

مقاله پژوهشی

ارزیابی کارایی روش مالچ سنگی در مقابله با فرسایش بادی

(مطالعه موردی: دشت سگری و دشت فساران اصفهان)

شیلا حجه فروش^{۱*}، محمد خسروشاهی^۲، مسعود برهانی^۳

۱- هیات علمی و استادیار، ژئومورفولوژی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات،

آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۲- هیات علمی و دانشیار، بیابان، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و

ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- هیات علمی و استادیار، مرتعداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۸، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۳۰)

چکیده

انجام عملیات بیولوژیک مقابله با فرسایش بادی بدلیل وجود بادهای با سرعت بالا در اراضی لخت بیابانی و ماسه زارها همواره با مشکلاتی مواجه است، پیش شرط لازم برای متوقف کردن آنها ایجاد موانع بر سر راه حرکت خاک و ماسه های روان است. در این مقاله بر اساس نقشه کانون بحران فرسایش بادی استان اصفهان منطقه برداشت مشخص و ضمن تعیین آستانه فرسایش بادی در عرصه های کاری، پارامترهایی از جمله جهت باد غالب، خصوصیات فیزیکی، شیمیایی خاک و وضعیت پوشش منطقه، عملیات پاشش مالچ جهت تثبیت خاک انجام گرفت. دو آزمایش جداگانه با استفاده از سنگریزه های طبیعی بادامی با تراکم ۷۵ درصد در دشت فساران و سرباره های شرکت فولاد مبارکه با سایز بادامی با تراکم ۲۵ و ۵۰ درصد در مقایسه با شاهد به عنوان مالچ استفاده شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده طرح فاکتوریل در قالب بلوک کامل تصادفی در سه تکرار که فاکتور A تراکم مالچ و فاکتور B تله های رسوب گیر (سینی و چند وجهی) را نشان میدهد. میزان تثبیت کنندگی و قدرت مقاومت مالچ های فوق در مقابل بادهای منطقه، از روی شاخص های چوبی یک متری و نصب تله های رسوبگیر بررسی شد. مقایسه میانگین داده ها در دشت سگری نشان داد که سطح پوشش ۵۰ درصد نسبت به سطح پوشش ۲۵ درصد از لحاظ آماری برتری معنی داری داشت. در دشت فساران نیز اختلاف معنی داری بین سطح پوشش ۷۵ درصد با شاهد مشاهده شد. لذا انتخاب پوشش ۵۰ درصد سرباره علاوه بر کارایی مناسب و تامین هدف مورد نظر، از نظر امکان رشد گونه های گیاهی مناسب تر می باشد.

واژه های کلیدی: بیابان، فرسایش بادی، مالچ سنگی، تله رسوبگیر، دشت سگری و فساران

طوفان های شن و گرد و غبار وقایع طبیعی هستند که در مناطق خشک و نیمه خشک جهان به خصوص در عرض های سبب تروپیکال (جنب حاره ای) به وقوع می پیوندند. پهناوری بیابانها در سرتاسر جهان نشان دهنده این است که این مناطق منابع مهمی برای طوفانهای گرد و غبار در طول تاریخ بوده اند اما در سالهای اخیر فعالیتهای بشری نیز منبع دیگری را در حاشیه بیابانهای مناطق نیمه خشک ایجاد کرده است که این مناطق پیش از این به صورت پایدار بوده اند (امیری، ۱۳۸۹). باید دانست که ریزگردها با طوفانهای شن که در بسیاری از مناطق صحرایی و بیابانی وجود دارد یکسان نیستند. ریزگرد عمدتاً پدیده های مخلوق دخل و تصرف انسان در طبیعت است، درحالی که طوفان شن پدیده های طبیعی است. طوفانهای ریزگرد و طوفانهای شن از نظر هواشناسی پدیده های متفاوتی هستند، مهمترین تفاوت این دو در اندازه ذرات تشکیل دهنده آنها میباشد. ذرات شن ۲ تا ۷ برابر درشتتر از ذرات ریزگرد است، همین تفاوت در ابعاد بزرگتر، موجب تأثیرات بسیار مهمی میشود (رفاهی، ۱۳۷۸). اثرات سوء ریزگردها بیشتر در حوزه سلامت انسانی بوده اما اثرات جبران ناپذیر طوفانهای شن عمدتاً در حوزه های تأسیساتی و زیربنایی و خسارات جبران ناپذیر به زیرساختها میباشد (محمدی و همکاران، ۱۳۸۹).

در خصوص استفاده از مالچ های سنگی (شن، ماسه بادی، سنگریزه، پوکه معدنی، سنگ پا، و غیره) تحقیقات وسیعی در جهان و تا حدودی در کشور انجام شده است. هرچند اثرات مثبت این روش در کاهش مصرف آب و حتی کنترل شوری (در خاکهای شور) محیط ریشه گیاه به اثبات رسیده است، ولیکن، هنوز جایگاهی در کشاورزی کشور به عنوان روشی کارآمد برای مدیریت رطوبت ریشه خاک و کاهش مصرف آب پیدا نکرده است. با این حال، با توجه به مسائل بحران آب، سزاوار است که استفاده از انواع مالچهای سنگی مورد توجه جدی قرار بگیرد. استفاده از مالچ سنگریزه ای که خود نمونه ای بارز از الهام از طبیعت در عرصه های سنگفرشی (هامادا) می باشد. علاوه بر سنگریزه یکی از موادی که در این راه می تواند موثر باشد، سرباره فولادسازی است که به نظر می رسد به عنوان یک پوشش به منظور نگهداری ذرات حساس به فرسایش عرصه های شنی می تواند قابل استفاده باشد. همچنین به نظر می رسد توانایی ایجاد بستری مناسب برای استقرار پوشش گیاهی دست کاشت و یا بومی منطقه را نیز دارد (Sharifi & et al, 2020).

علاوه بر این، به نظر می رسد، سرباره توانایی به دام اندازی ذرات فرسایش یافته را نیز دارد و می تواند نقش مهمی در به دام اندازی رسوبات بادی داشته باشد. آگاهی از میزان و نوع ذرات به دام اندازی شده به وسیله خاک پوش، درک و آگاهی کلی ما را از میزان تأثیر آن در کنترل فرسایش بادی و تأثیر رسوبات بر تشکیل و تولید خاک در اراضی پوشیده شده را ارتقا می دهد. به دام اندازی رسوبات بادی به وسیله خاک پوش تحت تأثیر متقابل بین فرآیندهای فرسایش و ترسیب می باشد. اطلاعات کمی در مورد تأثیر خاک پوش بر روی به دام اندازی ذرات فرسایش یافته و رسوبات بادی موجود است. با پیشرفت تکنولوژی و تجربیات سایر

کشورها روشهای متنوع تر و انواع تثبیت کننده های جدیدتر برای این کار معرفی شده است. اینکه کدام روش و یا کدام ماده تثبیت کننده از نظر کارایی تثبیت ماسه ها و مالچ ایجاد پوشش گیاهی بهتر و از نظر هزینه های مرتبط، اقتصادی تر است، کار قابل توجهی انجام نشده است. مطالعات گسترده ای در زمینه اثرات پوشش سنگریزه ای و اندازه سنگریزه در به دام اندازی ذرات فرسایش یافته و گرد و غبار انجام گرفته است در شمال غربی چین مشخص شد که خاک پوش های سنگریزه ای اثر قابل توجهی بر روی به دام اندازی گرد و غبار و رسوبات بادی دارند. گرد و غبار بسیار بیشتری بر روی لایه پوشیده شده با سنگریزه نسبت به لایه فاقد سنگریزه انباشته می شود و پوشش سنگریزه ای و اندازه سنگریزه اثر متفاوتی بر روی به دام اندازی رسوبات بادی دارند. به طوری که انباشتگی و تجمع گرد و غبار به صورت نمایی با پوشش سنگریزه ای افزایش می یابد ولی به صورت نمایی با قطر سنگریزه کاهش می یابد (یانلی^۱، ۲۰۰۲). به دام اندازی ذرات گرد و غبار، مواد غذایی را برای زمین های دارای خاک پوش تامین کند. تحقیقی در چین نشان داد که نیتروژن کل و میزان ماده آلی خاک دارای گرد و غبار به دام افتاده به وسیله سنگریزه ها به طور چشمگیری بیشتر از خاک محلی است. ولی تفاوت های بارزی در کل فسفر و پتاسیم بین خاک دارای گرد و غبار و خاک محلی وجود ندارد. این نشان می دهد که گرد و غبار در مقایسه با خاک محلی غنی از نیتروژن و ماده آلی است که نشان دهنده این است که به دام اندازی ذرات گرد و غبار نقش مهمی در بهبود حاصلخیزی خاک در این منطقه ایفا می کند. علاوه بر این، مالچ ها می توانند سبب جلوگیری از هدر رفت مواد غذایی خاک با کاهش فرسایش آبی و بادی شوند. بنابراین پوشش های مختلف از مالچ بر روی سطح خاک می تواند یکی از عوامل موثر و مسئول در حفظ حاصلخیزی خاک زمین های مالچ پاشی شده باشد (یانلیو همکاران، ۲۰۰۱).

تحقیقات نشان می دهد ۴۰ درصد پوشش سنگریزه ۳۱ برابر بیشتر گرد و غبار نسبت به شاهد (با صفر درصد پوشش) به دام می اندازد همچنین پوشش سنگریزه ای ۲۰ درصد، ۲۵ برابر بیشتر گرد و غبار نسبت به شاهد به دام می اندازند (گوسن^۲، ۱۹۹۵). جی^۳ در سال ۲۰۱۶ با استفاده از آزمایش های تونل باد، توانایی اجسام ماسه سیمانی (Sand-Cemented Bodies) در کنترل فرسایش بادی را بررسی کرد. نتایج در این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح پوشش SCB تا ۴۰٪، میزان انتقال شن و ماسه کاهش یافته ولی در پوشش بالاتر از ۴۰٪ تفاوت بیشتری مشاهده نشد. در حالی که در پوشش SCB کمتر از ۱۰٪، سرعت باد نقش مهمی در حمل و نقل شن و ماسه ایفا کرده است. تحت همان پوشش SCB، حمل و نقل ماسه بستگی به

¹ Yanli

² Goossens

³ jie

افزایش اندازه SCB دارد، به دلیل کاهش تراکم SCB میزان افزایش فرسایش باد با افزایش پوشش SCB کاهش می‌یابد. به طور خلاصه، افزایش در پوشش SCB دارای مزایایی جهت کاهش فرسایش و کنترل سطح زیرین شن و ماسه بوده و می‌تواند به‌عنوان نوع جدیدی از فن آوری تثبیت ماسه در نظر گرفته شود (جی، ۲۰۱۶). مالچ ماسه سنگ به‌عنوان یک اقدام برای حفاظت از آب کشاورزی برای بیش از سیصد سال در مناطق نیمه خشک چین استفاده شده است. این مطالعه بر روی مالچ ماسه‌ای ۳ ساله در دامنه‌های لسی فلات شمال غربی چین به منظور بررسی تأثیر مالچ شن‌های مختلف و باران‌های طبیعی در رواناب سطح، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و جوامع میکروبی انجام شد. نتایج نشان داد که مالچ ماسه‌ای می‌تواند به طور مؤثر رواناب سطحی را کنترل کند و سبب افزایش محتوای کربن و ازت خاک شود و غنای باکتریایی و قارچی خاک و تنوع باکتریایی پس از مالچ شدن به طور قابل توجهی افزایش یافت. بنابراین، استفاده از ماسه سنگ در مناطق خشک و نیمه خشک به‌عنوان مالچ توصیه می‌شود (ونکونگ، ۲۰۱۹).

در مطالعه‌ای با هدف تعیین مناسب‌ترین مالچ سازگار با محیط زیست، تیمارهای مالچ سیمانی (۵۰ گرم سیمان + ۱۰۰ گرم شن + ۱۰۰۰ میلی لیتر آب)، دو نرخ پلیمر (۵ و ۱۰ گرم پلی وینیل استات + ۱۰۰۰ میلی لیتر آب)، دو نرخ مالچ خاک رس (۱۰۰ و ۲۰۰ گرم زئولیت + ۱۰۰۰ میلی لیتر آب، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم بنتونیت + ۱۰۰۰ میلی لیتر آب)، و کنترل (آب)، پس از اعمال از تیمارها، سینی‌های حاوی ماسه‌های متحرک به همراه هوای مختلف هوای خشک شده و میزان فرسایش خاک طی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ دقیقه توسط تونل باد با سرعت ۸۵ کیلومتر در ساعت اندازه‌گیری شد. علاوه بر این، مقاومت در برابر نفوذ، مقاومت در برابر سایش، ضخامت پوسته و مقاومت ضربه اندازه‌گیری شد. نتایج این مطالعه نشان داد که تیمارهای اعمال شده باعث افزایش مقاومت به نفوذ، ضخامت پوسته، مقاومت در برابر ضربه و مقاومت در برابر سایش شده و فرسایش باد را کاهش می‌دهند. به طوری که ۱۰ گرم مالچ پلیمر و ۲۰۰ گرم بنتونیت بیشترین مقاومت را در برابر فرسایش بادی دارند و به‌عنوان تیمارهای مناسب برای تثبیت ماسه‌های متحرک در اراضی خشک مانند منطقه مورد مطالعه توصیه می‌شوند (مینا و همکاران، ۲۰۲۰).

در تحقیقی دیگر از نسبت‌های مختلف سیمان، آهک، ماسه بادی و سرباره فولاد به‌عنوان مالچ سیمانی سرباره‌ای برای تثبیت نمونه‌های ماسه‌زارهای منطقه رباط کریم استفاده شده است. استفاده از سرباره فولاد به دلیل مزیت‌های زیست محیطی حذف پسماند و خاصیت پوزلانی آن برای جایگزینی به جای قسمتی از

¹ wencong

² mina

سیمان می‌باشد. برای یافتن اختلاط بهینه و کاهش نمونه‌های آزمایشگاهی از روش طراحی آزمایش مخلوط استفاده شد و تاثیر درصد مختلف مواد تشکیل دهنده بر مقاومت برشی، فشاری، ضربه‌های و درصد رطوبت تیمارهای مالچ سیمانی سرباره‌ای بررسی شد. نتایج نشان می‌دهد که افزودن سرباره باعث افزایش مقاومت فشاری و برشی و همچنین قابلیت نگهداری رطوبت در مالچ ترکیبی جدید می‌شود. در نهایت با توسعه مدل ریاضی نتایج آزمایش‌ها، شش حالت مختلف برای بهینه‌سازی ترکیب مالچ سیمانی سرباره‌ای در نظر گرفته شد، که تیمار ۶۷/۷۳۱٪ ماسه، ۲۷٪ سیمان، ۲/۷۹۷٪ سرباره فولاد و ۳/۱٪ آهک، بهترین ترکیب با در نظر گرفتن تمامی شاخص‌ها به دست آمد. برای اعتبارسنجی نتایج بدست آمده از مدل ریاضی شش ترکیب بهینه مجدداً ساخته شد و آزمایش‌ها بر روی آنها تکرار شد. نتایج بدست آمده حاکی از همخوانی قابل قبول بین مقادیر پیش‌بینی شده و آزمایش شده می‌باشد (عظیمی و همکاران، ۱۳۹۷). ابطحی و خسروشاهی (۱۳۹۵) در تحقیق خود تأثیر استفاده از مالچ‌های غیرنفتی و شیمیایی در سبز شدن و زنده‌مانی گیاهان مورد استفاده در احیای بیولوژیک مناطق تحت فرسایش بادی را بررسی و با بررسی درصد زنده‌مانی و استقرار بذر، قلمه و نهال گیاهان اسکنیبل و تاغ، نشان داند که در روش بذرکاری، درصد زنده‌مانی و ارتفاع، مالچ سیمانی بالاترین زنده‌مانی و ارتفاع و مالچ پلیمری بالاترین درصد زنده‌مانی را دارد. در روش قلمه‌کاری، تیمار مالچ سیمانی بیشترین درصد زنده‌مانی و ارتفاع بود. در روش نهال‌کاری، بالاترین درصد زنده‌مانی در مالچ‌های پایا، محلول فارس، مشاهده شد. از میان مالچ‌های شش‌گانه مورد آزمایش، R.B پلیمری و سیمانی و بیشترین ارتفاع در مالچ‌های سیمانی و مالچ سیمانی به لحاظ سازگاری با گیاه و ایجاد بستر مناسب جهت جوانه‌زنی و رشد ارتفاعی مناسب‌ترین مالچ شناخته شده است. هدف این تحقیق مقایسه کارایی دو نوع مالچ سنگی (سنگریزه‌های طبیعی و سرباره‌های شرکت فولاد مبارکه) در تثبیت ماسه‌های روان با درصد پاشش متفاوت جهت تثبیت خاک می‌باشد. یقیناً عملکرد هر کدام از این اقدامات بستگی به شرایط خاص منطقه، امکانات، اهمیت اقتصادی، میزان بارندگی، نوع و جنس خاک، عوارض طبیعی و دیگر ویژگیهای منطقه دارد که در این پروژه به آن نیز پرداخته می‌شود.

داده‌ها و روش‌ها

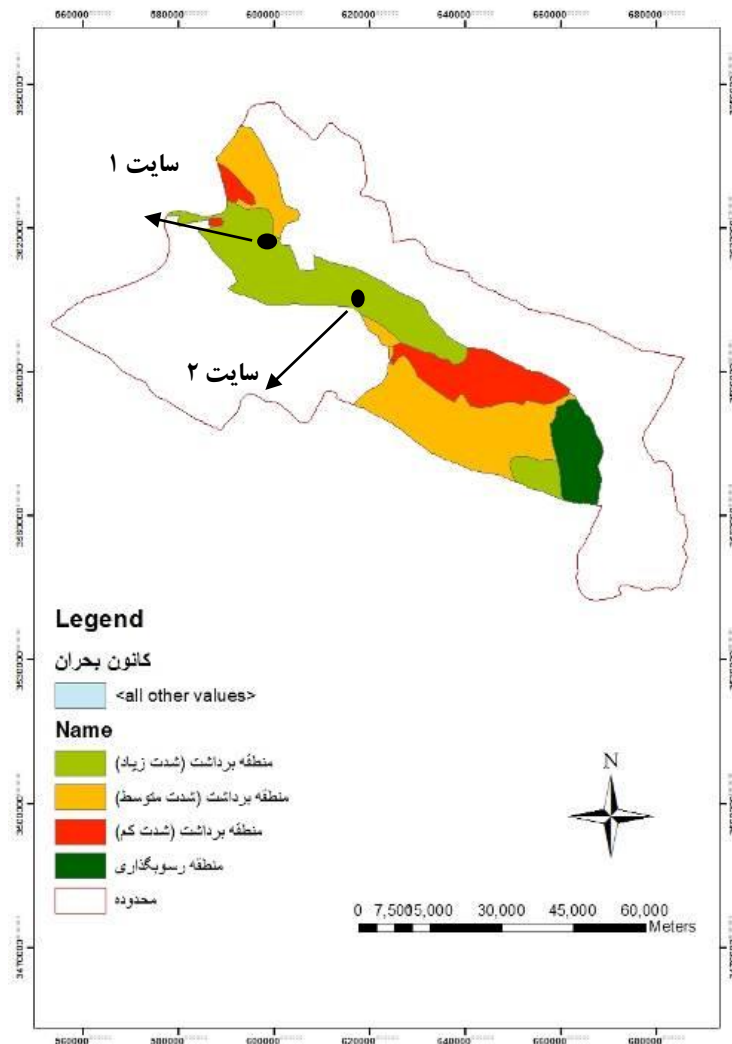
در این تحقیق ضمن تعیین آستانه فرسایش بادی در عرصه‌های کاری از روش ریگ پاشی و مالچ پاشی غیر نفتی در مناطق بیابانی مورد مطالعه در مساحتی از ۱ تا ۲ هکتار (بسته به شرایط خاص منطقه، امکانات، عوارض طبیعی و دیگر ویژگیهای منطقه) بعنوان یک پایلوت تحقیقاتی بکار گرفته شد تا کارایی آنها از جنبه‌های مهار و تثبیت خاک و همچنین هزینه‌های انجام شده برای هریک از روشها، مورد مقایسه قرار گرفته و

به بخش های اجرایی کشور برای هر منطقه متناسب با ویژگیهای خاص آن ناحیه معرفی شوند. مراحل به این صورت بود:

- انتخاب سایت تحقیق حداقل در دو نقطه از مناطق بیابانی اصفهان دشت سگزی و فساران
- تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مورد مطالعه.
- تهیه آمار و داده های باد (سمت و سرعت) از طریق نزدیکترین ایستگاههای هواشناسی به منطقه مورد مطالعه و تحلیل آنها.
- تعیین آستانه فرسایش بادی در عرصه های مورد مطالعه
- پاشش دو نوع مالچ سنگی (سنگریزه های طبیعی و سرباره های شرکت فولاد مبارکه اصفهان) برای تثبیت در مناطق مورد مطالعه.
- بررسی و معرفی مناسب ترین روش و درصد تراکم بکار گرفته شده برای مقابله با پدیده گرد و غبار و فرسایش بادی در ماسه زارهای مورد مطالعه
- سنگریزه مورد استفاده در این تحقیق که دارای قطر ۳-۱/۵ سانتیمتر بوده و به ریگ بادامی معروف می باشد، از معادن شن و ماسه موجود در شعاع کمتر از ۳۰ کیلومتری اراضی مورد مطالعه (دشت فساران-سگزی) تهیه گردید. در این منطقه حدود ۷ معدن شن و ماسه با تولید روزانه هر کدام ۲۰ متر مکعب وجود دارد. همچنین از سرباره کوره قوس الکتریکی (EAF Slag) استفاده شده است. سرباره فولادسازی ماده ای سخت و با دانسیته حدود ۳/۲ تن بر مترمکعب است و به ازاء تولید یک تن فولاد، حدود ۱۲۰ کیلوگرم از این ماده تولید میشود که این مقدار در اصفهان سالانه ۵۲۰ میلیون کیلوگرم می شود. نتایج تجزیه شیمیایی سرباره که توسط آزمایشگاه مرکزی شرکت فولاد مبارکه انجام گرفته نشان میدهد که اکسید کلسیم از نظر کمی بیشترین درصد سرباره را تشکیل میدهد. آهن کل سرباره ۱۶ درصد بوده و پس از آن به ترتیب کاهش مقدار، عناصر دیگری نظیر سیلیسیوم، فسفر، منگنز، منیزیم، گوگرد و مقادیر کمی پتاسیم و روی نیز در سرباره موجود می باشند.

منطقه مورد مطالعه:

دشت سگزی با وسعت ۱۱۲۱۶۷ هکتار در مختصات ۳۲ درجه و ۲۸ دقیقه و ۲۱ ثانیه تا ۳۲ درجه و ۴۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۴۹ دقیقه و ۱۶ ثانیه تا ۵۲ درجه و ۱۴ دقیقه و ۰۹ ثانیه قرار دارد. با توجه به نزدیکی آن به مناطق شهری، تأسیسات نظامی، حمل و نقل و نیز صنایع و کارگاههایی که در آن واقع شده‌اند، از جنبه‌ی جلوگیری از فرسایش بادی و بیابان‌زدایی در اولویت مطالعاتی و اجرایی قرار دارد. مرتفع‌ترین نقطه‌ی این منطقه، با ارتفاع ۲۱۲۰ متر، در شمال شرقی آن و پست‌ترین نقطه در جنوب غربی منطقه، با ارتفاع ۱۵۵۰ متر از سطح دریای آزاد واقع است. شیب متوسط منطقه برابر با ۱/۰۸ درصد است. اقلیم منطقه خشک تا فراخشک می‌باشد. میانگین سالانه دما در ایستگاه هواشناسی شرق اصفهان ۱۶.۲ سانتیگراد و میانگین سالانه بارندگی حدود ۱۲۲/۴ میلی‌متر است و بارشها به خصوص در فصل زمستان و پاییز به وقوع پیوسته است. متوسط رطوبت نسبی در تمامی سالها کمتر از ۵۰ درصد و بین ۳۶ تا ۴۷ درصد بوده است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دومارتن، اقلیم منطقه، خشک و طبق تقسیم‌بندی آمبرژه، خشک سرد است. مسطح بودن منطقه باعث شده طبقات شیب زیادی در آن مشاهده نگردد. اقلیم خشک، گرمای شدید، تبخیر بالا، بارندگی پایین، ریزدانه بودن ذرات خاک و بادهای دائمی در این منطقه شرایط مناسبی برای بیابانزایی و ایجاد فرسایش بادی فراهم آورده‌اند. دشت سگزی به لحاظ گستردگی و شدت فرآیند بیابان‌زایی یکی از مناطق بحرانی استان اصفهان محسوب می‌شود (شکل ۱).



شکل ۱- وضعیت کانون های بحران فرسایش در سگزی و موقعیت اجرای طرح

روش تحقیق:

دو آزمایش جداگانه فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از سنگریزه های طبیعی بادامی با تراکم ۷۵ درصد در دشت فساران و سربراه های شرکت فولاد مبارکه با سایز بادامی با تراکم ۲۵ و ۵۰ درصد در مقایسه با شاهد به عنوان مالچ استفاده شدند. مکان اجرای آزمایش اول، سایت ۱ به وسعت حدود یک هکتار واقع در ایستگاه بیابانزدایی دشت سگری بود (شکل ۱). فاکتور A تیمار پاشش یکنواخت مالچ با تراکم ۲۵ درصد، ۵۰ درصد و شاهد، وضعیت طبیعی منطقه بود. فاکتور B دو نوع تله رسوبگیر (سینی و چند وجهی) بودند. کرت ها دارای ابعاد 20×30 مترمربع بودند. شکل کرت ها به نحوی انتخاب شد که طول کرت ها در جهت باد غالب فرساینده قرار گیرد. فاصله بین هر دو کرت ۳۰ متر در نظر گرفته شد تا اثر خاکپوش روی کرت دیگر بر جا نماند. مکان اجرای آزمایش دوم در منطقه فساران بود. در این آزمایش نیز از فاکتوریل در قالب طرح بلوک های تصادفی استفاده شد. فاکتور A مالچ پاشی با تراکم ۷۵ درصد سنگریزه و شاهد و فاکتور B دو نوع تله رسوبگیر (سینی و چند وجهی) بودند.

به منظور محاسبه میزان مورد نیاز مالچ با تراکم ۵۰ درصد ابتدا پلاتی با ابعاد 1×1 انتخاب و نصف پلات با سنگریزه کاملاً پر گردید، به طوری که فضای خالی بین آن نباشد. در ادامه وزن سنگریزه ها اندازه گیری و وزن کل سنگریزه مورد نیاز در هر کرت محاسبه گردید. از آنجا که پاشش دستی سنگریزه توسط بیل انجام می گیرد، تعداد بیل سنگریزه مورد نیاز در هر متر مربع مشخص گردید. این روند برای تراکم های ۲۵ و ۷۵ درصد نیز انجام گردید. به منظور کاهش اثر فرسایش اراضی اطراف بر تیمارها، اطراف محل پاشش در سایت ۱ سگری با حصاری از سرشاخه های طبیعی و در سایت ۲ فساران با توری محصور گردید.



شکل ۲- تصاویری از پیاده سازی طرح و پاشش سربراه های فولاد مبارکه با تراکم های مختلف



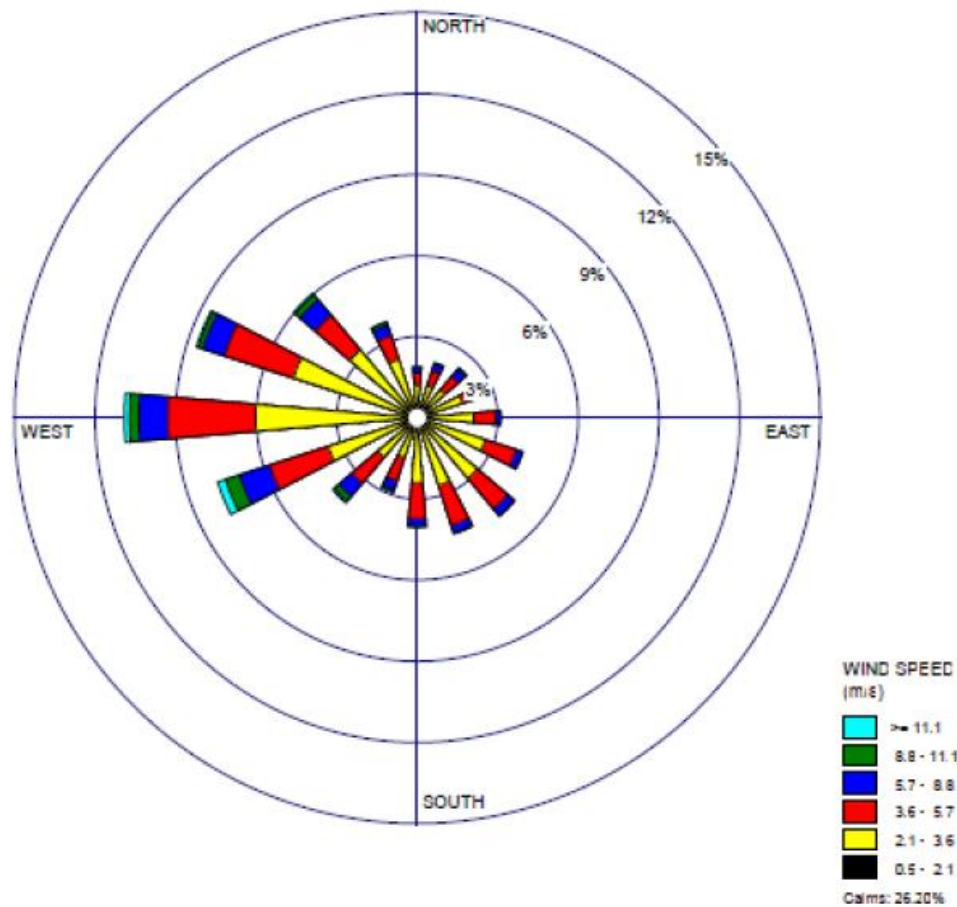
شکل ۳- ایجاد بادشکن با سرشاخه های تاغ و توری در اطراف محدوده پاشش سرباره ها در سایت ۱ و ۲

یافته‌ها و بحث

داده های جمع آوری شده در Excel وارد و سپس در نرم افزار آماری SAS آنالیز گردید. مقایسه میانگین مقادیر رسوب جمع شده در ابزارهای سنجش به تفکیک نوع ابزار به روش LSD انجام گرفت. همچنین هزینه های تهیه، انتقال و پاشش هر دو نوع مالچ سنگریزه ای و سرباره محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. با توجه به گلبادهای فصول مختلف سال ۱۳۹۷ (گلبادهای بر اساس داده‌های اداره کل هواشناسی کشور رسم شده است) و مطالعه گلباد از سال ۱۹۷۷ تا ۲۰۱۵ در می‌یابیم که باد غالب (بادی که در یک مقطع زمانی مشخص معمولاً یک‌سال، بیشترین فراوانی وزش را دارد) و باد فرساینده (بادی که سرعت آن از سرعت آستانه فرسایش بیشتر باشد) در دشت سگزی از سمت غرب، جنوب غربی و شمال غربی می‌وزند و هم جهت می‌باشند. بادهای فرساینده در فصل بهار درصد بیشتری نسبت به سایر فصول دارد. بیشینه سرعت باد در این فصل ۲۰ متر بر ثانیه و درصد فراوانی آن تنها حدود ۰/۲ درصد در بازه زمانی یک‌ساله است. بیشترین فراوانی وزش در فصل بهار متعلق به بادهایی با سرعت ۶ تا ۱۰ متر بر ثانیه است. در نهایت بیشینه سرعتی که فراوانی قابل توجهی دارد، گروه باد با سرعت ۱۴ تا ۱۶ متر بر ثانیه است. باد غالب در فصل تابستان از سمت شمال شرق و شرق می‌وزد. اما فراوانی کلی آن در سال نسبت به باد غربی کمتر است. بنابراین، بادی که از سمت غرب می‌وزد، باد غالب منطقه است. در فصل تابستان نیز بیشترین فراوانی مربوط به بادهای گروه ۶ تا ۱۰ متر بر ثانیه می‌باشد. بیشترین سرعت باد در این فصل ۱۴ متر بر ثانیه است. در فصل پاییز نیز مانند سایر فصول فراوان‌ترین سرعت باد، سرعت ۶ تا ۱۰ و به خصوص ۸ تا ۱۰ متر بر ثانیه است. بیشترین سرعت باد اندازه‌گیری شده در این فصل ۱۶ تا ۱۸ متر بر ثانیه می‌باشد که حدود ۰/۵ درصد، فراوانی دارد. بادهایی با سرعت ۶ تا ۸ متر بر ثانیه بیشترین فراوانی را در فصل زمستان دارند. در این فصل بادهای گروه ۱۲ تا ۱۴ متر بر ثانیه فراوانی بیشتری نسبت به فصول تابستان و پاییز داشته و بیشترین سرعت باد در این فصل ۱۶ تا ۱۸ متر بر ثانیه است که فراوانی آن در حدود ۰/۲ درصد است (جدول ۱، شکل ۴).

جدول ۱- فراوانی تجمعی بادهای در سرعت‌های مختلف

سرعت باد	کم‌تر از ۶	کم‌تر از ۸	کم‌تر از ۱۰	کم‌تر از ۱۲	کم‌تر از ۱۴	کم‌تر از ۱۶	کم‌تر از ۱۸
فراوانی تجمعی (%)	۹۴	۹۷/۵	۹۸/۹	۹۹/۲	۹۹/۳	۹۹/۸	۹۹/۹



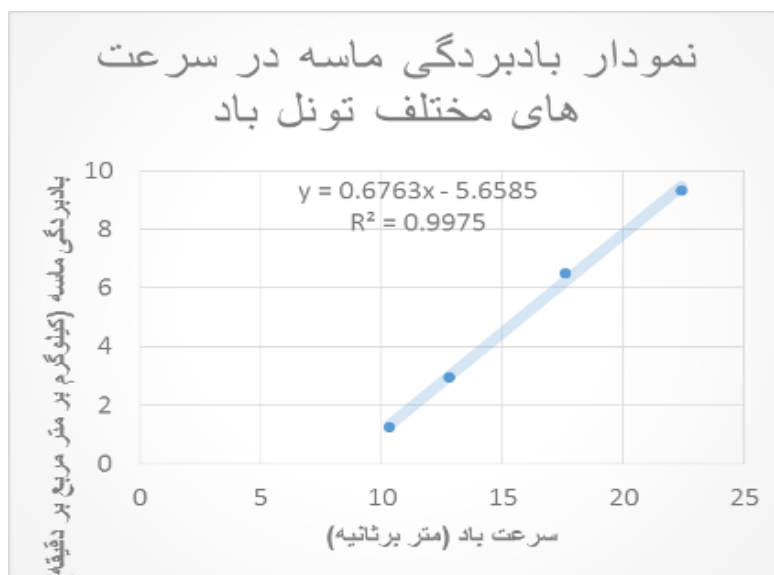
شکل ۴- گلباد سالانه باد بر حسب متر بر ثانیه در ایستگاه شرق اصفهان (۲۰۱۵-۱۹۷۷)

بنابراین، تنها ۰/۱ درصد از بادهای سرعتی بیش از ۱۸ متر بر ثانیه دارند. این داده‌ها همچنین نشان می‌دهد که ۹۹/۸ درصد بادهای منطقه سرعتی کم‌تر از ۱۵ متر بر ثانیه دارند. اندازه‌گیری میزان سرعت آستانه فرسایش بادی در دشت سگزی با استفاده از تونل باد موسسه بخش بیابان موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع نشان داد که در رطوبت حجمی حدود ۲ درصد و دمای ۲۰ درجه، سرعت آستانه فرسایش ۶/۹ متر بر ثانیه است. افزایش سرعت باد موجب افزایش رسوب بادی می‌گردد به نحوی که در سرعت ۲۲ متر بر ثانیه این میزان به بیش از ۹ کیلوگرم بر متر مربع در متر بالغ می‌گردد (جدول ۲، شکل ۱). شکل ۵ نمودار بادبردگی ماسه را بر اساس داده‌های تونل باد نشان می‌دهد.

به منظور بررسی اثر پوشش مالچ سنگی بر رسوب بادی در شرایط تونل باد، درصد‌های مختلف پوشش شامل ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد آزمایش شد، نتایج نشان داد که در پوشش ۵۰ درصد، در مقایسه با ۲۵ درصد، میزان رسوب بادی به کمتر از نصف تقلیل پیدا نموده است. این کاهش در پوشش ۷۵ درصد روند خطی نداشته و کاهش نسبت به ۵۰ درصد اندک است (جدول ۳، شکل ۶).

جدول ۲- برآورد میزان رسوب در تونل باد با سرعت‌های مختلف

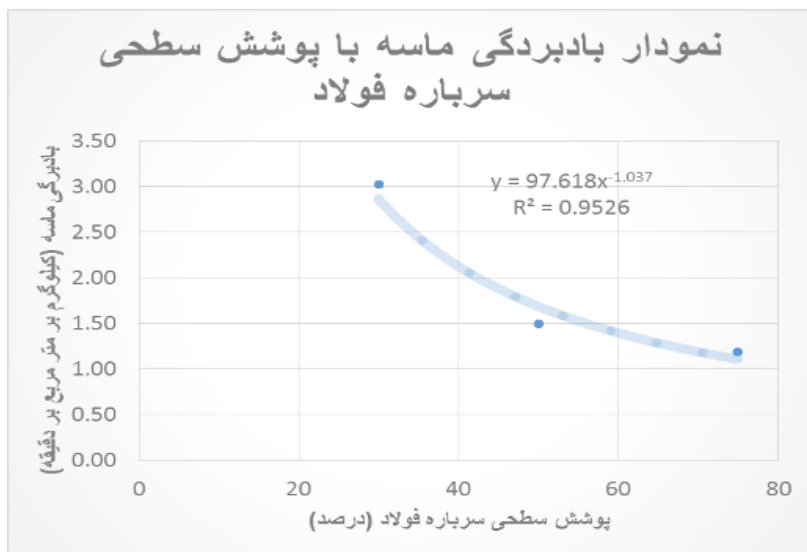
ردیف	سرعت باد m/s	تصحیح سرعت باد m/s	وزن ماسه قبل از بادبردگی (کیلوگرم)	وزن ماسه بعد از بادبردگی Kg	رسوب بادی kg/m ² /m
۱	۱۰/۳	۹/۹	۱۵/۱۷	۱۴/۲۴	۱/۲۴
۲	۱۲/۸	۱۲/۴	۱۴/۹	۱۱/۹۵	۲/۹۵
۳	۱۷/۶	۱۷/۲	۱۴/۷۹	۸/۲۸	۶/۵۱
۴	۲۲/۴	۲۲	۱۴/۵۶	۵/۳۱	۹/۳۴



شکل ۵- نمودار بادبردگی ماسه در سرعت های مختلف تونل باد

جدول ۳- بادبردگی ماسه بادی با پوشش سطحی (سرباره فولاد) در سرعت ۷/۱۵ متر بر ثانیه

درصد پوشش سطحی	وزن ماسه قبل از بادبردگی Kg	وزن ماسه بعد از بادبردگی Kg	رسوب بادی Kg	رسوب بادی kg/m ²	رسوب بادی kg/m ² /m
۳۰	۱۵/۴۴	۱۳/۱۷	۲/۲۷	۱۵/۱۳	۳/۰۳
۵۰	۱۵/۶۱	۱۴/۴۹	۱/۱۲	۷/۴۷	۱/۴۹
۷۵	۱۶/۴۵	۱۵/۵۶	۰/۸۹	۵/۹۳	۱/۱۹



شکل ۶- نمودار بادبردگی ماسه با پوشش سطحی سرباره فولاد

بررسی اثر تراکم پوشش مالچ (سرباره های فولاد مبارکه) بر میزان رسوب در دشت سگری: میزان رسوبات جمع آوری شده در ابزارهای سنجش رسوب تحت تاثیر تیمارهای تراکم مالچ سرباره های فولاد مبارکه اصفهان جمع آوری شد. این طرح به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل مالچ سرباره های با تراکم صفر، ۲۵، و ۵۰ درصد با دو نوع تله رسوبگیر (سینی و چند وجهی) می باشد. در طول مدت پاشش مالچ بر روی سطح زمین ۵ مرتبه آمار یا حجم رسوباتی که در تله ها به دام افتاده بودند اندازه گیری و وزن شد همانگونه که مشاهده می شود در منطقه سگری کمترین میزان رسوب جمع آوری شده در بین تیمارها مربوط به تراکم ۵۰ درصد می باشد و بیشترین میزان رسوب جمع آوری شده در سینی و رسوبگیر چند وجهی مربوط به شاهد می باشد. در منطقه فساران با یک تراکم مالچ (۷۵٪)، میزان رسوب جمع شده در هر دو وسیله اندازه گیری بیشتر از شاهد است (جدول ۴). نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر تراکم های مختلف مالچ سرباره فولاد مبارکه بر رسوب جمع آوری شده در هر دو نوع ابزار سنجش معنی دار بوده است (جدول ۵).

جدول ۴- تجزیه واریانس تراکم های مختلف سرباره های و تله های رسوبگیر در یادداشت برداری های مختلف

میانگین مربعات							متابع تغییرات
میانگین برداشتها	برداشت ۵	برداشت ۴	برداشت ۳	برداشت ۲	برداشت ۱	درجه آزادی	
۵۱۰۲۷۳۵/**	۶۲۵۷۵۴۳/**	۴۵۸۳۳۸۳/**	۴۹۰۲۶۲۴/**	۴۶۱۱۶۸۴/**	۵۲۴۶۶۴۰/**	۱	تله های رسوبگیر
۲۲۲۵۳/**	۲۶۴۵۴/**	۲۸۷۸۷/**	۳۵۷	۲۹۵۸۴/**	۵۱۸۶۲*	۲	تراکم مختلف سرباره
۲۰۶۵۷/**	۲۵۶۹۴/**	۲۷۰۹۵*	۲۴۹	۲۶۳۴۷*	۴۹۱۰۶*	۲	تله و تراکم
۳۰۰۷	۲۸۹۵	۴۹۷۸	۷۵۰۸	۴۹۸۲	۹۴۲۱	۱۲	خطا
						۱۷	کل

**معنی دار در سطح ۰/۰۱ درصد *معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد

نتایج مقایسه میانگین داده های رسوب بین تراکم های مختلف سرباره به روش LSD نشاندهنده تفاوت معنی دار بین شاهد و تیمارهای پوششی در اکثر برداشت ها بوده است. بدین ترتیب که پوشش ۵۰ درصد کمترین مقدار رسوب را جمع آوری نموده است، هر دو سطح پوشش ۲۵ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد کاهش معنی داری در مقدار رسوب شدند. لیکن اختلاف بین دو تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد در هیچیک از برداشت ها معنی دار نبوده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات اصلی تله های رسوبگیر و تراکم های مختلف در برداشتهای مختلف

میانگین برداشتها	برداشت ۵	برداشت ۴	برداشت ۳	برداشت ۲	برداشت ۱	
۶۱۳/۹۹ a	a۶۷۰/۳۵	a۶۰۱/۱۴	a۵۳۷/۴۲	a۶۰۰/۶۰	a۶۶۰/۴۳	شاهد
۵۲۰/۵۵ b	b۵۷۴/۸۳	b۴۸۴/۶۹	a۵۲۴/۵۰	b۴۸۳/۳۷	b۵۳۵/۳۶	سرباره ۲۵ درصد
۴۹۹/۵۵ b	۵۴۲/۶۷ b	۴۷۷/۸۷ b	۵۲۳/۵۰ a	۴۷۵/۲۰ b	۴۷۸/۵۳ b	سرباره ۵۰ درصد

میانگین مربعات							متابع تغییرات
میانگین برداشتها	برداشت ۵	برداشت ۴	برداشت ۳	برداشت ۲	برداشت ۱	درجه آزادی	
۵۱۰۲۷۳۵/**	۶۲۵۷۵۴۳/**	۴۵۸۳۳۸۳/**	۴۹۰۲۶۲۴/**	۴۶۱۱۶۸۴/**	۵۲۴۶۶۴۰/**	۱	تله های رسوبگیر
۲۲۲۵۳/**	۲۶۴۵۴/**	۲۸۷۸۷/**	۳۵۷	۲۹۵۸۴/**	۵۱۸۶۲*	۲	تراکم مختلف سرباره
۲۰۶۵۷/**	۲۵۶۹۴/**	۲۷۰۹۵*	۲۴۹	۲۶۳۴۷*	۴۹۱۰۶*	۲	تله و تراکم
۳۰۰۷	۲۸۹۵	۴۹۷۸	۷۵۰۸	۴۹۸۲	۹۴۲۱	۱۲	خطا
						۱۷	کل

۱۰۷۷/۱۶a	۱۱۸۵/۵۶a	۱۰۲۵/۸۹a	۱۰۵۰/۳۳a	۱۰۲۵/۸۹a	۱۰۹۸/۱۱a	تله رسوبگیر سینی
۱۲/۲۴b	۶۳۴b	۱۶۵۷b	۶۶۱b	۱۳/۵۶b	۱۸/۱۰b	تله رسوبگیر چند وجهی

مقایسه میانگین داده های رسوب جمع آوری شده به تفکیک نوع ابزار سنجش نشان داد که رسوبگیر سینی تفاوت بین شاهد و تیمارهای مالچ را بهتر از رسوبگیر چند وجهی نشان داده است (جدول ۶). البته در هیچیک از تله های رسوبگیر مورد استفاده اختلاف معنی داری بین دو تیمار ۲۵ و ۵۰ درصد مشاهده نگردیده است.

جدول ۶- اثر متقابل رسوبگیرها و تراکم های مختلف مالچ در برداشتهای مختلف

میانگین برداشتهای	برداشت ۵	برداشت ۴	برداشت ۳	برداشت ۲	برداشت ۱	اثر متقابل	
۱۲۱۳a	۱۳۳۳a	۱۱۸۳a	۱۰۶۶a	۱۱۸۳a	۱۳۰۰a	شاهد	رسوبگیر سینی
۱۰۲۸b	۱۱۴۳b	۹۵۲b	۱۰۴۲a	۹۵۲b	۱۰۵۲b	سرباره ۲۵ درصد	
۹۸۹b	۱۰۸۰b	۹۴۱b	۱۰۴۱a	۹۴۱b	۹۴۱b	سرباره ۵۰ درصد	
۱۴C	۷c	۱۹c	۸b	۱۸c	۲۱c	شاهد	رسوبگیر چند وجهی
۱۲C	۶c	۱۶c	۶b	۱۴c	۱۸c	سرباره ۲۵ درصد	
۹C	۵c	۱۴c	۵b	۸c	۱۶c	سرباره ۵۰ درصد	

بررسی اثر تراکم پوشش مالچ (سنگریزه) بر میزان رسوب در دشت فساران:

رسوبات جمع آوری شده در ابزارهای سنجش رسوب تحت تاثیر تیمارهای تراکم سنگریزه تهیه شد. این طرح به صورت فاکتوریل در قالب بلوکهای تصادفی انجام شد. فاکتورها شامل سنگریزه با دو تراکم صفر و ۷۵ درصد با دو نوع تله رسوبگیر (سینی و چند وجهی) می باشد. در طول مدت پاشش مالچ بر روی سطح زمین ۵ مرتبه آمار یا حجم رسوباتی که در تله ها به دام افتاده بودند اندازه گیری و وزن شد همانگونه که مشاهده می شود در منطقه فساران کمترین میزان رسوب جمع آوری شده در بین تیمارها مربوط به تراکم ۷۵ درصد می باشد و بیشترین میزان رسوب جمع آوری شده در سینی و رسوبگیر چند وجهی مربوط به شاهد می باشد.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر تراکم های مختلف مالچ سنگریزه بر رسوب جمع آوری شده در هر دو نوع ابزار سنجش یا تله های رسوبگیر معنی دار بوده است (جدول ۷).

جدول ۷- تجزیه واریانس تراکم های مختلف سرباره های و تله های رسوبگر در یادداشت برداری های مختلف

F	SS	MS	درجه آزادی	متابع تغییرات
۱۶۸۵/۸۳	۶۸۵۸۵۴۷	۶۸۵۸۵۴۷**	۱	تله های رسوبگر
۱۵/۶۹	۶۳۸۴۵	۶۳۸۴۵**	۱	تراکم مختلف سرباره
۱۴/۵۵	۵۹۱۸۷	۵۹۱۸۷**	۱	تله و تراکم
	۶۵۰۹۴	۴۰۶۸	۱۶	خطا
			۱۹	کل

**معنی دار در سطح ۰/۰۱ درصد *معنی دار در سطح ۰/۰۵ درصد

نتایج مقایسه میانگین داده های رسوب بین تراکم های مختلف سرباره به روش LSD نشاندهنده تفاوت معنی دار بین شاهد و تیمارهای پوششی ها بوده است. بدین ترتیب که پوشش ۷۵ درصد کمترین مقدار رسوب را جمع آوری نموده است.

جدول ۸ جدول مقایسه میانگین اثرات اصلی تله های رسوبگر و تراکم های مختلف در برداشتهای مختلف

میانگین برداشت ها	اثرات اصلی
۶۵۶ a	شاهد
۵۴۳ a	سنگریزه ۷۵ درصد
۱۱۸۵/۱ a	تله رسوبگر سینی
۱۳/۹ b	تله رسوبگر چند وجهی

مقایسه میانگین داده های رسوب جمع آوری شده به تفکیک نوع ابزار سنجش نشان داد که رسوبگر سینی تفاوت بین شاهد و تیمارهای مالچ را بهتر از رسوبگر چند وجهی نشان داده است.

جدول ۹- اثر متقابل رسوبگرها و تراکم های مختلف مالچ در برداشتهای مختلف

میانگین برداشت ها	اثر متقابل	
۱۲۹۶a	شاهد	رسوبگر سینی
۱۰۷۴b	سرباره ۲۵ درصد	رسوبگر سینی
۱۶c	شاهد	رسوبگر چند وجهی
۱۱c	سرباره ۲۵ درصد	رسوبگر چند وجهی

برآورد میزان بادبردگی از طریق شاخص چوبی (تله رسوبگر):

با نصب شاخص به تعداد و با فاصله مناسب در عرصه مورد بررسی و اندازه گیری تغییرات سطح خاک نسبت به سطح اولیه، ابتدا متوسط عمق بادبردگی خاک را به دست آورده شد و سپس با توجه به وزن

مخصوص خاک، وسعت عرصه، مقدار فرسایش در سطح عرصه مورد نظر برآورد می گردد. اندازه گیری به صورت ماهانه صورت گرفته است (شکل ۷).
معادله

$$E_w = H_a \cdot Y_s \cdot A$$

E_w : مقدار فرسایش بادی در سطح عرصه مورد نظر بر حسب کیلوگرم در متر مربع

H_a : عمق بادبردگی خاک به متر در سال یا ماه

Y_s : وزن مخصوص ظاهری خاک به کیلوگرم در متر مکعب

A : مساحت عرصه مورد بررسی به متر مربع

متوسط اعداد شاخص از میله های مدرج در دشت سگزی ۰/۷ سانتی متر و در دشت فساران ۰/۵ می باشد وزن ظاهری خاک در دشت سگزی ۱/۶ و فساران ۱/۲ می باشد. نتایج به دست آمده از این روش در دشت سگزی بیانگر متوسط ۱/۲ سالبانه بادکنندگی از سطح خاک و در دشت فساران بیانگر متوسط سالانه ۰/۹ کیلوگرم بر متر مربع بادکنندگی از سطح خاک می باشد.



شکل ۷- شاخص چوبی مدرج نصب شده در عرصه به منظور اندازه گیری عمق بادبردگی

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که مالچ، سطح تماس باد با خاک را کاهش و زبری را افزایش داده و بنابراین میتواند فرسایش بادی را کنترل کند، مالچ دو عمل مهم در کنترل فرسایش بادی انجام میدهد، اول اینکه میتواند خاک را از تنش اعمال شده توسط باد و انجام فرسایش بادی محافظت کند و دوم میتواند ذرات باد

آورده را به دام اندازد. دشت سگزی و فساران اصفهان دارای رسوبات فرسایش پذیر و همچنین حرکت ذرات ماسه های بادی میباشد این رسوبات دارای سرعت آستانه فرسایش بادی ۴/۶ متر بر ثانیه میباشد که بسیار مستعد برای فرسایش بادی میباشد. تیمارهای گذاشته شده در این طرح زبری سطح خاک را بیشتر و سرعت باد در نزدیکی سطح زمین کاهش میدهد و در اثر آن میزان هدر رفت خاک نیز کاهش میابد. با افزایش درصد تراکم مالچ به دلیل اینکه مساحت کمتری از خاک در معرض باد قرار می گیرد مقدار کمتری از خاک فرسایش می یابد. بر این اساس استفاده از مالچ سنگریزه ای که خود نمونه ای بارز از الهام از طبیعت در عرصه های سنگفرشی (هامادا) می باشد با تاثیر تراکم پوشش سنگریزه ای صفر (شاهد) و ۷۵٪ بر روی منطقه حساس به فرسایش بادی دشت فساران در اصفهان انجام شد. نوع سنگریزه های انتخابی در حد بادام و اندازه ریگ و قلوه سنگ می باشد که از نزدیکترین معادن شن و ماسه در منطقه تامین گردید. اما علاوه بر سنگریزه از سرباره های فولاد مبارکه با اندازه های بادامی نیز (به منظور بررسی و مقایسه هزینه ها) با نگاه زایعات با حجم بسیار زیاد تولیدی با تاثیر تراکم صفر (شاهد)، ۲۵ درصد، ۵۰٪ نیز در دشت سگزی استفاده شد. به منظور ایجاد بادهای با سرعت معین در زمان مشخص از دستگاه سنجش فرسایش بادی که نوعی تونل باد قابل حمل است استفاده شد. اراضی نمونه مالچ پاشی با تراکم های مختلف تحت تاثیر بادهای مختلف از جهات مختلف قرار می گیرند. داده های بدست آمده از نمونه برداریهای آزمایش آماری فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل اختلاف معنی دار تاثیر مالچ سنگریزه ای در کاهش فرسایش بادی را در کلیه مناطق مورد بررسی و در سطح کمتر از ۱٪ نشان داد. مقایسه تاثیر تراکم های مالچ سرباره های فولاد مبارکه نشان داد بیشترین اختلاف بین دو تراکم ۲۵٪ و شاهد می باشد. نتایج تحقیق بابا خانی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد مالچ سرباره، زبری را افزایش داده و می تواند فرسایش بادی را کنترل کند استفاده از مالچ سرباره های فولادسازی با تراکم ۵۰٪ و دانه بندی ۳۰-۴۵ میلی متر به صورت یک لایه برای کنترل فرسایش بادی نقش بسزایی دارد. صفایی (۲۰۱۲) ضمن مطالعه ابعاد و درصد پوشش سرباره نشان داد که پوشش ۷۵ درصد و اندازه ۳ تا ۴ سانتی متر، بهترین نتایج را در کنترل فرسایش بادی از سینی های آزمایش داشته است. البته شایان ذکر است که این نوع مالچ علاوه بر کنترل فرسایش بادی در مرحله برداشت، رسوبات در حال حمل به ویژه جهشی را نیز به دام می اندازد و نه فقط باعث توقف برداشت خاک می شود بلکه می تواند با به دام اندازی رسوبات برداشت شده روند فرسایش خاک را معکوس کرد.

برداشت اطلاعات و حجم رسوبات از تله های رسوبگیر در منطقه فساران نشان داد که در منطقه شاهد حجم رسوبات بیشتر از محدوده ریگ پاشی می باشد و اختلاف معنی داری بین دو تراکم صفر و ۷۵ درصد وجود دارد. نتایج به دست آمده توسط احمدی و اختصاصی (۱۳۷۷) در تاثیر تراکم های مالچ سنگریزه ای نشان داد که بین تراکم ۵۰٪ و ۷۵٪ تفاوت چندانی وجود ندارد و بیشترین اختلاف بین دو تراکم ۲۵٪ و شاهد می باشد. با توجه به نتایج به دست آمده استفاده از گراولهای اورسایز (قلوه سنگهای کوچک) مازاد بر معادن شن

و ماسه با تراکم ۵۰٪ را به عنوان مناسبترین نوع مالچ سنگریزه های در اراضی حساس به فرسایش دشت یزد پیشنهاد نمود. همچنین نتایج لی و همکاران (۲۰۰۱) در این زمینه نشان می دهد که مالچ سنگریزه ای نه تنها توانایی کنترل فرسایش را دارد، بلکه دارای ظرفیت بالایی برای به دام انداختن رسوبات بادی نیز دارد. نتایج به دست آمده از داده های جمع آوری شده شاخص های چوبی (تله رسوبگیر) در دشت سگزی بیانگر متوسط ۱/۹ کیلوگرم بر متر مربع سالیانه بادکنندگی از سطح خاک و در دشت فساران بیانگر متوسط سالانه ۱/۲ کیلوگرم بر متر مربع بادکنندگی از سطح خاک می باشد و آمار به دست آمده از تله رسوبگیر سینی نسبت به رسوبگیر چند وجهی پلاستیکی عملکرد بهتری داشته و اختلاف معنی داری را نشان داد. در این دو منطقه حجم ذرات خزشی بیشتر بوده و میزان بسیار زیادی گرد و غبار در رسوبگیر سینی تجمع یافته است. با توجه به نتایج تحقیقات دیگر می توان ادعا کرد این مالچ علاوه بر جلوگیری از برداشت ذرات خاک توسط باد، می تواند ذرات برداشت شده در فرایند حرکت به صورت خزشی یا جهشی توسط باد را هم به دام بیندازد (علیپور و همکاران، ۱۳۹۷). با توجه به اینکه بخش عمده ای از فرسایش بادی به شکل جهشی انجام می شود قطعات سرباره و سنگریزه توانسته اند با به دام انداختن این ذرات، باعث افزایش میزان خاک در اطراف خود شوند و نه تنها فرسایش خاک را از محلی که در آن حضور دارند کنترل می کند بلکه خاک فرسایش یافته را از سایر نقاط را هم به دام انداخته و از ادامه چرخه مخرب بمباران توسط ذرات فرسایش یافته و فرسایش جدید جلوگیری کند. نتایج به دست آمده حجم رسوبات تله (سینی و چند وجهی) در مالچ سنگریزه ای بیشتر از مالچ سرباره می باشد. گودی^۲ ۲۰۰۶ گزارش کردند که راندمان به دام انداختن گردو غبار در مالچ های سنگریزه ای تا حد زیادی به حجم منافذ، اندازه منافذ و سطح پوشش بستگی دارد. تحت سطح پوشش مشابه، گرچه مالچ های در برگیرنده سنگ ریزه های بزرگ تر منافذ بزرگ تری بین سنگ ریزه های بزرگ تر کمتر است. بنابراین سنگ ریزه های کوچک می تواند گردو غبار بیشتری را به دام بیندازند. باید در نظر داشت در سطوح زبر چون موانع به وجود آمده معمولاً نفوذناپذیر است، تمامی جریان باد را به طرف بالا منحرف می سازد و در نتیجه شدت تلاطم باد زیادتر می شود و ممکن است منجر به فرسایش خاک گردد. بنابراین اگر ناهمواری سطح خیلی زیاد باشد، ممکن است از مزایای آن کاسته شود به طوری که چیپل و میلن^۳ ۱۹۴۱ اظهار می دارند ایتیموم ارتفاع ناهمواری از نظر کنترل موثر فرسایش بادی ۳ تا ۱۲/۵ سانتی متر است.

همچنین آزمایشات خاک قبل و بعد از پاشش ریگ پاشی نشان داد که رطوبت و شوری خاک بعد از پاشش سنگریزه تغییر کرده است. قبل از پاشش سنگریزه ها شوری خاک ۲۰/۶ بوده است و بعد از آن ۱۶/۲۹ برآورد گردیده است. تحقیقات نشان داده است حضور مالچ سنگریزه ای هم تبخیر آب و هم حرکت رو به بالای آب و انتقال املاح کاهش می یافت، و هم از رطوبت موجود در هوا به صورت شبنم تا حدی استفاده می

¹ Li and et al

³ Chepil & Milne

کند. همچنین pH خاک از ۸/۹ به ۷/۶ تغییر یافت تا حدودی نقش اصلاح کننده در خاک را نشان می‌دهد. حضور پوکه های سرباره ای نیز تا حدی این مسئله را ثابت کرده است قبل از اجرا شوری ۱۵۶ بوده است و بعد از اجرای طرح به حدود ۱۰۰ رسیده است. لی و لیو^۱ ۲۰۰۳، کوری و کمپر، ۱۹۸۶ از مالچ سنگریزه ای به عنوان یک مانع سطحی برای کاهش تبخیر و رواناب استفاده کردند و از این طریق باعث حفظ رطوبت خاک شدند. اجزای سنگی بر روی سطح خاک باعث افزایش زبری خاک شده و در نتیجه بر روی سرعت عمودی باد و ساختار جریان هوا اثرگذار است. در حقیقت در سطوح سنگی طول زبری دینامیکی بیشتر از سطوح بدون سنگ است. این بدین معنا است که پوشش های سنگی می تواند باعث افزایش آشفته‌گی جریان هوا و تقلیل حد آستانه گردد. بنابراین سطح خاک حفظ می شود و باعث تثبیت ذرات مستعد فرسایش می شود. (دونگ و همکاران^۲، ۲۰۰۲)

در هر دو منطقه فساران و دشت سگزی در جلوی مالچ پاشی در جهت باد غالب بادشکن غیر زنده استفاده شد از سرشاخ های طبیعی تاغ (در منطقه سگزی) و بادشکن توری (دشت فساران) به عنوان دیوار عمود بر باد استفاده شد حضور توری و سرشاخه ها با توجه به محاسباتی که از قبل انجام گرفت حدود ۴۰ درصد سرعت باد را کاهش می‌دهد. آمریخ و همکاران^۳ ۲۰۰۷ در بررسی های خود درباره نقش برجستگی ها در فرسایش بادی، پشته هایی را که ارتفاع آن ها بین ۱/۳ و ۲۰ سانتی متر هستند که در کنترل فرسایش بادی موثرند. برجستگی های کوتاه تر از ۳ سانتی متر از نظر کاهش سرعت باد و از نظر به دام انداختن ذرات، نقش کمتری داشته اند و برجستگی های بلندتر از ۱۰ سانتی متر نیز غالبا سبب به وجود آمدن فرسایش شدید در اثر بادهای شدید می شوند زیرا سرعت باد در بالای برجستگی ها افزایش یافته و تلاطم و گردباد به وجود می آید. میزان فرسایش بادی با مقدار زبری سطح رابطه معکوسی دارد سنی هر چه سطح زیرتر باشد فرسایش کمتر است و بالعکس. البته باد در نظر داشت داشت که این موضوع در مورد یک سطح کاملا صاف صدق نمی کند. زیرا یک سطح کاملا صاف با ذرات خیلی ریز قادر است سرعت های خیلی بالا را تحمل کند و در نتیجه ذرات منتقل نمی شوند.

References:

- Alipour, A., Tavili, A., Sanguni, H. (2018). Operational, Environmental and Economic Feasibility of Using Steel Slag as Mulch to Control Wind Erosion, Journal of Desert Ecosystem Engineering, Year ۷, Issue ۱۸, Pages ۲۶-۱۵
- Amerykhah, H., Khadem, A., Maszi, A. 2007. Predict Wind erosion in Omidiye land using models WEPS, RWEQ, WEQ and IRIFR. First National Conference Wind Erosion. Yazd.
- Amiri I; Hosseini M; Akhtesasi M and Shahriari A. (2011). A Comparative Study of the Effects of Artificial and Plant Windbreaks on Wind Speed Changes: A Case Study of Jiroft Region, the Second National Conference on Wind Erosion, February ۱۸-۱۷, Yazd.
- Ekhtesasi, M. R., 2010. Suitable plants to Sand Dune and sandy fixation Areas in Iran. Second edition, Yazd University Press, 230 p.

¹ Li & Liu

² Dong

³ Amerykhah

- Ekhtesasi M. R.(2003). Determining the minimum density of hawthorn seedlings for designing tree windbreaks and controlling wind erosion in Central Iran, Abstract of the National Conference on Hawthorn and Hawthorn in Iran, Forests and Rangelands Organization, ۳-۲pages
- Ekhtesasi M. R, Ahmadi H, Khalili A, Saremi Naeini M.A and Rajabi M. (2006). Application of Golbad, Goltofan and Golmaseh in analysis of wind erosion and determination of the direction of movement of quicksands (Case study, Yazd-Ardakan plain) Journal of Natural Resources, Volume ۰۹, Number ۳. ۰۴۱-۰۳۳p.
- Amerykhah, H., Khadem, A., Maszi, A. (2007). Predict Wind erosion in Omidiye land useing models WEPS, RWEQ, WEQ and IRIFR. First National Conference Wind Erosion. Yazd.
- Adriaenssens, V, Goethals, P, L, M, Charles, J, AND De pauw N.(2009). Application of Bayesian Belief network for the prediction of macro invertebrate taxa in rivers "Annals de limnology International journal of limnology, Vol. 40, No. 3, pp.181-191.
- Babakhani, S. (2011). Application of steel slag in the stabilization of degradable sediments M.Sc. thesis, Isfahan University of Technology. 89 pp.
- Chepil W.S., Milne, R. A.(1941). Wind erosion of soil in relation to roughness of surface. Soil Science 52 (6), 417-434.
- Dong, Z., Chen, G., He. X., Han. Z., Wang. X. (2004). Controlling blown sand along the highway crossing the Taklimakan Desert. Journal of Arid Environment, 57,329- 344
- Jie Zhou, Jiaqiang Lei, Shengyu Li, Haifeng Wang, Na Sun & Xuexi Ma .(2016). A wind tunnel study of sand-cemented bodies on wind erosion intensity and sand transport, Natural Hazards volume 82, pages25–38
- Gossans, Dirk.(1995).Field experiments of aeolian dust accumulation on rock fragment substrata, sedimentology journal,Volume42, Issue3, pages 391-402
- Goudie, A.S. and Middleton, N.J. (2006). Dust Storm Control. In A. Goudie and N. J. Middleton (ed.), Desert Dust in the Global System (Chapter 8). (pp. 193-199). Springer Science & Business
- Li, X.Y., Liu, L.Y., (2003). Effect of gravel mulch on Aeolian dust accumulation in the semiarid region of North West China. Soil and Tillage Research 70 (1): 81-73.
- Fattahi Soghari and Ali Akbar Nazari Samani, (2013). Comparison of manual and software methods for calculating sand transport potentials and one-way wind and its relationship with geomorphology of the citadel (Case study: Bardkhoon citadel), the third national conference on wind erosion and dust storms. ۲۰-۲۶January. Yazd University.
- Mina Monireh , Emami Hojat , Karimi Alireza , (2020). Evaluation the efficiency of different mulches to combat wind erosion of sandy soil running title: Efficiency of different mulches to control wind erosion, Sustainable Earth Review, 1, 1, 16-22.
- Mohammadi Media Azam, Matinkhah Seyed Hamid, Khajehuddin Seyed Jamaluddin, 2010. Identification of scissor ecology as an effective species in controlling wind erosion, Second Conference on Wind Erosion and Dust Storm, February 17-18, Yazd.
- Refahi Husseinghli, (1997). Wind erosion and its control. Tehran Publishing. 315 p.
- Safaei Ghanavieh A, Rouhani Shahraki F, Karimzadeh H and Torkesh Esfahani M, (2018). Determining the best composition of steelmaking slag (Mobarakeh Steel) as mulch to stabilize eroded wind sediments (Case study of soils in East Isfahan region Desert, Tehran, International Desert Research Center, and University of Tehran.
- Sharifi Paichoon, Mohamad. Omidvar, Kamal. Miri, Zeynab.(2020). Morphological study of the sand dunes in Zarrin Erg and its adaptation to the regional wind data. Geographical Research on Desert Journal. Volume 8, Issue 1
- YanLi, X. (2002). Effects of gravel and sand mulches on dew deposition in the semiarid region of China, Journal of Hydrology 260(1):151-160
- Yanli, X. Liu L. Y. (2001). Influence of pebble mulch on soil erosion by wind and trapping capacity for windblown sediment. Soil & Tillage Res. 59. 137-142. 13.

Original Research Article

Evaluation of the efficiency of rock mulching method against wind erosion: A case study of Segzi plain and Fesaran plain of Isfahan

Shila. Hajehforosh Nia*¹, Mohammad Khosroshahi², Massod Borhani³

1-Assistant professor Research institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

2-Associate Professor, Desert Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

3-Assistant professor, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran

Received: 2021 June 8

Accepted: 2021 August 21

Introduction

Sandstorms are natural events that occur in arid and semi-arid regions of the world, especially at subtropical latitudes. The vastness of deserts around the world indicates that these areas have been important sources of dust storms throughout history, but, in recent years, human activities have also created another source on the edge of deserts in semi-arid regions. The use of pebble mulch is clearly inspired by nature in the field of paving (Hamada). In addition to gravel, another material that can be effective is steel slag, which seems to be usable as a coating to keep particles sensitive to the erosion of sandy areas. It also seems to have the ability to create a suitable substrate for the establishment of tropical or native vegetation. In addition, slag seems to have the ability to treat eroded particles and to play an important role in the treatment of Aeolian sediments. Knowledge of the amount and type of particles treated by mulch enhances our overall understanding of its impact on controlling wind erosion and the impact of sediments on soil formation in covered lands.

Research method

In this study, the threshold of wind erosion was determined by non-oil sandblasting and mulching in a desert area of 1 to 2 hectares (depending on the specific conditions of the region, facilities, natural features and other characteristics of the region). A research pilot was used to compare the performances of those two methods in terms of soil containment and stabilization as well as the costs incurred. The results were then introduced to the executive departments of the country for each region according to its specific characteristics.

Two separate factorial experiments were conducted in a randomized complete block design with three replications. To this end, natural almond pebbles with a density of 75% and Fesaran plain and Mobarakeh Steel Company almonds with a density of 25 and 50% were compared to a control sample as mulch. The site of the first experiment was Site 1 with an area of about one hectare located in the desertification station of Segzi plain. Factor A was the uniform condition of the area with uniform mulch spraying treatment and a density of 25%, 50% and a control density. Factor B was two types of sediment traps (tray and polygonal). The plots were 20 and 30 square meters. The shape of the plots was chosen in such a way that their length was in the direction of the prevailing erosive wind. The distance between the two plots was 30 meters so that the effect of mulching would not be left on the other plot. The location of the second experiment was in the Fesaran area. In this experiment, a factorial system in the form of a randomized block design was used. Factor A mulching with 75% density of pebbles and control and factor B were two types of sediment traps (tray and polygonal).

Results and discussion

The results of this study showed that mulch reduces the level of wind contact with the soil and increases the roughness of the ground; therefore, it can control wind erosion. Mulch 0 performs two important functions in controlling wind erosion. First, it can relieve soil from stress and protects it against wind and wind erosion. Second, it entraps wind-blown particles. Segzi and Fesaran plains in Isfahan Province have erodible sediments and the movement of wind sand particles. These sediments have a wind erosion threshold of 4.6 meters per second, which is very prone to wind erosion. The treatments in these plains increase the roughness of the soil surface and reduce the wind speed near the ground surface. As a result, the amount of soil loss is reduced. As the mulch density increases, less soil erodes due to less area being exposed to the wind. Based on this, pebble mulch, which is clearly inspired by nature, is used in the paving areas (Hamada) under the gravel density of zero (control) and 75% on the ground which is sensitive to wind erosion in Fesaran plain. The type of pebbles selected is almond size and the size of the gravel and rubble supplied from the nearest sand mines in the region. In addition to gravel, Mobarakeh steel slags with almond sizes were also used in Segzi plain in order to study and compare the costs. They had densities of zero (control), 25% and 50%.. In order to create winds with a certain speed at a certain time, a wind erosion measuring device was used in the form of portable wind tunnel. The lands of mulching sample with different densities were affected by different winds from different directions. The data obtained from the factorial statistical experiments were examined in a completely randomized block design. The results showed a significant difference in the effect of pebble mulch to reduce wind erosion in all the studied areas at a level of less than 1%. A comparison of the effects of molten densities of Mobarakeh steel slags showed that the largest difference between the two densities was 25% and control. The results obtained from the collected data of wooden indices (scavenger traps) in Segzi plain showed an average of 1.9 years of wind from the soil surface. In Fesaran plain, there was an average of 1.2 kg per square meter of wind from the soil surface. The statistics obtained from the tray sediment trap suggested a significantly better performance than that from the plastic polygon sediment trap. In these two areas, the volume of creep particles was high, and a very large amount of dust was accumulated in the sediment trap. **Keywords:** Desert, Dust, Wind erosion, Rock mulch, Sediment traps, Segzi and Fesaran plains.