دوره‌ی۳۴، شماره‌ی ۲، شماره‌ی پیاپی ۱۳۱، تابستان ۱۴۰۰، صفحه های ۱۳۳-۱۲۴
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2021.101952.1018

مقاله‌ی پژوهشی

پژوهش های آبخیزداری

بررسی تأثیر پلی‌اکریل‌آمید و زمان‌های تداوم بارندگی بر اندازه‌ی فرسایش پاشمانی خاک آهک‌رسی

نفیسه قزل‌سفلو
دانش‌آموخته‌ی کارشناسی‌ارشد آبخیزداری، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان
سمیه سلطانی‌گردفرامرزی
(نویسنده‌ی مسئول)* استادیار گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: ssoltani@ardakan.ac.ir
تاریخ دریافت: ۵ آبان ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: ۳۰ آذر ۱۳۹۹

چکیده
روش‌های متعددی برای مهارکردن فرسایش خاک معرفی شده‌است. یکی از جدیدترین آن‌ها در مدیریت فرسایش خاک و کاهش روان‌آب کاربرد بس‌پاره (پلیمرها) است. بس‌پارها تثبیت‌کننده‌ی خاک اند که با بهبوددادن ساختار آن باعث افزایش رشد گیاه، افزایش نگه‌داشت آب، و در نتیجه کاهش فرسایش آبی و بادی می‌شوند. در این پژوهش، تأثیر اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر متر مربع) بر مقدار فرسایش پاشمانی در سه زمان بارندگی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه با کاربرد باران‌ساز FEL۳ در آزمایشگاه روی خاک آهک‌رسی با شدت بیشینه‌ی ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت بررسی شد. نتیجه‌ها نشان داد که بین اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید در زمان های تداوم بارندگی از نظر کاهش اندازه‌ی پاشمان اختلاف معنی‌دار آماری هست. اثر برهم‌کنش مدت بارندگی و مقدار پلی‌اکریل‌آمید بر مهارکردن اندازه‌ی پاشمان اختلاف معنی‌داری نشان نداد. به‌علت فرسایش‌پذیری زیاد خاک آهک‌رسی، مقدار کم این ماده نتوانست هدررفت پاشمان را به‌خوبی مهار کند، هرچند آن‌را به مقدار کم کاهش داد. نتیجه‌های تحلیل آماری در مدت‌های مختلف بارندگی نشان داد که اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید در زمان ۱۰ دقیقه نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت، ولی در مدت ۲۰ و ۳۰ دقیقه مقدار ماده در مدیریت فرسایش نسبت به شاهد در تراز ۹۵٪ معنی‌دار بود. اندازه‌ی پاشمان با تداوم‌یافتن بارندگی افزایش، و با افزایش‌یافتن مقدار پلی‌اکریل‌آمید کاهش یافت. بیش‌ترین تأثیر در زمان ۳۰ دقیقه و مقدار ۰/۶ گرم بر متر مربع پلی‌اکریل‌آمید نسبت به شاهد یافته‌شد، که فرسایش را به‌اندازه‌ی ۲۱/۲٪ در مقایسه با شاهد کاهش داد، که از نظر آماری در تراز ۹۵٪ با آزمون دانکن معنی‌دار بود.

واژگان کلیدی: باران‌ساز FEL۳، پلی‌اکریل‌آمید، خاک آهک‌رسی، فرسایش پاشمانی، مدت بارندگی

مقدمه

فرسایش خاک به فرآیندی گفته می‌شود که در آن ذره‌های خاک از بستر اصلی خود جدا، و به‌کمک عامل انتقال-دهنده به مکانی دیگر برده می‌شـود. قطره‌های باران در هنگام برخورد به سطح خاکِ بی‌پوشـش مانند بمبی کوچک ذره‌های خاک را جابه‌جا و ساختمان خاک را تخریب می‌کند (کینل ۲۰۰۵). فرسایش خاک و روان‌آب علاوه بر افزایش‌دادن هدررفت خاک باعث کاهش‌دادن حاصل‌خیزی خاک نیز می‌شـود. اگرچه فرسایش خاک و تولید روان‌آب گریزناپذیر است، می‌توان آن‌ها را مهار کرد و از اندازه‌ی آن‌ها بسـیار کاسـت. روش‌های متعددی برای مدیریت-کردن نوع‌های فرسـایش خاک معرفی شده‌اسـت. یکی از جدیدترین آن‌ها در مهار فرسـایش خاک و کاهش روان‌آب کاربرد پلیمرها است (سلطانی گردفرامرزی و همکاران ۲۰۱۹). بس‌پارها اصلاح کننـده‌ی خاک اند و با بهبوددادن سـاختار خاک باعث افزایش رشـد گیاه، کاهش فرسـایش آبی و بادی و افزایش نگه‌داشـت آب می‌شـوند. بس‌پارهای جاذب رطوبت نوع‌های مختلف دارد و از نظر شـیمیایی در سه دسته‌ی هم‌بسپارهای (کوپلیمرهای) نشاسـته اکریـلات، پلی‌اکریل‌آمیدهـا و پلی‌وینیل‌الکل‌هـا دسته‌بندی می‌شود. پلی‌اکریل‌آمید، پلیمرهایی با وزن مولکولی زیاد اسـت که برای کاهش‌دادن فرسـایش خاک بـه‌کار برده می‌شـود. پلی‌اکریل‌آمیدهای آنیونی حلال در آب که ۱۵۰۰۰۰ تک‌پار (مونومر) برای هر مولکول دارد، در مهار فرسـایش خاک و روان‌آب به‌کار برده می‌شـود (سـوجکا و همکاران ۲۰۰۴). در مقایسـه با دیگر پلیمرها، پلی‌اکریل‌آمید بهترین اصلاح‌کننده‌ی خاک اسـت، زیرا مقدار پلی اکریل‌آمید نیازداشته برای رسیدن به نتیجه‌های مشـابه و حتا بهتـر در حفاظت خاک ۱۰ تا ۱۰۰ برابر کم‌تر است.

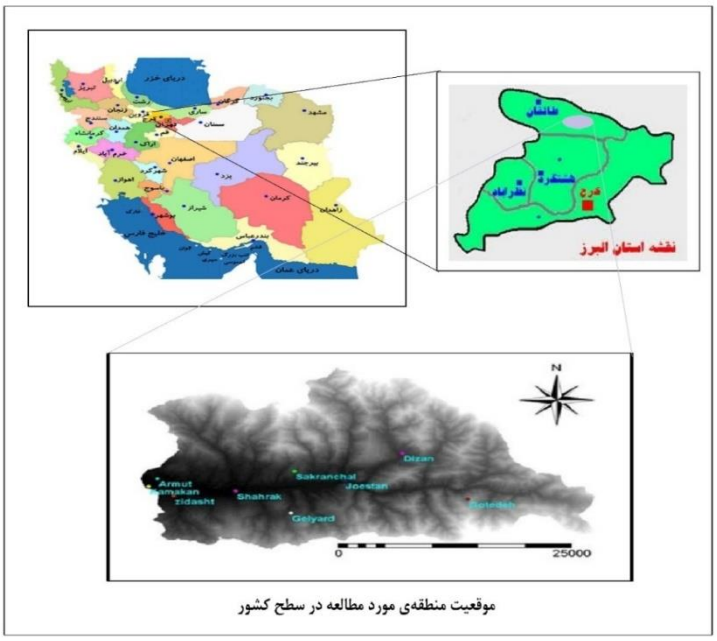
اثـر کاربـرد پلی‌اکریل‌آمید و پلـی سـاکارید در کاهش‌دادن فرسـایش و روان‌آب، و افزایش‌دادن عمل‌کـرد محصول در دو خاک میانه‌بافت لای و رسـی، با آبیاری بارانی خطی بررسی شد (بن هور ۱۹۹۴). نتیجه‌ها نشـان داد که کاربـرد ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید و ۴۰ کیلوگرم در هکتار پلی سـاکارید روی سـطح خاک، قبل از فصل آبیاری روان‌آب و فرسـایش را به‌طـور معنی‌داری کاهش داد و باعـث افزایش عمل‌کرد پنبه و سیب‌زمینی شد. زائوبین و ژانبین (۲۰۰۱) نشان دادند که خاک زئولیت‌دار ممکن اسـت نفوذ آب در خاک را ۷ تا ۲۰ ٪ در شیب ملایم و ۳۰ ٪ در شـیب‌های تند افزایش دهد. بررسی‌های آنان نشان داد که رطوبت خاک ۰/۴ تا ۱/۸٪ در شرایط بسیار خشک، و ۵ تا ۱۵ ٪ در شـرایط معمولی افزایش داشـت. سپاسخواه و بذرافشان جهرمی (۲۰۰۶) تاثیر پلی‌اکریل آمید را در شیب‌های مختلف با کاربرد باران‌سـاز با هدف مدیریت‌کردن فرسـایش و روان‌آب بررسی کردند. نتیجه های آنان نشان داد که بیش‌ترین کاهش فرسـایش با ۴ کیلوگـرم در هکتـار پلی‌اکریل‌آمید در شـیب‌های ۵ و ۷/۵ ٪، و بیش‌ترین نفوذپذیری با ۶ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید در شـیب ۲/۵ ٪ بود. سوزوگی و همکاران (۲۰۰۷) اثربخشی پلی‌اکریل‌آمید را در مدیریت هدررفت عناصر غذایی خاک بررسی کردند و نشـان دادند که پلی‌اکریل‌آمید با علف گندمی هدررفت فسفر را تا ۷۱ ٪ کاهش می‌دهد. بروغنی و همـکاران (۲۰۱۱) اثر چهار مقدار نانوزئولیت (۰، ۰/۲ ، ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر مترمربع) را بر فرسـایش و مقدار روان‌آب خاک روی سـه شیب ۷، ۹ و ۱۴ درجه با باران‌سـاز بررسی کردند. بررسی اثر کاربرد پلی‌اکریل‌آمید بر فرسـایش پاشـمانی در شدت‌های مختلف بارندگی نشـان داد که در شدت ۱۲۰ میلیمتر بر ساعت و ۴ کیلوگـرم در هکتار بیش‌ترین کاهش فرسـایش پاشـمانی مشـاهده می‌شود، به گونه‌یی که پاشـمان را تا ۴۰ ٪ نسبت به تیمار شاهد کاهش می‌دهد (بروغنی و حیاوی ۲۰۱۲). شهبازی و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌هـای مختلف پلی‌اکریل‌آمید (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ کیلوگـرم در هکتار) را در بارندگی با شـدت ۳۰ و ۴۰ میلی‌متـر در سـاعت در خاک‌هایی با بافت رس و با شـوری و قلیاییـت متفاوت آزمایش کردند. مقـدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید در همـه‌ی خاک‌ها بیش‌ترین تأثیر را در کاهش روان‌آب و رسوب داشت، به‌طوری که روان‌آب را نسبت به شاهد ۹۸ ٪، و رسـوب را نسـبت به شاهد ۸۶ ٪ کاهش داد. شکوفه و همکاران (۲۰۰۶) اثر اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید (۰ ، ۱۰ ، ۲۰ ، ۳۰ کیلوگرم در هکتار) را در سـه خاک با بافت ماسـه‌ی میانه‌بافت، میانه‌بافت، و میانه‌بافت رسی با بارندگی با شدت ۳۹ و ۷۹ میلی متر بر ساعت بررسی کردند. قربانی و همکاران (۲۰۰۹) نیز کارآیی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی را در افزایش سـرعت نفوذ آب در خاک بررسـی کردند. کاربرد پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تأثیر بهینه‌یی در افزایش سـرعت نفوذ نهایی در هر دو نوع روش برآورد صحرایی و آزمایشگاهی داشت. افراسیابی و همکاران (۲۰۱۴) تاثیر پلی‌اکریل‌آمید را بر روان‌آب، فرسـایش خاک، و نفـوذ آب در زمین‌های شـیب‌دار با کاربرد شبیه‌ساز باران بررسـی کردند. با افزایش غلظت پلی‌اکریل‌آمید در شـیب‌های مختلف، روان‌آب و فرسایش خاک کاهش یافت، و کاهش روان‌آب و فرسـایش خـاک در آبیاری دوم چندین بار بیش‌تـر از آبیاری اول بود. صادقـی و همکاران (۲۰۱۶ الف) اثر کمی پلی‌اکریل‌آمید و آکریل آمید را بر روان‌آب و هدررفت خاک در قطعه‌های آزمایشی در شـرایط آزمایشگاهی ارزیابی کردند. نتیجه‌ها خروج مقـدار زیادی از پلی‌اکریل‌آمیـد را در روان‌آب و رسـوب ثابت کرد، ولی اکریل آمید در رسـوب مشاهده نشد. صادقی و همکاران (۲۰۱۶ ب) نشان دادند که تیمارکردن خاک با پلی‌اکریل-آمید در مقابل یخزدگی و ذوب‌شدن آن تأثیر زیادی بر فرسایش پاشـمانی دارد. شنجکیانگ و دانگلی (۲۰۱۸) تاثیر هم‌زمان پوشش خرده‌سنگ و اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید را بر نفوذپذیری، روان‌آب و فرسایش خاک‌های شور سدیمی در

آزمایشـــگاه بررسی کردند. نتیجه‌ها افزایش نفوذپذیری و کاهش آن را با اندازه‌های بیش‌تر پلی‌اکریل‌آمید نشان داد.
فرســـایش پاشـــمانی شـــروع‌کننده و اولین مرحله‌ی فرسایش خـــاک اســـت. به‌دلیل اهمیت فرســـایش پاشـــمانی، که تثبیت آن باعث مدیریت شـــکل‌های دیگر فرســـایش می‌شود، و برای دســـت‌یابی به روش‌هـــای نوین و اقتصادی برای مبـــارزه با این مشکل زیســـت‌محیطی، در این پژوهش تأثیر اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمیـــد (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گـــرم در متـــر مربـــع) در مهارکردن فرســـایش پاشمانی خاک آهک‌رســـی در شدت زیاد بارندگـــی ۱۲۰ میلی متر بر ســـاعت و زمان های تداوم بارندگی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه با کاربرد باران ساز FEL3 بررسی شد.

مواد و روش ها

خصوصیت‌های خاک آزموده‌شده

خاک آزمایش از نوع آهک‌رسی از آبخیز طالقان، از زیرحوزه‌های مهم آبخیز ســـفیدرود بود (شـــکل ۱). این خاک از حساس‌ترین خاک‌ها در برابر فرسایش آبی اســـت که نفوذپذیری آن به‌دلیل نوع بافت، و گاهی داشـــتن نمک‌ها زیاد اســـت و مقاومت لازم را در برابر ضربه‌ی قطره‌های باران ندارد، و اگر در شـــرایط نامساعد باشد به سرعت می فرساید (بروغنی و همکاران۲۰۱۱). نمونه‌ی خاک از عمق ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشته و ویژگی آن مشخص کرده‌شد (جدول ۱). به‌روش آب‌سنجی دانسته شد که خاک میانه‌بافت است.



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی بررسی‌شده در ایران، استان البرز.

جدول ۱- خصوصیت‌های خاک آزمایش.

توزیع اندازه‌ی ذره‌ها (۰/۰)			بافت خاک	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	آهک (٪)	کربن آلی (۰/۰)
رس	شن	لای					
۱۸	۳۳	۴۹	میانه‌بافت	۸/۵۶	۱/۵۴	۲۰/۰۷	۰/۱۵۴

برای شبیه‌سازی‌کردن باران‌ساز مدل FEL۳ به‌کار برده شد، که صفحه‌گردان اســـت و توزیع خوبی از اندازه‌ی قطره های باران و انرژی جنبشـــی آن ایجاد می‌کند. کاسه‌های پاشمان که بر اساس طرح مورگان طراحی و ساخته شده است به‌کار برده شد، و ارتفاع آن ۲/۵ سانتی‌متر، قطر آن ۱۰ سانتی‌متر، و مســـاحت آن ۷۸/۵ ســـانتی‌متر مربع بود. در پایین کاسه حفره‌های کوچکی برای زه‌کشی آب نفوذیافته در خاک درست شـــده اســـت (مورگان ۱۹۸۷). برای جلوگیری از خارج‌شدن خاک از منفذهای کاســـه، قبل از پرکـــردن ظرف‌ها یک تکه پارچه‌ی توری در انتهای آن گذاشته‌شـــد. کاسه‌های پاشمان با نمونه‌های خاکی که هواخشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد، پر شـــد، و به‌مدت ۲۴ ساعت در کوره با دمای C^{o}

۱۰۵ گذاشته شد تا نمونه‌های خاک کاملاً خشک شود. پس از خشک‌شدن نمونه‌های خاک، وزن اولیه‌ی آن‌ها اندازه‌گرفته، و ۲۰ میلی‌لیتر پلی‌اکریل‌آمید آنیونی با غلظت‌های ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در مترمربع به‌یکنواختی به سطح نمونه‌ها افزوده شد. یک نمونه از هر خاک با اضافه‌کردن ۲۰ میلی‌لیتر آب شهری تهیه شد تا شاهد آزمایش باشد. برای هر تیمار ۳ تکرار آماده کرده، و نمونه‌ها ۲۴ ساعت در آزمایشگاه گذاشته شد. پس از واسنجی باران‌ساز و وزن‌کردن نمونه‌های خشک‌شده با کوره و تیمارکردن آن‌ها با پلی اکریل آمید، نمونه‌ها زیر باران شبیه‌سازی‌شده با شدت ۱۲۰ میلی‌متر بر ساعت در زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه گذاشته‌شد. بعد از پایان‌یافتن بارندگی، نمونه‌ها ۲۴ ساعت در کوره با دمای ۱۰۵ C^o گذاشته شد تا وزن دومین آن-ها محاسبه شود. اندازه‌ی فرسایش پاشمانی در واحد زمان و واحد سطح (نرخ فرسایش پاشمانی) با رابطه‌ی ۱ محاسبه شد (چنگ و همکاران ۲۰۰۸).

$$S = \frac{Dt2-Dt1}{(t2-t1)A} \quad (۱)$$

S: نرخ پاشمان (گرم بر دقیقه در متر مربع)، Dt۱ و Dt۲: رسوب تولیدشده میان زمان‌های t۱ و t۲ (گرم)، t۱ و t۲: زمان بارندگی (دقیقه)، A: سطح کاسه‌ی پاشمان (مترمربع).

برای تحلیل آماری داده‌ها نرم‌افزار SPSS 21 به‌کار برده‌شد. تاثیر و معنی‌داری اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید و مدت بارندگی بر مقدار فرسایش پاشمانی در بافت خاک با مقایسه‌ی میانگین‌ها با آزمون دانکن در تراز ۹۵٪، و روش تحلیل پراش یک‌طرفه، و بررسی هم‌زمان دو تیمار مختلف پلی‌اکریل‌آمید و مدت بارندگی بر اندازه‌ی فرسایش پاشمانی با تحلیل پراش دوطرفه سنجیده شد.

نتایج و بحث

نتیجه‌های تحلیل آماری اثر اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید در مهارکردن فرسایش پاشمانی در خاک آهک‌رسی با شدت بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در ساعت و زمان‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بیانگر آن است که در کاهش اندازه‌ی پاشمان تیمارهای مختلف مدت بارندگی و پلی‌اکریل‌آمید اختلاف معنی‌دار آماری در تراز ۰/۰۵ بود. اثر برهم‌کنش دو عامل اصلی مدت بارندگی و تیمار هیچ اختلاف معنی‌دار آماری را نشان نداد (جدول ۲). این نتیجه‌ها نشان می‌دهد که اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید (۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر مترمربع) در مهارکردن فرسایش پاشمانی نسبت به تیمار شاهد در زمان تداوم‌های بارندگی باعث کاهش‌یافتن فرسایش پاشمانی شد.

جدول ۲- نتیجه‌های تحلیل پراش دوطرفه بر مدت‌های بارندگی و اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید

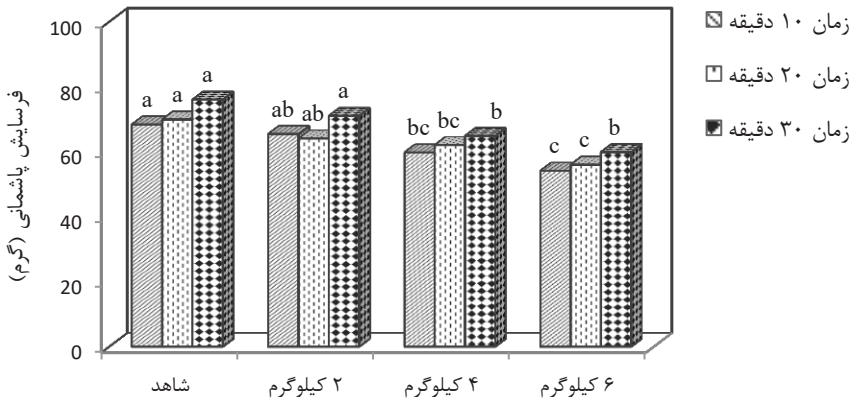
منبع تغییر	درجه‌ی آزادی	مجموع مربع‌ها	میانگین مربع‌ها	معنی‌داری
مدت بارندگی	۲	۲۴۶/۵۱۲	۱۲۳/۲۵۶	۰/۰۰۱**
تیمارهای پلی‌اکریل‌آمید	۳	۱۰۷۹/۹۵۶	۳۵۹/۹۸۵	۰/۰۰**
مدت بارندگی × تیمارها	۶	۲۲/۸۷۳	۳/۸۱۲	ns۰/۹۲۱
خطا	۲۶	۲۸۷/۷۲۳	۱۱/۹۸۸	-
ضریب تغییر	٪۲۱/۲	-	-	-

** اختلاف معنی‌دار در تراز ۹۵٪، ns: معنی‌دار نیست.

در هر سه زمان بارندگی، اندازه‌ی پاشمان بین نمونه‌ی بی پلی‌اکریل‌آمید (شاهد) با ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر مترمربع اختلاف معنی‌دار داشت (شکل ۲). نکته‌ی مهم در این جدول این است که اندازه‌ی کم این ماده (۰/۲ گرم بر متر مربع) در هر سه زمان بارندگی نسبت به تیمار شاهد کاهش زیادی نشان نداد، هرچند به اندازه‌ی کم پاشمان را مهار کرد (۴/۲۸٪، ۸/۲۷٪ و ۶/۶٪به‌ترتیب در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه). علت آن این است که فرسایش‌پذیری خاک آهک‌رسی زیاد است، و بیش‌ترین مقدار فرسایش در منطقه‌هایی است که بافت خاک آن آهک‌رسی است. از آن‌جا که با افزایش‌یافتن مقدار ماده از اندازه‌ی فرسایش پاشمانی کاسته می‌شود، برای مهارکردن فرسایش پاشمانی در خاک آهک‌رسی باید پلی‌اکریل‌آمید بیش‌تری به‌کار برده‌شود. در زمان تداوم بارندگی ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مقدار ۰/۲ با ۰/۴ گرم پلی‌اکریل‌آمید اختلاف معنی‌دار داشت، اما ۰/۲ پلی‌اکریل‌آمید با تیمار شاهد و ۰/۲ با ۰/۴ و ۰/۴ با ۰/۶ اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در زمان تداوم بارندگی ۳۰ دقیقه اندازه‌ی پاشمان در شاهد با مقدار ۰/۴ و ۰/۶ گرم برمتر مربع پلی‌اکریل‌آمید اختلاف معنی‌دار داشت، اما بین مقدار ۰/۲ گرم پلی‌اکریل‌آمید با شاهد و ۰/۴ با ۰/۶ گرم پلی‌اکریل‌آمید اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در هر سه زمان بارندگی مقدار ۰/۶ گرم بر مترمربع بیش‌ترین تأثیر را در مهارکردن فرسایش پاشمانی نسبت به اندازه‌های ۰/۲ و ۰/۴ گرم بر مترمربع داشت، به گونه‌یی که به‌اندازه‌ی

۲۱/۲۴٪ در کاهش فرسایش موثر بود، درحالی‌که اندازه‌های ۰/۲ و۰/۴ گرم بر مترمربع به‌ترتیب ۶/۴٪ و ۱۲/۸۷٪ فرسایش را کاهش داد. با افزایش‌یافتن مقدار پلی‌اکریل‌آمید در هر سه زمان بارندگی، فرسایش پاشمانی کاهش یافت. در مقایسه، با مقدار ۰/۶ گرم بر مترمربع نسبت به تیمار شاهد در هر سه زمان بارندگی، اندازه‌ی پاشمان به ترتیب ۲۰/۸٪، ۱۹/۸۹٪ و ۲۱/۲۴٪ کاهش یافت. چون پلی‌اکریل‌آمید روی خاک دانه‌ها جذب و موجب افزایش‌یافتن پایداری آن‌ها، و چسباندن ذره‌های خاک به هم می‌شود، از اثر ضربه‌ی قطره های باران جلوگیری می‌کند، و مانع پراکنده‌شدن ذره‌های خاک می‌شود، و به این‌ترتیب باعث کاهش فرسایش می شود. در نتیجه، با افزایش‌یافتن مقدار پلی‌اکریل‌آمید اندازه‌ی خاک ازدست‌رفته کاهش یافت. نتیجه‌های این پژوهش با افراسیابی و همکاران (۲۰۱۴)، شهبازی و همکاران (۲۰۰۶)، و سلطانی گردفرامرزی و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد.

برای بررسی تأثیر مدت‌های بارندگی و اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل آمید بر مدیریت اندازه‌ی پاشمان، جداگانه تحلیل پراش یک‌طرفه، و میانگین زمان‌ها به روش دانکن در تراز ۹۵٪ اطمینان انجام شد. نتیجه‌ها نشان داد که در تیمار شاهد با افزایش مدت بارندگی فرسایش پاشمانی افزایش یافت، که در شدت ۱۲۰ میلیمتر بر ساعت و زمان ۳۰ دقیقه به بیشینه (۷۶/۰۶ گرم بر دقیقه در مترمربع) رسید. واعظی و همکاران (۲۰۱۲) نیز به نتیجه های مشابه رسیدند. در ابتدای بارندگی به‌علت خشک‌بودن خاک و تأثیر اندک ضربه‌ی قطره‌های باران اندازه‌ی پاشمان کم بود، و با افزایش‌یافتن زمان بارندگی افزایش یافت.



شکل ۲- اثر تیمارهای مقدار پلی‌اکریل‌آمید و زمان بارندگی بر مقدار هدررفت پاشمان خاک. میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون نشان‌دهنده‌ی نبود اختلاف معنی دار در تراز ۹۵٪ آزمون دانکن است.

بین اندازه‌های مختلف پاشمان و مدت بارندگی در شدت بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در ساعت و زمان تداوم ۱۰ دقیقه تفاوت معنی‌داری نبود (جدول ۳). اگرچه نتیجه‌ها نشان داد که پلی‌اکریل‌آمید بر اندازه‌ی فرسایش پاشمانی تأثیر گذاشت و روند کاهشی در اندازه‌ی هدررفت پاشمان مشاهده شد، این تغییر از نظر آماری معنی‌دار نبود. مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که کاربرد اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر کاهش اندازه‌ی فرسایش پاشمانی موثر بود، و با افزایش مقدار ماده، اندازه‌ی پاشمان کاهش یافت، به گونه‌یی که بیش‌ترین کاهش پاشمان در مقدار ۰/۶گرم بر مترمربع بود، که نسبت به تیمار شاهد ۲۱٪ کاهش است.

جدول ۳- نتیجه‌های تحلیل پراش یک‌طرفه در زمان ۱۰ دقیقه.

منبع تغییر	درجه‌ی آزادی	مجموع مربع‌ها	میانگین مربع‌ها	معنی‌داری
بین تیمارها	۳	۳۵۷/۰۴۴	۱۱۹/۰۱۵	۰/۰۸^{ns}
خطا	۸	۱۱۶/۰۰۸	۱۴/۵۰۱	-
کل	۱۲	۴۶۵۳۷/۸۳۴	-	-
ضریب تغییر	٪۱۹/۶			

ns: معنی دار نیست.

بین اندازه‌های مختلف تأثیر پلی‌اکریل‌آمید بر مهارکردن پاشمان و مدت بارندگی ۲۰ دقیقه در شدت بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در ساعت تفاوت معنی‌دار آماری بود (جدول ۴). همانطور که انتظار می‌رفت و مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان می‌دهد (شکل ۲)، با افزایش تداوم بارندگی از ۱۰ دقیقه به ۲۰ دقیقه مقدار هدررفت پاشمان در تیمار شاهد افزایش یافت (از ۶۸/۴ به حدود ۷۰ گرم بر دقیقه در مترمربع). در مدت بارندگی ۲۰ دقیقه، تفاوت معنی‌داری بین مقدار ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر متر مربع پلی‌اکریل‌آمید با شاهد دیده شد، ولی اختلاف معنی‌داری بین ۰/۲ گرم بر متر مربع با شاهد و ۰/۴ گرم بر متر مربع نبود. بیش‌ترین کاهش پاشمان در این مدت بارندگی در مقدار ۰/۶گرم بر متر مربع با ۲۰٪ کاهش بود.

جدول ۴- نتیجه‌های تحلیل پراش یک‌طرفه در زمان ۲۰ دقیقه.

منبع تغییر	درجه‌ی آزادی	مجموع مربع‌ها	میانگین مربع‌ها	معنی‌داری
بین تیمارها	۳	۲۹۶/۸۳۷	۹۸/۹۴۶	۰/۰۱۱**
خطا	۸	۱۰۸/۰۸۵	۱۳/۵۱۱	-
کل	۱۲	۴۸۰۶۸/۲۰۸	-	-
ضریب تغییر	٪۲۳/۲			

** اختلاف معنی‌دار در تراز ٪۹۵.

با افزایش مدت بارندگی از ۱۰ به ۳۰ دقیقه، هدررفت پاشمان حدود ۱۱٪ در تیمارهای بی پلی‌اکریل‌آمید افزایش یافت. نتیجه‌ی بررسی آماری نشان داد که بین اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید بر اندازه‌ی پاشمان با شدت بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در ساعت با مدت بارندگی ۳۰ دقیقه تفاوت معنی‌دار هست (جدول ۵). بیش‌ترین نرخ کاهش فرسایش پاشمانی در مقدار ۰/۶ گرم بر متر مربع و زمان ۳۰ دقیقه با شدت ۱۲۰ میلی متر در ساعت بود. پلی-اکریل‌آمید و مقدار آن نقش بسیار مهمی در مدیریت تخریب خاک‌دانه‌ها و پاشمان ذره‌ها دارد، بنابراین افزایش مقدار ماده باعث کاهش اندازه‌ی پاشمان می‌شود. مقدار ۰/۶گرم بر متر مربع پلی‌اکریل‌آمید اندازه‌ی پاشمان را نسبت به شاهد ۲۱/۲٪ کاهش داد، هرچند بین مقدار ماده‌ی ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر مترمربع اختلاف معنی‌دار آماری نبود (شکل ۲). دلیل آن این است که با افزایش مدت بارندگی، پاشمان نیز افزایش می‌یابد و برای مدیریت آن در شدت بارندگی ۱۲۰ میلیمتر بر ساعت به مقدار ماده‌ی بیش‌تری از پلی‌اکریل‌آمید نیاز است.

جدول ۵- نتیجه‌های تحلیل پراش یک‌طرفه در زمان ۳۰ دقیقه.

منبع تغییر	درجه‌ی آزادی	مجموع مربع‌ها	میانگین مربع‌ها	معنی‌داری
بین تیمارها	۳	۱۴۹/۶۴۹	۴۴۸/۹۴۸	۰/۰۰۱**
خطا	۸	۶۳/۶۳۰	۷/۹۵۴	-
کل	۱۲	۵۵۹۴۲/۱۱۳	-	-
ضریب تغییر	٪۲۶/۴			

** اختلاف معنی‌دار در تراز ٪۹۵

نتیجه‌گیری

پلی‌اکریل‌آمید به‌علت داشتن وزن مولکولی زیاد نمی‌تواند به درون خاک‌دانه‌ها نفوذ کند، و روی سطح آن‌ها می ماند، و باعث می‌شود که خاک بر اثر ضربه‌ی قطره‌های باران متلاشی نشود و به فرسایش مقاوم شود. این فرآیند باعث کاهش‌یافتن فرسایش پاشمانی می‌شود. نتیجه‌های بررسی هم زمان مدت بارندگی و تأثیر پلی‌اکریل‌آمید در مهارکردن فرسایش پاشمانی ذره‌های خاک نشان داد که افزایش زمان باعث افزایش پاشمان شد، و با افزایش‌یافتن اندازه‌ی پلی‌اکریل‌آمید، اندازه‌ی فرسایش پاشمانی کاهش یافت، که با پژوهش افراسیابی و همکاران (۲۰۱۴) و سلطانی گردفرامرزی و همکاران (۲۰۱۹) همخوانی دارد. نتیجه‌های این پژوهش بیانگر آن است که در زمان بارندگی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه با کاربرد ۰/۶ گرم بر مترمربع پلی‌اکریل‌آمید، اندازه‌ی پاشمان به‌ترتیب ۲۱٪، ۲۰٪ و ۲۱/۲٪ کاهش داشت. نتیجه‌های تحلیل آماری در مدت‌های مختلف بارندگی نشان داد که اندازه‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید در زمان ۱۰ دقیقه نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت، ولی اثر مقدار ماده بر مهارکردن فرسایش در مدت ۲۰ و ۳۰ دقیقه نسبت به شاهد معنی‌دار بود.

از آن‌جا که فرسایش‌پذیری آهک‌رس‌ها زیاد است، و فرسایش پاشمانی پیش‌آیند سایر فرسایش‌ها است، و به دلیل مناسب‌بودن پلی‌اکریل‌آمید از دیدگاه هزینه نسبت به سایر اصلاح‌کننده‌های خاک، و مناسب‌بودن آن از نظر آسیب های زیست‌محیطی، و از آن‌جا که پلی‌اکریل‌آمید به آهستگی بر اثر فرآیندهای شیمیایی، زیستی، و ساختمانی (مانند سایش، یخ‌زدگی یا گدازش) در خاک تخریب می‌شود، کاربرد آن در مهارکردن فرسایش به‌خصوص فرسایش پاشمانی در خاک‌های آهک‌رسی توصیه می‌شود. پلی‌اکریل‌آمید هر ساله به مقدار تقریبی ۱۰٪ تخریب و به کربن و نیتروژن تبدیل، و باعث افزایش‌یافتن منبع‌های مغذی خاک نیز می‌شود (انتری و همکاران، ۲۰۰۸). در نتیجه، اهمیت این ماده در مدیریت‌کردن فرسایش در خاک‌های فرسایش‌پذیر مانند آهک‌رس‌ها دو چندان می‌شود.

سپاس‌گزاری

این پژوهش در پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری کشور انجام شد.

فهرست منابع

Afrasiab P, Chari M, Hashemzadeh H. 2014. The effect of polyacrylamide on runoff, erosion and water infiltration in steep land using rainfall simulator. Journal of water research in agriculture. 27(2): 281-290. (In Persian).

Ben-Hur M. 1994. Runoff, erosion, and polymer application in moving-sprinkler irrigation. Soil Science. 158(4): 283-290.

Boroghani M, Mirnia SK, Vahhabi J, Ahmadi SJ, Charkhi A. 2011. Nanozeolite synthesis and the effect of on the runoff and erosion control under rainfall simulator. Australian Journal of Basic and Applied Sciences. 5(12): 1156-1164.

Boroghani M, Hayavi F. 2012. Application of polyacrylamide for splash erosion control in marl soils. Journal of Environmental Erosion Researches. 1: 31-42. (In Persian).

Cheng Q, Cai Q, Ma W. 2008. Comparative study on rain splash erosion of representative soils in China. Chinese Geographical Science. 18(2): 155-161.

Entry JA, Sojka RE, Hicks BJ. 2008. Carbon and nitrogen stable isotope ratios can estimate anionic polyacrylamide degradation in soil. Geoderma. 145(1): 8-16.

Ghorbani H, Bahrami H, Ghafarian M, Shahab H, Talie F. 2009. Efficiency of polyacrylamide on infiltration velocity of water in soil. Journal of Iranian water and soil Researches. 39(1): 77-84. (In Persian).

Kinnell PIA. 2005. Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: a review. Hydrological processes. 19(14): 2815-2844.

Morgan RPC. 1987. Field studies of rain splash erosion. Earth surface processes. 3(3): 295-299.

Öztaş T, Özbek AK, Aksakal EL. 2002. Structural developments in soil treated with Polyvinylalcohol. International conference on sustainable land use and management. Soil science society of Turkey international symposium. 143-148.

Sadeghi SH, Hazbavi Z, Younesi H, Bahramifar N. 2016a. Trade-off between runoff and sediments from treated erosion plots and polyacrylamide and acrylamide residues. Catena 142:213-220.

Sadeghi SH, Raisi MB, Hazbavi Z. 2016b. Effects of polyacrylamide in controlling of splash erosion from a soil induced freeze-thaw cycle. Water and Soil. 29(6):1601-1611.

Sepaskhah AR, Bazrafshan-Jahromi AR. 2006. Controlling runoff and erosion in sloping land with polyacrylamide under a rainfall simulator. Biosystems Engineering. 93(4): 469-474.

Shahbazi A, Sarmadian F, Refahi H, Gorji M. 2006. Effect of polyacrylamide on soil erosion and runoff in salinity- sodic soil. Journal of Iran Agriculture sciences. 36(5): 1103-1112. (In Persian).

Shekofteh H, Refahi H, Gorji M. 2006. The Effect of polyacrylamide on soil erosion and runoff. Journal of Iran Agriculture sciences. 36(1): 177-186. (In Persian).

Shengqiang T, Dongli S. 2018. Synergistic effects of rock fragment cover and polyacrylamide application on erosion of saline-sodic soils. Catena. 171:154-165.

Sojka RE, Orts WJ, Entry JA. 2004. Soil physics and hydrology. Conditioners. 301-306.

Sozogi AA, Leib BG, Redulla CA, Stevens RG, Mathews GR, Strausz DA. 2007. Erosion control practices integrated with polyacrylamide for nutrient reduction in rill irrigation runoff, Agricultural Water Management. 91(1-3): 43-50.

Soltani-Gerdefaramarzi S, Ghezelseflue N, Boroughani M. 2019. Using polyacrylamide to control soil splash erosion in rainfalls with variable intensity and duration. Spanish journal of soil science. 9(3): 212-222.

(In Persian).

Vaezi A, Rostami A, Mohammadi M. 2012. Time changes of degradation and splash erosion in marl soils under rainfall simulator. Journal of soil researches. 25(4): 361-371.

Xiubin H, Zhanbin H. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. Resources, conservation and recycling. 34(1): 45-52.

Watershed Management Research

VOL. 35, No. 2, Ser. No: 131, Summer 2021, pp. 124 -133
DOI: 10.22092/wmej.2021.101952.1018

Research Paper

Effects of Polyacrylamide Application and Rainfall Duration on the Splash Erosion of a Marly Soil

Nafiseh Ghezelseflu
Master of Science Student, Department of Watershed Management, College of Agriculture and Natural Rresource, Ardakan University

Somayeh Soltani-Gerdefaramarzi
(Corresponding Author)* Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Collage of Agriculture and Natural Resource, Ardakan University

Corresponding Author Email: ssoltani@ardakan.ac.ir
Received: 27 October 2019 Accepted: 20 December 2020

Abstract

Several methods have been proven that control soil erosion and reduce runoff. One of these spraying newest methods is the polymers on the surface. Polymers stabilize soil, improve soil structure and increase water retention, and plant growth, as a result, reduce water and wind erosion. This study was conducted to determine the effects of different rate of Polyacrylamide PAM application, (0, 0.2, 0.4, and 0.6 gm2) on marly soil in rainfall events with different durations (10, 20 and 30 minutes) using the FEL3 rainfall simulator with the intensity of 120 mm/hr at a laboratory. The results indicated that all of the PAM levels (0, 0.2, 0.4 and 0.6 gm2) and, at the three rainfall durations (10, 20 and 30 minutes) had significant differences in decreasing splash erosion in comparison with the control treatment. However, the interaction effect of rainfall duration and PAM levels were not statistically significant. A low rate of PAM (0.2 gm2) didn't control splash erosions, however, it reduced perceptibly. There was no statistical significance at a rain duration of 10 min, however, at the durations of 20 and 30 min. There was a significant difference at 95% level in splash erosion control with the different amounts of PAM. When the duration increased from 10 to 30 minutes, the splash erosion increased. As the amount of sprayed PAM increased, the eight of the eroded material decreased. The most effect was observed at the rainfall duration of 30 min. and 0.6 gm2 PAM application respect the control rate, with this amounted to a 21.2% decrease. This reduction was statistically significant at the 95% level using with Duncan test.

Keywords: FEL3 rainfall simulator, marly soil, polyacrylamide, rainfall duration, splash erosion