تأثیر انواع مالچ رسی بر میزان مواد فرسایش یافته بادی

هادی مجدی[۱]، مصطفی کریمیان اقبال[۱]، حمیدرضا کریم زاده[۲] و احمد جلالیان[۱]

چکیده

یکی از چالش‌های اصلی مناطق خشک و بیابانی ایران مسأله کنترل شن‌های روان است. استفاده ازانواع مالچ یکی از روش‌هایی است که به شکل گسترده به منظور تثبیت شن‌های روان به کار می‌رود. هدف از این تحقیق تعیین مناسب‌ترین ترکیب، غلظت و ضخامت مالچ رسی برای تثبیت شن‌های روان می‌باشد. بدین منظور، برای تعیین مناسب‌ترین ترکیب مالچ، دونمونه خاک از یک واحد پلایایی 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 براین، یک‌سری 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 + ۲۵ گرم کاه، ۲) ۲۵۰گرم خاک رس+ ۲۵ گرم کاه، ۳) ۲۵۰ گرم شن روان + ۲۵۰ گرم خاک رس ۴) ۲۵۰ گرم خاک رس ۵) ۱۲۵ گرم شن روان + ۱۲۵ گرم خاک رس و ۶) ۱۲۵گرم خاک رس، که هر تیمار با ۵۰۰ میلی‌لیتر 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 مالچ پاشی) 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 تثبیت شن‌های روان منطقه توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تثبیت 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

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

مقدمه

فرسایش بادی از مهم‌ترین عوامل تخریب و هدر رفت خاک در مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود (۳ و ۱۱). 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 و۶). 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 مرطوب باشد، فرسایش نمی‌یابد زیرا ذرات خاک مرطوب 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 جهت‌دار حساس است و درصد زبری 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 پشته‌هایی به ارتفاع ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر، مؤثرترین اندازه ناهمواری برای کنترل فرسایش بادی می‌باشند (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 وهمکاران نشان داد خاک‌های دارای شوری بیشتر، فرسایش پذیری کمتری نسبت به خاک‌های غیر شور از خود نشان می‌دهند. دراین تحقیق تأثیر نمک کلرید سدیم در کاهش فرسایش‌پذیری 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 داده شده است که ماسه‌های لخت در سرعت باد حدود ۲۷ 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 تثبیت شن‌های روان را انجام دهد (۳). نتایج به دست آمده از مطالعات تونل بادی انجام شده توسط فریرر 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، فرسایش‌پذیری 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 می‌تواند مقدار فرسایش بادی را ۸۴ تا۹۴ درصد نسبت به اراضی بدون مالچ کاهش دهد و هم‌چنین به دام اندازی ذرات رسوب را ۱/۶تا۱/۸ 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

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

جدول ۱. ترکیب مالچ‌های (تیمار) انتخابی

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

مالچ‌های رسی نیز به عنوان یک پوشش و هم‌چنین یک ماده سیمانی به منظور چسباندن ذرات بستر و ایجاد یک بستر مناسب برای تثبیت بیولوژیکی استفاده کرد. این تحقیق با هدف دست‌یابی به یک ترکیب و روش استفاده از یک مالچ طبیعی در تثبیت شن‌های روان که ضمن داشتن کلیه خصوصیات یک مالچ خوب، سهل الوصول و اقتصادی هم باشد و هم‌چنین بررسی مناسب‌ترین ترکیب و ضخامت مالچ رسی 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 رسی(دق) در مجاورت شن‌های روان (۲۰ نمونه جلگه رسی 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)، موادآلی از طریق سوزاندن‌تر، هدایت الکتریکی از طریق قرائت آن از عصاره اشباع به کمک هدایت‌سنجی، درصد گچ با مخلوط کردن یک گرم خاک در ۴۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و به هم زدن آن تا انحلال کامل گچ و اندازه‌گیری یون کلسیم و محاسبه گچ، تعیین گردید. سپس دو خاک از سطوح رسی به عنوان مالچ و یک شن روان به عنوان بستر انتخاب شد. به منظور اعمال مالچ رسی از طریق آزمایش‌های اولیه (آزمون وخطا) مقادیری مشخص از مالچ رسی 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 شن‌روان بود، انتخاب گردید.

یک‌سری آزمایش نیز برای بررسی اثر کاه در افزایش مقاومت مالچ رسی 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 شن‌روان، مقادیر مشخص کاه به صورت یک‌نواخت روی آن پاشیده وعمل 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.

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

شکل ۱. ترکیب مالچ‌های انتخابی

شکل ۲. بدنه تونل

برای تهیه بستر، شن‌روان را در داخل سینی‌هایی فلزی بـه ابعـاد ۳۰×۵۰ سانتی‌متر و عمق ۳/۵ سانتی‌متر ریخته و سطح آن کاملاً صاف و یک‌نواخت گردید. سپس بر روی هر سینی مـالچ‌پاشـی انجام و اجازه داده شد تا سطح نمونه‌ها در هوا خـشک گردنـد. بـرای ایجـاد سـایش و تخریـب مـالچ و بررسـی مقـدار خـاک فرسایش یافته (اختلاف وزن سینی‌ها قبل وبعـد از آزمـایش)، از دستگاه پرتاب کننده شن استفاده شد (شکل ۲). هر نمونه بـرای انجام عمل سایش در داخل دستگاه و در محل نگـه‌داری نمونـه قرار گرفت که فاصله نوک نازل از ابتدای سینی ۴۵ سانتی‌متـر و ارتفاع نازل از سطح روی سینی ۱۶ سانتی‌متر بود به طـوری کـه حداکثر مساحت ممکن ازسینی نمونه را بـه طـور یـک‌نواخـت پوشش داده و زاویه برخورد ذرات نیز ۱۰ درجه در نظر گرفتـه شد.دستگاه با فشار ۲/۳ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربـع ذرات را بـه سطح نمونه پرتاب می‌نمود.

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

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

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

* : نمونه خاک رسی برداشت شده از سطوح جلگه‌های رسی 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

خصوصیات نمونه‌های مورد استفاده جهت بستر شن روان و تیمار مالچ‌پاشی در جدول ۲ ارائه شده است. دو نمونه خاک با بافت رسی و شوری متفاوت به عنوان مالچ رسی 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 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 SAS و SPSS 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 پرتاب 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

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

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

شوری ECe(ds/m)	نوع تیمار / لایه	۱	۲	۳	۴	۵	۶
۷۸/۵	۱	۰/۸۵	۰/۷۶	۱/۱۲	۱/۵۱	۳/۲۸	۳/۳۴
	۲	۰/۱۰	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۷	۰/۲۳	۱/۳۰
۴۱	۱	۰/۸۷	۱/۱	۱/۹	۱/۶۸	۱/۶۳	۳/۱۱
	۲	۰/۱۰	۰/۵۹	۰/۱۵	۰/۳۶	۱/۶۴	۱/۵۳

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 اشباع 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 تنهایی 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 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 وغیر 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 (دومرتبه مالچ پاشی) 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($P<$ ۰/۰۱). 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

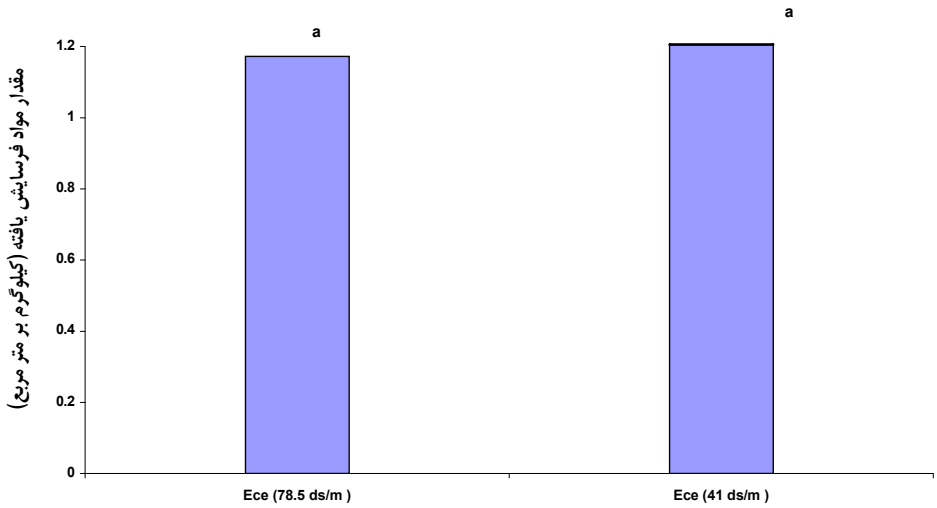
[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

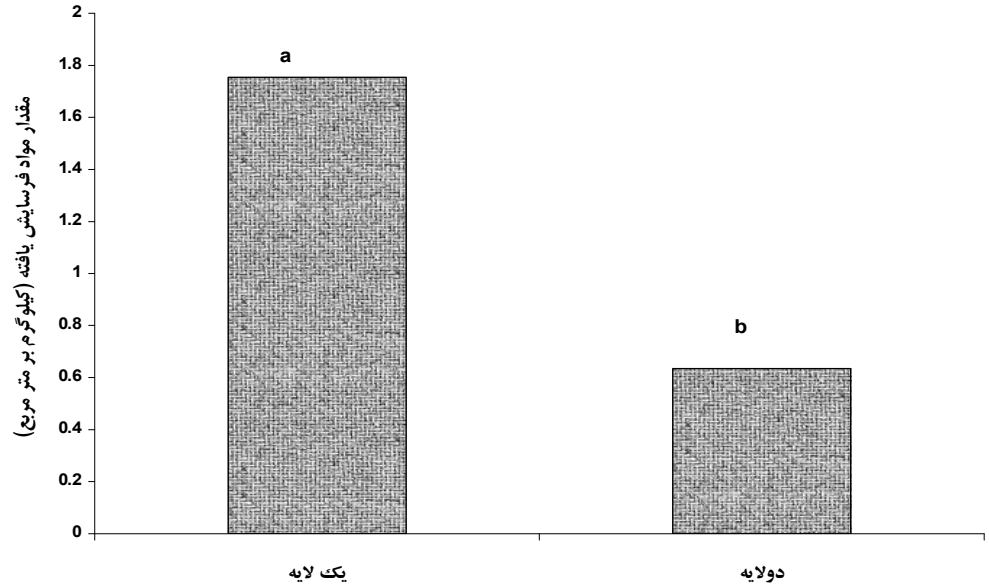
جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس مقدار خاک فرسایش یافته از سینی‌ها تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن

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

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



شکل ۳. اثر شوری (ECe) بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن (P< /۰۵)



شکل ۴. تأثیر تعداد لایه مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن (P< /۰۱)

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

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 برشی 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

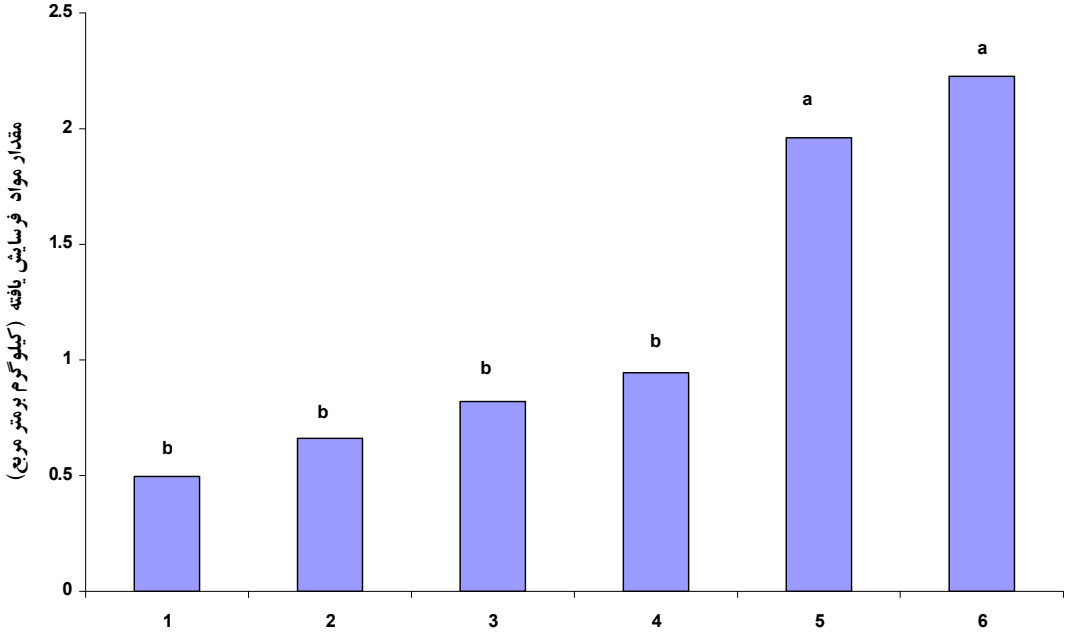
ارزیابی نوع و ترکیب مالچ مهم‌ترین عاملی است که می‌تواند تعیین کننده مقاومت مالچ در مقابل فرسایش بادی و در نتیجه انتخاب بهترین مالچ باشد. شکل ۵ میزان مواد فرسایش یافته بادی را برای انواع تیمار مالچ نشان می‌دهد. بیشترین مقدار فرسایش هنگام استفاده از تیمارهای ۵ و ۶ دیده شد که اختلاف آن با سایر مالچ‌ها معنی‌دار بود ($P< ۰۵/$). کمترین میزان فرسایش هنگام به‌کارگیری 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 می‌شدند، 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 مونتموریلونیت باشند. 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). ظاهراً 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 تنهایی تأثیر معنی داری بر روی فرسایش ندارد ($P< ۰۵/$). دلیل تأثیر متقابل ضخامت لایه مالچ و

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]



شکل ۵ . اثر نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن(P< ۰۵/۰).
اعداد مربوط به مختصات X عبارت‌اند از تیمارهای اعمالی

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.

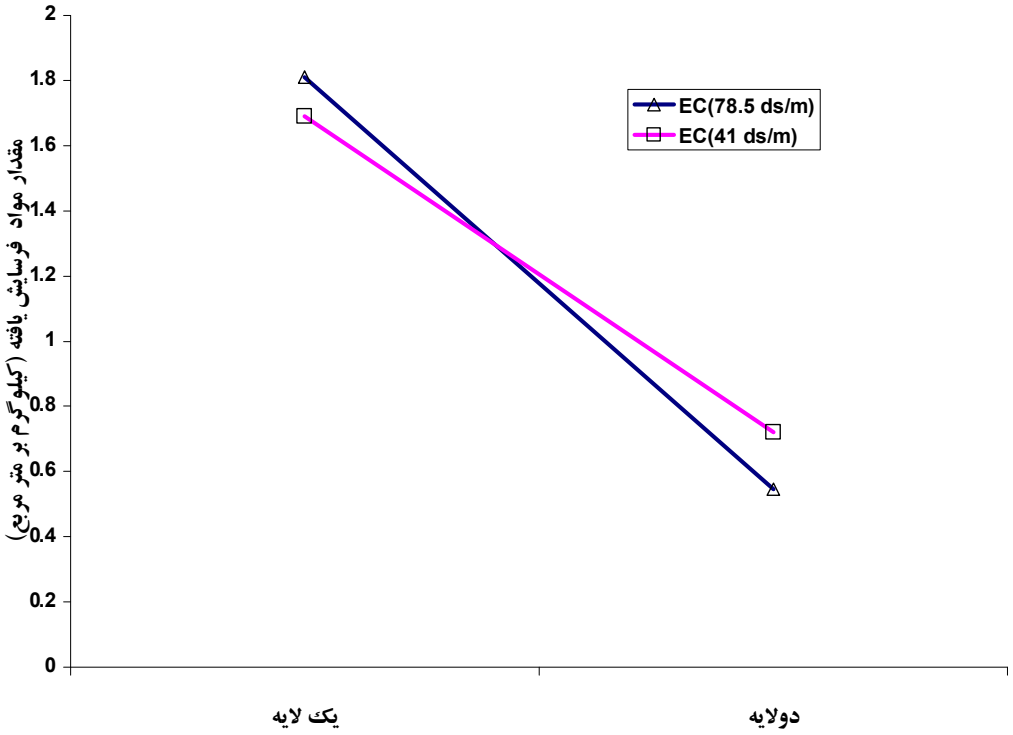
اثر متقابل شوری (ECe) و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته

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 شدکه اختلاف آن با مالچ‌های ۲، ۳ و ۴ غیر معنی‌دار و با سایر مالچ‌ها معنی‌دار می‌باشد (P< ۰۱/۰). 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 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.

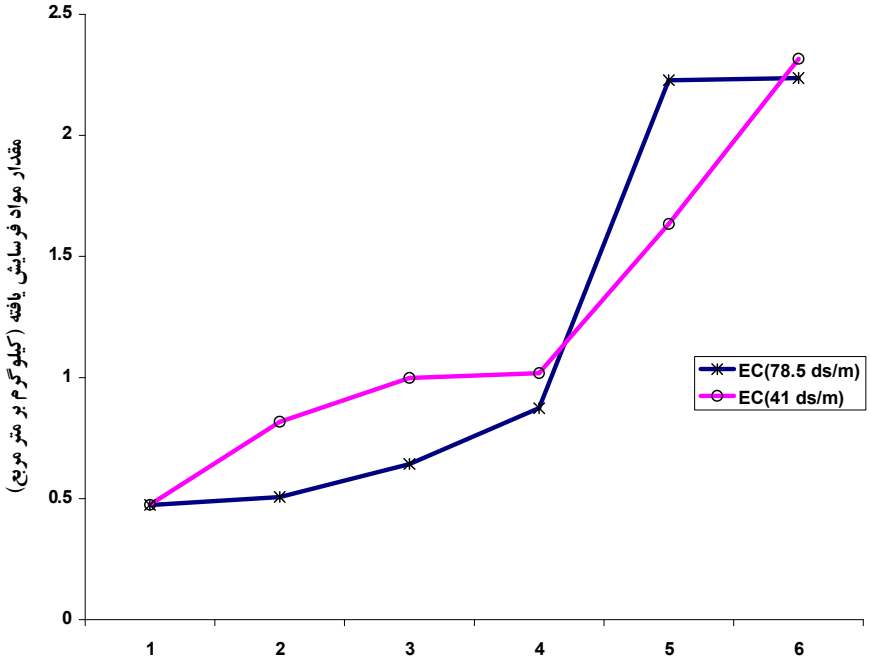
اثر متقابل تعداد لایه و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته

صرف‌نظر 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

[Downloaded from jstmar.iut.ac.ir on 2026-11-13]
[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]



شکل ۶. اثر متقابل هدایت الکتریکی عصاره اشباع مالچ با تعداد لایه مالچ‌پاشی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن

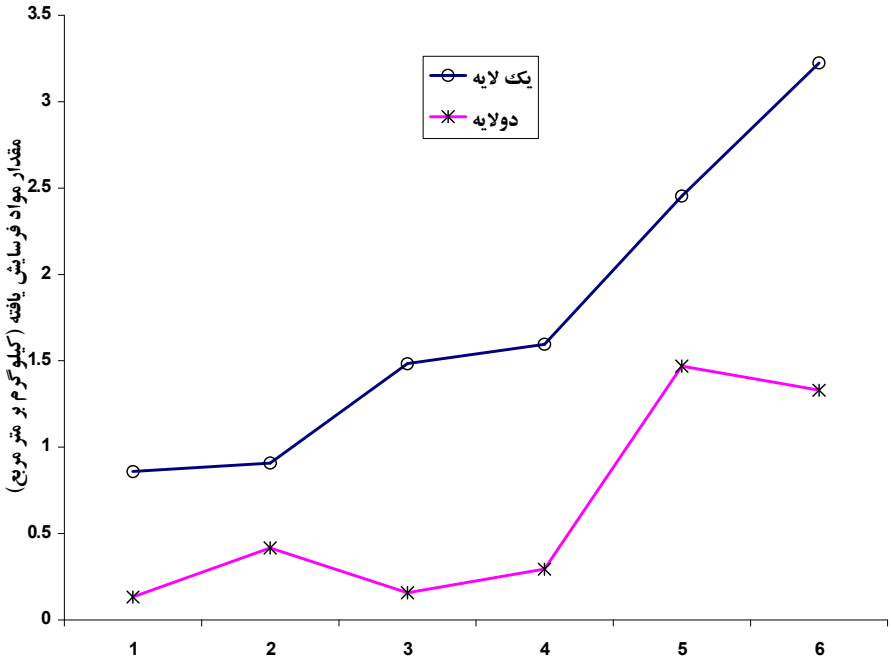


شکل ۷. اثر متقابل شوری و نوع مالچ بر مقدار مواد فرسایش یافته بادی تحت عمل سایش با ذرات در اندازه شن.

اعداد مربوط به مختصات X عبارت‌اند از تیمارهای اعمالی

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]



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

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).

نتیجه‌گیری

بررسی نتایج به دست آمده در این تحقیق نشان داد که مالچ‌های رسی در برابر جریان باد مقاوم هستند. اما زمانی که تحت تأثیر بمباران ذرات شن 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 است، به دلیل افزایش استحکام ساختاری از بقیه انواع مالچ‌ها بیشتر است. نتایج نشان می‌دهد که مالچ ۱و ۲ دارای کمترین مقدار مواد فرسایش یافته‌اند. 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 می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. ابراهیمی، ا. ۱۳۸۰. مطالعه میدانی- آزمایشگاهی نقش فراورده‌های بوم آورد در تثبیت و استحکام بخشی خشت خام و اندود کاهگل (مطالعه موردی، ذیقورات چغازنبیل). پایان‌نامه 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، ج. ۱۳۸۰. کاربرد مواد زاید در پوشش بتنی کانال‌های انتقال آب. کنفرانس بین‌المللی سازه‌های هیدرولیکی،

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]

دانشکده عمران، دانشگاه شهید باهنر کرمان

۵. کریم زاده، ح. م. ۱۳۸۱. چگونگی تکوین وتکامل خاک‌ها در لندفرم‌های 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. Follet 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.

[Downloaded from jstnar.iut.ac.ir on 2026-11-13]

[DOR: 20.1001.1.24763594.1385.10.3.11.0]