تأثیر خاکپوش شنی بر میزان رواناب و کنترل فرسایش سطح آبگیر

داود نیک‌نژاد[1*]

۱. مربی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳

نوع مقاله: علمی-پژوهشی

چکیده

افزایش جمعیت، گرم شدن زمین، تغییر الگوی بارش و کاهش آن باعث شده که مسئله آب و خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین چالش‌های بشر امروز باشد. از روش‌هایی که می‌تواند تا حدودی مشکل مذکور را حل نماید مدیریت منابع آب و خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. پوشاندن سطح خاک با مصالح طبیعی نفوذپذیر علاوه بر کاهش فرسایش آبی و بادی می‌تواند میزان تبخیر از سطح خاک را کاهش دهد و باعث افزایش ذخیره رطوبت و ماندگاری بیشتر آن در خاک شود. در این پژوهش تأثیر پوشش شنی به ضخامت پنج سانتیمتر بر روی میزان رواناب و فرسایش خاک بررسی و مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که پوشش شنی رواناب را از ۵/۱۴ لیتر بر مترمربع به ۴/۲۴ لیتر بر مترمربع و فرسایش را از ۹۷/۴ گرم بر مترمربع به_۹/۳۷ گرم بر مترمربع در طول دوره آماربرداری (دو سال) کاهش می‌دهد نتیجه اینکه پوشش شنی باعث کاهش فرسایش و تخریب خاک در اثر عوامل محیطی و فیزیکی ازجمله درجه حرارت، باد و ضربات قطرات باران می‌شود و علاوه بر کاهش فرسایش باعث کاهش تبخیر و رواناب، افزایش رطوبت و ماندگاری بیشتر آن در خاک می‌شود که این مسئله در مدیریت حفاظت آب و خاک از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بارش، خاکپوش، رواناب، سطح آبگیر، شن، فرسایش.

مقدمه

روند افزایش جمعیت و توسعه تمدن بشری باعث توسعه صنایع گردیده که از اثرات آن می‌توان به آلودگی‌های زیست‌محیطی و گرم شدن زمین اشاره کرد افزایش دمای زمین باعث تبخیر بیشتر و تغییر در الگوی بارش‌ها بخصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک شده و اکثر بارش‌ها علاوه بر کاهش به‌صورت باران و رگباری می‌باشند که این مسئله منجر به فرسایش و تلفات خاک‌های حاصلخیز بخصوص در اراضی شیب‌دار می‌گردد. عوامل مذکور منجر به کاهش سهم سرانه از منابع آب قابل استفاده و خاک حاصلخیز شده و ضعف مدیریت در این خصوص انسان را با چالش کمبود آب و خاک مواجه می‌سازد. استفاده بهینه از منابع آب و خاک بخصوص در اراضی شیب‌دار و کنترل فرسایش خاک در اینگونه اراضی می‌تواند تا حدودی در مدیریت آب و خاک مشکلات مذکور را حل نماید. اکثر روش‌هایی که تاکنون در خصوص حفاظت آب و خاک در اراضی شیب‌دار صورت گرفته، مبتنی بر تقویت پوشش گیاهی، روش خاک‌ورزی، روش‌های آبیاری و خاکپوش‌های نفتی و یا بقایای گیاهی بوده است. اما در خصوص خاکپوش شنی یا سنگریزه‌ای و تأثیر آن بر میزان فرسایش آبی و رواناب تحقیقات زیادی انجام نشده است. یکی از روش‌هایی که می‌تواند در مدیریت حفاظت از آب و خاک مؤثر باشد استفاده از خاکپوش یا مالچ شنی می‌باشد خاکپوش شنی می‌تواند به‌عنوان

*Email: niknezhad2005@yahoo.com_نویسنده مسئول: داود نیک‌نژاد:

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

یک لایه محافظ نفوذپذیر باعث کاهش تبخیر رطوبت خاک شده درنتیجه رطوبت خاک و ماندگاری آن در خاک افزایش می‌یابد. خاکپوش شنی در بارندگی‌های شدید و رگباری به‌عنوان یک ضربه‌گیر مانع از کوبیدگی، پراکنش ذرات خاک و تخریب خاک سطحی شده که این مسئله در کنترل فرسایش آبی و بادی خاک از اهمیت بسزایی برخوردار است. از طرفی دیگر خاکپوش شنی بخشی از گرد و غبار موجود در هوا را به دام انداخته و باعث کاهش آلودگی فیزیکی هوا می‌شود. با توجه به اینکه مالچ شنی نسبت به آب و هوا نفوذپذیر است به افزایش نفوذ آب باران در خاک کمک می‌کند درنتیجه رواناب سطحی کاهش یافته و آب باران نفوذ یافته به داخل خاک منجر به افزایش رطوبت خاک و تغذیه آب زیرزمینی می‌شود.

زمانی که رواناب سطحی در جهت شیب شروع به حرکت می‌کند ذرات خاک را از یکدیگر جدا ساخته و آن‌ها را با خود حمل می‌کند. فرسایش روانابی سه نوع خسارت به خاک وارد می‌کند؛ نخست ساختمان خاک را تخریب می‌کند و درنتیجه حاصلخیزی خاک را کاهش می‌دهد. دوم، شیارها یا خندق‌هایی در سطح خاک به وجود می‌آورد که درنتیجه مساحت اراضی قابل استفاده کمتر می‌شود. سوم خاک منتقل شده سرانجام در یک مکان رسوب می‌کند که این رسوبات در برخی موارد مانند پر کردن مخازن سدها و مخازن آب، مضر هستند (Camp & Daugherty, 2002). فرسایش خاک عامل اصلی از بین رفتن مواد مغذی در بسیاری از خاک‌ها می‌باشد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که از دست رفتن عناصر غذایی خاک مانند ازت و فسفر به دلیل فرسایش خاک به‌طور جدی در اراضی شیب‌دار دلیل مهمی در تخریب کیفیت خاک است (Douglas et al., 1998).

یکی از روش‌هایی که در اراضی شیب‌دار زیتون‌کاری شده در بخش کالابریای جنوبی کشور ایتالیا برای کنترل فرسایش و رواناب استفاده گردیده است بکارگیری بقایای گیاهی ازجمله باقیمانده هرس درختان زیتون است که بر سطح خاک پخش می‌شود. این نوع خاکپوش می‌تواند فرسایش را ۸۰-۷۵ درصد و رواناب را ۳۵-۲۰ درصد نسبت به خاک بدون خاکپوش که خاک‌ورزی حفاظتی روی آن صورت گرفته است کاهش دهد (Bombino et al., 2020).

خاکپوش شنی یکی از فن‌آوری‌های حفاظت آب و خاک است که قرن‌ها در شمال غربی کشور چین در فلات لوس[1] مورد استفاده قرار گرفته است (Xie et al., 2006a). اندازه دانه‌های این خاکپوش بزرگ‌تر یا مساوی دو میلی‌متر می‌باشد که به ضخامت حدود ۱۰ سانتیمتر بر روی خاک پخش می‌گردد. در مناطقی که بارندگی کم و تبخیر زیاد است استفاده از خاکپوش شنی تبخیر را به‌طور مؤثر کاهش می‌دهد و باعث افزایش دمای خاک و حفظ رطوبت خاک می‌شود. این فناوری به‌دلیل ناکافی بودن منابع آب و هزینه‌های زیاد آبیاری با هدف افزایش راندمان حفاظت خاک در کشور چین ترویج و به‌طور گسترده‌ای مورد پذیرش و استفاده قرار گرفته است (Nachtergaele et al., 1998; Xie et al., 2010; Ma & Li., 2011).

یکی از روش‌های مدیریت ویژه زمین برای حفاظت از آب و خاک استفاده از مالچ شن و ماسه در مزارع شمال غربی چین است مالچ شنی بیش از ۳۰۰ سال پیش توسط کشاورزان چینی به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از مطالعات نشان می‌دهد که مالچ شنی یا ماسه‌ای در کاهش تبخیر و رواناب، بهبود نفوذپذیری و دمای خاک و حفظ حاصلخیزی خاک مؤثر است. در استان کانسوی چین ۱۱۸۰۰۰ هکتار از اراضی به ضخامت ۱۶- ۵ سانتیمتر با ماسه‌سنگ و سنگریزه پوشش داده شده که این مصالح سنگی از مواد رودخانه‌ای بوده و از رودخانه زرد چین تهیه شده است (Li et al., 2000). مالچ شنی علاوه بر جلوگیری از فرسایش بادی خاک می‌تواند گرد و غبار ناشی از وزش باد را به دام اندازد (Li et al., 2001). شبیه‌سازی صورت گرفته در تونل باد نشان می‌دهد که مالچ شنی می‌تواند فرسایش بادی را ۹۶- ۸۴ درصد کاهش دهد (Li, 1997). نتایج بدست‌آمده توسط Li و همکاران (۲۰۰۲) نشان می‌دهد که مالچ شنی و ماسه‌ای باعث افزایش دمای خاک می‌شود. مالچ مخلوط شن و ماسه در بهبود دمای خاک نسبت به مالچ خالص شن و ماسه تنها، مؤثرتر است. مالچ شن و ماسه در کاهش تبخیر به‌طور قابل ملاحظه مؤثر بوده و مالچ مخلوط شن و ماسه در مقایسه با مالچ شن یا ماسه تنها در کاهش تبخیر مؤثرتر است. پوشش شن یا مخلوط شن و ماسه در مقایسه با خاک لخت، باعث کاهش رواناب و افزایش ذخیره رطوبتی خاک می‌شود.

1 -Loess plateau

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

مطالعاتی که در سال ۱۹۵۶ برای کاهش تبخیر از سطح خاک در دانشگاه ایالتی کلرادو انجام شده است نشان می‌دهد که یک خاکپوش ماسه‌ای روی سطح خاک، امیدوار کننده‌ترین روش برای افزایش نفوذ بارش است این مطالعات به‌طور قطعی پتانسیل بسیار زیاد خاکپوش‌های شنی را برای افزایش رطوبت خاک و تغذیه مجدد سفره‌های آب زیرزمینی نشان داده‌اند. در یک آزمایش، استفاده از یک مالچ شن به ضخامت ۵ میلی‌متر، منجر به ذخیره ۱۴ اینچ آب اضافی در خاک زیر مالچ در طول یک سال، نسبت به خاک لخت است (Corey & Kemper, 1968).

یک لایه شنی مانند یک نارسانا خاک زیر خودش را از حرارت زیاد محافظت کرده و تبخیر رطوبت خاک را کاهش می‌دهد درنتیجه رطوبت خاک افزایش می‌یابد و اثرات باران سنگین که سبب فشردگی خاک سطحی و کاهش نفوذپذیری می‌شود را کاهش می‌دهد. این خاکپوش آب را به‌طور موقت در خود نگه داشته و بتدریج آب به پایین نفوذ کرده و سبب کاهش رواناب و فرسایش می‌شود. تخلخل بالای شن و ماسه سبب می‌شود که باران به راحتی در آن نفوذ کند. همچنین رطوبت کمی در داخل ماسه باقی می‌ماند که باعث می‌شود به‌عنوان یک نارسانای خوب از خاک زیرین در برابر حرارت‌های خیلی زیاد محافظت کند. این لایه ضربه‌های شدید باران را می‌گیرد و مانع فشردگی خاک می‌شود. ماسه‌های روشن نور خورشید را منعکس کرده و این قابلیت در خنک شدن خاک اهمیت دارد و برعکس ماسه تیره نور خورشید را جذب و سبب گرم شدن خاک زیری می‌شود و این قابلیت برای زمانی که ریشه گیاهچه در حال توسعه است اهمیت دارد. در این خاکپوش، مواد آلی به‌راحتی تجزیه نشده و به‌راحتی نیز توسط باد جابجا نمی‌شوند (قوشچی و صفاهانی لنگرودی، ۱۳۹۳).

تحقیقات صورت گرفته در ایستگاه تحقیقات زیست‌محیطی و کشاورزی مناطق سرد و خشک آکادمی علوم چین در خصوص تأثیر خاکپوش شنی در نواحی نیمه‌خشک شمال غربی چین نشان می‌دهد که خاکپوش شنی به میزان قابل‌توجهی باعث حفظ رطوبت خاک تا عمق یک متری نسبت به خاک لخت می‌گردد، دمای خاک را افزایش و تبخیر از سطح خاک را تا پنج برابر کاهش می‌دهد و میکروارگانیسم‌های خاک را در عمق ۱۰ سانتیمتری تا ۲۳ برابر و در عمق‌های ۲۰ تا ۳۰ سانتیمتر تا ۲۵ درصد افزایش می‌دهد. در صورتی که سطح خاک به‌طور کامل با خاکپوش شنی و لاشه‌سنگ پوشیده شده باشد با توجه به سرعت باد، فرسایش بادی تا ۱۰ برابر کاهش می‌یابد (Li, 2003). تحقیق دیگر مشابهی نیز در همان منطقه صورت گرفت که در آن تأثیر انواع خاکپوش شنی بر روی رواناب، فرسایش خاک و مواد مغذی خاک سطحی مورد مطالعه قرار گرفت. خاک مورد استفاده در این تحقیق خاک سطحی زراعی بوده که در یک مخزن خاک با طول ۳ متر و عرض ۲ متر به ضخامت ۳۰ سانتیمتر با وزن مخصوص ظاهری طبیعی (۱/۳ گرم بر سانتیمتر مکعب) متراکم گردیده است. شیب طولی سطح خاک ۱۵ درصد در جهت جریان رواناب بود. این پروژه تحقیقاتی در سه تیمار و سه تکرار صورت گرفت و تفاوت تیمارها در اندازه دانه‌های شن پخش شده بر روی خاک بود. شن ریز با اندازه دانه‌های ۵-۲ میلی‌متر، شن متوسط با اندازه دانه‌های ۲۰-۵ میلی‌متر و شن درشت با اندازه دانه‌های ۴۰-۲۰ میلی‌متر، برای تیمار اول شن ریز، برای تیمار دوم شن متوسط و برای تیمار سوم شن درشت به ضخامت ۱۰ سانتیمتر بر روی خاک پخش گردید و یک نمونه خاک لخت نیز به‌منظور کنترل یا شاهد در نظر گرفته شد. بارش بر روی خاک با استفاده از یک دستگاه شبیه‌ساز باران صورت می‌گرفت که بارش اعمال‌شده برای هرکدام از تیمارها و شاهد به مدت ۱۵۰ دقیقه با شدت ۳۰ میلی‌متر در ساعت بود. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که رواناب سطحی تولیدشده تا حد زیادی به خصوصیات خاکپوش شنی وابسته است به‌طوری‌که زمان ظهور رواناب تیمارهای دارای خاکپوش شنی در مقایسه با خاک لخت ۱۳ تا ۱۵ دقیقه دیرتر اتفاق می‌افتد. بیشترین حجم رواناب در خاک لخت و کمترین آن در تیمار با خاکپوش شنی ریزدانه مشاهده گردید. حجم رواناب تولید شده از تیمارها نسبت مستقیم با اندازه دانه‌های شن داشت یعنی با بزرگ‌تر شدن اندازه دانه‌های شن حجم رواناب نیز افزایش می‌یافت. بیشترین مقدار فرسایش یا تلفات خاک در خاک لخت به میزان ۱۲/۵ کیلوگرم بر مترمربع و کمترین آن در تیمار با خاکپوش شنی ریزدانه با مقدار ۰/۴۳ کیلوگرم بر مترمربع مشاهده گردید. در تیمار با خاکپوش شنی متوسط و درشت‌دانه مقدار رسوب حاصل از فرسایش به‌ترتیب ۰/۸۸ و ۴/۲۳ کیلوگرم بر مترمربع بود. مقدار مواد مغذی از دست رفته خاک (شامل کربن، کربن آلی، ازت و

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

فسفر) در خاک لخت بیشتر از تیمارهای دارای خاکپوش شنی بود. از طرفی دیگر با بزرگ‌تر شدن اندازه دانه‌های خاکپوش شنی مقدار تلفات مواد مغذی خاک نیز افزایش می‌یافت (Yang et al., 2021).

در تحقیقی که تأثیر خاکپوش شنی در شیب‌های مختلف را بر روی کنترل میزان رواناب و فرسایش برای خاک‌های قرمز سطحی مناطق جنوبی کشور چین در مقیاس آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار داد خاکپوش شنی در اندازه ذرات ۲۵ الی ۱۰ میلی‌متر با تراکم پنج درصد بر روی خاک پخش گردید و بارندگی‌های با شدت ۶۰ و ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۶۰ دقیقه از ارتفاع ۶ متر بر روی خاک‌ها اعمال گردید. آزمایش در داخل فلوم فلزی به طول ۱/۵ متر، عرض ۰/۵ متر و عمق ۰/۳۵ متر صورت گرفت عمق خاک داخل فلوم ۱۰ سانتیمتر بود که بر روی یک فیلتر ماسه‌ای با وزن مخصوص ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب متراکم شده بود. نتایج نشان داد که میزان رواناب در خاک دارای خاکپوش شنی با شدت بارش ۶۰ میلی‌متر بر ساعت با توجه به شیب‌های ۱۰ الی ۲۵ درجه از ۶۸-۴۸ درصد به ۲۸-۱۰ درصد نسبت به خاک لخت کاهش داشت. برای بارش با شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت میزان رواناب از ۹۰-۷۷ درصد به ۸۰-۶۰ درصد نسبت به خاک لخت کاهش می‌یافت. در خصوص میزان فرسایش، خاک دارای خاک‌پوش شنی با توجه به شیب سطح خاک و شدت بارش ۶۰ میلی‌متر بر ساعت میزان رسوب خاک دارای خاکپوش شنی از ۷۰۰-۴۰۰ گرم بر دقیقه به ۱۹۰-۱۰۰ گرم بر دقیقه نسبت به خاک لخت کاهش داشت و برای بارش با شدت ۱۲۰ میلی‌متر این رقم از ۲۸۰۰-۱۵۰ گرم در دقیقه به ۱۰۰۰-۲۰۰ گرم در دقیقه نسبت به خاک لخت کاهش می‌یافت (Wang et al., 2021).

جمع‌بندی تحقیقات صورت گرفته نشان می‌دهد که تأثیر خاکپوش شنی یا سنگ‌ریزه‌ای بر روی فرسایش آبی مؤثر بوده و می‌تواند میزان رواناب و فرسایش آبی را بخصوص در اراضی شیب‌دار کاهش دهد. اکثر تحقیقات انجام شده بر روی این موضوع مربوط به کشور چین می‌باشد که توانسته‌اند نتایج تحقیقات خود را در سطوح بزرگ به مرحله اجرا دربیاورند و علاوه بر حفاظت آب و خاک موفق به افزایش تولید محصول در اراضی شیب‌دار شوند. بررسی‌های به‌عمل آمده توسط نویسنده نشان می‌دهد که در کشور ایران هیچ‌گونه تحقیقی در خصوص تأثیر خاکپوش سنگریزه‌ای بر روی میزان فرسایش آبی و رواناب صورت نگرفته است و اکثر تحقیقات انجام شده مربوط به تأثیر این نوع خاکپوش بر روی فرسایش بادی می‌باشد بنابراین تحقیق در این خصوص لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

با توجه به اهمیت آب و خاک و ذخیره‌سازی رطوبت بیشتر در خاک و همچنین جلوگیری از تلفات خاک در اثر فرسایش آبی، هدف از این پژوهش تأثیر مالچ یا خاکپوش شنی بر روی میزان کاهش رواناب و کنترل فرسایش سطحی خاک بر اثر بارش می‌باشد بدین ترتیب شن بادامی شکسته با ضخامت مشخص بر روی اراضی شیب‌دار پخش گردیده و در مدت دو سال آبی میزان رواناب و فرسایش مورد پایش قرار گرفته و میزان کاهش رواناب و رسوب حاصل از فرسایش خاک را برآورد می‌کند تا بتوان نتایج حاصل از آن را در برنامه‌های مدیریت حفاظت آب و خاک مورد استفاده قرار داد.

مواد و روش‌ها

ویژگی‌های عمومی محل اجرای پروژه

محل اجرای پروژه در قسمت شمالی شهر تبریز در ارتفاعات پارک کوهستانی عون‌ابن‌علی با ارتفاع متوسط ۱۸۱۷ متر و مختصات جغرافیایی "۵ '۶ °۳۸ عرض شمالی و "۵ '۲۰ °۴۶ طول شرقی واقع شده است. این منطقه از نظر اقلیمی جزو مناطق نیمه‌خشک می‌باشد که متوسط بارش نرمال آن در نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی ۲۴۶ میلی‌متر است. بافت خاک محل پروژه متوسط و از نوع لومی و لوی رسی می‌باشد.

ایستگاه باران‌سنجی

به‌منظور مقایسه عمق رواناب با عمق بارندگی از دستگاه‌های باران‌سنج و باران‌نگار نصب‌شده در محل اجرای پروژه استفاده شد تا بتوان عمق بارش را در هر رخداد اندازه‌گیری نمود و با رواناب حاصل از سطوح آبگیر مورد مقایسه قرار داد. عمق بارندگی در هر واقعه از طریق باران‌سنج معمولی قابل اندازه‌گیری بوده و سایر مشخصات بارندگی ازجمله شدت، مدت و مقدار بارندگی از طریق

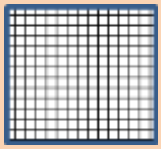
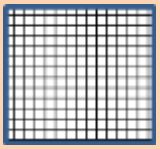
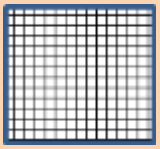
[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

باران‌نگار قابل استخراج بود. برای محاسبه عمق رواناب از آمار بارندگی بلندمدت ۳۰ ساله ایستگاه هواشناسی فرودگاه تبریز استفاده شد که در فاصله هشت کیلومتر از محل اجرای پروژه واقع شده است.

نحوه استقرار کرت‌های آزمایشی

جهت اجرای این پروژه دو تیمار در نظر گرفته شده است که تیمار اول سطح طبیعی با مالچ شنی و تیمار دوم به‌عنوان شاهد می‌باشد و برای هر کدام از تیمارها سه تکرار منظور گردید. کرت‌ها به شکل مربع با ابعاد ۲m×۲m در جهت جنوبی با شیب متوسط ۴۴-۳۲ درصد به‌صورت کاملاً تصادفی اجرا شد. شکل (۱) نقشه اجرای طرح را نشان می‌دهد که در آن حرف A نشان‌دهنده تیمار طبیعی با مالچ شنی و حرف B نشان دهنده تیمار طبیعی می‌باشد.

تکرار اول		تکرار دوم		تکرار سوم	
					
B	A	A	B	B	A
۱	۲	۳	۴	۵	۶

شکل (۱): نقشه اجرای طرح

اجرای سطوح آبگیر

بعد از اینکه محل کرت‌های آزمایشی بر روی زمین مشخص شدند با در نظر گرفتن شکل مربع و مساحت چهار مترمربع برای هر کدام با بلوک‌های سیمانی به ارتفاع ۲۰ سانتیمتر مرزبندی شدند دیواره‌های پایین‌دست حالت همگرا داشت تا رواناب حاصل از بارش به سمت نقطه مشخصی که همان خروجی است هدایت و در مخزن ذخیره شود برای هرکدام از کرت‌ها یک مخزن ذخیره ۲۲۰ لیتری نصب گردید. در این پژوهش دو نوع سطح آبگیر با سه تکرار در زمین شیب‌دار احداث گردید که شامل سطح طبیعی دست‌نخورده و سطح طبیعی با مالچ شنی بود. شن مورد استفاده از نوع بادامی شکسته بود که به ضخامت پنج سانتیمتر بر روی سطح طبیعی پخش گردید. هرکدام از کرت‌های سطوح آبگیر مجهز به سیستم ذخیره رواناب ناشی از بارندگی بر روی سطوح می‌باشد. شکل (۲)، نمونه واقعی اجرا شده از کرت‌های سطوح آبگیر طبیعی و شکل (۳) نحوه اجرا و تکمیل شده یک نمونه از سطح آبگیر طبیعی با مالچ شنی را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

شکل (۲): سطح آبگیر طبیعی

شکل (۳): نحوه اجرا و تکمیل شده سطح آبگیر طبیعی با مالچ شنی

اندازه‌گیری بارش، رواناب و رسوب

بعد از اینکه کرت‌های آزمایش آماده شد بلافاصله بعد از وقوع هر بارش، عمق بارش و در صورت وجود، عمق رواناب‌های متناظر ناشی از آن‌ها در هر کدام از مخازن سطوح آبگیر کرت‌ها اندازه‌گیری می‌شد. علاوه بر اندازه‌گیری عمق رواناب، نمونه‌برداری آب برای اندازه‌گیری غلظت رسوب نیز صورت می‌گرفت. مدت آماربرداری دو سال آبی طول کشید که در این مدت ۷۸ مورد بارش اتفاق افتاد. اندازه‌گیری عمق بارش از طریق باران‌سنج معمولی صورت می‌گرفت. از بین این بارش‌ها تنها ۱۰ مورد از بارش‌ها منجر به رواناب در سطوح آبگیر شد. شکل (۴) اندازه‌گیری عمق رواناب و نمونه‌برداری آب جهت تعین غلظت رسوب رواناب را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

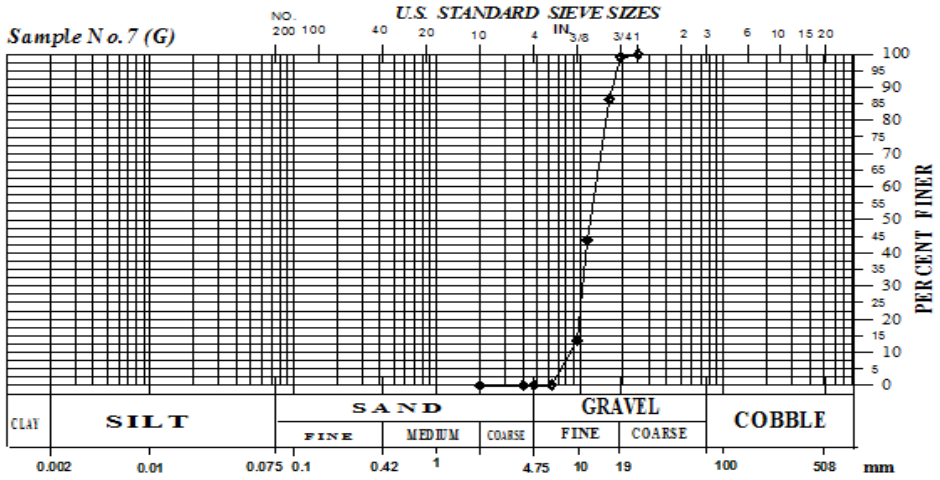
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

شکل (۴): اندازه‌گیری عمق رواناب و نمونه‌برداری از رواناب جهت تعین غلظت رسوب

نتایج و بحث

دانه‌بندی شن

شن مورد استفاده به‌عنوان محافظ یا مالچ در تیمارهای سطح طبیعی و پلاستیک با محافظ شنی از نوع بادامی شکسته بود که دانه‌بندی آن توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری صورت گرفت و منحنی دانه‌بندی آن مطابق شکل (۵) می‌باشد. با توجه به شکل مذکور ملاحظه می‌شود که بیشترین اندازه (۸۵ درصد) دانه‌های شن در محدوده ۱۰ تا ۲۰ میلی‌متر قرار دارد.



شکل (۵): منحنی دانه‌بندی شن مورد استفاده به‌عنوان پوشش محافظ در کرت‌های آزمایشی

بارش‌های منجر به رواناب و رسوب در کرت‌های آزمایشی

در طول اجرای پروژه که دو سال آبی طول کشید به تعداد ۷۸ مورد رخداد بارش درمجموع ۷۴۶/۹ میلی‌تر صورت گرفت که از بین این تعداد رخداد بارش به تعداد ۱۰ رخداد مجموعاً ۱۱۰/۷ میلی‌تر منجر به ایجاد رواناب در سطوح آبگیر شد. بارش‌هایی که منجر به ایجاد رواناب در سطوح آبگیر گردیده به همراه حجم رواناب تولید شده و مشخصات کرت‌های آزمایشی در جدول (۱) نشان داده شده است. با توجه به اینکه علاوه بر وجود باران‌سنج یک دستگاه باران‌نگار نیز در محل اجرای پروژه نصب شده بود نمودار داده‌های ثبت شده در حافظه باران‌نگار بعد از پردازش مطابق شکل (۵) ترسیم گردید این نمودار مقدار بارش تجمعی را از زمان شروع اولین بارندگی در هر زمان (ساعت) نشان می‌دهد با توجه به شکل مذکور مشاهده می‌شود در زمان‌هایی که بارندگی

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

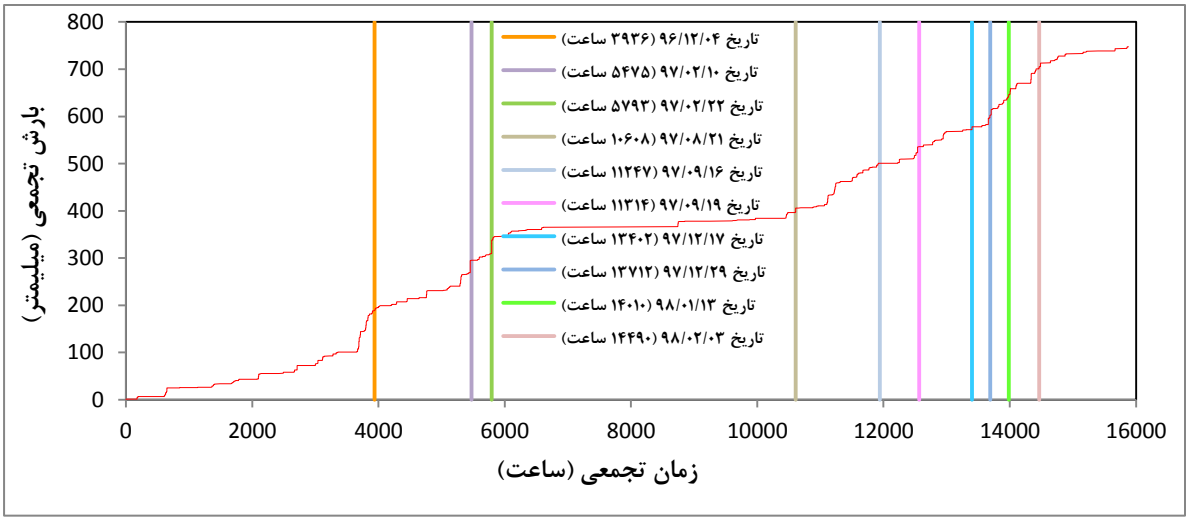
منجر به رواناب در تیمارهای سطح طبیعی و سطح طبیعی با مالچ شنی گردیده شدت بارش بالا (شیب منحنی تند) بوده و یا بارندگی‌های قبلی باعث بالا بردن رطوبت پیشین خاک شده است و یا اینکه در زمستان سطح خاک یخ زده و کاهش نفوذپذیری خاک منجر به ایجاد رواناب ناشی از ذوب برف گردیده است. در شکل مذکور اولین رواناب ایجاد شده در تاریخ ۹۶/۱۲/۰۴ بعد از ۳۹۳۶ ساعت از شروع اولین بارندگی صورت گرفته است همانطوریکه ملاحظه می‌شود قبل از ساعت یادشده چندین بارندگی با شدت‌های بالا و شیب منحنی تند اتفاق افتاده و رطوبت خاک را نزدیک حالت اشباع رسانده است درنتیجه منجر به ایجاد رواناب و به تبع آن فرسایش خاک شده است. خطوط عمودی موجود در شکل (۶) نشان‌دهنده زمان وقوع رواناب ناشی از بارندگی‌ها در تیمارهای سطح طبیعی و سطح طبیعی با مالچ شنی می‌باشد که به تاریخ وقوع و ساعت آن از شروع اولین بارندگی در شکل اشاره شده است. با توجه به شکل مذکور فاصله زمانی از شروع اولین بارش تا انتهای آخرین بارش در طول مدت آماربرداری ۱۵۸۸۱/۷ ساعت (زمان تجمعی) و عمق بارندگی در این فاصله زمانی ۷۴۶/۹ میلی‌متر می‌باشد.

جدول (۱): حجم رواناب تولید شده در کرت‌های سطح طبیعی و سطح طبیعی با مالچ شنی (لیتر)

ردیف	تاریخ وقوع	بارش (mm)	سطح طبیعی			سطح طبیعی با مالچ شنی		
			تکرار اول کرت ۱	تکرار دوم کرت ۴	تکرار سوم کرت ۵	تکرار اول کرت ۲	تکرار دوم کرت ۳	تکرار سوم کرت ۶
			درصد شیب کرت‌ها					
			۳۲/۱	۲۹/۸	۳۸/۱	۳۲/۷	۳۵/۷	۴۴
۱	۹۶/۱۲/۰۴	۱۱/۵	۰/۶۴	۰/۹۶	۱/۵۹	۰/۹۶	۰/۹۶	۰/۷۱
۲	۹۷/۰۲/۱۰	۲۹/۵	۵/۷۴	۴/۲۳	۴/۴۶	۳/۲۵	۳/۴۲	۳/۸۳
۳	۹۷/۰۲/۲۲	۳۳/۳	۷/۰۵	۶/۶۰	۷/۳۵	۵/۰۰	۵/۴۰	۶/۱۰
۴	۹۷/۰۸/۲۱	۱۱/۵	۱/۵۶	۱/۲۴	۱/۴۱	۰/۸۰	۰/۹۸	۱/۲۲
۵	۹۷/۰۹/۱۶	۲۷	۰/۳۲	۰/۹۶	۱/۵۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۶	۹۷/۰۹/۱۹	۹/۵	۰/۴۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۴
۷	۹۷/۱۲/۱۷	۱۰/۵	۰/۰۰	۳/۸۳	۲/۲۳	۴/۱۴	۱/۲۸	۲/۸۷
۸	۹۷/۱۲/۲۹	۳۸/۴	۰/۶۴	۱/۲۸	۰/۹۶	۱/۲۸	۲/۸۷	۰/۹۶
۹	۹۸/۰۱/۱۳	۲۱/۹	۰/۸۲	۰/۹۶	۱/۰۲	۰/۶۳	۰/۹۹	۱/۰۸
۱۰	۹۸/۰۲/۰۳	۱۴/۵	۰/۳۲	۱/۵۹	۱/۹۱	۰/۵۸	۰/۵۲	۰/۴۱
جمع (لیتر)			۲۱/۶۴	۱۷/۵۳	۲۲/۵۳	۱۶/۶۴	۱۶/۴۱	۱۷/۸۱
متوسط حجم رواناب (لیتر)				۲۰/۵۷			۱۶/۹۵	
عمق رواناب (لیتر بر مترمربع)			۵/۴۱	۴/۳۸	۵/۶۳	۴/۱۶	۴/۱۰	۴/۴۵
متوسط حجم رواناب (لیتر بر مترمربع)				۵/۱۴			۴/۲۴	

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]



شکل (۶): نمودار بارش تجمعی نسب به زمان در طول مدت آماربرداری و زمان‌های ایجاد فرسایش

جدول (۲) که حاصل‌ضرب داده‌های رسوب در واحد حجم و حجم رواناب در مترمربع می‌باشد وزن رسوب را در هر واقعه و در طول دوره آماربرداری برای هرکدام از تکرارها و تیمارها نشان می‌دهد.

جدول (۲): وزن رسوب در کرت‌های آزمایشی و تیمارها در طول دوره آماربرداری برحسب گرم در مترمربع

ردیف	تاریخ	بارش (mm)	سطح طبیعی			سطح طبیعی با مالچ شنی		
			تکرار اول کرت ۳	تکرار دوم کرت ۶	تکرار سوم کرت ۱۰	تکرار اول کرت ۲	تکرار دوم کرت ۵	تکرار سوم کرت ۹
			درصد شیب کرت‌ها					
			۳۲/۱	۲۹/۸	۳۸/۱	۳۲/۷	۳۵/۷	۴۴
۱	۹۶/۱۲/۰۴	۱۱/۵	۰/۸۰	۱/۱۵	۲/۸۱	۰/۵۹	۰/۳۳	۰/۵۵
۲	۹۷/۰۲/۱۰	۲۹/۵	۳۷/۹۶	۳۲/۷۱	۳۴/۸۴	۱/۳۰	۱/۴۱	۱/۹۶
۳	۹۷/۰۲/۲۲	۳۳/۳	۴۹/۴۲	۴۲/۴۴	۴۰/۵۰	۴/۸۰	۵/۳۵	۴/۹۴
۴	۹۷/۰۸/۲۱	۱۱/۵	۲/۷۵	۱۲/۸۴	۱۴/۹۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۳
۵	۹۷/۰۹/۱۶	۲۷	۰/۳۱	۰/۶۲	۰/۷۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۶	۹۷/۰۹/۱۹	۹/۵	۲/۲۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۳
۷	۹۷/۱۲/۱۷	۱۰/۵	۰/۰۰	۳/۵۲	۱/۴۸	۲/۰۷	۰/۶۵	۱/۵۱
۸	۹۷/۱۲/۲۹	۳۸/۴	۲/۷۰	۰/۸۶	۱/۵۱	۰/۳۱	۱/۰۱	۰/۱۱
۹	۹۸/۰۱/۱۳	۲۱/۹	۰/۵۹	۰/۶۳	۰/۸۵	۰/۲۰	۰/۵۱	۰/۴۸
۱۰	۹۸/۰۲/۰۳	۱۴/۵	۰/۲۷	۰/۳۴	۰/۴۳	۰/۰۴	۰/۰۷	۰/۰۱
	وزن رسوب در کرت‌ها (gr/m^2)		۹۷/۰۶	۹۵/۱۱	۹۸/۰۴	۹/۳۷	۹/۴۰	۹/۸۲
	متوسط وزن رسوب (gr/m^2)			۹۶/۷۴		۹/۵۳		

با توجه به جدول (۲) ملاحظه می‌شود که مقدار رسوب تولید شده از تیمار سطح طبیعی ۹۶/۷۴ گرم بر مترمربع و برای تیمار سطح طبیعی با مالچ شنی این مقدار برابر ۹/۵۳ گرم بر مترمربع در طول مدت آماربرداری (دو سال آبی) می‌باشد مفهوم آن این است که مالچ شنی در تیمار سطح طبیعی باعث کاهش ده برابری فرسایش نسبت به سطح زمین طبیعی بدون مالچ شنی می‌شود به عبارتی دیگر مالچ شنی فرسایش را از ۴۸۴ کیلوگرم در هکتار به ۴۸ کیلوگرم در هکتار در سال کاهش می‌دهد. علت پایین

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

بودن فرسایش در این سطوح، پایین بودن ضریب رواناب یا رواناب تولیدی می‌باشد که با یافته‌های تحقیقات یانگ و همکاران (۲۰۲۱) کاملاً سازگار است یعنی خاکپوش شنی علاوه بر کاهش حجم رواناب باعث کاهش تلفات خاک یا فرسایش خاک می‌شود. از طرفی دیگر مالچ شنی باعث کاهش تبخیر شده و مانع جریان رواناب در سطح خاک شده درنتیجه باعث افزایش فرصت نفوذ آب در خاک می‌شود و علاوه بر افزایش رطوبت خاک باعث ماندگاری بیشتر آن در خاک می‌شود.

عامل دیگری که می‌تواند در فرسایش خاک مؤثر باشد شیب زمین است هرچقدر شیب زمین بیشتر باشد سرعت آب بیشتر و انرژی آن برای جدا کردن ذرات خاک بیشتر می‌شود درنتیجه باعث افزایش مقدار فرسایش می‌شود که این موضوع در کرت‌های آزمایش قابل بررسی می‌باشد. برای مثال در بلوک سطح طبیعی با شیب ۲۹/۸ درصد، دارای رسوب ۹۵/۱۱ گرم بر مترمربع در مدت دو سال آبی بوده در صورتیکه برای شیب ۳۸/۱ درصد، مقدار رسوب به ۹۸/۰۴ گرم بر مترمربع افزایش می‌یابد برای بلوک سطح طبیعی با مالچ شنی در شیب ۳۲/۷ درصد، مقدار رسوب ۹/۳۷ گرم بر مترمربع بوده و با افزایش شیب به ۴۴ درصد مقدار رسوب به ۹/۸۲ گرم بر مترمربع افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که خاکپوش شنی یا سنگ‌ریزه‌ای به‌طور چشمگیری باعث کاهش رواناب و فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار می‌شود به‌طوری که میزان رواناب را از ۵/۱۴ لیتر بر مترمربع به ۴/۲۴ لیتر بر مترمربع و فرسایش را از ۹۸/۷۴ گرم بر مترمربع به ۹/۵۳ گرم بر مترمربع کاهش می‌دهد مفهوم آن این است که مالچ شنی باعث کاهش ۱۸ درصدی رواناب و ۹۰ درصدی (۱۰ برابری) فرسایش خاک در اراضی شیب‌دار می‌شود. از طرفی دیگر خاکپوش شنی باعث ایجاد یک لایه پوششی بر روی خاک شده و مانع رسیدن نور خورشید به سطح خاک و گرم شدن آن می‌شود مورد بعدی رنگ شن می‌باشد هرچه رنگ شن مورد استفاده روشن‌تر باشد به دلیل انعکاس بیشتر نور خورشید، به خنک شدن خاک کمک می‌کند. مجموع این عوامل به کاهش تبخیر از سطح خاک و افزایش ماندگاری رطوبت در خاک منجر می‌شود. این مسئله در مناطق گرم و خشک حائز اهمیت است. از طرف دیگر دانه‌های شن به لحاظ سنگین بودن و مقاومت در مقابل حرکت همانند سدی کوچک در برابر جریان رواناب و حرکت ذرات خاک می‌شود در نتیجه از جابه‌جایی ذرات خاک جلوگیری، و نفوذ بخش زیادی از رواناب را به داخل خاک را امکان‌پذیر می‌سازد. افزایش رطوبت خاک، کاهش رواناب سطحی و کنترل فرسایش آب و بادی که از اهداف اصلی در حفاظت آب و خاک و محیط‌زیست است در این پژوهش محقق گشته و امکان تولید با توجه به توسعه پایدار را فراهم می‌سازد.

منابع

۱. قوشچی، ا. و ع. ر. صفاهانی لنگرودی (۱۳۹۳). دیمکاری، انتشارات جهاد دانشگاهی. ۱۹۳ صفحه.

2. Bombino G., Denisi P., Gomez J.A. and Antonio Zema D. *(2020). Mulching as best management practice to reduce surface runoff and erosion in steep clayey olive groves*. International Soil and Water Conservation Research, *9(1): 26-36.*
3. Camp N. G. and Daugherty T. B. *(2002). Managing our natural resources. (3rd ed). New York: Delmar.*
4. *Corey A.T. and Kemper W.D. 1968.* Conservation of soil water by gravel mulches, hydrology papers Colorado State University Fort Collins, Colorado.
5. Douglas C.L., Kin K.A. and Zuzel J.F. *(1998): Nitrogen and phosohorus in surface runoff and sediment from a wheetpea rotation in Northeasterm Oregon.* Environmental Quality, *27: 1170–1177.*
6. Li F.R., Gao C.Y., Zhao H.L. and Li X.Y. *(2001). Soil conservation effectiveness and energy efficiency of alternative rotations and continuous wheat cropping in the Loess Plateau of northwest China.* Agriculture, Ecosystems and Environment.
7. Li X. Y. *(2003). Gravel–sand mulch for soil and water conservationin the semiarid loess region of northwest China,* Catena *52,105–127.*
8. Li X.Y. *(1997). An experimental study in wind tunnel on relative resistance of five typical soil types against wind erosion in semiarid zone of thenorthern China. MS thesis.* Institute of Desert Research, Chinese Academy of Sciences (In Chinese with English Summary).

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]
[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

9. Li X.Y. *(2000). Soil and water conservation in arid and semiarid areas: The Chinese Experience. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering*. Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Ganzhou 730000, P.R.China.
10. Li X.Y. Zhang R. Gong J. and Xie Z. *(2002). Soil and Water Accumulation by Gravel and Sand Mulches in Western Loess Plateau of Northwest China*. 12th ISCO Conference.
11. Ma Y.J. and Li X.Y. *(2011). Water accumulation in soil by gravel and sand mulches: influence of textural composition and thickness of mulch layers.* Journal of Arid Environment, 75: 432-437.
12. Nachtergaele J., Poesen J.W. and Van Wesemael B. *(1998). Gravel mulching in vineyards of southern Switzerland.* Soil and Tillage Research, *46: 51–59.*
13. Wang H., Lu D., Wang Q. and Shan C. *(2021). Effects of embedded gravel or gravel mulching in southern red soil on slope sediment yield and runoff,* Pol. J. Environ. Stud. *30(1): 401-408.*
14. Xie Z.K., Wang Y.J., Jiang W.L. and We X.H. *(2006a). Evaporation and evapo-transpiration in a watermelon field mulched with gravel of different sizes in northwest China.* Agricultural Water Management, *81: 173–184.*
15. Xie Z.K., Wang Y.J., Sukhdev S.M. and Cecil L.V. *(2010). Particle size effects on soil temperature, evaporation, water use efficiency and watermelon yield in fields mulched with gravel and sand in semi-arid Loess Plateau of northwest China.* Agricultural Water Management, *97: 917–923.*
16. Yang Q., Xinping W., Zhongkui X. and Yajun W. *(2021). Efects of gravel-sand mulch on the runoff, erosion, and nutrient losses in the Loess Plateau of north-western China under simulated rainfall.* Soil and Water Research, *16 (1): 22–28.*

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

The effect of sand mulch on runoff and erosion control of the catchment surface

Davood Niknezhad[1*]

1. Soil Conservation and Watershed Management Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of East Azarbaijan, Tabriz, Iran.

Received: 2021/01
Accepted: 2021/05

Abstract

Due to population growth, global warming, changing precipitation patterns, and decreasing precipitation, water and soil are two of the most important human issues. Water and soil resources management in arid and semi-arid regions is one of the methods that can solve water and soil issues. Covering the soil surface with permeable natural materials can reduce water and wind erosion and evaporation from the soil surface and increase soil moisture storage. In this study, the effect of sand cover on runoff and soil erosion was investigated. The results showed that the sand cover reduces runoff from 5.14 lit/m^2 to 4.24 lit/m^2 and reduces erosion, from 97.4 gr/m^2 to 9.37 gr/m^2 during the census period (2 years). The results indicated that the sand cover reduces soil erosion and degradation due to environmental and physical factors such as temperature, wind, and raindrops. In addition, sand cover reduces evaporation and runoff, increases moisture, and more durability in the soil, which is very important in water and soil management.

Keywords: precipitation, mulch, Runoff, sand, catchment area, erosion.

[Downloaded from jircsa.ir on 2026-05-27]

[DOR: 20.1001.1.24235970.1400.9.1.3.5]

[*] niknezhad2005@yahoo.com