

بررسی اثر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر فرسایش و رواناب خاکها

حسین شکفته^۱، حسینقلی رفاهی^۲ و منوچهر گرگی^۳

۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استاد و استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۳/۶

خلاصه

در این تحقیق به منظور اصلاح ساختمان و وضعیت فیزیکی خاک از ماده شیمیایی پلی اکریل آمید (PAM) استفاده شد. سه نمونه خاک با بافتهای ماسه لومی، لوم و لوم رسی انتخاب و پس از آماده سازی آنها به سطح هریک به طور جداگانه مقادیری معادل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم درهکتار پلی اکریل آمید محلول اضافه شد. سپس نمونه ها در شیب ۲۰ درصد به مدت ۵ دقیقه تحت باران شبیه سازی شده با باران ساز با شدت ۳۹ میلی متر در ساعت قرار گرفتند. رواناب و رسوب خارج شده از انتهای پلات باران ساز جمع آوری و اندازه گیری شد. این مراحل در مورد یک باران با شدت ۷۹ میلی متر در ساعت نیز صورت گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد که غالباً سطوح پلی اکریل آمید نسبت به شاهد اختلاف معنی داری در کاهش مقدار رواناب و رسوب داشته اند. در بارش ۳۹ میلی متر در ساعت، خاکهای لومی و ماسه لومی کمترین رسوب را در مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار و خاک لوم رسی کمترین رسوب را در مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی اکریل آمید داشتند. در شدت بارش ۷۹ میلی متر در ساعت، کلیه خاکها کمترین مقدار رسوب را در مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی اکریل آمید نشان دادند. در مورد رواناب، در بارشهای ۳۹ و ۷۹ میلی متر در ساعت کمترین مقدار رواناب در تیمار ۱۰ کیلوگرم پلی اکریل آمید در هکتار مشاهده شد. خاک شن لومی در شدت بارش ۳۹ میلی متر در ساعت هیچگونه روانابی تولید ننمود.

واژه های کلیدی: پلی اکریل آمید، رواناب، فرسایش

مقدمه

وسیع وزن مولکولی و انواع بار الکتریکی و چگالی در دسترس است که نسبت به پلیمرهای اولیه موثرتر، ارزان تر و از لحاظ کاربردی راحت تر هستند (۸). در خاکهایی که در معرض باران قرار می گیرند خرد شدن خاکدانه ها اولین فرآیندی است که منجر به تشکیل سله می شود. اراضی مناطق خشک و نیمه خشک به محض اینکه در معرض انرژی قطرات باران قرار گیرند، اغلب مستعد تشکیل سله در سطح خاک می باشند. سله های سطحی نازک هستند و به وسیله چگالی زیاد، خلل و فرج ریز، هدایت هیدرولیکی و اشباع کمتر آنها از لایه زیرین تشخیص داده می شوند. سله تشکیل شده در خاکهایی که در

با توجه به اینکه در مناطق خشک و نیمه خشک بارانهایی با شدت زیاد ریزش می نماید و موجب ایجاد سله در خاک و مانع نفوذ و باعث ایجاد هرز آب می گردد، استفاده از موادی جهت افزایش نفوذ پذیری و کاهش رواناب و فرسایش ضروری می باشد که یکی از این مواد پلی اکریل آمید است که در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفت. تحقیق برای کاربرد پلی اکریل آمیدها برای اصلاح خصوصیات فیزیکی خاک از اوایل سال ۱۹۵۰ شروع شد اما کاربرد پیشرفته پلی اکریل آمید تا اواخر دهه ۱۹۹۰ شروع نشده بود. هم اکنون ترکیب شیمیایی PAM با محدوده

(۴۱۴۱ - T) و چگالی بار مثبت کم (۱۴- CP) و بار منفی (۴۲۴۶ - T) بودند. جذب سطحی پلیمرها روی خاکهای با درصد سدیم تبدلی پایین اختلاف معنی‌داری نداشت ولی روی خاکهای با درصد سدیم تبدلی بالا اختلاف معنی‌دار بالایی داشت. ایزوترم جذب سطحی به شکل زیر مشاهده گردید:

$$T - 4141 > 21 J > CP - 14 > 2 J > 2 - 4246$$

جذب روی ماسه اندکی کمتر از خاک دیگر بود. در حالیکه جذب روی رس به فرم زیر مشاهده گردید:

$$CP - 14 > T - 4246 > 21 J$$

با توجه به نتایج فوق، حدس زده می‌شود که پلیمرهای PAM و پلی‌ساکارید نمی‌توانند به درون خاکدانه‌ها نفوذ کنند زیرا جذب سطحی تقریباً برای خاکهای با خاکدانه‌های مشابه یکسان بود (۵). بن هور و همکاران (۱۹۸۹) اثر دو پلی‌ساکارید با چگالی بار کم و زیاد و یک پلی‌اکریل‌آمید با چگالی بار کم بر روی میزان نفوذ در آبیاری قطره‌ای شبیه‌سازی شده را مطالعه کرده‌اند و نتایج تحقیقات آنها به این صورت بود:

شاهد $PAM >$ پلی‌ساکارید با بار کم $>$ پلی‌ساکارید با بار زیاد که مطابق همان ترتیب جذب سطحی پلیمر در سطح خاک می‌باشد. جذب سطحی پلیمر در سطح خاک توانایی آن را در همآوری و کاهش سله افزایش می‌دهد. تأثیر پلیمر بر ایجاد سله و سرعت نفوذ در طول آبیاری‌های متوالی با توانایی پلیمر در ایجاد خاکدانه‌های پایدار در مقابل انرژی قطرات باران مرتبط می‌باشد. جذب سطحی پلیمر فاکتور مهمی در پایداری خاکدانه‌ها و لایه سطحی خاک می‌باشد. جذب سطحی زیاد پلیمر باعث می‌شود که پلیمر کمتر به درون خاکدانه‌ها یا به لایه زیرین نفوذ نماید (۳).

تأثیر مقادیر کم (g/m^3 ، ۲۰، ۱۰، ۵) از دو پلیمر آنیونی و پلی‌ساکارید کاتیونی بر روی نفوذ آب در فرسایش خاک در طول آبیاری‌های متوالی قطره‌ای شبیه‌سازی شده با ۵ آبیاری متوالی و هر بار ۶۰ میلی‌متر توسط لوی و همکاران (۱۹۹۲) مطالعه شده‌است. پلیمر از طریق سه آبیاری ابتدائی به خاک اضافه شد و بعد خاک در معرض آبیاری با دو آب معمولی قرار گرفت. در طول سه آبیاری اول سرعت نفوذنهایی به‌طور معنی‌داری خیلی بیشتر از خاک شاهد بود در دو آبیاری بعدی که با آب معمولی

معرض بارندگی قرار گرفته‌اند از دو مکانیسم زیر که مکمل یکدیگرند ناشی می‌شود:

۱- تخریب فیزیکی خاکدانه‌ها و متراکم‌نمودن آنها که در اثر ضربه قطرات باران انجام می‌گیرد.

۲- پراکندگی شیمیایی رس‌ها و حرکت آنها به نواحی با تخلخل کوچکتر و مسدود نمودن خلل و فرج هدایت‌کننده.

مکانیسم اول به وسیله انرژی جنبشی قطرات و پایداری خاکدانه‌ها تعیین می‌شود و مکانیسم دوم معمولاً از طریق افزایش غلظت کاتیونهای محلول خاک کنترل می‌گردد. استفاده از مواد اصلاح‌کننده (که بعضی از انواع پلیمرها می‌باشند) ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها را افزایش می‌دهد (۶). تأثیر پلیمر بر خصوصیات فیزیکی خاک احتمالاً تابعی از جذب و دفع آنها بر روی مواد خاکی می‌باشد. تأثیر پلیمر در تثبیت ساختمان خاک بسته به وزن مولکولی و چگالی بار آن و توزیع اندازه خلل و فرج و خاکدانه‌ها متفاوت است. در یک اندازه خلل و فرج و وزن مولکولی مشخص، دو مکانیسم مختلف برای برهم کنش بین پلیمر و ذرات خاک پیشنهاد شده است:

۱- ماده اصلاح‌کننده با چگالی یابار کم خیلی بیشتر به درون خاکدانه نفوذ می‌کند.

۲- ماده اصلاح‌کننده با چگالی یا بار زیاد روی سطوح خاکدانه‌ها باقی می‌ماند.

پلیمرهای با وزن مولکولی زیاد نمی‌توانند به درون خاکدانه نفوذ کنند. بنابراین میزان جذب آنها روی مواد خاکی بیشتر وابسته به اندازه خاکدانه‌ها و مساحت سطوح خاک و برهم‌کنش بارهای الکتریکی می‌باشد. در طول بعضی از تحقیقات پایه‌ای میزان جذب پلیمر روی کانی‌های رسی خالص اندازه‌گیری شد. از این مطالعات فهمیده شد که پلیمر نمی‌تواند به درون خاکدانه‌ها نفوذ نماید. اما یک شبکه‌ای اطراف خاکدانه‌ها تشکیل می‌دهد. بنابراین باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود (۲)، جذب سطحی شش پلیمر نشان‌دار شده با تریتم روی سه خاک که یکی از آنها با درصد سدیم تبدلی بالا و دیگری ماسه کوارتزی شسته شده و سومی خاک با رس مونت موریلونایت بود مطالعه شد. پلیمرها سه پلی‌اکریل‌آمید آنیونی با $2J$ ، $21J$ و $40J$ (درصد مولی بار) و سه پلی‌ساکارید با چگالی بار مثبت زیاد

تلفات کاهش یافت ولی هدررفت خاک تیمار شده ۴۸ تا ۶۴ درصد کمتر از شاهد بود. درصد رسوبات بزرگتر از ۰/۵ میلیمتر در تیمار PAM، ۴۵ درصد بیشتر از شاهد بود که دال بر پایداری خاکدانه‌ها در خاکهای تیمار شده با PAM می‌باشد (۱۱).

مواد و روش‌ها

خاکهای مورد آزمایش با نمونه‌برداری از مزرعه دانشکده کشاورزی کرج تهیه گردید. این منطقه دارای آب و هوای مدیترانه‌ای با تابستانهای گرم و خشک و زمستانهای نسبتاً سرد بوده و در طبقه‌بندی دوماترن در دسته اقلیمهای نیمه‌خشک قرار می‌گیرد. در این تحقیق از سه نمونه خاک با بافتهای لوم رسی، لوم و شن لومی برای تعیین اثر پلی‌اکریل‌آمید آنیونی با وزن مولکولی ۵ میلیون گرم در مول و با چگالی بار ۲۰-۱۸٪ مولی استفاده گردید.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک با استفاده از روش‌های استاندارد مورداستفاده در مؤسسه تحقیقات خاک و آب تعیین گردید (جدول ۱). برای انجام آزمایش ابتدا نمونه‌های خاک کوبیده و از الک ۴ میلیمتری عبور داده‌شد و سپس مقداری از آن را در ظرفهای باران‌ساز که کف آن ماسه ریخته شده بود قرار دادیم بطوریکه سطح نمونه خاک با سطح سینی‌های ظرف باران‌ساز یکسان باشد. پس از آن، نمونه‌ها از زیر اشباع‌شده و آنها را تا رسیدن به رطوبت معینی در حدود ظرفیت زراعی رها نموده و بعد دوباره آنها را از زیر اشباع‌نموده و باز آنها را تا رسیدن به حدود ظرفیت زراعی رها نموده و سپس از ماده شیمیایی پلی‌اکریل‌آمید آنیونی که با غلظت ۰/۵ گرم در لیتر مقادیری به‌طور جداگانه معادل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار روی سطح خاک پاشیدیم و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. سپس تیمارها را به مدت ۲۴ ساعت به حال خود رها نمودیم تا ماده به‌طور همگن روی سطح خاک پخش‌شود و بعد نمونه‌ها را تحت باران شبیه‌سازی شده با باران‌ساز کوچک، با شدت ۳۹ میلی‌متر در ساعت به مدت ۵ دقیقه در شیب ۲۰ درصد قرارداده و در پایان بارندگی رواناب ناشی از باران و به تبع آن میزان خاک خارج‌شده از ظرف را جمع‌آوری نمودیم. نمونه‌های جمع‌آوری شده راپس از وزن

صورت‌گرفت، مقادیر سرعت نفوذنهایی این خاکها تا مقادیر خاک شاهد کاهش یافت.

غلظت کمتری از PAM ($10g/m^3$) در مقایسه با پلی‌ساکراید ($20g/m^3$) برای تأثیر بهینه روی سرعت نفوذنهایی و نفوذ جمعی لازم بود. هر دو پلیمر باعث تثبیت خاکدانه‌ها می‌شوند اما PAM بخاطر مولکولهای طویل‌تر و جذب محدودتر در سیمانی‌کردن خاکدانه‌ها به یکدیگر موثرتر است و مقاومتشان را به فرسایش افزایش می‌دهد (۴).

محققین دیگری مانند شینبرگ و اسمیت (۱۹۹۰) اثر مفید کاربرد سطحی مقادیر کم پلی‌اکریل‌آمید را بر سرعت نفوذ یک خاک ورتی‌سول با استفاده از یک باران‌ساز مطالعه کرده‌اند. نامبردگان دریافتند که تیمارهای PAM سرعت نفوذ نهایی و جذب بارانی را که ۸۰ میلیمتر بود به‌ترتیب هفت‌مرتبه در مقایسه با خاک بدون تیمار افزایش داد. مسلم است که تشکیل سله در این خاکها به‌واسطه بهبود ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها بدنبال استفاده از PAM کاهش یافته است.

در سال ۱۹۹۲ و ۱۹۹۳ تحقیقات دیگری بمنظور گسترش تفهیم اثر PAM به عنوان عامل کنترل فرسایش در آبیاری شیاری و همچنین ارزیابی تأثیر عوامل ذاتی PAM (نوع بار الکتریکی و چگالی) جهت کنترل فرسایش انجام‌گرفت.

نتایج مقدماتی نشان داد که PAM آنیونی با بار الکتریکی متوسط و چگالی بالا تلفات خاک را به‌طور مؤثرتری نسبت به انواع دیگر PAM کاهش می‌دهد (۱). زانگ و میلر (۱۹۹۶) تأثیر استعمال سطحی مقادیر کم PAM را بر روی نفوذ آب و فرسایش خاک لوم ما سه ای مطالعه نمودند. در این تحقیق محلول پلی‌اکریل‌آمید با غلظت یک کیلوگرم در مترمکعب همراه با $5/2$ مول $CaSO_4$ و در مقادیر ۳۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار بکار برده‌شده سه باران مصنوعی هریک به مقدار ۳۱ میلیمتر با شدت 85 mm/h با فاصله دو هفته مورد استفاده قرارگرفت. نفوذ نهائی هر سه باران برای شاهد 30 mm/h و برای خاکهای تیمارشده با PAM در باران اولی بیش از 85 mm/h و برای دو باران بعدی 45 mm/h بود. کل تلفات خاک در باران اولی برای شاهد $1/6\text{ kg/m}^2$ و میانگین تلفات خاک برای دو مقدار PAM، $0/3\text{ g/m}^2$ گزارش شد. برای دو باران بعدی اگر چه در مجموع

و میلر (۱۹۹۶) مشابهت دارد. در خاکهای لوم و شن لومی در تیمار ۱۰ کیلوگرم در هکتار و در خاک لوم رسی در تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید مقدار تلفات و رسوب کمترین مقدار می‌باشد و در مورد دو خاک لوم و لوم رسی میزان رسوب و تلفات خاک تقریباً نزدیک به صفر رسید و آب زلالی از انتهای پلات باران ساز خارج شد. در این دو خاک با افزایش مقدار ماده تقریباً میزان رسوب و تلفات ثابت می‌شود یعنی افزایش مقدار ماده تأثیر چندانی در کاهش تلفات خاک ندارد. چنانچه هدف از کاربرد پلی‌اکریل‌آمید کنترل فرسایش در شدت بارندگی‌هایی در حدود 40 mm/h باشد، مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار از این ماده کفایت می‌کند. این ماده به علت وزن مولکولی زیادش نمی‌تواند به درون خاکدانه‌ها نفوذ نماید و روی سطح آنها باقی‌مانده و باعث می‌شود که خاک در اثر ضربه قطرات باران متلاشی نشده و مقاوم به فرسایش باشد.

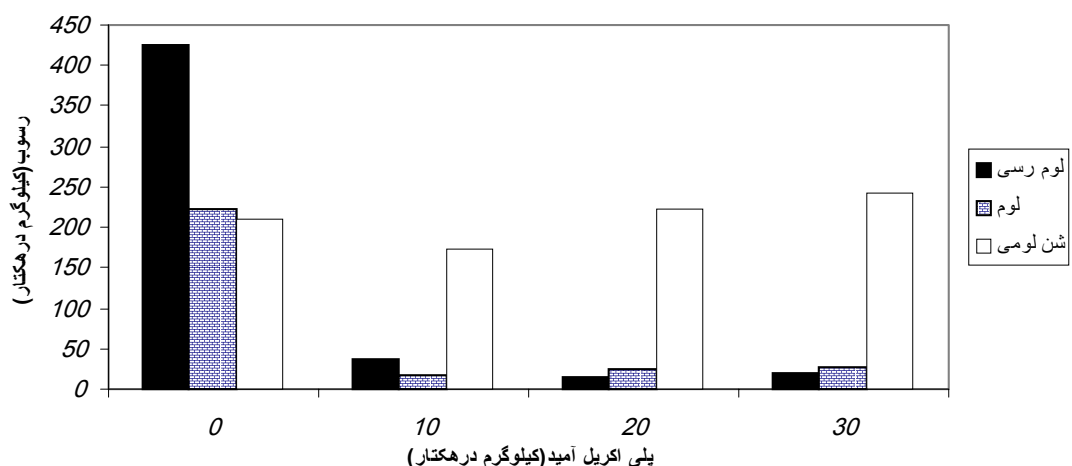
نمودن به مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت 105°C درجه سانتی‌گراد قرارداده و سپس با توزین مجدد و با توجه به مقدار وزن اولیه، حجم رواناب و وزن خاک هدر رفته بدست آمد. تمام مراحل ذکر شده در مورد بارانی با شدت 79 mm/h نیز انجام گردید. میزان نفوذپذیری خاک از تفاضل مقدار کل باران و رواناب بدست آمد.

نتایج و بحث

شکل ۱ نتایج حاصل از تاثیر ماده شیمیایی پلی‌اکریل‌آمید بر میزان تلفات و رسوب خاکها در شدت بارندگی 39 mm/h را نشان داده است. زمانی که هیچ گونه ماده ای استفاده نشده است مقدار تلفات و رسوب در هر سه خاک بیشترین مقدار می‌باشد و با افزایش مقادیر ماده میزان تلفات و رسوب کمتر می‌شود. این یافته بانتهای بدست آمده توسط زانگ

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاکهای مورد مطالعه

شماره خاک	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	B.D (g/cm^3)	F.C (۰/۱)	P.W.P (%)	Texture	CEC me/100g	EC (ds/m)	PH	OC (%)	CaCO ₃ (%)
۱	۳۲/۶	۳۹/۴	۲۸	۱/۳۷	۲۰/۹	۱۱/۷	C.L	۱۲/۳	۰/۷۵	۸	۰/۹۶	۹/۱۴
۲	۲۶/۴	۳۸	۳۵/۶	۱/۴۹	۲۱/۳	۱۱/۴	L	۱۴/۷	۰/۶۹	۸	۰/۷۵	۷/۴۹
۳	۹/۶	۸	۸۲/۴	-	۹/۳	۴/۸	L.S	۱۰/۶	۱/۱	۷/۳	۰/۳	۸/۶۵



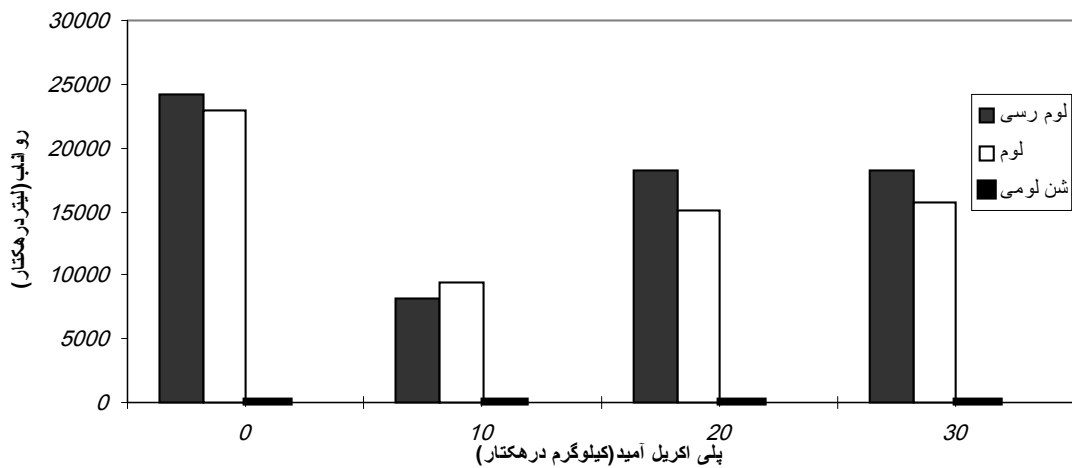
شکل ۱- نمودار رسوب خاکها در تیمارهای مختلف پلی‌اکریل‌آمید و شدت بارش 39 mm/h در ساعت

باعث افزایش نفوذپذیری خاک و کاهش رواناب گردیده است.

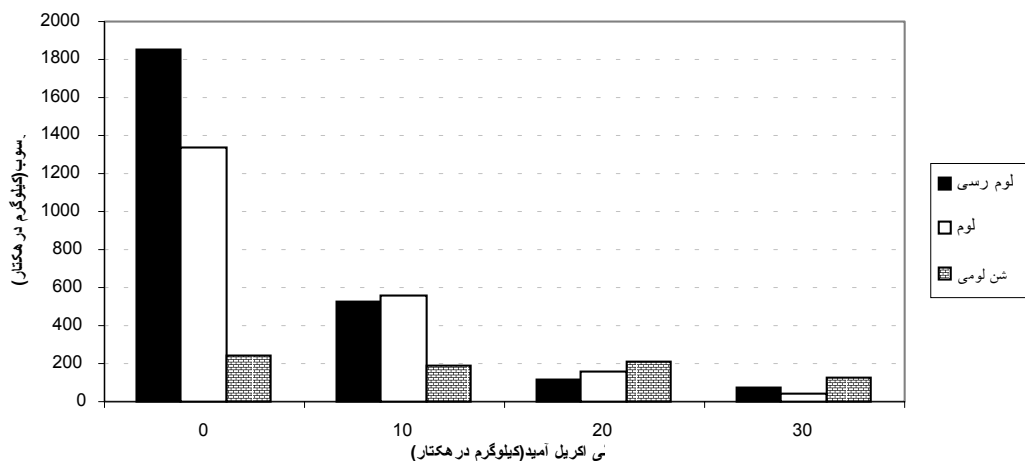
در شکل ۳ تاثیر ماده شیمیایی پلی آکریل آمید بر تلفات و رسوب خاک در شدت بارندگی 79mm/h نشان داده شده است. در هر سه خاک در شاهد بیشترین و در تیمار 30kg/ha پلی آکریل آمید کمترین مقدار فرسایش را داریم.

در شکل ۴ تاثیر ماده شیمیایی پلی آکریل آمید بر رواناب کلیه خاکها در شدت بارندگی 79mm/h نشان داده شده است. در تیمار شاهد بیشترین و در تیمار $PAM=10$ کمترین مقدار رواناب را داریم.

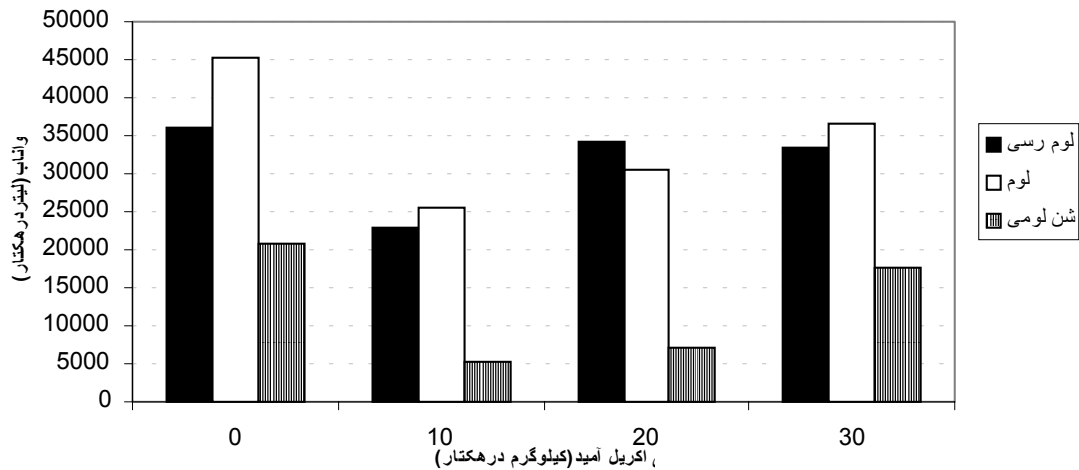
در شکل ۲ نتایج حاصل از تاثیر پلی آکریل آمید بر میزان رواناب خاکها در شدت بارندگی 39mm/h نشان داده شده است که در این شکل بیشترین مقدار رواناب در تیمار شاهد می باشد (۱۱). همچنین در این شکل صرفنظر از اینکه در خاک شن لومی میزان رواناب صفر است، در خواهیم یافت که در دو خاک لوم رسی و لوم در سطح 10 کیلوگرم در هکتار پلی آکریل آمید میزان رواناب به کمترین مقدار خود رسیده که علت آن جذب این ماده روی خاکدانه ها و افزایش پایداری آنها، اتصال ذرات خاک به یکدیگر و جلوگیری از اثر ضربه قطرات باران در ایجاد سله در سطح خاک می باشد. مجموعه این عوامل



شکل ۲- نمودار میزان رواناب خاکها در تیمارهای مختلف پلی آکریل آمید و شدت بارش 39 میلیمتر در ساعت



شکل ۳- نمودار رسوب خاکها در تیمارهای مختلف پلی آکریل آمید و شدت بارش 79 میلیمتر در ساعت



شکل ۴- نمودار رواناب خاکها در تیمارهای مختلف پلی آکریل امید و شدت بارش ۷۹ میلیمتر در ساعت

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر پلی اکریل آمید بر رواناب خاکها در شدتهای بارش متفاوت

منبع متغیر	درجه آزادی	SS	MS	F
تکرار	۲	۰/۲۴۵	۰/۱۲۳	۰/۲۲۸۱
فاکتور A	۱	۳۰۲۸۸۸/۸۸	۳۰۲۸۸۸/۸۸	۵۶۲۹۴۸/۶۷**
فاکتور B	۲	۵۰۰۹۴/۹۶	۲۵۰۴۷/۴۸	۴۶۵۵۳/۱۹**
فاکتور C	۳	۱۱۱۷۶/۵۸۱	۳۷۲۵/۵۲	۶۹۲۴/۲۵**
AB	۲	۴۶۱۶/۶۶	۲۳۰۸/۳۳	۴۲۹۰/۲۵**
AC	۳	۴۸۵۹/۲۲	۱۶۱۹/۷۴	۳۰۱۰/۴۴**
BC	۶	۱۳۷۷/۸۱۴	۲۲۹/۶۳۶	۴۲۶/۸**
ABC	۶	۲۲۳۱/۳۹۷	۳۷۱/۸۹۹	۶۹۱/۲۱**
اشتباه	۴۶	۲۴/۷۵	۰/۵۳۸	
کل	۷۱	۳۷۷۲۷/۵۱۱		

A: شدت بارندگی B: خاک C: پلی اکریل آمید
**معنی دار در سطح ۱٪

مقایسه میانگین اثر بافت خاک بر فرسایش و رواناب به روش دانکن نشان داد که بیشترین مقدار رسوب را در خاک ماسه لومی و کمترین آن را در خاک لوم داریم چرا که در خاک ماسه لومی ذرات شن بصورت منفرد بوده و خاکدانه‌های تشکیل نمی‌شود. ذرات ماسه در اثر فرسایش پاشمانی ناشی از قطرات باران به طرف پایین پلات باران ساز حرکت می‌نمایند. همچنین بدلیل پایین بودن سطح ویژه ماسه و بالابودن نفوذپذیری آن، محلول پلی اکریل آمید به عمق پایین تری حرکت می‌کند و اثر

در جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پلی اکریل آمید بر مقدار فرسایش خاکها در دو شدت بارندگی ارائه شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر ماده پلی اکریل آمید بر مقدار رسوب خاکها در شدتهای متفاوت بارندگی

منبع متغیر	درجه آزادی	SS	MS	F
تکرار	۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۱/۸۹۶
فاکتور A	۱	۴/۹۵۷	۴/۹۵۷	۳۲۰۰/۴۲۵**
فاکتور B	۲	۱/۰۵۲	۰/۵۲۶	۳۳۹/۶۴۵**
فاکتور C	۳	۸/۰۸۸	۲/۶۹	۱۷۴۰/۸۶**
AB	۲	۲/۹۱۹	۱/۴۶	۹۴۲/۴۴**
AC	۳	۱/۳۶۱	۰/۴۵۴	۲۹۲/۸۱۶**
BC	۶	۴/۰۱۴	۰/۶۶۹	۴۳۱/۹۱**
ABC	۶	۰/۵۱۴	۰/۰۸۶	۵۵/۲۷۴**
اشتباه	۴۶	۰/۰۷۱	۰/۰۰۲	
کل	۷۱	۲۲/۹۸۱		

A: شدت بارندگی B: خاک C: پلی اکریل آمید
**معنی دار در سطح ۱٪

در جدول ۳ نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای پلی اکریل آمید بر مقدار رواناب خاکها در دو شدت بارندگی آمده است که فاکتورهای اصلی و اثرات متقابل آنها در سطح ۱٪ معنی دار می‌باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل شدت بارش و بافت خاک بر تلفات خاک و رواناب به روش دانکن

تیمار (شدت بارندگی و خاک)	رواناب (L/ha)		تلفات خاک (kg/ha)	
	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪
(۳۹ و لوم رسی)	d	۱۶۶۳/۰۰۸	e	۴۷/۳۱
(۳۹ و لوم)	e	۱۵۴۵/۲۷	f	۳۹/۸۱
(۳۹ و ماسه لومی)	f	۰	c	۲۰۶/۵۳
(۷۹ و لوم رسی)	b	۳۱۳۹۹/۸۴	a	۲۹۵/۸
(۷۹ و لوم)	a	۳۴۰۰۳/۳۶	b	۲۶۴/۸۵
(۷۹ و ماسه لومی)	c	۱۱۷۲۸/۸۹	d	۱۸۶/۶۳

ژنوتیپ‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ با همدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل شدت بارندگی و PAM بر تلفات خاک و رواناب به روش دانکن

تیمار (شدت بارندگی و PAM)	رواناب (L/ha)		تلفات خاک (kg/ha)	
	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪
۰ و ۳۹	e	۱۰۴۶/۷۱	c	۲۷۵/۶۳
۱۰ و ۳۹	g	۴۰۰	g	۴۶/۸۸
۲۰ و ۳۹	f	۷۴۹/۶۶	g	۴۹/۴۳
۳۰ و ۳۹	f	۷۶۸/۳۹۸	f	۵۲/۸۴
۰ و ۷۹	a	۳۳۱۲۴	a	۸۳۹/۴۵
۱۰ و ۷۹	d	۱۶۳۰۷/۲۹	b	۳۸۲/۸۲
۲۰ و ۷۹	c	۲۱۹۶۳/۲۴	d	۱۴۵/۱۷
۳۰ و ۷۹	b	۲۸۴۹۳/۴۴	e	۷۲/۱۱

ژنوتیپ‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ با همدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

در جدول ۷ مقایسه میانگین اثرات متقابل خاک و PAM بر تلفات خاک و رواناب به روش دانکن آورده شده است. در این جدول بیشترین مقدار تلفات خاک در تیمار با $PAM=0$ و خاک لوم رسی رخ داده است که اثرات مفید PAM در کنترل فرسایش را نشان می‌دهد.

اثر پلی آکریل آمید بر افزایش نفوذ آب باران به درون خاک نیز از نکات مهم و قابل توجه می باشد. میزان نفوذ آب در این تحقیق از تفاضل مقدار باران و مقدار رواناب محاسبه گردید و مشخص شد که در باران با شدت ۳۹ میلیمتر در ساعت، مصرف ۱۰ کیلوگرم درهکتار از ماده پلی آکریل آمید در خاکهای با بافت متوسط، مقدار نفوذ آب را بیش از دو برابر و در خاکهای با بافت سنگین، تا حدود سه برابر افزایش داده است (جدول ۸).

آن در سطح کم است و بنابراین فرسایش بیشتری در آن روی می‌دهد. در مورد رواناب هم طبیعی است که خاک ماسه لومی کمترین و خاک لوم رسی بیشترین مقدار رواناب را دارد.

در جدول ۴ مقایسه میانگین اثر ماده شیمیایی پلی آکریل آمید بر فرسایش خاک و رواناب به روش دانکن آورده شده است. در این جدول شاهد یعنی $PAM=0$ ، بیشترین مقدار فرسایش خاک را دارد و هر چه PAM بیشتر شود فرسایش خاک کمتر می‌گردد و در مورد رواناب نیز در شاهد بیشترین مقدار رواناب را داریم

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار PAM بر تلفات خاک و رواناب به روش دانکن

تیمار PAM (kg/ha)	رواناب (L/ha)		تلفات و رسوب خاک (kg/ha)	
	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪
۰	a	۱۱۶۰۵/۷۲	a	۴۵۶/۵۸
۱۰	d	۵۴۵۰/۸۶	b	۱۳۳/۹۶
۲۰	c	۷۷۰۷/۰۸	c	۸۲/۷۹
۳۰	b	۹۶۵۳/۰۶	d	۶۱/۶۵

ژنوتیپ‌های دارای حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال ۱٪ با همدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

جدول ۵ مقایسه میانگین اثر متقابل خاک و شدت بارندگی بر فرسایش خاک و رواناب به روش دانکن نشان می‌دهد. در این جدول تیمار شدت بارندگی 39mm/h و خاک لوم کمترین مقدار و تیمار شدت بارندگی 79mm/h و خاک لوم رسی بیشترین مقدار فرسایش را دارند. علت آن این است که در شدت 39mm/h و خاک لوم اولاً شدت بارندگی پایین است و ثانیاً وضعیت این خاک از لحاظ فیزیکی نسبت به دو خاک دیگر بهتر است و علت اینکه در خاک لوم رسی و شدت بارندگی 79mm/h بیشترین مقدار تلفات را داریم. چون اولاً شدت بارندگی بالاست و در ثانی در خاک لوم رسی مقدار رس بیشتر است و ذرات بیشتری به هم متصل می‌شوند و به همین دلیل رواناب ناشی از باران و خود قطرات باران ذرات بزرگتری را حمل نموده و در نتیجه مقدار فرسایش بیشتر است.

در جدول ۶ مقایسه میانگین اثرات متقابل شدت بارندگی و PAM بر فرسایش خاک و رواناب به روش دانکن آمده است.

نیز نفوذ نمی‌نماید، در بین آنها تجمع نموده و باعث مسدود شدن روزنه‌ها می‌گردد. این نتیجه با یافته‌های سایر محققان از جمله شینبرگ (۱۹۹۰) و اسمیت (۱۹۹۰) نیز همخوانی دارد.

جدول ۸- نفوذ پذیری خاکها در تیمارهای مختلف پلی اکریل آمید و شدت های مختلف بارندگی

شدت بارندگی (کیلوگرم درهکتار)	پلی اکریل آمید			شدت بارندگی (کیلوگرم درهکتار)
	میانگین درصد نفوذ لوم	میانگین درصد نفوذ لوم	میانگین درصد نفوذ لوم	
۰	۱۰۰	۳۰/۰۲	۲۶/۰۳۹	۰
۱۰	۱۰۰	۷۲/۰۷۳	۷۵/۲۸۴	۱۰
۲۰	۱۰۰	۵۴/۰۴	۴۴/۶۴	۳۹
۳۰	۱۰۰	۵۲/۰۰۶	۴۴/۲۴	میلیمتر در ساعت
۰	۶۸/۴۵	۴۱/۱۵	۴۴/۲۳	۰
۱۰	۹۲/۰۵	۶۴/۲۶	۶۵/۱۱	۷۹
۲۰	۸۹/۰۴	۵۳/۴۹	۴۷/۷۵	۲۰
۳۰	۷۳/۲۵	۴۴/۳	۴۹/۰۸	میلیمتر در ساعت

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح «بررسی اثر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر پایداری خاکدانه‌ها و فرسایش خاک» به شماره ۷۱۴/۲/۴۱۸ می‌باشد که با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران انجام گردیده است که بدینوسیله تقدیر و تشکر می‌گردد.

REFERENCES

- جهانجو، ب. ۱۳۷۸. بررسی اثر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر میزان نفوذ و کنترل فرسایش در آبیاری شیاری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه آبیاری و آبادانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- حسینی، م. ۱۳۷۵. اثر شوری و قلیائیت روی پایداری خاکدانه‌ها. گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- Ben-Hur, M. J. Faris. M. Malik, & J. Letey. 1989. Polymer as soil conditioners under consecutive irrigations and rainfall. Soil. Sci. Am. J. 53: 1173-1177.
- Levey. G. Y., J. Levin, M. Gal. M-Ben-Hur, & I. Shainberg. 1992. Polymers effects on infiltration and soil erosion during consecutive simulated sprinkler irrigations. Soil. Sci. Am. J. 56:902-907.
- Malik. M. & J. Levey. 1991. Adsorption of polyacrylamide and polysaccharide polymer on soil materials. Soil. Sci. Soc. Am. J. 53:380-383.
- Shainberg, I., G. J. Levey, P. Rengasamy, & H. Frenkel. 1992. Aggregate stability and seal formation as affected by drops impact energy and soil amendment. Soil Sci. 154:113-119.
- Shainberg. I. D, N. Warrington, & P. Rengasamy .1990. Water quality and PAM interaction in reducing surface sealing . Soil. Sci. 149:301-307

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و PAM بررسوب

ورواناب به روش دانکن		تلفات خاک (kg/ha)	
تیمار (شدت بارندگی و PAM)	میانگین	مقایسه دانکن ۵٪	رواناب (L/ha)
(لوم رسی و ۰)	۱۴۲۵۶/۳۶	b	a
(لوم رسی و ۱۰)	۸۰۷۸/۴۱	h	e
(لوم رسی و ۲۰)	۱۲۹۷۳/۲۱	d	h
(لوم رسی و ۳۰)	۱۲۷۲۳/۸۴	e	hi
(لوم و ۰)	۱۶۹۵۲/۰۴	a	b
(لوم و ۱۰)	۹۰۴۵/۹۱	g	f
(لوم و ۲۰)	۱۱۳۸۴/۸۹	f	g
(لوم و ۳۰)	۱۳۳۱۷/۱۶	c	i
(ماسه لومی و ۰)	۵۲۲۴/۳۹	i	c
(ماسه لومی و ۱۰)	۱۳۳۱/۵۲	l	d
(ماسه لومی و ۲۰)	۱۸۲۷/۵۶	k	c

با افزایش مقدار ماده مصرفی، اثر آن در افزایش نفوذ پذیری کمتر شده است. در شدت بارندگی ۷۹ میلیمتر در ساعت در نمونه های خاک مورد آزمایش، با مصرف ۱۰ کیلوگرم درهکتار پلی اکریل آمید مقدار نفوذ پذیری از ۳۵ تا ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش می‌یابد و با زیاد شدن ماده مصرفی رو به کاهش می‌گذارد. علت این موضوع این است که پلی اکریل آمید در مقادیر کم تا متوسط با افزایش پایداری خاکدانه‌ها نفوذ پذیری را افزایش می‌دهد ولی در مقادیر بالاتر چون به داخل خاکدانه‌ها

مراجع مورد استفاده

8. Smith .H.J.C ,G.J.Levey, & I.Shainberg. 1990. Water droplet energy and amendments : effect on infiltration and erosion . Soil. Sci .Soc.Am.J 54:1084 – 1087.
9. Terry, R. E. & S. D. Nelson. 1986. Effect of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties. Soil. Sci. 141:317-320.
10. Wallace, G. A. & A. Wallace. 1986. Control of soil erosion by polymeric soil conditioners. Soil. Sci. 141:363-367.
11. Zhang, X. C. & W. P. Miller. 1996. Polyacrylamide effect on infiltration and erosion in furrows. Soil. Sci. Am. J. 60:866-872.

A Study of the Effects of Polyacrylamide on Soil Erosion and Runoff

H. SHEKOFTEH¹, H. RAFAHI² AND M. GORJI³

**1, 2, 3, Former Graduate Student, Professor and Assistant Professor,
Faculty of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran**

Accepted. May. 26, 2004

SUMMARY

Polyacrylamide (PAM) was applied on three different textured soils with textures of clay loam, loam and loamy sand. Next to sample preparation, 10, 20 and 30 kg/ha of PAM were added to soil surfaces. Samples were exposed to rains produced by mini rainfall simulator with an intensity of 39 mm/h. The resulted runoff and sediment was collected and measured. The same procedure was conducted for a rainfall with an intensity of 79 mm/h. The results revealed that all levels of PAM decreased the amounts of runoff and sediment significantly as compared to control. At 39mm/h intensity, loam and loamy sand soils release the least amount of sediment when treated with 10 kg/ha of PAM. Clay loam soil had the minimum amount of sediment in treatment of 20 kg/ha of PAM. At 79mm/h intensity, all soil samples with 30kg/ha of PAM produced the minimum amounts of sediment. All soils at 39 and 79mm/h rain intensity showed the minimum runoff in 10kg/ha of PAM treatment. The loamy sand soil did not produce any runoff at 39mm/h rain intensity in any level of PAM treatment.

Key words: Polyacrylamide, Runoff, Erosion