دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دهم، شماره سی و سوم، ۱۳۹۷

اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دو رقم سویا (*Glycin Max* L.) در منطقهٔ خرم آباد

راضیه موحدی[۱]، علی خورگامی[۲]، منوچهر سیاح فر[۳]

تاریخ دریافت: تاریخ پذیرش:

چکیده

به منظور بررسی اثر خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دانه، مقدار پروتیین و روغن دانهٔ سویا، آزمایشی به صورت اسپلیت_فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ٤ تکرار در سال زراعی ۹٤-۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد اجرا شد. فاکتور تنش رطوبتی S در سه سطح (s_1 = آبیاری نرمال، s_2 = تنش خشکی از مرحله ۵۰ درصد گلدهی و s_3 = تنش خشکی از مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی که در آنها به ترتیب آبیاری در زمان اعمال ٦۰، ۱۲۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به عنوان عامل اصلی و عامل رقم V، شامل (ارقام $V_1 = M_7$ و $V_2 = M_9$) و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، بر، مس، منگنز با غلظت ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار) M در سه سطح (عدم محلول‌پاشی = M_1، محلول‌پاشی در مرحلهٔ ۵۰ درصد گلدهی = M_2 و محلول‌پاشی در مرحلهٔ ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غلاف‌دهی = M_3) به صورت فاکتوریل، به عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصرکم‌مصرف و رقم در سطح آماری یک درصد و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی در سطح آماری پنج درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه سویا داشتند. بطوری که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال (بدون تنش خشکی) با میانگین ۳۱۹۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۲۲۱۱ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین بیشترین عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط بدون تنش، محلول‌پاشی در دو مرحلهٔ ۵۰ درصدگلدهی و ۵۰ درصد غلاف‌دهی و رقم M_7 حاصل شد و حساس‌ترین مرحلهٔ رشدی سویا نسبت به تنش خشکی مرحلهٔ گلدهی تشخیص داده شد.

واژه‌های کلیدی: گلدهی، عملکرد دانه، پروتیین دانه، روغن دانه، دانه روغنی.

موحدی، ر.، ع. خورگامی و م. سیاح فر. ۱۳۹۷. اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دو رقم سویا (*Glycin Max* L.) در منطقهٔ خرم آباد. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۳: ٥٤-٤۳.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: Razie.movahed@yahoo.com

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، واحد خرم آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم آباد، ایران

۳- بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

مقدمه

سویا (*Glycin Max* L.) از گیاهان با ارزش خانوادهٔ دانه‌های روغنی است که با داشتن حدود ۲۰ درصد روغن و ٤۰ درصد پروتیین در بین دانه‌های روغنی در سطح دنیا بیشترین سطح زیر کشت یعنی ۱۱۱/۲٦ میلیون هکتار و تولید ۲۷٦ میلیون تن در سال ۲۰۱۳ را دارا می باشد (فائو، ۲۰۱۳). زراعت این گیاه در ایران از نظر تأمین بخشی از روغن مورد نیاز کشور از اهمیت خاصی برخوردار است (خواجویی نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). تنش خشکی عامل اصلی کاهش عملکرد گیاهان زراعی محسوب می شود (کلور و جاگارد، ۱۹۹۸). ایران کشوری است که دارای آب و هوای گرم و خشک بوده و در سال هایی که کمبود بارندگی و ایجاد تنش خشکی برای گیاهان وجود دارد، این امر باعث کاهش کلیه صفات کیفی و کمی محصول می‌شود (احمدی و همکاران، ۱۳۹٤). اعمال تنش در مراحل مختلف رشد سویا باعث کاهش معنی‌دار عملکرد محصول شده است (ابایومی، ۲۰۰۸). اعمال تنش خشکی در طول دورهٔ رشد سویا سبب کاهش رشد بوته، تعداد گره، تعداد شاخه، وزن بوته، تعداد دانه، وزن دانه، تعداد غلاف و شاخص برداشت می‌شود (شاه‌مرادی، ۱۳۸۲؛ میرآخوری و همکاران، ۱۳۸۸). بررسی تأثیر سطوح آبیاری بر دو رقم سویا نشان داد که اعمال تنش خشکی در مرحلهٔ پر شدن دانه ها موجب کاهش وزن آنها می‌شود (بال و وریس، ۲۰۰۰).

محدودیت آب در دورهٔ رشد و نمو زایشی، عملکرد و اجزای عملکرد سویا را کاهش می‌دهد که به شدت اعمال تنش بستگی دارد. تنش خشکی سبب کوتاه شدن دورهٔ گلدهی و غلاف‌بندی، تسریع رسیدگی و کاهش عملکرد می‌شود (ماچو، ۱۹۸۵). محققان در بررسی اثر تنش خشکی و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی سویا نشان دادند که با افزایش شدت تنش آبی، درصد روغن دانه‌ها کاهش و درصد پروتئین دانه‌ها افزایش یافت (پورموسوی و همکاران، ۱۳۸٦). برخی پژوهشگران گزارش نمودند که درصد روغن با درصد پروتئین همبستگی منفی و معنی‌داری داشت (سبک‌دست و همکاران، ۱۳۸۷). برخی محققان با بررسی اثرات محدودیت آب بر روند ذخیره سازی روغن، پروتئین و عملکرد دانه در دو رقم سویا نشان دادند که با افزایش تنش آبی درصد روغن کاهش یافت و درصد پروتئین دانه افزایش یافت (بهتاری و همکاران، ۲۰۰۸). تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه در آفتابگردان درصد روغن را افزایش داد در حالی که تنش‌خشکی در مرحله گلدهی در گیاه آفتابگردان باعث افزایش درصد پروتئین دانه شد(اسمایلیان وهمکاران، ۲۰۱۲). در شرایط تنش کم آبی با کوچک شدن اندازه دانه سویا، روغن و پروتئین حجم بیشتری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیر تنش اشغال نموده‌اند (کارگر و همکاران، ۱۳۸۳؛ دانشیان و همکاران، ۱۳۸۱؛ امینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱). با افزایش میزان تنش آبی، درصد روغن دانه سویا کاهش یافت و بیشترین مقدار روغن مربوط به تیمار سطح آبیاری کامل و کمترین مقدار از سطح تنش در آبیاری بخشی در حد ۵۰ درصد جبران نقصان رطوبتی خاک به دست آمد (بابا زاده و همکاران، ۱۳۸۹). تنش خشکی بدون توجه به زمان اعمال آن درصد روغن را دانه‌های سویا کاهش داد (شاهمرادی و همکاران، ۲۰۰٤). در گیاهان مقاوم به خشکی، برای دستیابی به عملکرد زیاد، اتخاذ راهکارهای کاهندهٔ اثر تنش، بسیار مورد توجه بوده است (هیسائو، ۲۰۰۰). پایین بودن غلظت عناصر کم‌مصرف نظیر (آهن، روی، مس، منگنز، بور) در مواد غذایی در کشور ما مسأله ساز شده که عمدتاً ناشی از عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف است، بطوری‌که در کشورهای پیشرفته ۲ تا ٤ درصد از کل کودهای مصرفی را کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف تشکیل می‌دهد و این نسبت در ایران ناچیز بوده و تقریباً نزدیک صفر است (رحیمی‌زاده، ۱۳۸۹). محلول پاشی سویا با عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و گوگرد در مراحل آخر رشد، عملکرد دانه را افزایش می دهد. محلول‌پاشی دو مرحله ای عنصر بور در مرحله رشد زایشی سویا باعث افزایش تعداد غلاف و تعداد دانه در بوته گردید (وانخده، ۲۰۰۲). محلول‌پاشی می‌تواند در رفع نیاز گیاه بسیار موثر باشد. همچنین در بعضی از موارد و خصوصاً زمانی که پدیده ناسازگاری (آنتاگونیسم) در جذب مواد از طریق ریشه ایجاد می شود و یا افزون موادی به خاک موجودات زنده را از بین می برد تغذیه از طریق برگ اهمیت می‌یابد (اکرمی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به افزایش جمعیت، افزایش تولید روغن گیاهی امری ضروری است، هر چند که سطح زیر کشت سویا در ایران کم است ولی می‌توان با افزایش عملکرد در واحد سطح از طریق عملیات پیشرفته زراعی و گزینش ژنوتیپ‌های پر محصول و متحمل به انواع تنش‌ها و معرفی ارقام مناسب، میزان تولید آن را در واحد سطح افزایش داد. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی با عناصر کم مصرف بر عملکرد دانه و صفات کیفی دو رقم سویا در منطقه خرم آباد به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد، واقع در کیلومتر پنج شهرستان خرم آباد، با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۳۰ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۱متر، به صورت اسپلیت – فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار به اجرا درآمد. . فاکتور تنش رطوبتی S در سه سطح (s_1 = آبیاری نرمال، s_2 = تنش خشکی از مرحله ۵۰ درصد گلدهی و s_3 = تنش خشکی از مرحله ۵۰ درصد غلاف‌دهی که در آنها به ترتیب آبیاری در زمان اعمال ۶۰، ۱۲۰ و ۱۲۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A به عنوان عامل اصلی و عامل رقم V، شامل (ارقام $V_1 = M_7$ و $V_2 = M_9$) و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، بر، مس، منگنز با غلظت ۲/۵ تا ۳ لیتر در هکتار) M در سه سطح (عدم محلول-پاشی = M_1، محلول‌پاشی در مرحلهٔ ۵۰ درصد گلدهی = M_2 و محلول‌پاشی در مرحلهٔ ۵۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد غلاف-دهی = M_3) به صورت فاکتوریل، به عنوان عوامل فرعی در نظر گرفته شدند. محلول حاوی عناصر کم‌مصرف از شرکت غزال شیمی و بذور مورد مطالعه که هم‌اکنون برای کشت به کشاورزان منطقه توصیه می‌گردد، از شرکت دانه های روغنی تهیه شد. نتایج تجزیه خاک مزرعه مورد مطالعه در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک مزرعه محل آزمایش (عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی متری)

عمق خاک (سانتی متر)	بافت خاک	EC ($dS\ m^{-1}$)	pH	کربن آلی	آهک	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
				(٪)		قابل جذب بر حسب (mg/kg)					
۳۰-۰	رسی- سیلتی	۰/۵۵	۷/۹	۰/۹۸	۱۵/۹	۶/۹	۳۵۵	۴/۲۴	۷/۶۸	۱/۴۶	۱/۳۶
۶۰-۳۰	رسی	۰/۶۱	۸	۰/۵۰	۲۷/۵	۳/۸	۲۰۵	۳/۶۴	۴/۵۲	۱/۰۲	۰/۸۸

هر کرت آزمایشی شامل ۴ خط کاشت به طول ۶ متر، فاصله ردیف‌ها از هم ۵۰ سانتی‌متر، فاصله درون ردیف‌ها ۵ سانتی‌متر و تراکم ۳۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. شخم اولیه به عمق ۲۵ سانتی‌متر و سپس دوبار دیسک به صورت عمود بر هم و تسطیح زمین توسط ماله صورت گرفت. با توجه به نتایج تجزیه خاک و نیاز اولیه گیاه سویا، نیتروژن خالص ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره، فسفر خالص به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل به صورت همزمان با کاشت تعیین شدند (عقیقی شاهوردی و همکاران، ۱۳۹۴؛ حاتمی و همکاران، ۱۳۸۸؛ رضوانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ شیری جناقرد و راعی، ۱۳۹۳). بذور ارقام مورد مطالعه پس از تلقیح با باکتری همزیست با سویا (*Brady rhizobium Japonicum*)، به صورت دستی در تاریخ ۷ خرداد ماه ۱۳۹۳ به روش خشکه کاری و با عمق کاشت ۵ سانتی متری کشت گردیدند. در این آزمایش صفات عملکرد در واحد سطح (کیلوگرم در هکتار)، درصد پروتیین و روغن و همچنین عملکرد پروتیین و روغن دانه اندازه گیری شد. از هر تیمار ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب شده و برای صفات مورد نظر یادداشت برداری شد. برای تعیین عملکرد دانه بعد از رسیدن محصول دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از بالا و پایین هر کرت به منظور از بین بردن اثرات حاشیه‌ای حذف شد و تنها ۲ خط میانی با طول ۵ متر انتخاب و برای اندازه‌گیری عملکرد دانه برداشت و پس از بوجاری، توزین و بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. پس از آسیاب نمونه‌های بذر هر تیمار، ۱ گرم برای اندازه‌گیری درصد پروتیین و ۲ گرم برای اندازه‌گیری درصد روغن استفاده شد. درصد پروتیین پس از اندازه‌گیری میزان نیتروژن با دستگاه کجلدال با استفاده از ضریب تبدیل نیتروژن به پروتیین (۶/۲۵) محاسبه شد (عقیقی شاهوردی و همکاران، ۲۰۱۲). اندازه‌گیری درصد روغن با دستگاه سوکسله انجام شد (AOAC, 1990). داده‌های حاصل از اندازه گیری های مختلف با استفاده از نرم افزار SAS (SAS Institute, 1999) تجزیه و تحلیل آماری شده، مقایسهٔ میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی، محلول-پاشی عناصر کم‌مصرف و رقم در سطح آماری ۱ درصد و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی در سطح آماری ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه سویا داشتند. ولی اثر متقابل تنش

در رقم، تنش در محلول‌پاشی و تنش خشکی در محلول‌پاشی در رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه سویا نداشتند (جدول ۲ و ۵). مقایسه میانگین تأثیر عامل تنش خشکی بر عملکرد دانه نشان داد که بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۳۱۹۲ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۲۲۱۱ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی یکی از مکانیسم‌های فرار از تنش، کاهش دوره رشد گیاه و زوال سریع‌تر برگ‌هاست کمتر بودن شاخص سطح برگ و دوام سطح برگ سبب کاهش تولید ماده خشک و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (کریمی و سدیک، ۱۳۹۰). حسنی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی کنجد و امینی‌فر و همکاران (۱۳۹۲) بر روی سویا نتایج مشابهی بدست آوردند. مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نشان داد که بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۱٦۰/٤ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و کمترین عملکرد دانه در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر یا شاهد با میانگین ۲۱۹۰/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). افزایش عملکرد با محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور این عناصر، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فسفواینول‌پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفراشاره کرد (کریشما ، ۱۹۹۵). وجود عناصر کم‌مصرف در گیاه به دلیل افزایش فتوسنتز باعث افزایش هیدرات‌های کربن و مواد پروتئینی می‌شود و از آن‌جایی که در نهایت ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی این عناصر باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (تاتاری، ۲۰۰٤). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد دانه در اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در آبیاری نرمال با میانگین ۳۵۸۲/٤ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۱٤۹٤/۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. همچنین بین اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در تنش در مرحله غلاف‌دهی با اثر متقابل محلول-پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله گلدهی اختلافی در عملکرد دانه مشاهده نشد. مطابق همین شکل اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در آبیاری نرمال با اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله غلاف‌دهی و اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله گلدهی اختلافی در عملکرد دانه مشاهده نشد. اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در آبیاری نرمال اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه با اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله غلاف‌دهی نداشتند (جدول ٤). مقایسه میانگین تأثیر عامل رقم بر عملکرد دانه نشان داد بیشترین عملکرد دانه در تیمار رقم M_7 با میانگین ۲۸۳۱/۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار رقم M_9 با میانگین ۲٦۱۲/۲ کیلوگرم در هکتار دیده شد (جدول ۳). متفاوت بودن عملکرد دانه در بعضی از ارقام گیاهان روغنی در شرایط تنش خشکی توسط سایر محققین گزارش شده است. در آزمایشی روی ارقام گلرنگ (محلی اصفهان، اراک ۲۸۱۱ و FO2) اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه در این تحقیق در رقم محلی اصفهان و کمترین آن در رقم اراک ۲۸۱۱ حاصل شد. ضمناً مقدار آن در این رقم اختلاف معنی‌داری با عملکرد دانه در رقم FO2 نداشت (امیدی، ۱۳۹۰). در آزمایشی بر روی ارقام گلرنگ (محلی اصفهان، ژیلا، لیساف و دنسر) اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد. بیش‌ترین عملکرد دانه در رقم دنسر و کمترین آن در رقم ژیلا دیده شد (بالجانی و شکاری، ۱۳۹۰). در آزمایشی بر روی ارقام گلرنگ (کوسه، PI و IL 111) اثر رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (بالجانی و شکاری، ۱۳۹۰). بیشترین عملکرد دانه در این آزمایش در رقم کوسه و کمترین آن در رقم (IL 111) دیده شد (بهدانی و جامی الاحمدی، ۱۳۸۸).

درصد پروتیین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی در سطح آماری ۵ درصد و اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در سطح آماری ۱ درصد تاثیر معنی‌داری بر درصد پروتیین سویا داشتند. ولی اثر رقم، اثر متقابل تنش در محلول‌پاشی، تنش در رقم، محلول‌پاشی در رقم و اثر متقابل تنش حشکی در محلول‌پاشی در رقم اثر معنی‌داری بر درصد پروتیین سویا نداشتند (جدول ۲ و ۵). مقایسه میانگین تأثیر عامل تنش خشکی روی درصد پروتیین دانه نشان داد که بیشترین درصد پروتیین دانه مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۲٦/۵٤ درصد بود که اختلاف معنی‌داری با تنش در مرحله غلاف‌دهی با میانگین ۲۵/۷۸ بر درصد پروتیین نداشت و کمترین آن مربوط به آبیاری نرمال با میانگین ۲٤/۷٤ درصد بود (جدول ۳). در شرایط تنش خشکی بر اثر بسته شدن نسبی روزنه‌ها جذب و تثبیت CO_2 کاهش می‌یابد بنابراین، فتوسنتز کاهش و میزان کل مواد پرورده برای پر شدن دانه‌ها کاهش می‌یابد ولی با انتقال مجدد نیتروژن

از برگ‌ها به دانه میزان پروتیین دانه افزایش می‌یابد (خواجویی نژاد و همکاران، ١٣٨٤). تنش خشکی موجب کوتاه شدن دوره رشد زایشی، و کاهش زمان ذخیره نشاسته در دانه می‌شود و در نتیجه آن میزان پروتیین دانه افزایش می‌یابد (ساجدی و رجالی، ١٣٩٠). امینی‌فر و همکاران (١٣٩٢) بر روی سویا و جلیلیان و همکاران (١٣٨٩) بر روی ذرت به نتایج مشابهی دست یافتند. مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نشان داد که بیشترین درصد پروتیین دانه با میانگین ٢٦/٥٠ درصد مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار یک مرحله محلول‌پاشی در زمان گلدهی با میانگین ٢٥/٩٥ درصد نداشت و در یک گروه قرار گرفتند و کمترین درصد پروتیین دانه در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر یا شاهد با میانگین ٢٤/٦٢ درصد بود (جدول ٣). افزایش پروتیین خام را در شرایط محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف از یک سو می‌توان به تاثیر غیر مستقیم عناصر کم‌مصرف در افزایش جذب نیتروژن نسبت داد. یعنی گیاه با در دسترس داشتن عناصر کم‌مصرف، استفاده‌ی بیشتر و بهینه‌ای از نیتروژن موجود در خاک کرده و در نتیجه پروتیین‌سازی افزایش یافته است. از سوی دیگر عناصر کم مصرف در ساختمان برخی از پروتیین‌ها و همچنین در متابولیسم نیتروژن شرکت می‌کنند و از این طریق نیز ممکن است باعث افزایش مقدار پروتیین گردند (سهرابی و همکاران ٢٠١٢).

درصد روغن

نتایج نشان داد اثر تنش خشکی در سطح آماری ١ درصد و اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در سطح آماری ٥ درصد تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن سویا داشتند. ولی اثر رقم، اثر متقابل تنش در محلول‌پاشی، تنش در رقم، محلول‌پاشی در رقم و اثر متقابل تنش حشکی در محلول‌پاشی در رقم اثر معنی‌داری بر درصد روغن سویا نداشتند (جدول ٢ و ٥). مقایسه میانگین تاثیر عامل تنش خشکی بر درصد روغن دانه نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال با میانگین ١٧/٩١ درصد بود که با تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی با میانگین ١٧/٤ درصد اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند و کمترین درصد روغن دانه با میانگین ١٦/٢ درصد مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی بود (جدول ٣). درصد روغن به اندازه دانه بستگی دارد و دانه‌های کوچک‌تر درصد روغن بالاتری دارند و تنش کم آبی وزن دانه‌ها را نسبت به درصد روغن بیشتر تحت تاثیر قرار می‌دهد (لوپز و همکاران، ١٩٩٩). در شرایط تنش کمبود آب با کوچک شدن اندازه دانه، روغن حجم بیشتری از فضای دانه را نسبت به شرایط غیر تنش اشغال می‌کند (دانشیان و همکاران، ١٣٨١). درصد روغن عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه، که شامل پوست و فیبر می‌شود چون در شرایط اعمال تنش کل وزن دانه کاهش می‌یابد این نکته باعث می‌شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن تغییر چندانی نداشته باشد (کومار و همکاران، ٢٠٠١). امینی فر و همکاران (١٣٩٢) بر روی سویا و جباری و همکاران (١٣٩٠) بر روی آفتابگردان نتایج مشابهی گزارش دادند. مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نشان داد که بیشترین درصد روغن دانه با میانگین ١٧/٧٠ درصد مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر کم-مصرف در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی بود که اختلاف معنی-داری با تیمار یک مرحله محلول‌پاشی در زمان گلدهی با میانگین ١٧/٠٦ درصد نداشت و در یک گروه قرار گرفتند و کمترین درصد روغن دانه در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر یا شاهد با میانگین ١٦/٧٥ درصد بود (جدول ٣).

عملکرد پروتیین

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و رقم در سطح آماری ١ درصد و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در سطح آماری ٥ درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد پروتیین سویا داشتند. ولی اثر متقابل تنش در رقم، محلول‌پاشی در رقم و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی در رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد پروتیین سویا نداشتند (جدول ٢ و ٥). مقایسه میانگین تأثیر عامل تنش خشکی روی عملکرد پروتیین دانه نشان داد که بیشترین عملکرد پروتیین دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال با میانگین ٧٩٣/٨ کیلوگرم در هکتار بود که با تیمار تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی با میانگین ٧١٥/١ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه قرار گرفتند و کمترین عملکرد پروتیین دانه با میانگین ٥٩٠/٦ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تنش خشکی در مرحله گلدهی بود (جدول ٣). مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نشان داد که بیشترین عملکرد پروتیین دانه با میانگین ٨٣٥/٧ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و کمترین عملکرد پروتیین دانه در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر یا شاهد با میانگین ٥٣٥/١ کیلوگرم در هکتاردیده شد (جدول ٣). نتایج مقایسه میانگین نشان داد

بیشترین عملکرد پروتیین دانه در اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در آبیاری نرمال با میانگین ۹۲۲/۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد پروتیین دانه در اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۳۸۵/۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ٤). همچنین بین اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در آبیاری نرمال با اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله غلاف-دهی، اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله گلدهی و اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله غلاف‌دهی اختلافی در عملکرد پروتیین دانه مشاهده نشد، بین اثر متقابل عدم محلول-پاشی در آبیاری نرمال با اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در تنش در مرحله غلاف‌دهی و اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله گلدهی اختلافی در عملکرد پروتیین دانه مشاهده نشد (جدول ٤).

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی و رقم سویا بر صفات مورد مطالعه

		میانگین مربعات				
منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	درصد پروتیین	درصد روغن	عملکرد پروتیین دانه	عملکرد روغن دانه
بلوک	۳	۹۶۰۸٤/۷^{ns}	۱۱/۹۳۱	۰/۸۱۲	۲۵۳۷۹/۵۱۰	۱٦۹٤/۹۰٤
تنش خشکی	۲	۵۸۰۵۸۹٤/۳**	۱۹/٦۰۱*	۱۸/٦٦۲**	۲۵۱۹۰٤/۱۹٦**	۲۷۰۸۱۹/۵۲٦**
خطای اصلی	٦	۱۸٦۹۰۵/٦	۲/۷٦٤	۰/۷۷٦	۱۵۵۲۹/۵٤٤	۲۹٤۹/۲٦۰
محلول‌پاشی	۲	۵۷۹۳۷۲۷/٤**	۲۲/٤۵٤**	۵/۵۳۲*	۵۵٦۹۹۵/۰۹۷**	۲۱۹۲۷٤/۹۰۱**
تنش خشکی × محلول‌پاشی	٤	۱۷۹٦۰٤/٤*	۰/٦۷٦^{ns}	۰/۳۱۹^{ns}	۹۲۸۵/٤۹۲*	۳۳۸۱/۰۷٤*
رقم	۱	۸٦٤۹۸۵/۱**	۰/۰۳٦^{ns}	۰/۸۲۳^{ns}	۵٦٦۸۹/۰٤۱**	۳٤۷۰۲/۹٤۸**
تنش خشکی × رقم	۲	۱۳۱۰۸/٦*	۰/۱۹۱^{ns}	۰/۰۲۷^{ns}	۲٤۷/۹۰۹^{ns}	۵۳۱/۰٦۸^{ns}
محلول‌پاشی × رقم	۲	۲۲۳۲۱/۲۵*	۰/۹۲۵^{ns}	۰/۱٤۲^{ns}	۳۹۵۹/۵۸۷^{ns}	۱۲۱۷/۷٦۲^{ns}
اثر سه گانه	٤	۵۵۰۱۰/۰^{ns}	۰/۲۳۵^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}	۱۰۸۰/۰۵۲^{ns}	۲۷۱/٤۳۳^{ns}
خطای فرعی	٤۵	۵۵۰۱۰/۸	۲/۰۵۱	۱/۲٤۸	۵٤۲۰/۵۹٦	۳۳٦۵/۱٦٤
ضریب تغییرات (٪)	-	۸/٦۲٪	۵/۵۷	٦/۵۱	۱۰/۵۲	۱۲/۳۰

ns ,*, ** به ترتیب غیرمعنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده تأثیر تنش خشکی، محلول‌پاشی و رقم سویا بر صفات مورد مطالعه

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	پروتیین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	عملکرد پروتیین دانه (kg/ha)	عملکرد روغن دانه (kg/ha)
تنش خشکی					
آبیاری نرمال	۳۱۹۲ a	۲٤/۷٤b	۱۷/۹۱ a	۷۹۳/۸ a	۵۷۱/۸ a
تنش خشکی در مرحله گلدهی	۲۲۱۱ c	۲٦/۵٤ a	۱٦/۲۰ b	۵۹۰/٦ b	۳٦۰/۲ c
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی	۲۷٦۳ b	۲۵/۷۸ ab	۱۷/٤۰ a	۷۱۵/۱ a	٤۸۲/۸ b
محلول‌پاشی کم‌مصرف					
شاهد	۲۱۹۰/۹ c	۲٤/٦۲ b	۱٦/۷۵ b	۵۳۵/۱ c	۳۷۱/۲ c
یک مرحله محلول‌پاشی	۲۸۱٤/۱ b	۲۵/۹۵ a	۱۷/۰٦ ab	۷۲۷/۸ b	٤۸۲/٤ b
دو مرحله محلول‌پاشی	۳۱٦۰/٤ a	۲٦/۵۰a	۱۷/۷۰a	۸۳۵/۷ a	۵٦۱/۳ a
رقم					
M_7	۲۸۳۱/۵ a	۲۵/٦ a	۱۷/۲۷ a	۷۲۷/۹ a	٤۹۳/۵ a
M_9	۲٦۱۲/۲ b	۲۵/۷ a	۱۷/۰٦ a	٦۷۱/۷ b	٤٤۹/٦ b

در هر ستون اعدادی که دارای ضریب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند .

مقایسه میانگین تاثیر عامل رقم بر عملکرد پروتیین دانه نشان داد بیشترین عملکرد پروتیین دانه در تیمار رقم M_7 با میانگین ۷۲۷/۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار رقم M_9 با میانگین ٦٧١/٧ کیلوگرم در هکتار دیده شد (جدول ۳). آزمایشات مختلفی توسط سایر محققین در مورد تأثیرات ارقام مختلف گیاهان روغنی در شرایط تنش خشکی اجرا شده است. به‌عنوان مثال، در آزمایشی بر روی ذرت اثر ارقام (زرفام، لیکورد و اورنیت) بر درصد پروتیین معنی‌دار شد و حداکثر و حداقل درصد پروتئین به‌ترتیب در ارقام لیکورد و زرفام دیده شد که این مقدار درصد پروتیین در رقم زرفام اختلاف معنی‌داری با درصد پروتیین در رقم اورنیت نداشت (امیری و همکاران، ۱۳۹۱). در آزمایشی بر روی سه رقم گلرنگ (IL، LSP و محلی اصفهان) اثر رقم بر درصد پروتیین معنی‌دار شد و بیشترین درصد پروتیین در رقم محلی اصفهان و کمترین آن در رقم IL دیده شد (بهدانی و جامی الاحمدی، ۱۳۸۸).

عملکرد روغن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف و رقم در سطح آماری ۱ درصد و اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی در سطح آماری ۵ درصد تاثیر معنی‌داری بر عملکرد روغن سویا داشتند. ولی اثر متقابل تنش در رقم، محلول‌پاشی در رقم و تنش خشکی در محلول-پاشی در رقم اثر معنی‌داری بر عملکرد روغن سویا نداشتند (جدول ۲ و ۵). مقایسه میانگین تاثیر عامل تنش خشکی بر عملکرد روغن دانه نشان داد که بیشترین عملکرد روغن دانه مربوط به تیمار آبیاری نرمال با میانگین ۵۷۱/۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن دانه مربوط به تیمار تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۳٦۰/۲ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین سطوح مختلف محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نشان داد که بیشترین عملکرد روغن دانه با میانگین ٥٦١/٣ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی و کمترین عملکرد روغن دانه در تیمار محلول‌پاشی آب مقطر یا شاهد با میانگین ۳۷۱/۲ کیلوگرم در هکتاردیده شد (جدول ۳). مقایسه میانگین تاثیر عامل رقم بر عملکرد روغن دانه نشان داد بیشترین عملکرد روغن دانه در تیمار رقم M_7 با میانگین ٤٩٣/٥ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تیمار رقم M_9 با میانگین ٤٤٩/٦ کیلوگرم در هکتار دیده شد (جدول ۳). تأثیرات متفاوت درصد روغن تحت شرایط تنش خشکی در ارقام سایرگیاهان روغنی توسط محققین مختلف نیز گزارش شده است. در آزمایشی بر روی ارقام گلرنگ (محلی اصفهان، اراک ۲۸۱۱ و FO2) اثر رقم بر درصد روغن تحت شرائط تنش معنی‌دار نشد (امیدی، ۱۳۹۰). در آزمایشی بر روی ارقام گلرنگ (محلی اصفهان، ژیلا، لیساف و دنسر) اثر رقم بر عملکرد دانه تحت شرائط تنش خشکی معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد دانه در رقم دنسر و کمترین آن در رقم ژیلا دیده شد. درصد روغن رقم ژیلا اختلاف معنی‌داری با رقم محلی اصفهان نداشت (بالجانی و شکاری، ۱۳۹۰). در آزمایشی تحت شرائط تنش خشکی بر روی چهار رقم کلزا (الایت، اکاپی، زرفام و اس-ال‌ام) اثر رقم بر درصد روغن معنی‌دار شد و بیشترین درصد روغن در رقم الایت و کم‌ترین آن در رقم اس‌ال‌ام دیده شد (سپهری و همکاران، ۱۳۸۹). درصد روغن هم به عوامل محیطی و هم به خصوصیات ژنتیکی ارقام بستگی دارد علت متفاوت بودن درصد روغن در ژنوتیپ‌های مختلف بزرک متفاوت بودن آن‌ها در خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد است (مدنی و سلطانی، ۱۳۸۹). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین عملکرد روغن دانه در اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در آبیاری نرمال با میانگین ٦٥١/٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد روغن دانه در اثر متقابل عدم محلول-پاشی در تنش در مرحله گلدهی با میانگین ۲٤۳ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ٤ و ٥). همچنین بین اثر متقابل اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در آبیاری نرمال با اثر متقابل محلول-پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله غلاف‌دهی و اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله گلدهی اختلاف معنی‌داری در عملکرد روغن مشاهده نشد همچنین مطابق همین شکل بین اثر متقابل عدم محلول‌پاشی در تنش در مرحله غلاف‌دهی با اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در تنش در مرحله گلدهی اختلافی در عملکرد روغن دیده نشد اثر متقابل محلول‌پاشی در مرحله گلدهی در آبیاری نرمال نیز اختلاف معنی‌داری در عملکرد روغن با اثر متقابل محلول‌پاشی در مراحل گلدهی و غلاف‌دهی در تنش در مرحله غلاف‌دهی مشاهده نشد (جدول ٤). در مجموع، تنش باعث کاهش عملکرد روغن شد .کاهش زیاد عملکرد روغن به علت تأثیر تنش در کاهش ظرفیت دانه ها برای تجمع روغن و کاهش درصد روغن دانه ها، همچنین کاهش عملکرد دانه است . پژوهشگران دیگر نیز نشان داده اند تنش خشکی عملکرد روغن سویا را کاهش می دهد (دانشیان و همکاران، ۱۳۸۸).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی× محلول پاشی، محلول پاشی×رقم و تنش خشکی×رقم بر صفات مورد مطالعه

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	پروتیین دانه (درصد)	روغن دانه (درصد)	عملکرد پروتیین دانه (kg/ha)	عملکرد روغن دانه (kg/ha)
آبیاری نرمال × شاهد	۲۷۷۲/۳d	۲۳/۳۰c	۱۷/٦٤ab	٦٤٧/٤c	٤٨٨/۰c
آبیاری نرمال × یک مرحله کم‌مصرف	۳۲۲۱/۲b	۲۵/۱۹bc	۱۷/۹۲ab	۸۱۱/٤b	۵۷۵/۷b
آبیاری نرمال × دو مرحله کم‌مصرف	۳۵۸۲/٤a	۲۵/۷٤abc	۱۸/۱۷a	۹۲۲/۷a	٦۵۱/٦a
تنش خشکی در مرحله گلدهی × شاهد	۱٤۹٤/۳f	۲۵/۷٤abc	۱۵/۷۰d	۳۸۵/۷d	۲٤۳/۰e
تنش خشکی در مرحله گلدهی × یک مرحله کم‌مصرف	۲۳٤۷/٤e	۲٦/٦۳ab	۱٦/۰٦cd	٦۲۵/۱c	۳۷۷/۰d
تنش خشکی در مرحله گلدهی × دو مرحله کم‌مصرف	۲۷۹۱/۰d	۲۷/۲٦a	۱۸/۸۳bcd	۷٦۱/۱b	٤٦۹/۷c
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی × شاهد	۲۳۰٦/۱e	۲٤/۸۱c	۱٦/۹۲abc	۵۷۲/۳c	۳۹۱/۲d
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی × یک مرحله کم‌مصرف	۲۸۷٤/۹cd	۲٦/۰۵abc	۱۷/۲۰abc	۷٤۹/۸b	٤۹٤/٤c
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی × دو مرحله کم‌مصرف	۳۱۰۷/۹bc	۲٦/٤۹ab	۱۸/۰۹ab	۸۲۳/۲b	۵٦۲/۷b
شاهد × رقم M_7	۲۲۷۱d	۲٤/۹۲c	۱٦/۸۱b	۵۵۳/۵d	۳۸٤/۸d
شاهد × رقم M_9	۲۱۱۱d	۲٤/۷٤bc	۱٦/٦۹b	۵۱٦/۷d	۳۵۷/۳d
یک مرحله محلول‌پاشی کم‌مصرف × رقم M_7	۲۹۵۵b	۲٦/۱۵a	۱۷/۱۲ab	۷۷۱/٤b	۵۰۸/٤b
یک مرحله محلول‌پاشی کم‌مصرف × رقم M_9	۲٦۷۳c	۲۵/۷۵ab	۱۷/۰ab	٦۸٦/۱c	٤۵٦/۲c
دو مرحله محلول‌پاشی کم‌مصرف × رقم M_7	۳۲٦۸a	۲٦/۳۵a	۱۷/۸۹a	۸۵۸/۸a	۵۸۷/۳a
دو مرحله محلول‌پاشی کم‌مصرف × رقم M_9	۳۰۵۳b	۲٦/٦٤a	۱۷/۵۰ab	۸۱۲/۵ab	۵۳۵/۳b
آبیاری نرمال × رقم M_7	۳۳۰۸a	۲٤/۷٦b	۱۸/۰a	۸۲۳/٦a	۵۹٦/۱a
آبیاری نرمال × رقم M_9	۳۰۷٦b	۲٤/۷۱b	۱۷/۸۲a	۷٤٦/۰ab	۵٤۷/٤b
تنش خشکی در مرحله گلدهی × رقم M_7	۲۲۹٤d	۲٦/۵۷a	۱٦/۳٤b	٦۱٤/۹d	۳۷٦/۷d
تنش خشکی در مرحله گلدهی × رقم M_9	۲۱۲۷d	۲٦/۵۰a	۱٦/۰۵b	۵٦٦/۲d	۳٤۳/٦d
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی × رقم M_7	۲۸۹۲b	۲۵/٦۵ab	۱۷/٤۹a	۷٤۵/۱bc	۵۰۷/۷b
تنش خشکی در مرحله غلاف‌دهی × رقم M_9	۲٦۳٤c	۲۵/۹۰ab	۱۷/۳۱a	٦۸۵/۰c	٤۵۷/۸c

در هر ستون اعدادی که دارای ضریب مشترکی هستند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری نشان ندادند .

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی عناصر کم-مصرف و رقم در بیشتر صفات مورد بررسی معنی‌دار بوده و بیشترین عملکرد کمی و کیفی سویا در شرایط بدون تنش، محلول‌پاشی در دو مرحله گلدهی و غلاف‌دهی و رقم M_7 حاصل شد و حساس‌ترین مرحله رشدی سویا نسبت به تنش خشکی مرحله گلدهی بوده که با توجه به نتایج حاصله می‌توان برای حصول بالاترین عملکرد در گیاه سویا باید مدیریت صحیح در آبیاری و تغذیه مواد غذایی در مرحله گلدهی را اعمال نمود.

منابع

احمدی، ک.، قلی زاده، ح. ا.، عبادزاده، ح.، حسین پور، ر.، حاتمی، ف.، فضلی، ب.، کاظمیان، ا. و رفیعی، م. ۱۳۹۳. آمار نامه کشاورزی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲. تهران: وزارت جهادکشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات، ۱۳۹٤.

اکرمی فرشته م. وزان س. و گل‌زردی ف. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا مجله پژوهش در علوم زراعی، سال چهارم، شماره ١٦، ص ۵۱-۳۹.

امیدی، ا.ح. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به‌زراعی نهال و بذر، جلد ۲-۲۵، شماره ۱، ص ۳۱-۱۵.

امیری، ا. قنبری، ا. بوسلی، ا. رستگاری‌پور، ف و روشنی، ش. ۱۳۹۱. بررسی صفات کمی و کیفی ارقام کلزا تحت شرایط تنش رطوبتی و شناسایی بهترین رقم بر اساس شاخص‌های مقاومت. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، سال چهارم، شماره پانزده، ص ۲۸-۱۷.

امینی‌فر، ج. محسن‌آبادی، غ.ر. بیگلویی، م.ح. و سمیع‌زاده، ح.ا. ۱۳۹۲. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب رقم T.215سویا. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۳٤-۲٤.

امینی‌فر، ج. محسن‌آبادی، غ.ر. بیگلویی، م.ح. و سمیع‌زاده، ح.ا. ۱۳۹۲. تأثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب رقم T.215سویا. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره ۱۱، ص ۳٤-۲٤.

امینی فر، ج.، بیگلویی، م .ح.، محسن آبادی، غ .و سمیع زاده، ح .۱۳۹۱ . اثرات کم آبیاری بر عملکرد کمی و کیفی رقم های سویا در منطقه رشت .مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵ (۲): ۱۰۹-۹۳.

بابازاده، ح.، سرایی تبریزی، م.، پارسی نژاد، م .و مدرس ثانوی، س .ع .م .۱۳۸۹ . بررسی برخی صفات کیفی و کمی زراعی سویا (*Glycin Max* L.) در شرایط تنش آبی .پژوهش آب در کشاورزی (علوم خاک و آب)، ۲٤ (۲): ۱۰۹-۹۹.

بالجانی، ر و شکاری، ف. ۱۳۹۰. تاثیر پیش تیمار با سالیسیلیک اسید بر روابط شاخص‌های رشد و عملکرد در گیاه گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی آخر فصل. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، جلد ۲۲، شماره ۱، ۱۰۳-۸۷.

بهدانی، م.ع و جامی‌الاحمدی، م. ۱۳۸۸. عکس‌العمل ارقام گلرنگ بهاره به فواصل مختلف آبیاری در شرایط بیرجند. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، جلد ۸، شماره ۲، ص ۳۲۳-۳۱۵.

پورموسوی، س.م.، گلوی، م.، دانشیان، ج.، قنبری، ا .و بصیرانی، ن .۱۳۸٦ . بررسی تأثیر تنش خشکی و کود دامی بر محتوای رطوبت، میزان پایداری غشای سلول و محتوای کلروفیل برگ سویا .علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ١٤ (٤): ١٣٤-١٢٥.

جباری، ح. دانشیان، ج و علی‌آبادی‌فراهانی، ح. ۱۳۹۰. استفاده از تلاش بازآوری، عملکرد کمی و کیفی برای شناسایی هیبریدهای آفتابگردان متحمل به تنش خشکی. فصلنامه علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره ۳، شماره ۱، ص ۲۳-۹.

جلیلیان، ج. س. مدرس‌ثانوی، ع. م. اصغرزاده، ا. و فرشادفر، م. ۱۳۸۹. اثر تلقیح‌کننده¬های میکروبی و تنش خشکی بر ترکیب اسیدهای چرب آفتابگردان. خلاصه مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. موسسه تحقیقات و اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج. مرداد ماه، صفحه ۱۲-٦.

حاتمی، ح.، ا .آینه‌بند، م .عزیزی و ع .دادخواه .۱۳۸۸ . تأثیر کود نیتروژن بر رشد و عملکرد ارقام سویا در خراسان شمالی .مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۲ (۲): ٤۲-۲۵.

حسنی، م. حیدری، م و برزگری، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر کود آهن و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد در شرایط تنش خشکی در گتوند. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز سال چهارم، شماره شانزدهم، ص ٤۲-۳۳.

خواجویی نژاد، غلامرضا. و[کاظمی، حمدالله. آلیاری، هوشنگ. جوانشیر، عزیز. و آروین، محمدجواد]. (۱۳۸٤). تأثیر رژیم های آبیاری و تراکم کاشت بر عملکرد، کارایی مصرف آب و کیفیت دانه سه رقم سویا در کشت تابستانه در شرایط آب و هوایی کرمان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۹ (٤): ۱۵۱-۱۳۷.

خواجویی نژاد، غ.، کاظمی، ح.، آلیاری، ه.، جوانشیر، ع .و آروین، م.ج .۱۳۸۳. اثر رژیم های مختلف آبیاری و تراکم کاشت بر ویژگی های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در کشت دوم .دانش کشاورزی، ١٤ (۲): ۷۰-۵۷.

دانشیان، جهانفر. نورمحمدی، قربان. و پریسا، جنوبی. (۱۳۸۱). بررسی واکنش سویا به تنش خشکی و مقادیر مختلف فسفسر. چکیده مقالات

هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج.

دانشیان، ج.، نورمحمدی، ق .و جنوبی، پ .۱۳۸۱ . تأثیر تنش خشکی و سطوح کود فسفر روی سویا .هفتمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات .کرج.

رحیمی‌زاده، م. کاشانی، ع. زارع‌فیض‌آبادی، ا. مدنی، ح و سلطانی، ا. ۱۳۸۹. تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۳، شماره ۱، ص ۷۲-۵۷.

دانشیان ، ج.، هادی، ح. و جنوبی، پ۱۳۸۸. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ژنوتیپ های سویا در شرایط تنش کم آبی. مجله علوم زراعی ایران،۱۱(٤):٤٠٩-۳۹۳.

رضوانی، م.، ب .افشنگ، ع .قلیزاده و ف .زعفریان .۱۳۹۰ . ارزیابی تأثیر قارچ میکوریزا و منابع مختلف فسفر بر رشد و جذب فسفر در سویا .مجله مدیریت و تولید پایدار. ۱ (۲): ۱۱۸-۹۷.

ساجدی، ن.ع. ف. رجالی. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی، کاربرد روی و تلقیح میکوریز بر جذب عناصر کم مصرف در ذرت. مجله پژوهش-های خاک (علوم آب و خاک) جلد ۲۵، شماره ۲، ص ۹۲-۸۳

سبک دست نودهی، م.، زینالی خانقاه، ح .و خیال پرست، ف .۱۳۸۷ . بررسی ارتباط عملکرد و اجزای عملکرد دانه با میزان روغن، ترکیب اسیدهای چرب و پروتئین دانه سویا .مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۳۹ (۱): ۲۲۰-۲۱۱.

سپهری، ع. گل‌پرور، ا.ر. قوشچی، ف و شیراسماعیلی، غ.ح. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش خشکی بر محتوای روغن، عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ارقام کلزا. پنجمین همایش ایده‌های نو در کشاورزی، ۲۸-۲۷ بهمن.

شاه‌مرادی ش (۱۳۸۲) بررسی اثرا ت تنش خشکی بر روی صفات کمی و کیفی ارقام و لاین های پیشرفتهٔ سویا. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه تهران.

شیری‌جناقرد، م .و ی، راعی .۱۳۹۳ . اثر باکتری‌های محرک رشد بر گرهزایی و عملکرد روغن و پروتئین دانه سویا. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ٢٤ (۱): ۸۲-٦۹.

عقیقی شاهوردی م. ف، عباسی شاهمرسی. و ب، ممیوند. ۱۳۹٤. ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی ۱۷ ژنوتیپ سویا (*Glycine max* L.). مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان. سال هفتم، شماره بیست و دوم، ۱۳۹٤.

کریمی، ا و سدیک، م. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر تنش خشکی روی عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ٤٠، شماره ۱، ص ۱۳٦-۱۲۵.

کارگر، س .م .ع.، قنادها، م .ر.، بزرگی پور، ر.، خواجه، ا.، عطاری، ا .ع .و بابایی، ح .ر .۱۳۸۳ . ارزیابی شاخص های تحمل به تنش خشکی در تعدادی از ژنوتیپ های سویا در شرایط آبیاری محدود .علوم کشاورزی ایران، ۳۵ (۱): ۱٤۲-۱۲۹.

مدنی، ح و سلطانی، م. ۱۳۸۹ . فیزیولوژی مقاومت به سرما و انجماد در کلزای پاییزه. پایان نامه دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

میرآخوری م، پاک نژاد ف، اردکانی م ر، پازوکی ع ر، ناظری پ و اسماعیل پور جهرمی (۱۳۸۸) ارزیابی اثر تنش خشکی و محلول پاشی متانول بر مقدار پروتیین و روغن دانه، سرعت و دورهٔ پر شدن دانهٔ سویا (L17). تنش های محیطی در علوم کشاورزی. ۲ (۲): ۱۸۳-۱۷۱.

Abayomi, A.Y. 2008. Comparative growth and grain yield response of early and late soybean maturity groups to induced soil moisture stress at different growth stage. World Journal of Agriculture Science, 4(1): 71-78.

Aghighi Shahverdi Kandi, M., A, Tobeh, A. Golipouri, S. Jahanbakhsh Godehkahriz and Z. Rastgar. 2012. Concentration changes of Lysine and Methionine amino acids in potatoes varieties affected by different levels of nitrogen fertilizer. TJEAS. 2:93- 96.

AOAC (1990) Association Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of AOAC. Washington DC.

Ball RA, Purcell LC and Vories ED (2000) Short-season soybean yield compensation in response to population and water regime. Crop Science. 40: 1070-1078.

Behtari, B., Dabbagh Mohamadi Nasab, A., Gasemi Golazani, K., Zehtab Salmasi, S., and Turchi, M. 2008. Effect of water deficit on yield and yield components of two soybean cultivars. Agricultural Science, 18(3): 135-125.

Clover G, Smith H and Jaggard K (1998) The crop under stress. British Sugar Beet Review. 66(3): 17-19.
Esmailian, Y., Sirousmehr A.R., Asghripour, M.R., and Amiri, E. 2012. Copmarison of sole and combined nutrient application on yield and biochemical composition of sunflower under water stress. International Journal of Applied, 2(3): 214-220.
FAO. 2013. Food Agricultural Organization. http://faostat.fao.org.
Hsiao TC (2000) Leaf and root growth in relation to water status. Horticultural Science. 35: 1051-1058.
Krishma S. 1995. Effect of sulphur and zinc application on yield, S and Zn uptake and protein content of mung. Legum Res. 18: 89-92.22.
Kumar, V. Behl, R. K and Narula, N. 2001. Establishment of phosphate solubilizing strains of Azotobacter chroococcum in rhizosphere and their effect on wheat under greenhouse conditions. Microb. Res 156: 87–93.
Lopez Pereira, M. Sadras, V.O. and Trapani, N. 1999. Genetic improvement of sunflower in Argetina between 1930 and 1995. I. Yield and its components. Filed Crops Res, 62: 157-166.
Muchow RC (1985) Phonology, seed yield and water use of legume grown under different soil regimes in semi-arid tropical environment. Field Crop Research. 11: 81-97.
SAS Institute. Inc. (1999) SAS/STAT User's Guide, Version 8.0. SAS Institute. Cary. NC.
Sohrabi Y. Habibi A. Mohammadi K. Sohrabi M. Heidari1 G. Khalesro S. and Khalvandi M. 2012. Effect of nitrogen (N) fertilizer and foliar-applied iron (Fe) fertilizer at various reproductive stages on yield, yield component and chemical composition of soybean (*Glycine max* L. Merr.) seed. African Journal of Biotechnology Vol. 11(40), pp. 9599-9605.
Tatari M. 2004. The effects of various levels of salinity and irrigation times on growth and yield of cumin in Mashhad conditions. MSc thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 87p. [In Persian with English Summary].
Vankhadeh, S. (2002). Response of sunflower to applied Zn, Fe, P, N. nes s.zz : 1 – 143 .144.

Evaluation the effect of drought stress and foliar micronutrients on yield of two soybean cultivars (*Glycin Max* L.) in Khorramabad region

R. Movahedi[1], A. Khourgami[2], M. Sayyahfar[3]

Received: Accepted:

Abstracts:

To evaluate the effects of drought and foliar micronutrients on yield, protein and oil content of soybeans, Split factorial randomized complete block design with four replications in crop year 2015-2014 was conducted at the research farm of Islamic Azad University, Khorramabad. Stress factor in three levels (control, tension and stress in flowering stage to the stage of pod) as the main factors and the factors at two levels (the M_7 and the M_9) and foliar application of micronutrients in three levels (non-sprayed, at the stage of flowering and foliar spray at flowering and pod filling stage) factorial trial were considered as secondary factors. The results showed the effects of drought stress, foliar application of micronutrients and the statistical level of 1% and sprayed on the surface of the interaction of drought stress in 5% had significant effect on grain yield. So that the highest grain yield of 3192 kg per hectare with an average normal irrigation and the lowest yield related to stress at flowering stage with an average of 2211 kg per hectare. The highest yield and quality of soybean in non-stress conditions, flowering and pod filling stage and sprayed in two digits (M_7) were the most sensitive growth stages of soybean to drought stress is the flowering stage.

Keywords: Flowering, seed yield, seed protein, seed oil, oilseed

1- Department of Agronomy, College of Agriculture, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
2- Department of Agronomy, College of Agriculture, Khorramabad Branch, Islamic Azad University, Khorramabad, Iran
3- Seed and Plant Improvement Research Department, Lorestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Khorramabad, Iran