

تأثیر انواع مالچ رسی بر میزان مواد فرسایش یافته بادی

هادی مجدى^۱، مصطفی کریمیان اقبال^۱، حمیدرضا کریم زاده^۲ و احمد جلالیان^۱

چکیده

یکی از چالش‌های اصلی مناطق خشک و بیابانی ایران مسئله کنترل شن‌های روان است. استفاده از انواع مالچ یکی از روش‌هایی است که به شکل گسترده به منظور ثبت شن‌های روان به کار می‌رود. هدف از این تحقیق تعیین مناسب‌ترین ترکیب، غلظت و ضخامت مالچ رسی برای ثبت شن‌های روان می‌باشد. بدین منظور، برای تعیین مناسب‌ترین ترکیب مالچ، دونمونه خاک از یک واحد پلایایدی با سطح ژئومرفیک دق رسی با دو میزان شوری متفاوت به عنوان مالچ و یک نمونه شن روان از تپه‌های شنی به عنوان بستر از منطقه اردستان انتخاب گردید. برای تعیین بهترین غلظت مالچ، نمونه‌های خاک رسی با مقدار معین آب مخلوط و در روی بستر شن روان جمع آوری شده از مناطق بیابانی توسط دستگاه مالچ‌پاش پاشیده شد. علاوه بر این، یک سری آزمایش نیز برای بررسی اثر کاه در جلوگیری از فرسایش انجام گردید. تیمارهایی را که دارای کمترین ترک و بیشترین نفوذ مالچ در بستر شنی را داشتند، برای انجام آزمایش‌ها انتخاب گردید. تیمارهای انتخاب شده به عنوان مالچ عبارت بودند از: ۱) ۲۵۰ گرم شن روان + ۲۵۰ گرم خاک رس + ۲۵۰ گرم خاک رس + ۲۵ گرم کاه، ۲) ۲۵۰ گرم خاک رس + ۲۵۰ گرم شن روان + ۲۵۰ گرم خاک رس (۳) ۲۵۰ گرم خاک رس (۴) ۱۲۵ گرم شن روان + ۱۲۵ گرم خاک رس و ۶) ۱۲۵ گرم خاک رس، که هر تیمار با ۵۰۰ میلی لیتر آب مخلوط و سپس پاشش انجام شد. به منظور بررسی مناسب‌ترین ضخامت مالچ، با انجام یک بار عمل مالچ‌پاشی اجازه داده شد که نمونه‌ها در مجاورت هوا خشک شده و سپس عمل مالچ‌پاشی مجدد بر روی آنها صورت گرفت. تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد که تیمارها شامل نوع مالچ (۶ نوع مالچ)، دو ضخامت (یک لایه و دو لایه) و دو سطح شوری که برای هر کدام سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که مالچ‌های رسی در برابر جریان باد مقاوم هستند. ولی زمانی که تحت تأثیر بمباران ذرات موجود در جریان باد قرار گیرند، فرسایش می‌یابند. مقاومت مالچ با توجه به نوع مالچ متفاوت خواهد بود و مقاومت مالچ‌هایی که در آن کاه به کار رفته، به دلیل افزایش استحکام ساختاری از دیگر انواع مالچ‌ها بیشتر است. هر چه تعداد لایه مالچ (مرتبه مالچ‌پاشی) بیشتر شود، پایداری آن در برابر فرسایش به دلیل افزایش مقدار رس و سیلت در مالچ زیادتر می‌شود. تیمار اول با کاربرد با دو لایه مالچ‌پاشی (دو مرتبه مالچ) به عنوان تیمار مناسبی به منظور ثبت شن‌های روان منطقه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: ثبت شن روان، شوری، مالچ رسی، مواد فرسایش یافته بادی، مالچ‌پاش، مقاومت مالچ رسی

۱. به ترتیب کارشناس ارشد، دانشیار و استاد خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. استادیار مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

فرسایش بادی از مهم‌ترین عوامل تخریب و هدر رفت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود (۱۱ و ۳). مهم‌ترین عواملی که در میزان انتقال مواد فرسایش یافته بادی نقش عمده‌ای دارند، شامل سرعت باد، خصوصیات ذرات، رطوبت خاک سطحی، پوشش گیاهی، ناهمواری‌های سطح زمین و وجود املاح در خاک است (۳، ۵ و ۶). نتایج مطالعات انجام شده با استفاده از تونل باد نشان داده است که توانایی باد در جدا کردن و انتقال ذرات خاک به ترتیب با توان دوم و سوم سرعت باد بستگی دارد (۲ و ۳). رطوبت خاک از مهم‌ترین عوامل مؤثر در فرسایش بادی است. خاک وقتی به فرسایش بادی حساس است که سطح آن خشک باشد. خاکی که سطح آن مرتبط باشد، فرسایش نمی‌یابد زیرا ذرات خاک مرتبط در اثر نیروی چسبندگی ناشی از پوسته نازک آب بین ذرات پایدار هستند (۸). معمولاً باد قادر به جدا سازی و انتقال ذرات خاک در رطوبت پژمردگی (۱۵ بار) نمی‌باشد. فرسایش بادی به آثار ناهمواری‌های اتفاقی و جهت دار حساس است و درصد زیری سطح خاک بر مقدار فرسایش بادی اثر می‌گذارد. به طوری که مطالعات نشان می‌دهد برآمدگی‌های به ارتفاع ۵۰ تا ۷۰ میلی‌متر فرسایش بادی را در یک خاک لومی در مقایسه با همین خاک با سطح صاف، حدود ۹۸ درصد کاهش می‌دهد (۷). طبق نظر آمبراست و همکاران پشتلهایی به ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر، مؤثرترین اندازه ناهمواری برای کنترل فرسایش بادی می‌باشد (۷).

وجود نمک‌های با غلظت کم در ذرات شن، سرعت آستانه سیال را در شن خشک به مقدار قابل توجهی بالا می‌برد. زیرا در نقاط تماس ذرات، املاح به صورت سیمانی عمل می‌کنند. البته تأثیر شوری به ندرت بر روی فرسایش بادی مطالعه شده است. مطالعات لایلس و همکاران نشان داد خاک‌های دارای شوری بیشتر، فرسایش پذیری کمتری نسبت به خاک‌های غیر شور از خود نشان می‌دهند. در این تحقیق تأثیر نمک کلرید سدیم در کاهش فرسایش پذیری بیشتر از نمک‌های دیگر مورد

مطالعه (کلرید کلسیم و کلرید منیزیم) بوده است (۱۰).

آزمایش‌های زیادی در مورد مقاومت شن‌های آغشته به فرآورده‌های نفتی نسبت به فرسایش بادی انجام گرفته است. در یک آزمایش تونل بادی که در آفریقا انجام گردیده نشان ۲۷ داده شده است که ماسه‌های لخت در سرعت باد حدود ۱۱۰ کیلومتر در ساعت شروع به حرکت می‌کنند در حالی که ماسه‌های آغشته به مالچ در سرعت باد حدود ۱۱۰ کیلومتر در ساعت نیز به حرکت در نیامده‌اند. این امر نشان می‌دهد که بقایای فرآورده‌های نفتی می‌توانند به خوبی عمل ثابت شن‌های روان را انجام دهد (۳). نتایج به دست آمده از مطالعات تونل بادی انجام شده توسط فریر نشان داد که ۲۰ تا ۵۰ درصد پوشش بقایای گیاهی، شدت فرسایش را نسبت به خاک صاف و لخت به ترتیب ۵۷ و ۹۵ درصد کاهش می‌دهد (۹). مقدار بقایای گیاهی مورد نیاز برای حفاظت خاک، بستگی به نوع و مقدار بقایای گیاهی، فرسایش پذیری خاک، اقلیم، مدیریت زراعی و ارزیابی فرسایش و خطر تخریب آن دارد (۳ و ۹). مالچ سنگریزه‌ای نیز می‌تواند برای کنترل فرسایش خاک استفاده شود. این مالچ با کاهش رواناب سطحی به کاهش فرسایش آبی نیز کمک می‌کند. در مورد فرسایش بادی، یانلی و یولیو (۱۲) گزارش دادند که مالچ سنگریزه‌ای دارای دو عمل مهم در کنترل فرسایش بادی می‌باشد. زیرا علاوه بر جلوگیری از فرسودگی خاک سطحی توسط نیروی برشی باد می‌تواند ذرات باد آورده را نیز به دام اندازد. مطابق با آزمایش‌های شبیه‌سازی شده به وسیله تونل بادی و مطالعات صحرایی، اراضی دارای مالچ سنگریزه‌ای می‌توانند مقدار فرسایش بادی را ۸۴ تا ۹۴ درصد نسبت به اراضی بدون مالچ کاهش دهد و هم‌چنین به دام اندازی ذرات رسوب را ۱۲/۱۶ بار افزایش دهد (۱۲، ۱۳ و ۱۴).

در تثبیت بیولوژیکی، در واقع پوشش گیاهی، نقش مهمی در کاهش فرسایش دارد به شرطی که گیاه تا مرحله استقرار حفظ شود. بنابراین تلفیق روش‌های تثبیت مکانیکی و شیمیایی با تثبیت بیولوژیکی ضروری است، که در این ارتباط می‌توان از

جدول ۱. ترکیب مالچ‌های (تیمار) انتخابی

نوع مالچ	خاک رس (گرم)	شن روان (گرم)	کاه (گرم)	آب (میلی لیتر)	ترکیب مالچ
۱	۲۵۰	۲۵۰	۲۵	۵۰۰	
۲	۲۵۰	-----	۲۵	۵۰۰	
۳	۲۵۰	۲۵۰	-----	۵۰۰	
۴	۲۵۰	-----	-----	۵۰۰	
۵	۱۲۵	۱۲۵	-----	۵۰۰	
۶	۱۲۵	-----	-----	۵۰۰	

تعیین گردید. سپس دو خاک از سطوح رسمی به عنوان مالچ و یک شن روان به عنوان بستر انتخاب شد. به منظور اعمال مالچ رسمی از طریق آزمایش‌های اولیه (آزمون و خطا) مقادیری مشخص از مالچ رسمی را در مقداری آب مخلوط نموده و روی بستر شن‌های روان به وسیله دستگاه مالچ‌پاش پاشیده شد. نمونه‌ها به مدت چند روز در معرض هوا خشک شد و سپس تیمارهایی که دارای کمترین ترک خوردگی و همچنین بیشترین نفوذ مالچ به داخل شن روان بود، انتخاب گردید.

یکسری آزمایش نیز برای بررسی اثر کاه در افزایش مقاومت مالچ رسمی و جلوگیری از فرسایش بادی طراحی گردید. مقادیر متفاوت کاه و غلظت‌های مختلف از رس استفاده شد. بدین ترتیب که پس از آماده شدن بستر شن روان، مقادیر مشخص کاه به صورت یکنواخت روی آن پاشیده و عمل مالچ‌پاشی روی آن انجام گرفت. پس از آزمایش‌های مکرر و بررسی آنها، ترکیبات و غلظت‌های اصلی مالچ اعمالی که مشخصات آنها در جدول ۱ و شکل ۱ ارائه شده است، جهت تأثیر تیمار استفاده گردید.

برای بررسی اثر ضخامت مالچ، هر یک از تیمارها (جدول ۱) روی بستر شن روان اعمال گردید و فرصت داده شد تا نمونه‌ها برای مدت چند روز هوا خشک شوند. پس از آن عمل مالچ‌پاشی دوباره روی تعدادی از تیمارها تکرار شد تا بتوان اثر ضخامت را بررسی کرد.

مالچ‌های رسمی نیز به عنوان یک پوشش و همچنین یک ماده سیمانی به منظور چسباندن ذرات بستر و ایجاد یک بستر مناسب برای ثبت بیولوژیکی استفاده کرد. این تحقیق با هدف دست‌یابی به یک ترکیب و روش استفاده از یک مالچ طبیعی در ثبت شن‌های روان که ضمن داشتن کلیه خصوصیات یک مالچ خوب، سهل الوصول و اقتصادی هم باشد و همچنین بررسی مناسب‌ترین ترکیب و ضخامت مالچ رسمی به نحوی که بتواند در مقابل بادهای فرساینده مقاومت نشان دهد، انجام شده است.

مواد و روش‌ها

انتخاب تیمارهای آزمایشی منوط به تهیه نمونه‌های اولیه با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد نظر بر اساس مطالعات قبلی پایه‌گذاری شد. به همین دلیل در جستجوی نمونه‌های اولیه، از چند نقطه از سطوح رسمی (دق) در مجاورت شن‌های روان (۲۰ نمونه جلگه رسمی و ۱۰ نمونه شن روان از تپه‌های شنی واقع در منطقه اردستان و کاشان) نمونه‌برداری انجام شد. خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک‌ها شامل، توزیع اندازه ذرات به روش پیپت، میزان آهک از طریق تیتراسیون (اسید و باز)، مواد آلی از طریق سوزاندن تر، هدایت الکتریکی از طریق قرائت آن از عصاره اشیاع به کمک هدایت‌سنگی، درصد گچ با مخلوط کردن یک گرم خاک در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب قطر و به هم زدن آن تا انحلال کامل گچ و اندازه‌گیری یون کلسیم و محاسبه گچ،



شکل ۱. ترکیب مالچ‌های انتخابی



شکل ۲. بدنه تونل

انجام عمل سایش در داخل دستگاه و در محل نگهداری نمونه قرار گرفت که فاصله نوک نازل از ابتدای سینی ۴۵ سانتی متر و ارتفاع نازل از سطح روی سینی ۱۶ سانتی متر بود به طوری که حداقل مساحت ممکن از سینی نمونه را به طور یکنواخت پوشش داده و زاویه برخورد ذرات نیز ۱۰ درجه در نظر گرفته شد. دستگاه با فشار $2/3$ کیلوگرم بر سانتی متر مربع ذرات را به سطح نمونه پرتاب می‌نمود.

برای تهیه بستر، شن روان را در داخل سینی‌هایی فلزی به ابعاد ۳۰×۳۰ سانتی متر و عمق $۳/۵$ سانتی متر ریخته و سطح آن کاملاً صاف و یکنواخت گردید. سپس بر روی هر سینی مالچ‌پاشی انجام و اجزه داده شد تا سطح نمونه‌ها در هوا خشک گردند. برای ایجاد سایش و تخریب مالچ و بررسی مقدار خاک فرسایش یافته (اختلاف وزن سینی‌ها قبل و بعد از آزمایش)، از دستگاه پرتاب کننده شن استفاده شد (شکل ۲). هر نمونه برای

جدول ۲. خصوصیات نمونه‌های اولیه مورد استفاده جهت ترکیب مالچ و بستر شن روان

مختصات جغرافیایی	خصوصیات شیمیایی						توزیع اندازه ذرات			
	درصد مواد آلای	٪	٪	٪	٪	٪	ESP	٪	٪	٪
محل نمونه برداری										
زواره*										
۳۳° ۲۷' ۲۷"	ناچیز	۴	۱۸/۸	۷۸/۵	۱۴۴/۵	۵۷	۳۷	۶	Clay	
۵۲° ۳۸' ۱۹"										
زواره*										
۳۳° ۲۷' ۲۷"	ناچیز	۴	۱۸/۵	۴۱	۱۳۴	۵۴	۳۹	۷	Clay	
۵۲° ۳۸ ۳۷"										
زواره**										
۳۳° ۲۶' ۴۳"	ناچیز	۴/۷	۲۱/۴	۳	۴/۱	۹/۶	۴/۸	۸۵/۶	Sandy	
۵۲° ۴۰' ۵۰"										

*: نمونه خاک رسمی برداشت شده از سطوح جلگه‌های رسمی منطقه زواره جهت تهیه ترکیب مالچ

**: نمونه شن روان برداشت شده از تپه‌های شنی منطقه زواره مورد استفاده جهت تهیه بستر شن و ترکیب مالچ

گرفته شد. آثار اصلی شامل نوع مالچ، ضخامت، شوری و آثار فرعی شامل آثار متقابل آنها می‌باشد. برای مقایسه میانگین‌ها و بررسی آثار اصلی و فرعی، از آزمون مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن استفاده گردید. تجزیه و تحلیل‌های آماری این طرح به کمک نرم افزارهای SPSS و SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مقادیر مواد فرسایش یافته از سینی‌ها در جدول ۳ نتایج حاصل از اعمال جریان سایشی بر روی نمونه‌ها به وسیله دستگاه پرتتاب کننده شن نشان داده شده است. این اعداد نشانگر مقدار متوسط خاک فرسایش یافته از سینی‌ها به صورت مجزا برای عامل‌های شوری، نوع مالچ و تعداد لایه (مرتبه مالچ پاشی) در هر مالچ می‌باشد. تجزیه

خصوصیات نمونه‌های مورد استفاده جهت بستر شن روان و تیمار مالچ پاشی در جدول ۲ ارائه شده است. دو نمونه خاک با بافت رسمی و شوری متفاوت به عنوان مالچ رسمی و یک نمونه از شن روان به منظور بستر برای انجام مراحل بعدی آزمایش انتخاب گردید. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود، دو نمونه خاک که به عنوان مالچ هستند، تنها از لحاظ شوری و مقدار سدیم با هم اختلاف زیادی دارند در صورتی که در بقیه موارد شبیه به هم می‌باشند. ولی شن روان علاوه بر این خصوصیات بقیه خصوصیات آن نیز متفاوت است.

با توجه به روش کار، طرح آماری مناسب، طرح کاملاً تصادفی در قالب آزمایش‌های فاکتوریل تشخیص داده شد. در این طرح، شش نوع مالچ، دو ضخامت مالچ (یک لایه و دو لایه)، دو سطح شوری (ECE متفاوت مالچ) و سه تکرار در نظر

جدول ۳. میانگین مقدار مواد فرسایش یافته از سینی‌ها تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن (کیلوگرم بر متر مربع)

۶	۵	۴	۳	۲	۱	نوع تیمار لایه	شوری ECe(ds/m)	
							۱	۲
۲/۳۴	۳/۲۸	۱/۵۱	۱/۱۲	۰/۷۶	۰/۸۵	۱		۷۸/۵
۱/۳۰	۰/۲۳	۰/۱۷	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۰	۲		
۲/۱۱	۱/۶۳	۱/۶۸	۱/۹	۱/۱	۰/۸۷	۱		۴۱
۱/۵۳	۱/۶۴	۰/۳۶	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۰	۲		

کردن با نیروهای برشی اعمال شده از طرف ذرات شن موجود در جریان باد می‌باشد. به عبارتی تأثیر توزیع اندازه ذرات موجود در سطح برای پایداری مالچ در سطوح خشک بیشتر از مقادیر متفاوت و املاح است. مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نیز مشخص ساخت که اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های مواد فرسایش یافته در دو تیمار شوری وجود ندارد و شوری دو نوع خاک رس اثر یکسانی را در برداشته است. البته می‌توان عدم اختلاف معنی‌دار در مقدار مواد فرسایش یافته در اثر تیمار شوری را به مقدار بالای شوری در هر دو مالچ اعمالی نیز ارتباط داد. شاید اگر مالچ‌های انتخابی از نظر شوری در دو سطح متفاوت بودند، (شور و غیر شور) این تیمار نیز معنی‌دار می‌شد.

اثر تعداد لایه مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته شکل ۴ میانگین مقادیر مواد فرسایش یافته از سطح سینی‌ها تحت تیمار مالچ‌پاشی به صورت یک لایه و دو لایه که شامل میانگین ۳۶ نمونه است را نشان می‌دهد. تیمار دو لایه (دو مرتبه مالچ‌پاشی) کمترین میزان فرسایش را در کل تیمارها نشان می‌دهد. این تیمار در پایداری مالچ بسیار مفید و مؤثر می‌باشد. به طوری که میانگین مقدار مواد فرسایش یافته تیمار لایه‌ها با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P < 0.01$). در مجموع، تیمار یک لایه مالچ (یک مرتبه مالچ‌پاشی)، فرسایش بیشتری داشته است. این نشان می‌دهد که هر چه تعداد لایه (تعداد دفعات مالچ‌پاشی) بیشتر

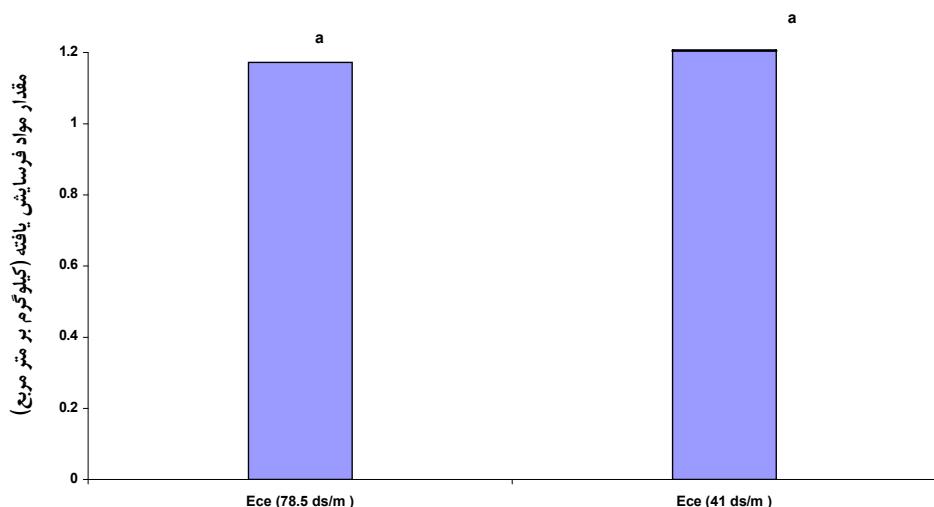
واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که مدل آماری مورد استفاده و تمام پارامترهای آن به جز شوری در سطح (یک درصد) معنی‌دار می‌باشند (جدول ۴). بنابراین در بررسی پایداری مالچ، نوع مالچ، تعداد لایه و اثر متقابل شوری و تعداد لایه اثر متقابل شوری و نوع مالچ، اثر متقابل تعداد لایه و نوع مالچ تأثیر گذار بوده است که این آثار در ادامه به تفصیل توضیح داده شده است.

اثر شوری عصاره اشیاع مالچ بر مواد فرسایش یافته
نگاهی کلی به داده‌های مربوط به شوری در جدول ۳ مشخص می‌کند که مقدار متوسط مواد فرسایش یافته در تیمار مالچ با شوری بالا نسبت به تیمار مالچ با شوری پایین افزایش یافته، ولی این افزایش خیلی زیاد نمی‌باشد و در بعضی موارد کاهش نیز دارد. میانگین مقادیر مواد فرسایش یافته مالچ سطحی تحت عمل سایش به وسیله ذرات در اندازه شن در هر سطح شوری (شامل ۳۶ نمونه) در شکل ۳ ترسیم شده است. این شکل نشان می‌دهد، کاهش شوری به تنها یک تأثیری بر مقدار مواد فرسایش یافته نداشته است. شاید بتوان چنین نتیجه گرفت که اثر مقدار رس در مالچ‌های تهیه شده روی چسبندگی ذرات شن بستر، بیشتر از مقدار املاح موجود در مالچ مؤثر بوده است. بنابراین تأثیر نمک در تیمارها چندان قابل توجه نبوده و اثر آن حذف می‌شود. اثر مقدار رس موجود در تیمارهای اعمالی در ایجاد یک لایه مالچ با پایداری زیاد، بسیار بیشتر از تأثیر املاح در توانایی مالچ برای مقابله

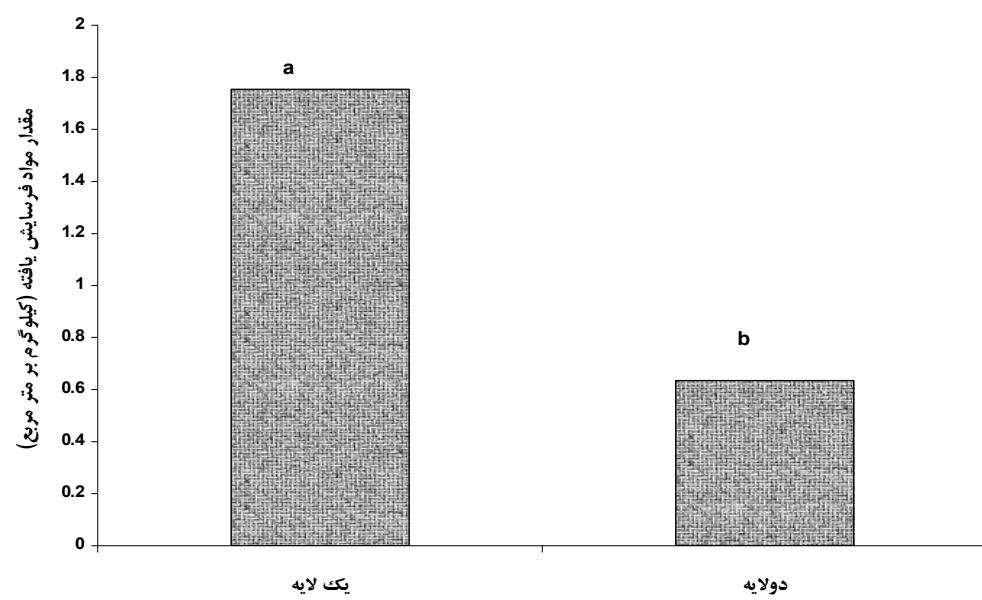
جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس مقدار خاک فرسایش یافته از سینی‌ها تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن

منبع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F مقدار
شوری (Ece ds/m)	۱	۰/۰۲۸	۰/۰۲۸	۲/۰۳ ^{ns}
تعداد لایه مالج	۱	۲۲/۸۸	۲۲/۸۸	۱۶۵۱/۰۵**
نوع مالج	۵	۳۳/۱۷۸	۶/۶۳۵	۴۷۸/۶۶**
شوری × تعداد لایه	۱	۰/۴۱۷	۰/۴۱۷	۳۰/۱۴**
شوری × نوع مالج	۵	۰/۴	۰/۴	۲۸/۸۶**
تعداد لایه × نوع مالج	۵	۳/۶۳۲	۰/۲۷۶	۵۲/۴**
شوری × تعداد لایه × نوع مالج	۵	۳/۲۸۷	۰/۶۵۷	۴۷/۴۳**
خطا	۴۸	۰/۶۶۵	۰/۰۱۳	

ns : در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** : در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار است.



شکل ۳. اثر شوری (Ece) بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن ($P<0/05$)



شکل ۴. تأثیر تعداد لایه مالج بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن ($P<0/01$)

مونتموریلونیت باشد. وجود ذرات شن در این نوع مالچ ممکن است همانند گراولی که در بتن می‌باشد، عمل کند که عملاً باعث افزایش استحکام مالچ می‌شود. از طرفی مالچ‌هایی که دارای کاه هستند، به دلیل ساختاری که کاه به وجود می‌آورد و هم‌چنین تأثیر چسبندگی آن، از استحکام بیشتری برخوردارند و در مقابل سایش مقاومت می‌کنند (۴). ظاهرآ حضور کاه در بین ذرات معدنی باعث ایجاد پل‌های قوی بین ذرات شده و نقش مؤثر داشته است. عمل کاه در مالچ را می‌توان مانند اسکلت آرماتور دانست که در داخل بتن سیمانی قرار داده می‌شود تا استحکام آن را افزایش دهد. کاه باعث بهتر چسبیدن مالچ به ذرات شن شده و انعطاف پذیری مالچ را در مقابل برخورد ذرات زیاد نموده و از تخریب سریع مالچ جلوگیری می‌کند. کاه باعث افزایش مقاومت خمشی مالچ نیز می‌شود. در طی آزمایش‌های انجام شده، مشاهده گردید که وجود کاه تا حدودی باعث استحکام سله سطحی (مالچ) شده است که با وجود خالی شدن شن روان در زیر مالچ، لایه نازک مالچ به ضخامت تقریبی یک میلی‌متر باقی مانده و در مقابل فرسایش و سایش ذرات شن مقاومت می‌نماید.

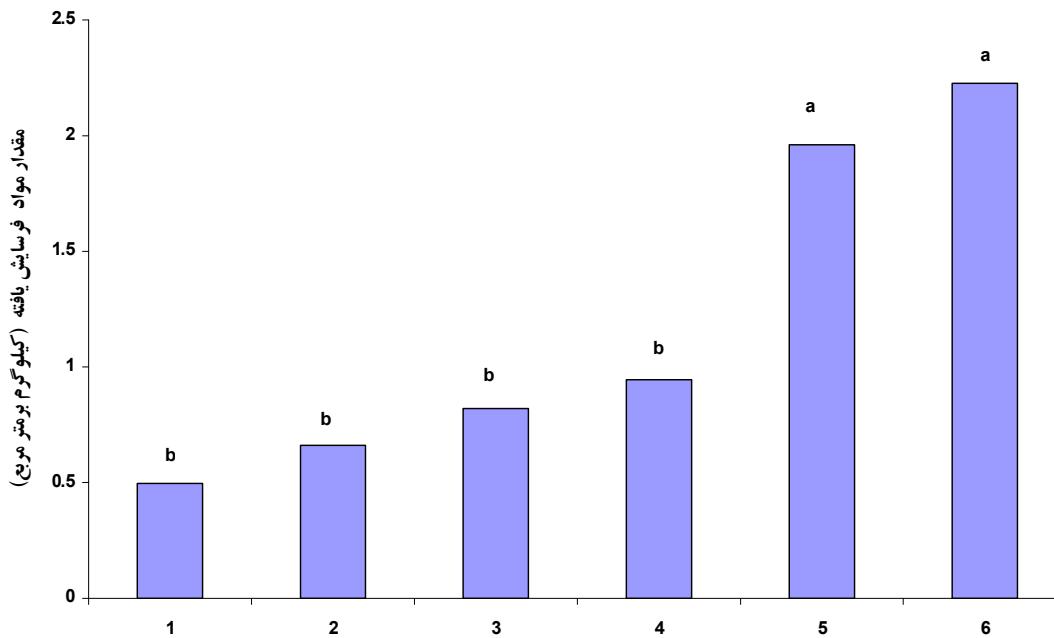
اثر متقابل شوری و تعداد لایه مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته

شکل ۶ اثر متقابل شوری و تعداد لایه مالچ را بر میزان مواد فرسایش یافته بادی نشان می‌دهد. در شوری یکسان مخلوط مالچ‌پاشی، افزایش تعداد لایه‌های مالچ از یک لایه به دو لایه موجب کاهش میزان مواد فرسایش یافته بادی شده است و هنگام به کارگیری یک لایه یا دو لایه مالچ، کاهش شوری از ۷۸/۵ به ۴۱ دسی‌زیمنس بر متر تأثیر معنی‌داری در میزان مواد فرسایش یافته نداشته است. با توجه به این که میزان شوری به تنها یک تأثیر معنی‌داری بر روی فرسایش ندارد (P<۰/۰۵). دلیل تأثیر متقابل ضخامت لایه مالچ و

شود، مقدار رسی که باعث چسبندگی ذرات شن به یکدیگر می‌شود، افزایش می‌یابد. بنابراین باعث اتصال بیشتر و بهتر ذرات به یکدیگر شده، بر پایداری بیشتر مالچ در برابر جریان سایشی می‌افزاید. به عبارت دیگر در صورت افزایش تعداد لایه مالچ، یک لایه ضخیم در روی سطح شن روان ایجاد شده و مقاومت مالچ را در برابر برخورد ذرات شن، زیاد و قدرت تخریب سرعت بشی باد و عمل سایش مواد موجود در جریان باد کاهش می‌یابد. عملاً با افزایش تعداد لایه مالچ، ضخامت مالچ افزایش و سطح آسیب پذیر نسبت به عوامل فرساینده دور شده و کمتر تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

اثر نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته

ارزیابی نوع و ترکیب مالچ مهم ترین عاملی است که می‌تواند تعیین کننده مقاومت مالچ در مقابل فرسایش بادی و در نتیجه انتخاب بهترین مالچ باشد. شکل ۵ میزان مواد فرسایش یافته بادی را برای انواع تیمار مالچ نشان می‌دهد. بیشترین مقدار فرسایش هنگام استفاده از تیمارهای ۵ و ۶ دیده شد که اختلاف آن با سایر مالچ‌ها معنی‌دار بود (P<۰/۰۵). کمترین میزان فرسایش هنگام به کارگیری مالچ ۱ و ۲ دیده شد. همان طور که اشاره شد، ترکیب مالچ‌ها از لحاظ مقدار رس، سیلت و کاه متفاوت می‌باشند و مالچ‌هایی که دارای مقدار رس و سیلت بیشتری هستند، به دلیل این که این ذرات باعث به هم چسبیدن بهتر ذرات شن می‌شوند، توانسته‌اند بهتر در مقابل برخورد ذرات شن از خود مقاومت نشان دهند (۱). هم‌چنین اعمال تیمار شن مخلوط با رس نسبت به تیمار رس تنها باعث استحکام مالچ شده و از ایجاد ترک بر روی سطح مالچ جلوگیری می‌کند (۱). وجود ذرات در اندازه رس در ترکیب مالچ و ایجاد یک لایه همگن، سبب ایجاد ترک در سطح مالچ می‌شود، مخصوصاً اگر این ذرات از نظر ساختاری از نوع رس ۲ به ۱ همانند ورمی‌کولیت و



شکل ۵. اثر نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن ($P < 0.05$). عبارت اند از تیمارهای اعمالی
اعداد مربوط به مختصات X

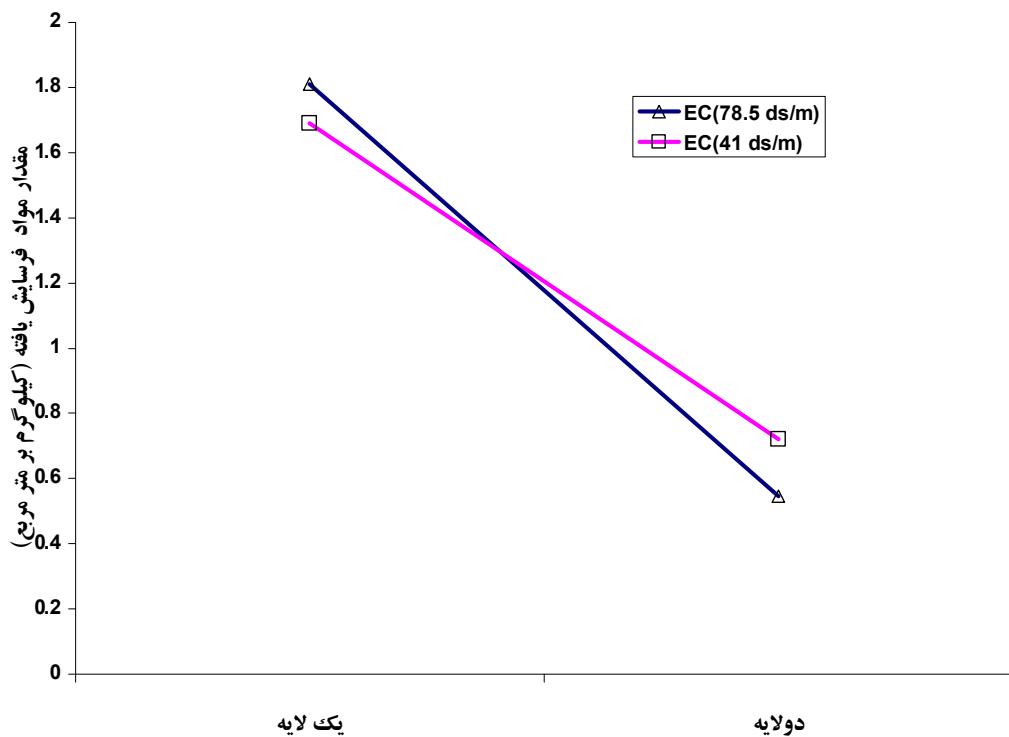
به ۷۸/۵ دسیزیمنس بر متر موجب کاهش فرسایش خاک گردیده است. زیرا افزایش شوری باعث کاهش اثر پراکندگی ذرات خاک به وسیله سدیم می‌شود. به عبارت دیگر، کاتیون‌هایی که دارای شعاع غیرهیدراته کوچک می‌باشند (برای مثال سدیم)، در حالت هیدراته شدن دارای شعاع بزرگی می‌باشند. این باعث متلاشی شدن ذرات خاک می‌شود. با افزایش غلظت محلول، سدیم نیز همانند کاتیون‌های با شعاع غیر هیدراته بزرگ عمل کرده و باعث اتصال (فلکوله شدن) ذرات معدنی می‌شوند و پایداری مالچ را نسبت به سایش افزایش می‌دهد.

اثر متقابل تعداد لایه و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته صرف نظر از تعداد لایه‌های مالچ، بیشترین و کمترین میزان مواد فرسایش یافته به ترتیب مربوط به مالچ‌های ۶ و ۱ می‌باشد. علت این تفاوت مربوط به ترکیب مالچ و مقاومت آنها در مقابل سایش بوده است. این روند کاهش فرسایش با افزایش تعداد

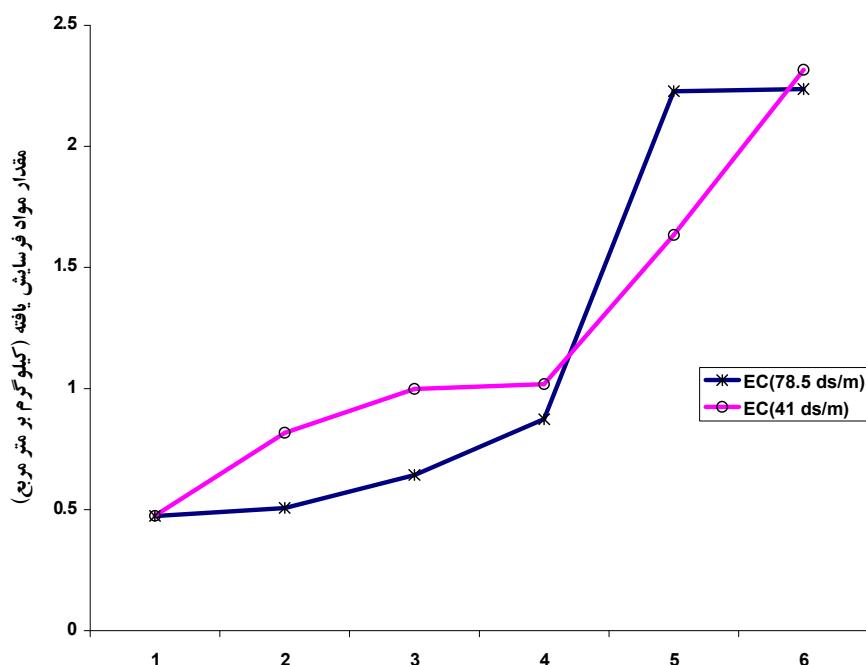
شوری مشخص نیست ولی شاید بتوان تأثیر شوری و ضخامت را ناشی از این دانست که افزایش ضخامت به معنی وجود رس بیشتر در سله است که در نتیجه شوری زیادتر، تأثیر خود را بهتر نشان می‌دهد.

اثر متقابل شوری (E_{Ce}) و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته

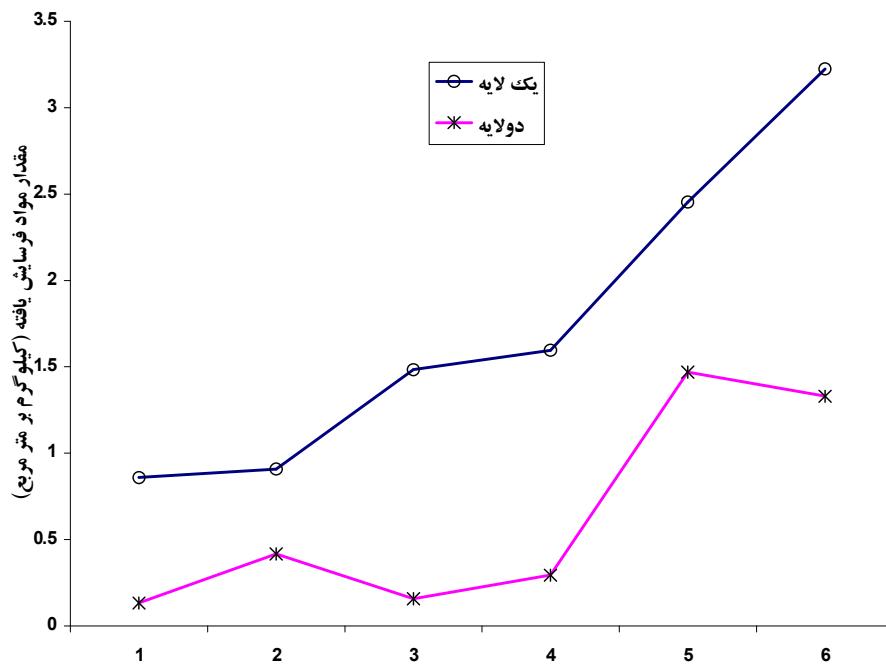
اثر متقابل شوری و نوع مالچ در شکل ۷ ارائه شده است. در استفاده از مالچ با شوری ۷۸/۵ دسیزیمنس بر متر، کمترین مواد فرسایش یافته هنگام استفاده از مالچ ۱ دیده شده اختلاف آن با مالچ‌های ۲، ۳ و ۴ غیر معنی دار و با سایر مالچ‌ها معنی دار می‌باشد ($P > 0.1$). به طوری که در این شوری، تیمار ۵ و ۶ بیشترین میزان مواد فرسایش یافته را در برداشتند. همچنین با کاهش شوری مالچ اعمالی به ۴۱ دسیزیمنس بر متر، کمترین میزان فرسایش هنگام به کارگیری تیمار ۱ و بیشترین میزان فرسایش هنگام استفاده از تیمار ۶ می‌باشد. به جز در هنگام استفاده از تیمارهای ۵ و ۶ در سایر موارد افزایش شوری از ۴۱



شکل ۶. اثر متقابل هدایت الکتریکی عصاره اشبع مالج با تعداد لایه مالج پاشی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن



شکل ۷. اثر متقابل شوری و نوع مالج بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن.
اعداد مربوط به مختصات X عبارت اند از تیمارهای اعمالی



شکل ۸. اثر متقابل تعداد لایه و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن.
اعداد مربوط به مختصات X عبارت اند از تیمارهای اعمالی

می یابند. مقاومت مالچ با توجه به نوع مالچ متفاوت خواهد بود و مقاومت مالچ هایی که در آن کاه به کار رفته است، به دلیل افزایش استحکام ساختاری از بقیه انواع مالچ ها بیشتر است. نتایج نشان می دهد که مالچ ۱ و ۲ دارای کمترین مقدار مواد فرسایش یافته اند. هر چه تمرکز رس در تیمار مالچ زیادتر باشد، به دلیل فلکوله شدن ذرات شن توسط ذرات ریز رس پایداری مالچ در مقابل عمل سایش بیشتر است. هر چه تعداد لایه مالچ (مرتبه مالچ پاشی) بیشتر شود، پایداری آن در برابر فرسایش به دلیل افزایش ضخامت مالچ بیشتر می شود.

لایه از یک لایه به دو لایه نیز برقرار است. با افزایش تعداد لایه، مقدار ضخامت مالچ موجود در روی بستر شن زیادتر شده و نفوذ سیلت و رس در بستر شن روان بیشتر صورت گرفته است (شکل ۸).

نتیجه گیری

بررسی نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که مالچ های رسی در برابر جریان باد مقاوم هستند. اما زمانی که تحت تأثیر بمباران ذرات شن موجود در جریان باد قرار گیرند، فرسایش

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه میدانی- آزمایشگاهی نقش فراورده های بوم آورد در ثبیت و استحکام بخشی خشت خام و اندود کاهگل (مطالعه موردنی، ذیقورات چغازنبیل). پایان نامه کارشناسی ارشد مرمت آثار تاریخی، دانشکده هنر دانشگاه اصفهان.
۲. احمدی، ح. ۱۳۷۷. ژئومرفولوژی کاربردی. جلد دوم: بیابان- فرسایش بادی، انتشارات دانشگاه تهران.
۳. رفاهی، ح. ق. ۱۳۷۸. فرسایش بادی و کنترل آن. انتشارات دانشگاه تهران.
۴. عابدی کوهپایی، ح. ۱۳۸۰. کاربرد مواد زاید در پوشش بتونی کانال های انتقال آب. کنفرانس بین المللی سازه های هیدرولیکی،

دانشکده عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۵. کریم زاده، ح. م. ۱۳۸۱. چگونگی تکوین و تکامل خاک‌ها در لندرم‌های مختلف و منشا یابی رسوبات فرسایش یافته بادی در منطقه شرق اصفهان. پایان نامه دکتری خاک‌شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
۶. میرقانعی اردکانی، س. م. ۱۳۸۱. تأثیر برخی خصوصیات خاک سطحی بر قابلیت تشکیل سله و مقاومت آن در برابر فرسایش بادی. پایان نامه کارشناسی ارشد مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
7. Armbrust, D. W., W. S. Chepil and F. H. Siddoway. 1963. Effect of ridges on erosion of soil by wind. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 28: 557-560.
8. Chepil, W. S. 1956. Influence of moisture on erodibility of soil by wind, *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 20: 288-292.
9. Fryrear, D. W. and E. L. Skidmore. 1985. Methods for controlling wind erosion. PP. 442-457. In: R. F. Follett and B. A. Stewart (Eds.), *Soil Erosion and Crop Productivity*. ASA. CSSA-SSSA, Madison, WI.
10. Lyles, L. and R. L. Schrandet. 1971. Wind erodibility as influence by rainfall and salinity. *Soil Sci.* 114: 367-372.
11. Troeh, F. R., J. A. Hobbs and R. L. Donahue. 1980. *Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection*. Prentice-Hall Inc. Pub., New Jersey.
12. Yanli, Xiao., L. Y. Liu. 2001. Influence of pebble mulch on soil erosion by wind and trapping capacity for windblown sediment. *Soil & Tillage Res.* 59. 137-142.
13. Yanli, X. 2003. Gravel- sand mulch for soil and water conservation in the semiarid loess region of northwest China. *Catena* 52: 105-107.
14. YanLi, X., L. Y. Liu. 2003. Effect of gravel mulch on aeolian dust accumulation in the semiarid region of northwest China. *Soil & Tillage Res.* 70: 73-81.