انجمن علمی مدیریت و کنترل مناطق بیابانی ایران

مجله مدیریت بیابان

www.isadmc.ir

کاربرد سرباره فولادسازی در تثبیت خاک‌های فرسایش پذیر (بررسی موردی: منطقه هرند)

سجاد باباخانی[1*] و حمیدرضا کریم زاده[2]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد بیابان زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان
* نویسنده مسئول: sajad638_iut@yahoo.com

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۰۴/۲۵ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۰۹/۱۱**

چکیده

فرسایش بادی از مهمترین عوامل تخریب و هدر رفت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک است. برای حفاظت خاک در مقابل فرسایش بادی، علاوه بر پوشش گیاهی می‌توان از پوشش‌های مصنوعی بهره برد. سرباره یک فرآورده جنبی صنایع فولاد است که در حال حاضر بدون استفاده مانده است. در صورت بهره برداری از این مواد در طرح‌های بیابان زدایی علاوه بر کنترل بیابان‌ها می‌توان از هزینه‌های نگهداری آنها کاست در این پژوهش، به بررسی امکان کاربرد سرباره فولادسازی در تثبیت خاک‌های فرسایش پذیر منطقه هرند اصفهان پرداخته شد؛ به علاوه مناسب ترین ترکیب درصد سطح پوشش، دانه‌بندی و ضخامت مالچ سرباره مورد بررسی قرار گرفت. در پژوهش حاضر تیمارهای آزمایش شامل ضخامت در دو سطح، ۱ و ۲ لایه، پوشش در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰درصد و دانه‌بندی در سه سطح ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر و اثرات متقابل آنها در نظر گرفته شد. آزمایش در ۴ تکرار به روش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد و داده‌ها با بهره گیری از تجزیه واریانس و آزمون دانکن مورد تجزیه تحلیل قرارگرفتند. نتایج نشان داد که مالچ سرباره، زبری را افزایش داده و بنابراین می‌تواند فرسایش بادی را کنترل کند. با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان استفاده از مالچ سرباره با تراکم ۵۰٪، دانه‌بندی ۴۵-۳۰ میلی‌متر به صورت یک لایه را برای کنترل فرسایش بادی پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی: تجمع رسوبات بادی؛ فرسایش بادی؛ مالچ سرباره؛ منطقه هرند.

■ مقدمه

سطح وسیعی از فلات ایران (حدود دو سوم) در اقلیم خشک و نیمه خشک قرار گرفته است که از نظر طول و عرض جغرافیایی با کمربند بیابانی جهان انطباق دارد. فرسایش بادی از مهمترین عوامل تخریب و هدر رفت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود. این مناطق به دلیل شرایط خاص محیطی از جمله بارش کم، تراکم محدود پوشش گیاهی وغیره زمینه را برای وقوع فرسایش بادی بسیار مساعد می‌کند. فرسایش بادی نه تنها در عصرحاضر بلکه در طی قرون مختلف یکی از خطرات جدی و تهدید کننده رفاه و آبادانی هر جامعه بوده است. از اثرات مهم فرسایش بادی کاهش حاصلخیزی خاک، کاهش ضخامت خاک و هدررفت ماده آلی و عنصرهای غذایی خاک می‌باشد. افزون بر این، ذره‌های خاک به وسیله ساییدگی، به گیاهان و به ویژه نهال‌ها آسیب می‌رساند. فرسایش بادی زمانی به وجود می‌آید که یک سطح

www.isadmc.ir

مشترک بین باد و سطح خاک حفاظت نشده به وجود آید. به مواد طبیعی یا مصنوعی که بتوانند پوشش محافظی به صورت یک لایه مجزا و گسترده روی زمین ایجاد کنند و سطح خاک را از گزند عوامل مختلفی همچون باد و باران ایمن نگاه دارند مالچ[1] گفته میشود. مقدار فرسایش بادی به اثرات ناهمواری‌های اتفاقی و جهت دار حساس است و درصد زبری سطح خاک به شدت در کنترل فرسایش بادی اثر می‌گذارد (رفاهی، ۱۳۸۵). منطقه هرند اصفهان از نظر اقلیمی خشک تا فراخشک و دارای خاک فرسایش پذیر و حاوی ماده آلی بسیار کم و پوشش گیاهی بسیار تنک و از نظر توپوگرافی هموار می‌باشد؛ به گونه‌ای که مستعد فرایند فرسایش بادی است و به عنوان یک مشکل مهم قلمداد می شود. بنابراین نیاز است برای جلوگیری از روند بیابان زایی منطقه این فرایند غالب (فرسایش بادی) کنترل شود.

پژوهش‌های زیادی در سطح جهان برای تثبیت ماسه‌های روان و کنترل فرسایش بادی صورت گرفته است. نخستین اقدام برای تثبیت خاک وماسه به وسیله مواد نفتی در سال ۱۸۹۰ در مسیر راه آهن آسیایی در کشور روسیه انجام شد و در همین سال مؤسسه اگروفیزیک پترزبورگ (لنینگراد)، آزمایشی برای تثبیت ماسه‌های روان با استفاده از قیر در رپتک واقع در بیابان قره قوم انجام داد (خلدبرین، ۱۳۸۹). اثر مالچ سنگریزه‌ای در کاهش فرسایش بادی اراضی دقی (پهنه‌های رسی در پلایا) غیر قابل کنترل بیولوژیک در دشت یزد- اردکان بررسی شده است (احمدی و اختصاصی، ۱۳۸۵). اثرات مالچ سنگریزه‌ای برای جلوگیری از فرسایش خاک مطابق آزمایش‌های شبیه سازی شده به وسیله تونل بادی و بررسی‌های میدانی، پژوهش قرار گرفته است (YanLi & Liu, 2003). این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از سرباره فولادسازی (فولاد مبارکه) در تثبیت خاک‌های فرسایش و یافتن بهترین ترکیب درصد پوشش، دانه‌بندی و ضخامت مالچ سرباره جهت کنترل فرسایش بادی انجام شد.

■ مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

خاک‌های مورد مطالعه از منطقه هرند در جنوب شهرستان هرند در فاصله ۷۵ کیلومتری شرق اصفهان که براساس اهداف بررسی، یکی از مهمترین کانون‌های فرسایش بادی در منطقه شرق اصفهان می‌باشد انتخاب شد. نقاط نمونه برداری برای مطالعات فرسایش بادی شامل خاک‌های واقع در محدودهٔ "۵۲°۲۲´۴۵ تا "۵۲°۳۵´۲۰ طول شرقی و "۳۲°۲۶´۳۰ تا "۳۲°۳۱´۵۰ عرض شمالی در ارتفاع ۱۴۸۰متری سطح دریا می‌باشد. شیب اراضی هرند تابع شیب کلی منطقه واز غرب به شرق ۰/۵ درصد و از جنوب به شمال ۱ درصد است (شکل ۱).

به طور کلی خاک‌های این منطقه خشک و از نظر مواد آلی بسیار فقیر هستند. پوشش گیاهی بر روی آنها کم است. رسوبات منطقه از ذرات بسیار ریز و قرمز رنگ تشکیل شده است که ذرات گچ به صورت دانه‌های سفید رنگ در آنها قابل مشاهده می‌باشد. این خاک‌ها دارای سرعت آستانه فرسایش بادی بسیار پایینی هستند. خاک‌های منطقه عمدتاً دارای بافت سنگین و درصد ذرات در اندازه سیلت فراوان است. با درنظر گرفتن وضع ظاهری اراضی و ویژگی‌های پروفیل خاک منطقه، این خاک‌ها بیشتر در رده اریدی سولز[2] با بافت سنگین و در برخی مورد شور وگچی هستند. از نقطه نظر زون بندی ایران، منطقه مورد مطالعه در محدوده یکی از فعال‌ترین زون‌های زمین شناسی (زون سنندج-سیرجان) دوران سوم ودر طول فرورفتگی زاگرس قرار می‌گیرد. از نظر سنگ شناسی این ناحیه شامل ماسه سنگ، شیل و آهک کرتاسه و رسوبات قرمز می‌باشد. نوع اقلیم در بخش مطالعاتی در محدوده جنوب شرقی استان اصفهان از نوع گرم و خشک بادی است (آقانباتی، ۱۳۸۳).

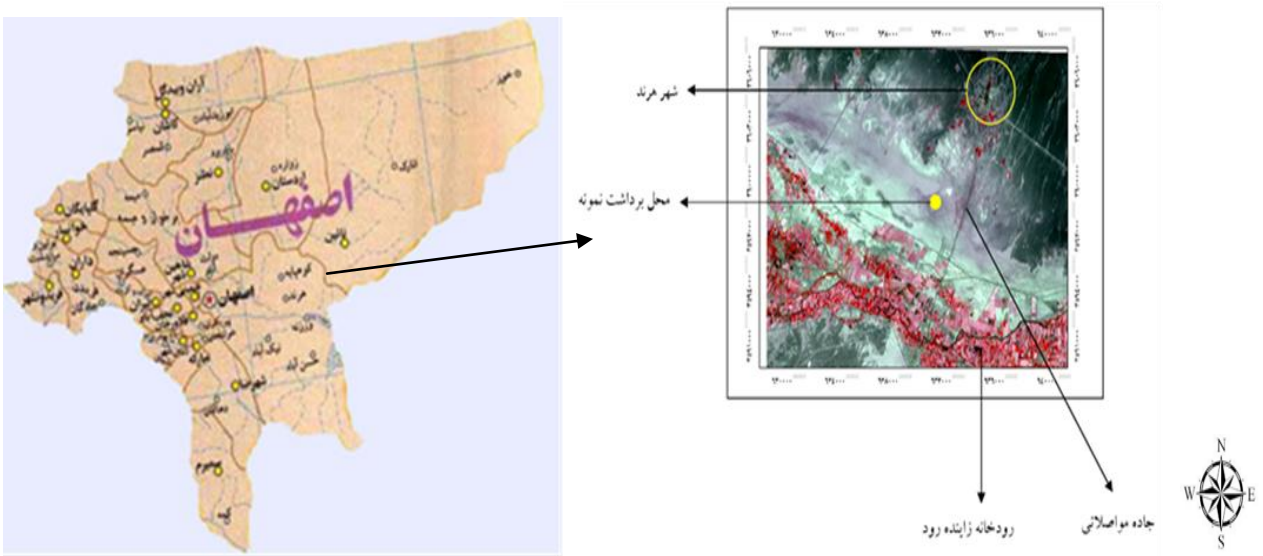
روش پژوهش

در این پژوهش سرباره[3] کارخانه فولاد مبارکه اصفهان به عنوان پوشش سنگریزه‌ای (مالچ) برای کنترل فرسایش بادی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج تجزیه شیمیایی سرباره فولادسازی که توسط آزمایشگاه کارخانه فولاد مبارکه انجام شده است در جدول ۱ نشان می‌دهد که سرباره حاوی ۲۹/۲ درصد اکسید کلسیم و۱۰درصد اکسید منیزیم است. همچنین سرباره دارای مقادیر زیادی آهن، فسفر، منگنز و سیلیسیم است (داریوش و همکاران، ۱۳۸۶).

1. Mulch

2. Aridisols
3. Slag

www.isadmc.ir



مقیاس: ۱:۱۴۰۰۰۰

شکل ۱. موقعیت محدوده مورد بررسی (منطقه هرند اصفهان)

جدول ۱. نتایج تجزیه شیمیایی سرباره فولادسازی (داریوش و همکاران، ۱۳۸۶)

نوع ترکیب شیمیایی	مقدار (٪)	نوع ترکیب شیمیایی	مقدار (٪)
Al_2O_3	۳/۹	Fe_2O_3	۷/۳
MnO	۲/۲	CaO	۲۹/۲
P_2O_5	۰/۶	SiO_2	۱۹/۱
FeO	۲۷/۷	MgO	۱۰

ارتباط ویژه‌ای بین ترکیب سرباره و دانه‌بندی آن وجود ندارد و بسته به اهداف پژوهش‌ها، دانه‌بندی سرباره را متفاوت در نظر می‌گیرند. اندازه دانه‌بندی سرباره فولاد سازی مورد استفاده در پژوهش حاضر ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر می‌باشد. برای انجام آزمایشات فرسایش بادی و بررسی کارایی سرباره در کنترل فرسایش بادی، به بستر مناسبی احتیاج بود که از سینی‌های فلزی به عنوان بستر آزمایش استفاده شد. سینی‌هایی که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به اندازه و ابعاد تونل باد، ضخامت سرباره و ساختار تونل بایدسینی‌ها دارای ۳۰ سانتی‌متر عرض، ۱۰۰ سانتی‌متر طول و ۳ سانتی‌متر ارتفاع بودند (شکل۲). در این پژوهش از تونل باد نوع آزمایشگاهی – میدانی و دارای سیستم مدار باز و دمنده استفاده شد (شکل ۳). تعداد ۱۰ نمونه از رسوبات بادی پلایایی منطقه هرند واقع در منطقه شرق اصفهان تهیه شد. نمونه‌ها از سطح خاک از عمق ۱ تا ۲۰ سانتی‌متری برداشت شد. از بین نمونه‌های برداشت، ۲ نمونه خاک که دارای گسترش بیشتر و تنوع در ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی می‌باشند انتخاب و سپس برای تعیین ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد.

این بررسی در دو بخش آزمایشگاهی و میدانی توسط تونل باد صورت گرفت. در بخش آزمایشگاهی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله هدایت الکتریکی عصاره اشباع، اسیدیته، درصد اشباع، نسبت جذب سدیم، درصد گچ، درصد آهک، شوری و قلیاییت، وزن مخصوص ظاهری، قطر میانه، جورشدگی و چولگی نمونه‌های خاک تعیین و در عرصه با آزمون‌های سعی و خطا تیمارهای مناسب برای انجام تحقیق در داخل تونل باد مشخص شد. برای آزمایش‌های فرسایش بادی ابتدا باید سرباره فولادسازی الک و ذرات آنها در دامنه‌های متفاوت دانه‌بندی تفکیک شوند. سه دانه‌بندی (اندازه ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵

www.isadmc.ir

میلی‌متر)، دو ضخامت (یک لایه و دو لایه)، چهار سطح پوشش (۲۵،۵۰، ۷۵ و ۱۰۰درصد)، در چهار تکرار مورد آزمایش قرار گرفت، در شکل۲ نمونه‌ای از تیمارهای مورد استفاده نشان داده شده است. سطوح عامل‌های مورد استفاده با توجه به تحقیقات گذشته و همچنین آزمون‌های اولیه سعی و خطا مطابق جدول۲ می‌باشد.

جدول۲. نوع و سطوح عامل‌های مورد استفاده در آزمایش تونل باد

نوع عامل مورد استفاده	علامت اختصاری	تعداد سطوح
دانه‌بندی	i	۳
درصد مساحت	j	۴
ضخامت	k	۲

باتوجه به سطوح ۳ فاکتور مورد بررسی جمعاً ۲۴ تیمار در ۴ تکرار مورد بررسی قرار گرفت. درابتدا اقدام به اندازه‌گیری سرعت آستانه فرسایش بادی خاک منطقه شد و برای هر تیمار، سرعت آستانه فرسایش بادی را با استفاده از دستگاه سرعت سنج در ارتفاع ۲۰ سانتی‌متری از سطح تعیین گردید. سپس سینی‌های آزمایش ابتدا وزن شده و آن‌ها تحت تیمارهای یکسان، سه بار تحت سرعت‌های بالاتر از آستانه به مدت ۵ دقیقه قرار گرفتند. پس از ۵ دقیقه مجدداً توزین و با استفاده از اختلاف وزن سینی‌ها مقدار هدررفت خاک را محاسبه شد.

شکل ۲. تیمار مالچ سرباره یک لایه با ضخامت ۴۵-۳۰میلی‌متر و ۵۰درصد پوشش

شکل ۳. دستگاه تونل باد مورد استفاده

طرح آماری مورد استفاده در این تحقیق، طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایشات فاکتوریل بود و علاوه بر اثر عوامل اصلی تأثیرمتقابل بین عوامل نیز تعیین شد. در این طرح، ضخامت (یک لایه و دو لایه)، دانه‌بندی (اندازه ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر)، و سطح پوشش (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در چهار تکرار در نظر گرفته شد. اثرات اصلی شامل دانه‌بندی، ضخامت و درصد مساحت و اثرات فرعی شامل اثرات متقابل آنها می‌باشد. برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی اثرات اصلی و فرعی، از آزمون مقایسه میانگین دانکن و تجزیه واریانس استفاده شد. .در پایان بهترین تیمار از لحاظ دانه‌بندی، سطح پوشش و ضخامت مالچ به دست آمد. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری این طرح به کمک نرم افزارهای EXCLE و SPSS انجام شد.

■ نتایج

۱- ویژگی‌های خاک مورد استفاده

با توجه به بررسی‌های انجام شده در منطقه، مقدار هدایت الکتریکی (s/m) ۵۳/۶ نشان دهندهٔ املاح محلول زیاد در خاک منطقه است و اسیدیته (pH) خاک نیز ۷/۷ می‌باشد. نسبت جذب سدیم (SAR) ۴۶/۱ است که نشان دهنده سدیمی بودن رسوبات منطقه است،. درصد گچ رسوبات ۸/۵ و درصد آهک رسوبات ۲۸ درصد است و بنابراین خاک منطقه نیزشور وقلیایی است. توزیع اندازه ذرات رسوبات بین ۴۴ تا ۲۵۰ میکرون و ذرات در حد شن ریز تا متوسط می‌باشند. وزن مخصوص ظاهری ذرات ۱/۲۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

سرعت آستانه رسوبات منطقه مورد مطالعه ۵/۲ متر بر ثانیه در ارتفاع ۲۰ سانتیمتری می‌باشد که نشان دهنده

www.isadme.ir

فرسایش پذیر بودن فراوان رسوبات منطقه است. رسوبات مورد مطالعه دارای جورشدگی بسیار بد (غیر یکنواخت) بودند. جدول ۳ برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه رسوب تحت آزمایش را نشان می‌دهد.

۲-مقدار هدر رفت خاک در تیمارهای اعمالی مالچ سرباره

تجزیه واریانس داده‌ها مشخص ساخت که مدل طرح آماری مورد استفاده و تمام متغییرهای آن در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار می‌باشد، مقدار R^2 برابر ۰/۹۶ است. بنابراین در بررسی کنترل فرسایش بادی توسط مالچ، تیمارهای دانه‌بندی، تعداد لایه، سطح پوشش و اثر متقابل آنها تأثیر گذار بوده است که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

*** اثر تیمار ضخامت بر مقدار هدر رفت خاک**

شکل ۴ میانگین مقادیر هدررفت خاک هر لایه را نشان می‌دهد. بر طبق نتایج بدست آمده میزان هدررفت خاک در ضخامت دولایه کمتر از ضخامت یک لایه می‌باشد. اگرچه از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار بین آنها وجود ندارد. در مجموع تیمار دو لایه به مقدار ناچیزی نسبت به تیمار یک لایه در کاهش فرسایش بادی مؤثر تر می‌باشد.

*** اثر تیمار درصد مساحت بر مقدار هدر رفت خاک**

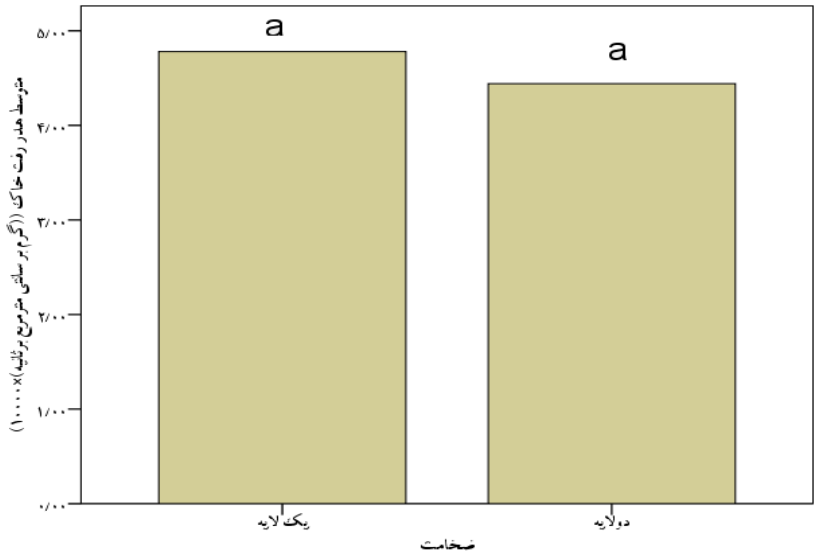
نرخ میزان هدررفت خاک تحت تأثیر درصد مساحت مالچ سرباره می‌باشد، به طوری که با افزایش درصد مساحت مالچ پاشی از ۲۵ تا پوشش ۱۰۰ درصد، میزان هدررفت خاک در تمامی تیمارهای مورد آزمایش کاهش می‌یابد (شکل ۵). همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطح پوشش ۲۵ درصد با پوشش‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارد. ولی عملکرد سطح پوشش ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نزدیک به هم بوده و تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود. پژوهشگران دیگر نتایج مشابهی در این زمینه به دست آوردند، آنان نشان دادند که میزان فرسایش بادی با افزایش درصد پوشش مالچ سنگریزه‌ای در سطح خاک کاهش می‌یابد و عملکرد تراکم ۷۵ درصد و ۵۰ درصد نزدیک به هم بوده و تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود در حالی که این دو تراکم با ترکم ۲۵ درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهند (احمدی و اختصاصی، ۱۳۸۵).

جدول ۳. نتایج دانه‌بندی و تجزیه شیمیایی رسوبات بادی دشت هرند

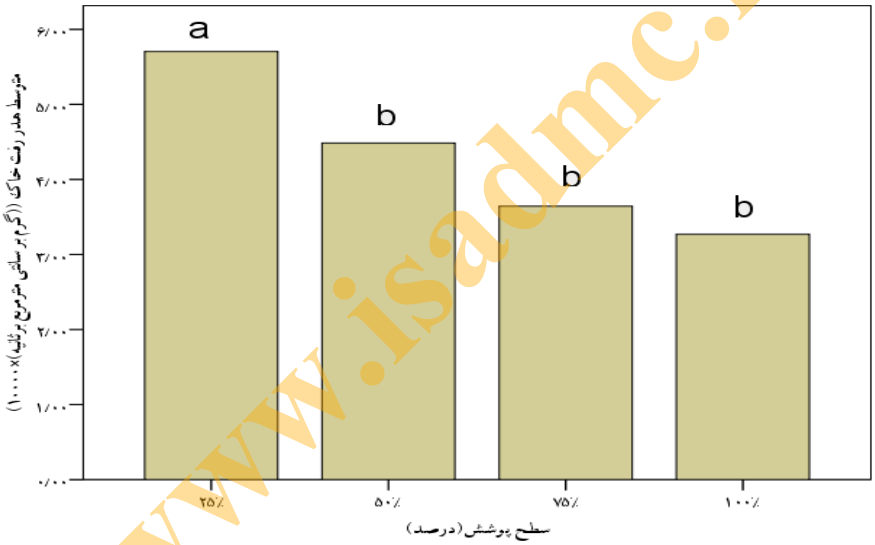
هدایت الکتریکی عصاره اشباع Ece (s/m)	۵۳/۶
اسیدیته (pH)	۷/۷
درصد اشباع (SP)	۳۷/۱
نسبت جذب سدیم[۴] (SAR)	۴۶/۱
درصد گچ ($CaSO_4.2H_2O$)	۸/۵
درصد آهک ($CaCO_3$)	۱۸
شوری و قلیاییت	شور و قلیا
وزن مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۱/۲۳
قطر میانه[۵] (Md) (mm)	۲/۸۳ (شن ریز- متوسط)
جورشدگی[۶] (Sour)	۲/۲۹ (بسیار بد)
چولگی[۷] (Skew)	۰/۱۸+ (چولگی کم به سمت ذرات ریز دانه)
توزیع اندازه ذرات	۲۵۰- ۴۴ (میکرون)

1. Sodium adsorption ratio
2. Median
3. Sourting
4. Skewness

www.isadmc.ir



شکل ۴. اثر تیمار ضخامت بر مقدار هدر رفت خاک

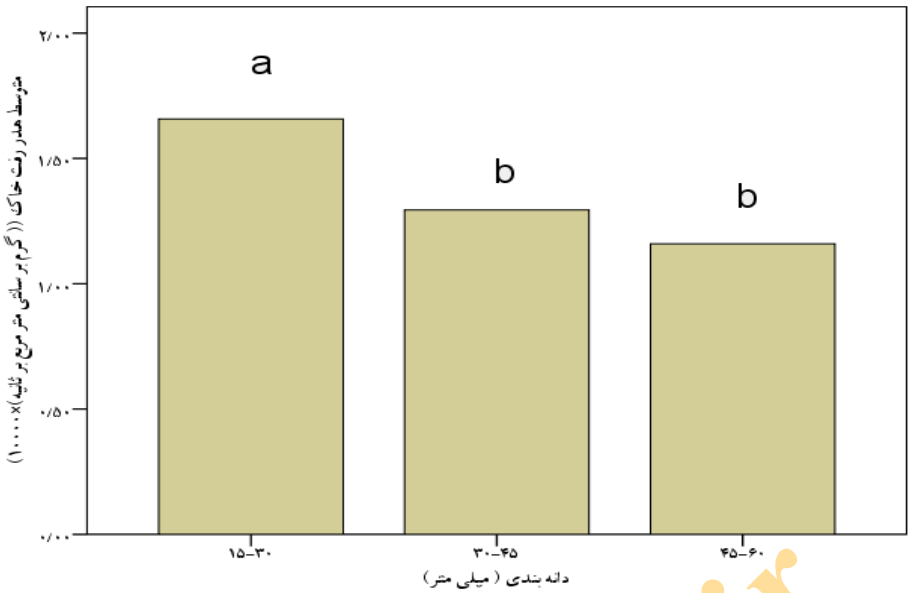


شکل ۵. اثر تیمار سطح پوشش بر مقدار هدر رفت خاک

www.isadmc.ir

*** اثر تیمار دانه‌بندی بر مقدار هدر رفت خاک**

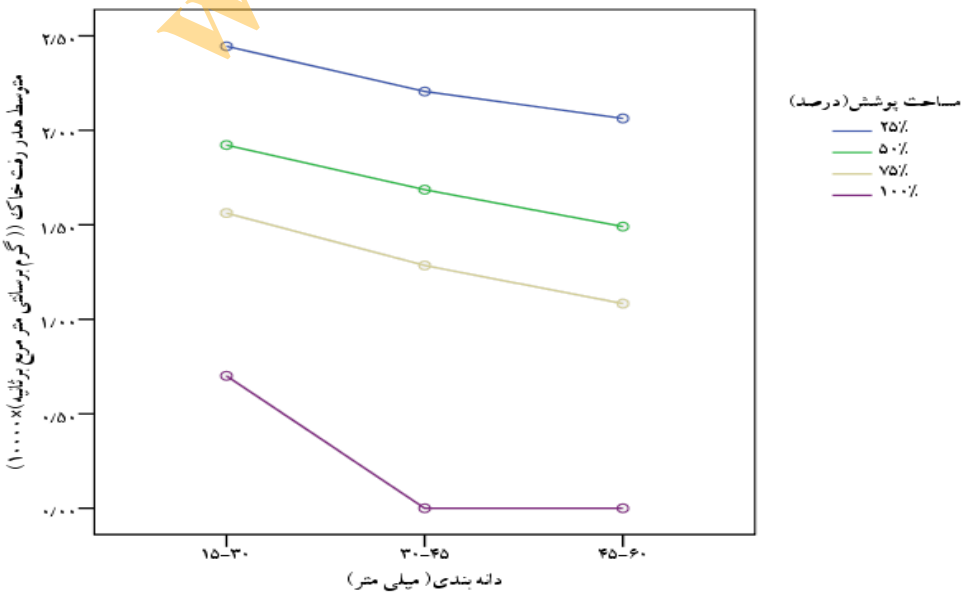
اثر سه دانه‌بندی ۳۰-۱۵، ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر بر میزان هدر رفت خاک مورد مقایسه قرار گرفت. مشاهده می‌شود که با افزایش قطر دانه‌بندی از ۳۰- ۱۵ تا ۶۰ -۴۵ میلی‌متر میزان هدر رفت خاک کاهش پیدا کرده است (شکل ۶) بین دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر با دانه‌بندی‌های ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما عملکرد دانه‌بندی ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متری نزدیک به هم بوده و تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود. با توجه به تفاوت اندک کاهش میزان فرسایش خاک بین دو سطح تحت تیمار با سرباره با قطر ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر به نظر می‌رسد که تیمار ۴۵-۳۰ میلی‌متر بهترین راندمان را دارا می‌باشد. نتایج مشابهی توسط محققین دیگری در این زمینه به دست آمده است. آنها نشان دادند هنگامی که قطر بزرگترین کلوخه در سطح خاک از ۱ به ۵ سانتی‌متر افزایش می‌یابد، میزان فرسایش بادی خاک از ۰/۹۸ به ۰/۰۴۶ کیلوگرم بر مترمربع بر دقیقه در سرعت باد با جریان آزاد ۱۵ متر بر ثانیه کاهش خواهد یافت. به عبارت دیگر، ۵ برابر افزایش در اندازه کلوخه خاک، کاهشی در حدود ۲۱ برابر در میزان فرسایش را ایجاد می‌کند (Zhang *et al.*, 2004).



شکل ۶. اثر تیمار دانه‌بندی بر مقدار هدر رفت خاک

*** اثر متقابل دانه‌بندی و درصد مساحت تحت پوشش سرباره بر مقدار هدر رفت خاک**

شکل۷ میانگین مقادیر مواد فرسایش یافته را تحت تأثیر دانه‌بندی و درصد پوشش نشان می‌دهد. با افزایش مساحت پوشش از ۲۵ تا ۱۰۰درصد در دانه‌بندی‌های مختلف میزان هدررفت خاک کاهش می‌یابد و همچنین در مساحت‌های یکسان با افزایش دانه‌بندی میزان هدر رفت خاک کاهش می‌یابد. اما در پوشش ۱۰۰ درصد و دانه‌بندی‌های ۴۵-۳۰ و ۶۰- ۴۵ میلی‌متر، میزان هدر رفت خاک تفاوت چندانی با هم ندارند. در پوشش ۲۵ درصد و دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر بیشترین میزان هدر رفت خاک و در پوشش۱۰۰ درصد و دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متر کمترین میزان هدر رفت خاک را داریم. لازم به ذکر است که در پوشش ۱۰۰ درصد در دانه‌بندی ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر به علت عدم در معرض باد قرار گرفتن خاک لخت میزان هدر رفتی به دست نیامده است.

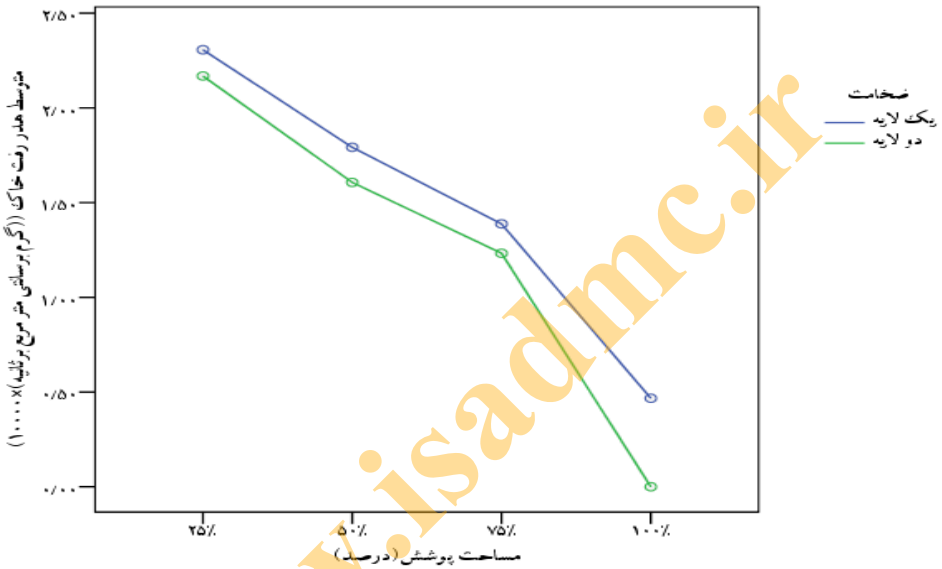


شکل ۷. اثر متقابل دانه‌بندی وسطح پوشش بر مقدار هدر رفت خاک

www.isadmc.ir

*** اثرمتقابل درصد مساحت و ضخامت تحت پوشش سرباره بر مقدار هدررفت خاک**

شکل ۸ میانگین مقادیر هدررفت خاک را تحت تأثیر ضخامت و درصد مساحت پوشش مالچ سرباره نشان می‌دهد. بیشترین میزان هدر رفت خاک درتیمار پوشش ۲۵ درصد همراه با ضخامت یک لایه می‌باشد و کمترین میزان هدر رفت خاک در پوشش ۱۰۰ درصد و دانه‌بندی دو لایه می‌باشد. نکته قابل توجه در شکل ۴-۶ این است که در ضخامت یک لایه مالچ در ۱۰۰ درصد پوشش باز میزانی هدررفت خاک را داریم که دلیل آن این می‌باشد که سرعت‌های بالای باد خود باعث جابجایی سرباره می‌شود، به عبارت دیگر با افزایش سرعت باد، سرعت باد اعمالی بالاتر از سرعت آستانه ذرات سرباره با قطر ۳۰-۱۵ میلی‌متر می‌باشد و میزان هدر رفت خاک در ۱۰۰ درصد پوشش سرباره مربوط به خاک و سرباره هردو می‌باشد که سرعت آستانه بدست آمده برای قطر ۳۰-۱۵ میلی‌متر سرباره در آزمایشات اولیه ۱۱/۵ متر بر ثانیه می‌باشد.

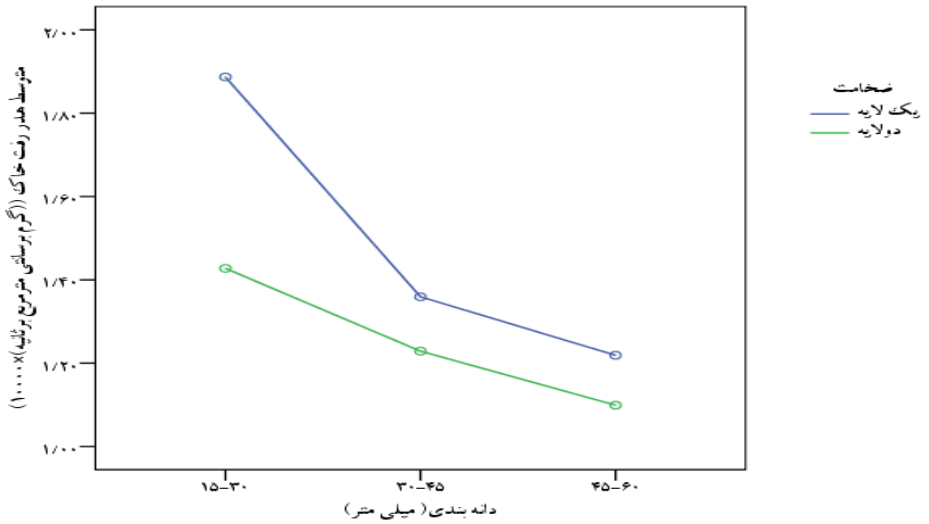


شکل ۸. اثر متقابل مساحت پوشش و ضخامت بر مقدار هدر رفت خاک

*** اثر متقابل دانه‌بندی و ضخامت تحت پوشش سرباره بر مقدار هدر رفت خاک**

شکل ۹ میانگین مقادیر مواد فرسایش یافته را تحت تأثیر دانه‌بندی و درصد مساحت پوشش سرباره را نشان می‌دهد. به طوری که مشاهده می‌شود در هر کدام از ضخامت‌ها با افزایش دانه‌بندی میزان هدررفت خاک کاهش می‌یابد، همچنین در هر کدام از دانه‌بندی‌های مختلف با افزایش ضخامت لایه‌ها میزان هدررفت خاک کاهش می‌یابد. روند کاهش هدر رفت از دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر به سمت ۶۰-۴۵ میلی‌متر در دولایه بیشتر از یک لایه می‌باشد که این امر به دلیل تأثیر اندازه دانه‌بندی‌ها و افزایش ضخامت بر میزان هدر رفت خاک است. اختلاف میزان هدر رفت در یک لایه و دو لایه از دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر نسبت به دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متر بیشتر است.

www.isadmc.ir

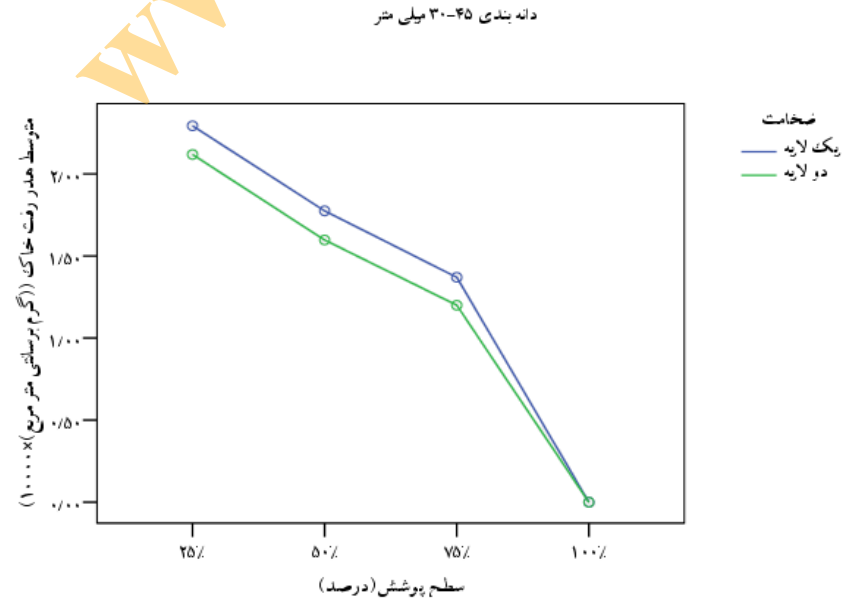


شکل ۹. اثر متقابل دانه‌بندی و ضخامت بر مقدار هدر رفت خاک

*** اثرمتقابل درصد مساحت، ضخامت و دانه‌بندی تحت پوشش سرباره بر مقدار هدررفت خاک**

با افزایش درصد مساحت در هر دو ضخامت (یک لایه و دو لایه) و در هر سه دانه‌بندی شاهد کاهش هدر رفت خاک هستیم (شکل ۱۰). ولی لازم به ذکر است که با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، در دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر و درصد مساحت ۲۵٪ تفاوت چندانی در یک لایه و دو لایه بودن تیمارها از نظر میزان هدر رفت خاک وجود ندارد، که دلیل آن اندازه دانه‌بندی و درصد مساحت کم باشد یعنی در دانه‌بندی و درصد مساحت‌های پایین تأثیر ضخامت در میزان هدر رفت خاک کم می‌شود و درضمن در دانه‌بندی ۴۵-۳۰ میلی‌متر در مساحت ۱۰۰درصد و همچنین در دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متری و مساحت‌های تحت پوشش ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، تفاوت چندانی در یک و دولایه بودن تیمارها از نظر میزان هدر رفت خاک وجود ندارد. دلیل آن به این خاطر است که تأثیر ضخامت در دانه‌بندی و درصد مساحت‌های بالا، کم می‌شود.

www.isadme.ir



شکل۱۰. اثر متقابل سطح پوشش، ضخامت و دانه‌بندی برمقدار هدررفت خاک

۳- تحلیل رگرسیون

برای بررسی ارتباط بین عامل‌های مورد بررسی با مقدار هدررفت خاک از تحلیل رگرسیون به روش گام به گام استفاده شد. در نتیجه این تحلیل می‌توان دریافت که مقدار هدر رفت خاک با درصد پوشش سطح، قطر ذرات سرباره و ضخامت سرباره همبستگی منفی دارد، اما با سرعت باد همبستگی مثبت دارد. در واقع با افزایش درصد پوشش سطح، قطر ذرات سرباره و ضخامت سرباره مقدار هدر رفت خاک کاهش می‌یابد. با توجه به همبستگی مثبت بین سرعت باد و هدر رفت خاک با افزایش سرعت باد مقدار هدر رفت خاک افزایش می‌یابد.

■ بحث و نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که مالچ سرباره، سطح تماس باد با خاک را کاهش و زبری را افزایش داده و بنابراین می‌تواند فرسایش بادی را کنترل کند، این نوع 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. منطقه هرند اصفهان دارای رسوبات فرسایش پذیر و همچنین حرکت ذرات ماسه‌های بادی می‌باشد این رسوبات دارای سرعت آستانه فرسایش بادی ۵/۲متر بر ثانیه می‌باشد که بسیار مستعد برای فرسایش بادی می‌باشد.

در تیمار دولایه به دلیل اینکه زبری سطح خاک بیشتر است سرعت باد در نزدیکی سطح زمین کاهش می‌یابد و در اثر آن میزان هدر رفت خاک نیزکاهش می‌یابد. اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ بین ضخامت مالچ یک لایه و دو لایه مشاهده نمی‌شود، لذا با توجه به صرفه اقتصادی و راحتی کار، بهتر است در طرح‌های کاربردی از این نوع مالچ سرباره بصورت یک لایه استفاده شود. با افزایش درصد مساحت مالچ به دلیل اینکه مساحت کمتری از خاک در معرض باد قرار می گیرد مقدار کمتری از خاک فرسایش می یابد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که سطح پوشش ۲۵ درصد با پوششهای ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد دارد ولی عملکرد سطح پوشش۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد نزدیک به هم بوده و تفاوت معنی‌داری دیده نمی شود. لذا انتخاب پوشش ۵۰ درصد می‌تواند علاوه بر کارایی مناسب و تامین هدف مورد نظر، از نظر امکان رشد گونه‌های گیاهی مناسب تر و از نظر اقتصادی نیز دارای هزینه کمتری می‌باشد. با افزایش اندازه ذرات سرباره میزان هدر رفت خاک کاهش پیدا کرده است دلیل آن افزایش سرعت لازم برای از جا کندن ذرات می‌باشدکه عامل موثر بر آن زبری ایجاد شده در سطح خاک می‌باشد. بین دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر با دانه‌بندی‌های ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر اختلاف معنی‌داری وجود دارد اما عملکرد دانه‌بندی‌های ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متر نزدیک به هم بوده و تفاوت معنی‌داری دیده نمی شود در نتیجه با توجه به تفاوت اندک کاهش هدر رفت خاک بین دو مالچ کاربردی با قطر متوسط ۴۵-۳۰ و ۶۰-۴۵ میلی‌متری به نظر می‌رسد که تیمار ۴۵-۳۰ میلی‌متری بهترین راندمان را دارا می‌باشد. بطور کلی با افزایش همزمان دانه‌بندی و درصد مساحت میزان هدررفت خاک کاهش می‌یابد و این بدین دلیل می‌باشد که زبری سطح خاک افزایش یافته و سطح تماس باد با خاک لخت کمتر می‌شود و در نتیجه سرعت آستانه فرسایش بادی افزایش می‌یابد و عملاً خاک زیرین مالچ سرباره با بادهای متعارف جابجا نمی شوند.

در هر کدام از درصد مساحت‌های مختلف با افزایش ضخامت میزان هدررفت خاک کاهش یافته، دلیل این امر افزایش پوشش سطح خاک و کاهش سرعت باد در سطح خاک می‌باشد که نتیجه آن افزایش پایداری سطح خاک و کاهش میزان فرسایش از سطح خاک می‌باشد. در هرکدام از ضخامت‌ها با افزایش درصد مساحت میزان هدر رفت خاک کاهش می‌یابد، در نتیجه با افزایش هم زمان درصد مساحت و ضخامت مالچ سرباره میزان هدر رفت خاک کاهش می‌یابد. دلیل این امر این است سطح بیشتری از خاک پوشیده شده و زبری سطح خاک افزایش یافته و سرعت آستانه فرسایش خاک بالا می‌رود.

به طور کلی با افزایش دانه‌بندی و ضخامت مالچ سرباره به دلیل افزایش زبری سطح خاک میزان هدر رفت خاک کاهش می‌یابد. با توجه به اختلاف میزان هدر رفت خاک در دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر در یک لایه و دو لایه

www.isadmc.ir

نسبت به اختلاف میزان هدر رفت خاک در دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متر، می‌توان نتیجه گرفت که تأثیر افزایش قطر دانه‌بندی نسبت به افزایش لایه مالچ بر میزان هدر رفت خاک مؤثرتر می‌باشد. لازم به ذکر است که تأثیر ضخامت بر میزان هدر رفت با افزایش اندازه دانه‌بندی‌ها کاهش می‌یابد بطوری که اختلاف میزان هدر رفت در یک لایه و دو لایه از دانه‌بندی ۳۰-۱۵ میلی‌متر نسبت به دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متر بیشتر است و نشان می‌دهد که با افزایش اندازه دانه‌بندی‌ها، میزان تأثیر ضخامت بر میزان هدر رفت خاک کاهش می‌یابد و به نظر می‌رسد که این امر به این خاطر می‌باشد که اندازه دانه‌بندی‌ها و به دنبال آن تعداد لایه‌ها، یک سطح مشخصی تحت تأثیر باد و متعاقب با آن بر میزان هدر رفت ذرات دارند.

بطور کلی با افزایش درصد مساحت و ضخامت و دانه‌بندی میزان هدررفت خاک کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج تحقیق انجام شده، تیمار دانه‌بندی ۳۰-۱۵میلی‌متر، درصد مساحت ۲۵ درصد و ضخامت یک لایه مالچ بیشترین میزان فرسایش خاک را داشتیم و در تیمار دانه‌بندی ۶۰-۴۵ میلی‌متر و درصد مساحت ۱۰۰درصد و ضخامت دولایه کمترین میزان هدر رفت خاک را داشتیم.

با توجه به سطح وسیع رسوبات بادی در منطقه و محدودیت‌های طبیعی که مانع از وجود پوشش گیاهی شده است یکی از روش‌های مناسب کنترل فرسایش بادی در منطقه به کاربردن سرباره فولاد سازی می‌باشد. نتایج حاصل از بررسی اثرات متقابل دانه‌بندی، ضخامت و سطح پوشش نشان داد که مالچهای سرباره با تراکم ۵۰٪ و دانه‌بندی ۴۵-۳۰ میلی‌متر بصورت یک لایه می‌تواند به عنوان بهترین تیمار انتخاب شود. با توجه به مناسب ترین تیمار انتخاب شده (مالچهای سرباره با تراکم ۵۰٪ و دانه‌بندی ۴۵-۳۰ میلی‌متر به صورت یک لایه) میزان کاربرد مالچ سرباره حدود ۱۵۰تن در هکتار برآورد می‌شود.

این نتایج با نتایج حاصل از از پژوهش سایر محققین در این زمینه همخوانی دارد، میزان فرسایش بادی با افزایش درصد پوشش مالچ سنگریزه‌ای در سطح خاک کاهش می‌یابد (احمدی و اختصاصی، ۱۳۸۵). ۵ برابر افزایش در اندازه کلوخه خاک، کاهشی در حدود ۲۱ برابر در میزان فرسایش را ایجاد می‌کند (Zhang etal., 2004). استفاده از روش‌های دیگر جهت کنترل فرسایش بادی همچون روش بیولوژیک، احداث بادشکن و انواع مالچ توصیه می‌گردد، در مطالعات اجرایی کنترل فرسایش بادی بایستی سه منطقه برداشت، حمل و رسوبگذاری در ارتباط با یکدیگر دیده شود تا عملیات اجرایی با موفقیت همراه باشد.

■ منابع

۱. احمدی، ح.، و اختصاصی، م. (۱۳۷۲). تعیین سرعت آستانه فرسایش بادی اراضی حوزه دشت یزد- اردکان به دو روش استفاده از تله‌های رسوبگیر و کاربرد دستگاه سنجش فرسایش بادی. گزارش طرح پژوهشی دانشگاه تهران.

۲. آقا نباتی، ع. (۱۳۸۳). زمین شناسی ایران. تهران: انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشاف معدن.

۳. داریوش، خ.، رستمی، م.، فراهانی، م.، و یوزباشی زاده، ح. (۱۳۸۶). انواع سرباره‌ها و بررسی خواص و کاربرد آنها. مجموعه مقاله‌های اولین سمینار فرآوری و کاربردهای سرباره کوره قوس الکتریک ، ص ۹-۱.

۴. خلدبرین، ع. (۱۳۸۹). مالچ و مالچ پاشی و محیط زیست. فصلنامه مهندسان مشاور پایداری طبیعت و منابع، شماره ۴۸، ص ۷۰-۵۹.

۵. رفاهی، ح. (۱۳۸۵). فرسایش بادی وکنترل آن. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

6. Yan Li, X., & Liu. L. (2003). Effect of gravel mulch on 11eolian dust accumulation in the semiarid region of northwest China. *Soil and Tillage Research*, 70. 73–81.

7. Zhang, C.L., Zou, X.Y., Gong, J. R., Liu, L.Y., & Liu Y. Z. (2004). Aerodynamic roughness of cultivated soil and its influences on soil erosion by wind in a wind tunnel. *Soil and Tillage Research*, 75. 53–59.

www.isadmc.ir

No. 2, Autumn & Winter 2013, pp 1-12

Desert Management
www.isadmc.ir

Iranian Scientific Association of Desert Management and Control

Application of Steel Slag for Stabilizing Erodible Soils (Case study: Harand Area)

S. Babakhani[1*] and H. Karimzadeh[2]

1 MSc. Graduate, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
2Assistant Professor, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran
* Corresponding Author: sajad638_ iut@yahoo.com

Received: 2013.07.16 **Accepted: 2013.12.02**

Abstract

Wind erosion and sedimentation include detachment, transportation and deposition of soil particles by wind. To increase stability of soil surface and for soil conservation against wind erosion, artificial covers can be used, along with vegetation cover. Among artificial covers, one can use industrial residuals. Steel slag is a by-product of iron and steel industries which is produced in massive amount in Isfahan and contains valuable combinations and material. The study area is Harand plain in east of Isfahan which is one of the most critical erosion sites in Isfahan province. The experiment treatments included thicknesses at 2 levels (1 & 2 layers), cover percentage at 4 levels (25, 50, 75 and 100 percent), graining at 3 diameter levels (15-30, 30-45& 45-60 mm), wind velocity at 7 levels and their reciprocal effects. Test took place with 4 factorial replications and by completely random design, and then data got analyzed with Duncan & ANOVA tests in SPSS 15 and Excel. The results showed that steel slag increased the surface coarseness and therefore can control the erosion. Increasing area cover, size and graining of mulch, decline the soil loss. However there was no significant difference between the numbers of applied layers. It is citable that simultaneous increase in area percentage, size and diameter of slag decline the soil loss as well. According to the results, slag mulch can be used for erodible sediments control with 50% density, 30-45 mm graining and in one layer.

Keywords: Wind deposits accumulation; Wind erosion; Steel Slag mulch; Harand area.

www.isadmc.ir