دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

تاثیر سوپرجاذب و قارچ میکوریزا بر عملکرد سویا تحت تنش آبی

رضا میرعرب‌رضی[1*]، عباس بیابانی[2]، علی نخ‌زری‌مقدم[3]، حجت قربانی واقعی[4]

[1]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[2]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[3]استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
[4]استادیار گروه شیلات و جنگل، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۷/۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۳۰

چکیده

مقدمه: سویا با نام علمی *Glycine max* L. گیاهی مهم در تغذیه انسان به‌شمار می‌رود و از سطح زیرکشت بالایی در جهان برخوردار است. کمبود آب در بسیاری از مراحل نمو سویا عملکرد محصول را کاهش داده؛ اما اثرات منفی تنش در دوره رشد، گل‌دهی، تشکیل بذر و پر شدن دانه اهمیت زیادتری دارد. لذا به‌منظور ارزیابی اثر سوپرجاذب و قارچ میکوریزا بر عملکرد سویا تحت تنش آبی آزمایشی در تابستان ۱۳۹۵ در منطقه توران ترک از توابع شهرستان رامیان، استان گلستان به‌عنوان کشت دوم (تابستانه) اجرا شد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده شامل سه سطح آبیاری (یک‌بار آبیاری (قبل از کاشت)، دوبار آبیاری (قبل از کاشت+زمان گلدهی) و سه‌بار آبیاری (قبل از کاشت + زمان گل‌دهی + زمان غلاف‌دهی)) و تیمارهای سوپرجاذب (Tarawat A200) در دو سطح (صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و قارچ میکوریزا گونه *Glomus moseae* در دو سطح (صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) مورد بررسی قرار گرفت. صفات مورد آزمایش شامل؛ تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه بودند.

*نویسنده مسئول: rezamirarab52@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

نتایج: 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 + بدون مصرف سوپرجاذب با وزن ۴۵۲۹/۵ کیلوگرم در هکتار بود. گرچه تیمار سه‌بار آبیاری بیشترین تأثیر را در افزایش وزن صد دانه و عملکرد داشت؛ ولی با افزایش دفعات آبیاری از یک نوبت به دوبار، کاربرد میکوریزا به همراه سوپرجاذب سبب بهبود و افزایش صفات مورد آزمایش از جمله تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی شد. میزان عملکرد از ۲۶۵۲/۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار دوبار آبیاری + بدون مصرف سوپرجاذب + بدون مصرف میکوریزا به ۳۶۶۵/۹ کیلوگرم در هکتار در تیمار دوبار آبیاری + سوپرجاذب + میکوریزا و هم‌چنین وزن صد دانه در تیمارهای ذکر شده از ۱۰/۱۷ به ۱۱/۷۲ گرم افزایش پیدا کرد.

نتیجه‌گیری: در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش تعداد غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی گردید. کاربرد سوپرجاذب نسبت به قارچ میکوریزا در زمان یک دوره آبیاری تاثیر بیشتری بر کاهش اثرات منفی تنش خشکی در گیاه داشت؛ با افزایش دفعات آبیاری از یک نوبت به دوبار، کاربرد میکوریزا به‌همراه سوپرجاذب سبب بهبود و افزایش صفات مورد آزمایش از جمله تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی شد. آبیاری محصول در سه مرحله قبل از کاشت، زمان گلدهی و زمان تشکیل غلاف همراه کاربرد یا عدم کاربرد سوپرجاذب و میکوریزا تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد کل دانه را افزایش داد؛ اما کاربرد سوپرجاذب یا میکوریزا به تنهایی و یا توأمان نتوانست باعث افزایش عملکرد شود.

واژه‌های کلیدی: تشکیل غلاف، زمان گلدهی، عملکرد دانه، همزیستی

مقدمه

سویا با نام علمی *Glycine max* L. به‌عنوان یک گیاه مهم در تغذیه انسان به شمار می‌رود. این گیاه سرشار از پروتئین، فسفر، کلسیم، آهن و روی می‌باشد و ۱۹ اسیدآمینه ضروری قابل هضم و مورد نیاز برای رشد و سلامتی انسان را تأمین می‌کند (Ahmadi *et al.*, 2010). با توجه به محدودیت منابع آب در کشور، لزوم افزایش تولید از طریق افزایش عملکرد به ازای هر واحد آب مصرفی ضرورت دارد و برنامه‌ریزی آبیاری در مراحل رشد گیاه، سبب افزایش کارایی مصرف آب می‌گردد. از طرف دیگر عملکرد نهایی هر گیاه زراعی بر پایه برهم‌کنش ژنوتیپ گیاه و محیط رشد تعیین می‌گردد. معمولاً تمام عواملی که باعث ناهنجاری‌هایی در گیاه گردد را تنش می‌گویند. تنش‌های گیاهی را می‌توان به دو گروه تقسیم نمود: ۱) تنش‌های غیرزیستی شامل نور، دما و موادشیمیایی مضر مثل شوری، عناصر سنگین و آلاینده‌های که در محیط ممکن است به گیاه تحمیل شود و ۲) تنش‌های زیستی شامل

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

ناهنجاری‌های زیستی (مثل آفات و بیماری‌ها) که یک گیاه در زمان زیستن خود ممکن است با آن مواجه شود (Hopkins, 2004).

خشکی یکی از مهم‌ترین عوامل غیرزیستی که رشد و تولید گیاهان زراعی را در بسیاری از نقاط جهان با مشکل و محدودیت روبرو می‌کند. در حال حاضر با افزایش جمعیت و کاهش منابع آبی قابل دسترس و نیاز بیش‌تر به مواد غذایی، یافتن راهکارهایی که باعث بهبود عملکرد گیاهان زراعی تحت شرایط کم آبی گردند، ضروری به‌نظر می‌رسد. با توجه به این‌که کشور ما ایران جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌شمار می‌رود ضرورت استفاده بهینه از آب با توجه به رشد روز افزون جمعیت بیش از پیش احساس می‌شود. تنش خشکی بر ویژگی‌های مورفولوژیکی از جمله استقرار گیاه، ارتفاع بوته، خصوصیات برگ و ریشه، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، عملکرد گیاه و بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه از جمله فتوسنتز، توزیع مواد فتوسنتزی، روزنه‌ها، محتوای آب نسبی برگ، تنفس، تنظیم اسمزی، کربوهیدرات‌ها، تجمع پرولین و قندهای الکلی، پروتیئن‌سازی، غشای سلولی و هورمون‌ها تاثیر می‌گذارد. آبیاری به‌منظور حفظ رطوبت خاک محیط ریشه در وضعیت مطلوب و به حداقل رساندن تنش رطوبتی در گیاه در فصل رشد صورت می‌گیرد (Shahinrokhsar and Raeisi, 2011). اگر چه تنش آبی در مرحله رشد رویشی باعث کاهش عملکرد شد، لیکن در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه عملکرد را به میزان بیش‌تری کاهش داد (Blum, 2010).

قارچ‌های میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم پایدار خاک و گیاه محسوب می‌شوند (Schreiner *et al*., 2003؛ Smith and Read, 2008) که با ریشه‌ی بیش از ۹۷ درصد گیاهان همزیستی دارند (Smith and Read, 2008). اهمیت میکوریزا در کشاورزی بر پایه‌ی نقش ویژه‌ی آن به‌عنوان حلقه‌ی ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است. قارچ‌های میکوریزا به‌دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیله‌ی گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود که حدود۸۰ درصد جذب فسفر توسط گیاه به‌وسیله‌ی قارچ‌های میکوریزا صورت می‌گیرد (Sadat Razaviyan, 2012) که موجب تغییراتی در روابط آبی گیاه و بهبود مقاومت به کم آبی و یا تحمل در گیاه میزبان می‌شود.

از جمله این تغییرات، افزایش هدایت هیدرولیکی آب در درون گیاهان میکوریزایی است که می‌تواند به‌علت ۱) افزایش مجموع سطح ریشه به‌دلیل ایجاد پوشش وسیع میسلیومی در منطقه ریشه و تارهای کشنده، ۲) نفوذ هیف به درون کورتکس ریشه و از آنجا به منطقه آندودرم یک مسیر کم مقاومتی را در عرض ریشه برای حرکت آب فراهم آورده و آب با مقاومت کمتری در عرض ریشه تا رسیدن به آوند چوبی رو به رو می‌شود، ۳) هیف از راه افزایش جذب عناصر غذایی مقاومت به انتقال آب را در ریشه کاهش می‌دهد و ۴) ذخیره آب در هیف و انتقال آن به گیاه در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

زمان تنش خشکی می‌باشد. قارچ‌ها دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی بوده و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، موجب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (Sharma, 2002).

از دیگر نقش‌های قارچ‌های میکوریزا بر رشد گیاه، تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه مانند اکسین‌ها و سایتوکینین‌ها و غیره و هم‌چنین ارتباط سینرژیستی با میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات‌های غیرقابل جذب برای گیاهان می‌باشد (Celik *et al*., 2004). از مکانیسم‌های احتمالی افزایش تحمل به خشکی در گیاهان میکوریزایی می‌توان به افزایش هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها (Tian *et al*., 2013)، افزایش فعالیت فتوسنتزی، تجمع کربوهیدرات‌ها و پرولین و افزایش جذب عناصر غذایی اشاره کرد (Deepika and Kothamasi, 2015). یکی از خصوصیات مهم افزایش به تحمل خشکی توسط قارچ‌های همزیست تعداد نقاط ورود ریسه‌ها به طول ریشه گیاه است؛ زیرا هر چه نقاط ورود بیشتر باشد جریان ورودی بالقوه آب به داخل گیاه بیشتر است.

پلیمرهای سوپرجاذب از نوع پلی‌اکریل‌آمید که به‌عنوان جاذب آب در افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب در خاک مورد استفاده قرار می‌گیرند و این خصوصیات برای مقابله با شرایط کم آبی و کاهش اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی اهمیت به‌سزایی دارد (Chatzopoulos *et al*., 2000). پلیمرهای سوپرجاذب قادرند به میزان ۵۰۰-۲۰۰ میلی‌لیتر آب به ازای هر گرم وزن خشک پلیمر در خود ذخیره نمایند (Ebrahimi *et al*., 2014). این مواد با افزایش جذب و نگهداری آب در خاک، ذخیره عناصر نیتروژن، فسفر، گوگرد و کاتیون‌های تبادلی و هم‌چنین افزایش تهویه از طریق بهبود ساختمان خاک سبب افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. (Nazarli *et al*., 2010).

نتایج پژوهش یزدانی و همکاران (Yazdani *et al*., 2007) با عنوان تأثیر ۴ سطح (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) پلیمر سوپرجاذب و سطوح تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا نشان داد 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) از خود نشان داد، برای صفات عملکرد دانه، وزن صد دانه، تعداد غلاف در شاخه فرعی، تعداد غلاف درساقه اصلی، تعداد شاخه در بوته، ارتفاع بوته و درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری بین دورهای آبیاری وجود داشت و روند تأثیر دور آبیاری روی هر یک از صفات مذکور به‌صورت خطی بود. از سوی دیگر، عملکرد دانه، وزن ۱۰۰ دانه، تعداد غلاف در شاخه اصلی، عملکرد روغن دانه، درصد پروتئین و عملکرد پروتئین دانه تحت تأثیر مقادیر مختلف سوپرجاذب قرار گرفتند؛ به‌طوری‌که با افزایش مقادیر سوپرجاذب هر یک از صفات مذکور روند افزایشی داشت (Yazdani *et al*., 2007).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر سوپرجاذب و قارچ میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا تحت تنش آبی در کشت دوم (تابستانه) در منطقه (روستای) توران ترک از توابع شهرستان رامیان، استان گلستان با موقعیت جغرافیایی طول ۵۵ درجه، ۶۴ دقیقه و ۶ ثانیه و عرض ۳۷ درجه، ۶۲ دقیقه و ۷۱۸ ثانیه اجرا گردید. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. عامل اصلی تیمار آبیاری در سه سطح یک بار آبیاری (قبل از کاشت و پس از اعمال سوپرجاذب)، دوبار آبیاری (قبل از کاشت و زمان گلدهی) و سه‌بار آبیاری (قبل از کاشت، زمان گلدهی و زمان غلاف‌دهی) و عامل‌های فرعی شامل سوپرجاذب (Tarawat A200) با دو سطح (بدون مصرف سوپرجاذب و مصرف۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرجاذب) و میکوریزا سویه *Glomus mosseae* در دو سطح (بدون مصرف میکوریزا و مصرف ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار میکوریزا) بود. سوپرجاذب محصول شرکت بلوراب با پایه پتاسیم با عمر چهار ساله در خاک بوده و در پایان تجزیه و جذب خاک می‌شود.

برای تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای طرح از خاک مزرعه قبل از انجام عملیات آماده‌سازی بستر بذر نمونه‌برداری به‌صورت تصادفی انجام گرفت و پس از اختلاط نمونه‌های گرفته شده از مزرعه، یک نمونه دو کیلوگرمی از آن گرفته و به آزمایشگاه خاک منتقل و آنالیز شد (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physico-chemical characteristics of experiment location soil (depth 0-30 cm)

گوگرد قابل جذب Available sulfur (ppm)	هدایت الکتریکی EC (ds/m)	اسیدیته PH	مواد خنثی شونده Neutralizing Materials (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	ازت کل Total N (%)	فسفر قابل جذب Available P (ppm)	پتاسیم قابل جذب Available K (ppm)	رس Clay (%)	لای Silt (%)	ماسه Sand (%)	بافت خاک Soil texture
8.3	1.3	7.5	6	1.65	0.17	8.1	161	20	50	30	Silt-loam

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

بعد از برداشت گندم، زمین مورد نظر دو دیسک عمود بر هم زده شد. قبل از کاشت، کودهای شیمیایی براساس آزمون خاک به خاک اضافه و به زیر خاک برده شد. سپس کرت‌های مربوط به تیمار سوپرجاذب در طرح مشخص و علامت‌گذاری خطوط کشت بر روی کرت‌های تیمار سوپرجاذب انجام گرفت و پلیمر سوپرجاذب در عمق ۲۵-۲۰ سانتی‌متری خاک به‌صورت نواری در مسیر خطوط کاشت جاگذاری و روی آن با خاک پوشانده شد. سپس به تمامی کرت‌ها یک‌بار آبیاری سنگین داده شد؛ بعد از گاو رو شدن مزرعه به وسیله رتیواتور خاک به هم زده شد و دوباره خطوط کشت بازسازی و مشخص گردید. در این مرحله کرت‌های مربوط به تیمارهای میکوریزا مشخص و قارچ میکوریزا به مقدار ۵ گرم (۴۰ اسپور در گرم) به ازای هر گرم بذر در شیارهای کاشت بذر در کنار بذور سویا رقم GK در عمق ۴ سانتی‌متری خاک قرار داده شد و در آخر روی خطوط کاشت با خاک نرم پوشانده شد.

به‌منظور بررسی اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته که میانگین کل بوته‌های هر تیمار بودند، کف بر شد و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در هر بوته، تعداد دانه در هر غلاف و وزن صد دانه اندازه‌گیری شد. برای بدست آوردن عملکرد، جهت جلوگیری از اثرات حاشیه‌ای ابتدا ۰/۵ متر از طرفین کرت‌ها و دو ردیف کناری هر کرت حذف و بقیه کرت به‌طور کامل برداشت شد و پس از جدا کردن دانه‌ها از بوته‌ها با ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری و ثبت شد و هم‌چنین دانه‌های بدست آمده از بوته قطع شده برای تعیین صفات نیز، به وزن کل برداشت شده هر کرت اضافه شد. آنالیز واریانس داده‌ها به رویه GLM و مقایسه میانگین‌ها با کمک آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۳ (موسسه SAS، 2010) انجام و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

تعداد غلاف در بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای آبیاری، سوپرجاذب و قارچ میکوریزا و اثر متقابل سوپرجاذب × میکوریزا بر صفت تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد غلاف مربوط به تیمار سه‌بار آبیاری با ۳۲/۴۳ و کمترین آن مربوط به یک‌بار آبیاری ۱۷/۴۲ غلاف بود (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد آبیاری‌های تکمیلی سبب افزایش تعداد گل‌های بارور و به موجب آن افزایش تعداد غلاف در بوته گردید؛ هم‌چنین استفاده از سوپرجاذب همراه با یا بدون میکوریزا تأثیر مثبتی بر تعداد غلاف داشت؛ درحالی‌که عدم استفاده یا کاربرد صرفاً میکوریزا موجب کاهش این صفت شد (جدول ۳). الله‌یاری و همکاران (Allahyari *et al*., 2013) با پژوهش بر روی نخود نتیجه گرفتند که اثر پلیمرهای سوپرجاذب و نوع رقم بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار گردید؛ اما اثرات متقابل پلیمر و ارقام تأثیر معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته نداشت. مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته نشان داد که گیاهانی که پلیمر بیشتری دریافت کرده بودند تعداد غلاف بیشتری تولید کردند و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

تفاوت معنی‌داری با دو تیمار دیگر داشتند. کمترین تعداد غلاف در بوته متعلق به تیمار بدون پلیمر بود. ملکی و همکاران (Maleki *et al*., 2012) نتیجه گرفتند تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه بیشترین اثر کاهشی را در تعداد غلاف بارور در بوته داشت با وجود تشکیل تعداد گل و غلاف، ریزش شدید در شرایط تنش از دلایل احتمالی کاهش تعداد غلاف در گیاه بود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرآبیاری، سوپرجاذب و میکوریزا بر صفات مورد بررسی

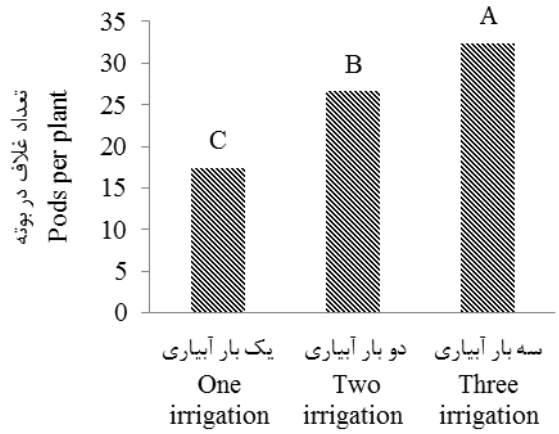
Table 2- Analysis of variance (MS) of the effect of irrigation, superabsorbent and mycorrhiza on studies properties

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	غلاف در بوته Pods per plant	دانه در غلاف Seed per pods	وزن صد دانه 100 seed weight	عملکرد کل دانه Total seed yield
تکرار Replication	2	6.03	0.0176	0.105	6840
آبیاری Irrigation (I)	2	687.98**	0.0574^{ns}	38.896**	18698704**
خطای (a) Error (a)	4	5.55	0.017	0.081	3830
سوپرجاذب Superabsorbent (S)	1	26.32**	0.0038^{ns}	0.769**	289121**
میکوریزا Mycorrhiza (M)	1	31.4**	0.0448^{ns}	0.896**	24922**
آبیاری × سوپرجاذب I × S	2	4.3^{ns}	0.0117^{ns}	0.076^{ns}	144576**
آبیاری × میکوریزا I × M	2	5.29^{ns}	0.0287^{ns}	4.341**	778358**
سوپرجاذب × میکوریزا S × M	1	15.97*	0.0521^{ns}	6.134**	23532**
آبیاری ×سوپرجاذب×میکوریزا I × S × M	2	7.72^{ns}	0.0055^{ns}	0.637**	94863**
خطای (b) Error (b)	18	2.9	0.0186	0.048	281.2
ضریب تغییرات CV (%)		6.686	7.08	1.922	0.519

ns، * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]



شکل ۱- مقایسه میانگین سطوح مختلف آبیاری بر صفت تعداد غلاف در بوته

Figure 1- Means compare different levels of irrigation on pods per plant

(Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سوپر جاذب × میکوریزا بر صفت تعداد غلاف در بوته

Table 3- Means compare the interplay superabsorbent × mycorrhiza on pods per plant trait

تیمارها Treatments	غلاف در بوته Pods per plant
عدم استفاده × عدم استفاده Non-application × Non-application	26.24 a
عدم استفاده × استفاده Non-application × Application	23.04 b
استفاده × عدم استفاده Application × Non-application	26.62 a
استفاده × استفاده Application × Application	26.09 a
LSD (%)	1.848

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

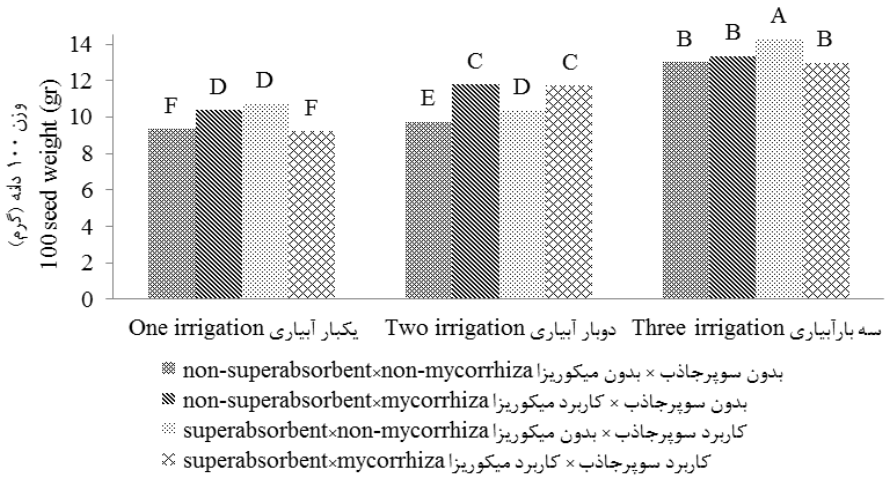
Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different (LSD Test).

تعداد دانه در غلاف: براساس نتایج حاصله از تجزیه واریانس داده‌ها صفت تعداد دانه در غلاف تحت تأثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت (جدول ۲). به نظر می‌رسد یکی از با ثبات‌ترین اجزای عملکرد است که ممکن است کمتر تحت تأثیر عوامل مؤثر بر عملکرد قرار گیرد. با افزایش دفعات

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

آبیاری، مشکل کم آبی برطرف شده و به جهت وجود رطوبت کافی از میزان اثر سوپرجاذب و میکوریزا کاسته می‌شود و در مجموع تفاوت معنی‌داری بین نمونه شاهد و تیمارها از نظر اثرگذاری بر تعداد دانه در غلاف ایجاد نمی‌گردد. در سویا کاهش عملکرد محصول، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر به علت کمبود آب در مراحل زایشی بوده و لیکن تنش آبی تاثیری بر تعداد بذر در غلاف ندارد (Akbari Nodehi, 2011).

وزن ۱۰۰ دانه: با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش به‌جز اثر متقابل آبیاری×سوپرجاذب بر صفت وزن ۱۰۰ دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین وزن ۱۰۰ دانه با ۱۴/۳۲ گرم به تیمار سه‌بار آبیاری×مصرف سوپرجاذب×عدم مصرف میکوریزا و حداقل وزن ۱۰۰ دانه هم به تیمارهای یک‌بار آبیاری×عدم مصرف سوپرجاذب×مصرف میکوریزا و هم‌چنین یک‌بار آبیاری×مصرف سوپرجاذب×مصرف میکوریزا تعلق داشت (شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه میانگین وزن صد دانه تحت اثر متقابل سطوح مختلف آبیاری، سوپرجاذب و میکوریزا

Figure 2- Means compare of 100 seed weight under interplay different levels of irrigation, superabsorbent and mycorrhiza (Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

وزن دانه که یکی از اجزای عملکرد است بسیار تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد؛ ولی تعداد بذر دانه در هر غلاف کمتر تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرد. کاهش عملکرد محصول، تولید ماده خشک، تعداد غلاف در گیاه و اندازه بذر به‌علت کمبود آب در مراحل زایشی در سویا بوده ولیکن تنش آبی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

تأثیری بر تعداد دانه در غلاف ندارد (Akbari Nodehi, 2011). ملکی و همکاران (Maleki *et al.*, 2012) بیان کردند که تنش خشکی در مرحله پرشدن دانه بیشترین اثر در کاهش وزن هزار دانه را داشت. یحیایی (Yahyaei, 2008) معتقد است که، چون وزن دانه در اواخر دوره زایشی تعیین می‌شود؛ لذا بیشتر تحت تأثیر تنش در مرحله پرشدن دانه قرارمی‌گیرد که این کاهش می‌تواند به‌علت نرسیدن مواد فتوسنتزی به دانه و چروکیده شدن آن‌ها اتفاق بیفتد. تنش آبی در مرحله پرشدن باعث می‌شود که اندازه دانه کوچک شده و در نهایت عملکرد را کاهش می‌دهد (Abbasian and Shirani, 2011).

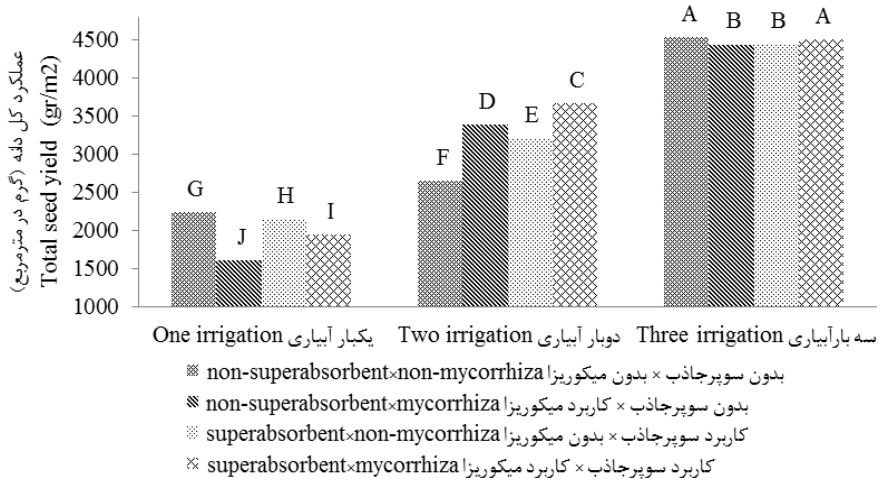
رحمانی و همکاران (Rahmani *et al.*, 2009) با بررسی غلظت‌های مختلف پلیمر سوپرجاذب روی گیاه دارویی خردل (*Sinapis alba* L.) در شرایط تنش خشکی نتیجه گرفتند که اثر فاکتور تنش کم آبی بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین نتایج حاصل از تحقیقات پوراسماعیلی و همکاران (Pourasmaeil *et al.*, 2006) و رحمانی و همکاران (Rahmani *et al.*, 2009) نیز در مورد اثر کاربرد سوپرجاذب بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. به‌نظر می‌رسد چون وزن دانه در اواخر دوره زایشی تعیین می‌شود در نتیجه بیشتر تحت تأثیر تنش در مرحله پر شدن دانه قرار گرفت که این کاهش می‌تواند به علت نرسیدن مواد فتوسنتزی به دانه و چروکیده شدن آن‌ها اتفاق افتاد (Yahyaei, 2008).

عملکرد کل دانه: همان‌طور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود اثر همه تیمارهای آزمایشی در سطح احتمال یک درصد بر صفت عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین عملکرد دانه از تیمار سه‌بار آبیاری×عدم مصرف سوپر جاذب × عدم مصرف میکوریزا و هم‌چنین سه‌بار آبیاری × مصرف سوپر جاذب × مصرف میکوریزا به‌دست آمد. کمترین عملکرد دانه نیز از تیمار یک‌بار آبیاری × عدم مصرف سوپرجاذب × مصرف میکوریزا جاذب حاصل شد (شکل ۳ و جدول ۴).

با توجه به نتایج، در مجموع با افزایش دفعات آبیاری عملکرد کل دانه بیشتر شد، مصرف میکوریزا و سوپرجاذب نیز همزمان با افزایش دفعات آبیاری، عملکرد کل دانه را افزایش داد. تنش خشکی به‌طور معنی‌داری عملکرد دانه سویا را کاهش می‌دهد (Yahyaei, 2008). اکبری نودهی (Akbari Nodehi, 2011) گزارش کرد که حداکثر عملکرد با میزان ۵۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به تیمار شاهد (آبیاری کامل) و حداقل آن برابر ۲۵۹۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری با تنش رطوبتی در مرحله گل‌دهی و پر شدن دانه بود. ملکی و همکاران (Maleki *et al.*, 2012) اظهار داشتند که تنش خشکی در مراحل گلدهی و پرشدن دانه بیشترین کاهش در عملکرد دانه سویا را سبب شد که علت این امر کاهش تعداد غلاف بارور در بوته، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه بود. گزارش سمراه و همکاران

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

(Samarah *et al.*, 2006) نیز مؤید این موضوع می‌باشد. وست‌گیت و همکاران (Westgate *et al.*, 2004) بیان داشتند تنش آبی در مراحل رشد اولیه گیاه، باعث تحلیل رفتن برگ گیاه شد که همین امر باعث کاهش میزان فتوسنتز می‌گردد.



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری، سوپرجاذب و میکوریزا بر عملکرد دانه

Figure 3- Means compare of interplay different levels of irrigation, superabsorbent and mycorrhiza on seed yield (Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different)

جدول ۴- میانگین عملکرد کل دانه (گرم در مترمربع) تحت تأثیر سطوح آبیاری × سوپرجاذب × میکوریزا

Table 4- Means of Total seed yield (g/m^{-2}) under effect of irrigation × superabsorbent × mycorrhiza

تیمارها Treatments	یک‌بار آبیاری One irrigation	دوبار آبیاری Two irrigation	سه‌بار آبیاری Three irrigation
بدون سوپرجاذب × بدون میکوریزا Non-superabsorbent×Non-mycorrhiza	2236.67 g	2652.4 f	4529.5 a
بدون سوپرجاذب × کاربرد میکوریزا Non-superabsorbent × Mycorrhiza	1602 j	3382.7 d	4438.33 b
کاربرد سوپرجاذب × بدون میکوریزا Superabsorbent × Non-mycorrhiza	2147.03 h	3209.7 e	4446.13 b
کاربرد سوپرجاذب × کاربرد میکوریزا Superabsorbent × Mycorrhiza	1945.1 i	3665.9 c	4503.13 a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند (آزمون LSD).

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different (LSD Test).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش نشان داد که تنش خشکی موجب کاهش تعداد غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی گردید. کاربرد سوپرجاذب نسبت به قارچ میکوریزا در زمان یک دوره آبیاری تاثیر بیشتری بر کاهش اثرات منفی تنش خشکی در گیاه داشت، با افزایش دفعات آبیاری از یک نوبت به دوبار، کاربرد میکوریزا به‌همراه سوپرجاذب سبب بهبود و افزایش صفات مورد آزمایش از جمله تعداد غلاف، تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد نهایی شد. با این حال بین کاربرد میکوریزا به‌همراه سوپرجاذب و عدم‌کاربرد سوپرجاذب از نظر تاثیر بر صفت تعداد غلاف در بوته در زمان دو نوبت آبیاری اختلافی وجود نداشت. تعداد دانه در غلاف تنها صفتی بود که تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایش قرار نگرفت. به‌نظر می‌رسد که تعداد دانه در غلاف یکی از با ثبات‌ترین اجزای عملکرد است که ممکن است کمتر تحت تأثیر عوامل مؤثر بر عملکرد قرار می‌گیرد. آبیاری محصول در سه مرحله قبل از کاشت، زمان گلدهی و تشکیل غلاف همراه کاربرد یا عدم کاربرد سوپرجاذب و میکوریزا تعداد دانه در غلاف، وزن صد دانه و عملکرد کل دانه را افزایش داد. در مجموع به‌نظر می‌رسد جهت کاربرد هریک از تیمارهای مورد ارزیابی در این پژوهش در مزرعه، لازم است تا عواملی مانند میزان دسترسی به آب، وضعیت خاک و میزان هزینه اجرا به دقت بررسی شود و براساس آن ترکیب تیماری مطلوب انتخاب گردد.

منابع

Abbasian A., Shirani A.H. 2011. Investigation the response of rapeseed cultivars to moisture regimes in different growth stages. Journal of Central European Agriculture, 12 (2): 353-366.

Ahmadi H., Mastali A.R., Tabatabaeifar S.A. 2010. Corn and soybean recognition and an estimation of the planted area, using remote sensing in Dasht-e-naz Agro-industrial Company. Iranian Journal of Bio-System Engineering, 41 (1): 60-53. (In Persian).

Akbari Nodehi D. 2011. Evaluating soybean response to water stress at different growth stages in Mazandaran province. Journal of Water and Soil Resources Conservation, 1 (1): 53-61.

Allahyari S., Golchin A., Vaezi A.R. 2013. Study on effect of super absorbent polymer application on yield and yield components of two chickpea cultivars under rainfed conditions. Journal of Plant Production, 20 (1): 130. (In Persian).

Blum A. 2010. Plant breeding for water-limited environments. Springer Science and Business Media, 255 p.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

Celik I., Ortas I., Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research, 78 (1): 59-67.

Chatzopoulos F., Fugit J.F., Ouillous L. 2000. Etu deocation function do different parameters dolabsption et alla desorption do Sodium retitule. European Polymer Journal, 36: 51-60

Deepika S., Kothamasi D. 2015. Soil moisture a regulator of *Arbuscular mycorrhizal* fungal community assembly and symbiotic phosphorus uptake. Mycorrhiza, 25 (1): 67-75.

Ebrahimi M., Siavoshi M., Dastan S., Yadi R. 2014. Effect of irrigation regime and different superabsorbent levels on water productivity, growth characters and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). Advances in Environmental Biology, 8 (16): 660-665.

Hopkins W.G. 2004. Introduction to Plant Physiology. Willy, Inc, Pp: 250-251.

Maleki A., Naderi A., Siadat A., Tahmasebi A., Fazel, S.H. 2012. The effect of drought stress during different phonological stages on seed yield and yield components of soybean cultivars. Journal of Research in Crop Sciences, 4 (15): 71-82. (In Persian).

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

Pourasmaeil P., Habibi D., Mashhadi Akbar Bojar M. 2006. The Study of the use of superabsorbent polymer in increasing the yield and activity of antioxidant enzymes in different red bean cultivars under drought stress. M.Sc. Thesis in Agriculture, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Karaj Branch. (In Persian).

Rahmani M., Habibi D., Daneshian J., Valadabadi A.R., Mashhadi akbar Bojar M., khalatbari A.H. 2009. The effect of super absorbent polymer doses on yield and antioxidant enzymes activities of mustard (*Sinapis alba* L.) under drought stress condition. Journal of Crop Production Research, 1 (1): 29. (In Persian).

Sadat Razaviyan E. 2012. Investigation of chickpea responses to irrigation management and inoculation with different species of mycorrhiza fungi. Thesis M.Sc. in Agriculture, Gonbad-e-Kavous University, 67 p.

Samarah N.H., Mullen R.E., Cianzio S.R., Scott P. 2006. Dehydrin-like proteins in soybean seeds in response to drought stress during seed filling. Crop Science, 46: 2141-2150.

Schreiner R.P., Mihara K.L., Mc-Daniel K.L., Benthlenfalvay G.J. 2003. Mycorrhizal fungi influence plant and soil functions and interactions. Plant and Soil, 188: 199-209.

Shahinrokhsar P., Raeisi S. 2011. Optimization of water consumption of soybean under drought conditions. Water and Soil Science, 21 (4): 53-64. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]

Sharma A.K. 2002. Bio fertilizers for sustainable agriculture. Agro-Bios, India, 407 p.

Singh R.D., Yadav T.P., Bhat J.S. 2000. Breeding strategies for drought tolerance in maize. Crop Improve, 27 (2): 167- 177.

Smith S.E., Read D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Third Edition, Academic Press, London, UK, 800 p.

Tian M., Chen Y.L., Li M., Liu R.J. 2013. Structure and function of arbuscular mycorrhiza: a review. Ying Yong Sheng Tai Xue Bao, 24 (8): 2369-2376.

Westgate M.E., Otegui M.E., Andrade F.H. 2004. Physiology of the Corn Plant. In: W.C. Smith, J. Betrán, and E. Runge (eds.), Corn: Origin, History, Technology and Production. John Wiley and Sons, Pp: 235- 271.

Yahyaei S.GH.R. 2008. The effect of irrigation regimes on seed yield and yield components of determinate and indeterminate soybean cultivars. Journal of Agriculture Sciences and Natural Resources, 14 (5): 124-134. (In Persian).

Yazdani F., Alahdadi I., Akbari GH.A., Behbahani M.R. 2007. Effect of different rates of superabsorbent polymer (TARAWAT A200) on soybean yield and yield components (*Glycine max* L.). Pajouhesh-va-Sazandegi, 20 (2): 162-174. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-08-23]