اثر سوپرجاذب‌های استاکوزورب و زانوس بر فرایند رشد خیار در شرایط خاک شور

فاطمه لطفی[۱]، حمید سودائی‌زاده[۱*]، سیدعلی‌محمد میرمحمدی میبدی[۲] و اصغر مصلح آرانی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱/۳۰)

چکیده

هیدروژل‌ها به دلیل جذب مقادیر زیاد آب قادرند ضمن جلوگیری از فرونشت عمقی آب، کارایی مصرف آب در گیاهان را افزایش داده و اثرهای خشکی ناشی از تنش شوری را در آن‌ها کاهش دهند. به منظور بررسی اثر دو نوع سوپرجاذب استاکوزورب و زانوس بر رشد خیار گلخانه‌ای در شرایط خاک شور، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۱۲ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد اجرا گردید. در مرحله اول آزمایش، اثر کاربرد پلیمرهای سوپرجاذب استاکوزورب و زانوس در سه سطح (صفر، ۳ و ۶ گرم در کیلوگرم خاک خشک) بعد از ۲۵ روز از تاریخ کاشت با اندازه‌گیری صفات تعداد برگ، ارتفاع گیاه و طول و عرض برگ بررسی شد. در مرحله دوم، صفات فوق به همراه شمارش تعداد گل بعد از ۳۵ روز و صفات وزن تر و خشک در پایان دوره رشد گیاه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از استاکوزورب در خاک شور (۵ =EC دسی‌زیمنس بر متر)، در هر دو مرحله نمونه‌برداری، مقادیر کلیه صفات مورد بررسی را نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش داد. کاربرد دو مقدار مختلف وزنی هیدروژل زانوس در خاک شور، بجز بر تعداد گل، اثر معنی‌داری بر سایر صفات مورد اندازه‌گیری در مقایسه با شاهد نداشت. تغییرات تعداد گل در هر دو هیدروژل و تفاوت آن در دو سطح مقدار کاربردی، نشان داد که استفاده از سوپرجاذب می‌تواند در افزایش عملکرد تحت شرایط دشوار بسیار مهم تلقی شود.

واژه‌های کلیدی: سوپرجاذب، هیدروژل استاکوزورب، زانوس، خاک شور

مقدمه

از جمله مشکلات کشت محصولات گلخانه‌ای، کم بودن کارایی مصرف آب، به ویژه در خاک شور است. استفاده از راه‌کارهای مختلفی مانند معرفی ارقام مقاوم و روش‌های اصلاح و مناسب‌سازی شرایط کشت برای افزایش تولید به وسیله متخصصین کشاورزی ارائه شده است (۱۰ و ۲۳). اگرچه از عمر پلیمرهای کلافی سوپرجاذب کمتر از ۲۰ سال می‌گذرد، اما ویژگی خوب جذب آب حاصل از آبیاری و بارندگی به وسیله آنها باعث شده تا کاربرد این مواد به منظور بهبود جذب آب و افزایش کارایی آبیاری در مزارع کشاورزی و باغ‌های مناطق خشک گسترش یابد (۱۸). ساختمان مولکولی این پلیمرها به گونه‌ای است که قادرند تا ۱۰۰ برابر وزن خود آب یا محلول‌های آبی دیگر را جذب نموده، متورم شده و همزمان با خشک شدن خاک، محتوی آب خود را به تدریج آزاد نموده، محیط خاک را برای طولانی مدت مرطوب نگه دارند. بنابراین، این مواد موجب می‌شوند نیاز گیاه به آبیاری کمتر شود. بخشی از آب جذب شده به وسیله هیدروژل می‌تواند در دسترس گیاه قرار گرفته و بنابراین هیدروژل‌ها در خاک مناطق خشک به

۱. گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی دانشگاه یزد
۲. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد
*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: hsodaie@yazd.ac.ir

صورت مخازن ذخیره کننده آب (۲۰) و به عنوان ذخیره آب اضافی برای سیستم خاک گیاه (۱۲ و ۲۱) عمل می‌کنند. جذب و تخلیه تدریجی آب موجب انقباض و انبساط خاک، بهبود ساختمان خاک و افزایش منافذ خاک می‌شود که در توسعه و رشد ریشه مؤثر بوده و به رشد گیاه کمک می‌کند (۵، ۷، ۱۸ و ۲۲).

میزان جذب آب به وسیله هیدروژل تحت تأثیر عوامل زیادی مانند کاتیون‌های محلول در خاک، عدد ظرفیتی و غلظت محلول غذایی خاک و به عبارتی هدایت الکتریکی محلول می‌باشد و حداکثر ظرفیت نگهداری آب آنها در آب مقطر بوده و در آب معمولی و محلول‌های غذایی به ترتیب ۳۰ تا ۷۰ درصد کاهش جذب دارند (۱۵). بنابراین، خصوصیت جذب آب و کاتیون‌ها به وسیله هیدروژل باعث شده تا کارایی این مواد در غلظت زیاد یون‌های خاک در شرایط شوری تا حدی کاهش یابد. خصوصیت ویژه تداوم توانایی آنها در جذب آب به مدت چند سال در شرایط یونی وجود فشار و حضور میکروارگانیسم‌های خاک و بی‌بو و بی‌رنگ بودن آنها، در عین نداشتن خاصیت آلایندگی در خاک، آب و گیاه (۶) کاربرد آنها را در مناطق خشک و نیمه خشک منحصر به فرد ساخته است (۸). هیدروژل‌ها با موفقیت برای افزایش مدت زنده‌مانی و کاهش مرگ درختان در طول دوره مواجهه گیاه با خشکی استفاده شده‌اند (۱۶ و ۱۷). بعلاوه، کاربرد ۰/۶ درصد وزنی پلیمر در خاک‌های شور شنی و لوم، موجب افزایش میزان آب قابل استفاده گیاه به ترتیب به میزان ۲/۲ و ۱/۲ برابر شاهد شده است (۴). همچنین، مصرف هیدروژل در خاک‌های شنی می‌تواند با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و کاهش شوری خاک، موفقیت برنامه‌های آبیاری در مناطق خشک و نیمه خشک را در پی داشته باشد. کاربرد هیدروژل در شرایط وجود تنش‌های اسمزی و اثر اصلاحی آن بر محیط ریشه نهال‌های درختان کاج (۱۳)، اکالیپتوس (۲۴)، مرکبات (۹) و پوپولوس (۱۱) و همچنین سایر گیاهان مانند علف چاودار (۱۲) به‌وسیله نهال‌های درختان به خوبی مطالعه شده است. مطالعه تحمل به شوری گونه‌های پوپولوس (۱۱) نشان داد که استفاده از هیدروژل در خاک به منظور بهبود رشد درختان پوپولوس در شرایط شوری می‌تواند توصیه شود و اضافه نمودن این مواد، بخصوص استاکوزورب، به خاک‌های شور باعث کاهش غلظت یون‌های سدیم و کلر در خاک و افزایش غلظت یون کلسیم می‌شود؛ اگرچه سوپرجاذب در خاک‌های شور در مقایسه با شاهد تأثیری بر یون‌های پتاسیم و منیزیم نداشته است (۱۱). هیدروژل در خاک از طریق افزایش جذب یون‌های پتاسیم و کلسیم و کاهش تجمع یون‌ها در محلول، نقش مفیدی ایفا می‌کند. شی و همکاران (۱۹) نیز نشان دادند که مصرف سوپرجاذب استاکوزورب و لاکوازورب موجب کاهش آثار خشکی و شوری بر رشد گیاه می‌شود و زیان حاصل از تنش خشکی و شوری روی برگ‌ها به ترتیب ۳۱ و ۳۵ روز نسبت به تیمار شاهد به تأخیر می‌افتد. با توجه به اثرهای مثبت برخی هیدروژل‌ها، به ویژه کاربرد هیدروژل استاکوزورب، بر عملکرد، کارایی مصرف آب و ذخیره عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای (۷) و بهبود خصوصیات هیدرولیکی خاک (۳)، این تحقیق به منظور بررسی تأثیر دو نوع سوپرجاذب زانوس و استاکوزورب در تخفیف آثار ناشی از شوری خاک بر رشد خیار در شرایط گلخانه انجام گرفت. توصیه محققین قبلی برای کاربرد ۰/۳ درصد وزنی هیدروژل در خاک، استفاده بهینه از آب قابل استفاده و افزایش رشد گیاه در مناطق خشک و نیمه خشک دارای آب شور، از اهداف دیگر این آزمایش بود.

مواد وروش‌ها

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه یزد و در قالب طرح کاملاً تصادفی به‌صورت فاکتوریل با دو فاکتور و ۱۲ تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل نوع سوپرجاذب (استاکوزورب، زانوس) و مقدار سوپر جاذب (صفر، ۳ و ۶ گرم بر کیلوگرم خاک خشک) بودند. برای انجام آزمایش، ابتدا بذر خیار گلخانه‌ای رقم ناگین در ظروف مخصوص کاشت

نشا که با خاک پیت پر شده بودند کشت گردید. سپس، گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۳ و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر آماده و با مخلوطی از ماسه و کود برگ (۳:۱) پر شد به طوری که وزن نهایی گلدان‌ها به ۶ کیلوگرم رسید. قبل از انجام آزمایش، هدایت الکتریکی (EC) خاک اندازه‌گیری و سطح شوری خاک گلدان‌ها در سطح ۵ دسی‌زیمنس بر متر ثابت گردید. با توجه به آستانه تحمل خیار به شوری (۲ دسی‌زیمنس بر متر)، EC انتخاب شده در آزمایش بیشتر از حد تحمل این گیاه بود (۱). برای اعمال تیمارهای وزنی، به‌ترتیب ۳ و ۶ گرم از هریک از سوپرجاذب‌ها به هر کیلوگرم خاک گلدان‌ها اضافه و مخلوط گردید. برای جلوگیری از تجزیه سوپرجاذب در برابر نور آفتاب، ۵ سانتی‌متر بالای گلدان‌ها با خاک عاری از سوپرجاذب پر شد. گلدان‌های بدون سوپرجاذب به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شدند. پس از اعمال تیمارهای سوپرجاذب، نشاهای ۱۵ روزه خیار در داخل گلدان‌های مورد نظر کشت شده و با آب مقطر آبیاری شدند. آبیاری به نحوی انجام شد که شستشوی نمک در داخل گلدان‌ها صورت نگیرد. آبیاری بر حسب نیاز و به صورت یکسان برای همه تیمارها اعمال گردید. کلیه عملیات داشت برای تمام گلدان‌ها یکسان انجام شد. صفات تعداد برگ، ارتفاع گیاه و طول و عرض برگ در دو مرحله (۲۵ و ۳۵ روز بعد از کشت نشاها) اندازه‌گیری گردید. در مرحله دوم، علاوه بر صفات فوق، تعداد گل و وزن تر و خشک هر گیاه نیز اندازه‌گیری شد. ارتفاع بوته به کمک خط کش از طوقه تا انتهای قسمت هوایی گیاه اندازه‌گیری شد. طول برگ از محل اتصال دمبرگ به برگ تا انتهای برگ و عرض برگ‌ها نیز در پهن‌ترین قسمت برگ به وسیله خط‌کش و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از آزمایش، پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها، از روش تجزیه واریانس دوطرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از روش دانکن استفاده شد. برای انجام تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار آماری SPSS و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

مرحله اول نمونه‌برداری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس در مرحله اول نمونه‌برداری اندازه‌گیری نشان داد که بین شاهد و بقیه تیمارها و همچنین اثر نوع سوپرجاذب بر تمام صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود. اثر تیمار مقادیر مختلف وزنی سوپرجاذب بر هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار نشد. همینطور، اثر متقابل معنی‌داری بین نوع سوپرجاذب و مقادیر وزنی تیمارها در صفات مختلف مورد مطالعه مشاهده نشد (جدول ۱) که نشان می‌دهد تفاوت بین دو نوع سوپرجاذب در هرکدام از مقادیر مصرفی یکسان بوده است (جدول ۲).

معنی‌دار شدن تیمار شاهد در مقابل بقیه، برای چهار صفت مورد مطالعه در مرحله اول نمونه‌برداری، نشانگر تأثیر معنی‌دار مصرف سوپرجاذب برای این صفات بود (جدول ۲). مصرف استاکوزورب در هر دو تیمار مقدار وزنی، صفات تعداد برگ، ارتفاع خیار و طول و عرض برگ را نسبت به حالت عدم استفاده از این ماده به طور معنی‌داری افزایش داد، به طوری که مصرف استاکوزورب موجب افزایش ۴۰/۲ درصد تعداد برگ، ۷۸/۵ درصد ارتفاع گیاه، ۵۳/۹ درصد طول برگ و ۴۴/۷ درصد عرض برگ نسبت به شاهد شد. از طرف دیگر، بین دو مقدار مصرفی استاکوزورب از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مصرف زانوس تغییر معنی‌داری در هریک از این چهار صفت ایجاد نکرد (حداکثر ۲۰٪ برای ارتفاع گیاه).

مرحله دوم نمونه‌برداری

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرحله دوم نمونه‌برداری نشان داد که بین شاهد و بقیه تیمارها و همچنین اثر نوع سوپرجاذب برای تمام صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود. تیمار مقادیر مختلف وزنی سوپرجاذب، بجز در صفت تعداد گل، در هیچ‌کدام از صفات اندازه‌گیری شده دیگر معنی‌دار نشد. همچنین، اثر متقابل معنی‌داری بین نوع سوپرجاذب و مقادیر وزنی تیمارها در صفات مختلف مورد مطالعه، بجز صفت تعداد

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سوپرجاذب بر صفات رشد گیاه خیار گلخانه‌ای (مرحله اول نمونه‌برداری)

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ
نوع سوپرجاذب	۱	۲۵/۵۲**	۵۲۱۴۰/۱**	۵۴۱۸/۷۵**	۴۵۸۲/۵۲**
تیمار مقادیر وزنی	۱	۱/۶۹^{ns}	۱۹۵۰/۷۵ ^{ns}	۲۱/۳۳ ^{ns}	۱۱۱/۰۲ ^{ns}
نوع سوپرجاذب × تیمار مقادیر وزنی	۱	۰/۵۲ ^{ns}	۳۲۶۷ ^{ns}	۸۵/۳۳ ^{ns}	۲۵۶/۶۹ ^{ns}
شاهد در برابر بقیه	۱	۶/۳۴**	۲۹۶۵۹/۲۷**	۴۳۸۶/۱۵**	۳۵۰۳/۷۰**
خطا	۵۵	۰/۹۶	۱۹۴۷/۷۸	۱۳۹/۵۸	۱۴۴/۴۷

**،* و ns : به ترتیب معنی‌داری در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

جدول ۲. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش برای ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده مرحله اول نمونه برداری به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن

عامل آزمایشی	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ
نوع سوپرجاذب				
استاکوزورب	۵/۳۷ ± ۱/۱۷a	۲۰۱/۲ ± ۵۵/۶۰a	۹۱/۳۳ ± ۱۱/۷۶a	۹۳/۳۸ ± ۱۲/۹۹a
زانوس	۳/۹۱ ± ۰/۷۱b	۱۳۵/۲۹ ± ۲۸/۸۳b	۷۰/۰۸ ± ۱۰/۴۱b	۷۳/۸۳ ± ۱۱/۵۰b
شاهد	۳/۸۳ ± ۱/۰۳b	۱۱۲/۷ ± ۴۴/۸b	۵۹/۳۳ ± ۱۳/۸۴b	۶۴/۵ ± ۱۱/۲۲b
مقادیر وزنی (گرم در کیلوگرم خاک خشک)				
۳	۴/۴۵ ± ۱/۰۲a	۱۶۱/۸۷ ± ۴۸/۴a	۸۰/۰۴ ± ۱۵/۸۸a	۸۲/۰۸ ± ۱۶/۸۵a
۶	۴/۸۳ ± ۱/۳۷b	۱۷۴/۶۲ ± ۶۱/۳۴b	۸۱/۳۷ ± ۱۵/۱۳b	۸۵/۱۲ ± ۱۴/۵۴b

برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سوپرجاذب بر صفات رشد گیاه خیار گلخانه‌ای در مرحله دوم نمونه‌برداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	تعداد گل	وزن خشک	وزن تر
نوع سوپرجاذب	۱	۷۷/۵۲**	۳۰۸۰۰۰/۵**	۳۲۵۰/۵۲**	۲۹۷۶/۷۵**	۴۳۲**	۲۱۹۲/۷۴**	۲۴/۳**
تیمار مقادیر وزنی	۱	۰/۵۲^{ns}	۴۶۲۱/۷ ^{ns}	۳۷۹/۶۸ ^{ns}	۳۰/۰۸ ^{ns}	۱۶۱/۳۳**	۸/۳۷ ^{ns}	۰/۹۳ ^{ns}
نوع سوپرجاذب × تیمار مقادیر وزنی	۱	۹/۱۸ ^{ns}	۳۷۹/۶۸ ^{ns}	۱۱/۰۲ ^{ns}	۸/۳۳ ^{ns}	۹۶/۳۳**	۲/۰۷ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}
شاهد در برابر بقیه	۱	۰/۰۰۴ ^{ns}	۱۵۲ ^{ns}	۱۲۰۱/۵**	۴۲۶/۶۶**	۱۳۵**	۱۳/۰۴ ^{ns}	۰/۱۴۴ ^{ns}
خطا	۵۵	۳/۶۷	۸۵۲۱/۲	۱۷۲/۶۹	۱۳۰/۹۴	۲/۰۷	۱۶۶/۳۶	۱/۸۴

گل، مشاهده نشد (جدول ۳) که نشان می‌دهد تفاوت بین دو نوع سوپرجاذب در هرکدام از مقادیر مصرفی یکسان بوده است. مصرف استاکوزورب در هر دو مقدار وزنی، علاوه بر چهار صفت اندازه‌گیری شده در مرحله اول نمونه‌برداری (تعداد برگ،

جدول ۴. مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش برای ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در مرحله دوم نمونه‌برداری به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن

عامل آزمایشی	تعداد برگ	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ
نوع سوپرجاذب				
استاکوزورب	۱۰/۹۶ ± ۲/۰۱a	۴۲۲/۸ ± ۱۰۳/۰۰a	۱۱۴/۴ ± ۸/۳۲a	۹۸/۵۴ ± ۸/۳۲a
زانوس	۸/۴۲ ± ۱/۳۸۴b	۲۶۲/۵۸ ± ۶۵/۵۵b	۹۷/۹۵ ± ۱۵/۳b	۸۲/۷۹ ± ۱۰/۰۳b
شاهد	۹/۶ ± ۱/۹b	۳۴۶/۷ ± ۱۰۹/۱b	۹۵/۰ ± ۱۶/۳b	۸۴/۰ ± ۱۷/۰b
مقادیر وزنی (گرم در کیلوگرم خاک خشک)				
۳	۹/۸ ± ۲/۵a	۳۵۲/۵ ± ۱۱۸/۵a	۱۰۳/۴ ± ۱۲/۷a	۸۹/۸۷ ± ۱۱/۹a
۶	۹/۶ ± ۲/۱b	۳۳۲/۹ ± ۱۱۸/۵b	۱۰۹ ± ۱۶/۳b	۹۱/۴ ± ۱۲/۷b

برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

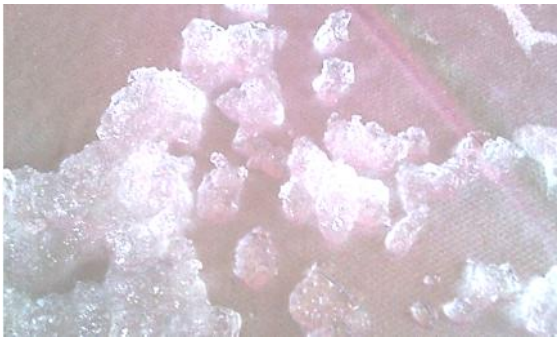
جدول ۵. ادامه مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش برای ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در در مرحله دوم نمونه‌برداری به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن

عامل آزمایشی	تعداد گل	وزن تر	وزن خشک
نوع سوپرجاذب			
استاکوزورب	۷/۲ ± ۳/۷a	۳۹/۷۷ ± ۱۳/۳a	۴/۱۸ ± ۱/۴a
زانوس	۱/۲ ± ۱/۲b	۲۶/۲۵ ± ۱۱/۶b	۲/۷۶ ± ۱/۲b
شاهد	۰/۴۲ ± ۰/۸c	۳۱/۸۵ ± ۱۳/۵b	۳/۳۵ ± ۱/۴۲b
مقادیر وزنی (گرم در کیلوگرم خاک خشک)			
۳	۲/۳۶ ± ۲/۰a	۳۳/۴۳ ± ۱۴/۲۶a	۳/۵ ± ۱/۵a
۶	۶/۰۱ ± ۴/۸۲b	۳۲/۶ ± ۱۴/۳۲b	۳/۴ ± ۱/۵b

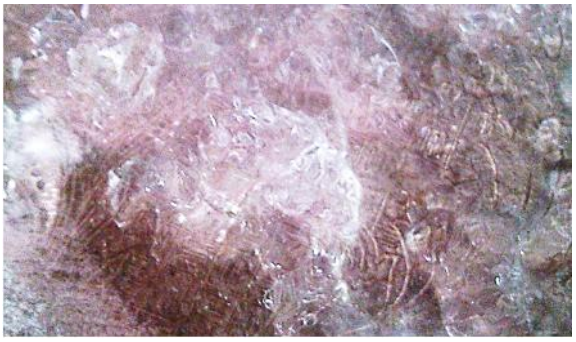
برای هر عامل آزمایشی، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری ندارند.

ارتفاع خیار و طول و عرض برگ)، صفات تعداد گل و وزن تر و خشک گیاه را نسبت به حالت عدم استفاده از این ماده به طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۴)، به طوری که مصرف استاکوزورب موجب افزایش ۱۳/۴ درصد تعداد برگ، ۲۱/۹ درصد ارتفاع گیاه، ۲۰/۴ درصد طول برگ، ۱۷/۳ درصد عرض برگ، ۱۶۲۰ درصد تعداد گل، ۲۴/۸ درصد وزن خشک و ۲۴/۸ درصد وزن تر نسبت به شاهد شد. از طرف دیگر، بین دو مقدار مصرفی استاکوزورب از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مصرف زانوس تغییر معنی‌داری در هریک از این چهار صفت ایجاد نکرد و در برخی تیمارها نیز میانگین معادل یا کمتر از شاهد به دست آمد.

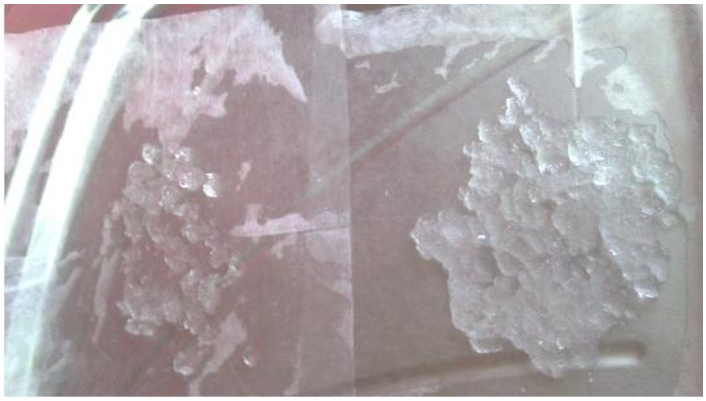
مقایسهٔ صفت تعداد گل در مرحله دوم نمونه‌برداری نشان داد که استاکوزورب بیشترین اثر را روی این صفت داشته (جدول ۵) و تیمارهای مختلف وزنی نیز به طور معنی‌داری این صفت را تحت تأثیر قرار دادند، به طوری که بیشترین تأثیر مربوط به کاربرد ۶ گرم استاکوزروب در هر کیلوگرم خاک بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که در شرایط زیاد بودن هدایت الکتریکی خاک برای کشت خیار، مصرف سوپرجاذب استاکوزورب صفات رویشی و زایشی این گیاه را نسبت به شاهد به طور معنی‌داری افزایش می‌دهد، در حالی که



(الف)



(ب)



(ج) استاکوزورب زانوس

شکل۱. الف) ژل استاکوزورب بعد از دو هفته، ب) ژل زانوس بعد از دو هفته و ج) مقایسه حجمی دو ژل

سوپر جاذب زانوس از کارایی کافی برخوردار نبود.

یکی از خصوصیات بارز پلیمرهای مورد استفاده در بخش کشاورزی، تشکیل ژل یا لرزانک پس از جذب آب است. از نظر علمی، ژل به ماده‌ای اطلاق می‌شود که با قرار گرفتن در حلال خود، ضمن جذب حلال، متورم شده و حل نشود (۵). علاوه بر تشکیل ژل، ماده مورد استفاده باید از استحکام لازم برخوردار باشد تا بتواند در مدت زمان مورد نظر در طول کشت گیاه متورم باقی بماند و از هم نپاشد. بررسی رفتار دو نوع سوپرجاذب استاکوزورب و زانوس از نظر استحکام ژل، مشخص شد که استاکوزورب پس از مخلوط شدن با آب، تورم یافته و ژل مستحکمی را ایجاد می‌کند، در حالی که سوپرجاذب زانوس درآب حل شده و از استحکام کافی برخوردار نیست (شکل ۱).

این نکته دلیل کارایی بهتر سوپرجاذب استاکوزورب در مقایسه با زانوس در این آزمایش بود که می‌توان به واکنش متفاوت این دو ماده پس از قرار گرفتن در معرض آب نسبت داد. اثر مثبت کاربرد استاکوزورب برای بهبود شرایط رشد خیار سبز در مطابقت با یافته‌های شی و همکاران (۱۹) بود که نشان دادند اضافه کردن ۰/۵٪ وزنی استاکوزورب به خاک تحت کاشت صنوبر، می‌تواند به میزان قابل توجهی خسارت ناشی از تیمارهای خشکی و شوری را کاهش دهد و از بروز علائم ناشی از تنش شوری و خشکی بر برگ گیاه تا مدت ۳۱ روز جلوگیری کند و آن را به تعویق اندازد. آنها دلایل مثبت نقش سوپرجاذب استاکوزورب در کاهش آثار ناشی از تنش شوری و خشکی را به دلیل استفاده ریشه گیاه از آب ذخیره شده در پلیمرهای استاکوزورب در زمان محدودیت رطوبت خاک دانسته و به عامل ظرفیت زیاد نگه‌داری آب استاکوزورب که منجر به نگهداری یون‌های سدیم و کلر در محلول خاک و کاهش جذب این عناصر به وسیله ریشه می‌شود اشاره نمودند. این دو عامل باعث جلوگیری از تجمع زیاد این یون‌های سمی

در بافت‌های گیاهی شده و می‌تواند بهبود رشد را در پی داشته باشد. نقش استاکوزرب در این آزمایش، به ویژه در افزایش تعداد گل‌های تولیدی خیار، را می‌توان به این عامل در شرایط سخت خاک شور منتسب نمود. رمضانی هرندی و همکاران (۲) نیز در بررسی مقایسه‌ای تورم آزاد و تحت بار هیدروژل‌های سوپرجاذب به ازای تغییر چگالی شبکه‌بندی، نشان دادند که ساختمان شبکه‌ای پلیمر استاکوزورب منجر به جذب و نگهداری بیشتر آب نسبت به نمونه شاهد می‌شود. در تحقیقی دیگر نیز چن و همکاران (۱۱) گزارش دادند که آغشته نمودن خاک شور با ۰/۶ درصد استاکوزورب منجر به افزایش ۲/۷ برابری بیوماس گونه *Populus euphratica* در مقایسه با عدم استفاده از این هیدروژل گردید. این محققین دلیل بهتر بودن رشد گیاه در حضور استاکوزورب را از یک طرف به توانایی این ماده در ممانعت از جذب نمک توسط گیاه و از طرف دیگر افزایش جذب کلسیم توسط گیاه در حضور این پلیمر نسبت دادند. وجود پتاسیم قابل تبادل در ساختمان استاکوزورب نیز می‌تواند منجر به افزایش نسبت پتاسیم به سدیم موجود در بافت‌های گیاهی تحت تنش شوری شود و در نتیجه مقاومت گیاه را افزایش دهد. کانت و همکاران (۱۴) نیز در نتایجی مشابه با این مطالعه نشان دادند که هیدروژل با در دسترس قرار دادن آب و مواد غذایی کافی در زمان مورد نیاز گیاه، منجر به بهبود رشد لوبیا تحت تنش شوری گردید. همچنین آربونا و همکاران (۹) و ویرو و لیتل (۲۴) به ترتیب با بررسی اثر هیدروژل بر مرکبات و گیاه اکالیپتوس، به نقش مثبت این مواد در بهبود عملکرد گیاهان مورد بررسی اشاره نمودند.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بجز تعداد گل، در سایر صفات بین مقادیر ۳ و ۶ گرم استاکوزورب در هر کیلوگرم خاک تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در این رابطه، زنگویی نسب و همکاران (۳) گزارش دادند که در اکثر شاخص‌های مورفولوژیک مورد بررسی در گیاه اُکالیپتوس تحت تنش خشکی، هر دو نسبت وزنی استاکوزورب (۳ و ۴ درصد) اثر اصلاح‌کنندگی یکسانی را نشان دادند. آنها دلیل این امر را به اثر مثبت پلیمر در بهبود شرایط فیزیکی خاک و به‌دنبال آن افزایش ریشه‌های فرعی نسبت دادند که منجر به دسترسی بیشتر ریشه به آب قابل استفاده و تحمل بهتر شرایط تنش شده است.

به‌طور کلی، نتایج این تحقیق بیانگر نقش مثبت سوپرجاذب استاکوزورب در بهبود رشد خیار در شرایط تنش شوری بود. همچنین، در اکثر صفات مورد بررسی در این پژوهش، هیدروژل زانوس اثر اصلاح‌کنندگی بارزی را از خود نشان نداد. با این‌حال پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری در مورد گیاهان دیگر گلخانه‌ای انجام شود.

منابع مورد استفاده

۱. حق‌نیا، غ. ۱۳۶۷. راهنمای تحمل گیاهان نسبت به شوری. جهاد دانشگاهی مشهد.

۲. رمضانی هرندی، م. ج.، ک. کبیری، م. ج. ظهوریان مهر، ع. یوسفی و ا. ارشاد لنگرودی. ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تورم آزاد و تحت بار در هیدروژل‌های سوپر جاذب به ازای تغییر چگالی شبکه‌بندی. مجموعه مقالات دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، دانشگاه سیستان و بلوچستان، ۵۱۸۶ – ۵۱۹۱.

۳. زنگویی‌نسب، ش.، ح. امامی، ع. آستارایی و ع. امامی. ۱۳۹۱. اثرات هیدروژل استاکوزرب بر برخی خصوصیات هیدرولیکی خاک و رشد و استقرار نهال آتریپلکس. اولین همایش ملی مدیریت آب در مزرعه، مؤسسه تحقیقات خاک و آب کرج، ۳۲ ـ۲۷.

۴. سیدراجی، س.، ا. گلچین و ش. احمدی. ۱۳۸۹. تأثیر سطوح مختلف یک پلیمر سوپرجاذب (Superab A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۴(۲): ۳۰۶–۳۱۶.

۵. ظهوریان مهر، م. ج. ۱۳۸۵. سوپرجاذب‌ها. انتشارات انجمن پلیمر ایران ۱۷: ۴۵۱–۴۷۷.

۶. عابدی کوپایی، ج. و ف. سهراب. ۱۳۸۳ ارزیابی اثر کاربرد پلیمرهای ابرجاذب بر ظرفیت نگهداشت و پتانسیل آب بر سه نوع بافت خاک. مجله علوم و تکنولوژی پلیمر ۳: ۱۶۳-۱۷۵.

۷. عابدی کوپایی، ج. و م. مسفروش. ۱۳۸۸. ارزیابی کاربرد پلیمر سوپر جاذب بر عملکرد، کارایی مصرف آب و ذخیره عناصر غذایی در خیار گلخانه‌ای. مجله آبیاری و زهکشی ایران ۲(۳): ۱۰۰-۱۱۱.

۸. کبیری، ک. ۱۳۸۱. هیدروژل‌های سوپرجاذب آکریلی. دومین دوره تخصصی، آموزشی، کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژل‌های سوپرجاذب، پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، ۱۲-۴۴.

9. Arbona, V., D.J. Iglesias, J. Jacas, E. Primo-Millo, M. Talon and A. Gomez-Cadenas. 2005. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. Plant Soil 270: 73-82.
10. Buchholz, A.F. and A.T. Graham. 1996. Modern Superabsorbent Polymer Technology. John Wiley & Sons, 279 p.
11. Chen, S., M. Zommorodi, E. Fritz, S. Wang and A. Huttermann. 2003. Hydrogel modified uptake of salt ions and calcium in *Populus euphratica* under saline conditions. Tree Struc. Func. 18: 175-183.
12. Flannery, R.L. and W.J. Busscher. 1982. Use of a soil synthetic polymer in potting soils to improve water holding capacity. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 13(2): 103-111.
13. Hüttermann, A., M. Zommorodi and R. Kim. 1999. Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of *Pinus halepensis* seedlings subjected to drought. Soil Tillage Res. 50: 295-304.
14. Kant, C., A. Aydin and M. Turan. 2008. Ameliorative effect of hydrogel substrate on growth, inorganic ions, proline, and nitrate contents of bean under salinity stress. J. Plant Nutr. 31(8): 1420-1439.
15. Lamont, G.P. and M.A. O'connell. 1987. Shelf-life of bedding plants as influenced by potting media and hydrogels. Sci. Hort. 31: 141-149.
16. Luo, Z.B., K. Li, X. Jiang and A. Polle. 2009. Ectomycorrhizal fungus (*Paxillus involutus*) and hydrogels affect performance of *Populus eupharatica* exposed to drought stress. Ann. Forest Sci. 66: 106.
17. Metzger, J.O. and A. Hüttermann. 2009. Sustainable global energy supply based on lignocellulosic biomass from afforestation of degraded areas. Naturwissenschaften. 96: 279-288.
18. Mikkelsen, R.L. 1994. Using hydrophilic polymers to control nutrient release. Fert. Res. 38: 53-59.
19. Shi, Y., J. Li, J. Shao, S. Deng, R. Wang, N. Li, J. Sun, H. Zhang, H. Zhu, Y. Zhang, X. Zhzng, D. Zhou, A. Huttermann and S. Chen. 2010. Effects of stockosorb and luquasorb polymers on salt and drought tolerance. Sci. Hort. 124: 268-273.
20. Silberbush, M., E. Adar and Y. De Malach. 1993a.Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. I. Corn irrigated by trickling. Agric Water Manage. 23(4) 303-313.
21. Silberbush, M., E. Adar and Y. De Malach. 1993b. Use of an hydrophilic polymer to improve water storage and availability to crops grown in sand dunes. II. Cabbage irrigated by sprinkling with different water salinities. Agric. Water Manage. 23: 315-327.
22. Syvertsen, J.P. and J.M. Dunlop. 2004. Hydrophilic gel amendments to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedlings. HortSci. 39(2): 267-271.
23. Tüzel, I.H. 2001. Comparison of open and closed systems on yield, water and nutrient consumption and their environmental impact. Acta Hort. 554: 221-228.
24. Viero, P.W.M. and K.M. Little. 2006. A comparison of different planting methods, including hydrogels, and their effect on eucalypt survival and initial growth in South Africa. The Southern Afr. Forestry J. 208: 5-13.