مجله علوم کشاورزی ایران
جلد ۳۶، شماره ۵، سال ۱۳۸۴ (۱۱۱۲-۱۱۰۳)

تأثیر پلی اکریل آمید بر فرسایش و رواناب خاک‌های شور ـ سدیمی

علی شهبازی[۱]، فریدون سرمدیان[۲]، حسینقلی رفاهی[۳] و منوچهر گرجی[٤]
۱، ۲، ۳، ٤، دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و استادیار گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
تاریخ پذیرش مقاله ۸۳/۱/۲٦

خلاصه

این تحقیق به منظور ارزیابی روشی جدید برای کنترل فرسایش و رواناب انجام گردیده است. چهار نمونه خاک با بافت رسی و شوری و قلیاییت متفاوت از منطقهٔ هشتگرد انتخاب گردید. پس از آماده‌سازی نمونه‌ها، آنها را در پلات‌های دستگاه باران‌ساز با ابعاد۲۵×۲۵سانتی‌متر قرار داده و در دو مرحله از زیر اشباع گردیدند. پس از خشک‌شدن و رسیدن به رطوبت وزنی حدود ۱۲ درصد، مقادیر معادل ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار محلول پلی‌اکریل‌آمید (PAM)، به آنها اضافه شد. سپس نمونه‌ها در شیب ۲۰ درصد به مدت پنج دقیقه تحت بارش‌هایی با شدت ۳۰ و ٤۰ میلی‌متر در ساعت قرار داده شد. رواناب و رسوب خارج‌شده از انتهای پلات جمع‌آوری و مقدار آنها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که کلیه سطوح پلی‌اکریل‌آمید نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری در کاهش رواناب و خاک از دست رفته داشته است. در خاک با SAR حدود $(meql^{-1})^{0.5}$ ۸۷) و EC برابر dSm^{-1} ۱۸مقدار ۲۰ کیلوگرم در هکتار و در سه خاک دیگر که دارای SARهای بین ۳۰ تا ۹۵ $(meql^{-1})^{0.5}$)و ECهای بین ۱۰ تا ۱۳ dSm^{-1} بودند، مقدار۳۰ کیلوگرم در هکتار PAM در شدت بارش ۳۰ میلی‌متر در ساعت و در کلیهٔ خاک‌های مذکور، مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار PAM در شدت بارش ٤۰ میلی‌متر در ساعت، بیشترین میزان کاهش در فرسایش مشاهده گردید. کلیه خاک‌های مورد مطالعه در شدت بارش ۳۰ میلی‌متر در ساعت، با ۲۰ کیلوگرم در هکتار و در شدت بارش ٤۰ میلی‌متر در ساعت با ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید بیشترین کاهش در میزان روان‌آب را داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: پلی اکریل آمید (PAM)، فرسایش، رواناب، خاک‌های شور ـ سدیمی

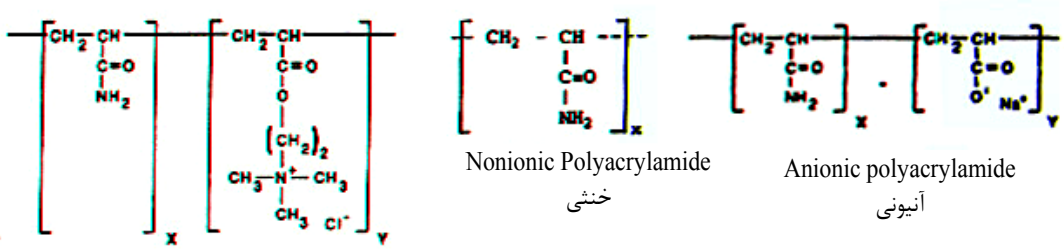
مقدمه

فرسایش خاک و بیابانی شدن از جمله فرآیندهایی هستند که منابع آب و خاک کشور ما را به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم شدیداً تهدید می‌کند هر چند این دو، پدیده‌های طبیعی بوده و جلوگیری از آنها امکان‌پذیر نمی‌باشد؛ ولی کاهش سرعت یا شدت آنها امکان‌پذیر است. این هدف جز با شناخت فنی این فرآیندها و اندازه‌گیری‌های کمی به دست نخواهد آمد(۱).

یکی از روش‌های مبارزه با فرسایش خاک استفاده از تثبیت‌کننده‌های خاک مانند پلیمرهای شیمیایی است. در میان پلیمرهای رایج قابل استفاده و مورد مطالعه، پلی‌اکریل‌آمید آنیونی، موثرترین نوع در کنترل تشکیل سله و کاهش فرسایش خاک و رواناب بوده و دارای طولانی‌ترین اثرات باقیمانده در خاک می‌باشد (۱۳). بسیاری از خاکهای مناطق خشک و نیمه‌خشک مستعد فرسایش ناشی از آبیاری هستند. مصرف پلی‌اکریل آمید به‌طورگسترده‌ای فرسایش ناشی از آبیاری نشتی را کاهش می‌دهد (۱۱). آس وهمکاران، با مطالعه بر روی یک خاک لومی سیلتی با شیب ۲/۴ درصد دریافتند که اضافه نمودن ۲ کیلوگرم در هکتار پلی اکریل آمید به نخستین آبیاری ۲۰ میلی متری که متعاقباً توسط دو آبیاری با ۲۰ میلی‌متر آب تنها تکمیل گردید، خاک از دست رفته را ٪۷۵ و رواناب را ٪۷۰

مکاتبه کننده: علی شهبازی

Archive of SID
www.SID.ir



Anionic polyacrylamide
آنیونی

Nonionic Polyacrylamide
خنثی

Cationic Polyacrylamide
کاتیونی

درمقایسه با شاهد کاهش می‌دهد (۳). شینبرگ و همکاران (۱۹۹۱) با مطالعه بر روی خاکهای شور سدیمی دریافتند که اضافه نمودن PAM به خاک، پایداری خاکدانه‌ها و سرعت نفوذ آب در سله‌های خاک را افزایش می‌دهد. لنتز و همکاران (۱۹۹۲)، اذعان نمودند که PAM فرسایش را دریک خاک لوم سیلتی، که یک خاک شدیداً فرسایش پذیر می‌باشد، بهتر از کوپلیمر نشاسته کنترل می‌نماید. PAM نفوذپذیری خالص را افزایش داده و نفوذپذیری جانبی را به طور گسترده‌تری افزایش داد. تری ونلسون (۱۹۸۶)، با اضافه نمودن ۶۵ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل آمید درخاک لوم رسی کشت نشده، متوجه شدند که وزن مخصوص ظاهری سطوح آبیاری شده بصورت بارانی وسیلابی به طور معنی‌داری از خاک شاهد آبیاری شده بصورت سیلابی، کمتر بود. آنها همچنین اظهار نمودند که پایداری خاکدانه‌ها، با استفاده از PAM به‌طور ناگهانی از ۱۷ تا ۸۰ درصد افزایش یافت. والاس و همکاران (۱۹۸۶)، دریافته‌اند که پلیمر پلی آنیونی، هم آوری بیشتری درخاکهای آهکی نسبت به خاکهای اسیدی، ایجاد می‌نماید، درحالیکه در مورد پلیمر پلی‌کاتیونی نتیجه برعکس می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد که نمک‌ها، ذرات رس را به اندازه کافی به هم نزدیک می‌کند؛ بنابراین چند تا از آنها می‌توانند توسط یک پلی آنیون مشابه به هم وصل شوند و بدین ترتیب برای هر خاکدانه، اتصال چندین برابر تقویت می‌شود. مقادیر بالای نسبت جذب سدیمی (SAR) ، باعث کاهش پایداری خاکدانه‌ها، افزایش قدرت چسبندگی در حالت خشک و کاهش هم‌آوری خاک می‌شود (۸).

مالک وهمکاران (۱۹۹۱)، با مطالعه بر روی دو نمونه خاک با درصد سدیم تبادلی(ESP) ۸ و ۲۵ که دارای بافت سنگین و رسهای منبسط شونده بودند، دریافتند که افزایش مقادیر کم پلیمر، به گونه معنی‌داری، ضریب آبگذری و حرکت نمکها را درخاکهای با درز و شکاف، افزایش می‌دهد.

بن هور و کرن (۱۹۹۷)، اثر پلیمرهای تجاری غیر یونی (P-101) ، کاتیونی (CP-14) و آنیونی [کاملاً سبز (CG)] بر روی نفوذ پذیری خاک و تشکیل خاکدانه را در یک خاک لومی‌شنی مورد مطالعه قرار دادند. مقادیر سرعت نفوذ نهایی شامل ۳۰ تا ۶۳ میلی‌متر در ساعت درP-101، ۱۸ تا ۲۴ میلی‌متر در ساعت در CP-14 و ۱۸ تا ۳۰ میلی‌متر در ساعت در CG در مقایسه با ۸ میلی‌متر در ساعت در خاک تیمار نشده بود.

لنتز و همکاران (۱۹۹۲) یافته‌اند که PAM نفوذپذیری خالص را افزایش داده و نفوذپذیری جانبی را به‌طور گسترده‌تری افزایش می‌دهد.

اسمیت و همکاران (۱۹۹۰) در بررسی اثر انرژی برخورد قطرات و کیفیت آب بر نفوذپذیری و فرسایش خاک، با استفاده از یک باران‌ساز، بر روی یک خاک لومشنی که با پلی آکریل آمید آنیونی (PAM) و گچ (PG) تیمار شده بود، دریافتند که افزایش انرژی ضربه قطرات، سرعت نفوذ و نفوذپذیری تجمعی (باران نفوذ یافته به درون خاک) را در تمامی تیمارها کاهش می‌دهد. اضافه نمودن PAM و حضور الکترولیت‌ها (گچ یا آب شهری)، هم سرعت نفوذ نهایی و هم نفوذپذیری تجمعی را هفت تا هشت برابر در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهد و بسیار موثرتر از PAM، گچ و آب شهری به تنهایی است.

بن هور (۱۹۹۴) اثر کاربرد PAM و پلی‌ساکارید (PS)، در کاهش فرسایش و رواناب و افزایش عملکرد محصول را در دو

Archive of SID

www.SID.ir

خاک لوم سیلتی و رسی، که تحت آبیاری با MSIS خطی بودند را، مورد مطالعه قرار داد. وی مشاهده نمود که استفاده از ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل آمید و ۴۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌ساکارید (PS) بر روی سطح خاک، قبل از فصل آبیاری، رواناب و فرسایش را به طور معنی‌داری کاهش داده و عملکرد پنبه و سیب‌زمینی را تحت آبیاری با MSIS، افزایش می‌دهد.

والاس و همکاران (۱۹۸۶)، تثبیت‌کننده‌های جدید خاک را در خاک‌های سدیمی، به روش‌های مختلف به‌کار بردند. آنها متوجه شدند که نفوذ آب به درون خاک به طور وسیعی در یک خاک سدیمی، با اضافه‌نمودن تثبیت‌کننده‌های خاک، بهبود می‌یابد.

شکفته (۱۳۸۰) تاثیر پلی اکریل آمید، بر فرسایش و پایداری خاکدانه‌ها، در سه خاک شن‌لومی، لوم و لوم‌رسی را تحت دو بارش ۳۹ و ۷۹ میلی‌متر در ساعت مورد مطالعه قرار دادند. نتایج، نشان داد که کلیهٔ سطوح پلی اکریل آمید، نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری در کاهش مقدار رواناب و خاک از دست رفته داشته و خاک لوم‌رسی شاهد در شدت بارش ۷۹ میلی‌متر در ساعت بیشترین مقدار فرسایش و خاک از دست رفته و خاک لوم با تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار PAM و شدت بارش۳۹ میلی‌متر در ساعت کمترین مقدار فرسایش و خاک از دست رفته را داشته است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری خاک از دشت‌های بایر اطراف شهرستان هشتگرد (نظرآباد) انجام گرفت. منطقه مذکور به دلیل داشتن خاک‌های با بافت سنگین و سفره آب زیرزمینی بالا که باعث ایجاد خاک‌های شور - سدیمی می‌شود، انتخاب گردید. این منطقه در ۳۵ کیلومتری غرب شهرستان کرج در قسمت جنوب شرقی دشت قزوین واقع شده است. این اراضی در محدوده ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۵۰ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۵۰ درجه و ۳۸ دقیقه طول شرقی قرار دارد. به‌طور کلی در منطقه مورد مطالعه اکثر گیاهان شامل گونه‌های مقاوم به شوری و کم‌آبی(خارشتر، گون، آفتاب‌پرست، جاروی زمینی، اسپند و علف شور) است و همچنین اقلیم خشک و شوری زیاد خاک موجب گردیده که پراکنش گیاهان از تنوع زیادی برخوردار نباشد. میانگین سالانه دما ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد است. میانگین بارندگی سالانه در ایستگاه کرج ۲۶۰ میلی‌متر و در بویین زهرا ۱۹۲ میلی‌متر است. با توجه به اطلاعات به‌دست آمده اقلیم کرج و بویین زهرا نیمه‌خشک و در تمام فصول سال خشک و حداکثر تبخیر سالانه مربوط به فصل تابستان است. رژیم حرارتی خاک در دو ایستگاه، ترمیک و رژیم رطوبتی خاک اریدیک می‌باشد. این خاک‌ها بر اساس سیستم رده‌بندی تاکسونومی خاک جزء زیر گروه Sodic Haplocambids می‌باشند.

در این مطالعه ۴ نمونه خاک که دارای بافت یکسان و میزان شوری و قلیائیت متفاوتی بودند از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری لایه سطحی انتخاب گردید. نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافته و پس از هوا خشک شدن، کوبیده شده و به دو قسمت تقسیم گردید:

- یک قسمت برای انجام آزمایشات فیزیکوشیمیایی مختلف از الک ۲ میلی متری عبور داده شد.
- قسمت اعظم آن جهت آزمایش با باران‌ساز از الک ۴ میلی متری عبور داده شد.

الف- انجام آزمایش‌هاي فیزیکوشیمیایي مختلف

pH خاک درگل اشباع با pH متر(۱۲)، هدایت الکتریکی درعصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت سنج(۱۲)، کربنات کلسیم معادل با استفاده از روش کلسیمتری (۱۲)، مجموع کلسیم ومنیزیم به روش کمپلکسومتری(۸)، سدیم محلول در عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه فلم فتومتر (۸)، کربن آلی با روش احتراق سرد والکلی بلاک(۱۷)، درصد گچ به روش استون ، بافت خاک به روش هیدرومتر بایکاس(۷) و CEC به روش باور(۱۶) اندازه گیری شد (جدول ۱).

ب- آماده‌سازي نمونه‌ها جهت انجام عملیات شبیه سازي باران

نمونه های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه و خشک شدن در معرض هوا، کوبیده شده و از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شد(به دلیل اثر خاکدانه‌های بزرگتر از ۲ میلی‌متر در فرسایش و رواناب). سپس مقداری از این خاک در ظرف‌های باران‌ساز که کف آن قبلاً با شن پوشانده شده بود ریخته شد؛ به‌طوری که سطح نمونهٔ خاک با سطح سینی‌های ظرف باران‌ساز یکسان گردید. بعد نمونه‌ها از زیر اشباع گردید. نمونه‌های اشباع شده در

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱ – نتایج آزمایشات فیزیکوشیمیایی خاکهای مورد مطالعه

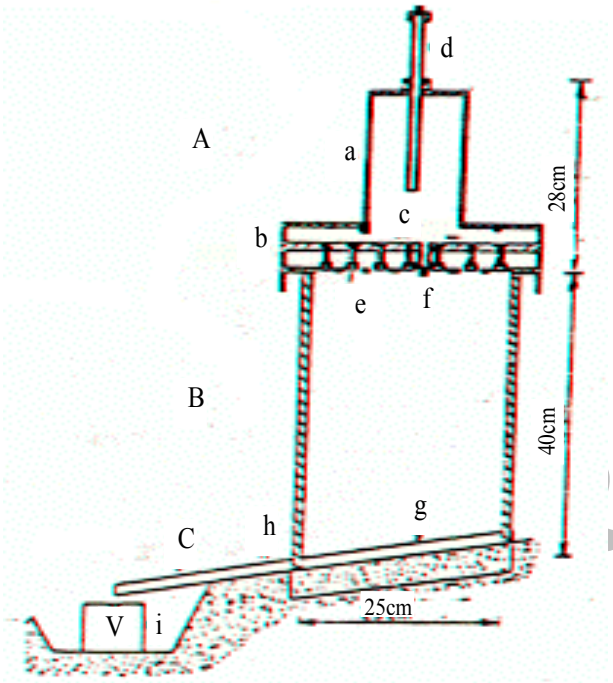
شماره خاک	Clay (٪)	Silt (٪)	Sand (٪)	B.D (gcm^{-3})	F.C (٪)	P.W.P (٪)	C.E.C ($Cmol^{+}kg^{1-}$)	E.C (dSm^{-1})	S.AR (meq/L)	pH	O.M (٪)	آهک (٪)	گچ (٪)	بافت
۱	۴۶/۸	۳۰/۲	۲۳	۱/۲۶	۲۳/۸	۱۵	۱۲/۷	۱۰/۲	۲۹/۳	۸/۵	۰/۴۲	۱۷/۸	نا چیز	رسی
۲	۴۵/۸	۳۲	۲۲/۲	۱/۳۷	۲۵/۵	۱۴/۴	۱۷/۲	۱۲/۹	۹۴/۴	۸/۱	۰/۷	۱۴/۴	نا چیز	رسی
۳	۴۵	۳۰/۳	۲۴/۷	۱/۱۹	۲۲/۵	۱۲/۹	۱۷/۹	۱۲	۳۲/۷	۸/۴	۰/۶۲	۲۲/۵	نا چیز	رسی
۴	۴۷	۳۱	۲۲	۱/۲۸	۲۴	۱۲/۹	۱۹/۸	۱۸	۸۶/۷	۸	۰/۴۲	۲۱/۷	نا چیز	رسی

معرض هوا قرار گرفت تا کاملاً خشک گردند. سپس دوباره آنها را از زیر اشباع نموده و تا حصول به درصد رطوبت وزنی حدود ۱۲٪ در معرض هوا قرار داده شد. ۲۵۰ میلی‌لیتر پلیمرپلی‌اکریل آمید آنیونی با وزن مولکولی زیاد که در غلظتهای ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار تهیه شده بود به طور یکنواخت به سطح نمونه‌ها اضافه گردید (در سه تکرار). یک نمونه از خاک‌ها نیز به عنوان شاهد ، مانند آنچه قبلاً گفته شد، با اضافه نمودن ۲۵۰ میلی‌لیتر آب شهر، آماده گردید. نمونه‌های تیمار داده‌شده تا حصول به درصد رطوبت ذکر شده، در معرض هوای آزاد قرار گرفتند. سپس نمونه‌ها را در معرض باران با شدت‌های ۳۰ و ۴۰ میلی‌لیتر در ساعت به مدت ۵ دقیقه در شیب ۲۰ درصد قرار داده و در پایان بارندگی، رواناب ناشی از باران و به تبع آن میزان خاک خارج شده از انتهای سینی‌های باران‌ساز را جمع‌آوری نموده، وزن نموده و به مدت ۲۴ ساعت در آون با درجه حرارت $105^{\circ}c$ قرار داده و دوباره توزین نمودیم. با توجه به مقدار وزن اولیه و تفاضل آن از وزن ثانویه، حجم رواناب و وزن خاک از دست‌رفته را محاسبه نمودیم.

چون در مناطق فرسایش پذیر کشورمان غالبا رگبارهای با حداکثر شدت ۳۰ تا ۴۰ میلی‌متر در ساعت در مدت زمان‌های کوتاه رخ داده و باعث ایجاد رواناب و نتیجتا رسوب همراه می‌گردند لذا در این تحقیق از این دوشدت بارش در مدت زمان ۵ دقیقه استفاده گردید.

در این آزمایش از یک باران ساز کوچک با ابعاد ۲۵×۲۵ سانتی‌متر و قابل‌حمل ساخته شده در دانشگاه واگنینگن[1] هلند استفاده شده است که در شکل ۱ آمده است.

1. Wagenogen



A– پاشندهٔ باران، B– محافظ باد، C– قاب فلزی جهت کوبیدن در خاک، a– مخزن آب، b– قسمت سرپاشندهٔ باران، c– لوله‌های موئین، d – لولهٔ هوادهی، e- تیوب‌های تشکیل قطره، f – قسمت پرکردن باران‌ساز، g – اسکلت کرت، h – جمع‌کننده رواناب و رسوب، i = ظروف نمونه‌گیری رواناب و رسوب

شکل ۱- باران ساز کوچک قابل حمل ساخته شده در دانشگاه واگنینگن هلند

این مطالعه در قالب طرح آماری فاکتوریل و با طرح پایه کاملا تصادفی انجام گردید. ضمننا کلیه محاسبات وتجزیه وتحلیل داده‌ها ، با استفاده از نرم‌افزارهای SAS, Minitab 11, و Excel انجام گرفت .

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

۱- خصوصیات فیزیکوشیمیائي خاکهاي مورد مطالعه

در جدول ۱ خصوصیات خاک‌های مورد مطالعه آمده است. همان‌گونه که قبلاً اشاره گردید یکی از اهداف این تحقیق تأثیر پلی اکریل آمید برروی خاکهای با بافت یکسان وشوری وقلیائیت متفاوت می‌باشد. براین اساس چهار خاک با SAR های کـاملاً متفاوت که سه خـاک دارای EC تقریباً مـشابه می باشند ، انتخاب گردید . از فاکتورهای خاک که در فرسایش خاک مهم می باشند مواد آلی ، آهک ، بافت ،EC و غیره می باشد .با توجه به جدول ۱ درمی یابیم که این فاکتور ها برای هر چهار خاک تقریباً یکسان بوده وتنها در SAR متفاوت بوده و در EC تفاوت اندکی دارند.

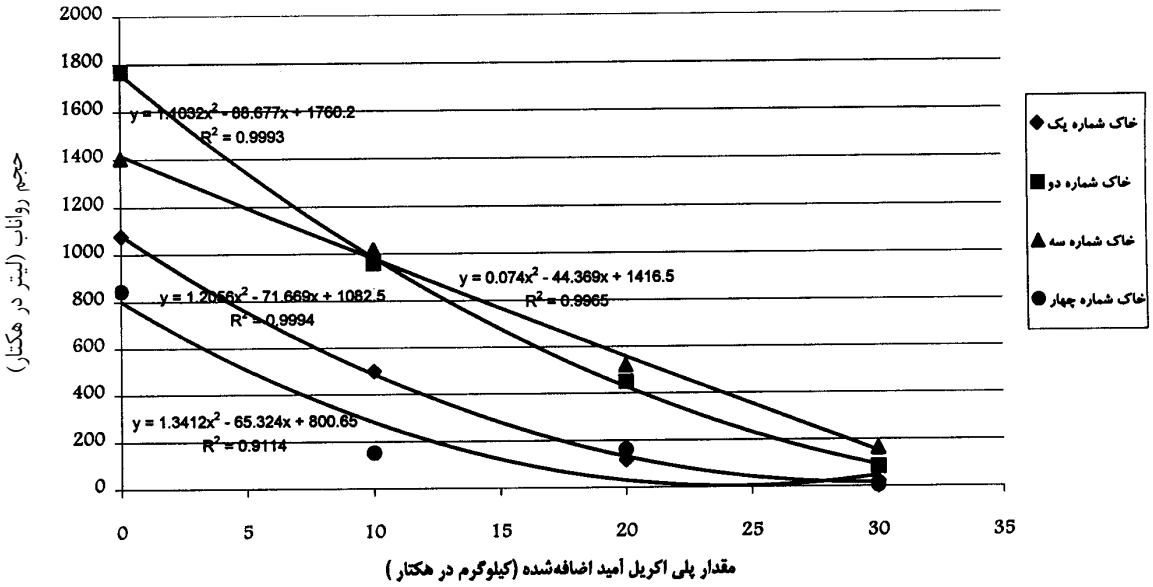
۲- رواناب و خاك از دست رفته حاصل از بارش باشدت ۳۰ ميلي‌متر در ساعت

اشکال ۲ و ۳ به ترتیب نتایج حاصل از تأثیر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر رواناب و میزان خاک از دست رفته حاصل از باران با شدت ۳۰ میلی متردرساعت را نشان می دهند. همانگونه که مشاهده می شود زمانی که هیچ گونه ماده ای به کار برده نشده است مقدار خاک از دست رفته و رواناب در هرچهار خاک بالاترین مقدار خود می باشد و با افزایش سطوح تیمار PAM ، این مقادیر کمتر شده و در مقدار حدود ۳۰ کیلوگرم درهکتار PAM ، مقدار خاک از دست رفته و رواناب در هر چهار خاک کمترین مقدار می باشد. درخاک شماره چهار نحوه ومیزان کاهش خاک از دست رفته خاک با سه خاک دیگر اندکی متفاوت است. دراین خاک میزان تلفات خاک درمقایسه با سایر خاکها ، درحالت تیمار نشده کمتر بوده ودر مقدار ۲۰ کیلوگرم درهکتار PAM ، میزان تلفات خاک درآن به حداقل رسیده و با افزایش PAM میزان خاک از دست رفته و تلفات خاک تقریباً ثابت می ماند. با مراجعه به اشکال ۲ و ۳ درمی‌یابیم که با افزایش ۳۰ کیلوگرم در هکتار PAM به خاک شماره یک، رواناب ناشی از بارندگی با شدت ۳۰ میلی‌متر در ساعت در شیب ۲۰٪ و ظرف مدت زمان ۵ دقیقه نسبت به شاهد حدود ۹۸ درصد و خاک از دست رفته حدود ۸۶ درصد کاهش می‌یابد. همچنین درمورد خاک شمارهٔ دو میزان کاهش رواناب و خاک از دست‌رفته با مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید نسبت به شاهد به ترتیب بیش از ۹۵٪ و ۹۳٪ کاهش می‌یابد. این میزان برای خاک شماره سه به ترتیب بیش از ۷۷٪ و ۸۴٪ و برای خاک شماره چهار بیش از۹۸٪ و ۹۷٪ است. چون پلی اکریل آمید 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 پراکنده‌شدن ذرات خاک شده و این عمل از نفوذ ذرات پراکنده شده به داخل خلل وفرج خاک و مسدود کردن آنها و ایجاد سله در سطح خاک جلوگیری می‌کند؛ بدین ترتیب باعث افزایش نفوذ و کاهش رواناب می‌گردد . به همین دلیل می‌بینیم که با افزایش مقدار PAM اضافه شده به سطح خاک، میزان خاک از دست رفته و رواناب کاهش یافته وکمترین میزان آنها در تیمار ۳۰ کیلوگرم درهکتار برای هر چهار خاک رخ داده است که با تحقیق آس و همکاران (۱۹۹۸)، الیسون و همکاران (۱۹۶۵) و ال‌مورسی (۱۹۹۱) مطابقت دارد.

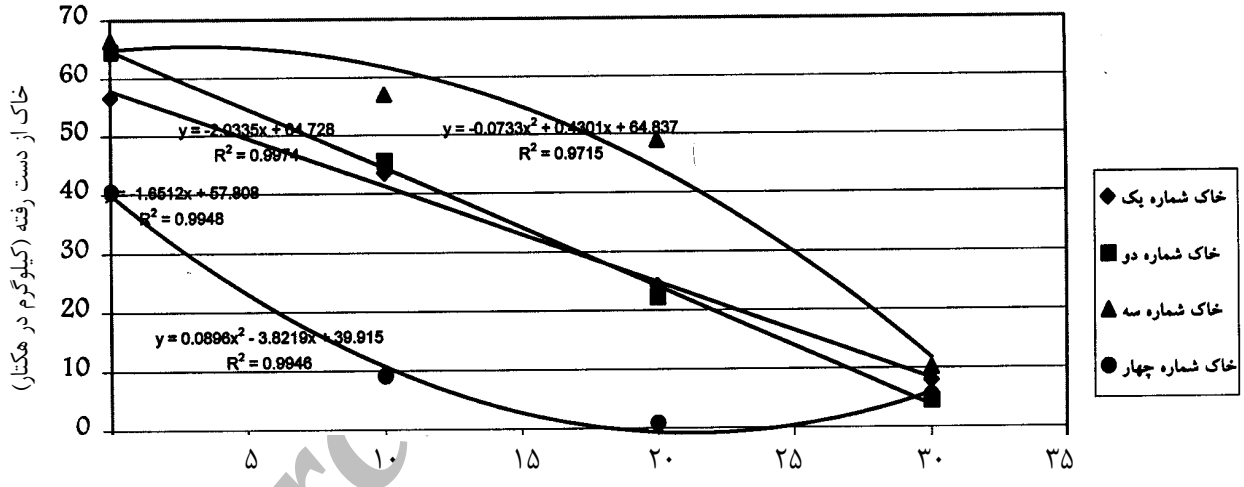
تیمار شاهد خاک شماره دو بیشترین مقدار خاک از دست رفته و تلفات خاک را داراست که دلیل آن بالا بودن میزان سدیم تبادلی و پایین بودن EC خاک می باشد که باعث پراکنده بودن خاکدانه ها و ذرات خاک شده و جداسازی وانتقال آنها را توسط قطرات باران و رواناب تسهیل می کند. کمترین مقدار خاک از دست رفته در بین شاهدها، درخاک شماره چهار رخ داده است. دراین خاک علی رغم بالا بودن SAR خاک ، به دلیل بالا بودن EC خاک ، میزان کاتیونهای دو ظرفیتی خاک بیشتر بوده وباعث هم آوری بیشتر ذرات خاک شده و خاکدانه‌های بیشتری را درمقایسه با خاکهای دیگر ایجاد می‌کند؛ در نتیجه مقاومت بیشتری نسبت به فرسایش آبی از خود نشان می‌دهد که با مطالعات لنتز و همکاران (۱۹۹۲)، مالک و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲- نمودار حجم رواناب در مقادیر مختلف پلی‌آکریل آمید در شدت بارش ۳۰ میلیمتر در ساعت



شکل ۳- نمودار رسوب و تلفات خاک در مقادیر مختلف پلی‌آکریل آمید در شدت بارش ۳۰ میلیمتر در ساعت

همان‌گونه که می‌بینیم میزان پلی اکریل‌آمید مصرفی برای کاهش فرسایش و رواناب نسبت به مطالعات شکفته (۱۳۸۰) که در شرایطی مشابه انجام پذیرفته است اندکی بیشتر است. دلیل این امر آن است که چون خاکهای مورد مطالعه دارای درصد بالایی رس بوده و رس ها نیز دارای سطح ویژه بسیار بالایی هستند وباعث تشکیل مقدار بیشتری خاکدانه می گردند، میزان PAM بیشتری را به خود جذب می کنند. همچنین پیوندهای الکتروستاتیکی نیز در رس قوی تر وبیشتر است و باعث جذب مقدار بیشتری PAM می شود. از طرف دیگر به علت غلظت بالای نمک دراین خاکها ونفوذ بیشتر PAM درخاکهای مبتلا به نمک، این ماده به اعماق پایین تر نفوذ کرده و میزان مصرف آن بیشتر می‌گردد که با مطالعات لنتز و همکاران (۱۹۹۲) و مالک و همکاران (۱۹۹۱) مطابقت دارد.

همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد بیشترین حجم رواناب حاصل از بارندگی در کلیه خاکها مربوط به تیمار شاهد آنها می‌باشد و با افزایش تیمار PAM حجم رواناب کاهش می یابد .

www.SID.ir

ازمیان شاهدها خاک شمارهٔ دو ، دارای بیشترین و خاک شماره چهار دارای کمترین میزان رواناب می‌باشد . دلیل پایین بودن حجم رواناب در خاک شماره چهار این است که EC بالای خاک باعث هم‌آوری رس‌ها شده و خاکدانه‌های بزرگ و پایدار تولید می کندکه نفوذپذیری خاک را افزایش و رواناب را کاهش می دهد.

۳- رواناب و خاك از دست رفته حاصل از بارش با شدت ٤٠ ميلي‌متر در ساعت

اشکال ۴ و ۵ به ترتیب نتایج حاصل از تأثیر ماده شیمیایی پلی اکریل آمید بر رواناب و میزان خاک از دست رفته حاصل از باران با شدت ۴۰ میلی متردرساعت را نشان می دهند. دراین اشکال نیز بیشترین میزان تلفات خاک و رواناب در تیمار شاهد کلیه خاک‌ها وکمترین مقدار آن درسطح۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید(در خاک شماره چهار حداقل رواناب در تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید بوده است) مشاهده گردیده است.

درشکل‌های ۴ و ۵ نیز همانند اشکال ۲ و ۳ بیشترین حجم رواناب و خاک از دست رفته مربوط به خاک شماره دو و کمترین آن مربوط به خاک شمارهٔ چهار در بین تیمارهای شاهد می‌باشد که دلیل آن قبلاً ذکر گردید.

با توجه به اشکال مذکور در خاک شمارهٔ یک، اضافه‌نمودن ۳۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید به سطح خاک باعث کاهش حدود ۵۰ درصدی رواناب و ۷۶ درصدی تلفات خاک نسبت به شاهد طی پنج دقیقه بارندگی با شدت ۴۰ میلی‌متر در ساعت در شیب ۲۰ درصد می‌شود درخاک شماره دو نیزکاهش ۹۷ درصدی رواناب و ۸۵ درصدی تلفات خاک را نسبت به زمانی که هیچ‌گونه ماده‌ای به سطح خاک اضافه نشده بود مشاهده گردید. درخاک شماره سه حدود ۷۹ درصد کاهش در رواناب و ۸۶ درصد کاهش در خاک از دست رفته مشاهده می‌گردد؛ در حالی‌که در خاک شماره چهار ۸۵ درصد کاهش در رواناب در این تیمار و ۸۵ درصد کاهش در خاک از دست رفته در تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار پلی‌اکریل‌آمید مشاهده می‌گردد. در این خاک با اضافه‌نمودن۳۰ کیلوگرم درهکتار پلی‌اکریل‌آمید، حجم رواناب افزایش می یابد. علت آن این است که چون دراین خاک EC بالا بوده وخاکدانه‌های بزرگتری ساخته می‌شود مقادیر زیاد PAM علاوه بر پوشش بر روی سطح خاکدانه‌ها ، خلل وفرج مابین خاکدانه‌های مجزا را نیز پوشش داده، باعث مسدود شدن مقداری از خلل وفرج خاک شده وموجب افزایش حجم رواناب می شود.

جدول ۲ نتایج تجزیه واریانس تاثیر ماده شیمیایی PAM در خاک‌های مورد مطالعه و شدت‌های مختلف بارندگی بر مقدار رواناب و خاک از دست رفته را نشان می‌دهد. همان‌گونه که ملاحظه می‌گردد اثرات نوع خاک(C)، تیمار پلی‌اکریل‌آمید(B)، شدت بارندگی(A)، به تنهایی و اثرات متقابل خاک‌های مختلف مورد مطالعه در شدت‌های بارش استفاده‌شده (AC)، سطوح مختلف PAM درخاک‌های مختلف(BC) و سطوح مختلف PAM در خاک‌های مختلف درشدت‌های بارش ایجاد شده (ABC) از نظر آماری برمیزان رواناب و خاک از دست‌رفته موثر می‌باشند. تاثیر تمامی این عوامل از نظر آماری در سطح یک درصد معنی دار می‌باشد.

درخاک شماره چهار به دلیل بالا بودن EC خاکدانه‌های بیشتر و پایدارتری نسبت به خاک‌های دیگر ایجاد شده و با افزایش PAM به سطح خاک این خاکدانه‌ها درمقابل ضربه قطرات باران و فرسایش خاک مقاوم‌تر شده ومیزان تلفات خاک و رواناب کاهش می‌یابد ونیز به دلیل بالابودن EC خاک و درصد بیشتر یون‌های سدیم و کلسیم درخاک، میزان نفوذ PAM درخاک بیشتر شده و پایداری خلل و فرج خاک نیز افزایش یافته وحجم بیشتری از آب باران درخاک نفوذ کرده و میزان رواناب کاهش می‌یابد.

درخاک‌های شماره یک، دو و سه به دلیل پائین‌تر بودنEC، یون سدیم باعث سست کردن خاکدانه‌ها شده و انرژی ضربه قطرات باران با سهولت بیشتری می‌تواند آنها را خرد نماید و اضافه نمودن PAM به سطح خاک نسبت به خاک شماره چهار کمتر می‌تواند آنها را پایدار نموده ومیزان خاک از دست رفته و رواناب در آنها بیشتر است که در این میان خاک‌هایی که دارای SAR بیشتری هستند، تلفات خاک در آنها بیشتر است.

جدول ۳ مقایسه میانگین اثر نوع خاک را بر رواناب و خاک از دست رفته به روش دانکن نشان می‌دهد.

Archive of SID

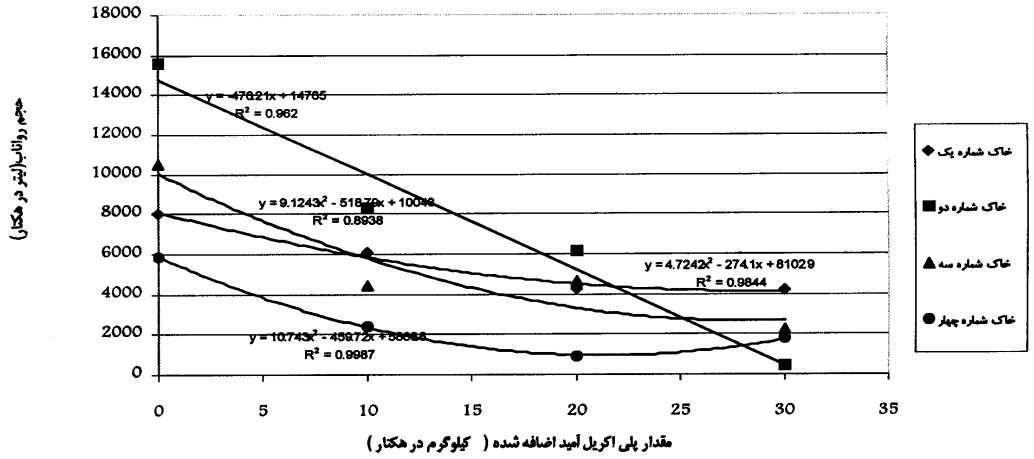
www.SID.ir

جدول ۴ مقایسه میانگین اثر کاربرد پلی‌اکریل‌آمید را بر رواناب و فرسایش خاک، به روش دانکن نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌گردد .

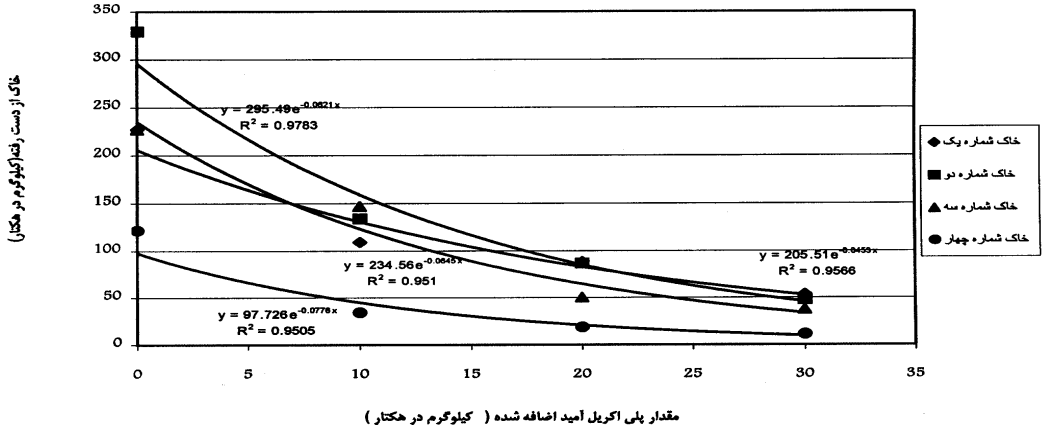
بیشترین مقدار رواناب زمانی که هیچ‌گونه ماده‌ای به خاک اضافه نشده است و کمترین میزان تلفات خاک و رواناب در تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار رخ داده که دلیل آن قبلا توضیح داده شده است.

نتایج نشان داد که بیشترین حجم رواناب درکلیه خاک‌های مورد مطالعه، در تیمار شاهد آنها و کمترین آن، در سطح ۳۰ کیلوگرم در هکتارPAM می‌باشدکه البته در خاک شمارهٔ چهار سطوح ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم درهکتار، از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند؛ بنابراین درخاک شماره چهار وخاک‌های باخصوصیات مشابه آن، مقدار ۱۰ کیلوگرم درهکتار PAM جهت حداقل نمودن رواناب توصیه می‌گردد.

مشخص گردید که حداکثر رواناب درشدت بارش ۴۰ میلی متر در ساعت درخاک شمارهٔ دو و حداقل آن در شدت بارندگی ۳۰ میلی متر درساعت و در خاک شماره چهار می‌باشد. همان‌گونه که قبلاً اشاره گردید درخاک شمارهٔ دو به علت بالا بودن SAR و پائین بودن نسبی EC خاک،خاکدانه‌ها ثبات لازم را نداشته و از طرف دیگر چون انرژی قطرات باران و حجم بارش ایجاد شده نیز در شدت ۴۰ میلی‌متر در ساعت بیشتر است طبیعتاً رواناب حاصل نیز بیتشر می‌باشد؛ اما درخاک شمارهٔ چهار به دلیل بالابودن EC خاک ،خاکدانه ها از ثبات وپایداری بیشتری برخوردار هستند واز طرف دیگر انرژی قطرات باران و حجم بارش ایجاد شده نیز درشدت ۳۰ میلی‌متر در ساعت کمتر است پس طبیعتاً رواناب حاصل نیز کمتر است.



شکل ۴- نمودار حجم رواناب حاصل از بارش ۴۰ میلی‌متر در ساعت در سطوح مختلف پلی‌آکریل آمید اضافه شده به سطح خاک



شکل ۵- نمودار مقادیر رسوب و تلفات خاک در سطوح مختلف پلی‌آکریل آمید در شدت بارش ۴۰ میلی‌متر در ساعت

www.SID.ir

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر ماده شیمیایی PAM درخاکهای مختلف وشدتهای مختلف بارندگی برمقدار رواناب و تلفات خاک

منبع تغییر	درجه آزادی	خاک از دست رفته			رواناب		
		مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F
A	۱	۱۵۳۱۱۴	۱۵۳۱۱۴	۵۲۳/۱***	۵۹۵۴۵۲۴۹۹	۵۹۵۴۵۲۴۹۹	۵۱۵/۳۶***
B	۳	۲۰۸۹۹۷	۶۹۶۶۶	۲۳۸/۰۱ ***	۲۸۸۰۵۴۹۲۹	۹۶۰۱۸۳۱۰	۸۳/۱۰ ***
C	۳	۵۷۰۹۰	۱۹۰۳۰	۶۵/۰۱***	۸۶۶۴۰۴۳۷	۲۸۸۸۰۱۴۶	۲۵/۰۰ ***
AB	۳	۸۲۸۸۴	۲۷۶۲۸	۹۴/۳۹ ***	۱۵۵۹۴۴۷۵۷	۵۱۹۸۱۵۸۶	۴۴/۹۹***
AC	۳	۲۵۷۵۸	۸۵۹۵	۲۹/۳۶***	۵۶۸۵۲۴۵۷	۱۸۹۵۰۸۱۹	۱۶/۴ ***
BC	۹	۲۷۷۷۲	۳۰۸۶	۱۰/۵۴***	۸۲۴۶۶۷۸۳	۹۱۶۲۹۷۶	۷/۹۳ ***
ABC	۹	۲۵۷۰۸	۲۸۵۶	۹/۷۶***	۶۵۷۴۴۶۴۱	۷۳۰۴۹۶۰	۶/۳۲***
خطا	۶۴	۱۸۷۳۳	۲۹۲/۷		۷۳۹۴۶۲۱۶	۱۱۵۵۴۱۰	
کل	۹۵	۶۰۰۰۸۳					

A : شدت بارندگی　　C: خاک　　***: درسطح ۰/۰۰۱ معنی دار می باشد.

B: پلی اکریل آمید (PAM)　　ns: معنی دار نمی باشد　　*: درسطح ۰/۰۵ معنی دار می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر نوع خاک بر رواناب و خاک از دست رفته به روش دانکن (۰/۰۵)

شماره خاک	خاک از دست رفته (kg/ha)		رواناب (L/ha)	
	میانگین	مقایسه دانکن (۰/۵)	میانگین	مقایسه دانکن (۰/۵)
دو	۹۵/۴۲	*a*	۴۴۱۳/۸	*a*
سه	۸۰/۸۸	*b*	۳۲۶۸/۷	*b*
یک	۷۵/۳۱	*b*	۳۰۳۲/۸	*b*
چهار	۳۰/۱۶	*c*	۱۷۳۹/۲	*c*

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمار PAM بر حجم رواناب و خاک از دست رفته به روش دانکن (۰/۵)

تیمار PAM(kg/ha)	خاک از دست رفته (kg/ha)		رواناب (L/ha)	
	میانگین	مقایسه دانکن (۰/۵)	میانگین	مقایسه دانکن (۰/۵)
۰	۱۴۵/۲۹	*a*	۵۸۶۷/۵	*a*
۱۰	۷۱/۳۴	*b*	۳۰۴۷	*b*
۲۰	۴۳/۴۶	*c*	۲۴۰۳/۸	*c*
۳۰	۲۱/۶۸	*d*	۱۱۳۶/۲	*c*

در خاک شماره دو بیشترین حجم رواناب مربوط به تیمار شاهد این خاک و کمترین آن مربوط به تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار PAM در هر دو بارش می‌باشد که دلیل آن به تاثیر PAM در خاکدانه‌سازی و افزایش نفوذپذیری برمی‌گردد. معلوم گردید که از نظر آماری تفاوت معنی داری بین تیمار ۲۰ و۳۰ کیلوگرم درهکتار PAM در شدت بارش ۳۰ میلی متر درساعت درخاک شمارهٔ دو وجود ندارد؛ بنابراین از نظر اقتصادی، جهت حداقل نمودن رواناب دراین خاک در شدت بارش۳۰ میلی متر در ساعت، علی رغم اینکه تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار رواناب را به میزان بیشتری کنترل می‌کند، مقدار ۲۰ کیلوگرم درهکتار PAM توصیه می گردد؛ اما در شدت بارش ۴۰ میلی‌متر در ساعت ۳۰ کیلوگرم در هکتار PAM مورد نیاز است.

نتیجه گیری نهایی

الف ـ در شدت‌های بارش حدود۳۰ میلی‌متر درساعت ، مقدار ۲۰ کیلوگرم درهکتار از ماده شیمیایی پلی اکریل آمید رواناب و ۳۰ کیلوگرم در هکتار از این ماده تلفات خاک را در خاک‌های سنگین بافت شور سدیمی با EC کمتر از ۱۳ dSm^{-1} و SAR متفاوت به حداقل می‌رساند در حالی‌که مقدار ۱۰ کیلوگرم در هکتار رواناب و ۲۰ کیلوگرم در هکتار PAM ،خاک از دست رفته را در خاک‌های سنگین بافت شور سدیمی با EC حدود dSm^{-1} ۱۸ و SAR بالا. به حداقل می‌رساند.

ب - در شدت های بارش حدود ۴۰ میلی متر درساعت، مقدار ۳۰کیلوگرم درهکتار PAM، هم رواناب و هم خاک از دست رفته را به حداقل می‌رساند.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده **REFERENCES**

۱. احمدی، ح. ۱۳۷۴ . ژئومرفولوژی کاربردی . جلد ۱ (فرسایش آبی). انتشارات دانشگاه تهران

۲. شکفته، ح. ۱۳۸۰. بررسی اثر مادهٔ شیمیایی پلی اکریل آمید بر فرسایش خاک و پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک و مرطوب. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران

3. Aase, J. K.,D.L. Bjorneberg, & R.E. sojka.1998. Sprinkler irrigation runoff and erosion control with polyacrylamide – laboratory tests.Soil Sci. Soc. Am. J. 62:1681- 1687 .

4. Alison, L.E., & C.D. Moodie.1965. Carbonate. PP:1379-1396. In:C.A. Black et al. (ed.): Methods of soil analysis. Part 2. Am. Soc. Agron., Madison. WI, USA.

5. Ben-Hur, M. 1994.Runoff, erosion, and polymer application in moving – sprinkler irrigation. Soil Sci. Soc. Am. J. 158: 283-290.

6. Ben-Hur, M. & R. Keren.1997. Polymer effects on water infilteration and soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J.61: 565-570.

7.Bouyoucos,C.J.1962.Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soils.Agron.J.45:464-465

8. Chapman,H.D. & P.F. Pratt.1978.Methods of analysis for soils,plants and waters.Division of agricultural sciences.University of California,USA.

9. El-Morsy, E. A. 1991. Efficient amendment use as anti-surface sealing of sodic soils upon leaching : SEM study.Egyp. J. Soil Sci. 31: 253-264.

10. Lentz, R.D., I. Shainberg, R.E. Sojka, & D.L. Carter. 1992. Preventing irrigation furrow erosion with small application of polymers. Soil Sci. Soc. Am. J.56: 1926-1932.

11. Malik, M., C.Amrhein, & J. Letey.1991. Polyacrylamide to improve water flow and salt removal in a high shrink-swell soil. Soil Sci. Soc. Am. J.55: 1664-1667.

12. Nelson, R.E.1982. Carbonate and gypsum.pp:181-197. In: A.L. Page (ed.): Methods of soil analysis. Part 2. ASA.SSSA. Madison. WI.USA.

13. Shainberg, I.and ,G.J. Levy, P. Rengasamy, & H. Frenkel. 1991. Aggregate stability and seal formation as affected by drops impact energy and soil amendments. Soil Sci. Soc. Am. J.154: 113-118.

14. Smith, H.J.C., G.J.Levy, & I. Shainberg. 1990. Water-droplet energy and soil amendments: effect on infilteration and erosion . Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1084-1087.

15. Terry, R. E. & S. D. Nelson. 1986. Effects of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties. Soil Sci. Soc. Am. J.141:317- 320.

16. U.S. Salinity laboratory staff.1954. Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. U.S. Dep. Of agriculture, handbook No. 60, U.S. Gov. Printiny office. Washington, D.C.

17. Walkley. A. & C. A. Black. 1934. An examination of the Degljareff method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method.soil Sci.Am.J.37:29-38.

18. Wallace, A. & G.A. Wallace. 1986. Additive and synergistic effects and organic matter applied to soil simultaneously . Soil Sci. Soc. Am. J.141: 334-342.

19. Wallace, A.,G.A.Wallace, & A.M.Abouzamzam.1986. Amelioration of sodic soils with polymers . Soil Sci. Soc. Am. J.141: 359-362.

Archive of SID

www.SID.ir