نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال دوم، شماره چهارم، تابستان ۱۳۹۲

ISSN 2251-7480

روند تغییرات هدررفت خاک و غلظت رسوب بر اثر کاربرد پلی‌آکریل‌آمید

سیّد حمیدرضا صادقی[1*]، زینب حزباوی[2]، حبیب‌اله یونسی[3] و مرتضی بهزادفر[4]

۱*) استاد گروه مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ دانشکده منابع طبیعی؛ نور؛ ایران؛ نویسنده مسئول مکاتبات: sadeghi@modares.ac.ir

۲) دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ دانشکده منابع طبیعی؛ نور؛ ایران

۳) دانشیار گروه محیط زیست؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ تهران؛ ایران

٤) دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری؛ دانشگاه تربیت مدرس؛ نور؛ ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۰۳/۲۲

چکیده

مهار فرسایش خاک اهمیتی بسیار در مدیریت و حفاظت از منابع آب و خاک دارد. بر همین پایه، روش‌ها و شیوه‌های مختلفی برای مهار فرسایش خاک معرفی و مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یکی از فناوری‌های نوین در زمینه مدیریت منابع خاک و آب در سال‌های اخیر، استفاده از افزودنی‌های خاک می‌باشد. حال‌آن‌که ابعاد مختلف کاربرد آن در حفاظت خاک به‌طور جامع مد نظر قرار نگرفته است. از این‌رو پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی کمّی استفاده از افزودنی مهم پلی‌آکریل‌آمید بر مؤلفه‌های هدررفت خاک و غلظت رسوب خروجی در مقیاس کرت کوچک و در شرایط آزمایشگاهی در خاک‌های لسی شهرستان بجنورد واقع در استان خراسان شمالی صورت گرفت. بدین منظور، سطوح مختلف مصرف پلی‌آکریل‌آمید شامل ۰/۴، ۰/۶، ۱، ۲، ۳، ۴ و ۶ گرم در مترمربع و یک تیمار شاهد (بدون استفاده از افزودنی پلی‌آکریل‌آمید) و با سه تکرار مدنظر قرار گرفت. سپس، تیمارهای مطالعاتی تحت بارش مصنوعی با شدت ۱/۲ میلی‌متر در ساعت و دوام نیم ساعت قرار گرفته و مقدار هدررفت خاک و غلظت رسوب در زمان‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. تحلیل نتایج حاصل نشان‌دهندهٔ معنی‌دار بودن اثر کاهنده استفاده از پلی‌آکریل‌آمید بر هدررفت خاک (P=۰/۰۴) و غلظت رسوب (P=۰/۰۰۴) دارد. بیشترین مقدار مجموع هدررفت خاک و غلظت رسوب کل در تیمار شاهد به‌ترتیب با مقدار ۴۹/۳۲ گرم و ۱۰/۷۹ گرم در لیتر و کمترین مقدار هدررفت خاک و غلظت رسوب در تیمار ۶ گرم در مترمربع به‌ترتیب با مقدار ۱۸/۰۳ گرم و ۶/۹۳ گرم در لیتر رخ داد. همچنین نتایج بدست آمده مؤید عدم تأثیرپذیری معنی‌دار (P>۰/۳) مقدار هدررفت خاک و غلظت رسوب در هر گام زمانی از پلی‌آکریل‌آمید بود. بر پایه نتایج بدست آمده می‌توان استفاده از پلی‌آکریل‌آمید به‌عنوان یکی از گزینه‌های مناسب برای حفاظت منابع آب و خاک را پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: افزودنی‌های خاک؛ تولید رسوب؛ حفاظت خاک و آب؛ شبیه‌ساز باران

مقدمه

فرسایش خاک به‌عنوان یکی از چالش‌های مهم در مباحث مدیریت پایدار کشاورزی، منابع طبیعی، محیط زیست و طبعاً مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز (صادقی، ۱۳۸۹؛ UNESCO, 2009) و نیز یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کمیّت و کیفیت خاک محسوب می‌شود که پیامدهای ناخواسته آن را می‌توان به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین مشکلات امروزی زیست‌بوم‌های مختلف تلقی نمود

Archive of SID

www.SID.ir

(صادقی، ۱۳۸۹؛ ابراهیمی محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). به‌همین دلیل مهار فرسایش خاک از اهمیت بسیار بالایی در مدیریت و حفظ منابع طبیعی برخوردار است. از طرف دیگر، دو پیامد اصلی هدررفت خاک به‌عنوان سرمایه اساسی عرصه منابع طبیعی و انباشت رسوب به‌عنوان معضل جدّی در کاهش حجم مفید مخازن سدها به‌شمار می‌آیند. در همین راستا اقدامات مدیریتی و اجرایی مختلفی برای کاهش پیامدهای ناشی از فرسایش خاک صورت می‌گیرد.

امروزه کاربری اراضی دیم رها شده یکی از کاربری‌های غالب تلقی می‌شود و به‌عنوان منابع اصلی تولید رسوب در مقیاس حوزه‌های آبخیز مطرح هستند. بنابراین به‌منظور مهار فرسایش خاک این مناطق ضروری است که راه‌کارهای مدیریتی مناسب بررسی و ارائه شوند. به‌همین منظور از میان اقدامات مختلف مدیریتی موجود، لازم است روش‌هایی به‌کار گرفت که بتوان خاک را در محل خود و در اوّلین گام‌های تأثیر عوامل فرساینده، حفاظت نمود. استفاده از افزودنی‌های خاک[1] از جمله این روش‌ها هستند و شامل هر ماده‌ای مانند آهک، گچ، خاک‌ارّه، پلی‌آکریل‌آمید[2] و یا سایر افزودنی‌ها می‌باشد که برای تقویت توان تولید خاک و یا حفاظت فیزیکی آن در مقابل عوامل فرساینده به‌کار می‌روند. افزودنی‌های خاک از لحاظ نوع، روش مصرف، کیفیت دسترسی، قیمت و کارآیی بسیار متنوع هستند. در این میان پلیمرها از مهم‌ترین و رایج‌ترین افزودنی‌ها هستند که برای بهبود خصوصیات فیزیکی خاک استفاده می‌شوند (عسکری، ۱۳۸٦؛ Green and Stott, 2001؛ Lado *et al.*, 2004).

انجام پژوهش در ارتباط با استفاده از افزودنی‌های پلیمری به‌منظور اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک به‌عنوان یکی از تیمارهای مهم مدیریت منابع خاک و آب از اوایل سال ۱۹۵۰ شروع شد. اما کاربرد پیشرفته پلی‌آکریل‌آمید به اواخر دهه ۱۹۹۰ بر می‌گردد (Green and Stott, 2001). هرچند پژوهش‌های مختلفی در رابطه با مهار روان‌آب (شهبازی و همکاران، ۱۳۸٤؛ حزباوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ Jiang *et al.*, 2010؛ Weston *et al.*, 2009)، کاهش هدررفت مواد غذایی (Jiang *et al.*, 2010؛ Kumar and Saha, 2011) و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۸٦؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۸۸؛ فلامکی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Smith *et al.*, 1990 ؛ Zhang *et al.*, 1996؛ Orts *et al.*, 1999؛ Orts *et al.*, 2000؛ Ajwa and Trout, 2006) در اثرکاربرد پلی‌آکریل‌آمید در نقاط مختلف جهان گزارش شده است. لکن کاربردهای محدودتری برای مهار فرسایش خاک و تولید رسوب گزارش شده است. در همین خصوص، Goodson و همکاران (۲۰۰٦) با هدف کنترل غلظت رسوب و فسفر خروجی از افزودنی پلی‌آکریل‌آمید در سه سطح ۱، ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر از آب آبیاری استفاده کردند. نتایج حاصل از پژوهش آن‌ها بر خاک‌های سیلتی رسی و سیلتی لوم مناطق اطراف رودخانه Colorado، نشان‌دهنده تأثیر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش رسوب و عدم تأثیر آن در کاهش فسفر محلول در آب بوده است. هم‌چنین Sepaskhah و Bazrafshan-Jahromi (۲۰۰٦) به بررسی اثرات سطوح مختلف پلی‌آکریل‌آمید (۰، ۱، ۲، ٤ و ٦ کیلوگرم در هکتار) بر میزان هدررفت خاک در شیب‌های مختلف (۲/۵، ۵ و ۷/۵ درصد) با استفاده از شبیه‌ساز باران و در پلات‌هایی مربع شکل به‌ابعاد ۱/٤ متر و عمق ۰/۰۹ متر پرداختند. این محققان دریافتند که کاربرد مقادیر بالاتری از پلی‌آکریل‌آمید برای کاهش فرسایش در شیب‌های تند مورد نیاز است. Abu-Zreig و همکاران (۲۰۰۷) کاهش میزان روان‌آب و غلظت رسوب در اثر استفاده از دو نوع پلی‌آکریل‌آمید با مقدار ۱۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌هایی با ابعاد ۲ در ۱۰ متر مستقر در زمین‌های با شیب ۱۲ درصد در اردن تحت شرایط باران طبیعی را تأیید نمودند. هم‌چنین

[1] Soil Amendments
[2] Polyacrylamide (PAM)

Archive of SID

www.SID.ir

Sepaskhah و Mahdi-Hosseinabadi (۲۰۰۸) با هدف بررسی اثر پلی‌آکریل‌آمید بر عامل فرسایش‌پذیری خاک به‌عنوان یکی از متغیرهای مهم مدل جهانی هدررفت خاک از چهار سطح ۱، ۲، ٤ و ٦ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید و در دفعات آبیاری متفاوت استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که حداقل مقدار عامل فرسایش‌پذیری به‌هنگام استفاده از تیمار ٦ کیلوگرم در هکتار از پلی‌آکریل‌آمید و در آبیاری نوبت اول به‌دست آمد. Akbarzadeh و همکاران (۲۰۰۹) نیز به بررسی اثر افزودنی‌ها شامل پلی‌آکریل‌آمید در سه سطح مختلف (۲۵، ۵۰ و ۷۵ کیلوگرم در هکتار) و سه سطح از ژیپس مخلوط با لایه ۵ سانتی‌متری سطح خاک (۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم در هکتار) و مخلوط پلی‌آکریل‌آمید و ژیپس در سه نسبت متفاوت (۲۵+۱۰، ۵۰+۲۰ و ۷۵+۳۰ کیلوگرم در هکتار از پلی‌آکریل‌آمید+میلی‌گرم در هکتار از ژیپس) بر مقدار روان‌آب و هدررفت خاک‌های مارنی حوزه آبخیز سفیدرود و در شرایط شبیه‌سازی پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش ایشان دلالت بر عدم معنی‌داری تأثیر تیمارهای مختلف بر مهار روان‌آب سطحی و کاهش رسوب داشته است. حال‌آن‌که Lentz و Sojka (۲۰۰۹) تأثیر دو نوع پلی‌آکریل‌آمید (دانه‌ای و روغنی) در کاهش فرسایش و مدیریت نفوذ در آبیاری جوی پشته‌ای در خاک با بافت سیلت لوم و شیب ۱/۵ درصد بر کاهش فرسایش و افزایش تولید محصول را تأیید نمودند. هم‌چنین Shoemaker (۲۰۰۹) اثر مصرف محلول ۵۲/۵ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید در منطقه Montgomery در جنوب شرقی ایالت متحده در کاهش گل‌آلودگی اوّلیه و فرسایش خاک به‌ترتیب به‌میزان ۹۷ و ۵۰ درصد را گزارش نمود. Ai-Ping و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی اثر دو نوع PAM با وزن مولکولی متفاوت (۱۲ و ۱۸ میلیون گرم در مول) بر فرسایش خاک در شیب ۵ درصد در چین در شرایط آزمایشگاهی و تحت باران با شدت ٦۰ میلی‌متر در ساعت پرداختند. نتایج آن‌ها حاکی از کاهش روان‌آب در اثر افزایش هر دو نوع PAM بود. Awad و همکاران (۲۰۱۲) اثر چند نوع پلیمر از جمله پلی‌آکریل‌آمید به‌منظور بهبود ساختمان خاکدانه‌ها و کاهش فرسایش خاک را بررسی کردند و اظهار داشتند این ترکیب پلیمری ضمن بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌تواند در دسترسی و تجزیه بقایای گیاهی نیز تأثیر مثبت داشته باشد. اخیراً نیز Shin و همکاران (۲۰۱۳) اثر افزودن پلی‌آکریل‌آمید به همراه چند افزودنی دیگر شامل خاک ارّه، کاه و کلش و ژیپس، و اثر آن‌ها بر کاهش روان‌آب و آلاینده‌های غیرنقطه‌ای را بررسی کردند که در صورت افزودن پلی‌آکریل‌آمید، مقدار روان‌آب ٦۳/۳ درصد کاهش پیدا کرده و تقریباً هیچ‌گونه رسوبی از پلات‌ها تولید نشد. در ایران نیز، شکفته و همکاران (۱۳۸٤) نشان دادند که کم‌ترین رسوب در خاک‌های ماسه لومی، لومی و لومی رسی در مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید ثبت شده است. شهبازی و همکاران (۱۳۸٤) نیز گزارش دادند که مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌آکریل‌آمید در خاک‌های رسی شور و قلیایی بیش‌ترین تأثیر تا ۸٦ درصد در کاهش رسوب را داشته است. سهرابی و همکاران (۱۳۸٤) نشان دادند که افزودن پلی‌آکریل‌آمید در آب آبیاری میزان تلفات خاک از جویچه را تا حد ۷۸ درصد کاهش داده است. هم‌چنین ربیعی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با تهیه پلی‌الکترولیت آنیونی بر پایه آکریل‌آمید با هدف تثبیت خاک به این نتیجه رسیدند که استفاده از پلی‌آکریل‌آمید می‌تواند ضمن چسبندگی بهتر ذرات خاک موجب تقویت خواص آن نیز شود.

با بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان این‌گونه جمع‌بندی نمود که هرچند استفاده از پلی‌آکریل‌آمید در اهداف مختلف از جمله کاهش روان‌آب، فرسایش خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تاکنون مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته، لیکن ارزیابی اثر طیف وسیعی از مقادیر پلی‌آکریل‌آمید بر

Archive of SID

www.SID.ir

مؤلفه‌های مختلف از جمله تغییرات زمانی هدررفت خاک و تولید رسوب در مقیاس کرت کوچک و رگبار در شرایط شبیه‌سازی بررسی نشده است. به‌همین دلیل پژوهش فعلی با هدف ارزیابی کمّی تأثیر افزایش سطوح مختلف مصرف پلی‌آکریل‌آمید بر روند تغییرات هدررفت خاک و غلظت رسوب در رابطه با خاک‌های لسی تهیه شده از منطقه‌ای در خراسان شمالی به‌سبب وجود اطلاعات لازم و پیشینه پژوهشی انجام شد.

مواد و روش‌ها

– منطقه مادری خاک

پژوهش حاضر روی خاک تهیه شده از منطقه‌ی بدرانلو واقع در هفت کیلومتری شمال غرب شهرستان بجنورد در استان خراسان شمالی، با کاربری غالب اراضی دیم رها شده و انواع فرسایش با شدت‌های مختلف انتخاب شد. بر اساس نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰۰ ورقه بجنورد از نظر ساختار زمین‌شناسی منطقه از نهشته‌های لسی[1] دوره کواترنر تشکیل شده است. ارتفاع محل نمونه‌برداری از سطح دریا ۱۳۹۰ متر و در مختصات طول جغرافیایی ′۱۱ °۵۷ شرقی و ′۲۹ °۳۷ عرض شمالی واقع شده است. نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متر سطحی خاک در منطقه مادری انجام گرفت. نمایی از محل نمونه‌برداری در استان خراسان شمالی و ایران در شکل ۱ ارائه شده است. مقادیر هدایت الکتریکی، pH، مواد آلی و بافت خاک مورد پژوهش بر اساس نتایج آزمایشگاهی، به‌ترتیب ۱۳۷/۳ میکروموس بر سانتی‌متر، ۸/۲، ۰/۱۵۵ درصد و لومی سیلتی بوده است.

– تیمارها و کرت‌های مورد استفاده در پژوهش

تیمارهای پژوهش شامل شاهد (بدون کاربرد افزودنی خاک) و آزمایشی شامل کاربرد پلی‌آکریل‌آمید با هفت سطح مختلف مصرف شامل ۰/٤، ۰/٦، ۱، ۲، ۳، ٤ و ٦ گرم در مترمربع (شکفته و همکاران، ۱۳۸٤؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۸٤؛ Chaudhari and Flanagan, 1998؛ Yu *et al.*, 2003؛ Sepaskhah and Bazrafshan-Jahromi, 2006) به‌روش محلول در آب و اسپری روی سطح خاک قبل از اجرای بارش مصنوعی به‌سبب مؤثر بودن آن در مهار فرسایش و غالب‌ترین شکل مصرف (Peterson *et al.*, 2002؛ Shoemaker, 2009) بوده است. تعداد کل تیمارهای آزمایشی در مجموع ۲٤ عدد (۸ تیمار در سه تکرار) بوده است. هر کدام از مقادیر مورد استفاده در ۲۰۰ میلی‌لیتر از آب شهری حل و پس از حل شدن کامل پلی‌آکریل‌آمید، محلول توسط آب‌پاش به‌صورت یک‌نواخت روی خاک اسپری شد (Peterson *et al.*, 2002؛Shoemaker, 2009؛ Zheng 2011). در نهایت به‌لحاظ پخش همگن ماده در خاک و به‌لحاظ قابلیت اجرا در شرایط طبیعی، بعد از گذشت ۲٤ ساعت از زمان اسپری، شبیه‌سازی بارش روی کرت‌ها انجام گرفت (شکفته و همکاران، ۱۳۸٤). هم‌چنین دوام و شدت بارش بر اساس تحلیل باران‌نمود ایستگاه سینوپتیک بجنورد به‌ترتیب سی دقیقه و ۱/۲ میلی‌متر در دقیقه لحاظ شد.

در این پژوهش از کرت‌های کوچک مکعبی از جنس آهن و به ابعاد ۰/۵ متر با عمق ۰/۳ متر و قابل استقرار روی کرت‌های اصلی سامانه شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک دانشگاه تربیت مدرس با شیب ۲۰ درصد (متناسب با منطقه مادری خاک) استفاده شد. در هر کرت فیلتر زهکشی تحتانی به ضخامت ۱۷ سانتی‌متر و با استفاده از پوکه معدنی ایجاد گردید. هر کرت علاوه بر صفحه زهکشی در کف، مجهز به یک سرریز بوده که به‌منظور جمع‌آوری روان‌آب و رسوب از سطح کرت استفاده شده است (بهزادفر و همکاران، ۱۳۹۱).

– اندازه‌گیری هدررفت خاک و غلظت رسوب

به‌منظور تعیین روند تغییرات هدررفت خاک و رسوب خروجی از سطح مطالعاتی با افزایش مقدار پلی‌آکریل‌آمید در مدت ۳۰ دقیقه بارش، در تمام تیمارها، اقدام به نمونه‌برداری روان‌آب و رسوب در گام‌های زمانی مشخص شامل سه نمونه در هر دو دقیقه پس از شروع روان‌آب، سه

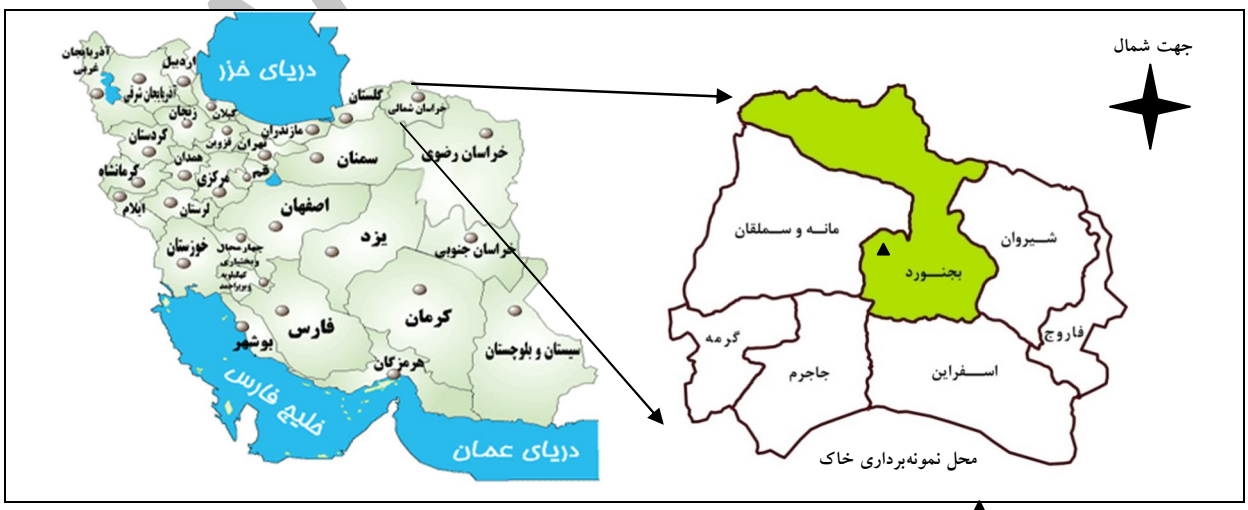
Archive of SID

www.SID.ir

نمونه در هر سه دقیقه و هر ۵ دقیقه تا انتهای بارش شد. سپس تا انتهای مدت زمان بارش طبق گام‌های زمانی ذکر شده، نمونه‌ها رأس زمان در نظر گرفته شده از خروجی سطح مطالعاتی به درون ظروف پلاستیکی جمع‌آوری شد. سپس با استفاده از استوانه مدرج مقدار روان‌آب محتوی رسوب قرائت شد. از کلیه نمونه‌ها یک نمونه یک‌نواخت از روان‌آب و رسوب خروجی به‌میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر جدا گردید. سپس به‌مدت ۲٤ ساعت درون آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد (شکفته و همکاران، ۱۳۸٤ و شهبازی و همکاران، ۱۳۸٤؛ Flanagan *et al.*, 2002). برای این کار ابتدا بشرها به‌مدت ۱۰ ساعت در آون قرار داده و بلافاصله توزین شدند (وزن اوّلیه بشر)، سپس نمونه‌ها به درون بشر انتقال یافت. پس از کسر وزن ثانویه (بشر+رسوب) از وزن اوّلیه، ابتدا میزان رسوب در ۱۰۰ میلی‌لیتر و در نهایت با تبدیل در مقدار کل روان‌آب و رسوب خروجی، مقدار کل رسوب محاسبه گردید. با توجه به تیمارها، تکرارها و گام‌های زمانی مطالعاتی در مجموع، ۲۱٦ نمونه روان‌آب و رسوب و آنالیزهای مربوطه برای آن‌ها اجرا و برداشت گردید.

-تجزیه و تحلیل آماری

پس از تشکیل بانک اطلاعاتی داده‌های حاصل از نمونه‌برداری از کرت‌ها در محیط Excel 2007 و رسم نمودارهای مورد نیاز، کلیه آنالیزهای آماری داده‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS 19 انجام شد. به‌همین منظور قبل از انجام هر گونه آنالیز آماری، نرمال بودن داده‌ها با آزمون Shapiro-Wilk به‌دلیل کم‌تر بودن تعداد داده‌های هر گروه از تیمارها از حد ۵۰ داده (Razali and Wah, 2011) ارزیابی شد. سپس داده‌های غیرنرمال، از طریق یکی از روش‌های متداول تبدیل داده (لگاریتم‌گیری، جذر و لگاریتم طبیعی) تبدیل و نرمال بودن آن‌ها مجدداً آزمون شد. هم‌چنین از آزمون همگنی واریانس Levene به‌منظور بررسی همگنی واریانس تیمارهای مختلف استفاده گردید. در نهایت اختلاف مقادیر میانگین هدررفت خاک، غلظت رسوب و مؤلفه‌های مربوط به آن‌ها در بین تیمارها در صورت نرمال بودن داده‌ها و همگن بودن واریانس‌ها با استفاده از تجزیه واریانس یک‌طرفه[1] بررسی شد. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها در صورت معنی‌دار بودن اختلاف میانگین‌ها در سطح ۵ درصد به‌روش Duncan انجام شد. در صورت عدم تأیید نرمال بودن و یا همگنی واریانس‌ها از آزمون ناپارامتریک و روش مقایسه K Independent Sample (Kruskal Wallis) استفاده گردید.



شکل ۱- موقعیت منطقه مادری خاک در ایران و استان خراسان شمالی

Archive of SID

www.SID.ir

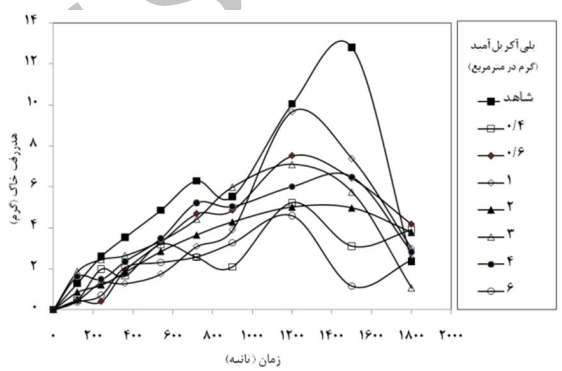
نتایج و بحث

-نتایج حاصل از اندازه‌گیری هدررفت خاک

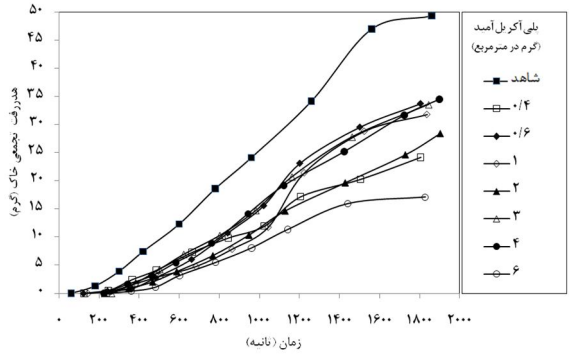
تغییرات هدررفت خاک حاصل از تیمارهای مختلف در فاصله‌های زمانی مختلف و تغییرات هدررفت تجمعی خاک حاصل از تیمارهای مختلف نسبت به زمان به‌ترتیب در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. هم‌چنین مجموع کل هدررفت خاک حاصل از تکرار تیمارهای مختلف، محاسبه و نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است. سپس با استفاده از نتایج به‌دست آمده، مقدار هدررفت خاک در گام‌های زمانی تعریف شده در روش کار، استخراج و نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱- مجموع هدررفت خاک بر حسب گرم از سطح مطالعاتی طیّ ۳۰ دقیقه بارش در تیمارهای مختلف

پلی‌آکریل‌آمید (گرم در مترمربع)	تکرار اوّل	تکرار دوّم	تکرار سوّم	انحراف معیار±میانگین
شاهد	۵۷/۶۲	۳۷/۵۷	۵۲/۷۷	۴۹/۳۲±۱۰/۴۶
۰/۴	۱۱/۵۰	۱۴/۵۴	۴۶/۴۹	۲۴/۱۸±۱۹/۳۸
۰/۶	۱۸/۱۸	۱۶/۳۵	۶۶/۵۸	۳۳/۷۱±۲۸/۴۹
۱	۸/۵۹	۲۲/۵۲	۶۴/۲۸	۳۱/۸۰±۲۸/۹۸
۲	۵/۳۴	۱۵/۹۱	۵۸/۷۰	۲۶/۶۵±۲۸/۲۵
۳	۲۲/۶۶	۲۹/۳۶	۵۱/۸۵	۳۴/۶۳±۱۵/۲۹
۴	۲۱/۷۲	۲۵/۴۹	۵۶/۲۸	۳۴/۵۰±۱۸/۹۶
۶	۴/۵۶	۱۴/۸۴	۳۴/۶۹	۱۸/۰۳±۱۵/۳۲



شکل ۲- الگوی تغییرات هدررفت خاک تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید در فاصله‌های زمانی مختلف



شکل ۳- الگوی تغییرات هدررفت تجمعی خاک حاصل از تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید نسبت به زمان

آنالیز آماری آزمون همگنی واریانس‌های نتایج هدررفت خاک به‌دست آمده از تیمارهای مختلف در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج آنالیز آماری دلالت بر معنی‌دار بودن اثر پلی‌آکریل‌آمید در میزان هدررفت خاک (P=۰/۰۴) بوده است.

نتایج مندرج در شکل‌های ۲ و ۳ نشان می‌دهد که بیش‌ترین هدررفت خاک در تیمار شاهد و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۶ گرم در مترمربع اتفاق افتاده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود در این بخش اثر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش هدررفت خاک از الگوی خاصی تبعیت نکرده است که بیانگر پیچیدگی در رفتار تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر هدررفت خاک می‌باشد.

با استفاده از نتایج به‌دست آمده از اندازه‌گیری هدررفت خاک از سطح مطالعاتی پس از کاربرد مقادیر پلی‌آکریل‌آمید مدنظر در پژوهش حاضر، مجموع هدررفت خاک در مدت ۳۰ دقیقه بارندگی و میزان هدررفت خاک در هر گام زمانی مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت (جدول‌های ۱ و ۲). نتایج مؤید کاهش میزان این متغیرها در اثر استفاده از پلی‌آکریل‌آمید نسبت به تیمار شاهد بوده است. بیش‌ترین میزان مجموع هدررفت خاک در تیمار شاهد با مقدار ۴۹/۳۲ گرم و و کم‌ترین میزان آن در تیمار ۶ گرم در مترمربع با مقدار ۱۸/۰۳ گرم به‌دست آمد. اما روند کاهش

[1] Loess Deposit
[2] One Way ANOVA

Archive of SID

www.SID.ir

هدررفت خاک از کم‌ترین سطح مصرف پلی‌آکریل‌آمید (۰/٤ گرم در مترمربع) به سمت بیش‌ترین سطح مصرف آن (٦ گرم در مترمربع) از نظم خاصی تبعیت نکرد که با یافته‌های حزباوی و همکاران (۱۳۹۱) مبنی بر عدم وجود روند خاص در مقادیر روان‌آب حاصل از کاربرد سطوح مختلف پلی‌آکریل‌آمید مطابقت دارد.

بیش‌ترین تأثیر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش هدررفت خاک در گام‌های زمانی ۱۲۰، ۲٤۰، ۳٦۰، ٥٤۰، ۷۲۰، ۹۰۰ و گام زمانی آخر به‌ترتیب متعلق به سطح مصرف ٦، ۰/٦، ۱، ۱، ٦، ۰/٤ و ۰/٤ بوده است (جدول ۲). نتایج نشان‌دهنده عمل‌کرد متفاوت پلی‌آکریل‌آمید در زمان‌های متفاوت از یک واقعه می‌باشد. این بدین معنی است که در صورتی که نیاز به کاهش میزان هدررفت خاک در زمان‌های اولیه از وقوع بارندگی باشد سطح پلی‌آکریل‌آمید متفاوت از سطح مورد استفاده در زمان‌های انتهایی یک واقعه بارندگی می‌باشد.

تحلیل نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه، دلالت بر کاهش معنی‌دار (P=۰/۰٤) مقدار هدررفت خاک تحت تأثیر پلی‌آکریل‌آمید داشت که با نتایج Wallace و همکاران (۱۹۸٦) و Zheng (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد (جدول ۳). تغییرپذیری رفتار خاک طی زمان آزمایش را می‌توان دلیلی برای تأثیرپذیری هدررفت خاک از پلی‌آکریل‌آمید تلقی نمود. هم‌چنین، نتایج آنالیز آماری حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۳۰) بین مجموع هدررفت خاک از تیمارها و هم‌چنین میزان هدررفت خاک در تمامی گام‌های زمانی بوده است که با نتایج Ai-Ping و همکاران (۲۰۱۱) در چین مبنی بر عدم تأثیر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش فرسایش و هدررفت خاک مطابقت دارد. یکی از دلایل این موضوع را می‌توان به اتصّال زنجیره مولکولی پلی‌آکریل‌آمید به ذرات خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی و نیز سرعت نفوذپذیری نسبت داد (Yu *et al.*, 2003 ؛Smith *et al.*, 1990). آنالیز آماری حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۳۰) مجموع هدررفت خاک در مدت ۳۰ دقیقه بارندگی بین تیمارها و هدررفت خاک تمامی گام‌های زمانی بوده است (جدول ۳).

جدول ۲-مقدار هدررفت خاک خروجی از سطح مطالعاتی (گرم) در گام‌های زمانی مختلف

گام‌های زمانی پس از شروع روان‌آب (ثانیه) / پلی‌آکریل‌آمید (گرم در مترمربع)	۱۲۰	۲٤۰	۳٦۰	٥٤۰	۷۲۰	۹۰۰	آخر (در ٦۰ ثانیه) *
شاهد	۱/۳۰	۲/٦۰	۳/٥٤	٤/۸٦	٦/۳۰	٥/٥۲	۱/۷٥
۰/٤	۰/٤۷	۱/۹۸	۱/٦٥	۳/۲۰	۲/٥٥	۲/۱۰	۰/۹٤
۰/٦	۰/٤٥	۰/٤۰	۱/۹۲	۳/۲۹	٤/٦۹	٤/۸٦	۱/٤۳
۱	۰/٤٥	۱/۳۱	۱/۲۸	۱/۷٥	۳/۰۹	۳/۹۰	۱/٦۳
۲	۰/۸٥	۱/۲۰	۱/۸۳	۲/۸٥	۳/٦٥	٤/۲۹	۰/۹۹
۳	۱/۸٦	۲/٤٥	۲/٦٤	۳/۳٦	٤/٤۳	٥/۹۹	۱/۲۱
٤	۱/٦۲	۱/٤۹	۲/۳٦	۳/٤۷	٥/۲۱	٥/۰٤	۱/۳٤
٦	۰/۳۹	۰/۷۰	۲/۰۷	۲/۳۲	۲/٥۹	۳/۲۷	۰/۷۱

* به‌دلیل عدم یکسان بودن مدت زمان انتهایی اندازه‌گیری غلظت رسوب برای کلیه تیمارها، به‌منظور مقایسه آماری، غلظت رسوب در گام زمانی آخر به‌صورت گرم در لیتر به‌ازای زمان یک دقیقه محاسبه شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳-نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها و تجزیه واریانس یک طرفه برای هدررفت خاک در گام‌های زمانی مختلف

متغیرها / آماره‌های توصیفی		میانگین هدررفت خاک در گام‌های زمانی مشترک	مجموع هدررفت خاک در کل مدت بارش	هدررفت خاک در گام زمانی (ثانیه) پس از شروع روان‌آب					
				۱۲۰	۲٤۰	۳٦۰	٥٤۰	۷۲۰	۹۰۰	آخر (در ٦۰ ثانیه)*
آزمون همگنی واریانس‌ها	آماره Levene	۲/۰۹	۱/۳٥	۲/٥۰	۲/۱۷	۱/۰۳	۰/۸۸	۱/۷	۲/۰۹	۱/۱۸
	سطح معنی‌داری	۰/۰٦	۰/۲۹	۰/۰٦	۰/۰۹	۰/٤٥	۰/٥٤	۰/۱۸	۰/۱	۰/۳۷
آزمون تجزیه واریانس یک طرفه	مجموع مربعات	۸۲/۹٦	۱۷۹۸/۹	۱/۹٥	۱۲/۹٤	۱۰/۱۹	۰/٥٥	۳۷/۱۳	۰/٦۸	۲/٦۸
	میانگین مربعات	۱۱/۸٥	۲٥٦/۹۹	۰/۲۸	۱/۸٥	۱/٤٦	۰/۰۸	٥/۳۰	۰/۱۰	۰/۳۸
	درجه آزادی	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷	۷
	آماره F	۲/۲۱	۰/٥٥	۱/۳۲	۰/۹۸	۰/٤۷	۰/٥٦	۰/٥٤	۰/۷۳	۰/٦٤
	سطح معنی‌داری	۰/۰٤**	۰/۷۹	۰/۳۰	۰/٤۷	۰/۸۹	۰/۷۸	۰/۷۹	۰/٦٥	۰/۷۱

* به‌دلیل عدم یکسان بودن مدت زمان انتهایی اندازه‌گیری غلظت رسوب برای کلیه تیمارها، به‌منظور مقایسه آماری، غلظت رسوب در گام زمانی آخر به‌صورت گرم در لیتر به‌ازای زمان یک دقیقه محاسبه شد.

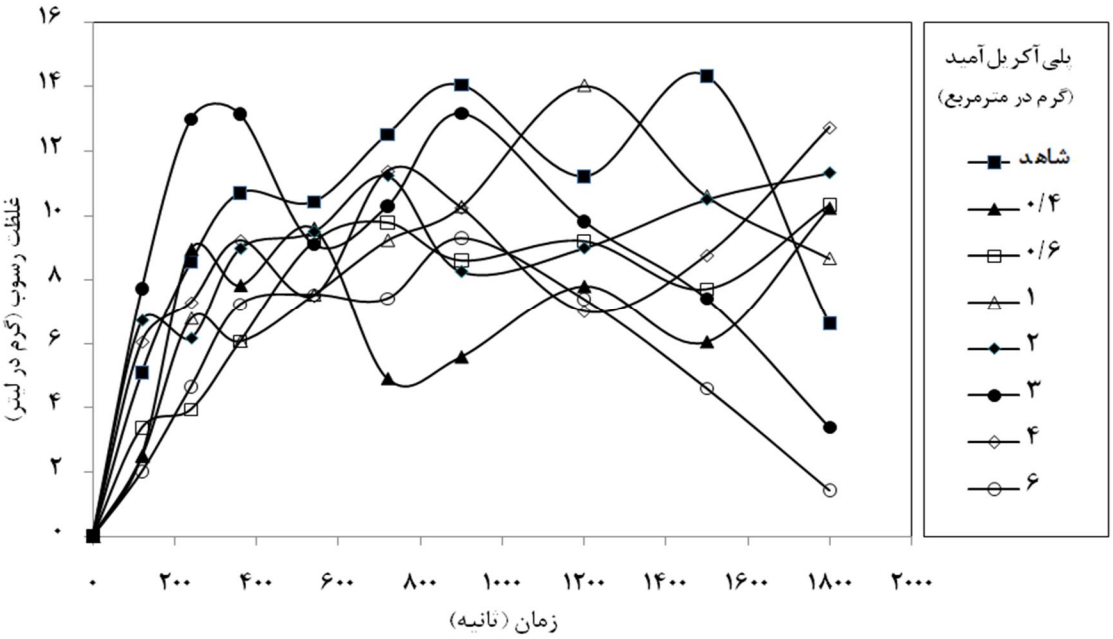
** نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

- نتایج حاصل از اندازه‌گیری غلظت رسوب

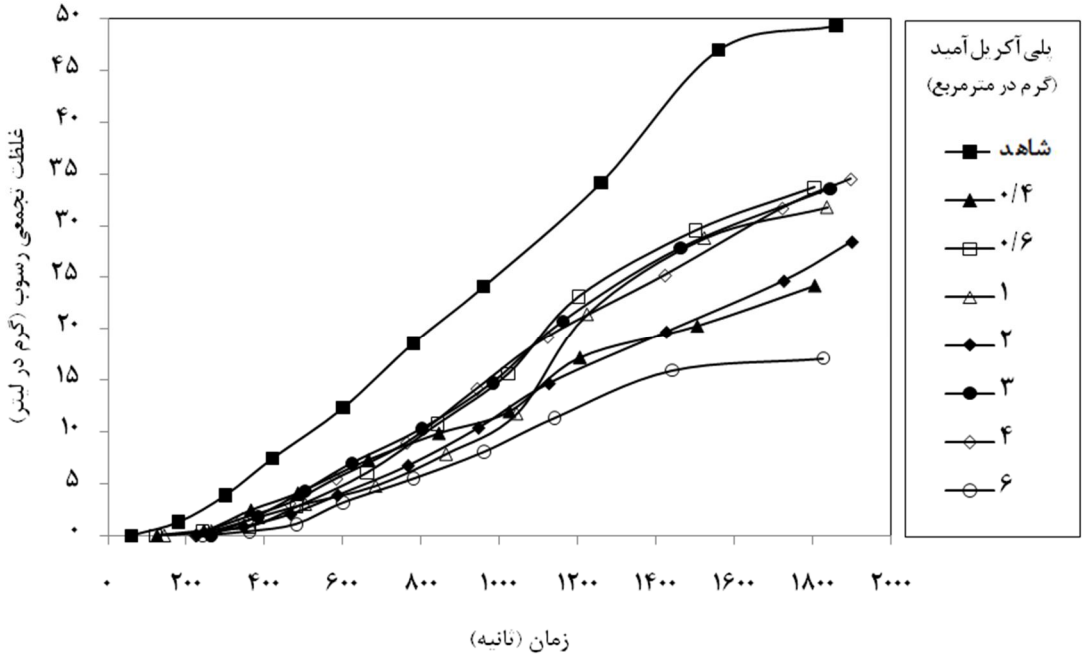
به‌منظور بررسی اثر پلی‌آکریل‌آمید بر غلظت رسوب خروجی از سطح مطالعاتی در تیمارهای مختلف، غلظت رسوب در فاصله‌های زمانی تعریف شده و غلظت رسوب متوسط در ۳۰ دقیقه بارندگی محاسبه شد. تغییرات غلظت رسوب حاصل از تیمارهای مختلف در فاصله‌های زمانی مختلف و تغییرات غلظت رسوب حاصل از تیمارهای مختلف نسبت به زمان به‌ترتیب در شکل‌های ٤ و ۵ نشان داده شده است. غلظت رسوب متوسط حاصل از تیمارهای مختلف در سه تکرار و غلظت رسوب در گام‌های زمانی تعریف شده در روش کار نیز محاسبه و در شکل ٦ ارائه شده است. آنالیز آماری آزمون همگنی واریانس‌های غلظت‌های رسوب به‌دست آمده از تیمارهای مختلف نیز در جدول ٤ ارائه شده است. به‌دلیل عدم نرمال شدن متغیر غلظت رسوب در گام‌های زمانی اول (۱۲۰ ثانیه)، چهارم (طی ۳٦۰ تا ٥٤۰ ثانیه) و ششم (طی ۷۲۰ تا ۹۰۰ ثانیه) از آزمون ناپارامتریک به‌روش Kruskal Wallis استفاده شده و نتایج مربوطه در جدول ۵ ارائه شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

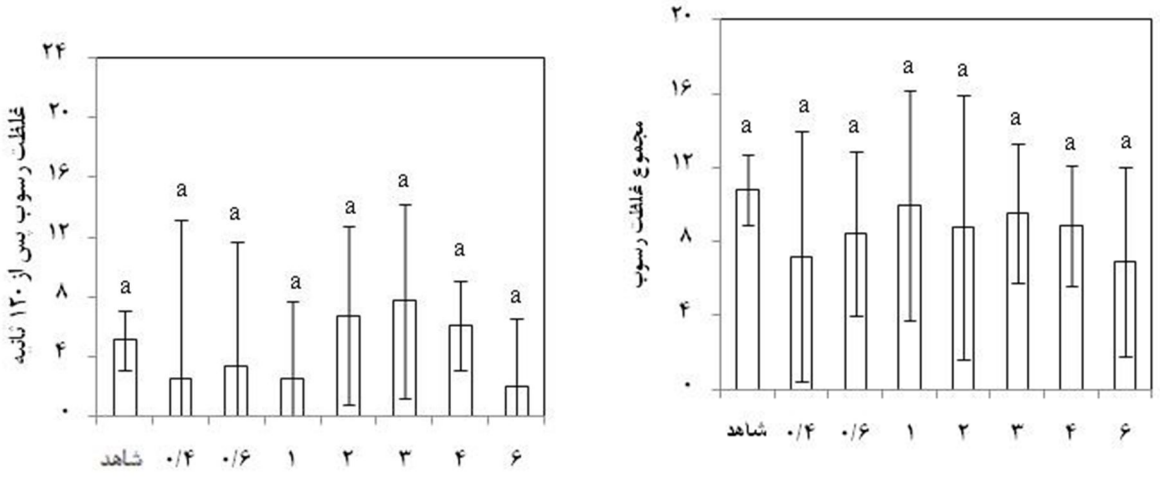


شکل ٤- الگوی تغییرات غلظت رسوب تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید

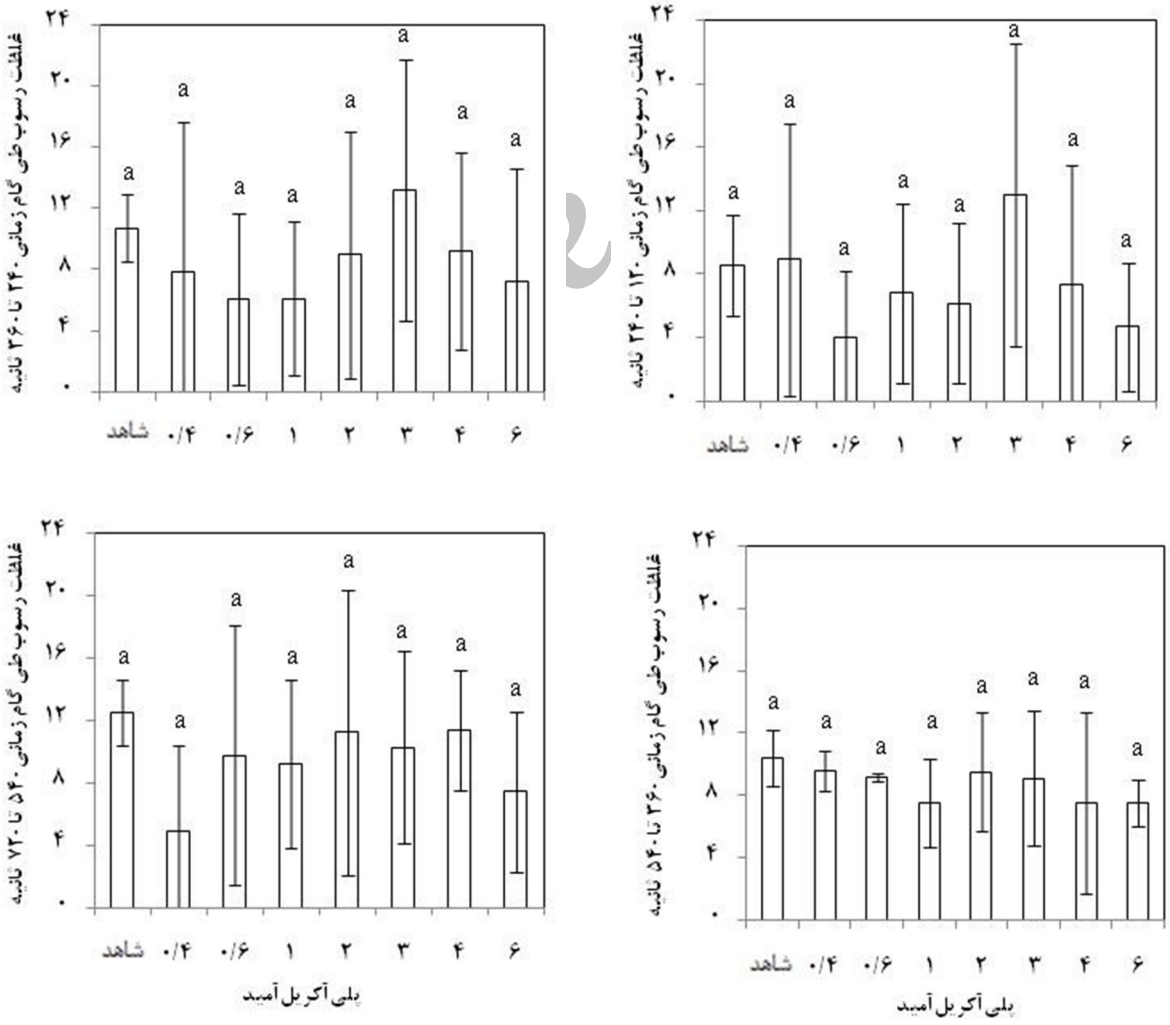


شکل ۵- الگوی تغییرات غلظت تجمعی رسوب تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید

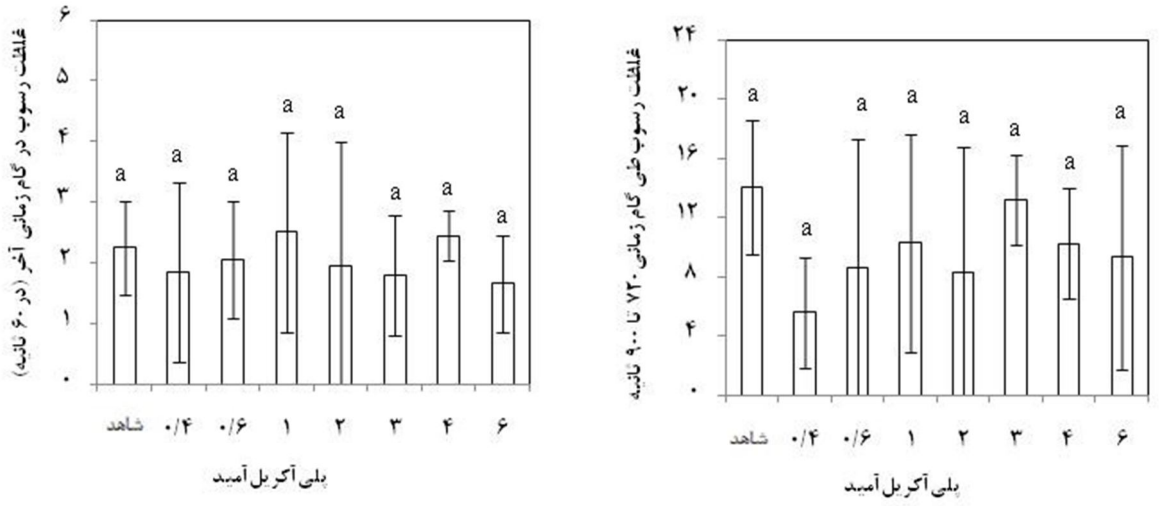
www.SID.ir



شکل ٦- تغییرات مجموع غلظت رسوب (گرم در لیتر) در تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید (گرم در متر مربع) و مقدار غلظت رسوب گام‌های زمانی مختلف



www.SID.ir



ادامه شکل ٦- تغییرات مجموع غلظت رسوب (گرم در لیتر) در تیمارهای مختلف پلی‌آکریل‌آمید (گرم در متر مربع) و مقدار غلظت رسوب گام‌های زمانی مختلف

جدول ٤-نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها و تجزیه واریانس یک طرفه برای متغیرهای اندازه‌گیری شده مربوط به غلظت رسوب

متغیرها / آماره‌های توصیفی	میانگین غلظت رسوب خروجی در گام‌های زمانی مشترک	مجموع غلظت رسوب در مدت ۳۰ دقیقه بارندگی	غلظت رسوب در گام زمانی (ثانیه) پس از شروع روان‌آب			
			۲٤۰	۳٦۰	۷۲۰	آخر (در ٦۰ ثانیه)*
نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها						
آماره Levene	۰/٤۸	۱/٤۷	۱/۱٤	۱/۵۸	۱/۹٦	۱/۸۱
سطح معنی‌داری	۰/۸۵	۰/۲۵	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۱۲	۰/۱۵
نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه						
مجموع مربعات	۱۷۳/۰٦	۳٦/۰٤	۵/۰۱	۱۲۲/٤۷	۰/٦۹	۲/۰٦
میانگین مربعات	۲٤/۷۲	۵/۱۵	۰/۷۲	۱۷/۵۰	۰/۱۰	۰/۲۹
درجه آزادی	۷	۷	۷	۷	۷	۷
آماره F	۳/٤۲	۰/۲۰	۰/۷۱	۰/۳٦	۱/۱۲	۰/۱۹
سطح معنی‌داری	۰/۰۰٤**	۰/۹۸	۰/٦۷	۰/۹۱	۰/٤۰	۰/۹۸

* به‌دلیل عدم یکسان بودن مدت زمان انتهایی اندازه‌گیری غلظت رسوب برای کلیه تیمارها، به‌منظور مقایسه آماری، غلظت رسوب در گام زمانی آخر به‌صورت گرم در لیتر به‌ازای زمان (یک دقیقه) محاسبه شد.

** نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد می‌باشد.

جدول ۵-نتایج آزمون Kruskal Wallis برای متغیرهای اندازه‌گیری شده مربوط به غلظت رسوب

آماره‌های توصیفی / متغیرها		آماره Chi-Square	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
غلظت رسوب در گام زمانی (ثانیه) پس از شروع روان‌آب	اول	۷/۳۲	۷	۰/٤۰
	چهارم	۱/۳۲	۷	۰/۹۹
	ششم	٤/۹۵	۷	۰/٦۷

Archive of SID
www.SID.ir

بر اساس نتایج مندرج در شکل‌های ٤ تا ٦ کاهش غلظت رسوب در اثر استفاده از پلی‌آکریل‌آمید مشاهده شد. اما این کاهش برای هر کدام از متغیرهای هدررفت خاک در طول دوره زمانی بارندگی (شکل ٤)، مجموع هدررفت خاک و هدررفت خاک در گام‌های زمانی مختلف به یک میزان نبوده است که برای تعیین میزان تأثیرگذاری اثر پلی‌آکریل‌آمید بر متغیرهای مذکور از تجزیه و تحلیل‌های آماری استفاده شد. بدین منظور پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها، آزمون مناسب برای هر کدام از متغیرهای مربوط به غلظت رسوب (تجزیه واریانس یک طرفه یا Kruskal wallis) انتخاب و برای تجزیه و تحلیل آماری به‌کار گرفته شد (جدول‌های ٤ و ٥).

آنالیز آماری داده‌های به‌دست آمده، اختلاف زیاد و معنی‌داری (P=۰/۰۰٤) بین غلظت رسوب حاصل از تیمارها را تأیید نمود که با نتایج Ai-Ping و همکاران (۲۰۱۱) در چین مبنی بر افزایش غلظت رسوب در اثر افزایش پلی‌آکریل‌آمید هم‌خوانی ندارد. در پژوهش حاضر کاربرد پلی‌آکریل‌آمید باعث کاهش غلظت رسوب در روان‌آب شده و به‌نوعی میزان گل‌آلودگی و انتقال خاک از کرت‌ها را کاهش داده است. این یافته‌ها با اظهارات Orts و همکاران (۱۹۹۹ و ۲۰۰۰) در رابطه با هم‌آوری ذرات خاک در اثر نیروهای کولنی[1] و واندروالسی[2] مواد افزودنی طبیعی و خاک‌های کشاورزی مطابقت دارد. در نتیجه نیروی چسبندگی ذرات خاک و مقاومت برشی خاک نیز افزایش یافته که منجر به افزایش استحکام ساختمان خاک و جلوگیری از انتقال ذرات رسوب به‌همراه روان‌آب می‌شود. در نهایت ذرات خاک جدا شده، سریعاً جذب مولکول‌های پلی‌آکریل‌آمید شده و ته‌نشین می‌شوند (Zheng, 2011). تأثیر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش غلظت رسوب در اکثر مطالعات قبلی صورت گرفته (به‌عنوان مثال Goodson ؛Sepaskhah and Bazrafshan-Jahromi, 2006 Abu-Zreig *et al.*, 2007؛*et al.*, 2006 ؛Sepaskhah and Mahdi-Hosseinabadi, 2008و Lentz and Sojka, 2009) نیز به اثبات رسیده است. هم‌چنین در اکثر منابع (به‌عنوان مثال Flanagan *et al.*, 2002؛ Yu *et al.*, 2003 و Sepaskhah and Bazrafshan-Jahromi, 2006) اثرگذاری بیش‌تر پلی‌آکریل‌آمید در کاهش غلظت رسوب و هدررفت خاک نسبت به روان‌آب گزارش شده است. علت این امر را می‌توان به‌دلیل اتصّال زنجیره مولکولی پلی‌آکریل‌آمید به ذرات خاک و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک و نیز سرعت نفوذپذیری و جلوگیری از پاشمان و جدایش ذرات خاک نسبت داد (Yu *et al.*, 2003؛ Smith *et al.*, 1990).

هم‌چنین آنالیز آماری حاکی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/٤۰) بین مقادیر میانگین غلظت متوسط رسوب در مدت ۳۰ دقیقه بارندگی بین تیمارها و غلظت رسوب در تمامی گام‌های زمانی بوده است (جدول‌های ٤ و ٥).

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع می‌توان چنین جمع‌بندی نمود که استفاده از پلی‌آکریل‌آمید در کاهش هدررفت خاک و غلظت رسوب مؤثر بوده و تأثیر مذکور از لحاظ آماری معنی‌دار بوده است (P<۰/۰٤). بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان به پیشنهاد استفاده از مقادیر پلی‌آکریل‌آمید به‌عنوان یکی از گزینه‌های موجود در حفاظت منابع آب و خاک اشاره نمود. اگرچه ضرورت مطالعه دقیق شیوه‌های مختلف مهار فرسایش خاک در یافته‌های زمانی مختلف و یا مقیاس مناسب با توجه به هدف مورد نظر از دیگر یافته‌های پژوهش حاضر است. با این‌وجود با توجه به شرایط طبیعی حاکم در منطقه مادری خاک و تأثیر احتمالی سایر عوامل از قبیل خصوصیات فیزیوگرافی، بارش و فرآیندهای فیزیکی و شیمیایی نیم‌رخ خاک بر مقدار افزودنی مورد مطالعه، تحلیل و ارزیابی دقیق و جامع‌تر تأثیر استفاده از مواد افزودنی بر مهار روان‌آب و تولید رسوب حوزه آبخیز برای ارائه جمع‌بندی‌های نهایی پیشنهاد می‌شود.

[1]Coulombic Force
[2]Van der waals Force

Archive of SID
www.SID.ir

فهرست منابع

ابراهیمی، س.، همایی، م. و واشقانی فراهانی، ا. ۱۳۸٦. تورم تناوبی پلیمرهای ابر جاذب در محیط متخلخل خاک. تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۲ (۸): ۱-۱۸.

ابراهیمی محمدی، ش.، صادقی، س.ح.ر. و چپی، ک. ۱۳۹۱. تحلیل آورد رواناب، رسوب معلق و مواد مغذی ورودی‌های مختلف به دریاچه زریوار در پایه زمانی رگبار و آب پایه. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ٦۱-۷٦.

بهزادفر، م.، صادقی، س.ح.ر.، خانجانی، م.ج. و حزباوی، ز. ۱۳۹۱. تأثیرپذیری تولید رواناب و رسوب خاک‌های تحت چرخه انجماد- ذوب در شرایط شبیه‌ساز باران. حفاظت منابع آب و خاک، ۲ (۱): ۱۳-۲۳.

حزباوی، ز.، صادقی، س.ح.ر و یونسی، ح.ا. ۱۳۹۱. تحلیل و ارزیابی تأثیرپذیری مؤلفه‌های رواناب از کاربرد سطوح مختلف پلی‌آکریل‌آمید. حفاظت منابع آب و خاک ۲ (۲): ۱-۱۳.

ربیعی، ا.، گیلانی، م. و جمشیدی، ه. ۱۳۹۰. تهیه پلی‌آکریل‌آمید آنیونی بر پایه آکریل‌آمید به‌عنوان تثبیت کننده خاک. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر، ٤ (٢٤): ۲۹۱-۳۰۰.

سهرابی، ت.، جهانجو، ب. و کشاورز، ع. ۱۳۸٤. تأثیر ماده شیمیایی پلی‌آکریل‌آمید بر تلفات خاک و نفوذ آب در خاک در روش آبیاری جویچه‌ای. تحقیقات مهندسی کشاورزی، ٦ (٢٤): ٤٦-۳۳.

شکفته، ح.، رفاهی، ح.ق. و گرجی، م. ۱۳۸٤. بررسی اثر ماده شیمیایی پلی‌آکریل‌آمید بر فرسایش و روان‌آب خاک‌ها. علوم کشاورزی ایران، ۳٦ (۱): ۱۷۷-۱۸٦.

شهبازی، ع.، سرمدیان، ف.، رفاهی، ح.ق. و گرجی، م. ۱۳۸٤. تاثیر پلی‌آکریل‌آمید بر فرسایش و روان‌آب خاک‌های شور- سدیمی. علوم کشاورزی ایران، ۳٦ (۵): ۱۱۰۳-۱۱۱۲.

شهبازی، ع.، یزدی‌پور، ع.ا. و رئوفی، ر. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر پلی‌آکریل‌آمید بر برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک و ظهور جوانه‌های کلزا در خاک مستعد تشکیل سله. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳ (۲): ۳۸-٤۵.

صادقی، س.ح.ر. ۱۳۸۹. مطالعه و اندازه‌گیری فرسایش آبی. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، ۲۰۰ ص.

عسکری، ف. ۱۳۸٦. پلی‌آکریل‌آمید. انتشارات انجمن پلیمر ایران، ۷۰ ص.

فلامکی، ا.، اسکندری، م.، بغلانی، غ. و احمدی، ا. ۱۳۹۲. مدل‌سازی بار رسوب کل رودخانه‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. حفاظت منابع آب و خاک. ۲ (۳): ۱۳-۲۵.

Abu-Zreig, M., Al-Sharif, M., and Amayreh, J. 2007. Erosion Control of Arid Land in Jordan with Two Anionic Polyacrylamides. Arid Land Research Management, 21: 315-328.

Akbarzadeh, A., Taghizadeh Mehrjardi, R., Refahi, H.G., Rouhipour, H. and Gorji M. 2009. Using Soil Binders to Control Runoff and Soil Loss in Steep Slopes under Simulated Rainfall. International Agrophysics. 23: 99-109.

Ai-Ping, W., Fa-Hu, L. and Sheng-Min, Y. 2011. Effect of Polyacrylamide Application on Runoff, Erosion, and Soil Nutrient Loss Under Simulated Rainfall. Pedosphere, 21(5): 628–638.

Ajwa, H.A., and Trout, T.J., 2006. Polyacrylamide and Water Quality Effects on Infiltration in Sandy Loam Soils. Soil Science Society of America Journal, 70: 643–650.

Awad, Y.M., Blagodatskaya, E., OK, Y.S. and Kuzeyakov, Y. 2012. Effects of Polyacrylamide, Biopolymer, and Biochar on Decomposition of Soil Organic Matter and Plant Residues as Determined by 14C and Enzyme Activities. European Journal of Soil Biology, 48: 1-10.

Chaudhari, K., and Flanagan, D.C. 1998. Polyacrylamide Effect on Sediment Yield, Runoff, and Seedling Emergence on a Steep Slope. Technical papers, American Society of Agricultural Engineers ASAE Annual International Meeting, 20 July 1998, ASAE, St. Joseph, MI.

Flanagan, D. C., Chaudhari, K. L., Norton, D. 2002. Polyacrylamide Soil Amendment Effects on Runoff and Sediment Yield on Steep Slopes: Part II. Naturall Rainfall Conditions. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers. 45 (5): 1-13.

Goodson, C.C., Schwartz, G., and Amrhein, C. 2006. Controlling Tailwater Sediment and Phosphorus Concentrations with Polyacrylamide in the Imperial Valley, California. Journal of Environmental Quality. 35:1072– 1077.

Green, V.S. and Stott, D.E. 2001. Polyacrylamide: A Review of the Use, Effectiveness, and Cost of a Soil Erosion Control Amendment. 10th International Soil Conservation Meeting, May 24-29, 1999, Purdue University and the USDA-ARS

Archive of SID

www.SID.ir

of a Loam Soil. Biosystems Engineering, 99: 598-603.

Shin, M.H., Won, C.H., Jang, J.R., Choi, Y.H., Shin, Y.C., Lim, K.J. and Choi, J.D. 2013. Effect of surface cover on the reduction of runoff and agricultural NPS pollution from upland field. Paddy Water Environment, 11: 493–501. DOI: 10.1007/s10333-012-0340-4.

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

Smith, H.J.C., Levy, G.J. and Shainberg, I. 1990. Water-Droplet Energy and Soil Amendments: Effect on Infiltration and Erosion. Soil Science Society of America Journal, 54: 1084-1087.

UNESCO, 2009. Integrated Water Resources Management Guidelines at River Basin Level. Part 1, 24p.

Wallace, A., Wallace, G.A. and Abouzamzam A.M. 1986. Effects of Excess Levels of a Polymer as a Soil Conditioner on Yields and Mineral Nutrition of Plants. Soil Science. 141: 377-379.

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 Reports: 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.

Zhang, X.C., and Miller, W.P., 1996. Polyacrylamide Effect on Infiltration and Erosion in Furrows. Soil Science Society of America Journal, 60(3): 866–872.

Zheng, M., 2011. A Technology for Enhanced Control of Erosion, Sediment and Metal Leaching at Disturbed Land Using Polyacrylamide and Magnetite Nanoparticles. A thesis submitted to the Graduate Faculty of Auburn University in partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master of Science, Auburn, Alabama August, 104 p.

National Soil Erosion Research Laboratory, 384-389.

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.

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.

Lado, M., Paz, A., and Ben-Hur M., 2004. Organic Matter and Aggregate Size Interactions in Infiltration, Seal Formation and Soil Loss. Soil Science Society of America, 68: 935-942.

Lentz, R.D. and Sojka, R.E. 2009. Long-term Polyacrylamide Formulation Effects on Soil Erosion, Water Infiltration, and Yields of Furrow-irrigated Crops. Agronomy Journal, 101: 305–314.

Orts, W.J., Glenn, G.M. and Nobes, G.A.R., 1999. Use of Natural Polymer Flocculating Agents to Control Agricultural Soil Loss. Abstracts of Papers of the American Chemical Society 217, 366- PMSE.

Orts, W.J., Sojka, R.E. and Glenn, G.M., 2000. Biopolymer Additives to Reduce Erosion-Induced Soil Losses during Irrigation. Industrial Crops and Products 11: 19-29.

Razali, N.M. and Wah, Y.B., 2011. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogrov-Smirnov, Lillifores and Anderson-Darling tests. Journal of Statistical Modeling and Analytics, 2(1): 21-33.

Peterson, J.R., Flanagan, D.C. and Tishmack J.K. 2002. PAM Application Method and Electrolyte Source Effects on Plot-Scale Runoff and Erosion. Transactions of the ASAE, 45(6): 1859-1867.

Sepaskhah, A.R. and Bazrafshan-Jahromi, A.R. 2006. Controlling Runoff and Erosion in Sloping Land with Polyacrylamide under a Rainfall Simulator. Biosystems Engineering, 93(4): 469-474.

Sepaskhah, A.R., and Mahdi-Hosseinabadi, Z. 2008. Effect of Polyacrylamide on the Erodibility Factor

Archive of SID

www.SID.ir

ISSN 2251-7480

Trend of soil loss and sediment concentration changeability due to application of polyacrylamide

Seyed Hamid Reza Sadeghi[1*], Zeinab Hazbavi[2], Habibollah Younesi[3] and Morteza Behzadfar[4]

1*) Professor, Department of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran, corresponding author email: sadeghi@modares.ac.ir
2) M.Sc. Student of Watershed Management Engineering, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran
3) Associate Professor, Department of Environment Science, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran
4) PhD Student of Watershed Management Engineering Department, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Iran

Received: 09-12-2012 Accepted: 12-06-2013

Abstract

Soil erosion control is very important to natural resources conservationists and managers. For this reason, different methods and practices have been developed and used to control soil erosion. Application of soil amendments is one of the most recent technologies in soil and water conservation. However, different aspects of its application have not comprehensively been considered. Hence, the present research intended to assess the application of polyacrylamide (PAM) as an important soil amendment on soil loss and sediment concentration. The research was conducted under simulated rainfall condition in small plots on the loess soils of Bojnourd City located in Northern Khorasan Province, Iran. Accordingly, the laboratory experiments were conducted in treatments of 0 (control), 0.4, 0.6, 1, 2, 3, 4 and 6 g m^{-2} of polyacrylamide with simulated rainfall intensity of 72 mm h^{-1} with 30 minutes duration in three replicates. The collected data on soil loss and sediment concentrations showed that polyacrylamide significantly reduced both soil loss (P=0.04) and sediment concentration (P= 0.004). The maximum sum amount of soil loss and sediment concentration were 49.32 g and 10.79 g/l, respectively, at control treatment and their minimum were 18.03 g and 6.93 g/l respectively, at 6 g/m^2 level of PAM application. Also, the results showed that the polyacrylamide had no significant effect on temporal changes of soil loss and sediment concentration during event duration (P>0.3). The results suggest that PAM, as an available amendment, can be recommended for water and soil conservation purposes.

Keywords: rainfall simulation; sediment yield; soil amendments; soil and water conservation

Archive of SID

www.SID.ir