Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و هفتم، شماره دوم، ۱۳۹۹
۱۹۵-۲۰۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17261.3272

تأثیرپذیری تولید رواناب و هدررفت خاک از افزودنی نرمه ضایعاتی در کرت‌های آزمایشگاهی کوچک

سمیه زارع[۱]، *سیدحمیدرضا صادقی[۲] و امیر خسروانی[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس،
[۲]استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و عضو اصلی هسته پژوهشی آگروهیدرولوژی دانشگاه تربیت مدرس،
[۳]استادیار گروه صنایع چوب و کاغذ، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۷/۲٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۲/۰۷

چکیده

سابقه و هدف: فرسایش خاک یک چالش بزرگ جهانی بوده که مهار آن با استفاده از روش‌های مناسب و متناسب ضروری است. در این راستا طی سال‌های اخیر پژوهش‌های مختلفی با استفاده از افزودنی‌ها و اصلاح‌کننده‌های شیمیایی به‌منظور کاهش اثرات مخرب رواناب و هدررفت خاک صورت پذیرفته است. محدودیت‌های محیط زیستی، اثربخشی کم و زمان‌بر بودن، دسترسی کم و حجم زیاد مورد نیاز، کاربرد افزودنی‌ها در شکل معمول را با چالش مواجه کرده است. بنابراین به‌سبب عملکرد مناسب افزودنی‌ها در کاهش هدررفت خاک و آب، اصلاح و ارتقاء کیفیت عملکرد افزودنی‌ها اجتناب‌ناپذیر است. در حال حاضر ضایعات و پسماندهای مختلفی در صنایع مهم و از جمله چوب و کاغذ تولید می‌شود. در این خصوص می‌توان به نرمه‌ها و ذرات ریز موجود در پساب کارخانه‌های کاغذ اشاره نمود. نرمه ضایعاتی، قطعات ریزی از الیاف بوده که به‌صورت اجتناب‌ناپذیر در فرآیندهای تولید کاغذ و بازیافت آن خرد می‌شود. بنابراین با توجه به مشکلات ناشی از مقدار بیش از حد نرمه‌ها در فرآیند تولید کاغذ و مقوا و در عین‌حال قابلیت مناسب حفظ و نگه‌داری آب توسط آن‌ها به‌نظر می‌رسد که می‌توان از آن به‌عنوان یک ماده افزودنی طبیعی برای کاهش هدررفت خاک و آب استفاده نمود.

مواد و روش‌ها: پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرپذیری تولید رواناب و هدررفت خاک از افزودنی نرمه ضایعاتی در کرت‌های آزمایشگاهی کوچک انجام شد. برای این منظور ابتدا از خاک مورد مطالعه حواشی جاده مرزن‌آباد- کندلوس واقع در غرب استان مازندران نمونه‌برداری صورت گرفت. خاک مورد نظر پس از هوا خشک کردن از الک دو و هشت میلی‌متری عبور داده و برای لایه بالایی کرت‌هایی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر قرار داده و تمامی کرت‌های مورد نظر از پایین تا عمق ۱۸ سانتی‌متر از پوکه معدنی به‌عنوان لایه زه‌کش پر شد. افزودنی نرمه ضایعاتی به شکل مایع و پاشش یکنواخت در سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع و با سه تکرار به‌همراه تیمار افزودنی آب خالص و تیمار شاهد (خشک) روی ۲٤ کرت و در مقیاس آزمایشگاهی و تحت شبیه‌سازی باران با شدت حدود ۷۰ میلی‌متر بر ساعت و دوام ۳۰ دقیقه انجام پذیرفت.

* مسئول مکاتبه: sadeghi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان داد که افزودنی نرمه با سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع، میزان رواناب تولیدی را به‌ترتیب ۳۵-، ۵- و ۱۵+ درصد و با اختلاف غیرمعنی‌دار ($P>0/05$) تغییر داده و میزان هدررفت خاک را ٤٧، ٨٤ و ۷۱ درصد و با اختلاف معنی‌دار ($P<0/05$) نسبت به تیمار شاهد (خشک) کاهش داده است. در واقع نتایج حاصل از این پژوهش حد بهینه استفاده از افزودنی نرمه در کاهش رواناب و هدررفت خاک را به‌ترتیب ۱/۵ و یک لیتر بر مترمربع تأیید نمود.

نتیجه‌گیری: نتایج پژوهش حاضر ضرورت استفاده از افزودنی‌های زیست‌سازگار را به‌لحاظ بهره‌گیری از پساب کارخانه‌های کاغذ و جلوگیری از ورود آن به منابع آب و خاک و هم‌چنین کاهش میزان رواناب و هدررفت خاک در مناطق حساس کشور برای زمینه‌سازی توسعه پایدار را بیان می‌دارد.

واژه‌های کلیدی: افزودنی‌های خاک، پسماند کارخانه‌های کاغذ، مدیریت پسماند، مدیریت رواناب، هدررفت خاک

مقدمه

فرسایش خاک به‌عنوان یکی از معضلات مهم محیط زیستی بوده که باعث کاهش تنوع زیستی، فقر جوامع انسانی و کاهش حاصل‌خیزی خاک در دهه‌های اخیر شده است (۹). از این‌رو مدیریت کاهش هدررفت خاک[1] به شیوه‌های مختلف از اصول اولیه مدیریت آب و خاک در مقیاس حوزه آبخیز تلقی می‌شود (۱۲). در این راستا به‌منظور کاهش اثرات منفی برون‌منطقه‌ای هدررفت خاک، راه‌کارهای مدیریتی زیادی ارائه و اجرا شده است. اما به‌سبب سهم بالای سطوح دامنه‌ها در هدررفت خاک (۳۰)، انجام اقدامات حفاظتی در دامنه‌ها و در اولین گام اثرگذاری عوامل فرساینده نقش به‌سزایی در کاهش هدررفت خاک و آب خواهد داشت (۲۰). از جمله اقدامات حفاظتی که برای مبارزه با هدررفت خاک صورت می‌گیرد، استفاده از انواع اصلاح‌گرها، تثبیت‌کننده‌ها و افزودنی‌های خاک[2] است (٢٤).

به‌طور کلی افزودنی‌های خاک به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم شده (۲۳) و شامل گچ، آهک، خاک اره و خاکستر چوب، پسماندهای شهری (٤٠) مالچ‌های با منشأ طبیعی و مصنوعی (۳۳ و ۳۵) و پسماندهای معادن، مراکز صنعتی و کشاورزی، خاک‌پوش کاه و کلش، کود حیوانی، زغال زیستی و پلی‌آکریل‌آمید (۳۱ و ۳٦) می‌باشند. پژوهش‌های آزمایشگاهی مختلفی مانند کاربرد کاه و کلش (۱، ۱۹، ۲۲ و ٤١)، خاک‌پوش و ورمی‌کمپوست (۱۰، ١٤، ۱۵ و ۲۷)، زئولیت (۵)، زغال زیستی (۷ و ۱۱)، مواد آلی (۳۱ و ٤٢) به‌منظور بهبود شرایط حفاظتی، حفظ مواد مغذی، تثبیت کربن و مهار رواناب و هدررفت خاک مورد استفاده قرار گرفته است. بر همین اساس و طی پژوهش‌های مختلف، تأثیر مثبت و در عین‌حال بسیار متفاوت عملکرد افزودنی‌ها در بهبود مؤلفه‌های تأثیرگذار در کاهش فرآیندهای منتج به تولید رواناب و هدررفت خاک به اثبات رسیده است. با این حال به‌دلیل اثرات منفی محیط زیستی افزودنی‌های با منشأ مصنوعی، زمان‌بر بودن اثربخشی افزودنی‌های با منشأ طبیعی، میزان تأثیر آن‌ها برای دست‌یابی به محیط زیست پایدار با کاهش هدررفت آب و خاک امری ضروری است (٣٤).

پژوهش‌های موجود نشان‌گر اثرات مخرب پسماندهای شهری و صنایع است که یکی از

1- Soil Loss
2- Soil Amendments / Stabilizers/ Conditioners

www.SID.ir

Archive of SID

مشکلات اساسی در محیط زیست بوده و از طرفی اقداماتی که برای کاهش، حذف و تبدیل اثر آن‌ها وجود دارد کم‌بازده، زمان‌بر و هزینه‌بر می‌باشد (۲۸). در این میان نرمه[1] ضایعاتی، قطعات ریزی از الیاف بوده که به‌صورت اجتناب‌ناپذیر در فرآیندهای تولید کاغذ و بازیافت آن خرد شده و مقدار آن‌ها در اثر بازیافت‌های متناوب می‌تواند تا بیش از ٤٠ درصد کل خمیر کاغذ را نیز تشکیل دهد. تحلیل میکروسکوپی و ترکیب شیمیایی نرمه (به‌عنوان نمونه، کربوهیدرات‌ها ٨٤ درصد، لیگنین شش درصد، مواد استخراجی یک درصد) با محتوای معدنی و آلی به‌ترتیب حدود نه و ۹۱ درصد نشان‌گر توانایی بسیار زیاد آن در افزایش چسبندگی با مواد معدنی و استحکام و نیز سطح ویژه بسیار بالا می‌باشد. در عین‌حال نظر به اثر نامطلوب تجمع زیاد نرمه‌ها و قطعات ریز الیاف در فرآیند تولید کاغذ به‌سبب کاهش ویژگی‌های مقاومتی و طبعاً مشکل رهاسازی آن‌ها در سامانه پساب کارخانه، باعث افزایش میزان مواد جامد معلق و آلودگی محیط زیست می‌شود. بنابراین با توجه به مشکلات ناشی از مقدار بیش از حد نرمه‌ها در فرآیند تولید کاغذ و مقوا و در عین‌حال قابلیت مناسب حفظ و نگه‌داری آب توسط آن‌ها (به‌سبب سطح ویژه سه تا پنج برابری نسبت به الیاف) (۲۵ و ۲٦) به‌نظر می‌رسد که از آن می‌توان به‌عنوان یک ماده افزودنی طبیعی ضایعاتی به خاک برای کاهش هدررفت خاک و آب استفاده نمود.

استفاده از پسماندهای کارخانه کاغذ برای اهداف مختلف مانند افزایش ماده آلی و میزان کربن (٤٢)، افزایش مواد غذایی خاک مانند نیتروژن و فسفر (۸ و ١٦) تأیید شده است. در همین راستا پژوهش ژو و همکاران (۲۰۱۹) روی ویژگی‌های خاک و میزان تولید گونه چچم[2] صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که میزان تولید گونه چچم افزایش چشم‌گیری داشته است (٤٣). هم‌چنین استفاده از پسماندهای مزبور به‌منظور کاهش میزان رواناب و هدررفت خاک (١٦ و ٢٦) انجام گرفته است. حال آن‌که پژوهش‌های مستند مرتبط با کاربست پسماندها و ضایعات اجتناب‌ناپذیر صنایع چوب و کاغذ در رابطه با مهار یا مدیریت رواناب و هدررفت خاک بسیار محدود گزارش شده است. حال با توجه به حساسیت بالای خاک اکثر مناطق ایران به تولید رواناب و هدررفت از یک طرف و هم‌چنین وجود معضل جدی مدیریت پسماندهای کارخانه‌های کاغذسازی از طرف دیگر، امکان‌سنجی استفاده از نرمه‌های الیاف به‌عنوان افزودنی برای مهار و کاهش هدررفت خاک ضروری است. بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرپذیری تولید رواناب و هدررفت خاک از افزودنی نرمه ضایعاتی در کرت‌های آزمایشگاهی کوچک به‌عنوان اصلاح‌کننده‌های طبیعی خاک در مقیاس آزمایشگاهی و در شبیه‌سازی باران و فرسایش انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

خاک مورداستفاده: خاک موردمطالعه از حواشی جاده مرزن‌آباد- کندلوس با طول جغرافیایی ´٢٦ °٥١ و عرض جغرافیایی ´٢٧ °٣٦ واقع در غرب استان مازندران، جنوب شهرستان نوشهر و از توابع بخش کجور تهیه شد. از نظر زمین‌شناسی تقریباً تمام سطح منطقه نمونه‌برداری از آهک‌های مارنی و یک لایه نازک از آهک تشکیل شده است. هم‌چنین براساس روش طبقه‌بندی امریکا، خاک منطقه برداشت از رده انسپتی‌سول است. این منطقه به‌دلیل قابلیت دسترسی، وجود تشکیلات حساس به فرسایش، پژوهش‌های مرتبط پیشین (۱۳، ۳۲ و ۳۸) و ضرورت پیشنهاد برنامه‌های مناسب حفاظت آب و خاک انتخاب شد. منطقه نمونه‌برداری خاک در ارتفاع متوسط ١٣٩٦ متر از سطح دریا و با شیب عمومی حدود ۲۵ درصد قرار دارد.

1- Fines
2- *Sorghum bicolor* L.

www.SID.ir

Archive of SID

کرت‌های آزمایشی: در پژوهش حاضر از کرت‌هایی با ابعاد ۵۰×۵۰ سانتی‌متر و با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و سطح کلی ۰/۲۵ مترمربع (۲۹ و ۳۸) و قابل‌استقرار روی چهارپایه‌های فلزی با شیب ۲۵ درصد و متناسب با منطقه مادری خاک در آزمایشگاه شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس استفاده شد. قبل از انتقال خاک به کرت‌ها، برای شبیه‌سازی بهتر شرایط طبیعی خاک، هرکدام از کرت‌ها تا عمق ۱۸ سانتی‌متر از پوکه معدنی به‌عنوان لایه زه‌کش پر شده است. هم‌چنین لایه بالایی کرت‌ها، از خاک عبور داده شده از الک دو و هشت میلی‌متری به سبب جلوگیری از شکستن خاکدانه‌ها، جداسازی سنگ و سنگ‌ریزه و کلوخه و مطابقت با شرایط خاک‌شناسی منطقه موردمطالعه استفاده شد. به‌منظور دستیابی به جرم مخصوص مشابه با حالت طبیعی (حدود ۱/۲۰ گرم بر سانتی‌مترمکعب) خاک به‌صورت لایه‌بندی در داخل کرت‌ها قرار داده شد. سپس کوبیدگی لازم توسط غلتک دستی کوچک و تا رسیدن به جرم مخصوص ظاهری نمونه دست‌نخورده صورت گرفت. پس از این مرحله به‌منظور تأمین شرایط متوسط رطوبت پیشین خاک در منطقه مادری و نیز جاافتادگی مناسب خاک در کرت‌های مطالعاتی، حدود ۲٤ ساعت در شرایط اشباع از کف قرارگرفته و پس از خارج‌سازی آن از منبع آب، به‌مدت ۲٤ ساعت دیگر رها شده تا به حالت شرایط رطوبتی مزرعه برسد (٤، ۲۱ و ۳۷). مراحل آماده‌سازی کرت‌ها در شکل ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱- مراحل الک کردن خاک (بالا و راست)، انتقال خاک به داخل کرت‌ها و غلطک زدن و تسطیح خاک (بالا و چپ)، شرایط اشباع از کف (پایین و راست) و خارج کردن کرت‌ها از شرایط اشباع (پایین و چپ).

Figure 1. Soil sieving (up and right), pouring the soil in plots and rolling and leveling the soil (up and left), saturating from the bottom (down and right) and putting the plots out of the saturation situation (down and left).

www.SID.ir

Archive of SID

اجرای تیمارها: در پژوهش حاضر تیمارهای مختلف شامل شاهد (خشک)، نرمه ضایعاتی و آب در سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع و متناسب با مقدارهای استفاده شده در سایر افزودنی‌ها (۳۳ و ۳۵) و هر کدام با سه تکرار آماده شد. افزودنی‌های مذکور از کارخانه افرنگ نور واقع در شهرک صنعتی چمستان تهیه و به آزمایشگاه شبیه‌سازی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تربیت مدرس انتقال داده شد. سپس به شکل مایع و پاشش یکنواخت و مشابه با شرایط واقعی روی کرت‌های آزمایش و براساس تیمارهای موردنظر پاشیده شد (۳۱ و ۳۲). درنهایت به‌منظور پراکنش و توزیع یکنواخت ماده در خاک و هم‌چنین ایجاد چسبندگی مواد افزوده شده به خاک و قابل اجرا بودن در عرصه، بعد از گذشت ده روز از زمان پاشیده شدن مواد، شبیه‌سازی روی کرت‌ها اجرا و نمونه‌برداری انجام شد. شبیه‌سازی باران با شدت حدود ۷۰ میلی‌متر بر ساعت و دوام ۳۰ دقیقه متناسب با شرایط عمومی حاکم بر بارندگی منطقه با دوره بازگشت ۳۰ سال و تحلیل منحنی‌های شدت، مدت، فراوانی (۳۰) انجام شد. از طرفی برای حذف اثر آب بر عملکرد تیمارهای مطالعاتی و هم‌چنین به‌دلیل وجود آب در محلول مواد افزودنی مورداستفاده، مقایسه لازم بین تیمار نرمه ضایعاتی با حجم مشابه آب و در مقایسه با تیمار شاهد (خشک) مورداستفاده قرار گرفت.

اندازه‌گیری رواناب و هدررفت خاک: در پژوهش حاضر با شروع واقعه بارش، زمان شروع جریان پیوسته رواناب در محل سرریز کرت آزمایشی، به‌عنوان زمان شروع رواناب ثبت شد. پس از آن در سه‌گام زمانی دو دقیقه، سه‌گام زمانی سه دقیقه و تا پایان واقعه بارش با گام‌های زمانی پنج دقیقه و نهایتاً پنج دقیقه پس از پایان واقعه نمونه‌برداری از رواناب و هدررفت خاک انجام گرفت. حجم رواناب تولیدی در گام‌های زمانی مختلف، توسط استوانه مدرج و مقدار هدررفت خاک آن پس از ترسیب به‌مدت ۲٤ ساعت و قرار گرفتن در محیط آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت و توزین توسط ترازوی دیجیتال، اندازه‌گیری و در بانک اطلاعات تیمارهای آزمایش ثبت شدند (۱۷). شکل ۲ مراحل مربوط به اندازه‌گیری رواناب و هدررفت خاک را نشان می‌دهد.

شکل ۲- مراحل شبیه‌سازی باران (راست) و ظرف‌های جمع‌آوری رواناب و هدررفت خاک از خروجی کرت (چپ).

Figure 2. Rainfall simulation (right) and containers to collect runoff and soil loss from the outlet of the plots (left).

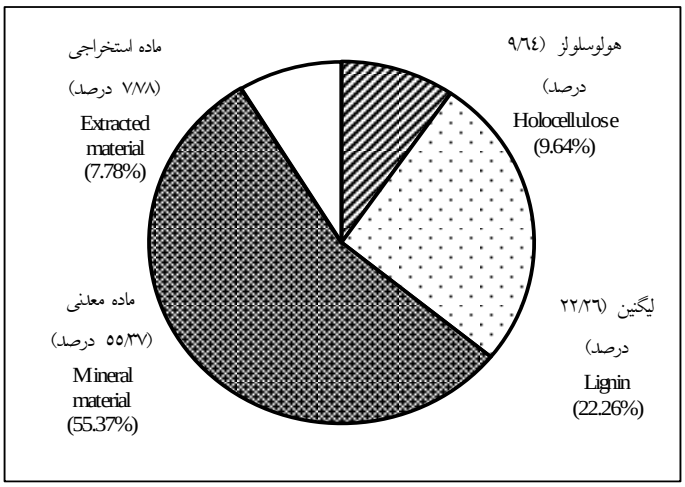
www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه‌وتحلیل آماری: به‌منظور انجام مقایسه‌های آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها و تساوی واریانس‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو- ویلک و لوون ارزیابی شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن به سبب امکان سهولت مقایسه چشمی نتایج آماری با دقت متوسط استفاده شد. از تجزیه واریانس یک‌طرفه نیز برای بررسی اثر یک‌جانبه و انتخاب بهترین تیمار یا تیمارها (٦) استفاده شد. تمامی آزمون‌های آماری فوق برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها در نرم‌افزار SPSS23 صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نرمه: ازآنجایی‌که عموماً مواد لیگنوسلولزی متشکل از هولوسلولز (سلولز و همی‌سلولزها)، لیگنین، مواد استخراجی به همراه مقداری ماده معدنی می‌باشند، نتایج بررسی ترکیب شیمیایی اصلاح‌کننده (نرمه) مصرفی، ارزیابی شد. به‌نحوی‌که به‌ترتیب مقدار ماده استخراجی ۷/۷۸ درصد، هولوسلولز ۹/٦٤ درصد، خاکستر ۵۵/۳۷ درصد و هم‌چنین برای تعیین میزان لیگنین، میزان هولوسلولز، مواد استخراجی و خاکستر از نمونه خشک اولیه کسر و نهایتاً مقدار آن ۲٦/۲۲ درصد به‌دست آمد. نهایتاً توزیع نسبی هر یک از مواد معدنی و آلی به‌دست آمده در نمونه نرمه به‌صورت ارائه شده در شکل ۳ محاسبه شد.



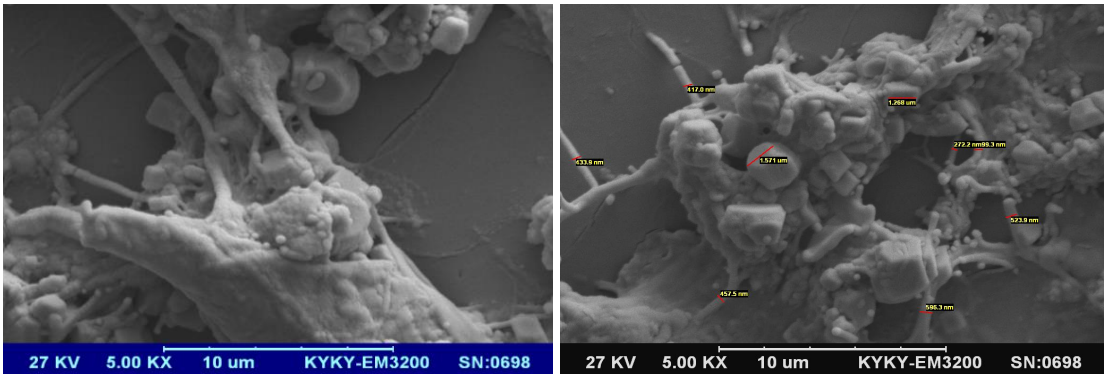
شکل ۳- توزیع نسبی مواد معدنی و آلی تشکیل‌دهنده نرمه ضایعاتی مورد استفاده در آزمایش.

Figure 3. Relative distribution of mineral and organic ingredients of fines used in the experiments.

ویژگی‌های ریخت‌شناسی نرمه: پس از بررسی ترکیب شیمیایی؛ شکل، ساختار و ابعاد نرمه‌ها توسط تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی موردبررسی قرار گرفت. شکل ٤، SEM و پراکنش ابعاد نرمه‌های مورداستفاده در این پژوهش با بزرگنمایی‌های مختلف را نشان می‌دهد. این شکل ریزذرات رشته مانند و به‌هم‌پیوسته در ابعاد میکرومتری را نشان می‌دهد که این ریزذرات رشته مانند و به‌هم‌پیوسته در ابعاد میکرومتری، نشان‌دهنده ساختار یک نوع نرمه است. لازم به ذکر است که در این تصویرها، ذرات نسبتاً مکعبی‌شکل کوچک‌تر نیز قابل‌مشاهده هستند که احتمالاً حاصل حضور مقادیری مواد معدنی (پرکننده‌های معدنی) در میان نرمه‌ها است. بر همین اساس و به‌صورت مشابهی، این تصویرها احتمال اتصال ذرات خاک توسط نرمه‌ها را نیز تأیید می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- تصویرهای حاصل از مطالعه میکروسکوپی نرمه بازیافتی با بزرگ‌نمایی ۵۰۰۰ برابر.

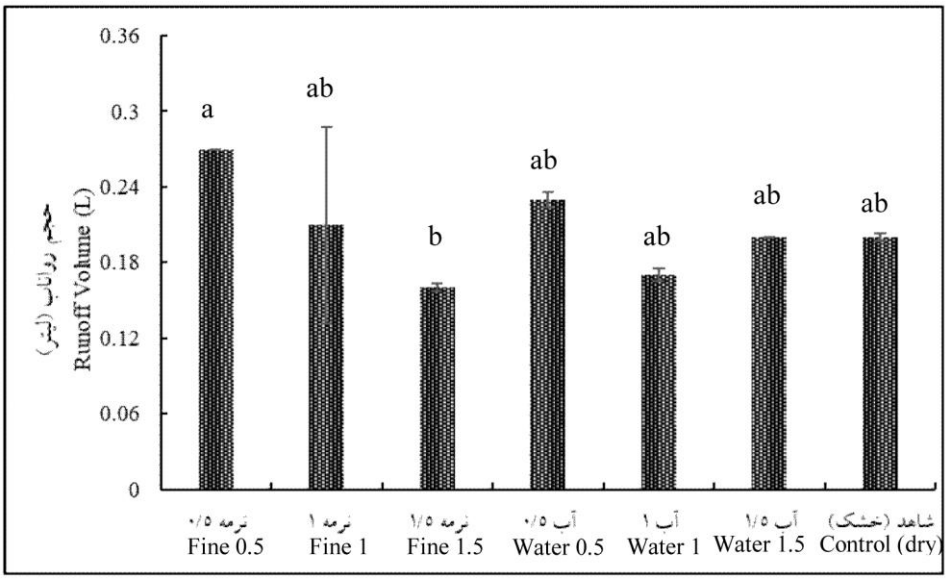
Figure 4. Images obtained from a microscopic study of residual fine with a magnification of 5000x.

حجم رواناب حاصل در تیمارهای آزمایشی: پس از نمونه‌برداری رواناب در گام‌های زمانی تعیین‌شده طی واقعه بارش، حجم کل رواناب و متعاقباً ضریب رواناب با توجه به بارش کل ورودی در زمان آزمایش در هر یک از تیمارها به‌دست آمد. نتایج تجزیه‌وتحلیل واریانس نشان داد که افزودنی نرمه در سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع، مقدار رواناب را به‌ترتیب ۰/۷٤، ۰/۹۵ و ۱/۱۷ برابر نسبت به تیمار شاهد (خشک) کاهش داده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد که سطح ۰/۵ و یک لیتر بر مترمربع از افزودنی نرمه نتوانسته میزان حجم رواناب تولیدی را نسبت به تیمار شاهد (خشک) کاهش دهد. اما سطح ۱/۵ لیتر بر مترمربع از افزودنی نرمه، میزان تأثیرگذاری در کاهش رواناب تولیدی افزایش یافته است. در واقع چنین به‌نظر می‌رسد که با افزایش غلظت افزودنی نرمه از سطح ۰/۵ به ۱/۵ لیتر بر مترمربع و حتی بیش‌تر می‌تواند باعث کاهش حجم رواناب تولیدی شود. با افزایش غلظت افزودنی با توجه به قابلیت ویژه ساختاری نرمه، سطح ویژه بالاتری در سطح خاک ایجاد شده که می‌تواند حجم بسیار بیش‌تری از رواناب را در بافت خاک حفظ کرده و مانع جریان یافتن رواناب به‌طور چشم‌گیری شود که نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با نتایج گزارش‌های (۳۲، ۳۳ و ۳۵) مبنی بر استفاده از افزودنی‌های پلی‌آکریل آمید، ویناس و زغال زیستی در کاهش میزان رواناب هم‌خوانی داشت. شکل ۵ مقایسه میانگین حجم رواناب در کرت‌های تحت تیمار نرمه، آب و شاهد (خشک) را نشان می‌دهد. هم‌چنین نظر به انجام محاسبات برای برآورد ضریب رواناب از طریق تقسیم حجم رواناب‌ها بر عدد ثابت مقدار بارندگی (نه لیتر)، محاسبات مربوط به تجزیه‌وتحلیل‌های آماری به سبب نتایج مشابه تکرار نشد (۱۸).

هدررفت خاک در تیمارهای آزمایشی: پس از اندازه‌گیری حجم رواناب در ۱۵ مقطع زمانی، مقدار هدررفت خاک در تیمار افزودنی نرمه در سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع، کاهش نسبی به‌ترتیب ۱/۹۱، ٦/۵ و ۳/۵ برابر نسبت به تیمار شاهد (خشک) را تأیید نمود. شکل ٦ مقایسه میانگین هدررفت خاک در کرت‌های تحت تیمار نرمه، آب و شاهد (خشک) را نشان می‌دهد.

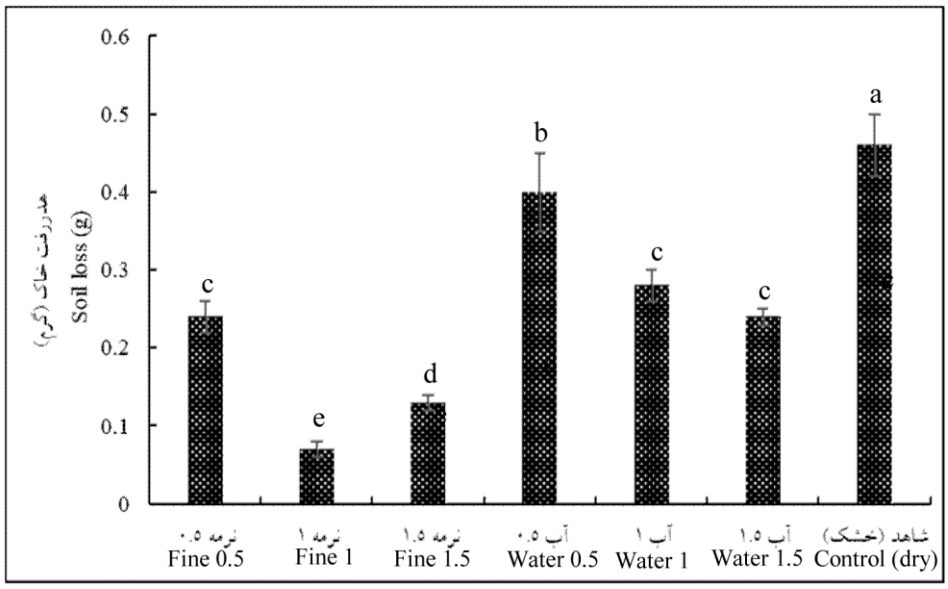
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- مقایسه میانگین حجم رواناب در کرت‌های تحت تیمار نرمه، آب و شاهد (خشک).

Figure 5. Comparison of mean runoff volumes from plots treated by fine, water, and control (dry).



شکل ٦- مقایسه میانگین هدررفت خاک در کرت‌های تحت تیمار نرمه، آب و شاهد (خشک).

Figure 6. Comparison of mean soil loss at plots treated by fine, water, and control (dry).

با توجه به نتایج به‌دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری حاصل از آزمایش، نرمه با سطح یک لیتر بر مترمربع بیش‌ترین تأثیر در کاهش میزان هدررفت خاک را داشت. با اضافه شدن افزودنی نرمه ضایعاتی به خاک، ماده آلی در خاک افزایش یافته و در نتیجه ظرفیت نگهداشت آب در خاک و هم‌چنین چسبندگی ذرات خاک افزایش یافت و این امر باعث کاهش هدررفت خاک شد (۲). تحلیل نتایج تغییرات هدررفت خاک نسبت به زمان و در سطح‌های ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع در شدت حدود ۷۰ میلی‌متر بر ساعت و دوام ۳۰ دقیقه نشان داد که حد بهینه استفاده از افزودنی نرمه، یک لیتر بر مترمربع بوده

www.SID.ir

Archive of SID

است. این افزودنی با ایجاد یک لایه شبکه‌ای و چسبنده در سطح خاک به‌طور چشم‌گیری میزان هدررفت خاک را کاهش داد. به نظر می‌رسد افزایش مستقیم ماده آلی در خاک با بزرگ‌تر کردن روزنه‌های موجود در خاک باعث کاهش هدررفت خاک شده است که با نتایج دوآن و همکاران، (۲۰۱۵) مطابقت دارد (۱۵). همان‌گونه که بیان شد نرمه دارای سطح ویژه بالایی بوده و با افزودن مقدار مشخصی از آن به خاک به‌عنوان افزودنی، فضای لازم برای جذب آب ایجاد شده و آب جذب‌شده در خاک باعث افزایش چسبندگی و کاهش میزان هدررفت خاک شده است. ولی با افزایش سطح مصرفی نرمه، میزان هدررفت خاک کاهش کم‌تری به نسبت سطح مصرفی یک لیتر بر مترمربع داشته است. عدم تأثیرپذیری هدررفت خاک از کاربرد مقادیر بالای نرمه را می‌توان به ایجاد یک لایه تقریباً نفوذناپذیر در سطح خاک و ممانعت از نفوذ باران به درون خاک و متعاقباً ایجاد هدررفت خاک نسبت داد. گزارش‌های مشابهی توسط سایر پژوهش‌گران در رابطه با ایجاد شرایط آب‌گریزی[1] در سطح خاک در خصوص استفاده از پلی‌آکریل‌آمید (۳۵)، ویناس (۳۹) و زغال زیستی (۳۳) ارائه شده است.

بدیهی است با کاهش ماده آلی خاک، فعالیت‌های زیستی و هم‌چنین پوشش گیاهی در سطح خاک کم‌تر می‌شود و در نتیجه رواناب افزایش خواهد یافت. با توجه به اضافه شدن نرمه به خاک، ماده آلی به‌سرعت و به‌صورت مستقیم در خاک افزایش یافته و در نتیجه میزان رواناب و هدررفت خاک کاهش پیدا کرد که با نتایج صادقی و همکاران (۲۰۱۵ الف و ب) هم‌خوانی داشت (۳۱ و ۳۲).

افزودنی نرمه با مقدار یک لیتر بر مترمربع بهترین تأثیر در کاهش هدررفت خاک را داشت. از طرفی، افزودن آب با سطح‌های یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع عملکرد تقریباً مشابهی در هدررفت خاک از خود نشان دادند، حال آن‌که استفاده از افزودنی آب با سطح ۰/۵ لیتر بر مترمربع باعث شد که تقریباً تا ده دقیقه پس از شروع شبیه‌سازی باران، میزان هدررفت خاک در حد بسیار پایینی باشد، اما پس‌ازآن احتمالاً به‌دلیل پر شدن تمام خلل و فرج خاک و اشباع خاک، میزان هدررفت خاک افزایش یافت. کاهش میزان نفوذ با گذشت زمان به‌سبب تکمیل ظرفیت نگه‌داری خاک توسط علیزداه (۲۰۰۹) نیز مورد تأیید قرار گرفته است (۳).

نتیجه‌گیری کلی

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرپذیری تولید رواناب و هدررفت خاک از افزودنی نرمه ضایعاتی در کرت‌های آزمایشگاهی کوچک در مقیاس آزمایشگاهی و تحت شبیه‌سازی باران و فرسایش انجام پذیرفت. نتایج به‌دست آمده طی این پژوهش نشان داد که افزودنی نرمه در هر سه سطح ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع اختلاف غیرمعنی‌داری ($P>0/05$) در حجم رواناب خروجی در مقایسه با تیمار شاهد (خشک) داشت. اما تأثیر افزودنی نرمه با سطح‌های ۰/۵، یک و ۱/۵ لیتر بر مترمربع اختلاف معنی‌داری ($P<0/05$) در مقایسه با تیمار شاهد (خشک) در هدررفت خاک داشت. در واقع نتایج حاصل از این پژوهش حد بهینه استفاده از افزودنی نرمه ضایعاتی در کاهش رواناب و هدررفت خاک را به‌ترتیب با سطح ۱/۵ و یک لیتر بر مترمربع مشخص کرد. بر همین اساس استفاده از این گونه افزودنی‌های زیست‌سازگار به لحاظ بهره‌گیری از پساب کارخانه‌های کاغذ و عدم ورود آن به منابع آب‌وخاک و هم‌چنین کاهش میزان رواناب و هدررفت خاک در مناطق حساس کشور برای ایجاد زمینه حفظ توسعه پایدار توصیه می‌شود. اگرچه انجام

1- Water Repellency

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهش‌های گسترده در شرایط و ویژگی‌های آزمایشگاهی مختلف و یقیناً آزمون عملکرد آن در شرایط صحرایی و در مقیاس‌های مختلف زمانی و مکانی با تأکید بر نتایج ارزیابی‌های محیط زیستی و متنوع برای دست‌یابی به جمع‌بندی نهایی تأکید می‌شود.

منابع

1.Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A., and Osunbitan, J.A. 2007. Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. Bioresource Technology. 98: 4. 912-917.

2.Akanni, D.I., and Ojeniyi, S.O. 2007. Effect of different levels of poultry manure on soil physical properties, nutrient status, growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Res. J. Agron. 1: 1. 1-4.

3.Alizadeh, A. 2009. Soil physics. Imam Reza University. Press, 440p. (In Persian)

4.Behzadfar, M., Sadeghi. S.H., Khanjani, M.J., and Hazbavi, Z. 2017. Effects of rates and time of zeolite application on controlling runoff generation and soil loss from a soil subjected to a freeze-thaw cycle. International Soil and Water Conservation Research. 5: 2. 95-101.

5.Behzadfar, M., Sadeghi, S.H.R., Khanjani, M.J., and Hazbavi, Z. 2012. Effect ability of runoff and sediment yield from soils induced by freezing and thawing cycle under simulated rainfall condition. J. Soil Water Resour. Cons. 2: 1. 13-23. (In Persian)

6.Bihamta, M.R., and Zare Chahoki, M.A. 2015. Principles of statistics in natural resources. TehranUniv. Press, 300p. (In Persian)

7.Borchard, N., Wolf, A., Laabs, V., Aeckersberg, R., Scherer, H.W., Moeller, A., and Amelung, W. 2012. Physical activation of biochar and its meaning for soil fertility and nutrient leaching–a greenhouse experiment. Soil Use and Management. 28: 2. 177-184.

8.Camberato, J.J., Gagnon, B., Angers, D.A., Chantigny, M.H., and Pan, W.L. 2006. Pulp and paper mill by-products as soil amendments and plant nutrient sources. Can. J. Soil Sci. 86: 4. 641-653.

9.Chalise, D., Kumar, L., and Kristiansen, P. 2019. Land degradation by soil erosion in Nepal: a review. Soil Systems. 3: 1. 12.

10.Chari, M.M., Gazmeh, S., Afrasiab, P., and Rezazadehshamkhal, S. 2013. Effect of vermicompost in runoff and soil erosion and water infiltration in sloped lands by using from rain simulator. Inter. J. Agric. Crop Sci. 5: 20. 2443-2446.

11.Clough, T.J., and Condron, L.M. 2010. Biochar and the nitrogen cycle: introduction. J. Environ. Qual. 39: 4. 1218-1223.

12.Comino, J.R., Iserloh, T., Lassu, T., Cerdà, A., Keestra, S.D., Prosdocimi, M., and Sinoga, J.R. 2016. Quantitative comparison of initial soil erosion processes and runoff generation in Spanish and German vineyards. Science of the Total Environment. 565: 1165-1174.

13.Consulting Engineers Company of Fonon Ab-Hasti. 2011. Report of physiographic study of basin k1-1 of Chalusrud River, 89p. (In Persian)

14.Doan, T.T., Bouvier, C., Bettarel, Y., Bouvier, T., Henry-des-Tureaux, T., Janeau, J.L., and Jouquet, P. 2014. Influence of buffalo manure, compost, vermicompost and biochar amendments on bacterial and viral communities in soil and adjacent aquatic systems. Applied Soil Ecology. 73: 78-86.

15.Doan, T.T., Henry-des-Tureaux, T., Rumpel, C., Janeau, J.L., and Jouquet, P. 2015. Impact of compost, vermicompost and biochar on soil fertility, maize yield and soil erosion in Northern Vietnam: a three year mesocosm experiment. Science of the Total Environment. 514: 147-154.

16.Galdos, M.V., De Maria, I.C., Camargo, O.A.D., and Dechen, S.C.F. 2009. Sewage sludge application on cultivated soils: effects on runoff and trace metal load. Scientia Agricola. 66: 3. 368-376.

www.SID.ir

Archive of SID

17.Gholami, L., Banasik, K., Sadeghi, S.H.R., Darvishan, A.K., and Hejduk, L. 2014. Effectiveness of straw mulch on infiltration, splash erosion, runoff and sediment in laboratory conditions. J. Water Land Dev. 22: 1. 51-60.
18.Hatefi, M. 2018. Changeability of runoff generation and soil loss from effect of rangeland vegetation cover in small experimental plots and subjected to freezing-thawing cycle. M.Sc. Thesis Tarbiat Modares University, 80p. (In Persian)
19.Khan, M.J., Monke, E.J., and Foster, G.R. 1988. Mulch cover and canopy effect on soil loss. Transactions of the ASAE. 31: 3. 706-0711.
20.Kheirfam, H., Sadeghi, S.H.R., Homaee, M., and Zarei Darki, B. 2017. Quality improvement of an erosion-prone soil through microbial enrichment. Soil and Tillage Research. 165: 230-238.
21.Kheirfam, H., Sadeghi, S.H.R., Zarei Darki, B., and Homaee, M. 2017. Controlling Rainfall-Induced Soil Loss from Small Experimental plots through Lnoculation of Bacteria and Cyanobacteria. Catena. 152: 40-46.
22.Lal, R. 1997. Mulching effects on runoff, soil erosion and crop response on alfisols in Western Nigeria. J. Sust. Agric. 11: 2-3. 135-154.
23.Miller, R.M. 2002. The function of mycorrhizal fungi in soil restoration. P 21-22. In: International Workshop – Microbial Function in Revegetation Processes of Degraded Terrestrial Environments: from Gene to Ecosystem, Tokyo, Japan, November 29, 2002: p. 26.
24.Montenegro, A.D.A., Abrantes, J.R.C.B., De Lima, J.L.M.P., Singh, V.P., and Santos, T.E.M. 2013. Impact of mulching on soil and water dynamics under intermittent simulated rainfall. Catena. 109: 139-149.
25.Nazeri, A.H., Talaeipour, M., and Mir Shokraei, S.A. 2007. The effect of fines on the mechanical properties paper pulp produced from CMP. Iran. J. Wood Paper Res. 22: 2. 121-131. (In Persian)
26.Ojeda, G., Alcañiz, J.M., and Ortiz, O. 2003. Runoff and losses by erosion in soils amended with sewage sludge. Land Degradation and Development. 14: 6. 563-573.
27.Pramanik, P., Ghosh, G.K., Ghosal, P.K., and Banik, P. 2007. Changes in organic–C, N, P and K and enzyme activities in vermicompost of biodegradable organic wastes under liming and microbial inoculants. Bioresource Technology. 98: 13. 2485-2494.
28.Qing, X., Yutong, Z., and Shenggao, L. 2015. Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. Ecotoxicology and Environmental Safety. 120: 377-385.
29.Sadeghi, S.H.R., Hazbavi, Z., Younesi, H., and Behzadfar, M. 2013. Trend of changes in soil loss and sediment concentration due to application of polyacrylamide. J. Soil Water Cons. 2: 4. 53-67. (In Persian)
30.Sadeghi, S.H.R., and Zakeri, M.A. 2015. Partitioning and analyzing temporal variability of wash and bed material loads in a forest watershed in Iran. J. Earth Syst. Sci. 124: 7. 1503-1515.
31.Sadeghi, S.H.R., Hashemi, R., and Karimi, Z. 2015a. Runoff generation and soil loss control using combined application of vermicompost and vinasse. J. Water Reused. 2: 1. 81-91. (In Persian)
32.Sadeghi, S.H.R., Gholami, L., Homaee, M., and Khaledi Darvishan, A. 2015b. Reducing sediment concentration and soil loss using organic and inorganic amendments at plot scale. Solid Earth. 6: 2. 445-455.
33.Sadeghi, S.H.R., Raisi, M.B., and Hazbavi, Z. 2016. Effects of polyacrylamide in controlling of splash erosion from a soil induced freeze-thaw cycle. J. Water Soil. 29: 6. 1601-1611. (In Persian)
34.Sadeghi, S.H.R., Sharifi Moghadam, E., and Khaledi Darvishan, A.K. 2016. Effects of subsequent rainfall events on runoff and soil erosion components from small plots treated by vinasse. Catena. 138: 1-12.

www.SID.ir

Archive of SID

35.Sadeghi, S.H.R., Hazbavi, Z., and Kiani-Harchegani, M. 2016a. Controllability of runoff and soil loss from small plots treated by vinasse-produced biochar. Science of the Total Environment. 541: 483-490.
36.Sadeghi, S.H.R., Hazbavi, Z., Younesi, H., and Bahramifar, N. 2016b. Trade-off between runoff and sediments from treated erosion plots and polyacrylamide and acrylamide residues. Catena. 142: 213-220.
37.Sadeghi, S.H.R., Hazbavi, Z., Gholami, L., and Khaledi Darvishan, A. 2017. Soil and water conservation using Conditioners. Tarbiat Modares University Press, 576p. (In Persian)
38.Sadeghi, S.H.R., Kheirfam, H., Homaee, M., Zarei Darki, B., and Vafakhah, M. 2017. Improving runoff behavior resulting from direct inoculation of soil micro-organisms. Soil and Tillage Research. 171: 35-41.
39.Sadeghi, S.H., Raeisi, M.B., and Hazbavi, Z. 2018. Influence of freeze-only and freezing-thawing cycles on splash erosion. International Soil and Water Conservation Research, 6: 4. 275-279.
40.Sojka, R.E., Bjorneberg, D.L., Entry, J.A., Lentz, R.D., and Orts, W.J. 2007. Polyacrylamide in agriculture and environmental land management. Advances in Agronomy. 92: 75-162.
41.Tapia-Vargas, M., Tiscareño-López, M., Stone, J.J., Oropeza-Mota, J.L., and Velázquez-Valle, M. 2001. Tillage system effects on runoff and sediment yield in hillslope agriculture. Field Crops Research. 69: 2. 173-182.
42.Zibilske, L.M., Clapham, W.M., and Rourke, R.V. 2000. Multiple applications of paper mill sludge in an agricultural system: soil effects. J. Environ. Qual. 29: 6. 1975-1981.
43.Zuo, W., Gu, C., Zhang, W., Xu, K., Wang, Y., Bai, Y., and Dai, Q. 2019. Sewage sludge amendment improved soil properties and sweet sorghum yield and quality in a newly reclaimed mudflat land. Science of the Total Environment. 654: 541-549.

www.SID.ir

Arc

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 27(2), 2020
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2020.17261.3272

Effectability of Runoff Generation and Soil Loss from Application of Residual Fine Amendments in Small Experimental Plots

S. Zare[1], *S.H.R. Sadeghi[2] and A. Khosravani[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran,
[2]Professor, Dept. of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran,
[3]Assistant Prof., Dept. of Wood and Paper Science and Technology, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Received: 10.16.2019; Accepted: 04.26.2020

Abstract

Background and Objectives: Soil erosion is a major global challenge that its control by appropriate and proportionate methods is necessary. In recent years, various studies have been carried out using amendments and chemical stabilizers to reduce the detrimental effects of runoff and soil erosion. Environmental problems, low efficacy and time-consuming, low availability and high volume requirements have challenged the use of amendments in the usual form. Therefore, due to the proper performance of the amendments to reduce runoff and soil loss, improving the quality of the amendment is inevitable. Nowadays, various wastes are currently produced in important industries, including wood and papermill. In this regard, the fine corrugated and small particles in the effluent of paper mills can be mentioned. Residual fine amendments is a part of fibers that are unavoidably crushed in paper production and recycling processes. Therefore, due to the problems caused by the excessive amount of fines in the process of paper production and the ability to store water in the soil, it seems that it can be used as a natural amendment to reduce runoff and soil loss.

Materials and Methods: The present study was carried out to investigate the effectability of runoff generation and soil loss from fine corrugated amendments at small experimental plots. To conduct the study, the soil carried out from the marginal area of the Marzanabad-Kandalous region located in the west of Mazandaran Province. The soil was air-dried and then crossing a 3 mm sieve to put into 50×50 cm plots with a height of 30 cm was filled from the bottom to a depth of 18 cm of mineral pumices as a drainage layer and for the top layer of soil 2 and 8 mm. Treatments were studied at three levels of 0.5, 1 and 1.5 (L m^{-2}) and each with three replications in liquid form and uniform spraying on 18 plots with pure water additive and control (dry) and in laboratory scale under rainfall simulation was performed with intensity of some 70 (mm h^{-1}) and duration of 30 minutes.

Results: The results showed that use of fine amendment with three levels of 0.5, 1 and 1.5 (L m^{-2}) decreased runoff volumes ($P>0.05$) and soil losses ($P<0.05$) of -35, -5 and +15; 47, 84 and 71% compared to those of the treated plots by fine, respectively.

Conclusion: The results of this study show that the application of biocompatible amendment from wastewater of papermills is recommended to prevent entering into the water and soil resources in order to reduce runoff generation and soil losses in sensitive areas of the country facilitating sustainable development. It further leads to reduce runoff generation and soil losses in sensitive areas of the country facilitating sustainable development.

Keywords: Papermill Sludge, Runoff Management, Soil Amendment, Soil loss Control, Waste Management

* Corresponding Author; Email: sadeghi@modares.ac.ir

www.SID.ir

Arc

www.SID.ir