بررسی اثر سطوح مختلف سوپرجاذب بر تعداد و سطح برگ کاهو (*Lactuca sativa var. longifolia*) تحت تنش خشکی

هانیه طاهری[۱]، امیر سلطانی‌محمدی*[۲] و ناصر عالم‌زاده انصاری[۳]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۲) استادیار، گروه آبیاری و زهکشی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۳) دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول: A.soltani@scu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۳/۲۷

چکیده

در این پژوهش، به منظور ارزیـــابی تاثیر پلیمر سوپر جاذب و تنش خشکی بر تعداد و سطح برگ گیاه کاهو آزمایشی صحرایی در قالب طرح کاملاً تصادفی فاکتوریل با دو تیمار شامل رژیم آبیاری در سه سطح (۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیازآبی گیاه) و غلظت سوپرجاذب در چهار سطح (صفر، ۴ ،۶ و ۸ گرم در هر کیلوگرم خاک گلدان) در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی علوم آب دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. نتایج نشان داد که کاربرد سوپرجاذب و تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد و سطح برگ تأثیر معنی‌دار دارد. بیش‌ترین تعداد برگ (۵۶ برگ در بوته) در تیمار ۸ گرم سوپرجاذب و ۸۰ درصد نیاز آبی و بیش‌ترین سطح برگ (۶۳۲۰ سانتی‌متر مربع) در تیمار ۶ گرم سوپرجاذب و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. کم‌ترین تعداد برگ (۴۳ برگ در بوته) و سطح برگ (۳۰۴۳ سانتی‌متر مربع) در تیمار صفر گرم سوپرجاذب و ۶۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. در بین تیمارهای این پژوهش بیش‌ترین تأثیر در افزایش تعداد و سطح برگ در تیمار ۶ گرم سوپرجاذب و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد بنابراین استفاده از آن توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سوپرجاذب، تنش خشکی، سطح برگ و تعداد برگ.

مقدمه

آب یک منبع محدود در اکوسیستم‌های خشک و نیمه خشک است و گیاهان این مناطق اغلب تحت تنش خشکی قرار دارند بنابراین استفاده از روش‌هایی برای کاهش تنش خشکی ضروری است (عرب و احمدی، ۱۳۹۲). پلیمرهای سوپرجاذب (هیدروژل) می‌توانند آب را به سرعت تا چندین برابر حجم خود جذب و نگه‌داری کنند و قابلیت نگهداری آب را در خاک افزایش دهند (روشن، ۱۳۸۱). سوپر جاذب‌ها هرگز به مواد اولیه خود برنمی‌گردند، در شرایط یونی و میکروبی خاک به آرامی تجزیه می‌شوند و سرانجام به آب، دی اکسیدکربن و ترکیبات نیتروژن‌دار غیر سمی از جمله آمونیاک تبدیل می‌گردند و به ماده آلی خاک اضافه می‌شوند (Eubeler *et al.*, 2010). سوپرجاذب‌ها می‌توانند ۱۵۰۰-۴۰۰ گرم آب به ازای هر گرم پلیمر خشک جذب کنند (Huttermann *et al.*, 2006). گودرزی و همکاران (۱۳۹۲) تاثیر سوپرجاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های مختلف ارزن معمولی را تحت تاثیر تنش خشکی بررسی کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که کاربرد پلیمر سوپرجاذب Aquasorb موجب افزایش وزن هزار دانه، تعداد برگ، طول پانیکول در ارقام ارزن گردید، ولی نتایج حاصل از افزایش تنش کم آبی موجب کاهش صفات فوق همراه با کاهش مصرف آب گردید، همچنین بیان کردند که تعداد برگ در حالت تنش همراه با استفاده از سوپرجاذب، بالاترین میزان را داشته است. مستکانلو و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثر دور آبیاری (۲، ۴ و ۶ روز) و سوپرجاذب (۱۰/۵، ۲۱، ۳۱/۵ و ۴۲ گرم بر کیلو گرم خاک) بر برخی خصوصیات موفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گل همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار پرداختند و بیان کردند که تمامی صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد برگ، سطح برگ، کلروفیل برگ و کارتنوئید برگ در سطح احتمال صفر درصد معنی‌دار شدند و بیش‌ترین تعداد (۷۹ برگ) و سطح برگ (۷۶/۶۷ سانتی‌متر مربع) را در تیمار دور آبیاری ۲ روز و ۴۲ گرم سوپرجاذب مشاهده کردند. مطالعه روی اثر سوپرجاذب بر دور آبیاری و رشد و نمو گیاه داودی (*Dendranthema×grandiflo*) در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه به طور کامل تصادفی در چهار تکرار و با شش مقدار سوپرجاذب A200 (۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۱ درصد وزنی) و چهار دور آبیاری (۲، ۳، ۴ و ۵ روز)، نشان داد که استفاده از سوپرجاذب روی تعداد گل، قطر گل، وزن تر و خشک گل، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره، تعداد شاخه، طول گیاه، وزن تر و خشک ریشه، نسبت ریشه به شاخساره و نسبت سطح در شرایط تنش خشکی اثر مثبت و معنی‌دار دارد، بیشترین سطح و تعداد برگ مربوط به تیمار دور آبیاری ۳ روز و کاربرد ۱ درصد وزنی پلیمر بوده است (قاسمی و خوش‌خوی، ۱۳۸۶). شعبانی و همکاران (۱۳۹۴) به ارزیابی تأثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب (۰، ۲، ۴، ۶ و ۸ گرم بر کیلوگرم خاک در هر گلدان) بر خصوصیات رویشی دو رقم ذرت (رقم ۷۰۴ و رقم ماکسیما) تحت تنش خشکی (دور ۲، ۴ و ۶ روز) در شرایط گلخانه‌ای پرداختند. نتایج این پژوهش

نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع بوته در تیمار ۶ گرم سوپر جاذب با فاصله آبیاری ۲ روز و بیش‌ترین وزن خشک ریشه در تیمار گرم ۶ سوپر جاذب با فاصله آبیاری ۴روز مشاهده شد. در تیمار ۶ گرم سوپرجاذب در هر کیلوگرم خاک نسبت به تیمار شاهد میزان سطح برگ ۲۳/۳ درصد افزایش داشته است. نتایج پژوهش چهل‌گردی و صفاری (۱۳۹۲) در خصوص اثر کودهای آلی (۲۵ تن در هکتار)، سولفات پتاسیم (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و نانو پلیمر سوپرجاذب (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر برخی صفات مورفولوژیکی گیاه ارزن دم روباهی (Setariaitalic) تحت تنش خشکی (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی) نشان داد که عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، قطر ساقه با کاهش میزان آبیاری به طور معنی دار کاهش پیدا کرد اما نسبت برگ به ساقه افزایش پیدا کرد. همچنین بالاترین میانگین در صفات عملکرد علوفه تر و خشک، ارتفاع بوته و تعداد برگ مربوط به پلیمر سوپرجاذب بوده است. Tongo و همکاران (۲۰۱۴) تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب Aquasorb (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ درصد وزنی) بر برخی خصوصیات مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی نهال آکاسیا ویکتوریا تحت تنش خشکی (۱۵، ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی) در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده بر پایه طرح کاملاً تصادفی بررسی و بیان کردند که کاربرد سوپرجاذب موجب افزایش تعداد، وزن و سطح برگ و طول ریشه گردید، بالعکس نتایج حاصل از افزایش کم آبی موجب کاهش صفات فوق و افزایش میزان کلروفیل همراه با کاهش مصرف آب گردید. بیش‌ترین تعداد و وزن برگ در شرایط فاقد تنش و با کاربرد ۰/۴ درصد وزنی پلیمر و بالاترین سطح برگ در شرایط فاقد تنش و ۰/۲ درصد پلیمر به‌دست آمد. مطالعه کشاورز و فرح‌بخش (۲۰۱۲) در خصوص اثر سوپرجاذب (۰، ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار) بر صفات موفولوژیکی و عملکرد ارزن تحت تنش آبی (۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ درصد نیاز آبی) نشان داد که تفاوت معنی‌دار بین سطوح آبیاری و سوپرجاذب برای ارتفاع بوته، عملکرد علوفه خشک، عملکرد علوفه تر، کارایی مصرف آب، شاخص سطح برگ، محتوای نسبی آب برگ، محتوای پروتئین (درصد)، خاکستر (درصد) و شاخص کلروفیل وجود دارد. بیش‌ترین مقدار کارایی مصرف آب (۴/۷۵ کیلوگرم بر مترمکعب)، شاخص سطح برگ (۱۱/۹۱)، عملکرد تر و عملکرد خشک (۹۳/۸۳ و ۲۳/۸۹ تن در هکتار) با کاربرد ۳۰۰ کیلو گرم سوپرجاذب در هکتار به‌دست آمد. Mao و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که در اثر کاربرد ۵، ۱۰ و ۱۵ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب سطح برگ ذرت به ترتیب ۱۲/۲، ۱۹/۲ و ۳۲/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت.

با توجه به اینکه هدف از کشت گیاه کاهو مصرف خوراکی برگ‌های آن می‌باشد، افزایش تعداد و سطح برگ از اهمیت بالایی برخوردار است. لذا این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سوپر جاذب در شرایط مختلف آبیاری بر خصوصیات رویشی برگ‌های کاهو انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده مهندسی آب دانشگاه شهید چمران اهواز با عرض جغرافیایی منطقه ۳۱ درجه و ۱۸ دقیقه و با ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا و در قالب یک طرح کاملاً تصادفی فاکتوریل با دو فاکتور و در سه تکرار انجام شد، این فاکتورها شامل، میزان سوپرجاذب در چهار سطح (صفر، ۴، ۶ و ۸ گرم در هر کیلوگرم از خاک گلدان)، رژیم آبیاری در سه سطح، ۶۰ درصد نیاز آبی (تنش خشکی شدید)، ۸۰ درصد نیاز آبی (تنش خشکی ملایم) و ۱۰۰ درصد نیاز آبی (بدون تنش) می‌باشند. برای این منظور ۳۶ گلدان برای این پژوهش آماده شد. لازم به ذکر است که میزان کاربرد سوپرجاذب برای هر کیلو خاک گلدان با حروف S_1، S_2، S_3 و S_4 که به‌ترتیب نشان دهنده ۰، ۴، ۶ و ۸ گرم پلیمر در هر کیلوگرم خاک گلدان است و میزان آبیاری با حروف I_1، I_2، I_3 که به ترتیب ۱۰۰، ۸۰ و ۶۰ درصد نیاز آبی است، معرفی می‌شود. آب مورد استفاده در این پژوهش، از رودخانه کارون تأمین شد. در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی استوانه‌ای با ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، قطر بالایی ۲۲ سانتی‌متر استفاده شد. به علت تورم پلیمر، سطح خاک تا دهانه گلدان ۵ سانتی‌متر فاصله داده شد. پس از تهیه خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر خاک مزرعه، آزمایش‌های خاکشناسی شامل تعیین بافت خاک (به روش هیدرومتری) و تعیین رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی با استفاده از دستگاه صفحات فشاری و جرم مخصوص ظاهری با استفاده از استوانه فلزی با حجم مشخص انجام شد که نتایج آن در (جدول ۱) ارائه شده است.

سپس به میزان لازم خاک آماده شده، به داخل گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد. مقادیر مختلف سوپرجاذب به ازای هر کیلو خاک گلدان از قبل توزین و در بسته‌های پلاستیکی نگه‌داری و با خاک گلدان‌ها مخلوط شد. سوپرجاذب مورد استفاده از نوع A200 بود که برخی خصوصیات این پلیمر در (جدول ۲) آمده است (عابدی کوپایی و مسفروش، ۱۳۸۸).

جدول۱: خصوصیات فیزیکی خاک

پارامتر	مقدار
بافت خاک	لوم
جرم مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	۱/۴۸
درصد حجمی ظرفیت زراعی	۲۲
درصد حجمی نقطه پژمردگی	۱۱
درصد رس	۲۵
درصد سیلت	۲۸
درصد شن	۴۷

جدول ۲: خصوصیات پلیمر سوپرجاذب A200

محتوای رطوبت (درصد)	چگالی (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	اسیدیته	اندازه ذرات (میکرومتر)	حداکثر طول عمر (سال)	ظرفیت جذب آب (گرم بر گرم)		
					آب مقطر	آب معمولی	محلول سدیم کلراید ۰/۹ درصد
۵-۷	۱/۴-۱/۵	۶-۷	۵۰-۱۵۰	۷	۲۲۰	۱۹۰	۴۵

بذر کاهو (*Lactuca sativa* var. longifolia) در آبان ماه سال ۹۴ درون کوکوپیت کشت شد و یک ماه بعد با آماده شدن نشاء و آماده‌سازی گلدان‌ها، یک عدد نشاء به هر گلدان انتقال یافت. آبیاری به صورت دستی و به کمک پیمانه مدرج انجام گرفت. در طول آزمایش برای جلوگیری از تأثیر بارندگی بر تیمارهای تنش خشکی در مواقع بارندگی روی تمامی گلدان‌ها، توسط حفاظ‌هایی از جنس پلاستیک شفاف که قابلیت عبور نور را داشت پوشانده شد. بعد از استقرار کامل بوته، رژیم‌های آبیاری روی تیمارها اعمال شد.

برای تعیین زمان آبیاری از روش وزنی استفاده شد به این صورت که با وزن کردن روزانه گلدان‌های شاهد (بدون سوپرجاذب) و با کسر وزن خشک و وزن گیاه، مقدار آب موجود گلدان تعیین و با تقسیم بر وزن خشک خاک مقدار رطوبت خاک و گلدان به دست آمد. زمانی که رطوبت سهل الوصول توسط گیاه مورد استفاده قرار می‌گرفت آبیاری انجام می‌شد و رطوبت گلدان دوباره به حد ظرفیت زراعی ارتقاء داده می‌شد. با محاسبه عمق خالص آب آبیاری و ضرب در مساحت گلدان، حجم آب آبیاری برای سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی تعیین و با ضرب در ۰/۸ و ۰/۶ مقدار آب آبیاری برای دو سطح دیگر محاسبه می‌شد. تا قبل از اعمال تیمار تمامی گلدان‌ها با نیاز آبی کامل آبیاری می‌شدند.

با استفاده از (رابطه ۱) مقدار آب سهل‌الوصول خاک تعیین شد:

رابطه ۱: $$d_n = \text{MAD} * (\theta_{V_{FC}} - \theta_{V_{PWP}}) \times D_{rz}$$

MAD: حداکثر تخلیه مجاز، بستگی به مدیریت آبیاری و نوع زراعت دارد و در این تحقیق مقدار آن ۰/۳۵ در نظر گرفته شد. $\theta_{V_{FC}}$: درصد رطوبت حجمی در نقطه ظرفیت زراعی، $\theta_{V_{PWP}}$: درصد رطوبت حجمی در نقطه پژمردگی دائم، D_{rz}: عمق توسعه ریشه گیاه (سانتی‌متر) که به وسیله گلدان‌های تخریبی در طول دوره رشد اندازه‌گیری شد و d_n : عمق خالص آبیاری (سانتی‌متر).

در پایان فصل رشد (۱۲۵ روز)، قسمت هوایی محصول که در سطح خاک قرار گرفته به وسیله چاقو جدا شد. پس از وزن‌گیری هر کدام از نمونه‌ها برگ‌های آن‌ها را از ساقه جدا کرده و شمرده شدند. برگ‌های هر بوته به طور جداگانه در پاکت‌های کاغذی مخصوص نگه‌داری شدند. سطح تمامی برگ‌ها با استفاده از دستگاه Leaf Area Meter و نرم افزار

Win Dias اندازه‌گیری و در نهایت مجموع سطح برگ‌ها به عنوان سطح برگ بوته در نظر گرفته شد. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

اثر میزان آبیاری و مقدار سوپرجاذب بر تعداد برگ

تجزیه واریانس داده‌ها در (جدول ۳) نشان داد که تعداد برگ تحت تأثیر تیمارهای مورد اعمال قرار گرفت. تیمار مقدار سوپرجاذب در سطح یک درصد، بر تعداد برگ تأثیر معنی‌دار داشت. افزودن سوپرجاذب به خاک باعث افزایش تعداد برگ شده است و بیش‌ترین تعداد برگ با کاربرد ۸ گرم سوپرجاذب در هر کیلوگرم خاک به دست آمد (جدول ۴). نتایج تجزیه واریانس در (جدول ۳) نشان می‌دهد که تیمار آبیاری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد برگ تأثیر معنی‌دار داشته است. مطابق (جدول ۴) تأثیر کم آبیاری بر تعداد برگ منفی بوده به طوری که با کاهش میزان آب آبیاری تعداد برگ در بوته کاهش یافته است که با نتایج گودرزی و همکاران (۱۳۹۲) و چهل‌گردی و همکاران (۱۳۹۲) در مورد گیاه ارزن مطابقت دارد. براساس (جدول ۵) در تمامی تیمارهای سوپرجاذب با کاهش مقدار آب دریافتی بوته، تعداد برگ کاهش یافته و کمترین تعداد برگ مربوط به تیمار شاهد ۶۰ درصد نیاز آبی است که نشان دهنده تأثیر منفی کم آبیاری بر تعداد برگ می‌باشد که با نتایج کشاورز و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. Singh (۱۹۸۷) گزارش داد که در شرایط تنش خشکی، برگ‌ها کوچکتر و تعداد آن‌ها کمتر می‌شود. مطابق (جدول ۳)، اثر متقابل مقدار سوپرجاذب و میزان آبیاری بر تعداد برگ بوته معنی‌دار نشده است اما براساس جدول ۵ استفاده از سوپرجاذب در تمام تیمارهای آبیاری سبب افزایش تعداد برگ شده است. بیشترین تعداد برگ (۵۶ برگ در بوته) با اعمال ۸۰ درصد نیاز آبی و ۸ گرم سوپرجاذب به دست آمد که با نتایج مستکانلو و همکاران (۱۳۹۴) در مورد گل همیشه بهار مطابقت دارد. پس از آن با اعمال آبیاری کامل و کاربرد ۶ و ۸ گرم سوپرجاذب (با ۵۳ برگ در بوته) دارای تعداد برگ بالایی می‌باشد اما با وجود آبیاری کامل دارای تعداد برگ کمتری نسبت به ۸۰ درصد نیاز آبی است که این مسأله احتمالاً به علت کاهش تهویه در داخل گلدان بوده است.

جدول ۳: تجزیه واریانس مربوط به شاخص‌های مورد اندازه‌گیری

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص F	
		تعداد برگ	سطح برگ
تیمار	۱۱	۴/۴۴ **	۶۴/۴۳ **
مقدار سوپرجاذب	۳	۶/۶۴ **	۴۰/۷ **
میزان آبیاری	۲	۱۰/۴۶ **	۲۷۹/۶۱ **
مقدار سوپرجاذب × میزان آبیاری	۶	۱/۳۴ ns	۴/۵۶ **
خطا	۲۴		
کل	۳۵		

ns : از نظر آماری معنی‌دار نیست، ** : در سطح یک درصد معنی‌دار است، * : در سطح پنج درصد معنی‌دار است.

جدول ۴: بررسی اثر فاکتورهای مختلف با مقایسهٔ میانگین تعداد برگ محصول با آزمون دانکن

فاکتورمؤثر	مقدار پلیمر سوپرجاذب (گرم بر کیلوگرم خاک)				میزان آبیاری (درصد)		
سطوح فاکتور	S_1	S_2	S_3	S_4	I_1	I_2	I_3
تعداد برگ	۴۷/۳۳ a	۴۸/۸۸ ab	۵۱/۶۶ bc	۵۳ c	۵۲/۰۸ b	۵۱/۵۸ b	۴۷ a

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

جدول ۵: اثر متقابل کاربرد مقدار سوپرجاذب و میزان آبیاری بر تعداد برگ

میزان آبیاری	میزان کاربرد سوپرجاذب (گرم بر کیلوگرم خاک گلدان)			
	S_1	S_2	S_3	S_4
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۴۸/۳۳ abcd	۵۲/۶۶ cde	۵۳/۶۷ de	۵۳/۶۷ de
۸۰ درصد نیاز آبی	۵۰/۶۷ cde	۴۷/۳۳ abc	۵۲/۳۳ bcde	۵۶ e
۶۰ درصد نیاز آبی	۴۳ a	۴۶/۶۷ ab	۴۹ bcd	۴۹/۳۳ bcd

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

اثر میزان آبیاری و مقدار سوپرجاذب بر سطح برگ بوته

بر اساس جدول ۳، تیمار مقدار سوپرجاذب، میزان آبیاری و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر سطح برگ بوته تأثیر معنی‌دار داشته‌اند. مطابق جدول ۶ کاربرد پلیمر سوپرجاذب تأثیر مثبت بر سطح برگ داشته و سبب افزایش آن شده است که با نتایج Tongo و همکاران (۲۰۱۴) در مورد گیاه آکاسیا ویکتوریا مطابقت دارد. بیش‌ترین سطح برگ با کاربرد ۶ گرم پلیمر به‌دست آمد که باعث رشد ۲۶ درصدی سطح برگ نسبت به تیمار شاهد (بدون سوپرجاذب) شده است اما کاربرد ۸ گرم پلیمر باعث رشد ۱۷ درصدی سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شده و این کاهش ۹ درصدی سطح برگ نسبت به استفاده از ۶ گرم پلیمر می‌باشد که ممکن است کاهش فضا برای رشد ریشه و نیز رقابت برای جذب آب مانع رشد هر چه بیش‌تر بوته و افزایش سطح برگ آن شده باشد. کم آبیاری بر سطح برگ نیز تأثیر منفی داشته و باعث کاهش آن شده است. کاهش نیاز آبی گیاه به ۸۰ درصد سبب کاهش ۱۲ درصدی و کاهش نیاز آبی به ۶۰ درصد سبب کاهش ۳۵ درصدی سطح برگ نسبت به آبیاری کامل شده است. شاخص سطح برگ ابزار اصلی برای بهبود قدرت فتوسنتز و تولید مواد پرورده است. کاهش شاخص سطح برگ در شرایط کمبود آب یک دلیل اصلی برای کاهش عملکرد علوفه است (Huttermann *et al.*, 2006). احتمالاً، کاهش سطح برگ در پاسخ به تنش برای تطبیق شرایط کمبود آب و بقاء از طریق کاهش فشار آماس سلول است (Khadem *et al.*, 2010).

جدول ۶: بررسی اثر فاکتورهای مختلف با مقایسهٔ میانگین سطح برگ بوته (سانتی‌متر مربع) با آزمون دانکن

فاکتور مؤثر	مقدار سوپرجاذب (گرم بر کیلوگرم خاک)				میزان آبیاری (درصد)		
سطوح فاکتور	S_1	S_2	S_3	S_4	I_1	I_2	I_3
سطح برگ	۴۰۲۶ a	۴۵۵۵ ab	۵۰۷۲ c	۴۷۳۸ ab	۵۴۷۵ c	۴۷۹۸ b	۳۵۲۱ a

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

جدول ۷: اثر متقابل کاربرد مقدار سوپرجاذب و میزان آبیاری بر سطح برگ بوته (سانتی‌متر مربع)

میزان آبیاری	میزان کاربرد سوپرجاذب (گرم بر کیلوگرم خاک گلدان)			
	S_1	S_2	S_3	S_4
۱۰۰ درصد نیاز آبی	۴۵۸۶ c	۵۴۳۰ e	۶۳۲۰ f	۵۵۶۳ e
۸۰ درصد نیاز آبی	۴۴۵۰ c	۴۶۹۶ cd	۵۰۳۶ d	۵۰۱۰ d
۶۰ درصد نیاز آبی	۳۰۴۳ a	۳۵۴۰ b	۳۸۶۰ b	۳۶۴۳ b

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری با احتمال در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌دار با هم ندارند.

براساس جدول ۷ مقایسه میانگین‌های مربوط به برهم‌کنش کم آبیاری و میزان پلیمر نشان داد افزایش کاربرد پلیمر سوپرجاذب در خاک، در هر سه تیمار آبیاری سبب افزایش تعداد برگ شده و در هر سه تیمار آبیاری بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۶ گرم سوپرجاذب است. بیشترین مقدار سطح برگ در تیمار ۶ گرم پلیمر و ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۶۳۲۰ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد، سوپرجاذب در این تیمار توانسته سطح برگ را نسبت به شاهد در همان سطح ۳۷ درصد افزایش دهد که با نتایج شعبانی و همکاران (۱۳۹۳) مطابقت دارد. کمترین سطح برگ در تیمار شاهد ۶۰ درصد نیاز آبی (۳۰۴۳ سانتی‌متر مربع) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج به دست آمده کاربرد سوپرجاذب و تنش خشکی در سطح احتمال یک درصد بر تعداد و سطح برگ گیاه کاهو تأثیر معنی‌دار داشت، بیشترین تعداد برگ (۵۶ برگ در بوته) در تیمار ۸ گرم سوپرجاذب و ۸۰ درصد نیاز آبی و بیشترین سطح برگ (۶۳۲۰ سانتی‌متر مربع) در تیمار ۶ گرم سوپرجاذب و ۱۰۰ درصد نیاز آبی مشاهده شد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس و اثر متقابل مقدار سوپرجاذب و میزان آبیاری می‌توان نتیجه گرفت که این دو عامل بر افزایش سطح برگ تأثیر بیشتری نسبت به افزایش تعداد برگ داشته است. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پلیمر سوپرجاذب تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند سبب افزایش تعداد برگ و سطح برگ شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی از محل پژوهانه نویسنده دوم انجام شده است. بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

چهل گردی، ع. و صفاری، م. (۱۳۹۲). بررسی اثر کودهای آلی، سولفات پتاسیم و نانو پلیمر سوپرجاذب بر برخی صفات مورفولوژیکی گیاه ارزن دم روباهی (*setaria italica*) تحت تنش خشکی، دومین کنفرانس بین المللی مدلسازی گیاه، آب، خاک و هوا، کرمان، دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته.

روشن، ب. (۱۳۸۱). تأثیر مصرف سوپرجاذب بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، دومین دوره تخصصی- آموزشی کاربرد کشاورزی و صنعتی هیدروژلهای سوپرجاذب. پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران، تهران.

شعبانی، خ.، عظیم زاده، س. م. و تاتاری، م. (۱۳۹۴). ارزیابی تاثیر کاربرد پلیمر سوپر جاذب آب بر روی خصوصیات رویشی دو رقم ذرت (Zea mays L) تحت تنش خشکی در شرایط گلخانه ای. کنفرانس بین المللی توسعه با محوریت کشاورزی، محیط زیست و گردشگری، تبریز.

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

عرب، ص. و احمدی، م. (۱۳۹۲). بررسی سوپرجاذب بر عملکرد گیاهان. اولین همایش ملی برنامه‌ریزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار. همدان دانشکده شهید مفتح.

قاسمی، م. و خوش‌خوی، م. (۱۳۸۶). اثر پلیمر ابر جاذب بر دور آبیاری و رشد و نمو گیاه داودی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۸ (۲): ۸۲-۶۵.

گودرزی، ف.، توحیدی نژاد، ع. ا. و محمدی نژاد، ق. (۱۳۹۲). اولین کنگره بین‌المللی و سیزدهمین کنگره ملی علوم زراعت و اصلاح نباتات و سومین همایش علوم و تکنولوژی بذر. مؤسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج.

مستکانلو، س.، جورابلو، م. دانایی، ا. و عیدوسی، و. (۱۳۹۴). بررسی اثر دوره آبیاری و کاربرد سوپرجاذب بر برخی خصوصیات مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گل همیشه بهار (*Calendula officinalis L.*)، سومین همایش ملی گیاهان دارویی و کشاورزی پایدار، همدان، دبیرخانه دائمی همایش، دانشکده شهید مفتح.

Eubeler, J. P, Bernhard, M. and Knepper, T. P. (2010). Environmental biodegradation of synthetic polymers. II. Biodegradation of Different Polymer Groups. Journal of Trends in Analytical Chemistry, 29,1, pp: 84-98.

Huttermann, A., Zommorodi, M. and Reise, K. (2006). Addition of hydrogels to soil for prolonging the survival of Pinus halepensis seedlings subjected to drought .Journal Soil and Tillage Research. 50, pp: 295-304.

Khadem, S. A., Ghalavi, M., Ramroodi, M., Mousavi, S. R., Rousta, M . J. and Rezvani-Moghadam, P. (2010). Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane and leaf chlorophyll content under dry condition. Australian Journal of Crop Science, 4, pp:: 642-647.

Keshavarz, L. and Farahbakhsh, H. (2012). Effect of superabsorbent on physio-morphological traits and forage yield of millet (*Pennisetum Amercanum L.*) under different irrigation treatments. International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences, 2, 3, pp: 149-156.

Tongo, A., Mahdavi, A. and Sayad, E. (2014). effect of superabsorbent polymer aquasorb on chlorophyll, antioxidant enzymes and some growth characteristics of *Acacia Victoriae* seedlings under drought stress. Ecopersia Journal 2, 2, pp: 571-583.

Mao, S., Robiul Islam, M., Xuzhang, X., Yang, X., Zhao, X., Hu,Y., Jia, P and Eneji, A. E. (2011). Evaluation of a water-saving superabsorbent polymer for corn (Zea mays L.) production in arid regions of Northern China. African Journal of Agricultural Research, 6, 17, pp: 4108-4115.

Singh, K. B. (1987). Chickpea breeding. In Saxena M. C. and K. B. Singh (Eds.). The Chickpea C.A.B. International, Wallingford, U.K. pp: 127-142.