نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۳۱۶-۳۰۶

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 306-316

تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرجاذب (superab A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی

سهیلا سید دراجی[۱*] – احمد گلچین[۲] – شروین احمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۸۸/۵/۱۸
تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۱۷

چکیده

بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده منابع آب در کشور ما می‌باشد. یکی از راهکارهای افزایش بازده آبیاری و استفاده بهینه از بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است. پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند آب حاصل از آبیاری و بارندگی را جذب کرده، از فرونشت عمقی آن جلوگیری کنند و کارآیی مصرف آب را افزایش دهند. به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف پلیمر سوپرجاذب superab A200 بر ظرفیت نگهداری آب و تخلخل خاک در خاک‌هایی با شوری و بافت مختلف سه آزمایش فاکتوریل درقالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی با سه سطح شوری (شوری اولیه: شاهد،۴ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر) و سطوح پلیمر (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد وزنی) در سه تکرار به صورت جداگانه در سه خاک با بافت مختلف (شنی، لومی و رسی) انجام شد. کاربرد ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در شوری اولیه خاک شنی و لومی میزان آب قابل استفاده گیاه را به ترتیب ۲/۲۰ و ۱/۲۰ برابر نسبت به شاهد افزایش داد. بنابراین، مصرف پلیمر در خاک و مخصوصاً خاک‌های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و کاهش شوری خاک باعث موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک گردد.

واژه‌های کلیدی: بافت خاک، شوری، پلیمر سوپرجاذب، آب قابل استفاده گیاه، تخلخل خاک

مقدمه

کشور ایران به دلیل نقصان ریزش‌های جوی و نامناسب بودن پراکنش زمانی و مکانی بارندگی، در زمره کشورهای خشک و نیمه خشک جهان همواره با مشکل کمبود آب روبروست. از سویی بخش کشاورزی عمده‌ترین مصرف کننده منابع آب کشور می‌باشد. ارقامی که در گزارش‌های مختلف در این رابطه ارائه گردیده حاکی از این است که حدود ۹۰٪ از حجم آب مصرفی در کشور صرف تولیدات کشاورزی می‌شود. محدودیت منابع آب کشور ضرورت صرفه‌جویی در مصرف آب را روشن می‌سازد.

اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب می‌باشد (۱۰). یکی از راهکارهای استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن استفاده از پلیمرهای سوپر جاذب است.

پلیمرهای سوپر جاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلولهای آبی را جذب نموده و متورم شوند (۱۷). این مخازن ذخیره کننده آب وقتی در داخل خاک قرار می‌گیرند آب آبیاری و بارندگی را به خود جذب نموده و از فرونشت آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند (۱۰). زمانی که پلیمرها آب را جذب و رها می‌کنند، در اثر انبساط و انقباض ساختمان خاک بهبود می‌یابد و منافذ حاوی هوا در خاک جهت توسعه ریشه بویژه در خاک‌های ریز بافت افزایش می‌یابد (۳۳). مقدار جذب آب در این پلیمرها بسته به فرمولاسیون، ناخالصی‌ها و میزان نمک موجود در آب از مقادیر بسیار کم حدود ۲۰ برابر تا بیش از ۲۰۰۰ برابر وزنی متغیر است (۷).

پلیمرهای سوپر جاذب بر میزان نفوذ آب در خاک، وزن مخصوص ظاهری و ساختمان خاک (۲۷) و نیز میزان تبخیر از سطح خاک (۴۱)

۱ و ۲ – به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد خاکشناسی و استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
(* – نویسنده مسئول: Email: soheyladorraji@gmail.com)
۳- عضو هیأت علمی پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران

Archive of SID
www.SID.ir

تأثیر می‌گذارند. هدف اصلی از افزودن پلیمرهای سوپر جاذب به خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب و کاهش دور آبیاری است (۲۵، ۳۱ و۳۲). ظرفیت ذخیره آب به بافت خاک، نوع و اندازه پلیمر و املاح خاک بستگی دارد (۳۰).

افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک‌های با ظرفیت نگهداری محدود آب (مانند خاک‌های شنی) با استفاده از پلیمرهای آب دوست منجر به کاهش تلفات آب از طریق آبشویی و بهبود کارآیی مصرف پلیمر می‌شود (۳۷).

هاترمن و همکاران (۲۹) گزارش دادند که افزایش هیدروژل جاذب رطوبت به خاک شنی در مقادیر ۰/۰۴، ۰/۰۸، ۰/۱۲، ۰/۲ و ۰/۴ درصد وزنی منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب متناسب با مقدار هیدروژل مصرفی گردید. بالاترین مقدار این ماده (۰/۴٪)، ظرفیت نگهداری آب را حتی در خاک لومی و رس‌سیلتی نیز افزایش داد. هیدروژلهای منبسط شده تحت فشار ۱۵ بار دستگاه صفحه فشار، ۹۹٪ آب ذخیره شده را رها کرده و تأثیر این مواد در کاهش تنش آبی گونه‌ای از کاج نشان داد که گلدان‌های حاوی مقادیر بیشتر هیدروژل در طی دوره کم‌آبی، آب بیشتری را نسبت به تیمار شاهد در اختیار گیاه قرار دادند.

اختر و همکاران (۱۳) بیان نمودند که افزایش ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد هیدروژل به خاک لومی و لوم شنی منجر به افزایش خطی رطوبت ظرفیت زراعی با ضریب همبستگی (۰/۹۸۸) و افزایش آب قابل استفاده گیاه در هر دو خاک گردید.

غیور (۸) از آثار متفاوت حاصل از ۵ نوع ماده جاذب رطوبت بر ظرفیت نگهداشت آب در بافت‌های مختلف خاک نتیجه گرفت که پلیمرهای ابرجاذب در هر مکش از منحنی مشخصه رطوبت خاک بسته به مقادیر سطح استفاده از آنها، تا چند برابر درصد حجمی رطوبت خاک را افزایش می‌دهند. با توجه به رطوبت قابل دسترس، بهترین نتیجه در مورد بافت لومی و با پلیمر PR3005 A در سطوح استفاده ۴ و ۸ گرم در کیلوگرم خاک به دست آمد، که مقدار رطوبت در این شرایط به ترتیب ۲ تا ۴ برابر افزایش داشته است. سیلبربوش و همکاران (۳۵) گزارش کردند که پلیمر Agrosoak به عنوان یک پلی آکریل آمید جاذب آب دارای قابلیت افزایش ظرفیت نگهداری آب در شن‌های روان می‌باشد. با استفاده از این مزیت می‌توان یک سیستم آبیاری پر خرج را با یک سیستم معمولی آبیاری جایگزین نمود (۳۵). عابدی کوپایی و اسد کاظمی (۱۲) تاثیر superab A200 بر میزان آب قابل استفاده در خاک لومی و رسی مورد بررسی قرار دادند. کاربرد پلیمر در سطح ۶ گرم در کیلوگرم خاک لومی و رسی مقدار رطوبت قابل استفاده را به ترتیب۲/۳ و ۱/۲ برابر افزایش داد.

بنابراین با توجه به خصوصیات مثبت و عدیده پلیمرهای سوپر جاذب، در این پژوهش اثر کاربرد پلیمر سوپر جاذب superab A200 و شوری بر درصد حجمی رطوبت در هر مکش از منحنی رطوبت خاک و همچنین مقدار آب قابل استفاده گیاه، انواع تخلخل خاک (تهویه‌ای و مویین) و هدایت الکتریکی خاک در سه بافت خاک (شنی، لومی و رسی) بررسی شد.

خصوصیات بسیاری از سوپر جاذب های تجارتی مشخص بوده و تأثیر آنها بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مورد مطالعه قرار گرفته است. ولی متأسفانه اطلاعات زیادی در خصوص خواص و تأثیر پلیمرهای ساخت داخل بر خصوصیات خاک وجود ندارد و از این‌رو هدف این تحقیق مطالعه ۱- خواص و تأثیر پلیمر ساخت داخل بر خصوصیات خاک، ۲- تغییر تاثیر پلیمر بر خصوصیات خاک با نوع بافت و ۳- تغییر تاثیر پلیمر بر خصوصیات خاک با میزان شوری خاک می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه خاکشناسی، دانشگاه زنجان اجرا گردیده است. از سه نوع بافت خاک نمونه‌هایی از عمق ۳۰-۰ سانتی متری و به صورت مرکب و دست خورده برداشت شد. نمونه‌های خاک پس از هوا خشک شدن از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. قبل از انجام آزمایشهای مربوط به بررسی تأثیر پلیمر سوپر جاذب و شوری، خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها با استفاده از روش‌های مرسوم در مؤسسه تحقیقات خاک و آب (۱) مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱).

پلیمر superab A200 مورد استفاده در این پژوهش، تولید شرکت رهاب رزین با مجوز پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران بود، که کوپلیمری از آکریلیک اسید- پتاسیم آکریلات است. اندازه ذرات پلیمر ۱۵۰-۵۰ میکرومتر، pH محلول آبی آن ۷-۶ و ظرفیت عملی جذب آب مقطر آن ۲۲۰ g/g است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کرت‌های کاملاً تصادفی با دو فاکتور پلیمر سوپر جاذب و شوری در سه تکرار به صورت جداگانه در هر یک از خاک‌ها با بافت مختلف انجام شد. پلیمر در چهار سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد وزنی) و شوری با استفاده از کلرور سدیم در سه سطح (شوری اولیه، ۴ و ۸ دسی زیمنس بر متر) به خاک‌ها افزوده شد. درصد حجمی رطوبت هر تیمار در شش پتانسیل ماتریک (۰، ۰/۳۳، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار) و انواع تخلخل خاک با استفاده از دستگاه صفحه فشاری و هدایت الکتریکی (EC) با استفاده از هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری و اثر افزودن شوری و پلیمر برای هر بافت خاک بررسی شد.

برای آماده‌سازی نمونه حاوی نمک از فرمول (۱) استفاده شده است (۳۸).

$$\text{درصد نمک در خاک} = 0/064 \times EC \times SP \quad (1)$$

با اندازه‌گیری درصد اشباع (SP) خاک‌های مورد مطالعه و با

Archive of SID

www.SID.ir

قراردادن هدایت الکتریکی (EC) مورد نظر در فرمول، میزان نمک لازم برای تهیه شوری مورد نظر به دست می‌آید. مقدار نمک لازم برای هر سطح شوری و در هر بافت در آب مقطر حل و با استفاده از افشانه‌های دستی بر ۱۰۰ گرم از خاک‌ها پاشیده شد. پس از اعمال محلول‌های نمکی، خاک‌ها هوا خشک شده و سپس پلیمرها با سطوح مختلف با خاک‌ها مخلوط شدند.

برای آماده‌سازی نمونه‌های خاک برای قرار دادن در دستگاه صفحه فشاری، در ته حلقه‌های پلاستیکی به قطر ۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱ سانتیمتر، قطعه کاغذ صافی هم قطر با آن قرار داده شد. سپس درون حلقه‌ها با ۲۵ گرم نمونه خاک پر شد. نمونه‌های آماده شده به مدت ۲۴ ساعت برای اشباع شدن درون تشت آب قرار داده شدند و سپس نمونه‌های اشباع‌شده داخل دستگاه تحت مکش مورد نظر قرار گرفت. پس از توقف جریان خروجی آب که نشان دهنده به تعادل رسیدن رطوبت در مکش وارد شده بود، نمونه‌ها از دستگاه خارج و بلافاصله توزین شد. سپس نمونه‌ها در درون آون به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفته تا کاملاً خشک شوند. در مرحله بعد رطوبت وزنی آنها تعیین شد. درصد حجمی رطوبت نیز با توجه به چگالی ظاهری هر بافت محاسبه شد.

در تحقیق حاضر چون هدف بررسی اثر شوری و پلیمر بر منحنی رطوبتی و تخلخل خاک می‌باشد، از این رو به منظور اندازه‌گیری اثر تیمارها باید تیمارها را به خاک اضافه کرد که در اثر اعمال تیمار، خاک از حالت دست خورده خارج می‌گردد. بنابراین استفاده از نمونه دست نخورده در این پژوهش امکان پذیر نبود. به عبارت دیگر در اثر نمونه برداری و تخریب ساختمان اولیه در خاک‌ها ساختارهای جدیدی ایجاد می‌گردد که با نمونه دست نخورده متفاوت است.

نتایج آزمایش‌ها با نرم افزار MSTATC مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم افزار مذکور به روش دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

منحنی رطوبتی خاک

نتایج تجزیه آماری نشان داد که در هر بافت، شوری بر رطوبت حجمی خاک در مکش‌های ۰، ۰/۳۳، ۱، ۳، ۵ و ۱۵ بار در سطح آماری یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت. در هر سه خاک با افزایش سطوح شوری در هر مکش، درصد حجمی رطوبت خاک کاهش یافت. همچنین در هر مکش، درصد حجمی رطوبت خاک با افزایش مقدار پلیمر افزایش یافت. بیشترین افزایش درصد حجمی رطوبت با کاربرد ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در خاک شنی، لومی و رسی است.

منحنی رطوبتی خاک در هر سطح شوری برای هر بافت، بر اساس مقدار پلیمر مصرفی در شکل‌های ۱تا ۳ نشان داده شده است. از مطالعه کلی منحنی‌ها در محدوده بین مکش‌های پایین (۰ تا ۳ بار) و مکش‌های بالا (۳ تا ۱۵ بار) می‌توان نتیجه گرفت که در مکش‌های پایین مقدار قابل توجه‌ای از رطوبت جذب شده توسط پلیمر آزاد می‌گردد. بنابراین آزادسازی رطوبت در مکش‌های پایین، مزیتی برای پلیمرها به خصوص در بافتهای متوسط تا سنگین محسوب می‌گردد. به طور کلی مقدار زیادی از رطوبتی که در این پلیمرها ذخیره می‌شود با ایجاد مکش کم توسط گیاه قابل استفاده می‌باشد. مقایسه مقادیر رطوبت باقی مانده در مکش‌های بالا (۳ تا ۱۵ بار) در پلیمر و شاهد نشان می‌دهد که اختلاف رطوبت باقی مانده خصوصاً در سطوح بالای پلیمر نیز قابل توجه است.

کاهش رطوبت خاک با افزایش شوری را می‌توان چنین توجیه کرد که منحنی مشخصه رطوبتی خاک که بیانگر چگونگی نگهداشت آب در خاک است، بستگی به توزیع اندازه منافذ خاک دارد. شوری از طریق تاثیر بر ساختمان خاک، توزیع اندازه منافذ و پیوستگی آن‌ها بر منحنی مشخصه رطوبتی خاک موثر است (۱۶، ۲۰ و ۲۱).

توزیع منافذ، تأثیر مویینگی و سطح ویژه خاک از عوامل مؤثر در حفظ آب خاک تحت مکش است (۲۸). افزایش رطوبت خاک در اثر کاربرد پلیمر را می‌توان به خواص آب دوستی پلیمر که منجر به تغییر در خواص خاک می‌گردند نسبت داد. ظرفیت بالای جذب آب پلیمر منجر به افزایش بیشتر خلل و فرج ریز و تأثیرمویینگی گردید (۴۳). نتایج تحقیقات جانسون (۳۱)، چادهری و همکاران (۱۹)، جسینگ و اشمید هالتر (۲۶) نیز مؤید افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک با مصرف ماده جاذب رطوبت است. العمران و همکاران (۱۵) گزارش کردند که استفاده از مواد جاذب رطوبت باعث افزایش ذخیره رطوبت در سه نوع بافت شنی، لوم شنی و رسی گردید و تأثیر آن در خاکهای سبک بیشتر بود. همچنین سیواپالان (۳۶) در مطالعه اصلاح خاک شنی با استفاده از پلی آکریل آمید، افزایش غیر خطی ظرفیت نگهداری آب خاک با افزایش میزان پلی اکریل آمید و کاهش ظرفیت نگهداری آب را با افزایش مکش گزارش داد.

کاهش تأثیر پلیمرها بر افزایش درصد حجمی رطوبت خاک‌ها در مکش‌های اعمال شده با افزایش شوری بدین دلیل است که ظرفیت جذب و نگهداری آب در پلیمرهای آب‌دوست به نحوه سنتز و ساختار شیمیایی پلیمر، ترکیب و میزان املاح آب خاک یا آب آبیاری وابسته است (۱۹). رقابت کاتیون‌ها با مولکول‌های آب برای پیوند با گروه-های عاملی آب دوست پلیمر منجر به کاهش گنجایش جذب آب در پلیمر می‌گردد (۵). نتایج حاصل از کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک با اعمال شوری به خاک با یافته‌های تیلور و هالفاسر(۳۹)، چن و همکاران (۱۸) مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

آب قابل استفاده گیاه

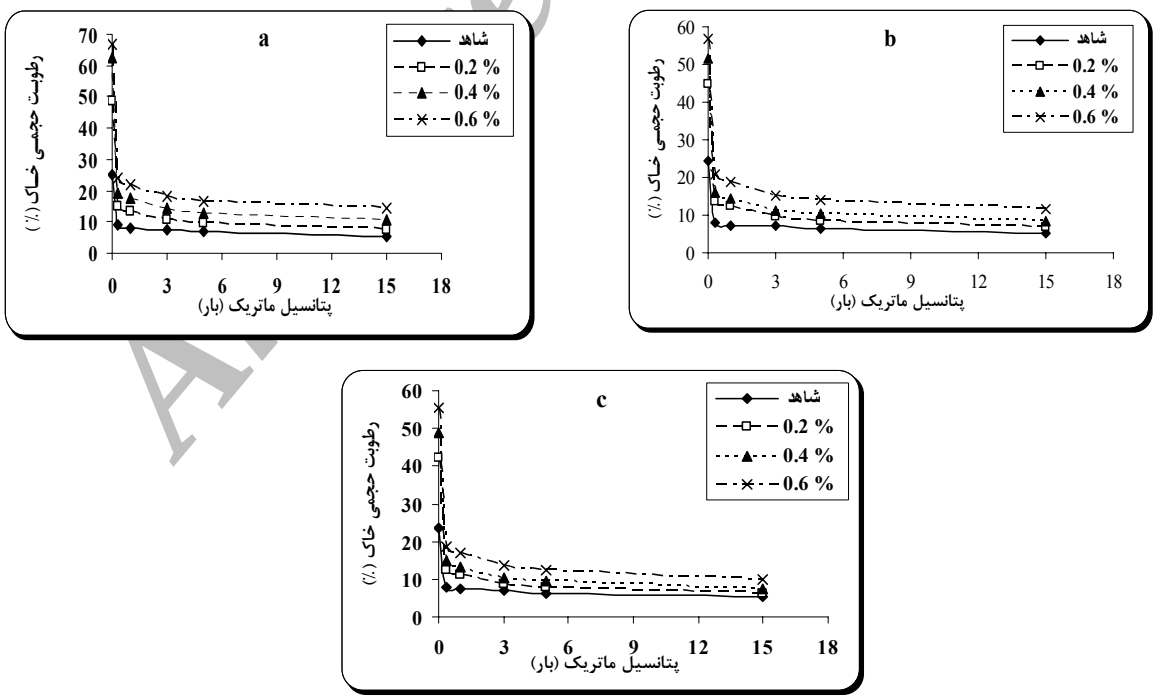
به مقدار آبی که توسط خاک در بین مکش ظرفیت مزرعه تا نقطه پژمردگی دائم نگهداری می‌شود، آب قابل استفاده گیاه می‌گویند. تأثیر شوری بر میزان آب قابل استفاده گیاه در هر سه خاک مورد آزمایش در سطح یک درصد معنی‌دار است (جدول ۲). شوری به واسطه تاثیر بر میزان رطوبت خاک در مکش‌های مختلف بر آب قابل استفاده گیاه موثر است. در شوری اولیه خاک‌های شنی، لومی و رسی بیشترین مقدار آب قابل استفاده گیاه (به ترتیب ۷/۵، ۱۰/۳ و ۱۲/۷ درصد) به دست آمد (شکل ۴).

کاربرد پلیمر باعث افزایش میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک‌های مورد آزمایش گردید، اما در خاک رسی این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۲). کاربرد ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در خاک شنی و لومی میزان آب قابل استفاده گیاه را به ترتیب ۱۲۵/۷٪ ، ۲۳٪ نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۵).

افزایش آب قابل استفاده گیاه در تیمارهای حاوی پلیمر نسبت به شاهد را می‌توان به ساختمان پلیمر و خواص آب دوستی آن نسبت داد. اوستر و همکاران (۲) پلیمرها را بر دو نوع تقسیم نموده‌اند: گروه اول دارای ساختمان شبکه‌ای بوده و تمایل برای جذب آب در هنگام بارندگی و آبیاری داشته و در موقع خشکی با تخلیه آب، آن را در اختیار گیاه قرار می‌دهند. گروه دوم پلیمرهای غیر آب دوست بوده که تمایلی به جذب آب نداشته و ذرات خاک را به هم می‌چسبانند. در خاک‌های مورد آزمایش ساختمان شبکه‌ای پلیمر superab A200 منجر به جذب و نگهداری بیشتر آب نسبت به نمونه شاهد گردید. در خاک رسی احتمالاً به واسطه ظرفیت تبادل کاتیونی بالای این خاک، کاتیون‌های تبادلی با مولکولهای آب برای برقراری پیوند آزاد در شبکه پلیمر رقابت و منجر به عدم اختلاف معنی‌دار تأثیر پلیمر بر آب قابل استفاده گردید.

(جدول ۱)- خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه

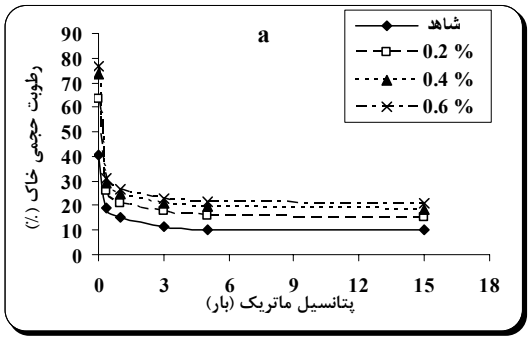
بافت خاک	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	محل نمونه برداری	ρ_b (g/cm^3)	pH	EC (dS/m)	TNV (٪)	کربن آلی (٪)	CEC (meq/100g)
شن لومی	۸۰/۵۶	۶/۵۶	۱۲/۸۸	زنجان (اطراف فرودگاه)	۱/۵۰	۷/۲۴	۱/۵۴	۵/۳۷	–	۸/۳۹
لوم رسی شنی	۵۰	۲۵/۲۸	۲۴/۷۲	زنجان (خیر آباد)	۱/۲۹	۷/۷۳	۰/۴۸	۲/۵	۰/۹۵	۱۴/۸
رسی	۱۷	۳۶/۲۸	۴۶/۷۲	کرمان	۱/۲۰	۷/۶۳	۱/۰۸	۲۲/۸۷	۰/۴۸	۲۸/۶

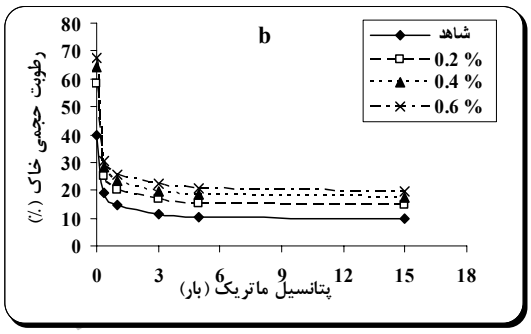


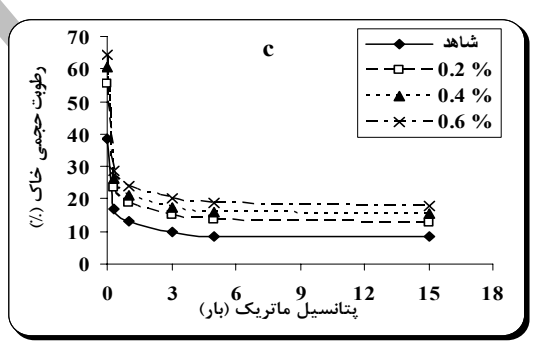
(شکل ۱)- منحنی رطوبتی خاک شنی در اثر کاربرد سطوح مختلف پلیمر a) شوری اولیه خاک b) ٤ dS/m c) ٨ dS/m

Archive of SID

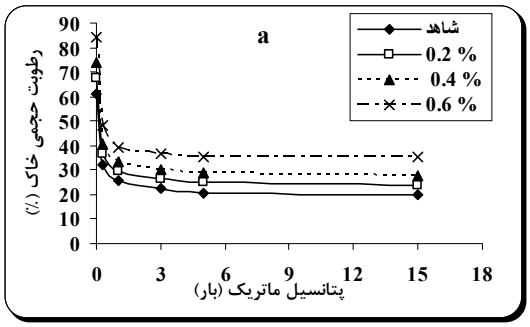
www.SID.ir

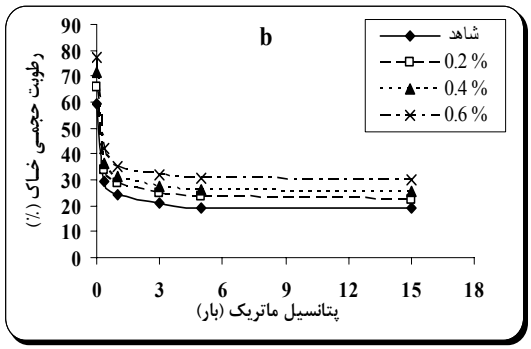


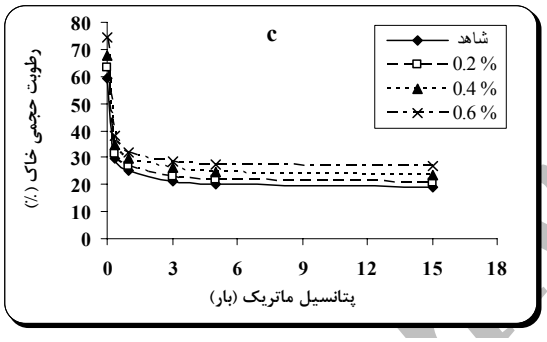




(شکل ۲)- منحنی رطوبتی خاک لومی در اثر کاربرد سطوح مختلف پلیمر a) شوری اولیه خاک b) ٤ dS/m c) ٨ dS/m







(شکل ۳)- منحنی رطوبتی خاک رسی در اثر کاربرد سطوح مختلف پلیمر a) شوری اولیه خاک b) ٤ dS/m c) ٨ dS/m

هیدروژل‌های پلیمری با نگهداری آب در خاک شنی، تغییر توزیع اندازه حفرات خاک و کاهش تبخیر فیزیکی، به طور قابل ملاحظه‌ای میزان آب در دسترس گیاه را افزایش می‌دهند (۱۱). تری و نلسون (۴۰)، سیو و همکاران (۳۴)، السعید و همکاران (۲۳) هم در نتیجه کاربرد پلیمرهای آب دوست، بهبود ظرفیت نگهداری آب خاک و افزایش آب قابل استفاده گیاه را گزارش نمودند.

بیشترین میزان آب قابل استفاده گیاه مربوط به سطح ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در شوری اولیه خاک شنی و لومی بود. در خاک رسی اثر متقابل شوری و سطوح پلیمر بر آب قابل استفاده معنی‌دار نبود (جدول ۳). آب قابل استفاده گیاه با کاربرد ۰/۶ درصد وزنی superab A200 در شوری اولیه خاک‌های شنی و لومی به ترتیب ۲/۲۰ و ۱/۲۰ برابر نسبت به شاهد افزایش داشت. همبستگی منفی بین ظرفیت جذب آب هیدروژل با شوری آب به دلیل کاهش ظرفیت جذب آب در نتیجه تخریب پیوندهای هیدروژنی بین مولکولهای آب و مکان‌های واکنش-پذیر هیدروژل در اثر کاتیون‌ها و آنیون‌های آب شور است. همچنین تبادل کاتیونی و آنیونی یون‌های نمکی با یون‌های پیوندی هیدروژل منجر به کاهش مکان‌های آب دوست هیدروژل می‌گردد (۲۳).

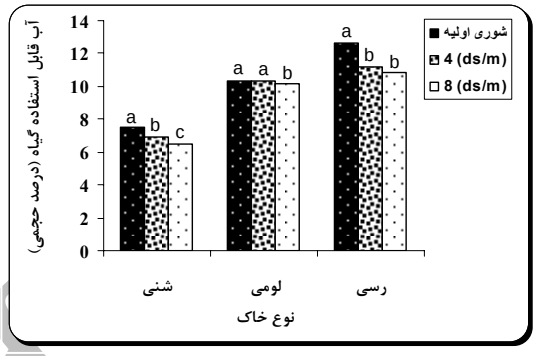
Archive of SID

www.SID.ir

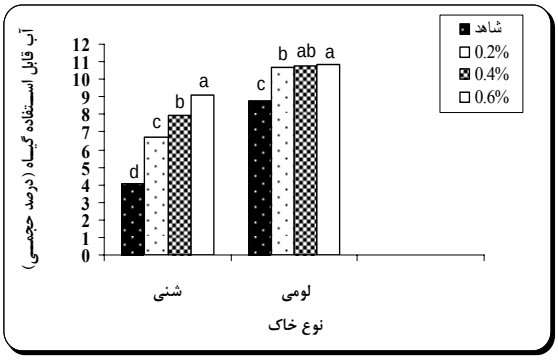
(جدول ۲)- تجزیه واریانس اثر مقادیر شوری و پلیمر بر میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک‌های با بافت مختلف

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		خاک شنی	خاک لومی	خاک رسی
شوری	۲	۳/۴۱۶**	۰/۰۷۲**	۱۱/۱۲۵**
سطوح پلیمر	۳	۴۲/۸۲۸**	۸/۷۱۲**	۱/۹۰۷ ns
شوری× سطوح پلیمر	۶	۰/۱۷۴*	۰/۱۰۰**	۰/۱۴۶ ns
خطا	۲۴	۰/۰۴۸	۰/۰۰۹	۰/۸۶۹

*، **، ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی‌دار می‌باشد.



(شکل ٤)- اثر شوری بر میزان آب قابل استفاده گیاه در سه نوع خاک



(شکل ۵)- اثر مقادیر پلیمر بر میزان آب قابل استفاده گیاه در خاک شنی و لومی

(جدول ۳)- اثر متقابل شوری و سطوح پلیمر بر درصد حجمی آب قابل استفاده گیاه

نوع خاک	خاک شنی				خاک لومی			
پلیمر / شوری	۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶	۰	۰/۲	۰/۴	۰/۶
شوری اولیه	۴/۳h	۷/۳e	۸/۸bc	۹/۷a	۹c	۱۰/۶b	۱۰/۸a	۱۰/۹a
۴ dS/m	۴/۰i	۶/۷f	۶/۸d	۹/۱b	۹c	۱۰/۶b	۱۰/۸a	۱۰/۸a
۸ dS/m	۴i	۶/۱g	۷/۳e	۸/۶c	۸/۴d	۱۰/۶b	۱۰/۸a	۱۰/۸a

در هر خاک میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

تخلخل

تخلخل خاک شامل دو بخش مؤیین و تهویه‌ای است. تخلخل مؤیین به بخشی از خلل و فرج خاک گفته می‌شود که آب را با نیروی مؤیین نگهداری کرده و قطر آن در حدود ۰/۰۶ mm یا کمتر است. تخلخل تهویه‌ای آن بخش از تخلخل کل است که قطر حفره‌های آن بیشتر از ۰/۰۶ mm باشد و در مکش ۵۰ cm ارتفاع آب، از رطوبت خالی شود (۴). تخلخل تهویه‌ای خاک از تفاضل تخلخل کل و مویین محاسبه شد (۵).

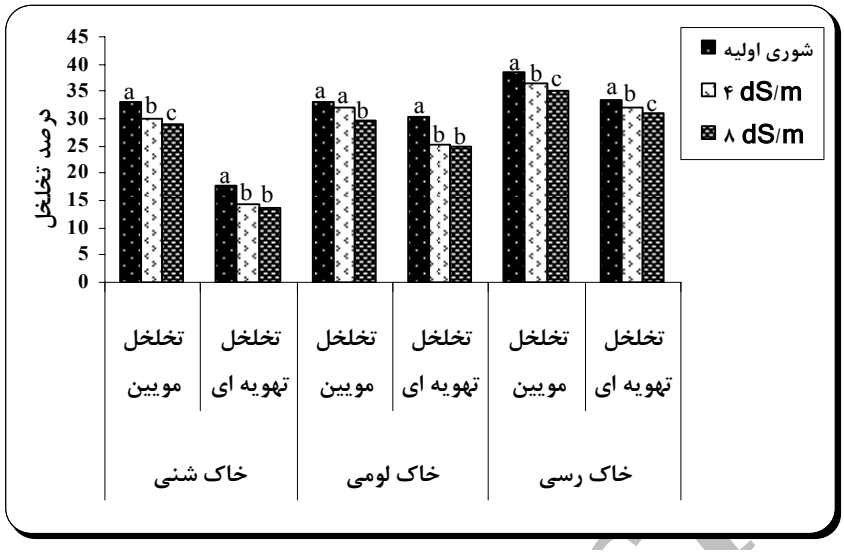
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که در هر سه خاک مورد آزمایش تأثیر شوری بر انواع تخلخل خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار است. افزایش سطح شوری منجر به کاهش انواع تخلخل گردید (شکل ۶).

استفاده از پلیمر منجر به افزایش انواع تخلخل گردید. بیشترین میزان تخلخل مؤیین و تهویه‌ای مربوط به سطح ۰/۶ درصد وزنی از superab A200 در هر سه بافت بود. این سطح پلیمر تخلخل مؤیین و تهویه‌ای خاک شنی را به ترتیب ۲۹۹/۲٪ و ۲۸/۵٪، خاک لومی را ۱۰۲/۲٪ و ۴۹/۶٪ و خاک رسی را ۲۸/۸٪ و ۳۳/۸٪ نسبت به شاهد افزایش داد (شکل ۷).

اثر متقابل شوری و سطوح پلیمر بر انواع تخلخل خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین میزان تخلخل مویین و تهویه‌ای در تیمار ۰/۶ درصد وزنی superab A200 و شوری اولیه هر خاک بود (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir



(شکل ٦)- اثر شوری بر انواع تخلخل در سه نوع خاک

کاهش میزان تخلخل با اعمال شوری را می‌توان چنین توجیه کرد که با افزایش غلظت املاح، لایه الکتریکی دوگانه رس‌ها فشرده، جرم مخصوص ظاهری افزایش و تخلخل کاهش می‌یابد. نتایج همچنین نشان داد که پلیمر مورد استفاده دارای خصوصیات ممتازی در ایجاد تغییر در تخلخل خاک می‌باشد. به طوری که با افزایش مقدار پلیمر میزان انواع تخلخل خاک نیز افزایش می‌یابد ولی تأثیرشان با افزایش شوری کاهش می‌یابد. تغییر در تخلخل خاک بدین دلیل است که فرآیند تورم پلیمر در حضور آب منجر به افزایش حجم خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش تخلخل کل می‌گردد. افزایش حجم منجر به ایجاد منافذ ریزی در خاک می‌شود که با آب پر می‌شوند؛ بنابراین سهم هر پلیمر در افزایش تخلخل مویین در مقایسه با تخلخل تهویه‌ای بیشتر است (۲۲ و۲۳).

کاهش تأثیر پلیمرها بر تخلخل خاک با اعمال شوری در خاک‌ها بدین دلیل است که فرآیند جذب آب در این پلیمرها بر اساس تعادل ترمودینامیکی صورت گرفته و اختلاف فشار اسمزی بین شبکه ژلی و محلول خارجی با افزایش قدرت یونی محلول نمکی کاهش می‌یابد. بنابراین تورم در محیطهای نمکی با افزایش قدرت یونی محلول نمکی کاهش می‌یابد (۹).

هدایت الکتریکی خاک

کاربرد پلیمر بر هدایت الکتریکی خاک‌های مورد آزمایش در سطح آماری یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت. با افزایش سطوح پلیمر هدایت الکتریکی خاک‌ها کاهش یافت. بیشترین میزان هدایت الکتریکی در خاک های مورد آزمایش در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار حاوی ۰/۶ درصد وزنی پلیمر بود (شکل ۸). سطح سوم پلیمر (۰/۶ درصد وزنی) هدایت الکتریکی خاک شنی، لومی و رسی را به ترتیب ۱۵/۳٪، ۲۰٪ و ۱۶/۹ ٪ نسبت به شاهد کاهش داد.

کاهش هدایت الکتریکی خاک‌ها به این علت است که پلیمر می‌تواند مقادیر زیادی آب و محلول‌های فیزیولوژیکی را جذب و در خود نگهدارد؛ وجود آب زیاد در خاک باعث رقیق شدن غلظت املاح و پایین آمدن هدایت الکتریکی خاک می‌شود (۳).

ونگ و بوجر (۴۲)، آب حاصل از آبشویی خاک حاوی پلیمر سوپر جاذب را مورد بررسی قرار داده و مشاهده کردند که این آب از ECپایینی برخوردار است، آن‌ها علت این امر را جذب و نگهداری کودها و نمکهای اضافه شده به ماتریکس خاک توسط پلیمر سوپرجاذب ذکر کردند.

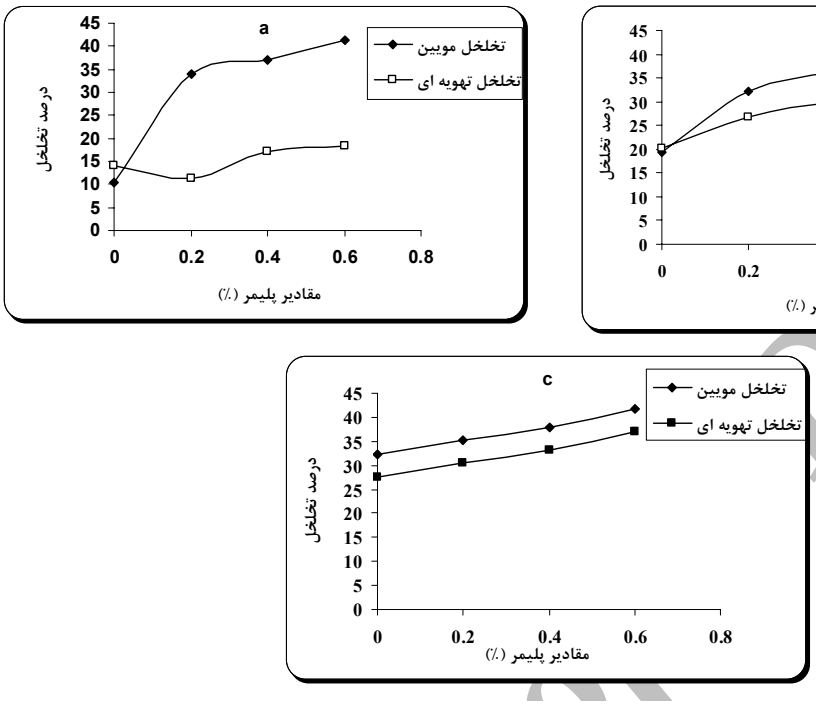
نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از خاک‌های مورد آزمایش و با در نظر گرفتن این نکته که خاک های با بافت سنگین و نسبتاً سنگین از میزان تخلخل مویین بالا و ظرفیت نگهداری رطوبت زیادی برخوردار می‌باشند، افزودن پلیمر به این گونه خاک‌ها نه تنها تغییر زیادی در میزان تخلخل تهویه‌ای آن‌ها ایجاد نمی‌کند بلکه مصرف زیاد پلیمر باعث افزایش بیشتر تخلخل مویین در این خاک‌ها نیز می‌شود که به نوبه خود می‌تواند مشکلاتی را ایجاد کند. بنابراین، برای برطرف کردن مشکل تهویه‌ای این بافت کاربرد سطوح پایین پلیمر توصیه

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. ولی در خاک‌های با بافت سبک که از نظر تخلخل تهویه‌ای و وضعیت زهکشی مشکل عمده‌ای ندارند، افزودن پلیمر و کاربرد مقادیر زیاد آن‌ها باعث افزایش تخلخل مویین می‌گردد که دلیل آن خاصیت جذب رطوبت بیش از حد پلیمر می‌باشد.



(شکل ۷)- تأثیر سطوح پلیمر بر انواع تخلخل خاک
a) خاک شنی b) خاک لومی c) خاک رسی

(جدول ٤)- اثر متقابل شوری و سطوح پلیمر بر درصد تخلخل خاک‌های به بافت مختلف

	خاک شنی		خاک لومی		خاک رسی	
شوری و سطوح پلیمر	تخلخل مویین	تخلخل تهویه‌ای	تخلخل مویین	تخلخل تهویه‌ای	تخلخل مویین	تخلخل تهویه‌ای
$EC_0 \times C_0$	۱۰/۹h	۱۴/۵cd	۲۰/۰f	۲۰/۷f	۳۳/۰i	۲۷/۹f
$EC_0 \times C_1$	۳۵/۹d	۱۲/۵ef	۳۳/۷d	۲۹/۶b	۳۶/۶f	۳۱/۱d
$EC_0 \times C_2$	۴۰/۴b	۲۲a	۳۸/۰bc	۲۲/۴a	۳۹/۷c	۳۴/۴c
$EC_0 \times C_3$	۴۴/۸a	۲۱/۸a	۴۰/۴a	۳۶/۰a	۴۴/۹a	۳۹/۵a
$EC_1 \times C_0$	۱۰/۲h	۱۴/۴cd	۱۹/۸fg	۱۹/۷f	۳۱/۷j	۲۷/۹f
$EC_1 \times C_1$	۳۳/۹f	۱۱/۲fg	۳۲/۷d	۲۵/۷de	۳۵/۵g	۳۰/۵de
$EC_1 \times C_2$	۳۶/۱d	۱۵/۴bcd	۳۶/۸c	۲۷/۸bcd	۳۷/۷e	۳۳/۵c
$EC_1 \times C_3$	۴۰/۷b	۱۶/۱bc	۳۹/۴ab	۲۷/۸Bc	۴۱/۳b	۳۵/۷b
$EC_2 \times C_0$	۱۰/۱h	۱۳/۷de	۱۸g	۲۰/۸f	۳۲/۲j	۲۷/۲f
$EC_2 \times C_1$	۳۲/۴g	۹/۹g	۳۰/۴e	۲۵/۲e	۳۳/۸h	۲۹/۶e
$EC_2 \times C_2$	۳۴/۸e	۱۳/۹de	۳۳/۸d	۲۶/۶cde	۳۶/۴f	۳۱/۳d
$EC_2 \times C_3$	۳۸/۷c	۱۶/۹b	۴۰/۰c	۲۷/۵bcd	۳۸/۷d	۳۵/۸b

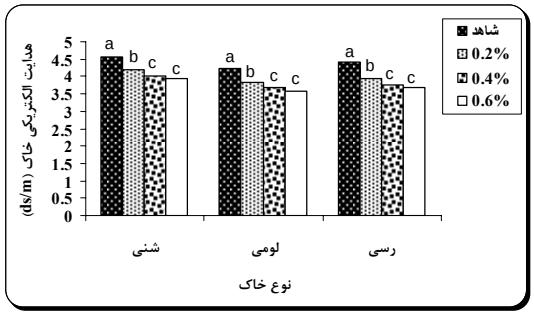
EC_0= شوری اولیه، EC_1= ۴dS/m و EC_2= ۸dS/m.

C_0= صفر، C_1= ۰/۲ درصد وزنی، C_2= ۰/۴ درصد وزنی و C_3= ۰/۶ درصد وزنی superab A200.

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



(شکل ۸)- تأثیر سطوح پلیمر بر هدایت الکتریکی خاک‌ها

منابع

۱- احیایی م. ع. و بهبهانی زاده ا. ۱۳۷۲. شرح روشهای تجزیهٔ خاک. چاپ اول. نشریه فنی شماره ۸۹۳. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران.

۲- اوستر ج. د.، سینگر م. ج.، فولتن ا. و پریچارد، ت. ۱۳۷۴. دشواری نفوذ آب در خاک. ترجمه حق نیا، غ. ح. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۵ صفحه.

۳- رمضانی‌هرندی م.ج.، کبیری ک.، ظهوریان‌مهر م.ج.، یوسفی ع. ا. و ارشاد لنگرودی ا. ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تورم آزاد و تحت بار در هیدروژلهای سوپرجاذب به ازای تغییر چگالی شبکه‌بندی. مجموعه مقالات دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ص ۵۱۹۱-۵۱۸۶.

۴- برزگر ع. ال. ۱۳۸۰. فیزیک خاک پیشرفته. انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۳۵ صفحه.

۵- روشن ب. ۱۳۸۱. تأثیر مصرف سوپرجاذب بر افزایش کیفی و کمی محصولات کشاورزی. مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران. ص ۱۵۳-۱۴۲.

۶- شرفا م. ۱۳۶۶. اثر پرلیت و هیدروپلاس بر تخلخل، ظرفیت نگهداری و آبگذری خاک، پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه تهران.

۷- عسگری ف.، نفیسی س.، امیدیان ح. و هاشمی س.ع. ۱۳۷۳. سنتز، شناسایی و اصلاح خواص ابرجاذب‌ها. مجموعه سمینار بین المللی علوم و تکنولوژی پلیمر، ص ۸۳-۸۰.

۸- غیور ف. آ. ۱۳۷۹. تأثیر مواد جاذب الرطوبه بر پتانسیل و ظرفیت نگهداشت آب خاک. وزارت جهاد کشاورزی اصفهان، ایران. ۵۰ صفحه.

۹- کبیری ک. ۱۳۸۱. هیدروژلهای سوپرجاذب آکریلی. مجموعه مقالات دومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران، ایران، ص ۴۴-۱۲.

۱۰- کوچک زاده م.، صباغ فرشی ع.ا. و گنجی خرمدل ن. ۱۳۷۹. تأثیر پلیمر فراجاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک. مجله علوم خاک و آب، جلد ۱۴، شماره ۲، ص ۱۸۵-۱۷۶.

۱۱- نادری ف. و واشقانی فراهانی ا. ۱۳۸۵. حفظ رطوبت خاک با استفاده از پلیمرهای جاذب آب (هیدروژل). مجله علوم خاک و آب. جلد ۲۰. شماره ۱، ص ۶۴-۷۲.

12- Abedi-Koupai J. and Asadkazemi J. 2006. Effects of a hydrophilic polymer on the fieldperformance of an ornamental plant (*cupressus arizonica*) under reduced irrigation regimes. Iranian Polymer Journal,15 (9): 715-725.

13- Akhter J., Mahmood K., Malik K.A., Mardan A., Ahmad M. and Igbal M.M. 2004. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant, Soil and Environment, 50 (10): 463-469.

14- Al-Humaid A.I. 2005. Effects of hydrophilic polymer on the survival of bottonwood (*Conocarpus erectus*) seedlings grown under drought stress. European Journal of Horticultural Science, 70: 283-288.

15- Al-Omran A. M., Mustafa M. A. and Shalaby A. A. 1997. Intermittent evaporation from soil columns as affected by a gel-forming conditioner. Soil Science Society of America Journal, 51: 1539-1599.

16- Bresler E., McNeal B.L. and Carter D.L. 1982. Saline and Sodic soils: Principles, Dynamics, Modeling. Springer, Berlin.

17- Buchholz F.L. and Graham A.T. 1997. Modern superabsorbent polymer technology. John Wiley & Sons, 279 pages.

Archive of SID

www.SID.ir

18- Chen S.H., Zommorodi M., Fritz E., Wang S.H. and Huttermann A. 2004. Hydrogel modified uptake of salt ions and calcium in Populus euphratica under saline conditions. Trees, 18: 175-183.
19- Choudhary M. I., Shalaby A. A. and Al-Omran A. M. 1995. Water holding capacity and evaporation of calcareous soils as affected by four synthetic polymers. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 66: 350-355.
20- Collis-George N. and Figueroa B. S. 1984. The use of high energy moisture characteristic to assess soil stability. Australian Journal of Soil Research. 22: 349-356.
21- Dexter A. R. 2004. Soil physical quality. Part 1. unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. Geoderma. 120:201.
22- El-Hady O. A., Abd El-Hady B. M., Rizk N. A. and El-Saify E. S. 2003. The potentiality for improving plant-soil-water relations in sandy soil using some synthesized Am Na (or K) ATEA hydrogels. Egyptian Journal of Soil Science, 43 (4): 547-566.
23- El-Saied H., Waley A.I. and Basta A.H. 2000. High water absorbents from lignocelluloses. I: Effect of reaction variables on the water absorbency of polymerized lignocelluloses. Polymer- Plastics Technology and Engineering, 39 (5): 905-926.
24- El-Sayed H., Kirkwood R.C. and Graham N.B. 1991. The effects of a hydrogel polymer on the growth of certain horticultural crops under saline conditions. Journal of Experimental Botany, 42: 891-899.
25- Flannery R. L. and Busscher W.J. 1982. Use of a synthetic polymer in potting soils to improve water holding capacity. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 13 (2): 103 –111.
26- Geesing D. and Schmidhalter U. 2004. Influence of sodium polyacrylate on the water-holding capacity of three different soils and effects on growth of wheat. Soil Use and Management, 20: 207-209.
27- Helalia A. and Letey J. 1988. Cationic polymer effects on infiltration rates with a rainfall simulator. Soil Science Society of America Journal, 52: 247-250.
28- Hillel D. 1971. Soil and water: physical principles and processes. Academic-Press, New York, 288 pages.
29- Huttermann A., Zommorodi M. and Reise, K. 1999. Addition of hydrogels to soil prolonging the survival of Pinus halepensis seedling subjected to drought. soil & Tillage Research, 50: 295-304.
30- Jhurry D. 1997. Agricultural polymers. Food and Agricultural Research Council, Reduit, Mauritus.
31- Johnson M.S. 1984. Effect of soluble salts on water absorption by gel-forming soil conditioners. Journal of the Science of Food and Agriculture, 35: 1063-1066.
32- Peterson D. 2002. Hydrophilic polymers-Effect and uses in the landscape. Horticulture Science, 75.
33- Plumb T. R. and Kraus K. 1991. Oak woodland artificial regeneration correlating soil moisture to seedling survival. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. Psw- 126.
34- Save R., Pery M., Marfa O. and Serrano L. 1995. The effect of a hydrophilic polymer on plant water status and survival of transplanted pine seedlings. Horticulture Technology, 5: 141-143.
35- Silberbush M., Adar E. and Malach Y. 1993. Use of a hydrophyilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. Agricultural Water Management, 23: 303-313.
36- Sivapalan S. 2006. Some benefits of treating a sandy soil with a cross-linked type polyacrylamide. Australian Journal of Experimental Agriculture, 45: 1-25.
37- Taban M. and Movahedi Naeini S. A. R. 2006. Effect of aquasorb and organic compost amendments on soil water retention and evaporation whit different evaporation potentials and soil textures. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37: 2031-2055.
38- Tanji K.K. 1990. Nature and extent of agricultural salinity. In "Agricultural salinity assessment and management". ASCE Manuals Prac. No 71, pp. 1-17. Am. Soc. Civ. Eng., New York.
39- Taylor K.C. and Halfacre R. G. 1986 The effect of hydrophilic polymer on media water retention and nutrient availability to ligustrum lucidum. Horticultural Science, 21: 1159-1161.
40- Terry R.E. and Nelson S. D. 1986. Effects of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties. Soil Science, 141: 317-320.
41- Teyel M.Y. and EL-Hady O.A. 1981. Super gel as a soil conditioner. Acta Horticulturae, 119: 247-250.
42- Wang Y. and Boogher C. A. 1987. Effect of medium- incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. Journal of Environmental Horticulture, 5: 125-127.
43- Zeineldin F.I. and Aldakheel Y.Y. 2006. Hydrogel polymer effects on available water capacity and percolation of sandy soils at Al-Hassa, Saudi Arabia. CSBE/SCGAB 2006 Annual Conference.

Archive of SID

www.SID.ir

Journal of Water and Soil
Vol. 24, No. 2, May-Jun 2010, p. 306-316

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۴، شماره ۲، خرداد - تیر ۱۳۸۹، ص. ۳۱۶-۳۰۶

The Effects of Different Levels of a Superabsorbent Polymer and Soil Salinity on water Holding Capacity with three Textures of Sandy, Loamy and clay

S. Seyed Dorraji[1]* - A. Golchin[2] – SH. Ahmadi[3]

Abstract

Agriculture is the largest consumer of water resources in Iran. One of the best options for increasing the irrigation efficiency and better application of precipitation in arid and semi-arid areas is employing of superabsorbent polymers to soil. Polymers can absorb rain and irrigation water, decrease deep percolation and increase water use efficiency. In order to investigate the effects of different rates of hydrophilic polymer superab A200 on water holding capacity and the porosity of soils with different salinity and textures, three factorial experiments were conducted using a completely randomized design with three replications. The polymers were applied to soils of different textures (sand, loam and clay) at the rates of 0.0, 0.2, 0.4 and 0.6 % w/w and salinity of the soils was adjusted at the levels of initial soil salinity (blank), 4 and 8 dS/m. The application of 0.6% w/w of polymer at the lowest salinity level increased available water content by 2.20 and 1.20 times greater than those of controls in the sandy and loamy soils, respectively. Thus application of polymers to soils especially in the sandy soils may increase water holding capacity, may decrease salinity and may help to improve irrigation projects in arid and semi-arid areas.

Keywords: Soil texture, Salinity, Superabsorbent polymer, Available water, Soil porosity

Archive of SID

1,2- Former Graduate Student and Professor Dept Soil Science, Respectively, College of Agriculture, University of Zanjan
(* - Corresponding author Email: soheyladorraji@gmail.com)
3- Iran Polymer & Petrochemical Institute member

www.SID.ir