بررسی اثر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و برخی از فاکتورهای رشدی گیاه نخودفرنگی تحت شرایط تنش خشکی

بابک کریمیان نعمتی[1]، داود خدادادی دهکردی[2*]، کامران محسنی فر[3]

۱- گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه علوم و مهندسی آب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۳- گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

در این تحقیق اثر پلیمر سوپرجاذب بر عملکرد و برخی از فاکتورهای رشدی گیاه نخودفرنگی تحت شرایط تنش خشکی مورد بررسی قرار گرفت. طرح آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بود. فاکتورهای آزمایشی شامل: تیمارهای آبیاری، که در دو سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_1) و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) بودند. فاکتور دوم سطوح کاربرد سوپرجاذب بود که در سه سطح تیمار کنترل (S_0)، ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) و ۲ درصد وزنی از خاک گلدان (S_2) بودند. فاکتور سوم محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان بود که شامل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر اول خاک گلدان (O)، کارگذاری سوپرجاذب در طول محدوده ریشه در گلدان (M) و کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) بودند. با توجه به نتایج این تحقیق، بیشترین مقادیر طول ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک بوته، وزن خشک دانه و تعداد غلاف در بوته هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) و سوپرجاذب به مقدار ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) و در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) بود اتفاق افتاد و نیز بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار I_2S_2U بود که همگی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بودند. هم‌چنین نتیجه‌گیری شد که وجود سوپرجاذب در سطح و وسط گلدان تاثیر چندانی در فراهم‌سازی آب و مواد غذایی برای گیاه نداشت و تنها وجود سوپرجاذب در انتهای گلدان در فراهم‌سازی آب و مواد غذایی برای ریشه گیاه موثر بود.

واژه‌های کلیدی: ***کم‌آبیاری، گلدان، نیاز آبی، وزن خشک.***

مقدمه

کمبود آب مهم‌ترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شود. از آن جایی که بیشتر مساحت ایران را مناطق خشک و نیمه خشک با منابع آب محدود تشکیل می‌دهد در صورتی که حداقل نیاز آبی گیاه فراهم نشود، گیاه دچار تنش خشکی شده و صدمات جبران‌ناپذیری به محصول وارد می‌شود (لافیته[1]، ۲۰۰۲). یکی از راه‌های استفاده بهینه از منابع آب و حفظ آن، استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب است که نه تنها شرایط بهبود عملکرد کیفی محصول را فراهم نموده، بلکه باعث افزایش کارایی مصرف آب نیز می‌گردد. این مواد می‌توانند اثرات تنش کم‌آبی بر گیاه را کاهش داده و منجر به افزایش عملکرد در مناطق خشک و نیمه خشک گردند (فاضلی رستم‌پور و همکاران، ۱۳۹۰). پلیمرهای سوپرجاذب قادرند چندین برابر وزن خود آب را جذب کرده و نگه دارند. در اثر خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه

[1] Lafitte

می‌شود و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند. این خصوصیت برای مقابله با شرایط کم‌آبی و کاهش اثرات مضر تنش خشکی در گیاهان اهمیت بسزایی دارد (حقیقی و همکاران، ۱۳۹۳؛ وو و همکاران[1]، ۲۰۰۸). پلیمرهای سوپرجاذب باعث افزایش ماندگاری آب در خاک گشته و تعداد آبیاری را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهند (نظرلی و همکاران[2]، ۲۰۱۰). نخودفرنگی با نام علمی (*pisum sativum* L.) و از تیرهٔ نخود[3] گیاهی است یکساله از خانواده حبوبات که علاوه بر اثرات سودمند آن در حاصلخیزی خاک، بقایای آن می‌تواند به عنوان یک ماده خوب سیلویی مورد استفاده قرار گیرد و یکی از منابع مهم پروتئینی می‌باشد. نخودفرنگی از نظر غذایی یک گیاه با ارزش است که دارای مقدار زیادی پروتئین، کربوهیدرات، چربی، مواد معدنی و ویتامین می‌باشد. به صورت دو منظوره در تغذیهٔ انسان و دام استفاده می‌شود و در صنعت داروسازی از آن استفاده‌های فروانی می‌گردد (شوکلا و دکسیت[4]، ۱۹۹۶). سهیل نژاد و همکاران (۱۳۹۶) طی پژوهشی اثر مصرف سوپرجاذب آکوازورب بر کاهش اثر تنش خشکی و رشد و کارایی مصرف آب ماش را مورد بررسی قرار دادند. بیشترین مقدار زیست توده (۸۵۳۰ کیلوگرم در هکتار) و کارایی مصرف آب (۱/۱۲ کیلوگرم بر مترمکعب) مربوط به مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب بود. بیشترین میزان پرولین (۰/۵۶ میلی‌گرم در گرم ماده خشک) در برهم‌کنش تیمار ۱۵ روز دور آبیاری و عدم مصرف سوپرجاذب (شاهد) بدست آمد. الهیاری و همکاران (۱۳۹۲) طی تحقیقی نتیجه گرفتند که پلیمرهای سوپرجاذب بر صفات مورد بررسی گیاه نخود اثر معنی‌داری داشتند. به طورکلی پلیمرهای سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد گردیدند. رجبی و همکاران (۱۳۹۱) طی تحقیقی نتیجه گرفتند که اثر اسید سالیسیلیک و سوپرجاذب و اثر متقابل آنها بر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گیاه نخود معنی دار است. ابهری و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی تاثیر سوپرجاذب بر عملکرد و اجزا عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که استفاده از سوپرجاذب در جهت حصول عملکرد اقتصادی مطلوب، بهترین راه ممکن است. تیموری و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی اثر تنش خشکی و سوپر جاذب بر صفات فیزیولوژیک باقلا گزارش کردند که تنش خشکی و سوپرجاذب، کلیه صفات فیزیولوژیک باقلا را تحت تاثیر قرار دادند. به طوریکه بیشترین میزان سطح برگ و محتوای نسبی آب در کاربرد سوپرجاذب گزارش شد. هم‌چنین استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، تعداد غلاف در بوته و وزن صد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید. سی و سه مرده و همکاران (۱۳۹۳) طی تحقیقی نتیجه گرفتند که تنش خشکی باعث کاهش تعداد غلاف و دانه در واحد سطح گیاه نخود به ترتیب به میزان ۴۳ و ۴۴ درصد و هم‌چنین کاهش ۴۳ درصدی عملکرد دانه شد. نه‌بندانی و همکاران (۱۳۹۴) طی تحقیقی نتیجه گرفتند که وقوع خشکی انتهای فصل رشد گیاه نخود، در مراحل گلدهی، ۱۰ و ۲۰ روز پس از گلدهی به ترتیب سبب کاهش ۳۶، ۲۴ و ۱۴ درصدی در آب مصرفی و ۳۱، ۲۳ و ۱۰ درصدی در ماده خشک تجمعی نسبت به تیمار شاهد گردید. میرعرب رضی و همکاران (۱۳۹۶) طی پژوهشی اثر سوپرجاذب و قارچ میکوریزا بر عملکرد سویا تحت تنش آبی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادندکه تیمار سه‌بار آبیاری + سوپرجاذب + بدون مصرف میکوریزا با وزن ۱۴/۳۲ گرم بیشترین وزن صد دانه را به خود اختصاص داد. بیشترین عملکرد مربوط به تیمارهای سه‌بار آبیاری + بدون مصرف میکوریزا +

[1] Wu et al.
[2] Nazarli et al.
[3] Fabaceae
[4] Shukla and Dixit

بدون مصرف سوپرجاذب با وزن ۴۵۲۹/۵ کیلوگرم در هکتار بود. خالقی و معلمی (۱۳۹۶) طی پژوهشی اثر پنج سطح مختلف پلیمر سوپرجاذب A200 و سه سطح آبیاری را بر روی شاخص‌های مورفولوژیکی دو رقم زیتون مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر متقابل آبیاری × پلیمر بر شاخص‌های وزن تر بخش هوایی، وزن تر برگ، وزن خشک بخش هوایی، وزن خشک برگ، ارتفاع گیاه و شاخص سطح برگ در سطح ۱ درصد و بر سطح برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود، در حالی که اثر متقابل آبیاری × رقم فقط بر تعداد برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. هدف از این تحقیق بررسی اثر سوپرجاذب بر عملکرد و برخی از فاکتورهای رشدی گیاه نخودفرنگی تحت شرایط تنش خشکی است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در یک گلخانه در شهر اندیکا از توابع استان خوزستان و در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. شهرستان اندیکا دارای آب و هوای گرم و نسبتاً خشک می‌باشد و تابستانی گرم و زمستانی مدیترانه‌ای دارد. میانگین بارش سالانه باران بیش از ۴۰۰ میلی‌متر و میانگین دما کمتر از ۴- درجه سانتی‌گراد در زمستان و بیش از ۴۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان می‌باشد. جدول ۱ مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری و جدول۲ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی آب آبیاری

EC (dS/m)	Na (meq/l)	Ca (meq/l)	Mg (meq/l)	SAR
۰/۶۳	۱۰/۳۲	۴/۴	۲/۵	۳/۹۷

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	واکنش گل اشباع	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	فراوانی نسبی و اندازه ذرات خاک (درصد)			بافت
					رس	شن	سیلت	
۳۵۳	۲۷/۶	۱/۵۹	۸/۰۱	۱۰/۸۵	۲۲	۳۴	۴۴	لومی

طرح آزمایشی به صورت طرح فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل: تیمارهای آبیاری، که در دو سطح ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_1) و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) بودند. فاکتور دوم سطوح کاربرد سوپرجاذب بود که در سه سطح تیمار کنترل (S_0)، ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) و ۲ درصد وزنی از خاک گلدان (S_2) بودند. فاکتور سوم محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان بود که شامل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر اول خاک گلدان (O)، کارگذاری سوپرجاذب در طول محدوده ریشه در گلدان (M) و کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) بودند. به این ترتیب این تحقیق دارای ۱۴ تیمار (۲+۳×۲×۲) بود که با احتساب ۳ تکرار، مجموعا ۴۲ گلدان تهیه شد. ابعاد هر گلدان دارای ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر و قطر ۳۰ سانتی‌متر و حاوی خاک لومی بودند. سوپرجاذب به کار رفته در این آزمایش تحت نام سوپرآب آ ۳۰۰[1] بود. این سوپرجاذب تری پلیمری از آکریل آمید، آکریلیک اسید و پتاسیم

[1] Super AB A 300

آکریلات است. در مرحله ۴ تا ۵ برگی (بعد از استقرار کامل گیاهچه) تیمار کم‌آبیاری اعمال گردید. رقم نخودفرنگی[1] استفاده شده در این تحقیق رقم واندو[2] بود. برای برنامه‌ریزی و تعیین دور آبیاری، با معیار قرار دادن تیمار بدون تنش‌آبی، از شاخص رطوبت خاک و یا پتانسیل ماتریک خاک استفاده شد. با اندازه گیری درصد رطوبت خاک از طریق نمونه برداری تا عمق ریشه گیاه در روزهای قبل از آبیاری اقدام نموده و زمانی که میانگین وزنی رطوبت حجمی خاک به حد تخلیه مجاز برای گیاه نخود می‌رسید آبیاری بعدی انجام می‌شد. در نتیجه دور آبیاری با توجه به تیمار بدون تنش‌آبی (شاهد) تعیین شد و همزمان تمامی تیمارهای طرح با دور آبیاری یکسان و با اعماق متفاوت آب، آبیاری می‌شدند. برای اعمال رژیم‌های مختلف آب و اعمال ضرایب هر تیمار، از رابطه ۱ استفاده شد (علیزاده ۱۳۸۶):

$$SMD = (\theta_{fc} - \theta_i).B_d.D_r.f \qquad (۱)$$

در این رابطه، SMD[3]: کمبود رطوبت خاک (cm)، B_d: جرم مخصوص ظاهری ($gr.cm^{-3}$) و D_r: عمق توسعه ریشه گیاه (cm)، θ_i: درصد وزنی رطوبت موجود خاک و f: ضرایب هر تیمار به صورت اعشار (۱ و ۰/۷۰) است. در این تحقیق عامل محدود کننده تنها آب بود و گیاه از بابت کود و سایر مراقبت‌های گیاهی هیچ محدودیتی نداشت. در نهایت فاکتورهایی نظیر طول ریشه، وزن خشک ریشه، وزن خشک بوته، وزن خشک دانه، تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف در بوته مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

وزن خشک بوته گیاه

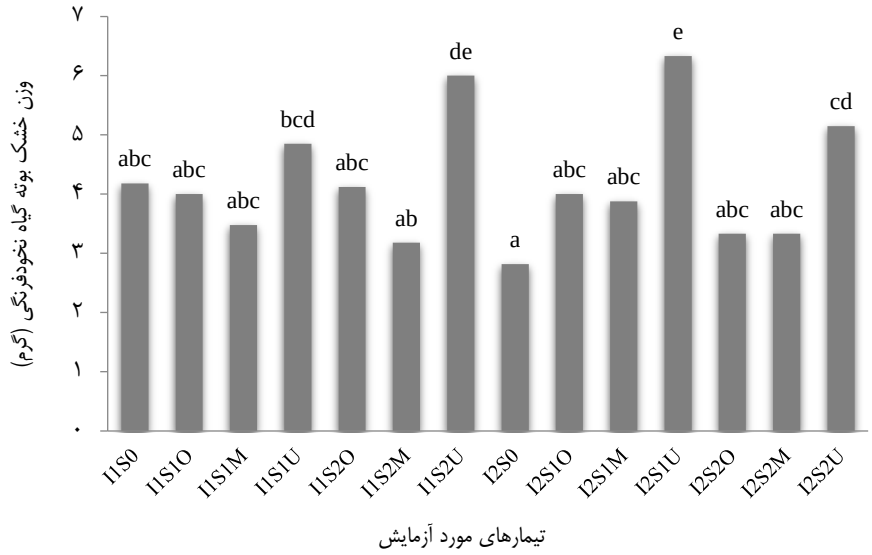
به منظور مقایسه وزن خشک بوته گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- جدول آنالیز واریانس تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر وزن خشک بوته

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۵۹/۶۶	۱۳	۵/۵	۵/۶۹	۰/۰۰۱
درون گروه‌ها (خطا)	۲۷/۹۷	۲۸	۰/۹۸	–	–
کل	۸۶/۵۸	۴۱	–	–	–

از آنجایی که مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن خشک بوته گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. شکل ۱ مقایسه میانگین وزن خشک بوته گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.

[1] Pisum sativum L.
[2] Wando
[3] Soil Moisture Deficit



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن خشک بوته گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین میزان وزن خشک بوته در تیمار I_2S_1U (به میزان ۶/۳۳ گرم) و کمترین آن در تیمار I_2S_0 (به میزان ۲/۸۲ گرم) بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. باتوجه به نتایج، درصورتی که محل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) باشد، وزن خشک بوته افزایش می‌یابد و هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) و سوپرجاذب به مقدار ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) باشد، وزن خشک بوته گیاه نخودفرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد که با توجه به وجود بیشترین طول ریشه در این حالت، وجود بیشترین وزن خشک بوته گیاه منطقی به نظر می‌رسد. بیشتر بودن وزن خشک بوته در تیمار دارای سوپرجاذب، بدلیل نگهداری بهتر آب و مواد غذایی در محدوده ریشه گیاه بوده است که منجر به فراهم‌سازی بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه شده و رشد رویشی بهتر را برای گیاه ایجاد نموده و نهایتا وزن خشک بوته بیشتری را رقم زده است (الله دادی و همکاران[1]، ۲۰۰۵). به عبارت دیگر، استفاده از سوپرجاذب به علت فراهم آوردن شرایط مناسب رطوبتی، موجب افزایش طول دوره رشد رویشی و افزایش عمق موثر کانوپی شده و باعث می‌شود که جذب تشعشع فعال فتوسنتزی افزایش یابد که موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی می‌گردد. از طرفی شرایط رطوبتی مناسب در زمان پر شدن غلاف‌ها در کشت نخودفرنگی به دلیل تاثیر مثبت بر توسعه تعداد شاخه‌های فرعی و ارتفاع بوته، در افزایش وزن خشک بوته موثر است. این نتایج با گزارش دیگر محققین مانند ابهری و همکاران (۱۳۹۶)، توبابایسر و همکاران (۲۰۰۴)، اولا و همکاران (۲۰۰۲) و الهیاری و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد (توبابایسر و همکاران[2]، ۲۰۰۴؛ اولا و همکاران[3]، ۲۰۰۲).

وزن خشک دانه گیاه

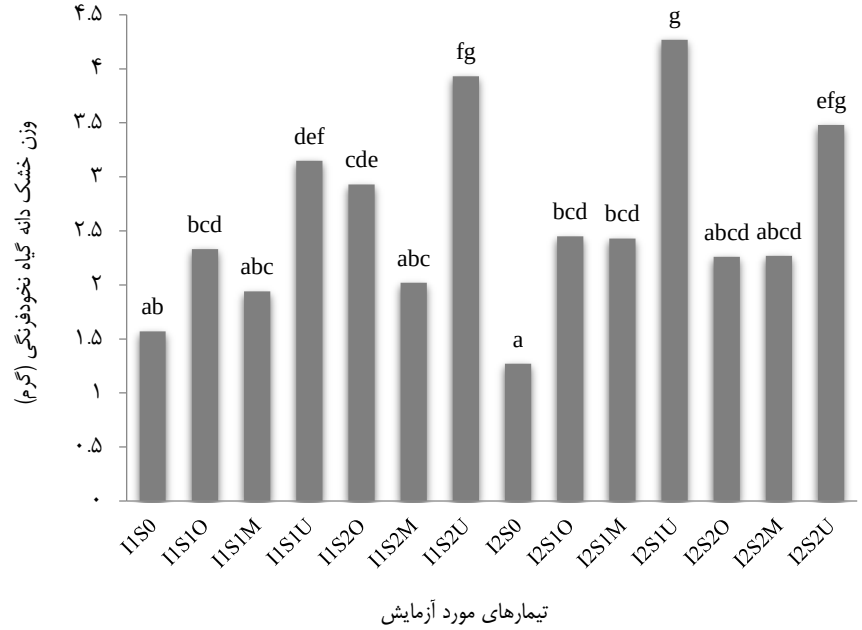
به منظور مقایسه وزن خشک دانه گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۴ آمده است.

[1] Allahdadi et al.
[2] Tuba Bicer et al.
[3] Ullah et al.

جدول ٤- جدول آنالیز واریانس جهت بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر وزن خشک دانه گیاه نخودفرنگی

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۲۹/۳۸	۱۳	۲/۲۹	۷/۸۹	۰/۰۰۱
درون گروه‌ها (خطا)	۸/۹۵	۲۸	۰/۲۹	–	–
کل	۳۷/۲۵	۴۱	–	–	–

از آنجایی که مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن خشک دانه گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. شکل ۲ مقایسه میانگین وزن خشک دانه گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن خشک دانه گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین میزان وزن خشک دانه در تیمار I_2S_1U (به میزان ۴/۲۷ گرم) و کمترین آن در تیمار I_2S_0 (به میزان ۱/۲۷ گرم) بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. باتوجه به نتایج، در صورتی که محل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) باشد، وزن خشک دانه افزایش می‌یابد و در این حالت اگر آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) و سوپرجاذب به مقدار ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) باشد، وزن خشک دانه گیاه نخودفرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. هم‌چنین عدم استفاده از سوپرجاذب (تیمار کنترل) باعث کاهش وزن خشک دانه شد خصوصا هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) بود که باعث شد وزن دانه به شدت کم شود. یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش وزن خشک دانه، حضور سوپرجاذب در خاک و نقش آن در فراهم‌سازی بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه و همچنین افزایش جذب مواد

توسط ریشه است که تا انتهای گلدان توسعه یافته است. به عبارت دیگر، کمبود آب در مراحل زایشی نخودفرنگی با ریزش گل‌ها و غلاف‌ها سبب ممانعت از دستیابی به پتانسیل عملکرد می‌شود. استفاده از سوپرجاذب باعث فراهم شدن رطوبت کافی و کاهش اثر تنش خشکی ناشی از کم‌آبیاری که به برتری از نظر درصد سطح سبز، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه و اجزاء عملکرد یعنی تعداد غلاف در بوته و وزن دانه می‌انجامد. این نتایج با گزارش دیگر محققین مانند ابهری و همکاران (۱۳۹۶)، الهیاری و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد

تعداد دانه در غلاف گیاه

به منظور مقایسه تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵- جدول آنالیز واریانس جهت بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۴۱/۷۷	۱۳	۳/۳۳	۲۷/۳۸	۰/۰۰۱
درون گروه‌ها (خطا)	۳/۵۳	۲۸	۰/۱۵	–	–
کل	۴۴	۴۱	–	–	–

با توجه به اینکه مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. شکل ۳ مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.

شکل ۳- مقایسه میانگین تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار I_2S_2U (به میزان ۴/۶۷ گرم) و کمترین آن در تیمارهای I_1S_2M، I_2S_1M، I_2S_2M، I_1S_0 و I_2S_0 بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. باتوجه به نتایج، درصورتی که محل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) باشد، تعداد دانه در غلاف افزایش می‌یابد و هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I2) و سوپرجاذب به مقدار ۲ درصد وزنی از خاک گلدان (S_2) باشد، تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. هم‌چنین عدم استفاده از سوپرجاذب (تیمار کنترل) و یا کاربرد سوپرجاذب در محدوده میانی ریشه (M) سبب کاهش تعداد دانه در غلاف شد. وقوع تنش خشکی در مرحله گلدهی، گرده افشانی و لقاح دانه‌ها را به علت خشک شدن دانه‌های گرده، کاهش می‌دهد (پوراسماعیلی و همکاران، ۲۰۰۹). از مهم‌ترین دلایل افزایش تعداد دانه در غلاف گیاه نخودفرنگی، حضور سوپرجاذب در خاک و نقش آن در فراهم‌سازی بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه و نیز افزایش جذب مواد توسط ریشه است که تا انتهای گلدان توسعه یافته است که باعث می‌شود آب و مواد غذایی بهتر در اختیار گیاه قرار بگیرند و منجر به رشد رویشی بهتر گیاه و نهایتا دانه بندی بهتر در گیاه شود. این نتایج با گزارش دیگر محققین مانند ابهری و همکاران (۱۳۹۶)، الهیاری و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد.

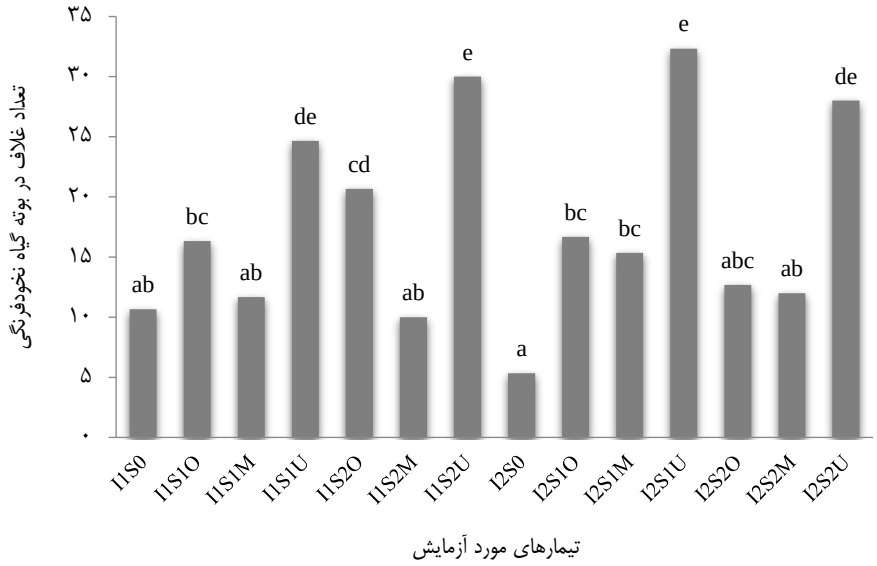
تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی

به منظور مقایسه تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۶ آمده است.

جدول ٦- جدول آنالیز واریانس جهت بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۲۶۸۹/۵۵	۱۳	۲۰۷/۳۱	۹/۹۹	۰/۰۰۱
درون گروه‌ها (خطا)	۵۸۸/۷۷	۲۸	۲۱/۷۷	–	–
کل	۳۲۶۹/۲۲	۴۱	–	–	–

با توجه به اینکه مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. شکل ۴ مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ٤- مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین میزان تعداد غلاف در بوته در تیمار I_2S_1U (به میزان ۳۲/۳۳) و کمترین آن در تیمار I_2S_0 (به میزان ۵/۳۳) بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. باتوجه به نتایج، در صورتی که محل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) باشد، تعداد غلاف در بوته افزایش می‌یابد و هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) و سوپرجاذب به مقدار ۱ درصد وزنی از خاک گلدان (S_1) باشد، تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. هم‌چنین عدم استفاده از سوپرجاذب (تیمار کنترل) سبب کاهش تعداد غلاف در بوته شده است. به ویژه هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) باشد، شاخص مورد نظر به شدت پایین می‌آید. تعداد غلاف در بوته در اغلب حبوبات از جمله نخود، حساس ترین جزء عملکرد نسبت به تنش رطوبتی است (سینگ و همکاران[1]، ۱۹۹۴). تأثیر کمبود آب بر کاهش تعداد غلاف در بوته نخود توسط جلیلیان و همکاران (۲۰۰۵)، شبیری و همکاران (۲۰۰۷) و حسینی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است (جلیلیان و همکاران[2]، ۲۰۰۵؛ شبیری و همکاران[3]، ۲۰۰۷؛ حسینی و همکاران[4]، ۲۰۰۹). از مهم‌ترین دلایل افزایش تعداد غلاف در بوته گیاه نخودفرنگی در این تحقیق، حضور سوپرجاذب در خاک و نقش آن در فراهم‌سازی بهتر آب و مواد غذایی برای گیاه و نیز افزایش جذب مواد توسط ریشه است که تا انتهای گلدان توسعه یافته است که باعث می‌شود آب و مواد غذایی بهتر در اختیار گیاه قرار بگیرند و منجر به رشد رویشی بهتر گیاه و نهایتا افزایش تعداد غلاف در بوته گیاه شود. به عبارت دیگر، استفاده از سوپرجاذب و فراهم‌سازی بهتر آب برای گیاه موجب شد تا گیاه از دوره گلدهی طولانی‌تری برخوردار شده و تولید گل و غلاف در محدوده زمانی بیشتری صورت پذیرد. به علاوه به علت استفاده مطلوب‌تر گیاهان از آب موجود در خاک، تعداد گل‌هایی که به غلاف تبدیل می‌شوند،

[1] Singh et al.
[2] Jalilian et al.
[3] Shabiri et al.
[4] Hosseini et al.

بیشتر می‌شوند. وجود رطوبت کافی در زمان گلدهی باعث می‌شود که اکثر گل‌های شکوفا شده، بدون ریزش، تبدیل به غلاف شوند و در مجموع تعداد غلاف در بوته افزایش یابد. این نتایج با گزارش دیگر محققین مانند ابهری و همکاران (۱۳۹۶)، الهیاری و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد.

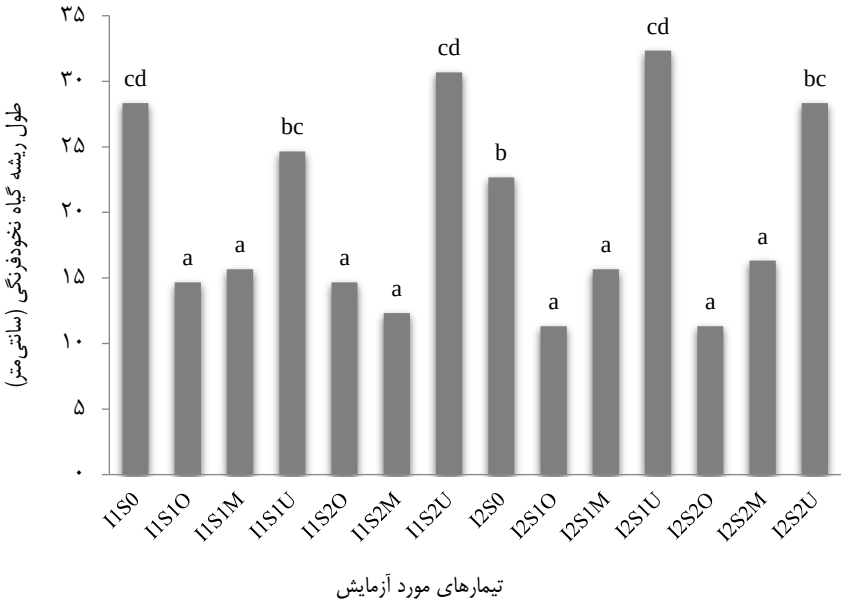
طول ریشه گیاه

به منظور مقایسه طول ریشه گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷- جدول آنالیز واریانس جهت بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر طول ریشه گیاه نخودفرنگی

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۲۰۳۶/۹۱	۱۳	۱۷۵/۸۸	۲۴/۹۸	۰/۰۰۱
درون گروه‌ها (خطا)	۱۹۳/۷۷	۲۸	۶/۹۵	–	–
کل	۲۲۱۸/۶۸	۴۱	–	–	–

با توجه به اینکه مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر طول ریشه گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد. شکل ۵ مقایسه میانگین طول ریشه گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ۵- مقایسه میانگین طول ریشه گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین میزان طول ریشه در تیمار I_2S_1U (به میزان ۳۳/۳۳) و کمترین آن در تیمارهای I_2S_1O و I_2S_2O بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. این موضوع نشان دهنده این است که دلیل افزایش طول ریشه، کاهش مقدار آب آبیاری و ایجاد تنش و وجود سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر گلدان و حرکت ریشه

و افزایش طول آن جهت دریافت آب مورد نیاز بوده است. حضور سوپرجاذب در انتهای گلدان، منجر به افزایش رطوبت در بخش انتهایی گلدان گردیده و ریشه برای جذب رطوبت بیشتر، طول خود را افزایش داده است.

وزن خشک ریشه گیاه

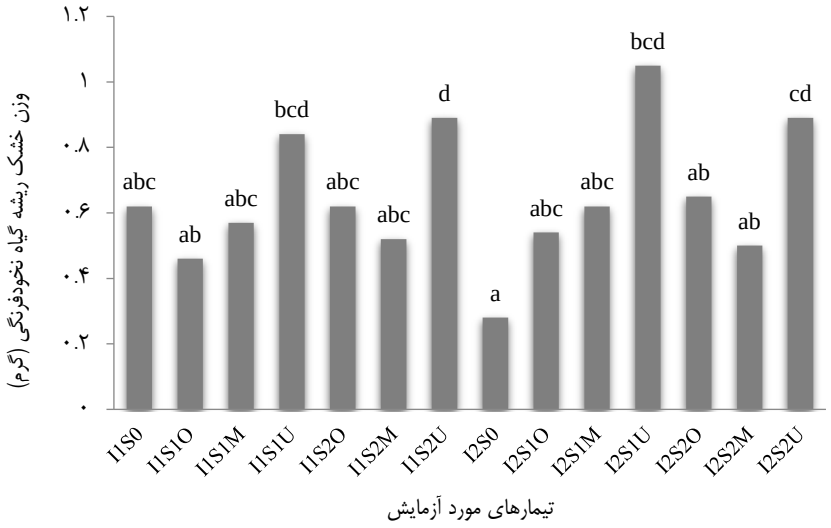
به منظور مقایسه وزن خشک ریشه گیاه نخودفرنگی در تیمارهای مختلف، از آنالیز واریانس یک طرفه استفاده شد که نتایج آزمون در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- جدول آنالیز واریانس جهت بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب بر وزن خشک ریشه گیاه نخودفرنگی

منبع واریانس	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره آزمون (F)	Pvalue
بین گروه‌ها	۱/۷۰۹	۱۳	۰/۱۳۴	۳/۲۲۶	۰/۰۰۶
درون گروه‌ها (خطا)	۱/۲۰۸	۲۸	۰/۰۵	–	–
کل	۲/۹۲	۴۱	–	–	–

از آنجایی که مقدار Pvalue کمتر از ۰/۰۵ است، نتیجه می‌گیریم بین تیمارهای مورد بررسی از نظر وزن خشک ریشه گیاه نخودفرنگی، تفاوت معنی‌دار وجود دارد.

شکل ۶ مقایسه میانگین وزن خشک ریشه گیاه را در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد.



شکل ٦- مقایسه میانگین وزن خشک ریشه گیاه نخودفرنگی به ازای میزان آبیاری، کاربرد سوپرجاذب و محل کارگذاری سوپرجاذب درون گلدان

بیشترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار I_2S_1U (به میزان ۱/۰۵) و کمترین آن در تیمار I_2S_0 (به میزان ۰/۲۸) بود که در سطح ۵ درصد معنی‌دار بودند. باتوجه به نتایج، درصورتی که محل کارگذاری سوپرجاذب در ۱۰ سانتی‌متر آخر خاک گلدان (U) باشد، وزن خشک ریشه افزایش یافته است و هنگامی که آبیاری به میزان ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه (I_2) و سوپرجاذب به مقدار ۱ درصد وزنی و در انتهای گلدان قرار داشته باشد، وزن خشک ریشه گیاه نخودفرنگی به حداکثر مقدار خود می‌رسد. ریشه گیاه برای دستیابی به آب بیشتر، افزایش

طول پیدا می‌کند که نهایتا منجر به افزایش میزان وزن خشک آن نیز می‌گردد. حضور سوپرجاذب در انتهای گلدان، منجر به افزایش رطوبت در بخش انتهایی گلدان گردیده و ریشه برای جذب رطوبت بیشتر افزایش طول پیدا نموده که نهایتا بیشتر شدن وزن خشک آن را به همراه دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این تحقیق، وجود سوپرجاذب در سطح و وسط گلدان تاثیر چندانی در فراهم‌سازی آب و موادغذایی برای گیاه نداشت و تنها وجود سوپرجاذب در انتهای گلدان در فراهم‌سازی آب و مواد غذایی برای ریشه گیاه موثر بود که نهایتا منجر به رشد رویشی و عملکرد بهتر گیاه شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی، عملکرد به طور معنی‌داری کاهش نشان داد. دلیل آنرا می‌توان به تأثیر تنش خشکی از طریق کاهش شاخص سطح برگ و اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی مرتبط دانست که در نهایت منجر به کاهش عرضه مواد پرورده و کاهش عملکرد می‌شود. در این میان حضور سوپرجاذب به خوبی توانسته است با ذخیره‌سازی آب و موادغذایی و رهاسازی آن در شرایط تنش، نهایتا مواد پرورده کافی را برای گیاه فراهم نموده و از کاهش معنی‌دار عملکرد جلوگیری نماید. لذا با استفاده از سوپرجاذب به خوبی می‌توان با کاربرد آب کمتر، عملکرد قابل قبولی را بدست آورد.

منابع

۱- الهیاری، س. گلچین، ا و ع. ر. واعظی. ۱۳۹۲. مطالعه تاثیر کاربرد پلیمر سوپرجاذب آب بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم نخود تحت شرایط دیم. مجله پژوهش‌های تولیدات گیاهی. ۲۰(۱): ۱۴۰-۱۲۵.

۲- ابهری، ع. عزیزی، ا و ب. حارث آبادی. ۱۳۹۶. تاثیر سوپرجاذب بر عملکرد نخود در شرایط تنش خشکی انتهای فصل. نشریه تولید گیاهان زراعی. ۱۰(۱): ۲۰۲-۱۹۱.

۳- تیموری، ا. شیرویی، ح و ه، محمدی بابازیدی. ۱۳۹۲. بررسی اثرات تنش خشکی و سوپرجاذب بر صفات فیزیولوژیک ارقام باقلا. اولین همایش ملی برنامه ریزی، حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار. دانشگاه شهید مفتح همدان. ۹ ص.

۴- حقیقی، م. مظفریان، م و ز. عفیفی‌پور. ۱۳۹۳. بررسی تاثیر پلیمر سوپرجاذب و سطوح مختلف کم‌آبیاری بر رشد و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.). نشریه علوم باغبانی. ۲۸(۱): ۱۳۳-۱۲۵.

۵- خالقی، ا و ن. معلمی. ۱۳۹۶. تأثیر پلیمرهای سوپرجاذب بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی ارقام باغملک و دزفول زیتون تحت شرایط کم آبی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی). ۳۱(۴): ۶۸۲-۶۷۱.

۶- رجبی، ل. ساجدی، ن. و و م. روشندل. ۱۳۹۱. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد نخود دیم به اسید سالیسیلیک و پلیمر سوپرجاذب. مجله پژوهش‌های به زراعی. ۴(۴): ۳۴۳-۳۵۳.

۷- سی و سه مرده، ع. صادقی، ف. کانونی، ه. بهرام نژاد، ب و س. غلامی. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر صفات فیزیولوژیک، عملکرد دانه و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۶(۲): ۹۱-۱۰۸.

۸- سهیل نژاد، ع. مهدوی دامغانی، ع. لیاقتی، ه و پ، پزشکپور. ۱۳۹۶. اثر مصرف سوپرجاذب هیدروژل آکوازورب بر کاهش اثر تنش خشکی، عملکرد دانه و کارایی مصرف آب ماش (*Vigna radiate* L.). مجله علوم زراعی ایران. ۱۹(۴): ۳۷۵-۳۶۳.

۹- علیزاده، ا. ۱۳۸۶. طراحی سیستم‌های آبیاری، جلد اول، طراحی سیستم‌های آبیاری سطحی. انتشارات دانشگاه امام رضا (ع). ۴۵۲ ص.

۱۰- فاضلی رستم‌پور، م. ثقه الاسلامی، م. ج و س. غ. ر. موسوی. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش خشکی و سوپرجاذب بر محتوی نسبی آب و شاخص کلروفیل برگ و رابطه ی آن‌ها با عملکرد دانه در ذرت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۲(۱): ۳۱-۱۹.

۱۱- میرعرب رضی، ر. بیابانی، ع. نخ زری مقدم، ع و ح. قربانی واقعی. ۱۳۹۶. تاثیر سوپرجاذب و قارچ میکوریزا بر عملکرد سویا تحت تنش آبی. تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴(۲): ۱۹۴-۱۸۱.

۱۲- نه‌بندانی، ع. سلطانی، ا و پ. درویشی راد. ۱۳۹۴. تأثیر تنش خشکی انتهای فصل بر مصرف آب، رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۷(۲۳): ۲۷-۱۷.

13- Allahdadi, I. Yazdani, F. Akbar, G.A. and S.M. Behbahani. 2005. Evaluation of the effect of different rates of superabsorbent polymer (Superab A200) on soybean yield and yield components (*Glysin max* L.). 3rd Specialized Training Course and Seminar on the Application of Superabsorbent Hydrogel in Agriculture. Iran. pp. 20-32. (In Persian)

14- Hosseini, N.M. Palta, J.A. Berger, J.D. and K.H. Siddique. 2009. Sowing soil water content effects on chickpea (*Cicer arietinum* L.): Seedling emergence and early growth interaction with genotype and seed size. Agricultural Water Management. 96:1732-1736.

15- Jalilian, J. Modarres Sanavi, S.A.M. and S.H. Sabaghpour. 2005. Effect of plant density and supplementary irrigation on yield, yield components and protein content of four varieties of chickpea in rain fed condition. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 12(5):1-9.

16- Lafitte, R. 2002. Relationship between leaf relative water content during reproductive stage water deficit and grain formation in rice. Field Crops Research. 76(2-3):165-174.

17- Nazarli, H. Zardashti, M.R. Darvishzadeh, R. and S. Najafi. 2010. The effect of water stress and polymer on water use efficiency, yield and several morphological traits of sunflower under greenhouse conditions. Notulae Scientia Biologicae. 2(4):53-58.

18- Pour Ismail, P. Habibi, D. Tavasoli, A. Zahedi, H. and H.R. Tohidi-Moghadam. 2009. The effect of super absorbent polymer on physiological and agronomic traits of different red bean varieties under drought stress in green house condition. Plant management of Ecosystems. 6(21):92-75.

19- Singh, K.B. Malhotra, R.S. Halila, M.H. Knights, E.J. and M. Verma. 1994. Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica. 73:137-149.

20- Shabiri, S. Gholazani, K. Golchin, A. and J. Saba. 2007. Effect of water deficit on growth and grain yield of three cultivar of chickpea in Zanjan. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources. 2:32-50.

21- Shukla, S.K. and R.S. Dixit. 1996. Nutrient and plant population management in summer green gram (*Phaseolus radiates*). Indian Journal of Agronomy. 41(1):78-83.

22- Tuba Bicer, B. Narin Kalender, A. and D. Sakar. 2004. The effect of irrigation on spring-sown chickpea. Journal of Agronomy. 3(3):154-158.

23- Ullah, A.J. Bakht, M. Shafi, W. and A. Islam. 2002. Effect of various irrigations levels on different chickpea varieties. Asian Journal of Plant Sciences. 1(4):355-357.

24- Wu, L. Liu, M. and R. Liang. 2008. Preparation and properties of a double-coated slow-release NPK compound fertilizer with superabsorbent and water retention. Bioresource Technology. 99(3):547-554.