مجله تحقیقات آب و خاک ایران
دوره ۳۹، شماره ۱، ۱۳۸۷ (۸۴-۷۷)

کارایی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در افزایش سرعت نفوذ آب به خاک

حجت قربانی واقعی*[۱]، حسینعلی بهرامی [۲]، محمدهادی غفاریان مقرب[۳]، حسین شهاب[۴] و فاختک طلیعی طبری[۵]
۱، ۲، ۳، ۵، دانشجوی دکتری، دانشیار و دانشجویان دوره دکتری دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس ٤، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۸۵/۱/۲۲- تاریخ تصویب: ۸۷/۳/۸)

چکیده

برای اعمال مدیریت صحیح بر منابع طبیعی در ایران لازم است راه کارهای مناسب برای کنترل فرسایش و حفاظت خاک، شناسایی و بهترین گزینه‌ها برای کنترل آنها به کار گرفته شوند. یکی از روش‌های جدید کنترل فرسایش خاک، کنترل رواناب با استفاده از پلیمرها می‌باشد. از این رو، این تحقیق به ارزیابی اثر پلیمری به نام پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در فرآیند نفوذپذیری آب به خاک به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو تیمار پلیمر(در غلظت‌های ۰ ، ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و روش برآورد سرعت نفوذ نهایی آب به خاک (صحرایی و آزمایشگاهی) در پنج تکرار می‌پردازد. داده‌ها به کمک نرم‌افزار SPSS مورد پردازش قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در غلظت ۱۰ میلی گرم بر کیلوگرم تاثیر بهینه‌ای در افزایش سرعت نفوذ نهایی در هر دو نوع روش برآورد صحرایی و آزمایشگاهی داشته است. هم چنین ارزیابی سرعت نفوذ اولیه آب به خاک در صحرا به روش استوانه مضاعف همراه با آب محتوی پلی‌اکریل آمید آنیونی نشان می‌دهد که پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تاثیر بهینه‌ای در افزایش سرعت نفوذ اولیه آب به خاک دارد.

واژه‌های کلیدی: **پلی‌اکریل‌آمید آنیونی، پایداری خاکدانه، سرعت نفوذ اولیه، سرعت نفوذ نهایی، رواناب.**

مقدمه

افزایش جمعیت و نیاز روزمره بشر برای تأمین موادغذایی، موجب بهره‌برداری بی‌رویه ازخاک‌ها شده است. این امر سبب فرسایش خاک و ایجاد روناب می‌شود. درقرن اخیر پدیده فرسایش خاک و رواناب مسایل و مشکلات عمده‌ای را برای‌جامعه بشری‌بوجودآورده است (۴، ۱۶، ۱۷).

فرسایش خاک و رواناب علاوه بر افزایش هدر رفت خاک، باعث کاهش حاصلخیزی خاک‌ها نیز می‌گردد. اگرچه فرسایش خاک و رواناب اجتناب ناپذیر هستند اما می‌توان آن‌ها را کنترل نمود و از میزان آن‌ها بطور چشمگیری کاست. روش‌های متعددی برای کنترل فرسایش خاک و کاهش رواناب معرفی شده‌اند. یکی از جدیدترین روش‌های بکار رفته در کنترل فرسایش خاک و کاهش رواناب استفاده از بسپارها (پلیمرها)[۱] می‌باشد (۵، ۸، ۱۱، ۱۶).

1. Polymres

* نویسنده مسئول: حجت قربانی واقعی تلفن: ۰۹۱۲-۶۲۲۹۳۳۲ E-mail:ghorbani169@yahoo.com

بسپارها گروه خاصی از مواد آلی با وزن مولکولی بالا می‌باشند که از به هم پیوستن منومرها (تک‌پارها)[1] در اثر پیوندهای کووالانسی به وجود می‌آیند. خواص هر بسپار به ساختمان شیمیایی و فیزیکی آن بستگی دارد. بسپارها، ماکرومولکول‌ها نیز نامیده می‌شوند. تک‌پارها مولکول‌های منفردی مانند اکریل‌آمید یا اسیدهای آمینه هستند که به صورت شیمیایی با هم پیوند برقرار کرده و بسپار تشکیل می‌دهند (۱، ۲، ۴، ۱۳). یکی از جدیدترین روش‌های بکار رفته در کنترل فرسایش خاک استفاده از بسپاری به نام پلی‌اکریل‌آمید[2] (PAM) است (۸، ۱۷، ۱۹، ۲۰). PAM قابل حل در آب بوده و فرمول شیمیایی آن CH_2-CH-CO-NH_2 می‌باشد. pH محلول ۰/۵ درصد آن در آب ۸/۵ – ۶/۵ و جرم مخصوص ظاهری آن ۸۵۰-۷۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب می‌باشد (۳، ۱۸).

پلی‌اکریل‌آمید با هماوری ذرات ریز خاک مانند سیلت ریز و رس موجب کاهش زمان شناوری یا افزایش سرعت ته‌نشینی ذرات خاک شده و به این طریق با افزایش میزان نفوذ آب به خاک، تا ۷۰ درصد از میزان رسوب و رواناب می‌کاهند (۷، ۱۲، ۱۹). مطالعات مالیک و لتی (۱۹۹۲) در خصوص بررسی اثر پلی‌اکریل آمید در کاهش آلودگی ذرات شناور در آب نشان می‌دهد که پلی‌اکریل‌آمید (PAM) به میزان ۸۰-۵۰ درصد از آلودگی ذرات ریز شناور در آب کاسته است (۹).

به طور کلی، پلی‌اکریل‌آمیدها به سه صورت آنیونی، کاتیونی و خنثی تولید می‌شوند. پلی‌اکریل‌آمید خنثی، بدون هدف، مولکول‌های موجود در محلول را کلوئیدی می‌کنند بنابراین از نظر هماوری ذرات خاک چندان قابل توجه نمی‌باشند. اما پلی‌اکریل‌آمید آنیونی بر عکس پلیمرهای خنثی، خاصیت بهتری در هماوری ذرات موجود در محلول خاک از خود نشان می‌دهد. استفاده از پلی‌اکریل‌آمید کاتیونی به دلیل تولید سم و یا ایجاد مانع در برابر نفوذ آب به خاک در کشاورزی و منابع طبیعی در عمل توصیه نمی‌شود (۷، ۲۰).

تخریب پلی‌اکریل آمید عمدتا به اشکال مکانیکی، شیمیایی، بیولوژیکی صورت می‌گیرد (۷، ۱۴). نتایج تحقیقات متعدد نشان می‌دهد که رهاسازی تک‌پار اکریل آمید از پلی‌اکریل آمیدها در طی تخریب تا به امروز مشاهده نشده است زیرا حداکثر مقدار تک‌پار موجود در پلی‌اکریل آمیدها برابر ۰/۵ درصد می‌باشد بنابراین مقدار آن در بسپار ملموس نیست (۴، ۸، ۱۵).

کوک و نلسون گزارش کردند که کاربرد PAM محلول در سطح خاک به واسطه‌ی بالا نگه‌داشتن سرعت نفوذپذیری و بهبود بخشیدن وضعیت هوای خاک بستر مناسبی برای جوانه زنی بذور فراهم می‌آورد. هم چنین PAM به علت کاهش موثر در فرسایش حاصله از آبیاری و بارندگی و کاربرد آسان و هزینه نسبی کم آن نسبت به سایر تثبیت کننده‌های مصنوعی دیگر بهترین پلیمر شناخته شده است (۸).

تحقیقات نشان داده است که اگر غلظت PAM مورد استفاده بین $mg.kg^{-1}$ ۱۰ -۰ باشد و در صورتی که حل شدن آن در آب به تدریج صورت گیرد، با پاشیدن این غلظت بر روی سطح خاکی با شیب ٪۲-۱ می‌توان میزان نفوذ آب به خاک را افزایش داد. استفاد از PAM با غلظت بالا در آب آبیاری به دلیل بالا بردن لزوجت آب، سبب کاهش هدایت هیدرولیکی خاک می‌گردد. بررسی‌ها نشان داده است که تاثیرPAM در نفوذ آب به خاک در آبیاری‌های کوتاه مدت بیشتر از آبیاری بلند مدت است (۱۰، ۱۲، ۱۴).

استفاده از پلی‌اکریل آمید آنیونی در خاک‌های غنی از شن و یا فاقد ذرات ریز توصیه نمی‌شود (۴، ۸، ۱۲، ۱۹). استفاده ازپلیمرها از نظر اقتصادی به صرفه و ارزان می‌باشد زیرا ماده‌ای که در ترکیب PAM بکار می‌رود رایج بوده و از گاز طبیعی تهیه می‌گردد. به علاوه استفاده از پلیمرهای زیست تخریب برای حفاظت و ایمنی محیط زیست مفید می‌باشد و ارزان بودن آن یکی از دلایل استفاده آن در کنترل فرسایش و کاهش رواناب و بهبود کیفیت آب هدر رفته می‌باشد (۱۷). در این تحقیق، اثر پلیمر پلی‌اکریل‌آمید آنیونی، ساخت گروه رنگ و رزین پژوهشگاه پلیمر ایران، در افزایش نفوذ آب به خاک مورد بررسی قرار گرفته شده است.

1. Monomers
2. Polyacrylamide (PAM)

مواد و روش‌ها

آزمایش در زمین محوطه‌ی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با شیب ۲-۱ درصد اجرا گردید. از ۲۰ نقطه به طور مجزا نمونه‌برداری سطحی به عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر و زیر سطحی به عمق ۶۰-۳۰ سانتی‌متر انجام شد. از هریک از اعماق ذکر شده، یک کیلوگرم خاک به روش نمونه‌برداری مرکب نمونه‌برداری گردید. پس از هوا خشک شدن نمونه‌ها و عبور از الک ۲ میلی‌متری، خصوصیات فیزیکی همچون توزیع اندازه ذرات، جرم ویژه‌ی ظاهری، درصد ماده آلی و بافت خاک سطحی و زیر سطحی در آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت. بافت خاک به روش هیدرومتری (۳)، جرم ویژه‌ی ظاهری به روش سیلندری (۲) و مقدار ماده آلی به روش سوزاندن تر (۱۲) تعیین شدند.

پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در آب به کندی حل می‌گردد. لذا برای افزایش سرعت حل شدن آن در آب، دمای آب تا ۴۵ درجه سانتی‌گراد به وسیله گرماده (هیتر) به تعادل رسانده شد (۱۳). آزمایش برآورد نفوذ نهایی آب به خاک، در صحرا و آزمایشگاه به ترتیب به کمک استوانه مضاعف (۱۹) و دستگاه بار افتان (۱۷) ، با آب محتوی بسپار، به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با دو تیمار بسپار در غلظت‌های ۰ ، ۵ ، ۱۰ ، ۱۵ میلی گرم بر کیلوگرم و روش برآورد نفوذ نهایی خاک در صحرا و آزمایشگاه در پنج تکرار اجرا شد. لازم به ذکر است که تمامی آزمایشات بر روی خاک‌های زراعی همگن صورت گرفته است. نمونه‌برداری خاک برای تعیین نفوذ نهایی آب به خاک در دستگاه بار افتان از نوع دست‌نخورده و به روش سیلندری صورت گرفت.

علاوه بر این تاثیر سرعت نفوذ اولیه آب حاوی پلی‌اکریل آمید به خاک به روش استوانه مضاعف نسبت به شاهد (آب شهری) مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های ۲۰ نقطه مطالعاتی به کمک نرم‌افزار SPSS مورد پردازش قرار گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان می‌دهد که بافت سطحی و زیر سطحی خاک به ترتیب در عمق های ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری از نوع Clay Loam و Clay است و درصد ماده آلی و وزن مخصوص این خاک‌ها در دو عمق تقریبا برابر ۱/۶ درصد و ۱/۵ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد (جدول ۱). در خاک های مورد مطالعه میزان ماده آلی در عمق ۶۰-۳۰ سانتی متر کمی بیشتر از عمق ۳۰-۰ سانتی متر است اما در عمل، مقدار آن را می‌توان یکسان فرض نمود. علت بالا بودن مقدار ماده آلی در عمق پایین (۶۰-۳۰ سانتی‌متر) را می‌توان به عملیات شخم و انتقال خاک فوقانی به خاک تحتانی و بر عکس نسبت داد. بنابراین به علت تغییرات نسبتا کم مقادیر خصوصیات فیزیکی خاک در دو عمق (جدول ۱) می‌توان خصوصیات فیزیکی دو خاک سطحی و زیر سطحی را یکسان فرض نمود. بر این اساس اندازه‌گیری سرعت نفوذ نهایی به روش بار افتان بر روی خاک سطحی و به روش استوانه مضاعف در کل ستون خاک انجام شد.

نفوذپذیری نهایی این خاک‌ها در دو روش استوانه مضاعف و بارافتان در حالت معمولی با آب شهری (شاهد) به ترتیب در محدوده ۱۶-۱۳ سانتی‌متر بر ساعت و ۱۲-۷ سانتی‌متر بر ساعت برآورد گردید (جدول ۲). میزان نفوذ آب در خاک‌ها تحت تاثیر توزیع اندازه ذرات که نشان‌دهنده‌ی وضعیت تخلخل خاک است، می‌باشد. نتایج آنالیز بافت خاک نشان می‌دهد که درصد ذرات درشت خاک‌های منطقه مطالعاتی در محدوده‌ی خوبی است که می‌تواند دلیلی بر بالا بودن نفوذ نهایی آب به این خاک‌ها باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی خاک مورد مطالعه در دو عمق سطحی و زیر سطحی

عمق خاک (سانتی‌متر)	مکان	موقعیت جغرافیایی	بافت خاک	درصد ذرات خاک			% O.M.	ρ_b ($Kg.M^{-3}$)
				Clay	Silt	Sand		
۰-۳۰	اردبیل	$38^0\ 09'\ 9.3''$ N $48^0\ 25'\ 33.8''$ E	Clay loam	۳۰/۳۴	۴۰/۱۸	۲۹/۴۸	۱/۶۰	۱۵۸۰
۳۰-۶۰	اردبیل	$38^0\ 09'\ 9.3''$ N $48^0\ 25'\ 33.8''$ E	Clay	۳۱/۶۸	۴۲/۶	۲۵/۷۴	۱/۶۴	۱۵۱۰

جدول ۲- نتایج نفوذپذیری نهایی خاک‌ها بر حسب سانتی‌متر بر ساعت در دو روش صحرایی و آزمایشگاهی

الف) صحرا	تکرار					پلیمر ($mg.kg^{-1}$)
	۵	۴	۳	۲	۱	
	۱۳/۸۱۴	۱۵/۹۶۴	۱۶/۲۴۱	۱۵/۰۱	۱۵/۵۱۶	۰
	۱۸/۲۳۵	۱۸/۶۰۵	۱۷/۷۰۶	۱۷/۲۱۴	۱۸	۵
	۱۸/۸۸	۱۹/۰۲	۲۰	۲۰/۲۱۵	۱۹/۴۶۴	۱۰
	۲۲	۲۰/۶۵	۲۱/۵	۲۰/۸۶	۲۰/۹۲۸	۱۵
ب) آزمایشگاه	**تکرار**					**پلیمر ($mg.kg^{-1}$)**
	۵	۴	۳	۲	۱	
	۸/۷۵۴	۱۲/۰۵۶	۱۱/۹۱۳	۷/۱۴۲	۷/۰۴۱	۰
	۱۰/۳۷۹	۱۲/۰۰۵	۱۲/۳۱۰	۷/۲۳۶	۸/۰۰۱	۵
	۱۷	۱۴/۹۸۷	۱۴/۹۱۵	۱۱/۲۱	۸/۵۰۱	۱۰
	۱۷/۶۳۸	۱۷/۳۲۸	۱۵/۳۰۱	۱۱/۷۳۹	۸/۰۰۸	۱۵

جدول ۳- آنالیز واریانس مقدار نفوذپذیری خاک تحت تاثیر غلظت‌های متفاوت پلی‌اکریل آمید آنیونی

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F-value	Sig.
روش آزمایش	۱	۴۵۵/۶۱۱	۴۵۵/۶۱۱	۸۷/۲۱۷	۰/۰۰۰۰ **
غلظت پلیمرها	۳	۱۶۱/۷۱۳	۵۳/۹۰۴	۱۰/۳۱۹	۰/۰۰۰۱ **
اثرات متقابل	۳	۶/۲۳۴	۲/۰۷۸	۰/۳۹۸	
خطا	۳۲	۱۶۷/۱۶۵	۵/۲۲۴		
کل	۳۹	۷۹۰/۷۲۴			

روند صعودی افزایش نفوذپذیری خاک با افزایش غلظت پلی‌اکریل‌آمید در همه تکرارها مشاهده می‌شود (جدول ۲). در این بین، روند صعودی افزایش نفوذپذیری خاک در تکرار شماره‌ی یک مشابه سایر تکراره در روش آزمایشگاه ملموس نمی‌باشد. علت این امر شاید خطا در نمونه‌برداری به روش مغزه‌ای باشد، با این وجود چون نفوذپذیری خاک تا غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از روند صعودی برخوردار است از تکرار شماره یک در غلظت‌های مختلف پلی‌اکریل‌آمید صرفنظر نشد و اثر آن در آنالز واریانس مقدار نفوذپذیری خاک دخالت داده شده است.

نتایج جدول آنالیز واریانس نفوذپذیری نهایی این خاک‌ها به دو روش استوانه مضاعف و بارافتان نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین دو روش اندازه‌گیری نفوذپذیری نهایی خاک‌ها در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد (جدول ۳). این اختلاف ناشی از اندازه‌ی نمونه مورد آزمایش، فشردگی احتمالی اطراف نمونه مغزه‌گیری در روش بارافتان و اختلاف ارتفاع ستون آب در دو روش اندازه‌گیری می‌باشد.

مقایسه میانگین تیمارهای غلظت متفاوت پلیمر با آزمون LSD نشان می‌دهد که در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ و $mg.kg^{-1}$ ۱۰ وجود ندارد (جدول ۴). در حالی که اختلاف دو تیمار $mg.kg^{-1}$۵ و $mg.kg^{-1}$ ۱۰ در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است.

پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ ، سرعت نفوذپذیری نهایی خاک به روش استوانه مضاعف را تا ۲۵/۸۵٪ افزایش می‌دهد. هم‌چنین نتایج آزمایشات نشان

می‌دهد که نفوذ اولیه (۴۵-۰ دقیقه شروع آزمایش)در تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ تقریبا ۷۵٪ بیشتر از نمونه شاهد می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای غلظت متفاوت پلی‌اکریل‌آمید آنیونی با آزمون LSD

تیمار غلظت پلیمر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	میانگین تیمارها ($mg.kg^{-1}$)	LSD گروه‌بندی
شاهد	۱۲/۳۵	C
۵	۱۳/۹۷	BC
۱۰	۱۶/۴۲	A
۱۵	۱۷/۴۶	A

شایان ذکر است میزان ماده آلی غالب خاک‌های ایران کم است و خاک‌ها از پایداری کمی برخوردار هستند. هم چنین در مناطق خشک و نیمه خشک ایران بارندگی‌ها سریع و با شدت بالا در مدت زمان کمی به سطح خاک بر خورد می‌کنند و قادرند خاکدانه‌های سطحی را متلاشی نموده و موجب تشکیل سله در خاک سطحی شوند. این امر خود موجب افزایش رواناب و نهایتا تشدید فرسایش آبی می‌شود. بنابراین پلی‌اکریل‌آمید آنیونی با حفظ پایداری خاکدانه‌ها قادر است سرعت نفوذ اولیه آب به خاک را افزایش دهد. معادله نفوذ تجمعی در مراحل اولیه نفوذ (بازه زمانی ۴۵-۰ دقیقه) در دو تیمار آب محتوی پلی‌اکریل‌آمید ($PAM=15\ mg.kg^{-1}$) و آب شهری به صورت زیر است:

$$y = 1.6492(t) + 4.2149 \qquad R^2 = 0.9900 \qquad (۱$$

$$y = 0.4126(t) + 10.6830 \qquad R^2 = 0.9800 \qquad (۲$$

که در آن t لگاریتم زمان از شروع آزمایش (زمان تجمعی) و y لگاریتم عمق آب نفوذ کرده به خاک از شروع آزمایش تا زمان x است. معادله ۱ نفوذ تجمعی آب به خاک با پلی‌اکریل‌آمید ($PAM=15\ mg.kg^{-1}$) و معادله ۲ بررسی نفوذ تجمعی آب به خاک با آب شهری در واحد زمان تجمعی و در بازه ۴۵ – ۰ دقیقه ابتدای آزمایش را نشان می‌دهد. شیب خط این معادلات برابر سرعت نفوذ اولیه آب به خاک می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد، نفوذ اولیه آب به خاک با آب محتوی پلی‌اکریل‌آمید ($PAM=15\ mg.kg^{-1}$) در حدود ۷۵ درصد بیشتر از تیمار آن با آب شهری است. از آنجا که ایجاد رواناب در زمان‌های اولیه نفوذ بسیار اهمیت دارد می‌توان از پلی‌اکریل‌آمید آنیونی جهت کنترل رواناب سطحی بهره فراوان برد.

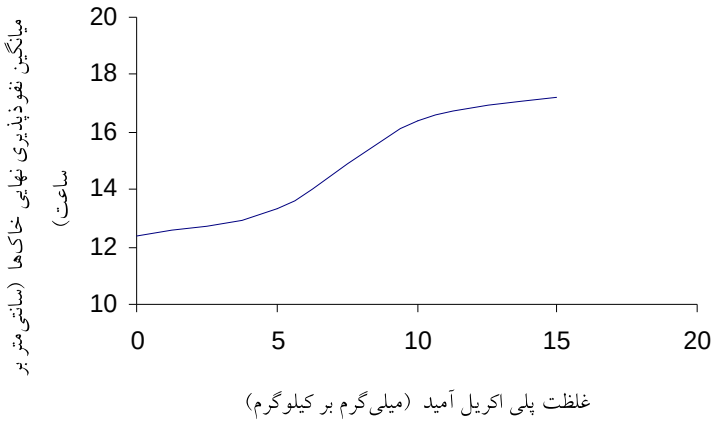
سرعت نفوذ نهایی آب به خاک در تیمار پلی‌اکریل‌آمید ($PAM=15\ mg.kg^{-1}$) نسبت به تیمار خاک با آب شهری ۲۵ درصد افزایش نشان داد. معادلات نفوذ تجمعی آب به خاک در این دو تیمار به صورت زیر است:

$$y = 0.2500\,(t) + 38.5800 \qquad R^2 = 0.9927 \qquad (۳$$

$$y = 0.3188\,(t) + 100.0500 \qquad R^2 = 0.9977 \qquad (۴$$

که در آن t لگاریتم زمان تجمعی و y لگاریتم عمق آب نفوذ کرده به خاک تا زمان مورد نظر است. معادله ۳ بررسی نفوذ تجمعی آب به خاک با آب شهری و معادله ۴ بررسی نفوذ تجمعی نهایی آب به خاک با آب محتوی پلی‌اکریل‌آمید ($PAM=15\ mg.kg^{-1}$) در واحد زمان تجمعی در بازه‌ی زمانی ۳۶۰-۱۸۰ دقیقه را نشان می‌دهد. شیب خط در این معادلات برابر سرعت نفوذ نهایی آب به خاک می‌باشد.

با بررسی میزان کارایی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی و تاثیر آن در نفوذپذیری خاک مشاهده شد که تیمارهای پلی‌اکریل آمید آنیونی موجب افزایش سرعت نفوذ آب به خاک در هر دو روش برآورد سرعت نفوذپذیری نهایی خاک شده است (شکل ۱). در این بین بیشترین تاثیر مربوط به تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ می‌باشد. اما در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری بین دو تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ و $mg.kg^{-1}$ ۱۰ مشاهده نگردید. در حالی که اختلاف دو تیمار $mg.kg^{-1}$ ۵ و $mg.kg^{-1}$ ۱۰ در سطح احتمال ۱٪ کاملا معنی‌دار است، به طوری که تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۰ نسبت به تیمار $mg.kg^{-1}$ ۵ موجب افزایش ۱۲/۲۵ درصدی سرعت نفوذ نهایی آب به خاک شده است. به طور کل، می‌توان گفت که تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۰ از نظر عملکرد مشابه تیمار $mg.kg^{-1}$ ۱۵ می‌باشد بنابراین در کارهای اجرایی با نگاه اقتصادی مصرف غلظت $mg.kg^{-1}$ ۱۰ از پلی‌اکریل‌آمید در سطوح وسیع توصیه می‌شود.



شکل ۱- میزان کارایی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی و تاثیر آن در نفوذپذیری خاک در هر دو روش آزمایش.

نتیجه قابل تامل دیگر از آنالیز نمونه‌های طرح آن است که پلی‌اکریل‌آمید آنیونی پایداری بلند مدت خاکدانه‌ها را پس از شروع خیسیدگی به همراه نمی‌آورد. به طور کلی، تاثیر این ماده در مراحل اولیه نفوذ (۴۵-۰ دقیقه از زمان شروع) به مراتب بیشتر از مراحل نهایی نفوذ (۳۶۰-۱۸۰ دقیقه در پایان آزمایش) است. تحقیقات سوجکا و همکاران (۱۹۹۸) هم چنین لیب و همکاران (۲۰۰۵) موید این نکته است (۹، ۱۹). آنها گزارش نمودند که تاثیر PAM در نفوذ آب به خاک در زمان‌های کوتاه بیشتر از آبیاری بلند مدت است. توجیه علمی واضحی برای این مشاهده در دست نیست اما می‌توان گفت که این بسپار قادر است ذرات ریز را هماوری نموده و به خاکدانه‌های بزرگتر بچسباند.

تخریب زیستی[1] پلی‌اکریل آمیدهای آنیونی فرآیندی کند و زمان‌بر است و سالانه به طور متوسط ۱۰ درصد تخریب می‌یابند. اما تخریب زیستی ترکیبات آلی گوار (ترکیبات آلی طبیعی) به سرعت انجام می‌شود و حتی مقاوم‌ترین آنها نیز بعد از سه سال در خاک تقریبا بیش از ۹۰ درصد تخریب می‌یابند (۵، ۱۶) بنابراین پلی‌اکریل‌آمیدهای آنیونی به دلیل نقش بالای خود در هماوری ذرات ریز خاک می‌توانند جایگزین مناسبی برای ترکیبات آلی طبیعی در مناطق خشک و نیمه خشک باشند.

1. Biodegradation

این مواد طی تجزیه ترکیبات غیر سمی تولید می‌کنند که هیچ گونه تاثیر سویی بر محیط زیست ندارند (۷، ۸).

$$\text{Polyacrylamide} \rightarrow CO_2 + H_2O + NH_4 \quad (۵)$$

$$NH_4^+ \rightarrow NH_3 + H^+ \quad (۶)$$

معادلات ۵ و ۶ نشان می‌دهند که در صورت تجزیه پلی‌اکریل‌آمید آنیونی ترکیبات غیر سمی وارد محیط می‌گردد. از آنجا که بخش وسیعی از ایران در مناطق خشک و نیمه خشک واقع شده و به دلیل اقلیم خاص حاکم بر چنین محیطی، خاک‌های آن از ماده آلی مناسب و خصوصیات فیزیکی چندان مطلوبی برخوردار نیست. هم چنین در این مناطق، بخش اعظم بارندگی اغلب در یک دوره زمانی خاص و با شدت زیاد رخ می‌دهد. بنابراین وقوع رواناب در دقایق اولیه بارش ملموس است که این ماده می‌تواند به دلیل سرعت تخریب زیستی کند در مقایسه با ترکیبات آلی طبیعی به مدت طولانی‌تری در خاک باقی بماند و در جلوگیری از ایجاد رواناب و مهار قدرت تخریبی آن ره‌گشا باشد.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

ماده پلی‌اکریل‌آمید به نام‌های تجاری مختلفی در خارج از کشور تولید می‌گردد. این ماده در کشور موجود نیست و تولید آن بنا به نیاز این تحقیق و در راستای مرتفع کردن مشکل از طرف گروه رنگ و رزین پژوهشگاه پلیمر ایران به صورت دستی و آزمایشگاهی تولید شد. این تحقیق با نشان

دادن کاربرد مثبت ماده پلی‌اکریل آمید آنیونی در افزایش سرعت نفوذ آب به خاک، امکان ترویج آن را قدرت بخشیده و استفاده از آن را به دیگران پیشنهاد می‌کند.

بررسی میزان کارایی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در نفوذپذیری خاک نشان می‌دهد که تیمار $۱۰mg.kg^{-1}$ از نظر عملکرد مشابه‌تیمار $۱۵mg.kg^{-1}$می‌باشد. بنابراین در کارهای اجرایی با نگاه اقتصادی، استفاده از غلظت $۱۰mg.kg^{-1}$ پلی‌اکریل‌آمید در سطوح وسیع توصیه می‌شود.

به نظر می‌رسد پلی‌اکریل‌آمید پایداری بلند مدت خاکدانه‌ها را پس از شروع خیسیدگی به همراه نمی‌آورد. به طور کلی، تاثیر این ماده در مراحل اولیه‌ی نفوذ (۴۵-۰ دقیقه از زمان شروع) به مراتب بیشتر از مراحل نهایی نفوذ (۳۶۰-۱۸۰ دقیقه در پایان آزمایش) است. بنابراین توصیه می‌شود اثر پلی‌اکریل‌آمید آنیونی در کنترل فرسایش و میزان تولید رواناب در زمان‌های اولیه بارش نسبت به زمان‌های طولانی بارش توسط باران‌ساز مورد مطالعه و مقایسه قرار گیرد. مساله‌ای که ممکن است استفاده این ماده را در سطح وسیع تحت تاثیر خود قرار دهد، قیمت تمام شده آن برای مصرف کننده باشد. شایان ذکر است، پلی‌اکریل‌آمید آنیونی مورد استفاده در این تحقیق به طریق آزمایشگاهی و در داخل کشور (پژوهشگاه پلیمر- گروه رنگ و رزین) تهیه شده است، هم چنین کلیه امکانات تولید صنعتی آن در کشور موجود است بنابراین در صورت افزایش تقاضا، می‌توان به روش صنعتی (استفاده از تکنولوژی راکتور) آن را تهیه و به تولید انبوه رسانید. در این حالت قیمت آن به حداقل کاهش خواهد یافت. هم چنین تخریب زیستی این ماده کم و سالانه ۱۰ درصد می‌باشد. بنابراین در صورت تولید انبوه به نظر می‌رسد از نظر اقتصادی در کارهای حفاظت خاک بسیار مقرون به صرفه یاشد. زیرا در ترکیب پلی‌اکریل‌آمید آنیونی از گازهای طبیعی چون دی‌اکسید کربن، آمونیاک و بخار آب استفاده می‌شود و این گازها در طبیعت به وفور موجود هستند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از حوزه‌ی معاونت پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی به خاطر تامین اعتبار این تحقیق و هم‌چنین از سهیلا ملخاصی دانشجوی ساعی گروه خاکشناسی دانشگاه محقق اردبیلی قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Ben-Hur, M., J. Letey, & I. Shainberg. 1990. Polymer effects on erosion under laboratory rainfall simulator conditions. Soil Sci.Soc. Am. J. 54: 1092-1095.
2. Culley, J. L. B. 1993. Density and comperssibility. p. 529-540. In M. R. Carter (ed.) soil sampling and methods of analysis. Lewis published in United State of American.
3. Gee, G. W. & J. W. Bauder. 1986. Particle-size analysis. p. 383–411. In A. Klute (ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
4. Ghorbani, H. 2004. Evaluation of soil erodibility factor using GIS in USLE and RUSLE at Luristan province, Iran. (in persian).
5. Ghorbani, H., H. A. Bahrami, & F. Taliey Tabari. 2004. Evaluation of Anionic Polyacrylamide efficiency on soil erosion. Final report of university research, Mohaghegh Ardebil University.(in persian).
6. Haghayeghi Moghadam, S. E. 2004. Effect of using amendment materials and retention moisture for increasing water use efficiency. Official Journal of Agriculture Extention (9): 78-87.
7. Helalia,A. W., J. Letey, & R. C. Graham. 1988. Polymer type and water quality effects on soil dispersion. Soil Sci.Soc. Am. J. 52:243-46.
8. Khaitan, S., L. E. Erickson, S. L. Hutchinson, & R. Karthikeyan. 2003. Biodegradation of petroleum hydrocarbones in a soil containing polyacrylamide. Proceedings, Biochemical Engineering Symposium, Iowa State University.
9. Leib, B. G., C. A. Redulla, R. G. Stevens, G. R. Matthews, & D. A. Strausz. 2005. Erosion control practices integrated with polyacrylamide to reduce sediment loss in furrow irrigation. Applied Engineering in Agriculture. Vol. 21(4): 595-603.

10. Malik, M. & J. Letey. 1992. Pore- size- dependent apparent viscosity for organic solutes in satureted porous media. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1032-35.
11. Mostaghimi, K. A., & D. C. Mitra. 2000. A comparative investigation of the Effectiveness of polyacrylamide for erosion control in urban areas. Biological, Systems Engeneering Department, Virginia Tech, Blacksburg, Va. Unpublishet report prepared for Virginia Department of Conservation and Recreation.
12. Nelson, D. W. & L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p. 539–579. In A.L. Page (ed.) Methods of soil analysis. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI.
13. Pourjavadi, A. 1997. Organic polymers. Center of university publication, Tehran, P 190 (in persian).
14. Richard A. M. 2006. Polyacrylamide blocks for turbidity control on construction sites. ASAE Annual Meeting, Paper number 062254.
15. Rynolds, W. D. 1993. Saturated hydraulic conductivity: Laboratory measurement. p. 589-613. In M. R. Carter (ed.) soil sampling and methods of analysis. Lewis published in United State of American.
16. Sadeghian, N. 2002. The effect of three treatment on soil crust in Khlatposhan Station with rain irrigation and flooded soil. M. Sc. ,Tabriz university.(in persian).
17. Shekofteh, H., H. Refahi, & M. Gorji. 2004. Effect of anionic polyacrylamide on aoil erosion and run-off. Iranian Journal of Agricultureal Sciences, 36 (1): 177-87. (In persian).
18. Sojka, R. E., J. A. Entry, & W. J. Orts. 2003. Synthetic and bio-polymer used for runoff quality management in irrigated agriculture. Diffuse pollution conference Dublin.
19. Sojka, R. E., R. D. Letenz., & D. T. Westerman. 1998. Polyacrylamide effects on infilteration in irrigated agriculture. J. Soil and Water Conservation 53(4): 325-31.
20. Wankwo, K. N. N. 2001. Polyacrylamide as a soil stabilizer for erosion control. Final Report, January, Report Number: WI06-98. Washigton Department of Transportation.

This document was created with Win2PDF available at http://www.daneprairie.com.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.