ارزیابی تأثیر مالچ پارسیان و پلی اکریل آمید بر تولید رواناب و رسوب خاک‌های لوم شنی گچ‌دار

فریدون سلیمانی[1*]، عطاالله کاویان[2]، فرود شریفی[3]، کریم سلیمانی[2]، کاکا شاهدی[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۰۸)

چکیده

تخمین مقدار جریان آب از درون خاک‌های دست نخورده، نهشته‌های رسوبی و یا خاک‌های متراکم شده، از جمله مسائل مهم در عملیات صحرایی است. چرا که در اثر پدیده تحکیم و انحلال مواد موجود در خاک، میزان نفوذپذیری و روان‌آب سطحی با گذشت زمان تغییر می‌کنند. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات روان‌آب و رسوب در خاک گچ‌دار با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران در دشت ارایض استان خوزستان بود. تیمارهای پژوهش شامل خاک طبیعی (شاهد)، پلی اکریل آمید در دو سطح سه و شش گرم در مترمربع (P_3 و P_6) و مالچ پلیمری پارسیان(P_c) است که در بافت خاک لوم شنی گچ‌دار، با دو شدت بارندگی ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت، دو شیب ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد با سه تکرار اعمال گردیدند. برای مقایسه آماری تولید روان‌آب و رسوب، از طرح کرت‌های دو بار خرد شده استفاده شد. با بررسی تغییرات مقدار رسوب برای تیمارهای مختلف، مشخص شد که در هیچ یک از حالت‌های مالچ پاشی، رسوبی تولید نشده و تنها در حالتی که سطح خاک طبیعی بود (تیمار شاهد)، رسوب تولید شده است. با بررسی تغییرات روان‌آب برای تیمارهای مختلف، مشخص شد که استفاده از مالچ‌های P_3، P_6 و P_c در بیشتر موارد موجب افزایش تولید روان‌آب نسبت به تیمار شاهد گردیده است. مقایسه آماری میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی نشان داد که تیمارهای شاهد، مالچ P_3، P_6 و P_c با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. همچنین نتایج آشکار کرد که مقدار رسوب تولیدی در تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار با مالچ P_3، P_6 و P_c دارد و تیمارهای P_3، P_6 و P_c تولیدی رسوبی نداشته و در یک گروه قرار می‌گیرند.

واژه‌های کلیدی: دشت ارایض، شبیه‌ساز باران، طرح کرت‌های دو بار خرد شده

۱- دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران (مکاتبه کننده)

۲- اعضای هیات علمی گروه مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

* پست الکترونیک: frsolaimani@gmail.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

فرسایش یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کمیت و کیفیت خاک محسوب می‌شود که پیامدهای ناخواسته آن را می‌توان به عنوان یکی از بزرگترین مشکلات امروزی زیست‌بوم‌های مختلف، تلقی نمود (Sadeghi, 2010). از طرفی اثر فرآیندهای مخرب خاک بر کیفیت آب مهم بوده و لازم است در زمینه فرسایش، آبشویی، آلودگی خاک و آلودگی صنعتی بررسی شود (Jafari *et al*., 2013). وجود مواد انحلال‌پذیر نظیر نمک طعام و گچ، موجب می‌شود تا بر اثر تماس این خاک‌ها با آب، مواد مذکور در آب حل شده و قسمتی از ذرات جامد موجود در توده خاک ضمن انحلال خارج شوند. این پدیده در صورت تداوم می‌تواند موجب افزایش تخلخل و پوک شدن خاک گردیده و نهایتاً با ایجاد نشست، موجب تخریب ساختمان خاک و فروریزش خاک شود (Tatlari, 1996). عباس پور و همکاران (Abbaspour *et al*, 2008) اظهار می‌دارند علت مسئله‌دار بودن خاک گچی، انحلال یون کلسیم گچ در آب و خطر پوک شدن خاک و شسته شدن ذرات آن می‌باشد.

یک شبیه‌ساز باران وسیله‌ای ایده‌آل برای مطالعات نفوذ، فرسایش خاک و دیگر موارد مرتبط به منظور تکرار فرآیند و ویژگی‌های بارش طبیعی شامل شدت بارندگی و یکنواختی مکانی آن، اندازه قطره باران، سرعت قطره و انرژی جنبشی آن می‌باشد (Aksoy *et al*., 2012). از نظر تئوری استفاده از این وسیله نه تنها موجب صرفه‌جویی در وقت و هزینه می‌شود، بلکه می‌توان مقدار رواناب و رسوب را به همراه تمامی فرآیندهای دخیل در فرسایش و تولید رسوب را پایش کرد. اما استفاده از این دستگاه محدودیت‌هایی هم دارد از جمله نمی‌تواند شرایط طبیعی را بطور کامل ایجاد کند (Pan *et al*., 2006). یکی از روش‌های مبارزه با فرسایش خاک استفاده از تثبیت کننده‌های خاک مانند پلیمرهای شیمیایی است. از طرفی کاربرد افزودنی‌های آلی و معدنی در مهار فرسایش خاک از نوآوری خاصی برخوردار است. بر همین اساس استفاده از افزودنی‌های خاک شامل پلی‌آکریل‌آمید (PAM) آنیونی، یکی از غالب‌ترین عملیات حفاظت آب و خاک است (Green & Stott, 1999). به نحوی که در تحقیقات بسیاری نتایج مثبت استفاده از این ترکیب پلیمری در کاهش فرسایش و تثبیت شیب‌ها به اثبات رسیده است (Sepaskhah & Bazrafshan-Jahromi, 2006; Weston *et al*., 2009; Jiang *et al*., 2010; Sepaskhah & Shahbazizad, 2010; Kumar & Saha, 2011). عباسی و همکاران (Abasi *et al*., 2015) عنوان کردند که هیدرومالچ و پلی‌آکریل آمید موجب کنترل روان‌آب و رسوب در شرایط آزمایشگاهی می‌شود. ایزرلو و همکاران (Iserloh *et al*., 2015) نتایج بیش از ۵۰۰ شبیه‌سازی بارش را با یک شبیه‌ساز باران کوچک در مناطق مختلف در غرب و شمال آفریقا و در جنوب و مرکز اروپا ارائه دادند. اهداف این پژوهش بررسی قابلیت فرسایش‌پذیری خاک با توجه به پوشش، کاربری و بافت خاک‌های مختلف بود. نتایج نشان داد که با شدت بارش ۴۰ میلی‌متر بر ساعت به مدت ۳۰ دقیقه، ضریب رواناب بین صفر تا ۱۰۰ درصد و مقدار فرسایش بین صفر تا ۵۰۰ گرم بر مترمربع تغییر می‌کند. رودریگو کومینو و همکاران (Rodrigo Comino *et al*., 2015) به مقایسه کمی فرسایش، رواناب و ضریب نفوذ با استفاده از باران‌ساز در باغ‌های انگور آلمان و اسپانیا پرداختند. ابعاد باران‌ساز ۴۵×۴۵ سانتی‌متر بود که با شدت بارش ۴۰ میلی‌متر در ساعت در طول ۳۰ دقیقه (با فواصل نمونه‌برداری پنج دقیقه‌ای) در چهار منطقه آلمان و اسپانیا استفاده شد. باغ‌های انگور قدیمی و جوان با سیستم کاشت معمولی و اکولوژیک با یکدیگر مقایسه شدند. سرانجام نتایج ۷۷ شبیه‌سازی آنالیز شد و همبستگی پیرسون جهت بررسی ارتباط بین پارامترهای مختلف برای هر منطقه محاسبه گردید. صادقی و همکاران (Sadeghi *et al*., 2016) به بررسی اثر زغال آلی (Biochar) ایجاد شده از ویناس بر تولید روان‌آب و هدر رفت خاک در پلات‌های کوچک پرداختند. این آزمایش در یک پلات ۰/۲۵ مترمربعی با بافت خاک لومی-رسی-شنی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای پژوهش شامل؛ خاک طبیعی (تیمار شاهد)، زغال آلی (هشت تن در هکتار) که ۲۴ ساعت قبل از بارندگی استفاده شده بود. شدت بارش برابر با ۵۰ میلی‌متر در ساعت به مدت ۱۵ دقیقه بوده است. میانگین تغییر اثربخشی در زمان برای روان‌آب به ترتیب برای زغال آلی ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت قبل از بارندگی برابر با ۵۵/۱ درصد و ۷۱/۷۳ درصد است. علاوه بر این، متوسط حجم روان‌آب برای تیمارهای ۲۴ و ۴۸ ساعت قبل از شبیه سازی به ترتیب ۹۸/۴۶ و ۴۶/۳۹ درصد کاهش یافته است. حداقل هدرفت خاک

Archive of SID

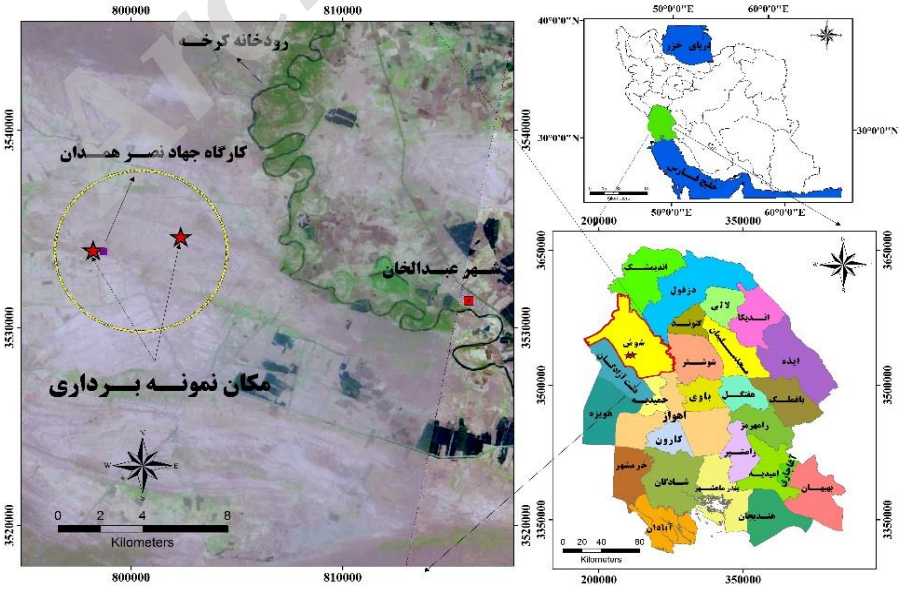
www.SID.ir

(۱/۱۲±۰/۵۷گرم) و غلظت رسوب (۱/۴۴ ± ۰/۴۸ گرم بر لیتر) در تیمار ۴۸ ساعت قبل از بارندگی رخ داده است. بنابراین کاربرد زغال آلی ایجاد شده از ویناس به‌طور مؤثر توانست رواناب و فرسایش را کنترل کند. وهابی و مهدیان (Vahabi & Mahdian, 2009) نشان دادند که مقدار روان‌آب تحت تأثیر پوشش گیاهی و رطوبت خاک است. زارع خورمیزی و همکاران (Zarea Khormizi *et al.*, 2013) در اراضی کشاورزی حوزه آبخیز چهل‌چای استان گلستان، نشان دادند که درصد آهک تنها عامل مؤثر در شدت تولید روان‌آب تولیدی است. طی پژوهشی حمیدی و واعظی (Hamidi & Vaezi, 2013) عنوان کردند که پلیمر پلی‌وینیل‌استات مناسب برای بهبود ساختمان خاک و مهار روان‌آب و رسوب است. پلیمرها با اتصال ذرات خاک به یکدیگر و همچنین با قرار گرفتن روی سطوح ذرات، می‌توانند نقش مهمی در کاهش تخریب خاک‌دانه‌ها و میزان فرسایش ایفا کنند (Lentz *et al.*, 1992; Barvenik *et al.*, 1994). مطالعات کرن و اوکونور (Keren & O'Conor, 1982) در رابطه با اثر اندازه ذرات گچ بر هدایت هیدرولیکی خاک‌های لومی شنی و لومی نشان دادند که افزایش ذرات گچ با قطر کوچکتر از ۴۴ میکرومتر، باعث کاهش هدایت هیدرولیکی خاک می‌گردد اما حضور ذرات گچ با قطر کوچکتر از ۰/۲۵ تا ۱ میلی‌متر بر هدایت هیدرولیکی خاک بی‌تأثیر است و روند میزان هدایت هیدرولیکی در زمان آبشویی افزایشی است. اما گاهی این روند در عمل حالت معکوس و کاهشی داشته که علت آن یک پدیده مکانیکی گرفتگی، ناشی از ذرات گچ می‌باشد. خاک‌های حاوی ۱۰ الی ۳۵ درصد گچ در مقایسه با خاک‌های مشابه بدون گچ به مراتب نفوذپذیرترند. همچنین حرکت آب در خاک‌های گچی سریع‌تر از خاک‌های مشابه بوده و از لحاظ نفوذپذیری در کلاس متوسط تا سریع قرار می‌گیرند(Boyadgiev & Verheye, 1996). هدف از این پژوهش بررسی تغییرات روان‌آب و رسوب در خاک گچ‌دار با استفاده از دستگاه شبیه‌ساز باران در دشت ارایض استان خوزستان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد در این تحقیق بخشی از حوزه آبخیز کرخه به نام دشت ارایض واقع در جنوب شهرستان شوش، استان خوزستان می‌باشد. اراضی این منطقه در حال حاضر توسط موسسه جهاد نصر در حال تسطیح، تجهیز به شبکه‌های آبیاری و زهکشی می‌باشند و بخش‌هایی از آن که تسطیح و تجهیز شده است، از طریق روان‌آب‌های اراضی شیبدار اطراف مورد تخریب واقع شده و با توجه به بافت خاک و حساسیت بالای آن به فرسایش آبی و بادی، خسارات زیادی به این اراضی تسطیح شده وارد آمده است. شکل ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



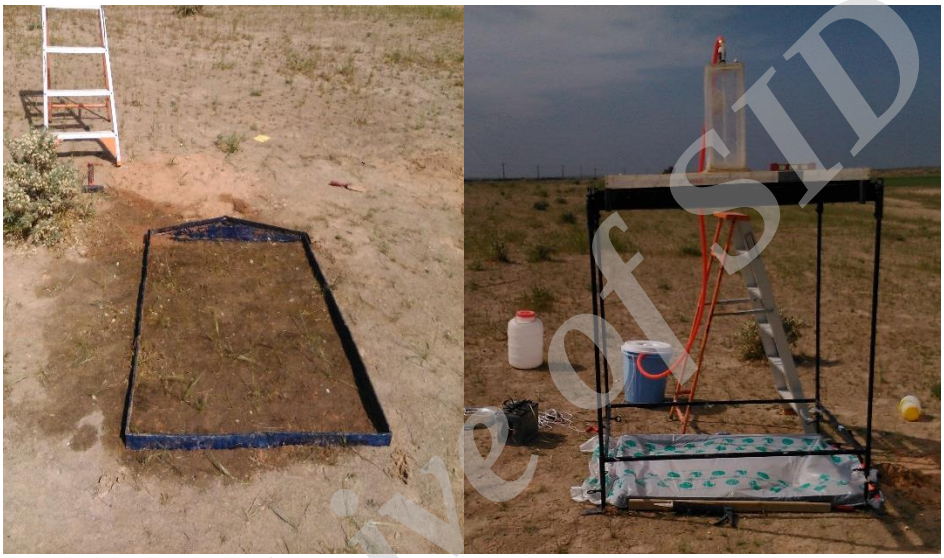
شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Figure 1. The location of study area

Archive of SID
www.SID.ir

دستگاه شبیه‌ساز باران استفاده شده از نوع پتانسیلی به ابعاد ۸۴ ×۱۲۰ سانتی‌متر است که سطح اثر آن یک مترمربع می‌باشد. مالچ‌های مورد استفاده شامل پلی اکریل آمید (PAM) در دو سطح سه و شش گرم در مترمربع (P_3 و P_6) و مالچ پلیمری پارسیان(P_C) است. کاربرد PAM آنیونی در تثبیت خاک بر این اساس است که با اتصال ذرات ریز خاک به یکدیگر، موجب تشکیل ذرات بزرگ‌تر می‌شود. این امر موجب مقاوم شدن خاک در برابر فروپاشی و پراکنش نیروهای برشی می‌شود و در نتیجه استحکام خاک افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، PAM آنیونی از طریق دو روش افزایش تراکم ذرات ریز و نیز جلوگیری از تفکیک ذرات، موجب اصلاح و بهبود پایداری خاک می‌شود (Malik & Letey, 1991).

مالچ پلیمری پارسیان دارای ۵۰ درصد ماده موثر و مابقی آب می‌باشد. این پلیمر از نوع سازگار با محیط زیست می‌باشد، چون هیچ گونه حلال آلی ندارد و ذرات آن در محیط آب پخش شده‌اند (Farzi & Ali Abadi, 2016؛ Farzi & Ali Abadi, 2011). شکل (۲) سامانه شبیه‌ساز باران و متعلقات مربوط به آن را نشان می‌دهد.



شکل۲- سامانه شبیه‌ساز باران و تجهیزات آن

Figure 2. Rainfall simulator and its equipments

قبل از شروع آزمایش، بر اساس مطالعات خاک‌شناسی دشت ارایض که توسط شرکت مهندسی مشاور مهاب قدس (Mahab Ghodss Consulting Engineering Co. 2012) انجام شده بود و هم‌چنین طی بازدیدهای میدانی، برای آگاهی از صحت مطالعات خاک‌شناسی از نقاط مختلف عرصه، ۲۰ نمونه خاک به روش ترکیبی تهیه و برای تعیین بافت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شد.

پس از تعیین بافت به روش هیدرومتری و طی چندین مرحله آبشویی، برخی خصوصیات شیمیایی خاک‌ها شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، بی‌کربنات، گچ، آهک، کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، فسفر و پتاسیم در آزمایشگاه خاک‌شناسی اندازه‌گیری شد. این طرح در بافت خاک لوم شنی گچ‌دار، با دو شدت بارندگی ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت، دو شیب ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد و با تیمارهای شاهد، پلی اکریل آمید در دو سطح سه و شش گرم در مترمربع (Yu *et al*., 2003; Sepaskhah & Bazrafshan, 2006; Hazbavi *et al*., 2013; Boroghani *et al*., 2014) و مالچ پلیمری پارسیان (P_C) به میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر در مترمربع (Farzi & Ali Abadi, 2016؛ Farzi & Ali Abadi, 2011) هرکدام با سه تکرار انجام گردید. به این ترتیب ۴۸ تیمار مختلف آزمایشی (۴ مالچ × ۲ شدت بارندگی × ۲ شیب × ۳ تکرار) ایجاد شد.

از مالچ پلیمری پارسیان و پلی اکریل آمید به صورت محلول در آب به سبب مؤثر بودن بهتر آن در مهار فرسایش و غالب‌ترین شکل مصرف (Peterson *et al*., 2002; Zheng, 2011; Shoemaker, 2009) استفاده شد. هرکدام از مقادیر مورد استفاده پلی اکریل آمید در ۲۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

میلی‌لیتر آب حل شد. مالچ پلیمری پارسیان نیز به مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر در یک لیتر آب رقیق شد. محلول آماده شده با استفاده از یک دستگاه سم‌پاش برقی به صورت یکنواخت روی خاک اسپری شد. در نهایت به لحاظ پخش همگن ماده در خاک بعد از گذشت ۲۴ ساعت از زمان اسپری کردن، بارش باران بر روی کرت‌ها اجرا و نمونه‌برداری انجام شد. مدت زمان تداوم بارش برای هر تیمار نیم ساعت بود. پس از آماده سازی کرت در شیب مورد نظر و استقرار دستگاه باران‌ساز بر روی کرت و تنظیم شدت بارش مورد نظر با آغاز آزمایش، زمان شروع و خاتمه توسط کرنومتر ثبت می‌گردید و به محض مشاهده روان‌آب در سطح کرت مدت زمان سپری شده از لحظه‌ی شروع آزمایش به عنوان آستانه شروع روان‌آب ثبت و پس از آن با گام زمانی ۵ دقیقه مقادیر رواناب و رسوب در ظروف جداگانه جمع‌آوری و برای تفکیک به آزمایشگاه منتقل گردید و روند تغییرات روان‌آب و رسوب طی گام‌های زمانی ۵ دقیقه و در بازه زمانی نیم ساعته بررسی و نمودارهای حاصله در محیط اکسل ترسیم گردید. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS در قالب طرح آماری اسپلیت اسپلیت پلات (کرت‌های دوبار خرد شده) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

جدول (۱) نتایج اندازه‌گیری برخی خصوصیات شیمیایی خاک‌ها شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، کربن آلی، بی‌کربنات، گچ، آهک، کلسیم، منیزیم، سدیم، کلر، فسفر و پتاسیم که در آزمایشگاه خاکشناسی اندازه‌گیری شده است را نشان می‌دهد. اطلاعات جدول حاکی از میزان بالای گچ در این نوع بافت خاک می باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک

Table 1. The results of chemical analysis of soil

Parameter	Depth 5-15 cm	Depth 0-5 cm
EC (dS m^{-1})	3.1	2.9
pH	7	7
OC (%)	0.16	0.23
K (mg kg^{-1})	0.81	1.1
P (mg kg^{-1})	99	110
Na (meq l^{-1})	4.2	3.96
Mg (meq l^{-1})	28	24.5
Ca (meq l^{-1})	9	10.5
Cl (meq l^{-1})	10	5
HCO_3 (meq l^{-1})	2	3
Gypsum (%)	16.6	16.1

آنالیز واریانس و مقایسه میانگین مقدار کل روان‌آب و تولید رسوب

نتایج تجزیه واریانس برای مقدار کل روان‌آب در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حاکی از آن است که اثرات متقابل شیب و تکرار و همچنین اثرات متقابل شیب، تکرار و شدت بارش در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. در جدول ۳ مقایسه میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در این بافت خاک با روش LSD به تفکیک در شیب‌ها، شدت‌های بارش و پلیمرهای مختلف ارائه شده است. میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در شیب‌های ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ۳).

میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در شدت بارش‌های ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۳).

میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در تیمار شاهد در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc هست. همچنین تیمار مالچ P3 در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری با تیمارهای شاهد، مالچ P6 و مالچ Pc هست. مالچ P6 اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد، مالچ P3 و مالچ Pc هست. همچنین مالچ Pc اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با تیمار شاهد، مالچ P3 و مالچ P6 دارد

Archive of SID

www.SID.ir

(شکل ۳، جدول ۳). همانطور که در شکل ۳ دیده می‌شود، تیمارهای شاهد، مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. به ترتیب مقدار روان-آب در تیمارهای مالچ P3، شاهد، مالچ P6 و مالچ Pc افزایش می‌یابد. در این راستا، نتایج پژوهش حزباوی و همکاران (Hazbavi *et al.*, 2013) بیانگر کاهش غیرمعنی‌دار میزان روان‌آب تیمارهای مختلف PAM (هفت تیمار با مقادیر ۰/۴، ۰/۶، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ گرم در مترمربع) در سطح ۵ درصد خطا بود. ایشان بیان کرده‌اند که کاهش مقدار روان‌آب در تیمارهایی با مقادیر مختلف PAM از روند خاصی تبعیت نکرده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس مقدار کل رواناب تحت تأثیر تیمارهای مختلف شیب، شدت بارش و پلیمر

Table 2. Variance analysis of total runoff under different treatments of slope, intensity and polymer

Source of variation	Significant level	F	Mean of square	df	Sum of square
(Replication)	0.016	5.0	130521.6	2	261043.1
(Slope)	0.000	487.1	12776263.5	1	12776263.5
(S*R)	0.259	1.4	37461.2	2	74922.4
(Intensity)	0.000	6289.2	164976707.1	1	164976707.1
(I*S)	0.000	24.6	645261.8	1	645261.8
(I* S* R)	0.589	0.7	18790.3	4	75161.2
(Polymer)	0.000	267.2	7009067	3	21027201.1
(P*S)	0.000	1023.7	26853328.5	3	80559985.6
(P*I)	0.000	608.6	15964383.2	3	47893149.5
(P*I*S)	0.000	533.9	14004548.6	3	42013645.8
(Error)	-	-	26231.8	24	629563.1
(Total)	-	-	-	48	2100067090.4

Replication: R : تکرار، Slope: S :شیب، Intensity: I :شدت بارش، Polymer: P :پلیمر

جدول ۳- مقایسه میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در شیب‌ها، شدت بارش‌ها و پلیمرهای مختلف

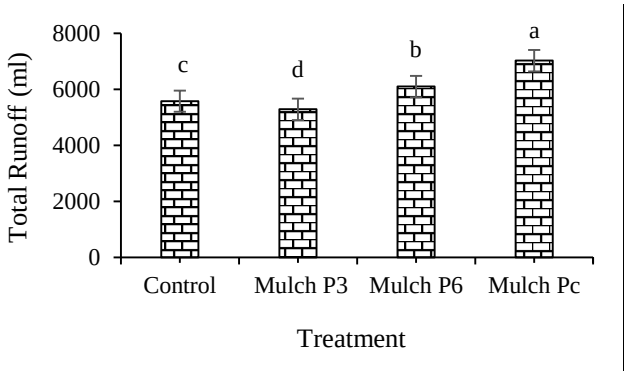
Table 3. Comparison of means of total runoff in different slopes, rainfall intensities and polymers

Treatment	Level		Difference of level means	Standard error	Significant level
Slope	7.5	12.5	1031.837*	46.754	0.000
	12.5	7.5	1031.837*-	46.754	0.000
Intensity	32	50	-3707.837*	46.754	0.000
	50	32	3707.837*	46.754	0.000
Polymer	Control	Mulch P_3	290.792*	66.1	0.000
		Mulch P_6	-522.542*	66.1	0.000
		Mulch Pc	-1449.625*	66.1	0.000
	Mulch P_3	Control	-290.792*	66.1	0.000
		Mulch P_6	-813.333*	66.1	0.000
		Mulch Pc	-1740.417*	66.1	0.000
	Mulch P_6	Control	522.542*	66.1	0.000
		Mulch P_3	813.333*	66.1	0.000
		Mulch Pc	-927.083*	66.1	0.000
	Mulch Pc	Control	1449.625*	66.1	0.000
		Mulch P_3	1740.417*	66.1	0.000
		Mulch P_6	927.083*	66.1	0.000

*: اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی‌دار (Significant at 5% probability level)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- مقایسه میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی در تیمارهای مختلف مالچی

Figure 3. Comparison of means of total runoff in different mulch treatments

نتایج تجزیه واریانس واریانس برای مقدار کل رسوب در جدول (۴) ارائه شده است. نتایج نشان داد که تکرار، اثرات متقابل شیب و تکرار، اثرات متقابل شیب و شدت بارش، اثرات متقابل شیب، تکرار و شدت بارش و همچنین اثرات متقابل شیب، شدت بارش و پلیمر در سطح ۵ درصد معنی‌دار نیست. در جدول (۵) مقایسه میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در این بافت خاک با روش LSD به تفکیک در شیب‌ها، شدت‌های بارش و پلیمرهای مختلف ارائه شده است: میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در شیب‌های ۷/۵ و ۱۲/۵ درصد در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۵). میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در شدت بارش‌های ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌داری هستند (جدول ۵). میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در تیمار شاهد در سطح ۵ درصد خطا دارای اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc هست. همچنین تیمارهای مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc در سطح ۵ درصد خطا اختلاف معنی‌داری با هم ندارند و تنها در سطح ۵ درصد خطا دارای اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد هستند (شکل ۴، جدول ۵). همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، مقدار رسوب تولیدی در تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار با مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc دارد و تیمارهای مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc تولیدی رسوبی نداشته و در یک گروه قرار می‌گیرند. نتایج کاهش رسوب در اثر استفاده از پلیمر در این تحقیق با نتایج حمیدی نهرانی و واعظی (Hamidi & Vaezi, 2013)، لنتز و همکاران (Lentz *et al*., 1992)، بارونیک و همکاران (Barvenik *et al*., 1994) و سپاس‌خواه و بذرافشان (Sepaskhah & Bazrafshan, 2006) همخوانی دارد. هم‌چنین بروغنی و همکاران (Boroghani *et al*., 2014) نشان دادند که کلیه سطوح نانوزئولیت (صفر، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶) نسبت به شاهد در سه شیب ۷، ۹ و ۱۴ درجه اختلاف معنی‌داری در کاهش فرسایش خاک نداشته است.

جدول ۴- تجزیه واریانس مقدار کل رسوب تحت تأثیر تیمارهای مختلف شیب، شدت بارش و پلیمر

Table 4. Variance analysis of total sediment under different treatments of slope, intensity and polymer

Source of variation	Sum of square	df	Mean of square	F	Significant level
(Replication)	2.3	2	1.1	2.5	0.106
(Slope)	11.2	1	11.2	24.4	0.000
(S*R)	1.2	2	0.6	1.3	0.292
(Intensity)	4.5	1	4.5	9.8	0.005
(I*S)	0.0	1	0.0	0.0	0.893
(I*S*R)	0.2	4	0.1	0.1	0.975
(Polymer)	693.0	3	231.0	504.4	0.000
(P*S)	33.6	3	11.2	24.4	0.000
(P*I)	13.4	3	4.5	9.8	0.000
(P*I*S)	0.0	3	0.0	0.0	0.996
(Error)	11.0	24	0.5	-	-
(Total)	1022.9	48	-	-	-

R: Replication, S: Slop, I: Intensity, P: Polymer

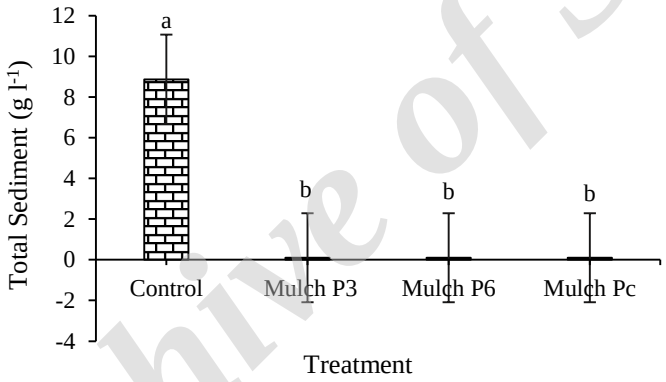
Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- مقایسه میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در شیب‌ها، شدت بارش‌ها و پلیمرهای مختلف

Table 5. Comparison of means of total sediment in different slopes, rainfall intensities and polymers

Treatment	Level		Difference of level means	Standard error	Significant level
Slope	7.5	12.5	-0.996*	0.195	0.000
	12.5	7.5	0.996*	0.195	0.000
Intensity	32	50	0.610*	0.195	0.005
	50	32	-0.610*	0.195	0.005
Polymer	Control	Mulch P_3	8.775*	0.276	0.000
		Mulch P_6	8.775*	0.276	0.000
		Mulch Pc	8.775*	0.276	0.000
	Mulch P_3	Control	-8.775*	0.276	0.000
		Mulch P_6	-3.155E-30	0.276	1.000
		Mulch Pc	6.120 E-15	0.276	1.000
	Mulch P_6	Control	-8.775*	0.276	1.000
		Mulch P_3	3.155 E-30	0.276	1.000
		Mulch Pc	6.120 E-15	0.276	1.000
	Mulch Pc	Control	-8.775*	0.276	1.000
		Mulch P_3	-6.120 E-15	0.276	1.000
		Mulch P_6	-6.120 E-15	0.276	1.000

*: اختلاف میانگین در سطح ۵ درصد معنی‌دار (Significant at 5% probability level)



شکل ۴- مقایسه میانگین مقدار کل رسوب تولیدی در تیمارهای مختلف مالچی

Figure 4. Comparison of means of total sediment in different mulch treatments

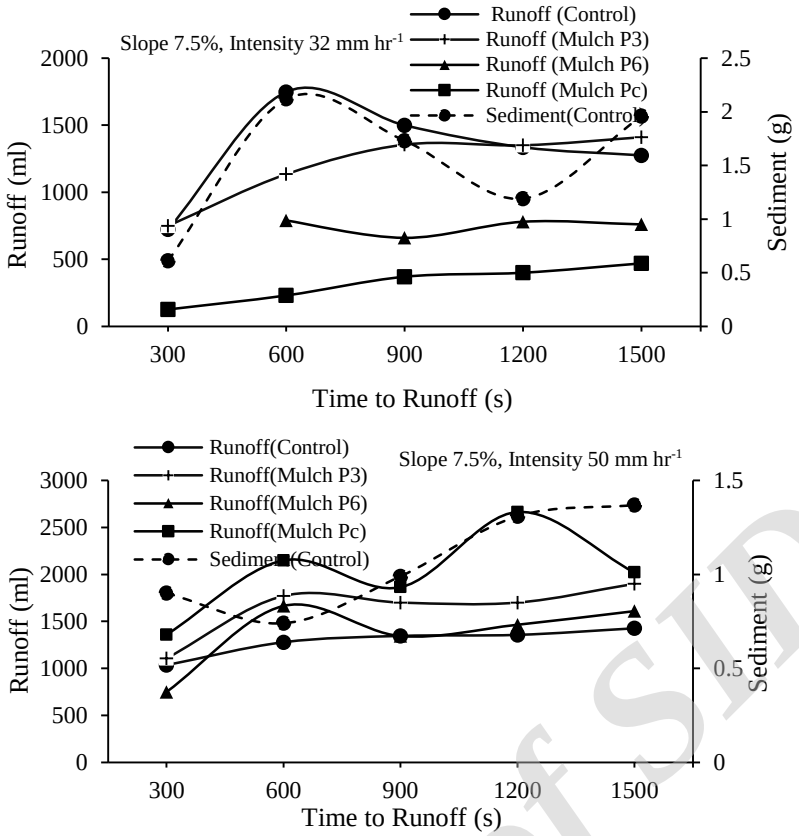
روند تغییرات روان‌آب و رسوب تیمارهای مختلف

روند تغییرات مقدار روان‌آب و رسوب برای تیمارهای مختلف در شکل‌های (۵ و ۶) ارائه شده است. همانطور که در این اشکال مشخص است، در هیچ یک از حالت‌های مالچ پاشی، رسوبی در تیمارهای مختلف تولید نشده است. در شیب ۷/۵ درصد -شدت ۳۲ میلی‌متر بر ساعت مقادیر روان‌آب تیمارها نسبت به شاهد کاهش یافته است و روند تغییرات رسوب شاهد با روان‌آب شاهد همخوانی داشته است (شکل۵). در شیب ۷/۵ درصد -شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت، مقدار روان‌آب مربوط به مالچ Pc، P3 و P6 نسبت به شاهد افزایش داشته است و روند تغییرات رسوب شاهد با روان‌آب شاهد همخوانی ندارد (شکل ۵).

مقدار روان‌آب در شیب ۱۲/۵ درصد و شدت ۳۲ میلی‌متر بر ساعت مربوط به مالچ P3 (پلیمر پلی‌اکریل آمید در غلظت سه گرم در مترمربع) نسبت به شاهد افزایش داشته است. روند تغییرات رسوب شاهد با روان‌آب شاهد تا حدودی همخوانی دارد (شکل ۶). در شیب ۱۲/۵ درصد و شدت ۵۰ میلی‌متر بر ساعت مقدار روان‌آب مربوط به مالچ P3 و P6 (پلیمر پلی‌اکریل آمید در غلظت سه و شش گرم در مترمربع) نسبت به شاهد افزایش داشته است. با افزایش روان‌آب شاهد مقدار رسوب شاهد نیز افزایش می‌یابد (شکل ۶).

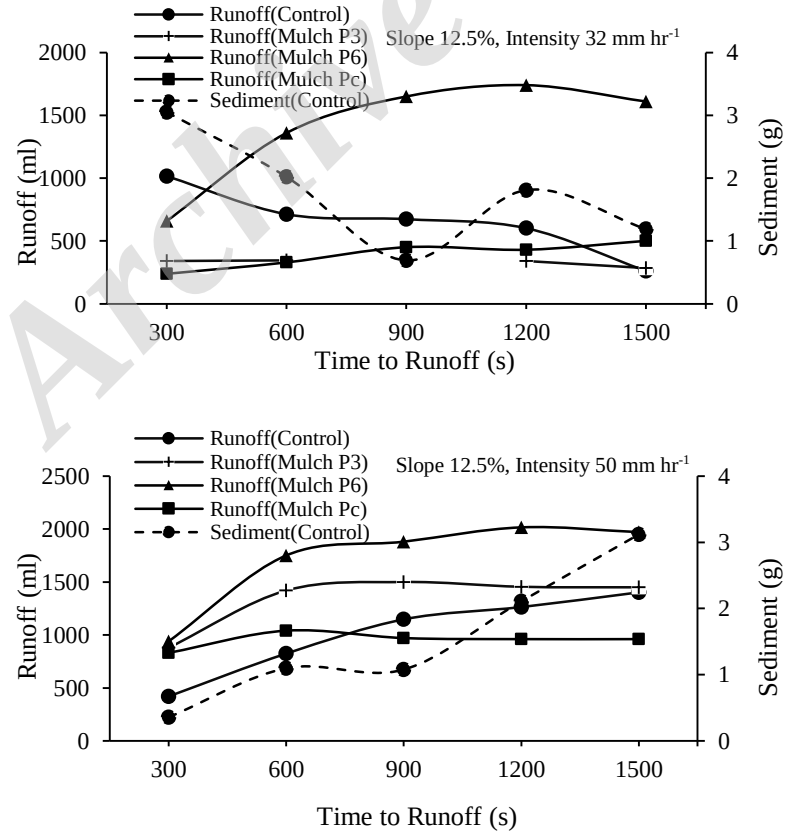
Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۵- روند تغییرات رواناب و رسوب برای شیب ۷/۵ درصد و شدت‌های ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت

Figure 5. Trends of runoff and sediment for slope 7.5% and 32 and 50 mm hr^{-1} intensities



شکل ۶- روند تغییرات رواناب و رسوب برای شیب ۱۲/۵ درصد و شدت‌های ۳۲ و ۵۰ میلی‌متر بر ساعت

Figure 6. Trends of runoff and sediment for slope 12.5% and 32 and 50 mm hr^{-1} intensities

Archive of SID
www.SID.ir

با بررسی روند تغییرات روان‌آب برای تیمارهای مختلف، مشخص شد که استفاده از مالچ‌های P3، P6 و Pc در بیشتر موارد موجب افزایش تولید روان‌آب نسبت به تیمار شاهد گردیده است. در بررسی روند تغییرات روان‌آب و رسوب در تیمار شاهد رابطه خاصی بین رواناب و رسوب دیده نمی‌شود، بطوریکه در بعضی موارد تغییرات رسوب هم‌راستا با روان‌آب و بعضی موارد تغییرات رسوب همخوانی با تغییرات روان‌آب ندارد. نتایج این تحقیق نشان داد که در تیمارهای شاهد (استفاده از پوشش طبیعی در شیب و شدت بارندگی‌های مختلف)، رابطه خاصی بین تغییرات روان‌آب و رسوب مشاهده نشده است. بنابراین به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مالچ موجب کاهش رسوب و افزایش روان‌آب شده است. نتایج کاهش رسوب در اثر استفاده از پلیمر در این تحقیق با نتایج حمیدی و واعظی (Hamidi & Vaezi, 2013)، لنتز و همکاران (Lentz *et al*., 1992)، بارونیک و همکاران (Barvenik *et al*., 1994) و سپاس‌خواه و بذرافشان (Sepaskhah & Bazrafshan, 2006) همخوانی دارد. اما نتایج افزایش روان‌آب در اثر استفاده از پلیمر در این تحقیق با نتایج حمیدی و واعظی (Hamidi & Vaezi, 2013) و عباسی و همکاران (Abasi *et al*., 2015) مطابقت ندارد. علت تغییر روند تغییرات روان‌آب شاید به دلیل میزان بالای گچ در این بافت خاک باشد که گاهی روند افزایشی و گاهی روند کاهشی به خود گرفته است. تحقیقات کرن و اوکونور (Keren & O'Conor, 1982) مؤید این مطلب است. علاوه بر میزان بالای گچ، پراکنش مکانی آن در پروفیل خاک و سطح کرت یکسان نیست و به تبعیت از آن میزان نفوذ نیز در سطح کرت یکسان نبوده و بر میزان روان‌آب خروجی تأثیر خواهد گذاشت و روند میزان روان‌آب خروجی از الگوی خاصی پیروی نمی کند. در این زمینه نیز تحقیقات بویادیف و ورهی (Boyadgiev & Verheye, 1996) حاکی از این است که خاک‌های حاوی ۱۰ الی ۳۵ درصد گچ، در مقایسه با خاک‌های مشابه بدون گچ به مراتب نفوذپذیرترند و لذا حرکت آب در خاک‌های گچی سریع‌تر از خاک‌های مشابه بوده و از لحاظ نفوذپذیری در کلاس متوسط تا سریع قرار می‌گیرند که خود تأکیدی برنتایج روند تغییرات روان‌آب در خاک های گچی است. در این راستا خالدی درویشان و همکاران (Khaledi Darvishan *et al*., 2015) اظهار می‌دارند اگرچه افزایش شدت بارندگی در بیش‌تر خاک‌ها با کاهش نفوذ، باعث افزایش روان‌آب می‌شود، اما گاهی می‌تواند با افزایش نفوذ به‌دلیل عدم تجانس مکانی ویژگی‌های نفوذ لایه سطحی خاک، موجب کاهش روان-آب شود.

نتیجه‌گیری کلی

با بررسی تغییرات مقدار رسوب برای تیمارهای مختلف مشخص شد که در هیچ یک از حالت‌های مالچ پاشی، رسوبی تولید نشده است و تنها در حالتی که سطح خاک طبیعی بود (تیمار شاهد)، رسوب تولید شده است. بنابراین استفاده از هر یک از مالچ‌های P3، P6 و Pc در کنترل رسوب بسیار با موفقیت همراه بوده و هیچ گونه رسوبی در استفاده از این مالچ‌ها در سطح خاک ایجاد نشده است. با بررسی تغییرات روان‌آب برای تیمارهای مختلف مشخص شد که استفاده از مالچ‌های P3، P6 و Pc در بیشتر موارد موجب افزایش تولید روان‌آب نسبت به تیمار شاهد گردیده است. بنابراین به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از مالچ، موجب کاهش رسوب و افزایش روان‌آب شده است. مقایسه آماری میانگین مقدار کل روان‌آب تولیدی نشان داد که تیمارهای شاهد، مالچ P3، P6 و Pc با همدیگر اختلاف معنی‌داری دارند. همچنین نتایج آشکار کرد که مقدار رسوب تولیدی در تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار با مالچ P3، مالچ P6 و مالچ Pc دارد و تیمارهای P3، P6 و Pc تولید رسوبی نداشته و در یک گروه قرار می‌گیرند. در نهایت با عنایت به اینکه در این پژوهش تأثیر سطوح مختلف مالچ‌ها هرکدام با یک رخداد بارش با تداوم نیم ساعته در شیب‌ها و شدت‌های مختلف با سه تکرار بررسی شد، و به دلیل تعداد زیاد تیمارها، امکان اضافه کردن تیمار جدید به دلیل صرف هزینه، زمان، دقت و پیچیدگی تجزیه و تحلیل داده‌ها میسر نبود. لذا پیشنهاد می‌گردد در پژوهش‌های آتی اثر چندین رخداد بارش با فواصل زمانی بر روی هر یک از سطوح مختلف پلیمرها بررسی شود تا تأثیر مالچ‌ها در میزان کاهش هدررفت خاک و یا طول زمان ماندگاری آنها در خاک مشخص گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

References

Abbasi K., Neyshabouri M., Oustan Sh., and Ahmadi A. 2014. Hydromulch and polyacrylamide effects on runoff control, sediment yield and N, P, K losses in laboratory conditions. *Water and Soil Science*, 24(4): 247-259. (In Persian)

Abbaspour S., Daavi H., and Feli J. 2008. Operational method of constructed canals of irrigation and dranage network in gypsum soils. *1th National Seminar of Geotechnical Problems of Irrigation and Drainage Networks*. Tehran, Iran. (In Persian)

Aksoy H., Erden N., Cokgor S., Gedikli A., Yoon J., Koca K., Boran S., and Eris E. 2012. A rainfall simulator for laboratory-scale assessment of rainfall-runoff-sediment transport processes over a two-dimensional flume. *Catena*, 98: 63-72.

Barvenik F.W. 1994. Polyacrylamide characteristics related to soil applications. *Soil Science Journal*, 158: 235-243.

Boroghani M., Mirnia S.Kh., Vahhabi J., and Ahmadi S.J. 2014. Investigation of nanozeolite effects on soil erosion decreasing using FEL3 rainfall simulator. *Watershed Management Research*, 5(9): 95-106. (In Persian)

Boyadgiev T.G., and Verheye W.H. 1996. Contribution to a utilitarian classification of gypsiferous soils. *Geoderma*, 74: 321-338.

Farzi G.H., and Ali Abadi A. 2011. Industrial pilot project report of polymer hydrogel production for the development of vegetation cover, Volume II & III. Hakim Sabzevari University. (In Persian)

Farzi G.H., and Ali Abadi A. 2016. Soil Polymer Amendments. Hakim Sabzevari University Press. (In Persian)

Green V.S., and Stott D.E. 1999. Polyacrylamide: A review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment. *10th International Soil Conservation Meeting*, May 24-29, Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.

Hamidi Nehrani S., and Vaezi A.R. 2013. Effect of polyvinyl acetate on hydraulic conductivity, runoff and sediment production in a marl soil. *Journal of Water and Soil*, 27(4): 792-801. (In Persian)

Hazbavi Z., Sadeghi H.R., and Younesi H. 2013. Analysis and assessing effect ability of runoff components from different levels of polyacrylamide. *Water and Soil Resources Conservation*, 2(2): 1-13. (In Persian)

Iserloh T., Peter K.D., Fister W., Wirtz S., Butzen V., Brings C., and Ries J.B. 2015. Rainfall simulation experiments with a small portable rainfall simulator: research on runoff generation and soil erosion. *Geophysical Research Abstracts*, 17: 15608p.

Jafari M., Tahmoures M., and Ghodousi J. 2013. Biological Control of Soil Erosion (2nd Ed.), Tehran University Press. Tehran, Iran, 758p. (In Persian)

Jiang T., Teng L., Wei Sh., Deng L., Luo Z., and Chen Y. 2010. Application of polyacrylamide to reduce phosphorus losses from a Chinese purple soil: A laboratory and field investigation. *Journal of Environmental Management*, 91: 1437-1445.

Khaledi Darvishan A.V., Sadeghi S.H.R., Homaee M., and Arabkhedri M. 2015. Affectability of runoff threshold and coefficient from rainfall intensity and antecedent soil moisture content in laboratorial erosion plots. *Iranian Water Research Journal*, 8(15): 41-49. (In Persian)

Keren R., and O'Conor G.A. 1982. Gypsum dissolution and sodic soil reclamation as affected by water flow velocity. *Soil Science Society of America Journal*, 46(4): 726-732.

Kumar A., and Saha A. 2011. Effect of polyacrylamide and gypsum on surface runoff, sediment yield and nutrient losses from steep slopes. *Agricultural Water Management*, 98: 999-1004.

Lentz R.D., Shainberg I., Sojka R.E., and Carter D.L. 1992. Preventing irrigation furrow erosion with small application of polymers. *Soil Science Society of America Journal*, 56: 1926-1932.

Mahab Ghodss Consulting Engineering Company. 2012. Design and construction of irrigation and drainage network, Equipping and renovation of lands units 2 and 3 of Arayez plain. Basic studies drainage report. 197p. (In Persian)

Pan Ch., and Shangguan Zh. 2006. Runoff hydraulic characteristic and sediment generation in sloped grassplots under simulated rainfall condition. *Journal of Hydrology*, 331: 178-185.

Peterson J.R., Flanagan D.C., and Tishmack J.K. 2002. Polyacrylamide application method and electrolyte source effects on plot-scale runoff and erosion. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*, 45(6): 1859-1867.

Archive of SID

www.SID.ir

Rodrigo Comino J., Iserloh T., Lassu T., Cerdà A., Keesstra S., Prosdocimi M., and Seeger M. 2016. Quantitative comparison of soil erosion, runoff and infiltration coefficients using the same small portable rainfall simulator in German and Spanish vineyards. *In EGU General Assembly Conference Abstracts*, 17-22 April, Vienna, Austria.

Sadeghi S.H.R., Hazbavi Z., and Harchegani M.K. 2016. Control ability of runoff and soil loss from small plots treated by vinasse-produced biochar. *Science of the Total Environment*, 541: 483-490.

Sadeghi S.H.R. 2010. Study and Measurment of Water Erosion (1st Ed.), Tarbiat Modares University Press. Tehran, Iran, 200p. (In Persian)

Sepaskhah A.R., and Bazrafshan-Jahromi A.R. 2006. Controlling runoff and erosion in slopping land with polyacrylamide under a rainfall simulator. *Biosystems Engineering*, 93: 469-474.

Sepaskhah, A.R., and Shahabizad V. 2010. Effects of water quality and polyacrylamide application rate on the control of soil erosion, water infiltration and runoff for different soil textures measured in a rainfall simulator. *Biosystems Engineering*, 106: 513-520.

Shoemaker A.E. 2009. Evaluation of Anionic Polyacrylamide as an Erosion Control Measure Using Intermediate-scale Experimental Procedures. Auburn University Master Thesis. USA, 220p.

Tatlari S. 1996. Investigation of Behavior of Gypsum Soils in the Vicinity of Water Structures. Master of Science Thesis of Water Structure. Agriculture College. University of Tehran, 237p. (In Persian)

Vahabi J., and Mahdian M.H. 2009. The effect of edaphic parameters on the amount of runoff using rainfall simulator. *Research and Development*, 83: 10-20. (In Persian)

Weston D.D., Lentz R.D., Cahn M.D., Ogle R.S., Rother A.K., and Lydy M.j. 2009. Toxicity of anionic polyacrylamide formulations when used for erosion control in agriculture. Technical report: Surface water quality. *Journal of Environmental Quality*, 38: 238-247.

Yu J., Lei T., Shainberg I., Mamedov A.I., and Levy G.J. 2003. Infiltration and erosion in soils treated with dry PAM and gypsum. *Soil Science Society of America Journal*, 67: 630-636.

Zarea Khormizi M., Najafinejad A., Noura N., and Kavian A. 2013. The effects of soil properties on runoff and soil Loss generation in the farm lands of the Chehel-Chai watershed, Golestan Province, *Journal of Science & Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 17 (64): 173-183. (In Persian)

Zheng M. 2011. A technology for enhanced control of erosion, sediment and metal leaching at disturbed land using polyacrylamide and magnetite nanoparticles. MSc Thesis, Auburn, Alabama, 104p.

Archive of SID

www.SID.ir

Evaluation of the Parsian Mulch and Polyacrylamide Impact on the Runoff Generation and Sediment Yield of Sandy Loam Soils with Gypsum Base

Freidoon Soleimani[1*], Ataollah Kavian[2], Frood Sharifi[3], Karim Soleimani[2], Kaka Shahedi[2]

(Received: December 2016 Accepted: May 2017)

Abstract

The estimation of the amount of water flow through intact soils, sedimentary deposits or compacted soils is one of the most important issues in field operations. Because, the consolidation and dissolution of substances in soil, infiltration rate and surface runoff vary through the time. The aim of this study was to investigate the changes of runoff and sediment production in gypsiferous soils using rainfall simulator in the Arayez plain, Khuzestan province. The treatments consisted of natural soil (Control), polyacrylamide at two levels 3 and 6 grams per square meter (P_3 and P_6, respectively) and Parsian mulch (Pc) that were conducted in sandy loam soil with three replications. The rainfall intensities were set up with 32 and 50 mm per hour in slopes 7.5 and 12.5 percent. For statistical comparisons, split split plot design was used. Results highlighted that sediment produced only in control treatment. The investigation of runoff changes in different treatments indicated that the use of mulch P_3, P_6 and P_c, in most cases, increased runoff volume compared to control treatment. Statistical comparison of the total amount of runoff indicated that control, mulch P_3, P_6 and P_c treatments had significant differences with each other. Moreover, results revealed that amount of sediment in Control, P_3, P_6 and P_c treatments had a significant differences and P_3, P_6 and P_c treatments had not produced any sediment and belonged to one group.

Keywords: Arayez plain, Rainfall simulator, Split split plot design

Archive of SID

1- PhD in Watershed Engineering, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural, Education and Extension Organization, Iran, Ahvaz
2- Faculty Members, Watershed Engineering Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Iran, Sari
3- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Iran, Tehran
* Corresponding Aauthor Email: frsolaimani@gmail.com

www.SID.ir