

## اثر پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی در زمان‌های مختلف بارش

نفسه قزل سفلو<sup>1</sup>، مهدی بروغنی<sup>2\*</sup>، سمیه سلطانی‌گرد فرامرزی<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1396/1/27 تاریخ پذیرش: 1396/3/27

### چکیده

فرسایش پاشمانی، مرحله‌ی اولیه‌ی فرسایش آبی است که با برخورد قطرات باران به سطح خاک سبب جدا شدن ذرات خاک می‌گردد. در این تحقیق به بررسی تاثیر مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید (0، 0/2، 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع) بر روی مقدار فرسایش پاشمانی در سه مدت زمان بارندگی 10، 20 و 30 دقیقه با استفاده از باران‌ساز FEL3 در آزمایشگاه بر روی خاک ماری با شدت 120 میلی‌متر بر ساعت پرداخته شد. نتایج حاکی از آن است که بین مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید در زمان‌های مختلف بارندگی از لحاظ کاهش میزان پاشمان اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد. اثر متقابل دو فاکتور مدت بارش و مقدار پلی‌اکریل‌آمید بر کنترل میزان پاشمان اختلاف معنی‌داری در سطح 95 درصد نشان نداد. به علت فرسایش پذیری بالای خاک با بافت ماری، مقدار کم این ماده نتوانست تلفات پاشمان را به خوبی کنترل کند، هرچند آن را به میزان کم کاهش داد. نتایج تحلیل آماری در مدت‌های مختلف بارش نشان داد که مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید در زمان 10 دقیقه نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار نداشت ولی در مدت 20 و 30 دقیقه مقدار ماده در کنترل فرسایش نسبت به شاهد معنی‌دار بود. همچنین با تداوم بارندگی، میزان پاشمان افزایش یافت و با افزایش میزان پلی‌اکریل‌آمید فرسایش پاشمانی کاهش داشت، به گونه‌ای که بیش‌ترین تاثیر در زمان 30 دقیقه و مقدار 0/6 گرم بر مترمربع پلی‌اکریل‌آمید نسبت به شاهد می‌باشد که فرسایش را 21/2 درصد کاهش داد.

**واژه‌های کلیدی:** باران‌ساز، خاک ماری، فرسایش پاشمانی، مدت بارندگی، FEL3

### مقدمه

بهبود ساختار خاک باعث افزایش رشد گیاه، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش نگهداشت آب می‌شوند. پلیمرهای جاذب رطوبت انواع مختلف داشته و از نظر شیمیایی در سه دسته‌ی کولپلیمرهای نشاسته اکریلات، پلی‌اکریل‌آمیدها و پلی‌وینیل‌الکل‌ها دسته‌بندی می‌شوند. پلی‌اکریل‌آمیدها، پلیمرهایی با وزن مولکولی بالا هستند که در کاهش فرسایش خاک استفاده می‌شوند. پلی‌اکریل‌آمیدها محدوده وسیعی از وزن‌های مولکولی و اشکال متنوعی هستند که می‌توانند به آنیون، کاتیون و غیرآنیونی تبدیل شوند. پلی‌اکریل‌آمیدهای آنیونی حلال در آب که شامل 150000 مونومر برای هر مولکول، در کنترل فرسایش خاک و رواناب استفاده می‌شود (Sojka., 2004). در مقایسه با دیگر پلیمرها، پلی‌اکریل‌آمید بهترین اصلاح‌کننده خاک است زیرا مقدار پلی‌اکریل‌آمید مورد نیاز برای رسیدن به نتایج مشابه و حتی بهتر در حفاظت خاک 10 تا 100 برابر کمتر است. (بن هور به بررسی کاربرد پلی‌اکریل‌آمید و پلی‌ساکارید را در کاهش فرسایش و رواناب و افزایش عملکرد محصول در دو خاک لوم سیلتی و رسی، تحت آبیاری بارانی خطی، پرداخت. وی مشاهده نمود که استفاده از 20 کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید و 40 کیلوگرم در هکتار پلی‌ساکارید بر روی سطح خاک، قبل از فصل آبیاری رواناب و فرسایش را به طور معنی‌داری

فرسایش خاک به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا شده و به کمک یک عامل انتقال‌دهنده به مکانی دیگر حمل می‌شوند. قطرات باران در هنگام برخورد به سطح خاک بدون پوشش همانند یک بمب کوچک رفتار کرده، ذرات خاک را جابه‌جا و ساختمان خاک را تخریب می‌کنند (Kinnell., 2005). فرسایش خاک و رواناب علاوه بر افزایش هدر رفت خاک باعث کاهش حاصلخیزی خاک نیز می‌گردد. اگرچه فرسایش خاک و رواناب اجتناب‌ناپذیر هستند اما می‌توان آن‌ها را کنترل نمود و از میزان آن‌ها به طور چشمگیری کاست. روش‌های متعددی برای کنترل فرسایش خاک معرفی شده‌اند، یکی از جدیدترین روش‌های بکار رفته در کنترل فرسایش خاک و کاهش رواناب استفاده از پلیمرها می‌باشد (Khaitan et al., 2003). پلیمرها به‌عنوان بهبود دهنده‌ی خاک، با

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد مهندسی آبخیزداری، دانشگاه اردکان

2- دکتری مهندسی آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی نور، دانشگاه تربیت مدرس

3- استادیار گروه آبخیزداری دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان

\* - نویسنده مسئول: (Email: mboroghani@yahoo.com)

کاهش داده و عملکرد پنبه و سیب زمینی را افزایش می‌دهد (Ben-Hur., 1994).

ژیوبین و ژانین مشخص نمودند که خاک دارای زئولیت می‌تواند نفوذ آب در خاک را بین 7 تا 20 درصد در شیب ملایم و 30 درصد در شیب‌های تند افزایش دهد. همچنین بررسی‌های محققان یاد شده نشان می‌دهد که رطوبت خاک، 0/4 تا 1/8 درصد در شرایط بسیار خشک و بین 5 تا 15 درصد در شرایط معمولی افزایش داشته است (Xiubin and Zhandin., 2001). سپاس‌خواه و جهرمی طی تحقیقی پلی‌اکریل‌آمید را تحت شیب‌های مختلف و با استفاده از باران‌ساز با هدف کنترل فرسایش و رواناب مورد استفاده قرار دادند. نتایج نشان داد که مقدار 4 کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید در شیب‌های 5 و 7/5 درصد بیش‌ترین کاهش فرسایش را داشته است و مقدار 6 کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید بیش‌ترین نفوذپذیری را در شیب 2/5 درصد داشته است (Sepaskhah and Bazrafshan- Jahromi., 2006). سوزگی و همکاران اثر بخشی پلی‌اکریل‌آمید را در کنترل هدررفت عناصر غذایی خاک مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که پلی‌اکریل‌آمید با گراس میزان هدررفت فسفر را تا 71 درصد کاهش می‌دهد (Sozogi et al., 2007). بروغنی و همکاران اثر چهار مقدار نانوزئولیت (0، 0/2، 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع) را بر فرسایش و مقدار رواناب خاک بر روی سه شیب 7، 9 و 14 درجه توسط باران‌ساز بررسی کردند (Boroghani et al., 2010). آواد و همکاران اثر چند نوع پلیمر از جمله پلی‌اکریل‌آمید به منظور بهبود ساختمان خاکدانه‌ها و کاهش فرسایش خاک را بررسی کردند و اظهار داشتند این ترکیب پلیمری ضمن بهبود خصوصیات خاک می‌تواند در دسترسی و تجزیه بقایای گیاهی نیز تاثیر مثبت داشته باشد (Awad et al., 2012). شین و همکاران با استفاده از شبیه‌ساز باران و استفاده از 0/25 گرم PAM در هر مترمربع سطح کرت و شدت بارندگی 60 میلی‌متر در ساعت و شیب 20 درصد، کاهش 52/8 درصد رواناب سطحی را گزارش کردند (Shin et al., 2013). بروغنی و همکاران (1390) طی تحقیقی به بررسی اثرپذیری کاربرد پلی‌اکریل‌آمید بر فرسایش پاشمانی در شدت‌های مختلف بارش پرداختند. نتایج حاکی از آن بود که در شدت 120 میلی‌متر بر ساعت و مقدار 4 کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین کاهش فرسایش پاشمانی مشاهده گردید به گونه‌ای که تا 40 درصد نسبت به تیمار شاهد پاشمان را کاهش داد. شهبازی و همکاران (1384) به بررسی مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید (0، 10، 20، 30 کیلوگرم در هکتار) در بارندگی با شدت 30 و 40 میلی‌متر در ساعت در خاک‌هایی با بافت رس و دارای شوری و قلیابیت متفاوت پرداختند. نتایج نشان داد که مقدار 30 کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید در تمام خاک‌ها بیش‌ترین تاثیر را در کاهش روان آب و رسوب دارد، به طوری که روان آب را نسبت به شاهد 98 درصد و رسوب را نسبت به شاهد 86 درصد کاهش داد.

شکفته و همکاران (1384) طی تحقیقی به بررسی اثر مقادیر مختلف پلی‌اکریل‌آمید (0، 10، 20، 30 کیلوگرم در هکتار) در سه خاک با بافت ماسه لومی، لوم و لومرسی با بارندگی با شدت 39 و 79 میلی‌متر بر ساعت پرداختند. قربانی واقعی و همکاران (1387) طی تحقیقی به بررسی کارایی پلی‌اکریل‌آمید آبیونی در افزایش سرعت نفوذ آب در خاک پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که استفاده از پلی‌اکریل-آمید آبیونی در غلظت 10 میلی‌گرم بر کیلوگرم تاثیر بهینه‌ای در افزایش سرعت نفوذ نهایی در هر دو نوع روش برآورد صحرائی و آزمایشگاهی داشته است. افراسیاب و همکاران (1392) به بررسی اثر پلی‌اکریل‌آمید بر رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب در اراضی شیب‌دار با استفاده از شبیه‌ساز باران پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت پلی‌اکریل‌آمید در شیب‌های مختلف، رواناب و فرسایش خاک کاهش می‌یابد و این کاهش رواناب و فرسایش خاک در آبیاری دوم به مراتب بیش‌تر از آبیاری اول است. حزباوی و همکاران (1390) به ضرورت استفاده از پلیمرها در مدیریت منابع آب و خاک پرداختند. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در سطح 1 درصد بین تیمار شاهد و غلظت 4 گرم بر مترمربع پلیمر در مهار رواناب و رسوب خروجی بوده است.

فرسایش پاشمانی به‌عنوان شروع‌کننده و اولین مرحله فرسایش خاک می‌باشد. با توجه به اهمیت فرسایش پاشمانی به‌عنوان اولین مرحله از فرسایش خاک که تثبیت آن باعث کنترل انواع دیگر فرسایش می‌شود و همچنین به منظور دستیابی به روش‌های نوین و اقتصادی برای مبارزه با این چالش زیست محیطی تحقیقات گسترده‌ای صورت گرفته است. تاکنون درباره روند زمانی تاثیر پلی‌اکریل‌آمید در کنترل میزان فرسایش پاشمانی تحقیق جامعی صورت نگرفته است. در این تحقیق به بررسی تاثیر مقادیر مختلف ماده پلی‌اکریل-آمید (0، 0/2، 0/4 و 0/6 گرم در مترمربع) در کنترل فرسایش پاشمانی خاک با بافت ماری در شدت بارش 120 میلی‌متر بر ساعت و زمان‌های بارش 10، 20 و 30 دقیقه با استفاده از باران‌ساز FEL3 پرداخته می‌شود. همان‌طور که بررسی منابع نشان داد تاکنون تاثیر پلی‌اکریل‌آمید در فرسایش پاشمانی تحت تداوم بارندگی بررسی نگردیده که این مهم در این تحقیق در نظر گرفته شد.

## مواد و روش‌ها

### خصوصیات خاک مورد آزمایش

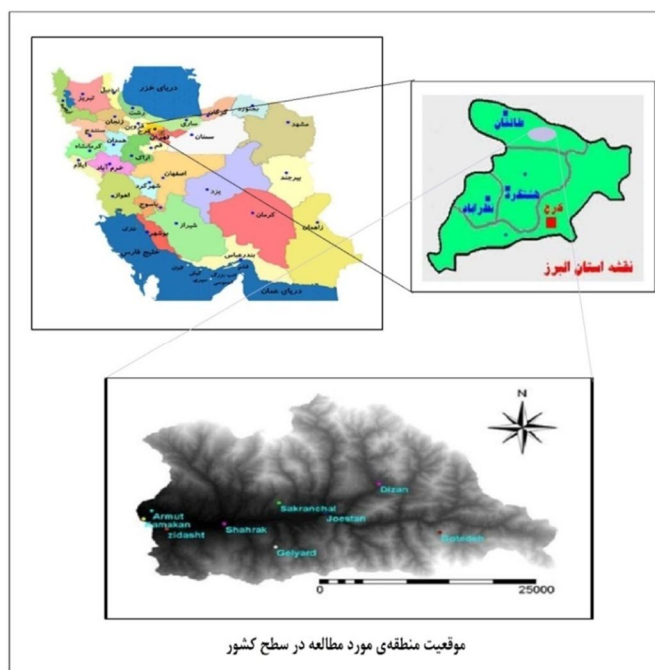
این مطالعه در پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور انجام شد. خاک مورد آزمایش از نوع بافت ماری که متعلق به حوزه آبخیز طالقان از زیر حوزه‌های مهم حوزه آبخیز سفیدرود می‌باشد. خاک ماری یکی از حساس‌ترین خاک‌ها در برابر فرسایش آبی می‌باشد که

خاک برداشت گردید و خصوصیات آن در آزمایشگاه خاک پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور تعیین شد (جدول 1). بافت خاک طبق روش هیدرومتری لومی تعیین شد. موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل 1 نشان داده شده است.

به دلیل نوع بافت و در مواردی داشتن اصلاح با نفوذپذیری بالا، مقاومت لازم در برابر ضربه قطرات باران را نداشته و در صورت قرارگیری در شرایط نامساعد به سرعت فرسایش می‌یابد (تمرتاش و همکاران، 1386). نمونه خاک سطحی از عمق 10 سانتی‌متری سطح

جدول 1- خصوصیات خاک مورد آزمایش

کربن آلی (0/0)	آهک (درصد)	هدایت الکتریکی (dS/m)	اسیدیتته	توزیع اندازه ذرات (0/0)		
				لای	شن	رس
20/07	0/154	1/54	8/56	49	33	18



شکل 1- موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران، استان البرز

24 ساعت در آن با دمای 105 درجه‌ی سانتی‌گراد گذاشته شدند تا نمونه‌های خاک کامل خشک شوند. پس از خشک شدن نمونه‌های خاک، وزن اولیه‌ی آن‌ها اندازه‌گیری و 20 میلی‌لیتر پلی‌اکریل‌آمید آنیونی باغلظت‌های 0/2، 0/4 و 0/6 گرم در مترمربع تهیه شده بود به‌طور یکنواخت به سطح نمونه‌ها اضافه گردید. یک نمونه از هر کدام از خاک‌ها نیز به‌عنوان شاهد با اضافه کردن 20 میلی‌لیتر آب شهری تهیه شد. برای هر تیمار 3 تکرار آماده گردید و نمونه‌ها برای مدت 24 ساعت در محیط آزمایشگاه قرار گرفت.

#### اجرای آزمایشات

پس از کالیبراسیون باران‌ساز و توزین نمونه‌های خشک شده با آن و تیمار کردن آن‌ها با ماده‌ی پلی‌اکریل‌آمید، نمونه‌ها در زیر باران شبیه‌سازی شده با شدت 120 میلی‌متر بر ساعت برای مدت‌های

آماده‌سازی نمونه‌ها جهت انجام آزمایشات شبیه‌سازی باران برای انجام شبیه‌سازی باران، از باران‌ساز مدل FEL3 پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری استفاده گردید. این مدل یک باران‌ساز صفحه گردان است که توزیع خوبی از اندازه‌ی قطرات باران و انرژی جنبشی حاصل از آن را ایجاد می‌کند. به منظور انجام آزمایشات از کاسه‌های پاشمان استفاده گردید که بر اساس کاسه‌های پاشمان مورگان طراحی و ساخته شده‌اند و دارای ارتفاع 2/5 سانتی‌متر و قطر 10 سانتی‌متر و مساحت 78/5 سانتی‌متر مربع می‌باشند. در قسمت پایین کاسه حفره‌های کوچکی به منظور زهکشی آب نفوذ یافته در خاک تعبیه شده است (Morgan., 1987). جهت جلوگیری از خارج شدن خاک از منافذ کاسه، قبل از پر کردن ظروف یک تکه گاز در انتهای آن قرار داده شد. سپس کاسه‌های پاشمان با نمونه‌های خاکی که هوا خشک و از الک 2 میلی‌متر عبور کرده‌اند پر شد و برای مدت

سنجش قرار گرفت. تمام محاسبات آماری در سطح اطمینان 95% انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری مقادیر مختلف پلی-اکریل آمید (0، 0/2، 0/4 و 0/6) در کنترل فرسایش پاشمانی در خاک با بافت ماری با شدت بارندگی 120 میلی متر در ساعت و زمان های 10، 20 و 30 دقیقه بیانگر آن است که بین تیمارهای مختلف مدت بارش و پلی اکریل آمید (PAM) از لحاظ کاهش میزان پاشمان اختلاف معنی دار آماری در سطح 0/05 وجود دارد. همچنین اثر متقابل دو فاکتور اصلی مدت بارش و تیمار هیچ اختلاف معنی دار آماری را نشان نمی دهد (جدول 2). این نتایج حاکی از آن است که مقادیر مختلف پلی اکریل آمید (0/2، 0/4 و 0/6) در کنترل فرسایش پاشمانی نسبت به تیمار شاهد در زمان های بارش مورد نظر باعث کاهش فرسایش پاشمانی شده است.

10، 20 و 30 دقیقه قرار گرفتند. بعد از اتمام بارش، نمونه ها برای مدت 24 ساعت در آون با دمای 105 درجه ی سانتی گراد قرار داده شدند تا وزن ثانویه ی آن ها محاسبه شد. میزان فرسایش پاشمانی در واحد زمان و واحد سطح را، نرخ فرسایش پاشمانی می نامند و بر اساس رابطه ی 1 محاسبه می شود (Qinjuan et al., 2008).

$$S = \frac{Dt_2 - Dt_1}{(t_2 - t_1)A} \quad (1)$$

S = نرخ پاشمان بر حسب گرم بر دقیقه در مترمربع

$D_{t_2}$  و  $D_{t_1}$  = رسوب تولید شده در بین زمان های  $t_1$  و  $t_2$  بر حسب

گرم

$t_1$  و  $t_2$  = زمان بارش بر حسب دقیقه

A = سطح کاسه ی پاشمان به مترمربع.

برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS 21 استفاده شد. میزان تاثیر و معنی داری مقادیر مختلف پلی اکریل آمید و مدت بارش بر مقدار فرسایش پاشمانی در بافت خاک مورد نظر با استفاده از مقایسه ی میانگین ها و روش آنالیز واریانس یک طرفه و بررسی هم زمان دو فاکتور تیمارهای مختلف پلی اکریل آمید و مدت بارش بر میزان فرسایش پاشمانی با بکارگیری آنالیز واریانس دو طرفه مورد

جدول 2- نتایج آنالیز واریانس دو طرفه روی دو فاکتور مدت های بارندگی و مقادیر مختلف (PAM)

مقدار F	سطح معنی داری	میانگین مربعات	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات	منابع تغییرات
10/281	0/001**	123/256	2	246/512	مدت بارش
30/028	0/00**	359/985	3	1079/956	تیمارهای (PAM)
0/318	0/921 <sup>ns</sup>	3/812	6	22/873	مدت بارش × تیمارها
-	-	11/988	26	287/723	خطا

\*\* دارای اختلاف معنی دار در سطح 95 درصد

<sup>ns</sup>: فاقد سطح معنی داری

پلی اکریل آمید با تیمار شاهد و 0/2 با 0/4 و 0/4 با 0/6 اختلاف معنی داری نشان نمی دهد. در زمان بارش 30 دقیقه میزان پاشمان در شاهد با مقدار 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع پلی اکریل آمید اختلاف معنی دار داشته است اما بین مقدار 0/2 گرم پلی اکریل آمید با شاهد و 0/4 با 0/6 گرم پلی اکریل آمید اختلاف معنی داری وجود ندارد. در هر سه زمان بارش مقدار 0/6 گرم بر مترمربع بیش ترین تاثیر را در کنترل فرسایش پاشمانی نسبت به مقادیر 0/2 و 0/4 گرم بر مترمربع داشته به گونه ای که به میزان 21/2 درصد در کاهش فرسایش موثر بوده است. این در حالی است که مقادیر 0/2 و 0/4 گرم بر مترمربع به ترتیب 6/6 و 14/7 درصد فرسایش را کاهش داده اند. با افزایش مقدار ماده پلی اکریل آمید در هریک از سه زمان بارش 10، 20 و 30 دقیقه، فرسایش پاشمانی کاهش یافته که در مقایسه مقدار 0/6 گرم بر مترمربع نسبت به تیمار شاهد در هر سه زمان بارش میزان پاشمان به ترتیب 21، 20 و 21/2 درصد کاهش یافته است. چون پلی اکریل آمید

همانطور که مقایسه میانگین ها (جدول 3) نشان می دهد، در هر سه زمان بارش، میزان پاشمان بین نمونه بدون پلی اکریل آمید (شاهد) با مقدار 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع اختلاف معنی دار وجود دارد. نکته قابل توجه در این جدول این است که میزان کم این ماده (0/2 گرم بر مترمربع) در هر سه زمان بارندگی نسبت به تیمار شاهد، کاهش چشمگیری نشان نداد هر چند به میزان کم پاشمان را کنترل کرده است (%4/3، %8/3 و %6/6 به ترتیب در 10، 20 و 30 دقیقه). علت آن این است که خاک با بافت ماری دارای فرسایش پذیری بالایی است و مناطقی که دارای بافت ماری می باشد بیش ترین مقدار فرسایش را دارند. با توجه به اینکه با افزایش مقدار پلی اکریل آمید از میزان فرسایش پاشمانی کاسته می شود، در نتیجه برای کنترل فرسایش پاشمانی در خاک با بافت ماری بایستی مقادیر بیشتری پلی اکریل آمید استفاده شود. در زمان بارش 10 و 20 دقیقه، مقدار 0/2 با 0/4 گرم پلی اکریل آمید اختلاف معنی دار دارد اما مقدار 0/2

تحقیقات استاز و همکاران (2000)، بروغنی و حیاوی (1390)، افراسیاب و همکاران (1392)، شهبازی و همکاران (1384) و ال موری و همکاران (1390) هم‌خوانی دارد همان‌گونه که آن‌ها نشان دادند، با افزایش مقدار PAM میزان پاشمان کاهش داشت.

بر روی خاک‌دانه‌ها جذب شده و موجب افزایش پایداری آن‌ها و چسباندن ذرات خاک به یکدیگر می‌شود 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

جدول 3- نتایج مقایسه میانگین پاشمان در کل زمان‌ها و تیمارهای (پلی اکریل آمید) طبق روش دانکن

میانگین (گرم بر دقیقه در مترمربع) ± انحراف معیار				
تیمار	شاهد	(پلی اکریل آمید) 0/2 گرم	(پلی اکریل آمید) 0/4 گرم	(پلی اکریل آمید) 0/6 گرم
زمان 10	68/39±3/109 <sup>a</sup>	65/46±3/109 <sup>ab</sup>	59/83±3/109 <sup>bc</sup>	54/16±3/109 <sup>c</sup>
زمان 20	69/91±3/001 <sup>a</sup>	64/13±3/001 <sup>ab</sup>	62/06±3/001 <sup>bc</sup>	56±3/001 <sup>c</sup>
زمان 30	76/06±2/302 <sup>a</sup>	71/04±2/302 <sup>a</sup>	64/86±2/302 <sup>b</sup>	59/90±2/302 <sup>b</sup>

\* اعداد با حروف مشترک، فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح 95٪ هستند.

### تأثیر مدت بارش

در این بخش به منظور مطالعه تأثیر هر یک از مدت‌های بارش و تأثیر مقادیر مختلف پلی اکریل آمید بر کنترل میزان پاشمان به صورت جداگانه آنالیز واریانس یک طرفه و میانگین زمان‌ها طبق روش دانکن (جدول 3) انجام شد و تأثیر زمان‌های بارش مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در تیمار شاهد با افزایش مدت بارش فرسایش پاشمانی افزایش یافته که در شدت 120 میلی‌متر بر ساعت و مدت زمان 30 دقیقه به حداکثر خود (76/06 گرم بر دقیقه در مترمربع) رسیده است. واعظی و همکاران (1390) نیز به نتایج مشابه رسیدند. در ابتدای بارندگی به علت خشک بودن خاک و تأثیر اندک ضربه قطرات باران، میزان پاشمان کم است و با افزایش زمان بارندگی میزان پاشمان افزایش می‌یابد.

### مدت زمان 10 دقیقه

تجزیه و تحلیل آماری مقادیر مختلف پلی اکریل آمید و تأثیر آن بر میزان کاهش فرسایش پاشمانی در خاک با بافت مازنی با شدت بارندگی 120 میلی‌متر در ساعت و زمان 10 دقیقه بیان‌گر آن است که بین مقادیر مختلف پاشمان و مدت بارندگی در شدت مورد نظر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول 4). هرچند براساس جدول 3 ماده پلی اکریل آمید بر میزان فرسایش پاشمانی تأثیر گذاشته و روند کاهشی در میزان تلفات پاشمان مشاهده می‌گردد ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نیست. همان‌طور که مقایسه میانگین‌ها نشان داد، کاربرد مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در کاهش میزان فرسایش پاشمانی موثر بوده و با افزایش مقدار ماده، میزان پاشمان کاهش یافت به گونه‌ای که بیش‌ترین میزان کاهش پاشمان در مقدار 0/6 گرم بر مترمربع بود که نسبت به تیمار شاهد 21 درصد کاهش مشاهده شد.

جدول 4- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه در زمان 10 دقیقه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی‌داری
بین تیمارها	357/044	3	119/015	8/207	0/08 <sup>ns</sup>
خطا	116/008	8	14/501	-	-
کل	46537/834	12	-	-	-

ns: بدون سطح معنی‌داری

### مدت زمان 20 دقیقه

نتایج نشان داد که بین مقادیر مختلف تأثیر پلی اکریل آمید بر کنترل میزان پاشمان و مدت بارندگی 20 دقیقه در شدت بارش 120 میلی‌متر در ساعت، تفاوت معنی‌داری وجود دارد (جدول 5). همان‌طور که انتظار می‌رفت و مقایسه‌ها در جدول 3 نشان می‌دهد، با افزایش تداوم بارندگی از 10 دقیقه به 20 دقیقه مقدار تلفات پاشمان در تیمار شاهد افزایش یافت (از 68/4 به حدود 70 گرم بر دقیقه در

مترمربع). در مدت بارندگی 20 دقیقه، تفاوت معنی‌داری بین مقدار 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع پلی اکریل آمید با شاهد مشاهده شد ولی اختلاف معنی‌داری بین 0/2 با شاهد و 0/4 وجود نداشت (جدول 3). بیش‌ترین میزان کاهش پاشمان در این مدت بارش در مقدار 0/6 گرم بر مترمربع با 20 درصد کاهش مشاهده شد.

جدول 5- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه در زمان 20 دقیقه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
بین تیمارها	296/837	3	98/946	7/324	0/011**
خطا	108/085	8	13/511	-	-
کل	48068/208	12	-	-	-

\*\* دارای اختلاف معنی دار در سطح 95 درصد

## مدت زمان 30 دقیقه

گردد. پلی اکریل آمید و مقدار آن نقش بسیار مهمی در میزان کنترل تخریب خاکدانه‌ها و پاشمان ذرات دارد. مقدار 0/6 گرم بر مترمربع پلی اکریل آمید میزان پاشمان را نسبت به شاهد، 21/2 درصد کاهش داد. هرچند همان‌طور که جدول 3 نشان داد، بین مقدار ماده 0/4 و 0/6 گرم بر مترمربع، اختلاف معنی دار آماری وجود ندارد. دلیل آن این است که با افزایش مدت بارش، پاشمان نیز افزایش می‌یابد و برای کنترل آن در شدت بارندگی 120 میلی متر بر ساعت به مقدار ماده بیش تری از پلی اکریل آمید نیازمند است.

با افزایش مدت بارندگی از 10 دقیقه به 30 دقیقه، تلفات پاشمان حدود 11 درصد در تیمارهای بدون پلی اکریل آمید افزایش یافت. نتایج حاصل از بررسی آماری نشان داد که بین مقادیر مختلف پلی اکریل آمید بر میزان پاشمان با شدت بارندگی 120 میلی متر در ساعت با مدت بارندگی 30 دقیقه تفاوت معنی دار وجود دارد (جدول 3 و 6). مقدار 0/6 گرم بر مترمربع و زمان 30 دقیقه با شدت 120 میلی متر در ساعت دارای بیشترین نرخ کاهش فرسایش پاشمانی می‌باشد. چون افزایش مقدار ماده باعث کاهش میزان پاشمان می‌

جدول 6- نتایج آنالیز واریانس یک طرفه در زمان 30 دقیقه

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معنی داری
بین تیمارها	149/649	3	448/948	18/815	0/001**
خطا	63/630	8	7/954	-	-
کل	55942/113	12	-	-	-

\*\* دارای اختلاف معنی دار در سطح 95 درصد

## نتیجه گیری

معنی دار بود. با توجه به اینکه خاکهای با بافت ماری فرسایش پذیری بالایی دارند و فرسایش پاشمانی مقدمه سایر فرسایش‌ها می‌باشد و همچنین به دلیل مناسب بودن پلی اکریل آمید از لحاظ هزینه نسبت به سایر اصلاح کننده‌های خاک و نیز مناسب بودن آن از نظر زیست محیطی و با توجه به اینکه پلی اکریل آمید به آهستگی در اثر فرآیندهای شیمیایی، زیستی و نور شیمیایی و مکانیکی (مانند سایش، یخ زدگی یا تجزیه شدن) در خاک تخریب می‌شود، بنابراین استفاده از این ماده را در کنترل فرسایش به خصوص فرسایش پاشمانی در خاک‌های ماری توصیه می‌شود. طبق پژوهش‌های صورت گرفته، پلی اکریل آمید هر ساله به مقدار تقریباً 10 درصد تخریب و به کربن و نیتروژن تبدیل می‌شود، بدین ترتیب باعث افزایش منابع مغذی خاک نیز می‌شود (Entry and Sojka., 2008). در نتیجه اهمیت این ماده را در کنترل فرسایش دو چندان می‌کند.

## منابع

افراسیاب، پ، چاری، م، و هاشم‌زاده وندی، ح. 1392. بررسی اثر پلی-

پلی اکریل آمید به علت وزن مولکولی زیاد نمی‌تواند به درون خاکدانه‌ها نفوذ نماید و در روی سطح‌ها باقی می‌ماند و باعث می‌شود که خاک در اثر ضربه قطرات باران متلاشی نشده و مقاوم به فرسایش باشد. این فرآیند باعث کاهش فرسایش پاشمانی می‌شود. نتایج بررسی هم‌زمان مدت بارندگی و تاثیر پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی ذرات خاک نشان داد که افزایش زمان باعث افزایش پاشمان شده و با افزایش میزان پلی اکریل آمید، میزان فرسایش پاشمانی کاهش پیدا کرده است که با تحقیقات افراسیاب و همکاران (1392)، بروغنی و حیای (1390) هم‌خوانی دارد. نتایج حاصل از این تحقیق بیانگر آن است که در زمان بارش 10، 20 و 30 دقیقه با کاربرد 0/6 گرم بر مترمربع پلی اکریل آمید، میزان پاشمان به ترتیب 21، 20 و 21/2 درصد کاهش داشت. نتایج تحلیل آماری در مدت‌های مختلف بارش نشان داد که مقادیر مختلف پلی اکریل آمید در زمان 10 دقیقه نسبت به تیمار شاهد اختلاف معنی دار نداشت ولی در مدت 20 و 30 دقیقه مقدار ماده در کنترل فرسایش نسبت به شاهد

- Boroghani, M., Hayavi, F and Noor, H. 2012. Affectability of splash erosion by Polyacrylamide application and rainfall intensity. *Soil and water research*. 7.4: 159-165.
- El-Morsy, E.A. 1991. Efficient amendment use as anti-surface sealina of sodic soils upon leaching : SEM study. *Egyptian Journal of Soil Science*. 31: 253-264.
- 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.
- Khaitan, S., Erickson, L.E., Hutchinson, S.L., Karthikeyan, R. 2003. Biodegradation of petroleum hydrocarbons in a soil containing polyacrylamide. *Proceedings. Biochemical engineering symposium, Iowa State University*.
- Kinnell, P.I.A. 2005. Rain drop impact induced erosion processes and prediction: a review, Published on line in *Wiley Inter Science* (www.interscience.wiley.com), 1-31 DOI:10.1002/hyp.5788
- Morgan, R.P.C. 1987. Field studies of rain splash erosion. *Earth surf, Processes*. 3.3: 295-299.
- Oztas, T., Ozbek, A.K., Aksakal, E. 2000. Structural developments in soil treated with Polyvinylalcohol. 12- Pla, S.I. 2003. Erosion research in Latin America, In: Gabriel D. and Comelis W. (eds.), *Proceeding of International Symp, 25 Year of Assessment of Erosion, Ghent, Belgium*, 19-27.
- 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.
- Sepaskhah, A.R., Bazrafshan-Jahromi, A.R. 2006. Controlling runoff and erosion in sloping land with polyacrylamide under a Rainfall Simulator. *Biosystems Engineering*. 93:474- 497.
- 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.
- Sojka, R.E., Orts, W.J and Entry, J.A. 2004. Soil physics and hydrology: conditioners. In: Hillel D(ed) *Encyclopedia of soil science*. Elsevier. Oxford UK 10: 301-306.
- 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.
- Xiubin, H.E and Zhandin, H. 2001. Zeolite application اکریل آمید بر رواناب، فرسایش خاک و نفوذ آب در اراضی شیب دار با استفاده از شبیه ساز باران. *مجله پژوهش آب در کشاورزی*. 27. 2: 290-281
- بروغنی، م و حیای، ف. 1390. کاربرد پلی اکریل آمید در کنترل فرسایش پاشمانی بر روی خاک های ماری. *پژوهش های فرسایش محیطی*. 1: 31-42.
- تمرش، ر، ریحانی، ب، طاطیان، م و رضایی پاشا، م. 1386. مطالعه ارتباط خصوصیات شیمیایی خاک های ماری با پوشش گیاهی در شهرستان بیرجند. *مجموعه مقالات دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج 4 تا 6 شهریور: صفحه 246*.
- حزباوی، ز، صادقی، س، ح، یونس، ح و بهزادفر، م. 1392. ضرورت استفاده از پلیمرها در مدیریت منابع آب و خاک. *اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست*.
- شکفته، ح، رفاهی، ح، ق و گرجی، م. 1384. بررسی اثر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر فرسایش و روان آب خاک ها. *مجله علوم کشاورزی ایران*. 36. 1: 177-186.
- شهبازی، ع، سرمیدیان، ف، رفاهی، ح، ق و گرجی، م. 1384. تاثیر پلی اکریل آمید بر کنترل فرسایش و روان آب خاک های شور-سدیمی. *مجله علوم و کشاورزی ایران*. 36. 5: 1103-1112.
- قربانی واقعی، ح، بهرامی، ح، غفاریان مقرب، م، ه، شهاب، ح و طلیعی طبری، ف. 1387. کارایی پلی اکریل آمید آنیونی در افزایش سرعت نفوذ آب به خاک. *مجله تحقیقات آب و خاک ایران*. 39. 1: 84-77.
- واعظی، ع، رستمی، ع و محمدی، م. ح. 1390. تغییرات زمانی فرآیندهای تخریب و پاشمان در خاک ماری تحت باران شبیه سازی شده، *مجله پژوهش های خاک (علوم خاک و آب)*. 25. 4: 372-361
- Awad, Y.M., Blagodatskaya, E., OK, Y.S and Kuzyakov, Y. 2012. Effects of Polyacrylamide, Biopolymer, and Biochar on Decomposition of Soil Organic Matter and Plant Residues as Determined by 14C and Enzyme Activities.
- Ben-Hur, M. 1994. Runoff, erosion, and polymer application in moving – sprinkler irrigation. *Soil Science Society of America Journal*. 158:283-290.
- Boroghani, M., Mirnia, S.K., Vahhabi, J., Ahmadi, S.J and 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.

Chinese Academy of Sciences, Resources,  
Conservation and Recycling. 34: 45-52.

for enhancing water infiltration and retention in  
loess soil, Institute of Soil and Water Conservation,



## The Effect of Polyacrylamide for Splash Erosion Control in Rainfall Different Durations

N. Ghezelseflu<sup>1</sup>, M. Boroghani<sup>2\*</sup>, S.Soltani<sup>3</sup>  
Recived: April.16, 2017 Accepted: Jun.17, 2017

### Abstract

Splash erosion is the first stage in the process of water erosion that results of disperse particles soil with rain drops. This study was conducted to determine the effects of different rate of Polyacrylamide, PAM, (0, 0.2, 0.4, and 0.6 gram per square meter) on marl soils in rainfall different durations (10, 20 and 30 minute) using FEL3 rainfall simulator with rain intensity 120 mm/hr at laboratory. The results showed that all of the PAM levels (0, 0.2, 0.4 and 0.6) in the three rainfall durations (10, 20 and 30 minute) had significant differences in decreasing splash erosion in comparison with control treatment. However the interaction effect of rain duration and PAM levels, were not statistically significant. Low rate of PAM (0.2 g.m<sup>2</sup>) cannot control splash erosion as well as, however decreased it less. The statistical analyzes showed there was no statistical significance noted at a rain duration of 10 min, however at rain duration 20 and 30 min, with different amounts of PAM, there was a significant difference in splash erosion control. When rain duration increased from 10 to 30 minute, the splash erosion enlarged. So, the splash erosion decreased due enhancement of PAM level, as the most effect was observed in rain duration 30 min and 0.6 g.m<sup>2</sup> PAM rate respect to control treatment which is 21.2% effective in decreasing erosion.

**Key words:** PAM, Marl soil, Rain duration, Rainfall Simulator, Splash erosion

---

1- MSc Graduated Department of Watershed Management Ardakan University  
2- PhD Departments of Natural Resources Noor, TarbeatModares University  
3- Assistant Professor Department of watershed management Ardakan University  
(\*-Corresponding Author Email: mboroghani@yahoo.com)