تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب و دور آبیاری بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و شاخص‌های رشدی گیاه آتریپلکس

شیما زنگویی نسب، حجت امامی[1]*، علیرضا آستارایی، علیرضا یاری

دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد؛
shima.zangooei@yahoo.com
استادیار گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد؛
hemami@um.ac.ir
دانشیار گروه گروه علوم خاک دانشگاه فردوسی مشهد؛
astaraei@um.ac.ir
کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی، اداره کل منابع طبیعی خراسان جنوبی؛
yardakoul@yahoo.com

Archive of SID

چکیده

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک جهان، مانند ایران است. با کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب، می‌توان آب حاصل از بارندگی‌های پراکنده این مناطق را حفظ کرد و با بهبود شرایط فیزیکی خاک، تنش‌های رطوبتی را کاهش داد. به منظور ارزیابی تأثیر پلیمر سوپرجاذب استاکوزورب[2] بر دور آبیاری، رشد و نمو گیاه آتریپلکس (*Atriplex*) و برخی خصوصیات فیزیکی خاک، پژوهشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد و اثر دو فاکتور سوپرجاذب با مقادیر ۰، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ درصد و دور آبیاری (روزانه، هر سه روز یک‌بار و هر پنج روز یک‌بار) بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از پلیمر تأثیر مثبت و معنی‌داری در سطح پنج درصد بر شاخص‌های ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه داشت. در تمام شاخص‌های رشدی گیاه، بیشترین مقدار مربوط به تیمار ۰/۴ درصد پلیمر در دور آبیاری سه روز بود. علاوه بر این، کاربرد پلیمر استاکوزورب باعث بهبود برخی از خصوصیات فیزیکی خاک شد، به طوری‌که در نتیجه استفاده از آن در سطح پنج درصد رطوبت اشباع خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه به طور معنی‌داری افزایش، ولی جرم مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی کاهش یافت ($p < 0.05$). با توجه به مشکل تأمین آب برای گیاهان مناطق خشک و نیمه خشک، استفاده از ۰/۳ درصد وزنی سوپرجاذب همراه با دور آبیاری سه روز یک‌بار می‌تواند به عنوان یک روش موفقیت آمیز برای حفظ رطوبت و افزایش رشد و نمو گیاه آتریپلکس توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: رطوبت قابل استفاده گیاه، شوری، عملکرد، هیدروژل

---

۱. آدرس نویسنده مسؤول: دانشگاه فردوسی مشهد دانشکده کشاورزی گروه علوم خاک- کدپستی: ۹۱۷۷۹۴۸۹۷۸- صندوق پستی: ۱۱۶۳
* دریافت: بهمن، ۱۳۹۰ و پذیرش: شهریور، ۱۳۹۱

2. *Stockosorb*

www.SID.ir

مقدمه

آب عنصری حیاتی است که کمبود آن در مناطق خشک و نیمه‌خشک، احداث و توسعه فضای سبز و گسترش کشت در اراضی مستعد را با محدودیت مواجه می‌سازد. اصلی‌ترین عامل کاهش رشد و تولید گیاهان در مناطق خشک، کمبود رطوبت و یا غیرقابل استفاده بودن آب اندک موجود، به علت شرایط فیزیکی خاک است. برای بهبود نفوذ آب در خاک و یا حفظ ذخیره رطوبت در خاک، می‌توان از مواد طبیعی چون کود سبز، خاک‌پوش (مالچ) گیاهی، پرلیت، کاه و کلش، لاشبرگ و یا فضولات دامی استفاده کرد (۱۸).

علاوه بر کمبود شدید بارندگی، عواملی مانند توزیع نامناسب زمانی و مکانی آن، تبخیر و تعرق بسیار بالا، قابلیت بسیار اندک ظرفیت نگهداری آب در برخی خاک‌ها، از مهم‌ترین چالش‌های موجود برای استقرار نهال در عرصه‌های بیابانی است، به‌طوری‌که بیش از ۷۰ درصد اعتبارات پروژه‌های بیولوژیک و تثبیت ماسه‌های روان صرف تأمین آب و آبیاری در مناطق بیابانی کشور می‌شود (۲۰). اعمال مدیریت صحیح و به کارگیری تکنیک‌های پیشرفته به منظور حفظ ذخیره رطوبتی خاک و افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک، از جمله اقدامات مؤثر برای افزایش راندمان آبیاری و در نتیجه بهبود بهره‌برداری از منابع محدود آب کشور می‌باشد. از جمله مواد افزودنی به آمیخته‌های خاک می‌توان به پلیمرهای سوپرجاذب به عنوان اصلاح کننده‌های خاک اشاره کرد که یکی از روش‌های صرفه جویی در مصرف آب است.

پلیمرهای سوپرجاذب مواد اصلاح کننده‌ای از جنس هیدروکربن و از مشتقات نفت هستند و می‌توانند صدها برابر وزن خود آب و مایعات آبی را جذب کنند و در خود نگه دارند. جذب سریع آب و حفظ آن، بازده ناشی از بارندگی‌های پراکنده را بالا برده و در صورت آبیاری خاک، فواصل آبیاری را نیز افزایش می‌دهد. مقدار این افزایش بسته به شرایط فیزیکی خاک، آب، هوا و میزان مصرف سوپرجاذب در خاک متفاوت است، به طوری‌که تحقیقات انجام شده توسط الله دادی و همکاران (۲۰۰۲) در مورد تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب و فواصل زمانی آبیاری روی رشد و عملکرد ذرت علوفه‌ای (*Single cross 704*) نشان دهنده اثرات مثبت مقادیر زیادتر سوپرجاذب روی صفات مورد بررسی به خصوص ارتفاع بوته و تجمع ماده خشک گیاه بوده است. آن‌ها همچنین گزارش کردند که اختلاف معنی داری بین محصول با دور آبیاری سه روز بدون مصرف پلیمر و دور آبیاری هفت روز همراه با کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم پلیمر در هکتار دیده مشاهده نکردند (۱۳).

آصالح و همکاران (۱۳۸۶) با بررسی تأثیر توأم پساب شهری و سوپرجاذب در رشد گونه قره‌داغ (*Nitraria Schoberi*) دریافتند که استفاده از سوپرجاذب-ها حتی در خاک‌های بیابانی می‌تواند در احیای بیولوژیک گونه مذکور مؤثر باشد (۱). پلیمرها با بهبود ساختار خاک باعث افزایش رشد گیاه، کاهش فرسایش آبی و بادی و افزایش نگه‌داشت آب می‌شوند. (۲۵). همچنین، بانج شفیعی (۱۳۸۲) تأثیر پلیمر نوازورب A را بر پدیده‌های رویشی پانیکوم (*Panicum antidotale Retz*) مورد بررسی قرار داد. مقایسه ویژگی‌های رویشی پانیکوم در شرایط استفاده از پلیمر آب‌دوست و شاهد در سه نوع خاک سبک، متوسط و سنگین و سه دور آبیاری چهار، هشت و ۱۲ روزه تا آستانه خروج زهاب از گلدان-های مستقر در فضای آزاد نشان داد که کاربرد پلیمر سبب تسریع رویش بذرها در خاک‌های سبک شده ولی تاثیری در زمان پیدایش سایر پدیده‌های رویشی (فنولوژی) ندارد (۲).

وانگ و همکاران (۱۹۸۷) آب حاصل از آبشویی خاک حاوی پلیمر سوپرجاذب را مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که این آب از هدایت الکتریکی پایینی برخوردار است و علت آن را جذب و نگه‌داری کودها و نمک‌های اضافه شده به ماتریکس خاک

Archive of SID

www.SID.ir

به‌وسیله پلیمر سوپرجاذب ذکر کردند (۲۶). طی تحقیقی، سیلبربوش و همکاران (۱۹۹۳) با کاربرد مقادیر مختلف پلیمر Agrosoak در تپه‌های شنی و استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای برای آبیاری ذرت‌های کشت شده در آن، به این نتیجه رسیدند که استفاده از این پلیمر باعث افزایش ظرفیت نگه‌داری آب در خاک و همچنین افزایش وزن خشک ریشه گیاه شده است (۲۲).

هاترمن و همکاران (۱۹۹۹) اثر هیدروژل استاکوزورب با مقدارهای ۰/۰۴، ۰/۰۸، ۰/۱۲ و ۰/۲ درصد بر زنده ماندن نهال‌های نوعی کاج (*Pinus halepensis*) در تنش خشکی مورد بررسی قرار دادند و مشاهده کردند که با افزایش مقادیر هیدروژل، نگهداری آب در خاک به طور فزاینده افزایش یافت و پس از قطع آبیاری، مدت زمان زنده ماندن گیاهان تیمار شده با ۰/۰۴ درصد دو برابر تیمار شاهد بود (۱۹).

تیلور و هالفاکر (۱۹۸۶) در پژوهشی تاثیر پلیمر آب‌دوست بر بازده آب و مواد غذایی قابل دسترس در گونه‌ای برگ نو (*Ligustrum Iucidum Ait*) را بررسی و گزارش نمودند که رشد گیاه در محیط بهبود یافته با استفاده از پلیمرهای آب‌دوست به مراتب نیاز به آبیاری کمتری در مقایسه با گیاهانی داشت که در محیط‌های بدون پلیمر کشت شده بودند. همچنین، این گیاهان دارای میزان سدیم و پتاسیم بیشتر و نیز کلسیم و منیزیم و دیگر کاتیون‌های دو ظرفیتی کمتری نسبت به محیط شاهد بودند (۲۳).

اثر نوعی پلیمر آب‌دوست بر دور آبیاری در کشت گیاه خربزه توسط نجاتعلی و همکاران (۱۳۸۴) بررسی شده است. آزمایش شامل سه دور آبیاری (شش، ۱۰، ۱۲روز) و پنج سطح مختلف پلیمر (صفر، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ گرم در کیلوگرم خاک) انجام شد. نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از هیدروژل سوپرجاذب تأثیر مثبت روی شاخص‌های شادابی بوته، تولید بیولوژیک و وزن میوه خربزه در شرایط تنش خشکی داشت، لیکن این تأثیرات آشکار نبوده و اختلاف‌ها در سطح آماری پنج و یک درصد معنی‌دار نشد. فاکتور اثرات متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پلیمر در سطح یک درصد فقط برای صفت تولید بیولوژیک گیاه معنی‌دار شد، به طوری‌که تیمار با دور آبیاری شش روز و ۱۵ گرم پلیمر بیش‌ترین تولید بیولوژیک را داشت (۱۰).

کریمی و همکاران (۱۳۸۷) اثر کاربرد ماده اصلاحی ایگیتا در چهار سطح (صفر، ۰/۰۵، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد وزنی) بر مقدار آب خاک، رشد و نمو گیاه و دور آبیاری، اقدام به کاشت گیاه آفتاب‌گردان در سه نوع خاک با بافت رسی، لومی و شنی بررسی کردند. نتایج آن-ها نشان داد با افزایش مقدار ماده اصلاحی، دور آبیاری افزایش می‌یابد. مقدار صرفه جویی در مصرف آب، در خاک رسی ۳۰ درصد، در خاک لومی ۴۰ درصد و در خاک شنی حدود ۷۰ درصد بود. همچنین، در خاک‌هایی با بافت رسی و لومی با کاربرد ۰/۳ درصد ماده اصلاحی زمان وقوع نقطه پژمردگی موقت از چهار روز به ۱۰ روز و در خاک شنی از چهار روز به ۱۲ روز تغییر یافت (۸).

گیاه آتریپلکس یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده اسفنجیان (*Chenopodiaceae*) به شمار می‌رود. گیاهی نیمه خشبی بوده، دارای ریشه‌های راست و بلند، برگ‌های آن تخم‌مرغی و میوه آن فندقه بال‌دار است. این گیاه مقاوم به شوری، خشکی و سرماست به طوری‌که قادر است درجه حرارت ۲۰- تا۴۰+ درجه سانتی‌گراد را تحمل کند. علاوه بر این، علوفه مناسبی برای تعلیف شتر و گوسفند در مناطق خشک و بیابانی است. بنابراین، این گیاه علاوه بر ایجاد فضای سبز و تولید علوفه مناسب می‌تواند از پدیده‌های بیابان‌زایی جلوگیری کند. از این رو، توسعه کشت گیاه مذکور در مناطق بیابانی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

با توجه به نقش مواد سوپرجاذب در نگهداری و فراهمی رطوبت برای گیاهانی نظیر آتریپلکس به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک که بارندگی و رطوبت

Archive of SID

www.SID.ir

کمی دارند، هدف تحقیق حاضر بررسی تأثیر کاربرد مقادیر مختلف هیدروژل جاذب رطوبت استاکوزورب (*Stockosorb*) و دور آبیاری، بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک و رشد و نمو گیاه آتریپلکس است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه آموزشی و تولید نهال حسین آباد غیناب انجام شد. این منطقه در معرض فرسایش شدید ناشی از بادهای ۱۲۰روزه سیستان است که از اوایل اردیبهشت ماه تا اوایل شهریور ماه در هر سال جریان دارد و باعث وارد آمدن خسارت‌های زیادی به پوشش گیاهی طبیعی، مزارع و محصولات کشاورزی منطقه می‌شوند. از طرف دیگر، این منطقه به طور جدی دست خوش اثرات خشک‌سالی طولانی مدت است که اثرات اقتصادی و اجتماعی منفی شدیدی بر زندگی روستاهای منطقه به جا گذاشته است.

متوسط حداکثر و حداقل دمای سالانه به ترتیب ۲۲/۳۲ و ۶/۸۲ درجه سانتی‌گراد است. با توجه به اقلیم گرم و خشک منطقه مذکور، میزان تبخیر از سطح آزاد آب زیاد است و متوسط سالانه ۶۱۰۸ میلی‌متر در سال را دارا می‌باشد (۴). به دلیل کمبود شدید ماده آلی در خاک‌های مذکور از یک طرف و بافت سبک و pH بالای خاک‌های منطقه از طرف دیگر، سطح حاصلخیزی این خاک‌ها بسیار پایین می‌باشد که لزوم انجام امور اصلاحی از قبیل کاشت نهال و بذرکاری را بیشتر از پیش تأیید و تأکید می‌کند.

در این پژوهش، اثر پلیمر سوپرجاذب بر رشد و نمو گیاه آتریپلکس، دور آبیاری و همچنین برخی خصوصیات خاک، مانند هدایت الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت حجمی اشباع خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار اجرا شد و اثر دو فاکتور سوپرجاذب و دور آبیاری در آن بررسی شد. فاکتور اول شامل پنج سطح سوپرجاذب (استاکوزورب) با مقادیر صفر، دو، چهار، شش و هشت گرم به ازای هر دو کیلوگرم خاک گلدان (به ترتیب صفر، ۰/۱، ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴٪) و فاکتور دوم دور آبیاری با سه سطح آبیاری که به صورت روزانه، هر سه روز یک‌بار و هر پنج روز یکبار بود. قبل از انجام آزمایش، مخلوطی از خاک شامل دو قسمت خاک و یک قسمت کود دامی پوسیده تهیه شد. نتایج تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه و آب آبیاری در جداول (۱) و (۲) ارائه شده است.

به منظور یکنواخت شدن سوپرجاذب اعمال شده به خاک، به هر گلدان که شامل دو کیلوگرم خاک بود، سطوح مختلف سوپر جاذب از طریق حل کردن در آب به خاک هر تیمار افزوده شد. سپس، در هر گلدان چهار عدد بذر گیاه مورد نظر قرار داده و سطح آن با خاک‌اره پوشانده شد. تیمارهای آزمایشی به مدت سه ماه در خزانه نگه‌داری شد که در این مدت، تیمارهای آبیاری به گلدان‌ها اعمال شد. آبیاری گلدان‌ها تا مرحله جوانه‌زنی و چهاربرگی شدن با آب معمولی و بعد از آن با آب منطقه انجام شد. مقدار آب مصرفی بر اساس ظرفیت زراعی و حدود ۵۵۰ میلی‌متر برای هر گلدان در هر نوبت آبیاری بود. در پایان آزمایش و پس از برداشت گیاه، مقداری خاک دست‌نخورده برای اندازه‌گیری ویژگی‌های فیزیکی برداشته شد. پس از جداسازی ریشه‌ها، خاک باقی‌مانده هوا خشک و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. سپس، مقداری از آن برای اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی برداشته شد.

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (EC_e) با استفاده از هدایت سنج الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری با روش کلوخه و پوشش دادن با پارافین، رطوبت اشباع خاک در مکش صفر و رطوبت قابل استفاده گیاه از تفاضل رطوبت در مکش‌های ۰/۳ و ۱۵ بار که با استفاده از دستگاه صفحه فشاری اندازه‌گیری شده بود، تعیین شد. پارامترهای رشدی گیاه مانند ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن تر و خشک ریشه و طول ریشه نیز اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش با نرم افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با نرم افزار مذکور به روش دانکن انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی خاک مورد مطالعه

θ_{pwp} (cm^3cm^{-3})	θ_{fc} (cm^3cm^{-3})	جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	بافت	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	نسبت جذب سدیم	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
۰/۱۳	۰/۲۸	۱/۴۸	لومی	۲۴	۴۲	۳۴	۱۱/۷۷	۷/۹۸	۱۲/۱۴

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری

کلر (mmol/l)	بی‌کربنات (mmol/l)	سولفات (mmol/l)	نسبت جذب سدیم	pH	هدایت الکتریکی (dS/m)
۸۹/۵	۶/۶	۱۳/۵	۱۰/۳۵	۷/۹۶	۱۰/۹۶

نتایج

اثر پلیمر بر خصوصیات خاک

کاربرد پلیمر بر هدایت الکتریکی خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود و با افزایش سطوح پلیمر، هدایت الکتریکی خاک به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۳). بیشترین میزان هدایت الکتریکی در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار حاوی ۰/۴ درصد وزنی پلیمر بود (جدول ۳). استفاده از ۰/۴ درصد وزنی پلیمر، سبب کاهش هدایت الکتریکی به میزان ۳۹ درصد نسبت به شاهد شد.

کاربرد پلیمر بر جرم مخصوص ظاهری نیز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مشابه با هدایت الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری نیز در اثر کاربرد سطوح مختلف پلیمر به طور معنی‌داری در سطح پنج درصد کاهش یافت. بیشترین کاهش جرم مخصوص ظاهری مربوط به تیمار حاوی ۰/۴ درصد وزنی پلیمر بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۲/۸درصد کاهش نشان داد (جدول ۳).

به طور کلی، با افزایش سطح پلیمر، مقدار رطوبت حجمی اشباع خاک (θ_s) و رطوبت قابل استفاده گیاه به طور معنی‌داری در سطح پنج درصد افزایش یافت. همان‌طور که در جدول (۳) مشاهده می‌شود، کمترین مقدار θ_s مربوط به تیمار شاهد و بیشترین مقدار آن مربوط به تیمار حاوی ۰/۴درصد وزنی پلیمر است که ۵۸ درصد افزایش نسبت به شاهد را نشان می‌دهد. علاوه بر این کاربرد ۰/۴درصد وزنی پلیمر در خاک میزان آب قابل استفاده گیاه را ۴۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف هیدروژل جاذب رطوبت مصرفی (درصد) در خصوصیات خاک

تیمار	۰	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴
هدایت الکتریکی (dS/m)	۳۰/۴۲ [a]	۲۷/۴۷ [b]	۲۴/۱۹ [c]	۲۰/۵ [d]	۱۸/۴۵ [e]
جرم مخصوص ظاهری (g/cm^3)	۱/۴۸ [a]	۱/۴۴ [b]	۱/۴۱ [c]	۱/۳۶ [d]	۱/۲۹ [e]
رطوبت حجمی اشباع (درصد حجمی)	۳۶ [e]	۴۰ [d]	۴۵ [c]	۵۱ [b]	۵۶ [a]
رطوبت قابل استفاده گیاه (درصد حجمی)	۱۵ [e]	۱۸ [d]	۲۳ [c]	۲۶ [b]	۲۸ [a]

حروف غیر مشابه نشان در هر ردیف دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

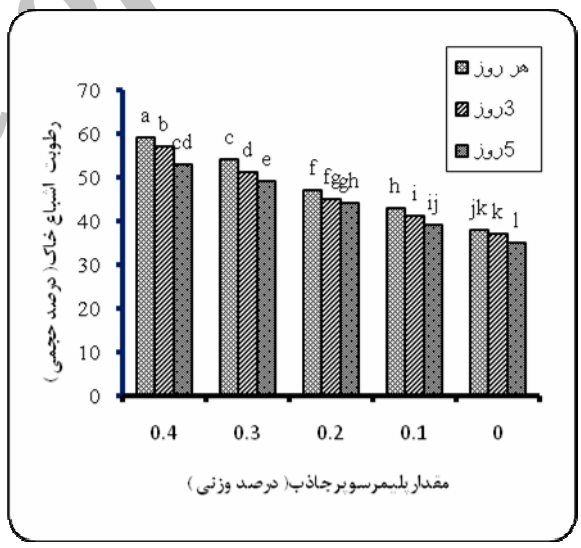
Archive of SID

www.SID.ir

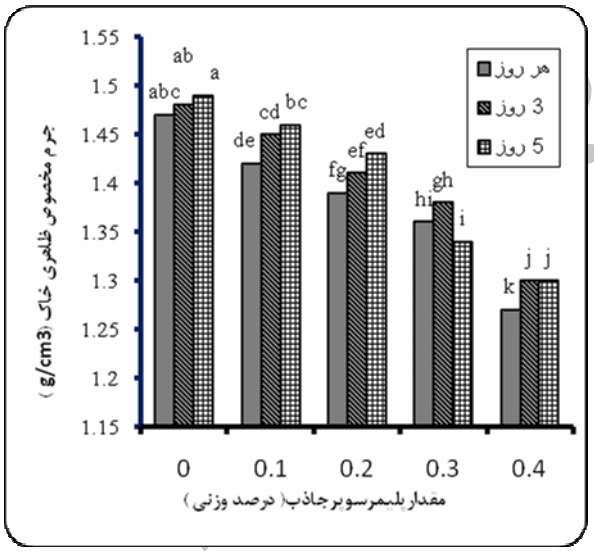
اثر متقابل دور آبیاری و پلیمر بر خصوصیات خاک

همان‌طور که در شکل (۱) مشاهده می‌شود، با کاهش دور آبیاری و افزایش مقدار پلیمر رطوبت حجمی اشباع خاک (θ_s) افزایش معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان می‌دهد. مقدار θ_s در تیمار حاوی ۰/۴ درصد وزنی پلیمر با دور آبیاری هر روز ۶۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد با دور آبیاری پنج روز بود. غیر از تیمارهای ۰/۱ و ۰/۲ درصد پلیمر، در سایر تیمارها با افزایش دور آبیاری از θ_s به طور معنی‌داری در سطح پنج درصد کاهش نشان داد. در هر یک از دورهای آبیاری نیز با افزایش سطح پلیمر مقادیر θ_s به طور معنی‌داری در سطح پنج درصد افزایش داشت.

اثر متقابل دور آبیاری و سطوح مختلف پلیمر بر جرم مخصوص ظاهری خاک نیز در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. نتایج شکل (۲) نشان داد اغلب تیمارها در دور آبیاری سه روز و پنج روز، تفاوت معنی-داری در سطح پنج درصد با یکدیگر نداشتند و با آن‌که دور آبیاری سه روز با پنج روز فاقد تفاوت معنی‌داری بود، ولی در دور آبیاری پنج روز با هر روز تفاوت معنی-داری در سطح پنج درصد مشاهده شد. مشابه با θ_s، در دور آبیاری یکسان با افزایش میزان پلیمر اضافه شده به خاک جرم مخصوص ظاهری نیز کاهش معنی‌داری داشت ($p<0.05$).



شکل ۱– اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری بر رطوبت اشباع خاک



شکل۲– اثر متقابل سوپر جاذب و دور آبیاری بر جرم مخصوص ظاهری خاک

اثر دور آبیاری بر خصوصیات گیاه آتریپلکس

دور آبیاری بر ارتفاع اندام هوایی گیاه اثر معنی-داری در سطح پنج درصد داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول گیاه در دورهای آبیاری روزانه و سه روز یک‌بار تفاوت معنی‌دار نداشت، ولی در دور آبیاری پنج روز نسبت به سه روز ۱۳/۷ درصد کاهش یافت (جدول ۴). وزن تر و خشک اندام هوایی تحت تأثیر دور آبیاری قرار گرفت و در دورهای آبیاری روزانه و سه روز یک‌بار تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نداشت. وزن تر و خشک اندام هوایی در دور آبیاری پنج روز نسبت به سه روز به ترتیب ۱۸/۳۲ و ۱۷/۰۶درصد کاهش داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که دورهای مختلف آبیاری بر

Archive of SID

www.SID.ir

وزن تر و خشک ریشه نیز تاثیر معنی‌داری درسطح پنج درصد داشتند و بیشترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به دور آبیاری سه روز بود که با دور آبیاری هر روز تفاوت معنی‌داری نداشت. وزن تر و خشک ریشه در دور آبیاری سه روز به ترتیب ۲۹ و ۲۸ درصد نسبت به دور آبیاری پنج روز بیشتر بود (جدول ۴).

دور آبیاری بر طول ریشه گیاه اثر معنی‌داری در سطح پنج درصد داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول ریشه در دورهای آبیاری سه روز یک‌بار و روزانه تفاوت معنی‌داری نداشت، ولی در دور آبیاری سه روز ۲۵درصد بیشتر از دور آبیاری پنج روز بود (جدول ۴).

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری بر شاخص‌های رشدی گیاه

تیمار	ارتفاع اندام هوایی (cm)	وزن تر اندام هوایی (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
هر روز	۲۴/۸^{a}	۲۱/۲۰^{a}	۶/۱۰^{a}	۱۹/۴^{a}	۵/۹۸^{a}	۳/۸۵^{a}
سه روز یک‌بار	۲۵/۴^{a}	۲۳/۰۳^{a}	۶/۲۷^{a}	۲۰/۰۶^{a}	۶a	۴/۱۱^{a}
پنج روز یک‌بار	۲۱/۹۳^{b}	۱۸/۸۱^{b}	۵/۲۰^{b}	۱۶/۸۱^{b}	۴/۸۲^{b}	۳/۲۱^{b}

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح پنج درصد می‌باشند.

اثر پلیمر بر خصوصیات گیاه

کاربرد سوپرجاذب باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه در سطح پنج درصد شد، به طوری‌که در بالاترین سطح (تیمار ۰/۴درصد پلیمر)، ارتفاع گیاه ۱/۸ برابر تیمار شاهد بود، ولی با مقدار ۰/۳درصد پلیمر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). میزان پلیمر بر وزن تر و خشک اندام هوایی نیز تاثیر معنی‌داری داشت و بیشترین آن مربوط به تیمار ۴/درصد پلیمر بود که مشابه با ارتفاع گیاه، با تیمار ۰/۳درصد پلیمر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). وزن تر و خشک اندام هوایی در تیمار ۰/۴درصد پلیمر ۲/۲۷ برابر تیمار شاهد بود و تفاوت آنها با شاهد در سطح ۰/۱درصد معنی‌دار بود.

نتایج جدول (۵) نشان داد که میزان پلیمر بر وزن تر و خشک ریشه اثر معنی‌داری داشت و بیشترین وزن تر و خشک مربوط به تیمار ۰/۴درصد پلیمر بود که با مقدار ۰/۳درصد تفاوت معنی‌داری را نشان نداد و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود که تفاوت معنی‌دار با تیمار ۰/۱درصد پلیمر در سطح پنج درصد نداشت. وزن خشک ریشه در تیمار ۰/۳ و ۰/۴ درصد پلیمر به ترتیب ۲/۱۷ و ۲/۲۲ برابر تیمار شاهد بود. کاربرد پلیمر بر طول ریشه نیز معنی‌دار بود. بیشترین طول ریشه مربوط به تیمار ۰/۴درصد پلیمر بود که با تیمار ۰/۳درصد تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نداشت و به ترتیب ۲/۳۶ و ۲/۱۹ برابر آن در تیمار شاهد بود (جدول ۵).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین سطوح مختلف هیدروژل استاکوزورب بر خصوصیات گیاه آتریپلکس

درصد پلیمر	ارتفاع اندام هوایی (cm)	وزن تر اندام هوایی (gr)	وزن خشک اندام هوایی (gr)	طول ریشه (cm)	وزن تر ریشه (gr)	وزن خشک ریشه (gr)
۰	۱۶/۱۱ d	۱۳/۴۳ c	۳/۷۰ c	۱۱/۴۹ c	۳/۵۵ c	۲/۳۵ c
۰/۱	۲۱/۲۲ c	۱۳/۷۹ c	۳/۹۴ bc	۱۲/۷۷ c	۳/۷۷ c	۲/۵۳ c
۰/۲	۲۳/۷۷ b	۱۹/۲۷ b	۴/۹۲ b	۱۷/۱۱ b	۵/۱۰ b	۳/۳۰ b
۰/۳	۲۸/۶۷ a	۲۸/۲۲ a	۸/۰۴ a	۲۵/۲۲ a	۷/۷۱ a	۵/۱۴ a
۰/۴	۳۰/۴۴ a	۳۰/۳۴ a	۸/۶۸ a	۲۷/۲۲ a	۷/۸۷ a	۵/۲۹ a

حروف غیر مشابه در هر ستون نشان دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشند.

اثر متقابل دور آبیاری و میزان پلیمر در ویژگی‌های رشدی گیاه

برهمکنش دور آبیاری و میزان پلیمر بر ارتفاع گیاه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. بیشترین ارتفاع مربوط به تیمار ۰/۴درصد پلیمر با دور آبیاری سه روز بود. البته، تفاوت ارتفاع گیاه در این تیمار با تیمار ۰/۳درصد پلیمر با دورهای آبیاری یک روز و سه روز معنی‌دار نبود. همچنین غیر از تیمار ۰/۴درصد پلیمر در بقیه تیمارها، با افزایش دور آبیاری با آنکه ارتفاع گیاه کاهش یافت، ولی این کاهش درسطح پنج درصد معنی‌دار نبود (شکل ۳).

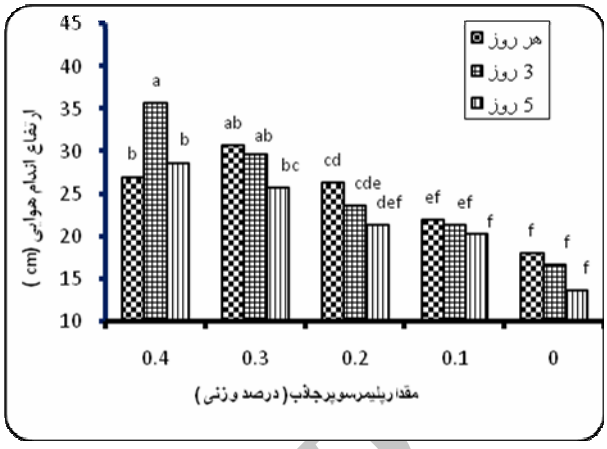
در برهمکنش دور آبیاری و میزان پلیمر، بیشترین میانگین وزن تر اندام هوایی مربوط به به تیمار ۰/۴درصد پلیمر با دور آبیاری سه روز و کمترین آن مربوط به شاهد در تمام سطوح آبیاری بود (شکل ۴). مشابه ارتفاع گیاه، وزن خشک اندام هوایی در تیمار ۰/۴درصد و دور آبیاری سه روز فاقد تفاوت معنی‌داری با با تیمار ۰/۳درصد و دورهای آبیاری هر روز و سه روز بود. علاوه براین به استثنای تیمارهای ۰/۳ و ۰/۴ درصد پلیمر در سایر تیمارها با افزایش دور آبیاری وزن خشک اندام هوایی کاهش معنی‌داری نداشت (شکل ۵).

در مقایسه میانگین‌های مربوط به برهمکنش دور آبیاری و میزان پلیمر بیشترین طول ریشه مربوط به مقدار ۰/۴درصد پلیمر در دور آبیاری سه روز بود که با تیمار ۰/۳درصد در دور آبیاری هر روز تفاوت معنی‌داری نداشت. طول ریشه در تیمار ۰/۴درصد پلیمر با دور آبیاری سه روز ۲/۸ برابر بیشتر از تیمار شاهد با دور آبیاری پنج روز بود. روند کاهشی طول ریشه در تمامی سطوح پلیمر غیر از تیمار ۰/۴درصد با افزایش دور آبیاری مشاهده شدولی در سطح پنج درصد معنی‌دار نبودند (شکل ۶).

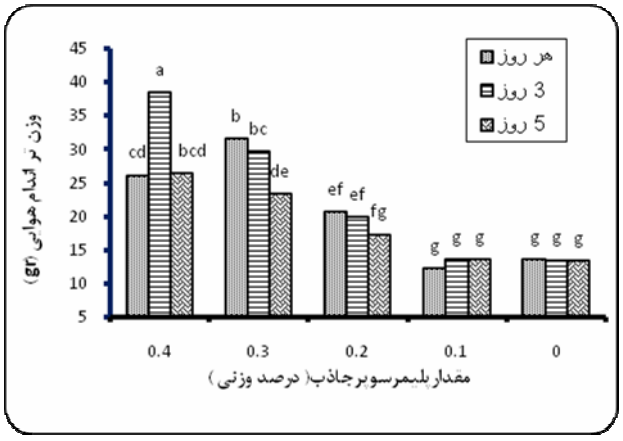
اثر متقابل دور آبیاری و میزان پلیمر بر وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار بود. به طوری‌که بیشترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار ۰/۴درصد پلیمر در دور آبیاری سه روز بود که با تیمار ۰/۳درصد در دور آبیاری هر روز و سه روز تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد نداشت. کمترین وزن تر و خشک ریشه مربوط به تیمار شاهد در تمام دورهای آبیاری بود (شکل ۷و ۸).

Archive of SID

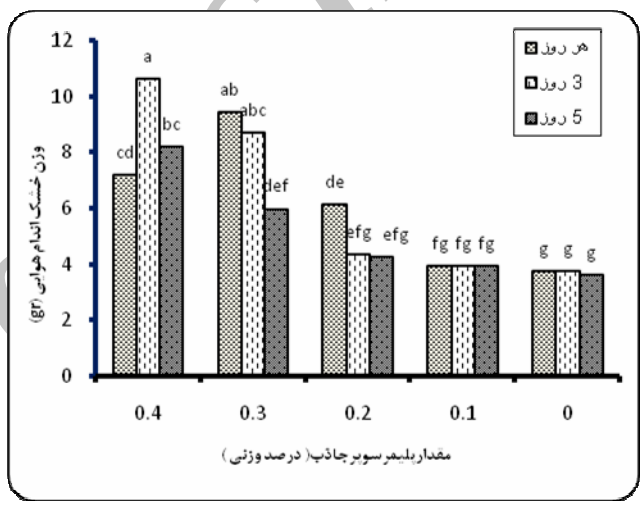
www.SID.ir



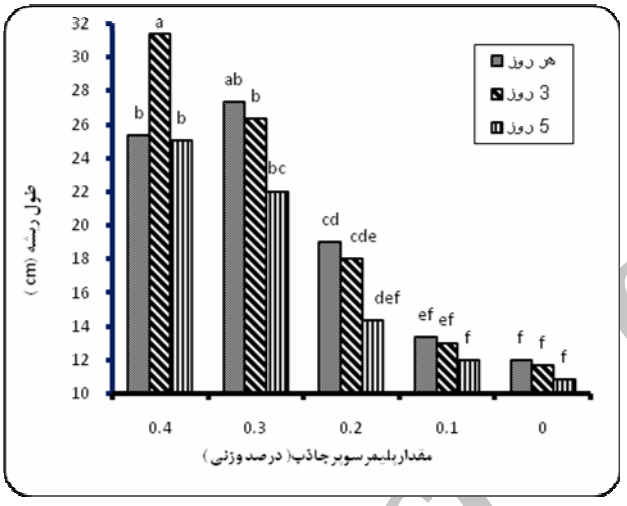
شکل ۳– اثر متقابل پلیمر سوپر جاذب و دور آبیاری بر ارتفاع اندام هوایی



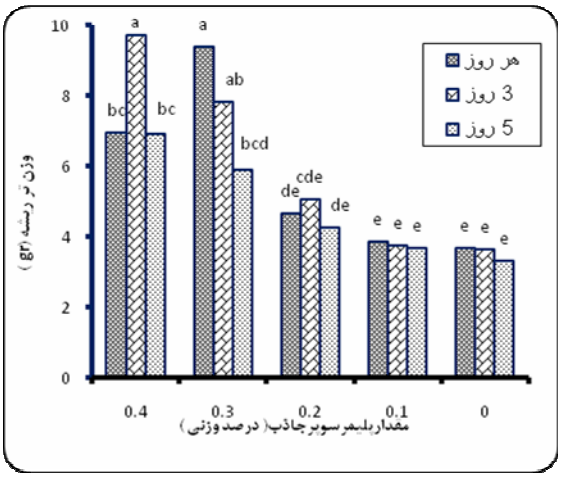
شکل ۴– اثر متقابل پلیمر سوپر جاذب و دور آبیاری بر وزن تر اندام هوایی



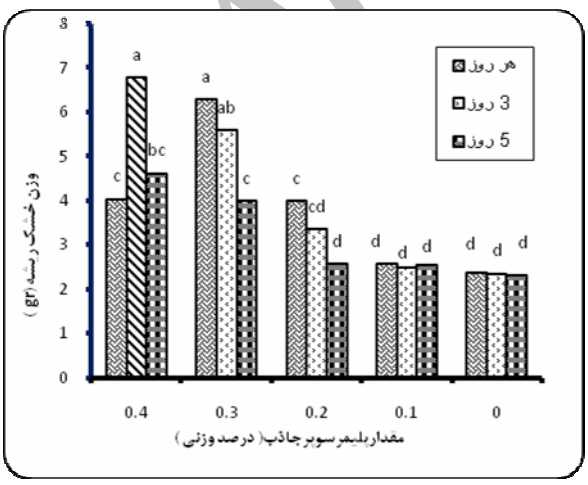
شکل ۵– اثر متقابل پلیمر سوپرجاذب و دورآبیاری بر وزن خشک اندام هوایی



شکل ۶– اثر متقابل پلیمر سوپرجاذب و دورآبیاری بر طول ریشه



شکل ۷– اثر متقابل پلیمر سوپرجاذب و دورآبیاری بر وزن تر ریشه



شکل ۸– اثر متقابل پلیمر سوپرجاذب و دورآبیاری بر وزن خشک ریشه

www.SID.ir

بحث

کاهش هدایت الکتریکی خاک به این علت است که پلیمر می‌تواند مقادیر زیادی آب و محلول‌های فیزیولوژیکی را جذب و در خود نگه دارد. وجود آب زیاد در خاک باعث رقیق شدن غلظت املاح و پایین آمدن هدایت الکتریکی خاک می‌شود (۶)، به همین علت با افزایش میزان پلیمر در خاک، هدایت الکتریکی کاهش یافته است.

بال و همکاران (۱۵) تأثیر انواع سوپرجاذب‌ها را بر هدایت الکتریکی در رطوبت‌های مختلف خاک بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که هدایت الکتریکی خاک در رطوبت‌های مختلف و بسته به نوع سوپر، رفتار متفاوتی دارد. در رطوبت‌های خیلی کم (۱۴درصد رطوبت) کاهش هدایت الکتریکی با افزایش سوپرجاذب معنی‌دار نبوده است و در رطوبت‌های خیلی زیاد (۸۶ درصد رطوبت) افزایش سوپرجاذب در مقدار کم باعث کاهش EC و در مقادیر زیادتر باعث افزایش آن شده است (۱۵).

پلیمرها در خاک به مانند سوپرجاذب آب عمل کرده و با ذخیره سازی رطوبت و افزایش حجم خود به مرور زمان رطوبت مورد نیاز را برای گیاه تأمین کرده و در شرایط عادی آن را در خود حفظ می‌کنند، بنابراین تلفات آبی که در شرایط طبیعی برای گیاه به وجود می‌آید برطرف شده و در نتیجه رطوبت حجمی خاک در مقایسه با شاهد نتایج مناسبی را نشان می‌دهد. هاترمن و همکاران (۱۹۹۹) نیز نتایج مشابه را گزارش کرده‌اند و علت برقراری تعادل رطوبتی در خاک را توانایی بالای پلیمرها در حفظ آب در منطقه ریشه گیاه معرفی کرده‌اند (۱۹).

افزایش آب قابل استفاده گیاه در تیمارهای حاوی پلیمر نسبت به شاهد را می‌توان به ساختمان پلیمر و خواص آب دوستی آن نسبت داد. ساختمان شبکه‌ای پلیمر استاکوزورب منجر به جذب و نگه‌داری بیشتر آب نسبت به نمونه شاهد شد. هیدروژل‌های پلیمری با نگه‌داری آب در خاک، تغییر توزیع اندازه حفرات خاک و کاهش تبخیر فیزیکی به طور قابل ملاحظه‌ای میزان آب در دسترس گیاه را افزایش می‌دهند (۹).

در تحقیقی که به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف هیدروژل جاذب رطوبت A 200 در شش سطح (شاهد، ۰/۰۵، ۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۴۵ و ۰/۶) بر انواع تخلل، ظرفیت نگه‌داری آب و هدایت هیدرولیکی خاک‌های لومی شنی انجام شد، نتایج نشان داد که افزودن هیدروژل جاذب رطوبت و نیز افزایش سطح استفاده، سبب افزایش انواع تخلل خاک، به ویژه تخلل مویین، به میزان سه برابر نسبت به شاهد شد. علاوه بر این، کاربرد هیدروژل جاذب رطوبت در سطوح ۰/۴۵ و ۰/۶ درصد وزنی، میزان آب قابل استفاده گیاه را به ترتیب دو تا ۲/۵ برابر افزایش داد (۵). تری و نلسون (۲۴)، سیو و همکاران (۲۱)، السعید و همکاران (۱۷)، هم در نتیجه کاربرد پلیمرهای آب - دوست، بهبود ظرفیت نگه‌داری آب خاک و افزایش آب قابل استفاده گیاه را گزارش نمودند.

کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب در خاک موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد که علت این امر ناشی از انبساط خاک بود (۱۲). ازم طی آزمایشی مشاهده کرد که پلیمرهای سوپر جاذب، جرم مخصوص ظاهری خاک شنی را از ۱/۶۱ به ۱/۵۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب و جرم مخصوص ظاهری خاک رس شنی را از ۱/۳۳به ۱/۲ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش دادند. بر اساس بررسی-های ازم و همکاران (۱۹۸۰)، با تجزیه پلیمرهای سوپرجاذب در خاک، جرم مخصوص ظاهری خاک تا ۱۲ درصد افزایش یافت (۱۴). روند مشابهی در مورد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در نتیجه استفاده از سوپر جاذب در این تحقیق نیز مشاهده شد.

داده‌های مربوط به عملکرد گیاه نشان می‌دهند که در دور آبیاری سه روز میانگین تمامی معیارهای مورد اندازه‌گیری بیشتر از سایر دورهای آبیاری است. طلایی (۱۳۸۴) در تحقیقی که بر روی بررسی تأثیر هیدروژل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

سوپرجاذب در کاهش خشکی درختان زیتون انجام داد، دریافت که شاخص‌های رشد در نهال‌های تیمار شده با ۰/۳درصد وزنی پلیمرهای سوپرجاذب نسبت به تیمار شاهد افزایش چشمگیری داشتند و کمتر در معرض تنش خشکی قرار گرفتند (۷). یزدانی و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر چهار مقدار پلیمر سوپرجاذب Trawat A200 (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) و سه فاصله آبیاری (شش و هشت و ۱۰ روز یک‌بار) بر رشد و عملکرد سویا رقم *L11* تحت شرایط مزرعه ای را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد ۲۲۵ کیلوگرم پلیمر سوپرجاذب در هکتار بهترین تأثیر را بر رشد و عملکرد سویا در تمامی شرایط آبیاری (آبیاری معمول و یا تحت شرایط تنش خشکی) داشت (۱۱).

بر اساس نتایج حاصل از برهمکنش دور آبیاری با افزایش میزان پلیمر تا سطح ۰/۴درصد و دور آبیاری سه روز معیارهای مورد اندازه‌گیری افزایش یافت و در بیشتر موارد تیمار ۰/۳درصد با دور آبیاری سه روز با تیمار ۰/۴درصد و دور آبیاری مشابه تفاوت معنی‌داری نداشتند . مقادیر معیارهای طول ریشه، وزن تر و خشک اندام هوایی و ریشه و ارتفاع اندام هوایی در تیمار ۰/۴درصد پلیمر و دور آبیاری هر روز نسبت به دور آبیاری سه روز یک‌بار و در همان تیمار ۰/۴ درصد پلیمر کاهش یافت، که دلیل کاهش شاخص‌های رشدی گیاه ممکن است به علت آبیاری مکرر (هر روز) نگهداری رطوبت با استفاده از پلیمر باشد، که در نتیجه جذب آب و تورم پلیمر فضاهای خالی خاک توسط آب پر شده‌اند، بنابراین، تهویه لازم برای رشد و توسعه ریشه گیاه کاهش یافته است. همچنین، ممکن است به علت کاهش رشد ریشه مقدار خاک در دسترس ریشه گیاه برای تغذیه گیاه کاهش یافته باشد. در نتیجه شاخص‌های رشد گیاه کاهش نشان داده‌اند.

یکی از مهم‌ترین مزایای کاربرد هیدروژل، جلوگیری از نفوذ عمقی آب محیط ریشه و شستشوی املاح است. برای مثال، بهبهانی و همکاران (۳) در آزمایش خود با کاربرد هیدروژل به نسبت‌های ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد حجمی و اعمال آبیاری به صورت آبیاری با ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی، میزان عناصر غذایی روی، منگنز، آهن، نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کلسیم و منیزیم، تبادل کاتیونی و pH را در بستر گیاهان اندازه گیری کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در ذخیره عناصر غذایی در بسترهای مورد بررسی وجود داشت و همچنین سوپرجاذب در ذخیره سازی عناصر غذایی، بیشترین تأثیر را در ذخیره سازی فسفر و نیتروژن و کمترین تأثیر را در نگهداری منگنز داشت (۳).

پلیمرها سوپر جاذب با افزایش ظرفیت نگه-داشت آب و در نتیجه افزایش آب قابل استفاده گیاه (۱۰)، بهبود دانه‌بندی و ساختمان خاک و نیز افزایش ثبات خاکدانه‌ها (۱)، کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک (۱)، بهبود رشد عمقی ریشه (۱۰) شرایط بهتری را برای رشد و نمو گیاه خصوصاً در شرایط تنش خشکی فراهم می-کنند. پلیمرها همچنین با بهبود شرایط فیزیکی خاک باعث تراکم ریشه (۱۰) و افزایش ریشه‌های فرعی (۱۰) می-شوند که در این صورت دسترسی ریشه به آب قابل استفاده بیشتر شده و گیاه کمتر تحت تأثیر شرایط تنش خشکی قرار گیرد.

به نظر می‌رسد تأثیر تغذیه‌ای، بهبود خصوصیات فیزیکی و افزایش آب قابل استفاده گیاه در اثر استفاده از سوپرجاذب در این تحقیق نیز سبب افزایش شاخص‌های رشدی گیاه آتریپلکس شده است.

نتیجه گیری

با توجه به مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که تیمار ۰/۳درصد پلیمر با دور آبیاری سه روز با تیمار ۰/۴درصد و دور آبیاری سه روز تفاوت معنی‌داری در اکثر شاخص‌های رشدی گیاه نداشته است، بنابراین با در نظر گرفتن شرایط اقتصادی و به ویژه کمبود آب و تبخیر

Archive of SID

www.SID.ir

بسیار بالا در منطقه، می‌توان کاربرد ۰/۳درصد پلیمر با دور آبیاری سه روز را برای استقرار نهال آتریپلکس در این شرایط پیشنهاد کرد. در این حالت، می‌توان گیاهان با کیفیت بالاتری نسبت به شاهد تولید کرد و با انتقال نهال-ها به عرصه از پدیده‌های بیابان‌زایی جلوگیری کرد. البته با توجه به این‌که در گلدان حجم خاک در دسترس ریشه گیاه کم است، پیشنهاد می‌شود برای فراهمی بیشتر رطوبت در شرایط صحرایی و در نتیجه حفظ پوشش گیاهی کاربرد سوپرجاذب در شرایط صحرایی که خاک بیشتری در دسترس گیاهان قرار دارد و امکان نفوذ عمقی ریشه و دسترسی به رطوبت بیشتر است، سطوح کمتر سوپر جاذب و دورهای بشتر آبیاری مورد بررسی قرار گیرد.

منابع مورد استفاده

۱. آصالح، ف.، نوری، غ. عابدی کوپایی، ج. و شهریاری، ع. ۱۳۸۶. تأثیر توأم پساب شهری و سوپرجاذب در رشد گونه قره داغ. چهارمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، مدیریت حوزه‌های آبخیز. اول تا دوم اسفند، کرج.

۲. بانج شفیعی، ش. و رهبر، ا. ۱۳۸۲. تاثیر پلیمر بر پدیده‌های رویشی و مؤفقیت پانیکوم. فصلنامه پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۰، صص ۱۱۱تا ۱۲۹.

۳. بهبهانی، م.، اسدزاده، ع . و جبلی.، ج. ۱۳۸۴. ارزیابی تأثیر هیدروژل‌های سوپر جاذب و تیمارهای کم‌آبیاری در نگه‌داری عناصر غذایی در بسترهای هیدروپونیک، سومین دوره آموزشی و سمینار تخصصی کاربرد هیدروژل‌های سوپر جاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۶ آبان، تهران.

۴. بی‌نام، ۱۳۸۵. خلاصه دستاوردهای پایش و ارزیابی دانشگاه بیرجند. ص ۶-۲.

۵. پروانک بروجنی، ک. ۱۳۸۸. تأثیر هیدروژل جاذب رطوبت Super AB A 200 بر تخلخل، توانایی نکه‌داری آب و هدایت هیدرولیکی خاک در شرایط مزرعه. فصلنامه علمی پژوهشی گیاه و زیست بوم. صص ۱.

۶. رمضانی هرندی، م. ج.، کبیری، ک. ظهوریان مهر، م.ج. یوسفی، ع. ا. و ارشاد لنگرودی، ا. ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تورم آزاد و تحت بار در هیدروژل‌های سوپرجاذب به ازای تغییر چگالی شبکه بندی. مجموعه مقالات دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، صص ۵۱۸۶ تا ۵۱۹۱.

۷. طلایی، ع. و اسدزاده، ع. ۱۳۸۴. بررسی تاثیر هیدروژل‌های سوپرجاذب در کاهش خشکی درختان زیتون، سومین دوره تخصصی، آموزشی، کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپر جاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۶ آبان، تهران.

۸. کریمی، الف.، نوشادی، م. و احمدزاده، م. ۱۳۸۷. اثر کاربرد ماده اصلاحی ابر جاذب (ایگیتا) روی آب خاک، رشد گیاه و دور آبیاری. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۲، شماره ۴۶ ب، صص ۴۰۳ تا ۴۱۴.

۹. نادری، ف.، و اشقانی فراهانی، ا. ۱۳۸۵. حفظ رطوبت خاک با استفاده از پلیمرهای جاذب آب (هیدروژل). مجله علوم خاک و آب، جلد ۲۰، شماره ۱، صص ۶۴ تا ۷۲..

۱۰. نجاتعلی، س.، فرح پور، م. و بهادری، ف. ۱۳۸۱. بررسی اثر پلیمر آبدوست بر دور آبیاری در کشت صیفی (خربزه)، دومین دوره تخصصی و آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل سوپرجاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۲۸ بهمن، تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۱. یزدانی، ف.، اله دادی، ا. بهبهانی، م. و اکبری، غ. ۱۳۸۶. تاثیر مقادیر پلیمر سوپر جاذب (Trawat A200) و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، جلد ۷۵، صص ۱۶۷ تا ۱۷۴.

12. Al-Harbi, A. R., Al-Omran, A. M. Shalalay, A. A. and Choudhary, M. L. 1999. Efficcacy of a hydrophilic polymer declines with time in greenhouse experiments. HortScience, 34(2): 223-224.
13. Allahdadi, A. 2002. Study the effect of superabsorbent hydrogels application in reducing the moisture stress of plants. Proceedings of the 2nd Educational Course for Agricultural and Industrial Application of Superabsorbent Hydrogels, Tehran, Iran, 33-55.
14. Azzam, R. A. I. 1980. Tailoring polymeric gels for soil reclamation and hydroponics. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 16(10): 1123-1138.
15. Bal, W., H. Zhang, L. Y. Wu, and Song, J. 2010. Effects of super- absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. Soil Use and Management, 26: 253-260.
16. Ben-Hur, M. and Letey, J. 1989. Effect of polysaccharides, clay dispersion, and impact energy biological desert. Journal of Forest and Rangeland, 70: 62-58.
17. 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
18. FINCK, A. 1992. Dunger und dungung. Verlag Chemie, New York.
19. Huttermann, A., Reise, K. and Zonnorodi, M. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of Pinus halepensis seedlings subjected to drought. Soil and Till. Res., 50:295-304
20. Jafarian, V. andLahouti, A. 2006. Application of water Superabsorbent polymers in projects bleaching on water infiltration. Soil Science Society of America Journal, 53: 233-238.
21. 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.
22. Silberbush, M., Adar, E. and De.Malach, Y. 1993. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. I. Corn irrigated by trickling. Agr. Water Manage., 23:303-313.
23. Taylor, K. C. and Halfacre, R.G. 1986. The effect of hydrophylic polymer on media water retention and nutrient availability to Ligustrum lucidum. J. Hort. Sci., 21:1159-1161.
24. Terry, R. E. and Nelson, S. D. 1986. Effects of polyacrylamide and irrigation method on soil physical properties. Soil Science, 141: 317-320.
25. Wallace, A. and Wallace, G. A. 1990. Soil and crop improvement with water- soluble polymers. Soil Tech., 3:1-8.
26. 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.

Archive of SID

www.SID.ir