اثر پلی‌اکریل‌آمید در کاهش فرسایش پاشمانی در یک نمونه خاک مارنی در شرایط آزمایشگاهی

نفیسه قزل سفلو[۱]، سمیه سلطانی گرد فرامرزی[۲]، محسن قاسمی*[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه اردکان، ۲- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، دانشجوی دکتری مهندسی آب دانشگاه صنعتی اصفهان
ghasemi1860@yahoo.com

چکیده

فرسایش پاشمانی به عنوان اولین مرحله در فرسایش خاک شناخته شده که نتیجه برخورد قطرات باران به سطح خاک و جابجایی ذرات خاک است. یکی از روش‌های مبارزه با فرسایش خاک، استفاده از پلیمرهای شیمیایی است. در این تحقیق تاثیر مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر متر مربع) بر روی مقدار فرسایش پاشمانی در سه مدت زمان بارندگی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بر روی یک نمونه خاک مارنی با شدت بارش ۶۰ میلی‌متر بر ساعت با استفاده از شبیه‌ساز باران در آزمایشگاه بررسی گردید. نتایج حاکی از آن است که بین مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی در هر سه زمان بارش از لحاظ کاهش میزان پاشمان، اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. هم چنین در شدت مورد آزمایش و در هر سه زمان بارش، مقدار ۶ کیلوگرم در هکتار پلی اکریل آمید بیش‌ترین تاثیر را در کنترل فرسایش پاشمانی داشته است به طوری که در شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت در زمان ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه به ترتیب ۵۴/۱۸، ۴۹/۳۷ و ۳۴/۳۹ درصد فرسایش پاشمانی را نسبت به تیمار شاهد کاهش داده است.

واژه های کلیدی: پلیمر، باران ساز FEL3، شدت بارندگی، مدت.

مقدمه

باران به عنوان یکی از عوامل بسیار مهم در ایجاد فرسایش خاک می باشد. سقوط قطره باران و برخورد با سطح خاک به عنوان عامل فرساینده سبب شروع حرکت ذرات خاک می شود و به عنوان اولین رویداد در فرسایش خاک؛ فرسایش پاشمانی باران است که مواردی را برای انتقال بعدی و حرکت آهسته آن فراهم می کند (کین جان و همکاران، ۲۰۰۸). یکی از روش‌های مبارزه با فرسایش خاک استفاده از تثبیت کننده‌های خاک مانند پلیمرهای شیمیایی است. در میان پلیمرهای رایج قابل استفاده و مورد مطالعه، پلی اکریل آمید آنیونی (PAM)، موثرترین نوع در کنترل تشکیل سله و کاهش فرسایش خاک و رواناب بوده و دارای طولانی ترین اثرات باقی مانده در خاک می باشد (شینبرگ و همکاران،۱۹۹۱). سزوکی و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که پلی‌اکریل‌آمید با گراس میزان هدررفت فسفر را تا ۷۱ درصدکاهش می‌دهد. آی پینگ و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند PAM محلول با آب آبیاری، رواناب، فرسایش خاک و تلفات مواد مغذی خاک را کاهش می‌دهد. آواد و همکاران (۲۰۱۲) اثر چند نوع پلیمر از جمله پلی اکریل آمید به منظور بهبودساختمان خاکدانه ها و کاهش فرسایش خاک را بررسی کردند و اظهار داشتند این ترکیب پلیمری ضمن بهبود خصوصیات خاک می تواند در دسترسی و تجزیه بقایای گیاهی نیز تاثیر مثبت داشته باشد. شین و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از شبیه ساز باران و استفاده از ۰/۲۵ گرم PAM در هر متر مربع سطح کرت و شدت بارندگی ۶۰ میلی متر در ساعت و شیب ۲۰ درصد، کاهش ۵۲/۸ درصد رواناب سطحی را گزارش کردند. بهار نادر- ال یوری (۲۰۱۵) تاثیر دو اصلاح ککنده خاک؛ گچ و پلی اکریل آمید در کاهش فرسایش خاک در خاک های شور استرالیا در خاک های لوم، لومی شنی و لومی شنی سنگی بررسی کرده است. نتایج نشان داد که پلی اکریل آمید می تواند به صورت موفقیت آمیزی اثرات مضر نمکی شدن خاک و افطایش فرسایش را کنترل کند. شایونگ و همکاران(۲۰۱۶) تاثیر استرا و پلی اکریل آمید بر پایداری اکوتون خاک؛ آب و خاک بررسی کردند. نتایج نشان داد که اضافه کردن پلی اکریل آمید و استرا پایداری و ساختار و حاصلخیزی

خاک را افزایش می دهد. نیشابوری و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی تاثیر پلی اکریل آمید و ماده آلی بر سه نمایه پایداری ساختمان در دو خاک ریز و متوسط بافت با تعداد تر و خشک شدن متفاوت پرداختند. افراسیاب و همکاران (۱۳۹۲) اثر پلی اکریل آمید بر رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب در اراضی شیب دار با استفاده از شبیه ساز باران را بررسی کردند. با توجه به اهمیت فرسایش پاشمانی که به عنوان اولین مرحله از فرسایش خاک شناخته شده است، با بررسی مطالعات انجام شده در زمینه فرسایش پاشمانی می توان اینگونه جمع بندی نمود که استفاده از پلی اکریل آمید در اهداف مختلف از جمله کاهش رواناب، فرسایش خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تاثیر پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی در خاک های مختلف و شدت های مختلف بارندگی در خاک مارن مورد توجه محققین مختلف قرار گرفته است. به همین دلیل پژوهش فعلی با هدف تاثیر مقادیر مختلف ماده پلی اکریل آمید (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در متر مربع) در کنترل فرسایش پاشمانی در شدت بارش ۶۰ میلی متر بر ساعت تحت زمان های بارش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه در خاک مارنی از منطقه طالقان به سبب وجود اطلاعات لازم با استفاده از باران ساز FEL3 انجام شد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور انجام شد. خاک موردآزمایش از نوع مارنی که متعلق به حوزه آبخیز طالقان از زیرحوزه‌های مهم حوزه آبخیز سفیدرود می‌باشد. اراضی مارنی با گسترش زیاد در نواحی زاگرس، ایران مرکزی و البرز، سطح وسیعی از کشور را به خود اختصاص داده‌اند. خاک مارنی یکی از حساس‌ترین خاکها در برابر فرسایش آبی می‌باشد که به دلیل نوع بافت و در مواردی داشتن املاح با نفوذپذیری بالا، مقاومت لازم در برابر ضربه قطرات باران را نداشته و در صورت قرارگیری در شرایط نامساعد به سرعت فرسایش می‌یابد. نمونه خاک از عمق ۱۰ سانتی‌متری سطح خاک برداشت و بافت خاک بر طبق روش هیدرومتری، لومی تعیین شد. هم چنین کربن آلی نمونه خاک ۲۰/۰۷ درصد، آهک ۰/۱۵۴ درصد، هدایت الکتریکی آن ۱/۵۴ میلی زیمنس بر سانتیمتر و اسیدیته آن ۸/۵۶ تعیین گردید. به منظور انجام آزمایش‌ها، از کاسه‌های پاشمان استفاده گردید که بر اساس کاسه‌های پاشمان مورگان طراحی و ساخته شده اند. این کاسه‌هادارای ارتفاع ۲/۵ سانتی‌متر و قطر ۱۰ سانتی متر و مساحت ۷۸/۵ سانتی متر مربع می‌باشند. در قسمت پایین کاسه حفره های کوچکی به منظور زهکشی آب نفوذ یافته در خاک تعبیه شده است (مورگان، ۱۹۷۸). سپس کاسه‌های پاشمان با نمونه‌های خاکی که از الک ۲میلی‌متر عبور کرده‌اند پر شد. پس از کالیبراسیون باران‌ساز و توزین نمونه‌ها و تیمار کردن آن‌ها با ماده‌ی پلی اکریل آمید، نمونه‌ها در زیر باران شبیه‌سازی شده با شدت ۶۰ میلی‌متر بر ساعت برای مدت های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه قرارگرفتند. بعد از اتمام بارش، نمونه‌هابرای مدت ۲۴ ساعت در آون با دمای ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد قرار داده شدند تا وزن ثانویه‌ی آن‌ها محاسبه شود. میزان فرسایش پاشمانی در واحد زمان و واحد سطح را، نرخ فرسایش پاشمانی می‌نامند و بر اساس رابطه‌ی ۱ محاسبه می‌شود (کین جان و همکاران، ۲۰۰۸).

$$S = \frac{D_{t2} - D_{t1}}{t_2 - t_1} \qquad (۱)$$

S: نرخ پاشمان بر حسب گرم بر دقیقه در مترمربع

Dt1وDt2: رسوب تولید شده در بین زمان‌هایt1 و t2 بر حسب گرم

t1وt2: زمان بارش بر حسب دقیقه

A: سطح کاسه‌ی پاشمان به مترمربع.

میزان فرسایش پاشمانی در هر نمونه بر اساس رابطه‌ی یک محاسبه، و نرخ فرسایش پاشمانی برای هر تیمار، از میانگین سه تکرار آزمون شده برای آن تیمار، بدست آمد.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از جمع‌آوری و ثبت داده‌ها در محیط نرم‌افزاری Excel برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS 21 استفاده شد. در مرحله نخست، برای تست عادی بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو ویلک استفاده شد. سپس میزان تاثیر و معنی‌داری مقادیر مختلف پلی اکریل آمید و زمان بارش بر مقدار فرسایش پاشمانی در بافت خاک مورد نظر با استفاده از مقایسه‌ی میانگین‌ها و روش آنالیز واریانس یک طرفه و بررسی همزمان مدت های بارش و تیمارهای مختلف پلی اکریل آمید بر میزان فرسایش پاشمانی با بکارگیری آنالیز واریانس دوطرفه مورد سنجش قرار گرفت. تمام محاسبات آماری در سطح اطمینان ۹۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری مقادیر مختلف پلی اکریل آمید (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶) گرم بر متر مربع در کنترل فرسایش پاشمانی با شدت بارندگی ۶۰ میلی‌متر بر ساعت بیانگر آن است که بین مقادیر مختلف پلی اکریل آمید و مدت زمان‌های بارش از لحاظ کاهش میزان پاشمان اختلاف معنی‌دار آماری در سطح یک درصد وجود دارد. همچنین تقابل دو فاکتور تیمار و مدت‌های بارندگی از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند.

تاثیر مدت بارش

در این بخش تاثیر زمان های بارش بر میزان پاشمان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج جدول (۱) نشان داد که با افزایش مدت بارش، فرسایش پاشمانی در تیمار شاهد افزایش یافته است که با مطالعات واعظی و همکاران (۱۳۹۲) و یوسفی و همکاران (۱۳۹۴) همخوانی دارد. به منظور مطالعه تاثیر هر یک از مدت های بارندگی و تاثیر مقادیر مختلف پلی اکریل آمید بر کنترل میزان پاشمان به صورت جداگانه آنالیز واریانس یک طرفه و میانگین زمان‌ها طبق روش دانکن برای شدت مورد نظر انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری مقادیر مختلف پلی اکریل آمید با شدت بارش ۶۰ میلی‌متر در ساعت و زمان های بارندگی ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه بیانگر آن است بین تیمارهای مختلف مدت بارش و پلی اکریل آمید از لحاظ کاهش میزان پاشمان اختلاف معنی دار آماری در سطح یک درصد وجود دارد. اثر متقابل دو فاکتور مدت بارش و تیمارهای (PAM) هیچ اختلاف معنی دار آماری را نشان نداد. این نتایج حاکی از آن است که مقادیر (۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶) پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی نسبت به تیمار شاهد در زمان‌های بارش مورد نظر باعث کاهش فرسایش پاشمانی شده است. رطوبت پیشین خاک در میزان تخریب خاکدانه نقش مهمی دارد. از آنجا که مقدار رطوبت خاک در زمان های مختلف طی مدت بارندگی تغییر می‌کند، بنابراین می توان انتظار داشت که میزان تخریب خاکدانه ها در زمان های مختلف بارندگی متفاوت باشد. در ابتدای بارندگی به علت خشک بودن خاک و تاثیر اندک ضربه قطرات باران، میزان پاشمان کم است و با افزایش زمان بارندگی میزان پاشمان افزایش میابد. چون تداوم بارندگی از پارامترهای مهم باران است که نقش بسیار مهمی در میزان تخریب خاکدانه ها و پاشمان ذرات دارد. همانطور که مقایسه میانگین ها (جدول ۱) نشان می دهد، در هر سه زمان بارش، میزان پاشمان بین نمونه بدون پلی اکریل آمید (شاهد) با مقدار ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر متر مربع اختلاف معنی دار وجود دارد (قرار گرفتن در گروه‌های مختلف آماری). میزان کم این ماده (۰/۲ گرم بر متر مربع) در هر سه زمان بارندگی نسبت به تیمار شاهد، کاهش چشمگیری نشان نداده هر چند به میزان کم پاشمان را کنترل کرده است (۱۳/۵۸، ۱۱/۹۷ و۶/۶۶ درصد به ترتیب در ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه). در زمان بارش ۱۰ و ۲۰ دقیقه، مقدار ۰/۲ با ۰/۴ و ۰/۶ گرم پلی اکریل آمید اختلاف معنی دار دارد اما مقدار ۰/۲ پلی اکریل آمید با تیمار شاهد اختلاف معنی داری نشان نمی دهد. در زمان بارش ۳۰ دقیقه میزان پاشمان در شاهد با مقدار ۰/۴ و ۰/۶ گرم بر متر مربع پلی اکریل آمید اختلاف معنی دار داشته است. اما بین مقدار ۰/۲ گرم پلی اکریل آمید با شاهد و ۰/۴ با ۰/۶ گرم پلی اکریل آمید اختلاف معنی داری وجود ندارد. مقدار ۰/۶ گرم بر متر مربع بیشترین تاثیر را در کنترل فرسایش پاشمانی در هر سه زمان بارش نسبت به مقادیر ۰/۲ و ۰/۴ گرم بر متر مربع داشته است به گونه ای که مقدار ۰/۶ گرم بر متر مربع به میزان ۴۵/۴۷ درصد و میزان ۰/۲ گرم بر متر مربع ۱۰/۵۷درصد و میزان ۰/۴ گرم بر متر مربع ۲۷/۳۸ درصد در کاهش فرسایش موثر بوده است. میزان پاشمان با افزایش مقدار ماده پلی اکریل آمید در هر یک از سه زمان بارش ۱۰، ۲۰ و ۳۰ دقیقه، کاهش یافته است که در مقایسه مقدار ۰/۶ گرم بر متر مربع نسبت به تیمار شاهد در هر سه زمان بارش میزان پاشمان به ترتیب ۵۴/۱۸، ۴۹/۳۷ و۳۴/۳۹ درصد کاهش

یافته است. چون پلی اکریل آمید بر روی خاکدانه‌ها جذب شده و موجب افزایش پایداری آنها و چسباندن ذرات خاک به یکدیگر می شود از اثر ضربات قطرات باران جلوگیری نموده و مانع از پراکنده شدن ذرات خاک شده بدین ترتیب باعث کاهش فرسایش می‌گردد. در نتیجه با افزایش مقدار PAM میزان خاک از دست رفته کاهش یافته است. نتایج این مطالعه با نتایج تحقیقات استاز و همکاران (۲۰۰۲)، افراسیاب و همکاران (۱۳۹۴)، و ال مورسی و همکاران (۱۹۹۱) همخوانی دارد. همانگونه که آنها نشان دادند، با افزایش مقدار PAM میزان پاشمان کاهش داشته است. در ابتدای بارندگی به علت خشک بودن خاک و تاثیر اندک ضربه قطرات باران، میزان پاشمان کم است و با افزایش زمان بارندگی میزان پاشمان افزایش می یابد. تجزیه و تحلیل آماری مقادیر مختلف تیمار شاهد در شدت ۶۰ میلی متر بر ساعت نشان داد که با افزایش مدت بارش فرسایش پاشمانی افزایش یافته است و در مدت زمان ۳۰ دقیقه به حداکثر خود (۵۳/۸۵ گرم بر دقیقه در متر مربع) رسیده است.

جدول ۱ - نتایج مقایسه میانگین کل زمان ها و تیمار های (PAM) طبق روش دانکن در شدت ۶۰ میلیمتر بر ساعت

	میانگین ± انحراف معیار			
تیمار	شاهد	(PAM) ۲کیلوگرم	(PAM) ۴کیلوگرم	(PAM) ۶ کیلوگرم
زمان ۱۰	۴۶/۲۰۶±۳/۲۱۱^{a}	۳۹/۹۳۰±۳/۲۱۱^{a}	۲۹/۸۲۶±۳/۲۱۱^{b}	۲۱/۱۷۰±۳/۲۱۱^{c}
زمان ۲۰	۵۱/۰۶۶±۲/۹۸۶^{a}	۴۴/۹۵۳±۲/۹۸۶^{a}	۳۶/۸۶۰±۲/۹۸۶^{b}	۲۶/۰۰۳±۲/۹۸۶^{c}
زمان ۳۰	۵۳/۸۵۳±۳/۷۰۳^{a}	۵۰/۲۶۳±۳/۷۰۳^{ab}	۴۳/۰۷۶±۳/۷۰۳^{bc}	۳۵/۳۳۰±۳/۷۰۳^{c}

* اعداد با حروف مشترک، بدون اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد هستند. مقایسه بین ردیف ها انجام شده است.

منابع

افراسیاب، پ، چاری، م، م، هاشم زاده وندی، ح، ۱۳۹۲. بررسی اثر پلی اکریل آمید بر رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب در اراضی شیب دار با استفاده از شبیه ساز باران،مجله پژوهش آب در کشاورزی، دوره ۲۷. ۲۵-۳۱.

خالدیان، ح.، شاهویی، ص. ۱۳۸۹.اندازه گیری فرسایش پاشمانی و رابطه آن با شدت بارندگی در استان کردستان. مجله ی پژوهش آب ایران، ۴ (۶)، ۱۹ - ۲۴.

قربانی واقعی، ح.، بهرامی، ح.، غفاریان مقرب،م. ه.، شهاب، ح. و طلیعی طبری، ف. ۱۳۸۷. کارایی پلی اکریل آمید آنیونی در افزایش سرعت نفوذ آب به خاک. مجله تحقیقات آب و خاک ایران. ۳۹ (۱): ۸۴-۷۷.

نیشابوری، م، ر. میرزاجانی، م. اوستان، ش. ۱۳۹۱. تاثیر پلی‌اکریل‌آمید و ماده آلی بر سه نمایه پایداری ساختمان در دو خاک ریز و متوسط بافت با تعداد تر و خشک شدت متفاوت. نشریه دانش آب و خاک. جلد ۲۲ شماره ۴. ۴۵-۵۲.

واعظی، ع، رستمی، ع، محمدی، م. ح. ۱۳۹۰. تغییرات زمانی فرآیندهای تخریب و پاشمان در خاک مارنی تحت باران شبیه سازی شده، مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۵، (۴)، ۱۲-۲۳.

یوسفی، ا.، فرخیان فیروزی، ا.، خلیل مقدم، ب. ۱۳۹۲. بررسی اثر شدت و مدت زمان بارش بر فرسایش پاشمانی با استفاده از دستگاه پاشمانی چند متغیره، دومین همایش ملی توسعه پایدار کشاورزی و محیط زیست سالم. ۱-۸.

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.

Bahar Nader .A. U.2015. The Effectiveness of Two Soil Amendments: Gypsum and Polyacrylamide on Soil Erosion under Saline Conditions in Australia, International Journal of Environmental Science and Development, Vol. 6, No. 5 .

Donjadee, s., and Chinnarasri, c. 2012. Effects of rainfall intensity and slope gradient on the application of vetiver grass mulch in soil and water conservation. International Journal of Sediment Research 27: 168-177.

Entry J.A. and Sojka R.E., 2008. Carbon and nitrogen Stable Isotope Rations can Estimate Anionic Polyacrylamide Degradation in Soil, Geoderma, 145: 8-16.

Fernández-Raga, M., Fraile, R., Keizer, J. J., Tiejiero, M.E.V., Castro, A., Palencia, C., Calvo, A.I., Koenders, J. and Marques, R. 2010. The kinetic energy of rain measured with an optical disdrometer: An application to splash erosion. Atmospheric Research. 96: 225–24014.

Morgan, R.P.C. 1978. Field studies of rain splash erosion. Earth surf, Processes 3(3): 295-299.

Qinjuan, C., Qiangguo, C. and Wenjun, M. 2008. Comparative study on rain splash erosion of representative soils in China, Chinese Geographical Science, 18 (2): 155-161.

Shaoyong, L.,Fangxin,.C., Huu,H.N, Wenshan. G., b, Chuanping. F, Jinan. W and Binghui .Z.2016, Effect of straw and polyacrylamide on the stability of land/water ecotone soil and the field implementation, Ecological Engineering 94.12–21

Shin, M.H., Won, C.H., Jang, J.R., Choi, Y.H., Shin, J.Y., Lim, K.J. and Choi, J.D. 2013. Effect of Surface Cover on the Reduction of Runoff and Agricultural NPS Pollution from Upland Fields. Paddy Water Environment, 11:493–501.

Sozogi A.A., Leib B.G., Redulla C.A., Stevens R.G., Mathews .G.R., Strausz D.A., 2007. Erosion control practices integrated with polyacrylamide for nutrient reduction in rill irrigation runoff, Agricultural Water Management, 9: 43-50.

The effect of polyacrylamide on decreasing splash erosion in a marl soil sample under laboratory conditions

Abstract

Splash erosion is recognized as the first stage in soil erosion process and results from the soil surface bombing by rain drops. One of the methods in soil erosion control is used chemical polymers. In this study, the effect of applying various amount of polyacrylamide (0, 0.2, 0.4 and 0.6 $g.m^2$) on quantity of splash erosion in 3 times rainfall 10, 20 and 30 minutes with rainfall intensity 60 mm/h by using of FEL3 rainfall simulator was investigated in marly soil in a laboratory. Results indicated the statistically significant differences in the effect of various treatments with PAM in intensity 60 mm/h and 3 times in reducing of splash erosion. Also rainfall with 3 times and the treatment with 6 kg/h PAM maximum effect on the splash erosion control. 60 mm/h rainfall intensity in 10, 20 and 30 minutes respectively 54.183, 49.37 and 34.39 percent decreased splash erosion in comparison with the control treatment.

Keywords: Polymer, rain simulator FEL3, rainfall intensity, duration.