تأثیر مادهٔ شیمیایی پلی‌اکریل‌آمید بر تلفات خاک و نفوذ آب در خاک در روش آبیاری جویچه‌ای[1]

تیمور سهرابی، بابک جهان جو و عباس کشاورز[2]

تاریخ دریافت مقاله: ٨٣/٤/٦ تاریخ پذیرش مقاله: ٨٣/١٠/٢٦

چکیده

آبیاری جویچه‌ای در اراضی کشاورزی با خاک قابل فرسایش و شیب زیاد باعث فرسایش و تلفات خاک از سطح جویچه‌ها و ایجاد مسائلی از قبیل کاهش میزان نفوذ آب می‌شود. اخیراً محققان کاربرد مادهٔ شیمیایی پلی اکریل آمید (PAM) را به صورت محلول در آب جهت کنترل فرسایش و تلفات خاک از جویچه‌ها و افزایش نفوذ آب پیشنهاد کرده‌اند. به منظور بررسی اثر این ماده، آزمایشی با استفاده از آزمون فاکتوریل در طرح بلوک‌های تصادفی شامل سه جریان ورودی ٠/٦ ، ٠/٨ و ١/٠ لیتر در ثانیه به جویچه و دو تیمار PAM به ترتیب ٥ پی‌پی‌ام، ١٠ پی‌پی‌ام و تیمار شاهد با سه تکرار در زمینی بدون کشت از مزرعهٔ تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انجام گرفت. آزمایش‌ها در خاک لومی سیلتی در جویچه‌هایی به طول ١٤٠ و عرض ٠/٧٥ متر و با شیب طولی ١ درصد در دو نوبت آبیاری انجام شد که در آبیاری اول تیمار PAM اعمال و اثر آن بر میزان تلفات خاک از جویچه بررسی شد و در آبیاری دوم تیمار PAM اعمال نگردید و تنها تأثیر تیمار در آبیاری نوبت اول بر فرسایش و تلفات خاک از جویچه، بررسی شد. تیمار ١٠ پی‌پی‌ام اثر مطلوبی از نظر کنترل تلفات خاک و افزایش میزان نفوذ داشته است. در این آزمایش مشخص شد که افزودن PAM در آب آبیاری میزان تلفات خاک را از جویچه حدود ٧٨ درصد کاهش و میزان کل نفوذ در جویچه را حدود ٤٦ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش می‌دهد. در آبیاری دوم بدون کاربرد تیمار PAM میزان تلفات خاک از جویچه حدود ٥٥ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان می‌دهد. نتایج تجزیهٔ و تحلیل آماری تأثیر PAM را بر میزان نفوذ و تلفات خاک از جویچه نشان می‌دهد به این ترتیب که ترکیب تیمار ١٠ پی‌پی‌ام و جریان ورودی ٠/٦ لیتر در ثانیه از لحاظ کاهش تلفات خاک از جویچه و ترکیب تیمار١٠ پی‌پی‌ام و جریان ورودی یک لیتر در ثانیه از لحاظ افزایش میزان نفوذ در سطح ٥ درصد معنی‌دار هستند.

واژه‌های کلیدی

آبیاری جویچه‌ای، پلی اکریل آمید، فرسایش خاک، نفوذ

١- برگرفته از طرح تحقیقاتی با عنوان "بررسی اثر مادهٔ شیمیایی- پلی‌اکریل‌آمید در میزان فرسایش و نفوذپذیری در آبیاری جویچه‌ای" به شماره ٧١١/١/٢٧٨ دانشگاه تهران

٢- به ترتیب: دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشکده مهندسی آب و خاک، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران. کرج، ص. پ. ٤١١١. تلفن: ٠٢٦١-٢٢٤١١١٩، و عضو هیأت علمی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی

مقدمه

آبیاری جویچه‌ای در اراضی کشاورزی با خاک قابل فرسایش و شیب زیاد باعث فرسایش و تلفات خاک از سطح جویچه و ایجاد مسائلی از قبیل کاهش میزان نفوذ آب می‌شود. این فرسایش تهدیدی است که طی آن توان تولیدی و حاصلخیزی اراضی کاهش می‌یابد و در نتیجه میزان تولید محصول در واحد سطح به مرور زمان تنزل می‌کند. عوامل مختلف از قبیل جریان ورودی به جویچه، شیب، نوع زراعت، نحوهٔ عملیات زراعی، رواناب خروجی ازجویچه، و چندین عامل دیگر در میزان فرسایش از جویچه مؤثر است.

پلی‌اکریل‌آمید (Polyacrylamide PAM) یک ترکیب شیمیایی است که از مقدار زیادی زیر واحد مولکول‌های اکریل آمید ساخته شده است. اکریل آمید ترکیب آلی نسبتاً ساده‌ای است که می‌تواند به کپی‌های همانند خودش به شکل زنجیری طویل و محلول درآب درآید. خصوصیاتی از قبیل طول زنجیره (وزن مولکولی)، درجهٔ پیوند شیمیایی، نوع بار الکتریکی، و چگالی، انواع مختلف پلی‌اکریل آمید را با عملکرد گوناگون ایجاد می‌کند. از پلی‌اکریل‌آمید که عامل ته‌نشین کنندهٔ قوی است در چندین فرآیند صنعتی از جمله در تولید مواد غذایی، و تصفیهٔ فاضلاب، و فرآیند تولید کاغذ استفاده می‌شود [۳].

پلی‌اکریل‌آمید حل شده در آب آبیاری چسبندگی بین ذرات خاک را افزایش می‌دهد و به‌هم پیوستگی آن را در سطح جویچه‌ها با محصور کردن ذرات خاکی که در معرض فرسایش تماسی قرار گرفته‌اند، به طور مطمئنی تقویت می‌کند. این عمل به مقدار زیادی جداسازی و انفصال رسوبات را به هنگام جریان آبیاری در خاک کاهش می‌دهد. در خاک‌های فرسایش‌پذیر، پلی اکریل آمید در فصل مشترک آب و خاک با بهبود پیوند خاک دانه‌های سطحی و نگهداری بهتر زبری سطح، فرسایش را کاهش می‌دهد. پلی‌اکریل‌آمید، باعث تجمع و ته نشینی ذرات ریز پراکنده در انتهای جویچه می‌شود که جریان آب آنها را حمل می‌کنند. در اثر این فرآیند ذرات ریز پخش شده کمتر توسط آب به داخل خاک، نفوذ یافته و مسدود شدن خلل و فرج خاک کاهش می‌یابد، به این دلیل میزان نفوذ افزایش می‌یابد. از عوامل جانبی که ممکن است در کاهش فرسایش آب آبیاری تیمارشده با PAM دخالت داشته باشد، می‌توان به مواردی مانند برقراری جریان ورقه‌ای[1]، تغییر گرانروی یا کشش سطحی آب در مجاورت فصل مشترک آب و خاک اشاره کرد [۷].

میزان تأثیر پلی اکریل آمید به سه عامل بستگی دارد: ۱- شکل و ترکیب شیمیایی ویژهٔ مولکول پلی‌اکریل‌آمید. ۲- درجهٔ خلوص پلی اکریل آمید در فرآیند تولید، و ۳- طبیعت فساد پذیری و تجزیهٔ محصولات پلی اکریل آمید. بعضی از انواع پلی‌اکریل‌آمید (نوع خنثی و کاتیونی) که در سطوح بسیار زیاد به طور مصنوعی تولید می‌شود تا اندازه‌ای برای بعضی موجودات آبزی سمی است. اما سمی بودن پلی‌اکریل‌آمید آنیونی، حتی در مقادیر کاربرد

1- Sheet Flow

زیاد، به اثبات نرسیده است. بیشترین مقدار آلودگی مربوط به مونومر (تک پار) اکریل آمید است که سمی است و اکیداً در مصنوعات صنعتی زیر سطح ۵ درصد نگه داشته می‌شود [۱]. گاهی سمی بودن و آلایندگی مونومر اکریل آمید ناشی از نبود کنترل و بی‌دقتی در فرآیند تولید آن است. از چهل سال گذشته تحقیقات برای استفاده از پلیمرها جهت بهبود شرایط فیزیکی خاک آغاز شده است. اما به دلیل نیاز به استفاده از حجم بالای آنها جهت تثبیت و بهبود شرایط فیزیکی خاک، کاربرد آنها از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نبود. اخیراً در مطالعات آزمایشگاهی از پلی‌اکریل آمیدهایی جدید با تکنیک‌های کاربردی مؤثرتر استفاده شده که مقادیر نسبتاً کم آنها می‌تواند نفوذ آب را به خاک افزایش و فرسایش خاک را کاهش دهد [۷]. میشل (Mitchell,1986) نشان داد که کاربرد ۳۲ کیلوگرم در هکتار PAM در آب آبیاری میزان نفوذ داخل جویچهٔ روی خاک رس سیلتی را تا ۳۰ درصد افزایش می‌دهد. لینتز و همکاران (Lentz *et al.*, 1992) پیشنهاد کردند که چون فرسایش در سطح جویچه اتفاق می‌افتد، فقط محیط خیس شدهٔ جویچه نیاز به تیمار دارد بنابراین در آب آبیاری جهت کنترل تلفات خاک و فرسایش پلی اکریل آمید با غلظت کم مورد نیاز است. این موضوع مقادیر مصرفی پلی اکریل آمید را، در مقایسه با کاربرد آن به صورت پراکنده و پخش در سطح مزرعه و مخلوط کردن آن با خاک سطحی، به طور قابل توجهی کاهش می‌دهد. کاربرد پلی‌اکریل آمید به صورت محلول در آب آبیاری علاوه بر این‌که هم‌آوری رسوبات موجود در آب در حال جریان درجویچه را فراهم می‌سازد قابلیت انتقال ذرات معلق را کاهش و تمایل به ته نشینی ذرات را در کف جویچه افزایش می‌دهد. نامبردگان گزارش کردند که مقادیر ۵ تا ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر PAM با وزن مولکولی بالا در آب آبیاری، طی زمان پیشروی تلفات خاک در انتهای جویچه را حدود ۷۰ تا ۹۹ درصد کاهش می‌دهد، و در آبیاری بعدی بدون اضافه کردن پلی‌اکریل آمید بار رسوب به میزان ٤٠ تا ٦٠ درصد کاهش می‌یابد. لینتز و سوجکا (Lentz & Sojka, 1994) گزارش کردند که به کارگیری PAM به مقدار ۰/۷کیلوگرم در هکتار فرسایش را به طور متوسط ۹٤ درصد کاهش و میزان نفوذ را به طور متوسط ۱۵ درصد افزایش می‌دهد. سجرن و تروت (Segeren & Trout, 1991) نشان دادند که تشکیل پوشش سطحی روی خاک لومی سیلتی Partneuf داخل جویچه میزان نفوذ را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. تشکیل این پوشش سطحی کم نفوذ در سطح جویچه از نفوذ آب جلوگیری می‌کند و همچنین نامبردگان دریافتند که بین غلظت رسوب جریان آب و نفوذ در داخل جویچه رابطه‌ای معکوس وجود دارد.

هدف از این مطالعه، بررسی اثر کاربرد PAM بر فرسایش و نفوذپذیری خاک در روش آبیاری جویچه‌ای است.

مواد و روش‌ها

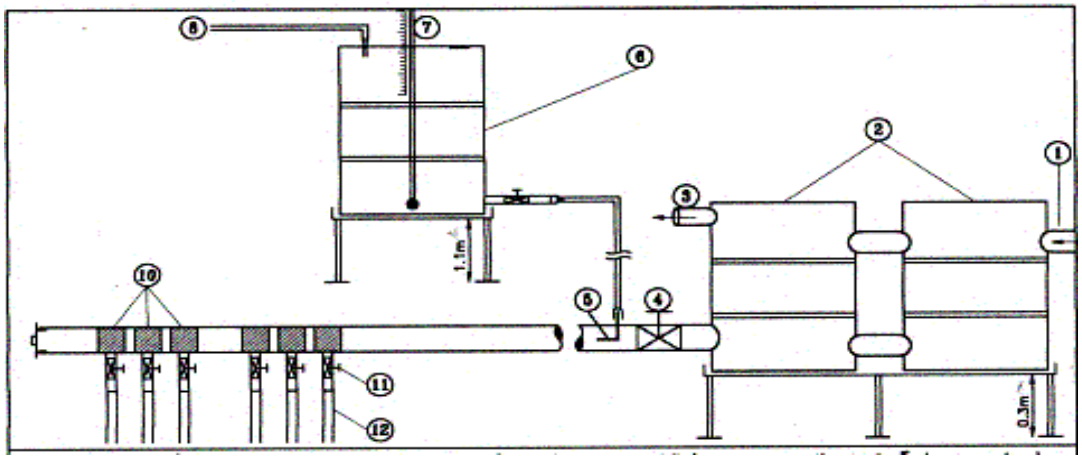
این تحقیق درمزرعهٔ تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در شرایط بدون کشت روی خاک لومی سیلتی اجرا شد که خصوصیات فیزیکی آن در جدول شمارهٔ ۱ نشان داده شده است. سطح مزرعه مسطح و دارای شیب یکنواخت ۱ درصد بود. pH خاک قطعهٔ انتخابی در حد حنثی (۷/٦–۷/۸) و نسبت جذب سدیم (SAR) بین ۰/٦٥ تا ۸۵/ ۰ و هدایت الکتریکی (EC_e) بین ۰/٦۱ تا ۰/۸٤ (دسی‌زیمنس بر متر) متغیر بود. قطعهٔ آزمایشی ابتدا شخم و سپس دیسک زده شد و مالەکشی گردید. جویچه‌های آبیاری به شکل V با عرض ۰/۷۵ متر و به طول ۱٤۰ متر ایجاد شد. هدایت الکتریکی آب آبیاری ۰/۸ (دسی‌زیمنس بر متر) و pH آن ۷/٤ اندازه‌گیری شد. سیستم انتقال آب به جویچه‌ها و نحوهٔ تزریق پلی‌اکریل آمید در شکل شمارهٔ ۱ نشان داده شده است.

آزمایش در قالب آزمون فاکتوریل با طرح بلوک تصادفی با استفاده از سه میزان دبی جریان ورودی به جویچه ۰/٦، ۰/۸ و ۱/۰ لیتر در ثانیه (تیمارفرعی)و در سه سطح PAM (تیمار اصلی) (۵ پی‌پی‌ام، ۱۰ پی‌پی‌ام و شاهد) با سه تکرار انجام گرفت. انتخاب این دبی‌ها بر مبنای حداکثر دبی غیر فرسایشی (۰/٦ لیتر در ثانیه) بوده است. آزمایش شامل دو نوبت آبیاری بوده است که در آبیاری اول ماده شیمیایی PAM تزریق شد و در آبیاری دوم PAM تزریق نشد و فقط اثر تیمار در آبیاری اول بررسی گردید. تیمارهای اعمال شده ماده شیمیایی PAM به شرح زیر بوده است.

- تیمار شاهد: آبیاری با آب بدون PAM

جدول شمارهٔ ۱- نتایج تجزیه‌های فیزیکی نمونه‌های خاک قطعه آزمایشی

شماره نمونه	عمق نمونه‌گیری (سانتی‌متر)	بافت خاک	درصد رطوبت وزنی		درصد اجزای تشکیل دهنده خاک		
			رطوبت زراعی (FC)	نقطهٔ پژمردگی دائم (P W P)	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)
۱	۲۰–۰	لوم سیلتی	۲۲/۳۸	۱۲/٦۱	۱۸/۰	٥٤/۰	۲۸
۲	٤۰–۲۰	لوم سیلتی	۲۳/۰٤	۱۲/۹۲	۱۷/٥	٥۳/٥	۲۹
۳	٦۰–٤۰	لوم	۲۲/۸٥	۱۱/۹۳	۱٦/۰	۳۹/۰	٤٥
٤	۸۰–٦۰	لوم شنی	۲۲/۸٥	۱۱/۸۱	۱۳/۰	۳۲/۰	٥٥
٥	۱۰۰–۸۰	لوم شنی	۲۲/۰۲	۱۰/۸	۱۱/۰	۳۰/۰	٥۹



۱- محل ورود جریان آب با پمپاژ
۲- مخزن‌های آب
۳- سرریز جهت تثبیت ارتفاع آب
٤- شیرفلکه
٥- نازل جهت تزریق مادهٔ شیمیایی
٦- مخزن ماده شیمیایی PAM (محلول مادر)
۷- پیزومتر و خط‌کش
۸- محل اتصال تلمبه باد
۹- لوله اصلی جریان آب
۱۰- محل خروج آب به سمت جویچه
۱۱- شیر گازی
۱۲- شلنگ هدایت کننده آب به داخل شیار

شکل شمارهٔ ۱- سیستم انتقال آب به جویچه‌ها و نحوهٔ تزریق پلی‌اکریل آمید

- تیمار T_{10} : افزایش ۱۰ گرم PAM به هر متر مکعب آب آبیاری (۱۰ پی‌پی‌ام) در طول مدت دو برابر زمان رسیدن جریان به انتهای جویچه و سپس ادامه آبیاری بدون استفاده از PAM.

- تیمار T_5 افزایش ۵ گرم PAM به یک متر مکعب آب آبیاری (۵ پی‌پی‌ام) به طور پیوسته تا زمان رسیدن آب به انتهای جویچه و سپس افزودن PAM به طور متناوب (نیم‌ساعت وصل و نیم ساعت قطع) به آب آبیاری در طول مدت آبیاری.

مدت زمان آبیاری اول بدون در نظر گرفتن زمان پیشروی دو ساعت تعیین شد که کمبود رطوبتی خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری جبران شود. در آبیاری اول میزان نفوذ و فرسایش از جویچه، دو مرتبه انجام گرفت. برای محاسبهٔ میزان کل آب نفوذ یافته از روش ورودی – خروجی[1] استفاده شد. در این روش، با کسر هیدروگراف آب خروجی از هیدروگراف آب ورودی و با در نظر گرفتن فواصل زمان اندازه‌گیری، میزان کل آب نفوذ یافته محاسبه شد. جریان ورودی و خروجی در جویچه با فلوم های WSC از نوع اول (Type I) اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری جریان ورودی و خروجی، میزان کل نفوذ برای هر جویچه محاسبه و مقادیر کل نفوذ جویچه‌های تیمار شده با PAM با تیمار شاهد مقایسه گردید. برای اندازه‌گیری تلفات خاک از جویچه‌ها، نمونه‌های آب یک لیتری از انتهای جویچه در زمان‌های ۱۲۰، ۹۰، ٦۰، ٤٥، ۳۰، ۲۰، ۱۵، ۱۰، ۵، ۳، ۱دقیقه برداشته شد. پس

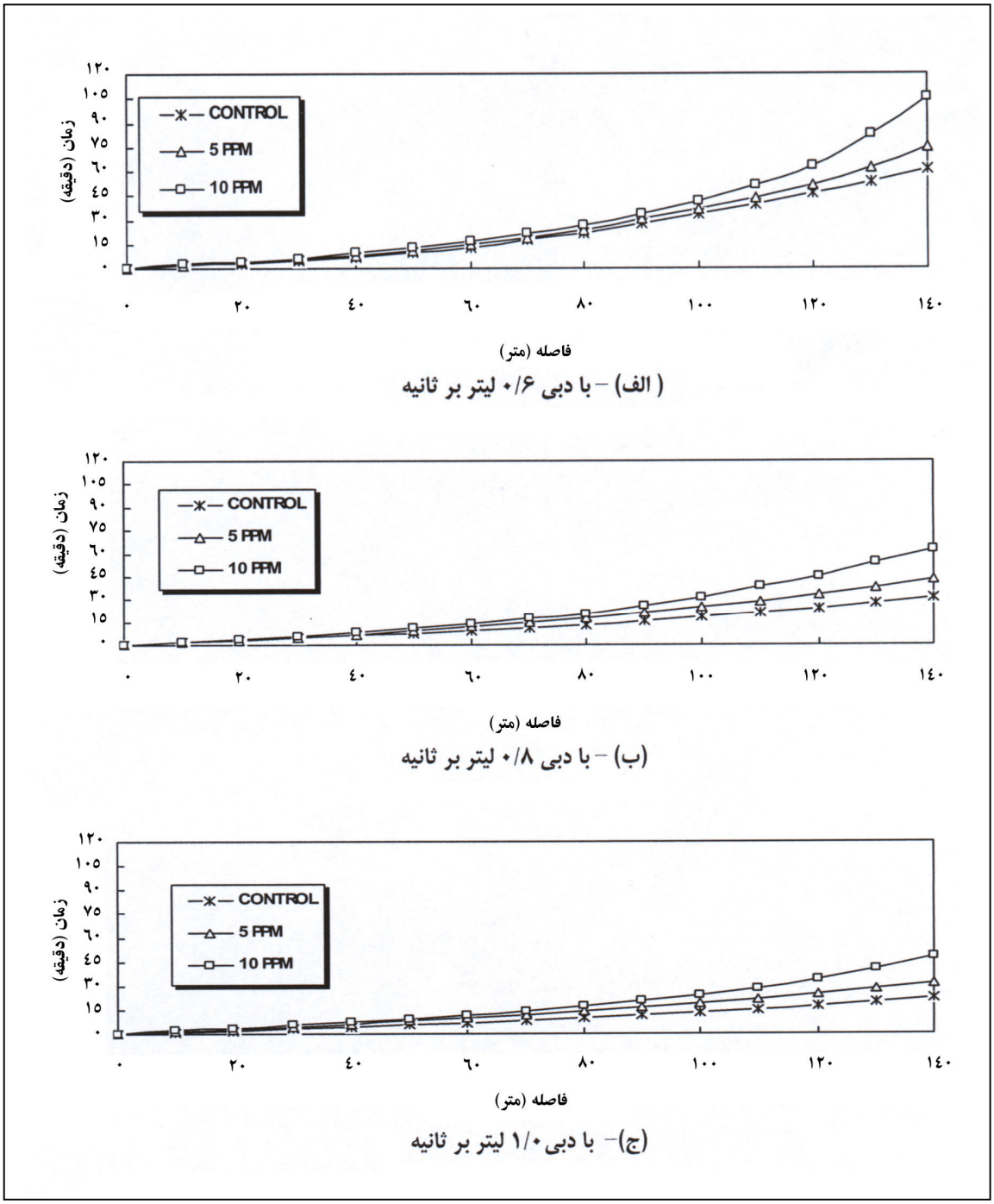
1- Inflow - Outflow

از نمونه‌گیری، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد و پس از خشک کردن و توزین با ترازو، غلظت رسوب بر حسب گرم در لیتر به دست آمد. با استفاده از هیدروگراف خروجی و مقادیر مواد رسوبی اندازه‌گیری شده در هر جویچه، مقادیر تلفات خاک از هر جویچه محاسبه و تلفات خاک مربوط به جویچه‌های تیمار شده با PAM و تیمار شاهد مقایسه و بررسی شد. مدت زمان آبیاری دوم بدون احتساب زمان پیشروی پنج ساعت تعیین شد و هدف ازآبیاری دوم تنها بررسی تأثیر PAM به کار رفته در آبیاری اول بر فرسایش وتلفات خاک از جویچه بود. سپس تلفات خاک مربوط به جویچه‌هایی که قبلاً PAM داده شده با تیمار شاهد مقایسه شد و مورد بحث و بررسی قرار گرفت.

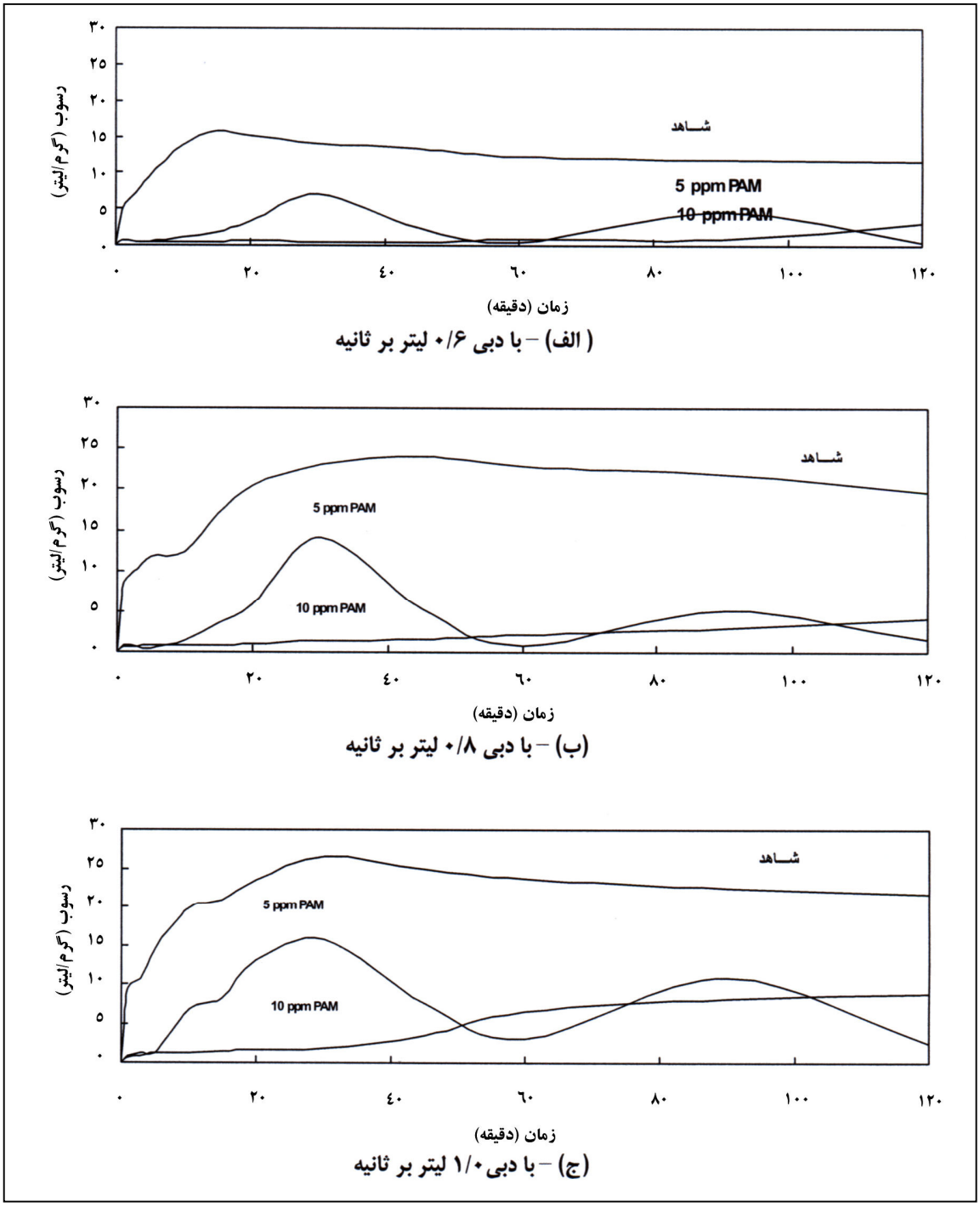
نتایج و بحث

نتایج مربوط به نوبت آبیاری اول: افزودن ماده شیمیایی پلی اکریل آمید به آب آبیاری در داخل جویچه، نسبت به تیمار شاهد موجب افزایش زمان پیشروی آب گردید (شکل شمارهٔ ۲). همان طور که در این شکل مشاهده می‌شود برای هر سه دبی جریان بیشترین مدت زمان پیشروی مربوط به تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام است و پس از آن تیمار ۵ پی‌پی‌ام مدت زمان پیشروی بیشتری را نسبت به تیمار شاهد نشان می‌دهد.

با توجه به استراتژی خاص تزریق، تأثیر تزریق PAM به آب آبیاری روی کنترل فرسایش از جویچه در شکل شمارهٔ ۳ نشان داده شده است. ماده شیمیایی PAM علاوه بر اینکه چسبندگی ذرات خاک و مقاومت خاکدانه‌ها را دربرابر تنش برشی جریان افزایش می‌دهد، خاصیت زلال سازی آب و هم‌آوری ذرات معلق در آب آبیاری را نیز دارد. در اثر این ماده، مواد معلق سریعاً هم‌آوری و در کف جویچه ته نشین می‌شوند. در منحنی الف شکل شمارهٔ ۳، در ابتدا مقدار رسوب در تیمار شاهد تا قبل از دقیقهٔ ۲۰ سریعاً افزایش و سپس با پایداری شرایط داخل جویچه کمی کاهش می‌یابد و در نهایت مقدار رسوب در حدود ۱۲ گرم در لیتر تثبیت می‌شود. در منحنی ج شکل شمارهٔ ۳، تیمار ۵ پی‌پی‌ام با توجه به تزریق متناوب PAM به آب آبیاری، پس از قطع تزریق PAM در هنگام رسیدن جریان به انتهای جویچه با گذشت زمان مقدار رسوب در جریان افزایش می‌یابد تا اینکه در دقیقهٔ ۳۰ به حداکثر مقدار خود (حدود ٦ گرم در لیتر) می‌رسد. سپس دوباره با تزریق PAM بعد از گذشت نیم ساعت از شروع رواناب بر اثر خاصیت این ماده مقدار رسوب در جریان به سرعت کاهش می یابد و پس از گذشت نیم ساعت از تزریق PAM مقدار آن به صفر می‌رسد. این روند در دوره بعدی هم با شدت کمتر تکرار می‌شود. در منحنی ۱۰ پی‌پی‌ام پس از تزریق PAM به اندازه دو برابر زمان پیشروی جریان در جویچه به تدریج مقدار رسوب جریان افزایش می‌یابد تا اینکه در انتهای زمان آبیاری به ۳ گرم در لیتر می‌رسد. در هنگام تزریق PAM مقدار رسوب جریان در حداقل

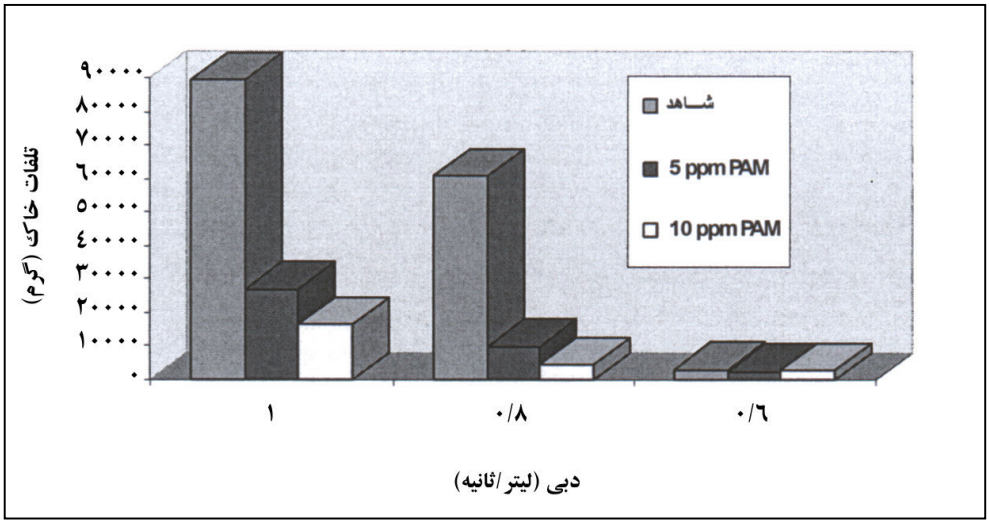


شکل شمارهٔ ۲- زمان پیشروی آب در جویچه برای دبی‌های مختلف و مقایسه با تیمار شاهد



شکل شمارهٔ ۳- تغییر غلظت مواد جامد در جریان خروجی از انتهای جویچه (تلفات خاک) نسبت به زمان

مقدار خود قرار دارد و جریان آب کاملاً زلال است. در مورد دبی‌های ۰/۸ و ۱/۰ لیتر در ثانیه نیز تغییرات تلفات خاک همانند دبی ۰/٦ لیتر در ثانیه است. در شکل شمارهٔ ٤ تأثیرات مصرف PAM (به اندازه ۵ و ۱۰ پی‌پی‌ام) در کاهش تلفات خاک از انتهای جویچه، در مقایسه با تیمار شاهد، به صورت نمودار ستونی آورده شده است. با مشاهدهٔ شکل شمارهٔ ٤ مشخص می‌گردد که بیشترین مقدار (۹۸ درصد) تأثیر (کاهش رسوب) مربوط به دبی ۰/٦ لیتر در ثانیه و تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام و کمترین مقدار (۷۰ درصد) مربوط به دبی یک لیتر در ثانیه و تیمار ۵ پی‌پی‌ام است. افزایش مقادیر کل نفوذ در جویچه برای تیمارهای ۱۰ پی‌پی‌ام و ۵ پی‌پی‌ام به ازای دبی‌های مختلف نسبت به تیمار شاهد در شکل شمارهٔ ۵ آورده شده است. بر اساس شکل شمارهٔ ۵ بیشترین مقدار نفوذ مربوط به جویچه با دبی ۰/٦ لیتر در ثانیه در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام (۹۱) درصد و کمترین مقدار مربوط به جویچه با دبی یک لیتر در ثانیه و تیمار ۵ پی‌پی‌ام که حدود ۱٤ درصد است. نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر ماده شیمیایی PAM بر مقدار کل نفوذ و تلفات خاک از جویچه در آبیاری اول در جدول شمارهٔ ۲ آمده است. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود تکرارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار ندارند و کلیه فاکتورها اعم از دبی جریان جویچه، تیمار PAM، اثر متقابل دبی و تیمار PAM و اشتباه کل آزمایش ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار هستند.

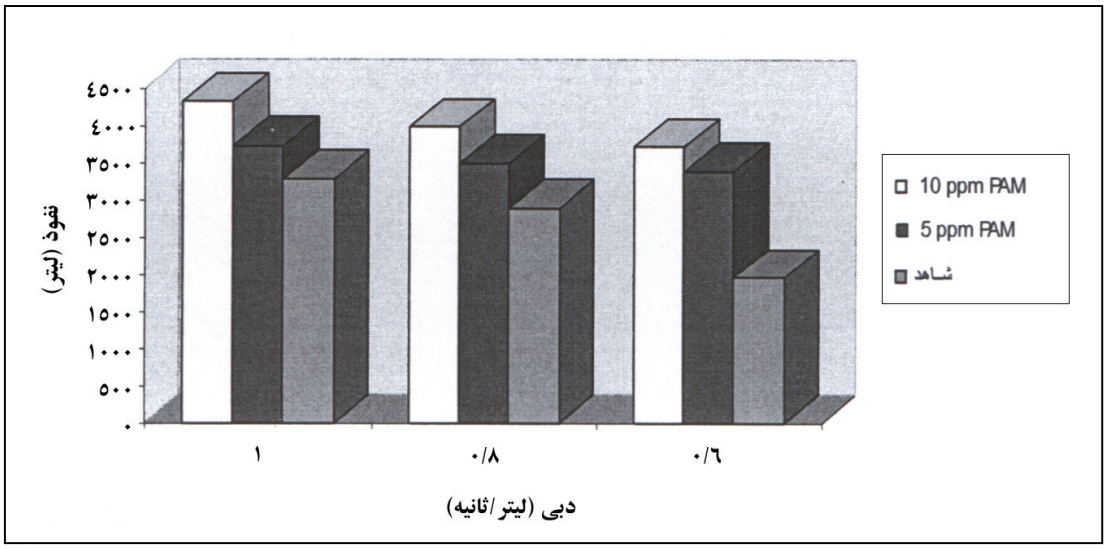


شکل شمارهٔ ۴- مقایسه کاهش تلفات خاک نسبت به تیمار شاهد از جویچه برای تیمارهای مختلف PAM به ازای سه دبی مختلف در آبیاری اول

جدول شمارهٔ ۲- نتایج تجزیهٔ واریانس تأثیر مادهٔ PAM بر مقدار کل نفوذ و تلفات خاک از جویچه در آبیاری اول

منبع تغییرات	درجه آزادی	مربع مجذورات(MS) تلفات خاک از جویچه (گرم)	مربع مجذورات (MS) کل نفوذ در جویچه (لیتر)
تکرار	۲	۷۱۵۷۱٤۰/۱۲ ns	۲٤۰٥٤/٥۲ns
فاکتور دبی	۲	۲٥۲۱۹٤۷۲۸٤/۸۳ **	۱۲۹۰٦۷/۳۹**
فاکتور تیمارPAM	۲	۷٥۸۱۷٥٥۱۲٤/٤۹ **	۳۸٥٥٤۰/۱٦**
اثر متقابل دبی* PAM	٤	٤۲۲۰۷٥٥۲٥/٥٦**	۲۲٥۷۸/٦٤**
خطای کل	۱٦	۲۹٦۰۷٤٤/۰۳**	۱۳۷۸۸/۸۱**
ضریب تغییرات		٦/٤۲	۳/٤۳

** معنی دار در سطح ۱ درصد، ns اثر معنی‌دار ندارد Mean Square -(MS)

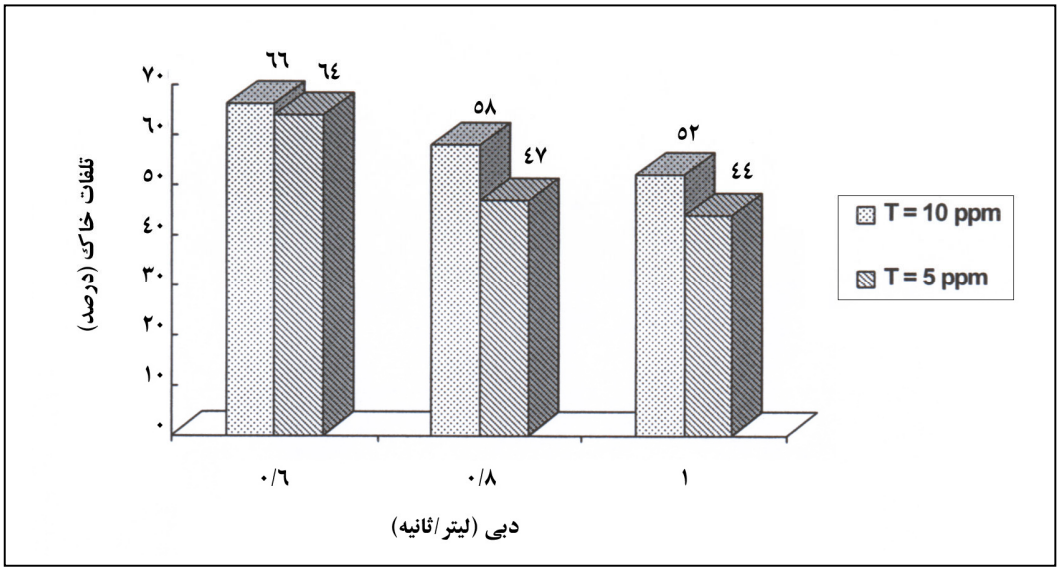


شکل شمارهٔ ۵- درصد افزایش کل نفوذ تجمعی نسبت به تیمار شاهد در جویچه برای تیمارهای مختلف PAM به ازای سه دبی مختلف

- **نتایج مربوط به نوبت آبیاری دوم:** هدف از آبیاری دوم بررسی میزان تأثیر باقیماندهٔ مادهٔ شیمیایی PAM به کار رفته در آبیاری اول، برکنترل فرسایش و تلفات خاک از جویچه در دورهٔ آبیاری دوم است. درصد کاهش تلفات خاک از جویچه در آبیاری دوم به صورت نمودارستونی در شکل شمارهٔ ٦ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار کاهش تلفات خاک مربوط به دبی ۰/٦ لیتر در

ثانیه در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام (٦٦ درصد) و کمترین مقدار کاهش تلفات خاک مربوط به دبی یک لیتر در ثانیه و تیمار ۵ پی‌پی‌ام (٤٤ درصد) است.

بین تکرارهای آزمایش اختلاف معنی‌داری وجود ندارد و تفاوت‌ها در سایر منابع تغییر در آزمایش همگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند. در مقایسهٔ میانگین اثر دبی جریان بر تلفات خاک و کل نفوذ جویچه به روش دانکن، دبی یک لیتر در ثانیه بیشترین مقدار نفوذ و دبی ۰/٦ لیتر در ثانیه کمترین تلفات خاک را از جویچه نشان می‌دهد. همچنین در مقایسهٔ میانگین اثر تیمار ماده شیمیایی PAM بر تلفات خاک و کل نفوذ جویچه به روش دانکن نشان داد که هر چه مقدار تیمار PAM بیشتر باشد مقدار تلفات خاک از جویچه کمتر و میزان نفوذ در جویچه بیشتر می‌شود. اما مقایسهٔ اثر متقابل میانگین دبی جریان نشان می‌دهد هر چه تیمار PAM بیشتر باشد تلفات خاک از جویچه کمتر و هرچه مقدار دبی جریان و تیمار PAM بیشتر باشد میزان نفوذ در جویچه افزایش می‌یابد.



شکل شمارهٔ ۶- مقایسه کاهش تلفات خاک در جویچه در تیمارهای PAM در مقایسه با شاهد (بدون‌استفاده از PAM) در آبیاری دوم

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش‌های آبیاری نوبت اول نشان داد که تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام بیشترین تأثیر را بر مدت زمان پیشروی جریان در جویچه داشته است. ضمناً تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام بهترین نتیجه را از لحاظ کاهش تلفات خاک از جویچه نشان می‌دهد. از نظر درصد کاهش تلفات خاک ازجویچه نسبت به تیمار شاهد، تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام با دبی‌های مختلف به طور متوسط ۹۱ درصد و تیمار ۵ پی‌پی‌ام با دبی‌های مختلف به طور متوسط ۸۲ درصد تلفات خاک از جویچه را کاهش دادند. منتهی هر قدر دبی جویچه کمتر باشد درصد کاهش تلفات خاک از جویچه بالا می‌رود. با کاربرد ۱۰پی‌پی‌ام ماده شیمیایی PAM در آب آبیاری با دبی‌های مختلف، میزان نفوذ جویچه به طور متوسط ٥٤ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان می‌دهد و با کاربرد ۵ پی‌پی‌ام ماده شیمیایی PAM با دبی‌های مختلف میزان کل نفوذ جویچه به طور متوسط ٣٦ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان می‌دهد.

مقادیر تلفات خاک از مزرعه با دبی جریان ۰/٦ لیتر در ثانیه در تیمار ۱۰پی‌پی‌ام (PAM= ٦/٩ کیلوگرم در هکتار) حدود ۰/۰٦ تن در هکتار و در تیمار ۵ پی‌پی‌ام (PAM= ۲/۳ کیلوگرم در هکتار) حدود ۰/٢٤ تن در هکتار است. مقادیر تلفات خاک از مزرعه با دبی ۰/۸ لیتر در ثانیه در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام (PAM= ۵/۷ کیلوگرم در هکتار) حدود ۰/٤٢ تن در هکتار و در تیمار۵ پی‌پی‌ام (PAM= ۲/٤ کیلوگرم در هکتار) حدود ۰/۹٤ تن در هکتار محاسبه شده است. مقادیر تلفات خاک از مزرعه با دبی جریان یک لیتر در ثانیه و در تیمار ۱۰ پی‌پی‌ام (PAM= ۵/۵ کیلوگرم در هکتار) حدود ۱/٦ و در تیمار ۵ پی‌پی‌ام (PAM= ۲/٦ کیلوگرم در هکتار) حدود ۲/۷ تن در هکتار است. در اندازه‌گیری آبیاری دوم جویچه‌هایی که در آبیاری اول با ۱۰ پی‌پی‌ام ماده شیمیایی PAM تیمار شدند، میزان تلفات خاک به طور متوسط ۵۹ درصد و در جویچه‌های تیمارشده با ۵ پی‌پی‌ام PAM به طور متوسط ۵۲ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان می‌دهد.

قدردانی

این پژوهش از طرح تحقیقاتی « بررسی اثر مادهٔ شیمیائی - پلی‌اکریل‌آمید در میزان فرسایش و نفوذپذیری در آبیاری جویچه‌ای» به شماره ۷۱۱/۱/۲۷۸ استخراج شده است که با حمایت مالی معاونت محترم پژوهشی دانشگاه تهران و با امکانات اجرایی مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی انجام شده است و بدینوسیله صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

مراجع

1- **Barvenik, F. W. 1994. Polyacrylamide characteristics related to soil applications. Soil Sci. 158, 235-243.**

2- **Lentz, R. D., Shainberg, I. Sojka, R. E. and Carter, D. L. 1992. Preventing irrigation furrow erosion with small application of polymers. Soil Sci. Soc. of Am. J. 56 (6):126-132.**

3- **Lentz, R. D. and Sojka, R. E. 1994. Field results using polyacrylamide to manage furrow erosion and infiltration. Soil Sci. 158 (4): 274-282.**

4- **Mitchell, A. R. 1986. Polyacrylamide application in irrigation water to increase infiltration. Soil Sci. 141 (5): 353-358.**

5- **Segeren, A. and T. J. Tront. 1991. Hydraulic resistance of soil surface seals in irrigated furrows. Soil Sci. Soc. of Am. J. 55 (3): 640-640.**

6- **Sojka, R. E., Lentz, R. D. and Westermann, D. T. 1998. Water and erosion management with multiple applications of polyacrylamide in furrow irrigation. Soil Sci. Soc. of Am. J. 69, 1672-1680.**

7- **Wallace, A. and Wallace, G. A. 1986. Effects of very low rate of synthetic soil conditioners on soil. Soil Sci. 141 (5):324-327.**

Effect of Polyacrylamide (PAM) Application on Soil Losses and Water Infiltration in Furrow Irrigation

T. Sohrabi, B. Jahanjou and A. Keshavarz

Practice of furrow irrigation in agricultural lands that are susceptible to erosion and having high slope causes problems such as soil loss and low infiltration rate. Above mentioned problems reduce soil fertility and productivity and prevent achieving optimum irrigation efficiency. Recent field studies demonstrated that the small concentration of polyacrylamide (PAM) dissolved in irrigation water appreciably increased infiltration rate and reduced soil losses from irrigated furrows. In order to study the effect of this material, an experiment was carried out employing factorial method in block design at the agricultural research station, University of Tehran. The experiment included three levels of inflow rate (0.6, 0.8 and 1 *l*/s) and three levels of PAM (5ppm, 10ppm and control) in triplicate on a soil. Soil type was silty loam having 1.3% slope. Furrow length was about 140 m with a 0.75 m spacing. In this study, two irrigation were applied. In the first irrigation, two different rates of PAM (5 and 10 ppm) were added to the stream flow with especial arrangement, then the effect of PAM on soil erosion and infiltration was investigated. In the second irrigation, the stream flow was without PAM, therefore, only the effect of added PAM on the first irrigation on soil erosion and infiltration was followed. In 5ppm treatment, PAM was added continuously to the stream flow until the stream flow reached to the end of furrow (advance time), then it was intermittently added to inflow water with half an hour intervals. In 10ppm treatment, the duration of addition of PAM was two times of advance time and its application discontinued thereafter. The results showed that addition of 10ppm PAM was suitable for soil loss reduction and infiltration increment.

Using 10ppm PAM in irrigation water reduced furrow soil losses by 87% and increased furrow infiltration rate by 46% as compared to the control treatment. In the second irrigation which was without the addition of PAM, furrow soil loss was reduced by 55% as compared to control treatment. The result of statistical analysis also showed that the effect of PAM at 10ppm level with inflow rate of 0.6 *l*/s on soil loss reduction and the same level with the inflow rate of 1 *l*/s on the improvement of infiltration was significant at 5% level.

Key words: Furrow, Infiltration, PAM, Polyacrylamide, Soil Loss