوران رفسنجان برداشت شد و سپس مالچ مورد آزمایش در ۳ تکرار بر روی ماسه بادی که داخل سینی‌های مخصوص دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی ریخته شده بودند، پاشیده شد. به منظور بررسی ماندگاری مالچ نیز یک دوره آزمایش ۸ ماهه در نظر گرفته شد و تأثیر مالچ بر تثبیت ماسه‌های روان در ۳ زمان ۱، ۱۶ و ۳۲ هفته پس از مالچ‌پاشی (در ۳ تکرار) بررسی شد. نتایج نشان داد که مالچ PistachioPAM از یک سو با تشکیل خاکدانه‌های پایدار و درشت از ماسه بادی در سطح خاک و تشکیل یک لایه نفوذناپذیر و با مقاومت برشی بالا در سطح از سوی دیگر، سبب به صفر رسیدن میزان فرسایش بادی شد. اندازه‌گیری تغییرات ماده آلی و تنفس میکروبی در خاک پوشیده شده از مالچ در ۳ زمان مورد مطالعه نیز نشان داد که میزان تغییرات و تجزیه این مالچ آلی ناچیز و از نظر آماری ($P < 0.05$) معنی‌دار نبود که نمایان‌گر ماندگاری بالای آن در شرایط طبیعی است.

واژه‌های کلیدی: گرد و غبار، مالچ آلی سازگار با محیط زیست، پلی‌آکریل‌آمید، فرسایش بادی

مقدمه

فرسایش بادی در قرن حاضر یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در راستای دستیابی به توسعه پایدار و مدیریت بهینه زمین‌های کشاورزی می‌باشد که از یک سو باعث کاهش حاصلخیزی و عمق خاک در محل فرسایش شده و از سوی دیگر، سبب تخریب و مدفون شدن زمین‌های زراعی، ساختمان‌ها و تأسیسات صنعتی در خارج از محل فرسایش می‌گردد. ابعاد این خسارت‌ها بسته به شدت و دوام باد، میزان و نوع ذرات حمل شده با باد متفاوت خواهد بود (مروتی شریف آباد، ۱۳۸۰). خطر فرسایش بادی در مناطقی که خاک سست، خشک و برهنه بوده و بادهایی با سرعت و تکرار زیاد وجود داشته باشد، بسیار شدیدتر است (Kardous et al., ۲۰۰۵). با توجه به شرایط اقلیمی ایران، حدود ۱۴ استان در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند که با معضل فرسایش بادی روبه‌رو هستند (رفاهی، ۱۳۸۸).

توفان‌های اخیر منطقه خاورمیانه که از جمله بدترین توفان‌های نیم قرن اخیر بوده است، سبب ورود بیشترین میزان ریزگرد در سه دهه اخیر به ایران شده که ترکیب آن‌ها با آلاینده‌های شهری، ریزگردهای خطرناکی تولید می‌نماید. بی‌توجهی به این مسئله می‌تواند در آینده نزدیک علاوه بر خطر انداختن سلامتی مردم، اکوسیستم بخش عمده‌ای از مناطق کشور را دچار تغییرات بنیادین کند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). با این تفاسیر لزوم کنترل فرسایش بادی، تثبیت شن‌های روان و بیابان‌زدایی در کشور بسیار حائز اهمیت می‌باشد. معمولاً در کشور ما برای کنترل فرسایش بادی و تثبیت شن‌های روان از مالچ‌پاشی استفاده می‌شود. مالچ‌های شیمیایی مورد استفاده جهت حفاظت خاک را می‌توان به دو گروه مالچ‌های نفتی و مالچ‌های شیمیایی غیرنفتی طبقه‌بندی نمود. هر یک از این مواد ممکن است فیزیکی اثر یا شیمیایی اثر بوده و یا هر دو ویژگی را با هم داشته باشند، که امروزه استفاده از مالچ‌های نفتی به شکل وسیعی به عنوان یکی از روش‌های شناخته شده در کنترل ماسه‌های روان مورد توجه و استفاده قرار می‌گیرند (دهدشتیان، ۱۳۸۸). مالچ‌های نفتی جهت تثبیت موقت ماسه‌های روان به صورت مکانیکی مناسب است، ولی مانع از کارکرد طبیعی آن برای ذخیره ریزش‌های جوی و همچنین تشدید نوسانات دمای ماسه در طول روز می‌شود. هم‌چنین مالچ‌های نفتی حاوی سرب هستند و استفاده از آن‌ها خسارت‌های زیست‌محیطی زیادی ایجاد می‌کند، به گونه‌ای که وزش باد در مناطق بیابانی، موجب پراکندگی این آلودگی‌ها می‌شود. هم‌چنین بررسی‌ها نشان داده است که ۸۰ درصد افرادی که اقدام به پاشش این ماده می‌کنند، دچار مشکلات ریوی می‌شوند (Jahanjoo, ۲۰۰۰; Ahmadi, ۱۹۹۶). به همین سبب و با توجه به زیان‌ها و خسارات فراوان مالچ‌های نفتی، امروزه گرایش به سمت استفاده از مالچ‌های آلی و غیرنفتی است.

با توجه به این که در محدوده استان کرمان تعداد بسیار زیادی تپه‌های ماسه‌ای دیده می‌شود که معرف وجود فرسایش شدید در منطقه است و تهدید خطر فرسایش بادی و وجود ریزگردها در بیشتر شهرها و روستاهای این استان عامل مهمی در مهاجرت مردم این منطقه می‌باشد و نیز جاده‌ها، اراضی زراعی و باغ‌های پسته توسط ذرات رسوبات مدفون شده‌اند، بنابراین می‌توان با ارائه راهکار

مناسب جهت کنترل آن، گامی مؤثر در ایجاد محیطی مناسب برای اهالی این منطقه برداشت. با توجه به این موارد و نیز با در نظر گرفتن پتانسیل‌های استان کرمان به ویژه تولید پسته در این منطقه که سرآمد کشور و حتی جهان می‌باشد، سعی بر آن شده است تا با بهره‌گیری از این پتانسیل‌ها، یک مالچ آلی که فاقد تأثیرات نامناسب زیست‌محیطی سایر مالچ‌های موجود باشد و در عین حال اثر حفاظتی مطلوب داشته باشد، طراحی و تولید شود. بنابراین مالچ PistachioPAM با هدف اصلی تولید یک مالچ ترکیبی آلی محیط زیست دوست به منظور تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از تولید گرد و غبار (که در عین حال استفاده از آن منجر به بهبود ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی و حاصلخیزی خاک شود و قابلیت استفاده هم‌زمان برای کنترل فرسایش بادی و آبی را داشته و دارای ماندگاری و پایداری بالا در شرایط مناطق خشک و نیمه‌خشک باشد اما فاقد آثار سوء زیست‌محیطی مالچ‌های موجود در بازار (هم‌چون مالچ‌های نفتی) بوده و هزینه تولید انبوه آن هم ناچیز و منطقی باشد)، طراحی و ساخته شد.

مواد و روش‌ها

مراحل آزمایشگاهی طراحی و تولید مالچ PistachioPAM

جهت ساخت مالچ PistachioPAM، ابتدا بقایای حاصل از برداشت پسته (که تنها در شهرستان رفسنجان سالانه هزاران تن می‌باشد) جمع‌آوری و سپس مواد درشت آن (شاخ و برگ درشت) جداسازی و با استفاده از دستگاه خردکن تا حد کوچکتر از ۲ میلی‌متر خرد شد. پس از آن، بقایا با نسبت مشخصی با محلول حاصل از انحلال پلیمر صنعتی PAM (که از آکریل‌آمید با خصوصیات با فرمول شیمیایی C_3H_5NO ، وزن مولکولی ۰۸/۷۱ گرم بر مول، چگالی ۱۲/۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب و دمای ذوب ۵/۸۴ تهیه شده است) در آب مخلوط گردید تا بیش‌ترین کارایی را در هم‌آوری ذرات خاک (شن‌های روان) داشته باشد. پلی‌آکریل‌آمید مهم‌ترین و رایج‌ترین پلیمرهای مصنوعی محلول در آب است که به دلیل سهولت فرآیند تهیه مونومر آکریل‌آمید، مصرف فراوان و ارزان قیمت دارد. از ویژگی‌های این پلیمر، می‌توان به جذب و بقای آب در تولید پلیمر و عدم جدایی فاز در محلول‌های آبی در دمای معمولی اشاره نمود. قابلیت دستیابی به وزن‌های بالای مولکولی، قیمت مناسب، حلالیت در آب در شرایط متنوع، تنظیم وزن مولکولی و امکان ایجاد گروه‌های یونی از دیگر ویژگی‌های پلی‌آکریل‌آمید است. این نسبت بهینه ترکیب بقایا با محلول PAM-آب، پس از آزمایش‌های فراوان و تست آزمایشگاهی و صحرایی نسبت‌های گوناگون، حاصل شد (شکل ۱). برای تولید هر لیتر مالچ PistachioPAM تنها ۲۰۰ گرم بقایای حاصل از برداشت پسته نیاز است که در مقابل تولید سالانه هزاران تن از این ضایعات در تنها شهرستان رفسنجان استان کرمان، بسیار ناچیز می‌باشد.



شکل ۱: نمونه مالچ PistachioPAM که از ترکیب ۲۰۰ گرم بقایای حاصل از برداشت پسته (>۲ میلی‌متر) با محلول پلی‌آکریل‌آمید - آب حاصل شده است.

اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

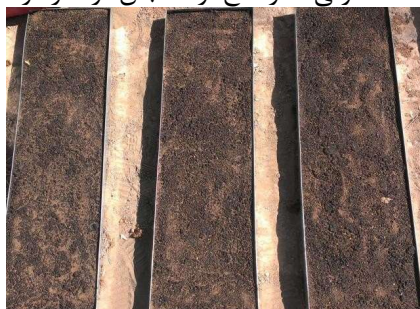
برای تعیین نسبت بهینه ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته و محلول PAM - آب به منظور حفظ سازگاری آن با محیط زیست، باید ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن کنترل و بهینه گردد. برای این منظور در هر بار آزمایش تعیین نسبت بهینه، برخی از ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ به روش‌های آزمایشگاهی مرسوم اندازه‌گیری و ثبت شد: ماده آلی خشک و مرطوب به روش سوزاندن تر (Nelson and Sommers, ۱۹۸۶)، و قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع (Klute, ۱۹۸۶)، رطوبت به روش وزنی. سپس بهینه‌ترین نسبت با در نظر گرفتن ویژگی‌های مذکور انتخاب گردید.

بررسی قابلیت تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مالچ PistachioPAM

به منظور بررسی قابلیت استفاده از مالچ PistachioPAM برای تثبیت شن‌های روان، منطقه دشت رفسنجان انتخاب شد. دشت رفسنجان در جنوب خاوری ایران مرکزی، در محدوده‌ای با عرض جغرافیایی ۳۰°۴۵ تا ۳۰°۵۰ شمالی و طول جغرافیایی ۴۵°۵۵ تا ۲۴°۵۶ شرقی واقع شده است. در اثر فرسایش کوهستان‌های سرچشمه در جنوب و داوران در شمال و نیز ورود رسوبات همراه سیلاب‌ها به این دشت در شمال و جنوب آن، مخروط افکنه‌های بسیاری شکل گرفته‌اند. در میانه‌ی دشت در اثر رسوب‌گذاری ذرات

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه

ریز رسی، پلایا (کفه) به وجود آمده است. عوارض بادی در سطح پلایا و مخروطه افکنه‌ها که بادهای دشت را به وجود می‌آورند، به چشم می‌خورند. دمای متوسط سالانه دشت رفسنجان حدود ۱۸ درجه سلیسیوس و میانگین بارش سالانه آن ۹۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر است (سازمان هواشناسی، ۱۹۵۰-۲۰۰۵). وزش بادهای غالب در این منطقه از جنوب غرب به سمت شمال شرق می‌باشد. پس از برداشت نمونه‌های ماسه بادی از منطقه مورد مطالعه (حدود ۱ تن) نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و سپس برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های ماسه بادی زیر اندازه‌گیری گردید. تهیه نمونه‌های آزمایشی به منظور بررسی اثر مالچ مورد مطالعه (PistachioPAM) بر کنترل فرسایش بادی، با افزودن مالچ مورد نظر به میزان معین به خاک (بر مبنای افزودن وزن معینی از مالچ به واحد سطح خاک)، انجام گرفت. همچنین تیمار ماسه بادی بدون افزودن مالچ نیز به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. به منظور بررسی اثر عوامل محیطی نظیر نور خورشید، حرارت، بارندگی و زمان بر تیمارهای مورد مطالعه در شرایط طبیعی بیرون از آزمایشگاه، سایت کنترل شده مناسبی در دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در نظر گرفته شد (شکل ۲).

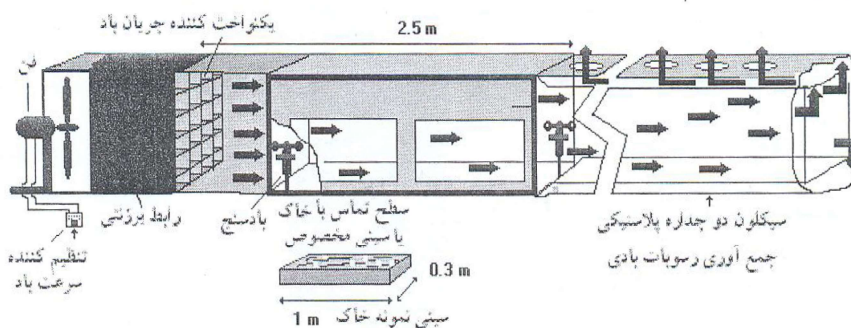


شکل ۲: نمونه‌های ماسه بادی تیمار شده با مالچ PistachioPAM به منظور بررسی اثر مالچ بر کنترل فرسایش بادی با استفاده از دستگاه سنجش فرسایش بادی

برای بررسی اثر عوامل محیطی بر ویژگی‌های خاک تثبیت شده با مالچ، مطالعات عمرسنجی نیز در نظر گرفته شد. به گونه‌ای که پس از تهیه تیمارها، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پس از گذشت یک هفته، ۱۶ هفته و ۳۲ هفته از اعمال تیمارها انجام شد. ویژگی‌های هم‌چون ماده آلی، پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک و مقاومت فروپذیری خاک نیز اندازه‌گیری گردید. به منظور بررسی اثر مالچ بر تثبیت شن‌های روان و میزان فرسایش بادی از یک دستگاه سنجش فرسایش بادی از نوع آزمایشگاهی - صحرایی، دارای سیستم مدار باز و دمنده استفاده شد که به طور کلی شامل بخش تنظیم کننده سرعت باد، مولد جریان، رابط مولد و تونل، صفحه مشبک لانه زنبوری و بدنه فلزی تونل می‌باشد (شکل ۳).

برای این منظور، نمونه‌ها پس از گذشت یک هفته، ۱۶ هفته و ۳۲ هفته از تهیه آن‌ها، ابتدا توزین و سپس در محل مخصوص بدنه فلزی تونل باد نصب و مورد آزمایش فرسایش بادی قرار گرفتند. سرعت باد دمیده شده به نمونه‌ها، توسط بادسنج در زمان‌های پنج دقیقه‌ای با توجه به سرعت بادهای مختلف (قابل تنظیم توسط دستگاه اینورتور تونل باد) کنترل شد. هنگامی که نخستین ذره‌ی خاک شروع به حرکت کرد، سرعت آستانه فرسایش برای خاک‌های مورد نظر از روی بادسنج قرائت گردید. در انتها، نمونه‌ی مورد نظر از تونل باد خارج و دوباره توزین شد. تغییر وزن در فاصله‌ی قبل و بعد از آزمایش، میزان خاک فرسایش یافته را نشان می‌دهد.

چهاردهمین کنگره علوم خاک ایران - فیزیک خاک و رابطه آب، خاک و گیاه



شکل ۳: نمونه شماتیک و تصویر دستگاه سنجش فرسایش بادی مورد استفاده

نتایج و بحث

برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

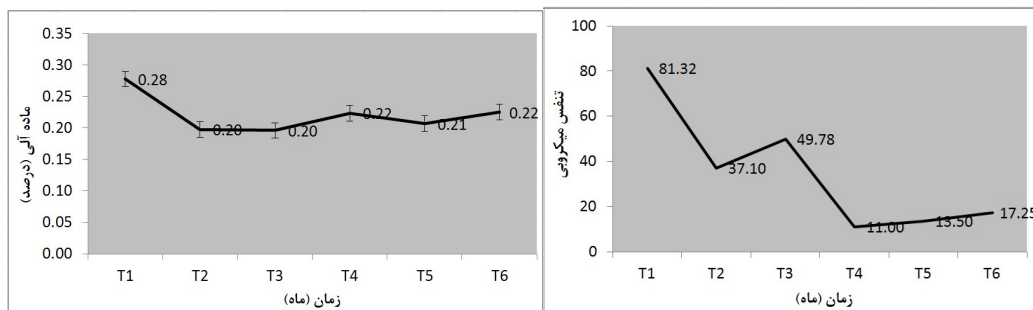
به منظور دستیابی به بالاترین قابلیت تثبیت شن‌های روان و جلوگیری از تولید گرد و غبار در مناطق مستعد فرسایش بادی، نسبت ترکیب بقایای حاصل از برداشت پسته و محلول PAM - آب باید به گونه‌ای انتخاب می‌شد که بدون هیچ گونه افزودنی خاص دیگر، دارای رطوبت وزنی، درصد ماده آلی، pH و هدایت الکتریکی (EC) مناسب و سازگار با محیط زیست باشد. جدول ۱ برخی از ویژگی‌های مالچ تولیدی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی مالچ PistachioPAM

ویژگی	مقدار
pH	۴۳/۵
هدایت الکتریکی (EC)	۳۵/۱۱ دسی زیمنس بر متر
رطوبت وزنی	۹۳ درصد
ماده آلی مرطوب	۵/۱ درصد
ماده آلی خشک	۳۵/۲۲ درصد

بررسی قابلیت تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از مالچ PistachioPAM و میزان ماندگاری مالچ

استفاده از مالچ PistachioPAM باعث کاهش معنی‌دار در فرسایش خاک و افزایش سرعت آستانه فرسایش بادی شد به گونه‌ای که میزان هدررفت خاک در زمان اول آزمایش (۱ هفته) از ۶۷/۱۵۶ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت در تیمار شاهد بدون مالچ به صفر کیلوگرم بر متر مربع در ساعت کاهش یافت. هم‌چنین سرعت آستانه فرسایش بادی در تیمار شاهد بدون مالچ ۶۷/۲۴ کیلوگرم بر ساعت بود در حالی که در تیمار مالچ‌پاشی شده بالاتر از سرعت نهایی دستگاه شبیه‌ساز فرسایش بادی بود. در آزمایش دوم نیز میزان رسوب تولید شده در حضور مالچ PistachioPAM صفر کیلوگرم بر متر مربع بود در حالی که در تیمار بدون مالچ‌پاشی ۲۴/۱۴۱ کیلوگرم بر متر مربع در ساعت بود. به نظر می‌رسد که افزودن مالچ‌های PistachioPAM به خاک باعث به وجود آمدن پیوندهای فیزیکی-مکانیکی بین مالچ و ذرات خاک شده که نتیجه آن بهم‌پیوستگی ذرات منفرد و در نهایت تشکیل لایه به هم پیوسته و خاکدانه‌های بزرگ در سطح خاک است. چنین خاصیتی می‌تواند فرسایش بادی را تا حد زیادی کاهش دهد.



شکل ۴: اثر اعمال تیمار مالچ PistachioPAM بر تنفس میکروبی و میزان ماده آلی در طول دوره آزمایش

به منظور بررسی ماندگاری مالچ PistachioPAM در شرایط طبیعی، میزان تنفس میکروبی و ماده آلی خاک در طول دوره آزمایش اندازه گیری شد. نتایج نشان داد که در طی دوره ۶ ماهه آزمایش تغییرات میزان ماده آلی مالچ افزوده شده به خاک معنی داری نبود (شکل ۴). هم چنین بررسی میزان تنفس میکروبی خاک در حضور مالچ PistachioPAM در طول دوره آزمایش کاهش یافت که این امر نمایان گر کاهش فعالیت میکروبی پس از افزودن مالچ به سطح خاک و بنابراین کاهش میزان تجزیه ماده آلی توسط میکروارگانیسم های خاک است (شکل ۴). بنابراین با توجه به عدم تغییرات معنی دار میزان ماده آلی و کاهش معنی دار تنفس میکروبی خاک در طول دوره آزمایش که بیان گر عدم تجزیه آن در طول زمان است، می توان چنین استنباط نمود که مالچ PistachioPAM از پایداری و ماندگاری بالایی برخوردار باشد. بنابراین مالچ PistachioPAM با توجه به قیمت تمام شده کم آن برای تولید انبوه در مقایسه با سایر مالچ های موجود در بازار، اثرات زیست محیطی ناچیز، ماندگاری و پایداری بالا، می تواند به عنوان ایده ای نوین و گزینه ای مناسب جهت تثبیت شن های روان و جلوگیری از برداشت ذرات خاک و تولید ریزگردها مورد توجه قرار گیرد.

منابع

- حسینی، م. خدادادی، ا. جعفری، م. رنجبر، ع. و خلیلاوی، خ. ۱۳۹۱. جنبه های عملیاتی پروژه عظیم تثبیت شن های روان، مالچ پاشی و درخت کاری. دومین کنفرانس برنامه ریزی و مدیریت محیط زیست، صفحه ۱ تا ۹.
- دهدشتیان، م. د. ۱۳۸۸. مالچ های نفتی و اثرات زیست محیطی کاربرد آن. مجله جنگ و مرتع، شماره ۸۱، مجله جنگل و مرتع، صفحه ۲۶ تا ۳۱.
- رفاهی، ح. ق. ۱۳۸۸. فرسایش بادی و کنترل آن، انتشارات دانشگاه تهران. چاپ پنجم.
- مروتی شریف آبادی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه فرسایش پذیری خاک سطحی توسط باد با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در منطقه رودشت اصفهان. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Ahmadi H. Applied Geomorphology, Water-Erosion, Tehran University, ۱, ۱۹۹۶.
- Jahanjo B. ۲۰۰۰. The Chemical Effect of Polyacrylamide on the Diffusion and Soil Erosion Control in the Irrigation. MSc Thesis, Faculty of Agricultural, Tehran University
- Kardous, M., Bergametti, G., and Marticorena, B. ۲۰۰۵. Wind tunnel experimentsn of the effect of tillage ridge features on wind erosion horizontal fluxes. Annales Geophysicae, ۲۳:۱۰. ۳۱۹۵-۳۲۰۶
- Klute, A. ۱۹۸۶. Method of soil Analysis. Part I- Physical and Mineralogical Methods. Second edition. Agronomy NO. ۹, America Soprety of Agronomy, Inc. Soil Science Soprety of America, Inc. Publisher Madison, Wisconsin. USA.
- Nelson, D. W., and L. P. Sommers. ۱۹۸۶. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: Page, A.L. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Part ۲: Agronomy Handbook No ۹, American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. ۵۳۹-۵۷۹.

Abstract

PistachioPAM is an organic and environmental friendly mulch which is produced for the first time in Iran from pistachio residues (that are several tons only in Rafsanja city, southeast Iran) and a determined ratio of polyacrylamide. It has no side effects on environment which is the main problem in using petroleum mulches. Laboratory and field studies were done to investigate the usefulness of PistachioPAM mulch for the stabilization of sand dunes. For this purpose, sand dune samples were obtained from the Davaran plain in Rafsanjan and then the mulch was spread on the samples in ۳ replications and wind erosion rate was investigated using a wind erosion



simulator. To investigate the mulch survives with the time, an experiment of 8 months was designed and the effect of the mulch on sand stabilization was determined after 1, 16, and 32 weeks (in 3 replications) of the experiment. The results showed that the PistachioPAM mulch reduced wind erosion up to zero by forming stable and coarse aggregates on the surface and non-infiltrated layer with a high shear strength on the soil surface. Measurement of the organic matter and microbial respiration variations in all 3 investigated times revealed that the mulch decomposition with time was less and non-significant ($P < 0.05$) indicating high survey of the mulch in environment.