تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی بر خصوصیات کمی و کیفی سویا در منطقه خرم‌آباد

سمیرا عادلی[1]، علی خورگامی[2] و مسعود رفیعی[3]

چکیده

برای بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا، آزمایشی در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واقع در منطقه کمالوند خرم آباد، به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل سه رقم سویای L17 , m9, m7 و محلول‌پاشی سولفات روی در سه سطح (صفر، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰٤ کیلوگرم در لیتر) در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف بودند. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، درصد روغن دانه، قطر ساقه، تعداد گره در ساقه اصلی، متوسط طول میانگره و شاخص برداشت بودند. نتایج آزمایش نشان داد که اثر رقم بر عملکرد دانه و عملکرد روغن در سطح احتمال ۱٪ و بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مربوط به رقم L17 به ترتیب با میانگین ۲۱۳۰/۹ و ۲٤٥۲/۳ کیلوگرم در هکتار بود. اثر اصلی سطوح مختلف محلول‌پاشی سولفات روی و رقم و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱٪ بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود و آن را کاهش داد. اثر اصلی سطوح مختلف محلول‌پاشی سولفات روی و رقم و هم‌چنین اثر متقابل آن‌ها بر هیچ یک از صفات قطر ساقه، تعداد گره در ساقه اصلی، متوسط طول میانگره و شاخص برداشت معنی‌دار نشد. با توجه به نتایج این تحقیق، محلول‌پاشی روی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ارقام سویا نداشته است.

واژه‌های کلیدی: محلول‌پاشی، سویا، سولفات روی، عملکرد.

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/٦/٦ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۱۰

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت واحد خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، خرم‌آباد، ایران. (نویسنده مسئول soya1388@gmail.com)

۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد.

۳- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی خرم‌آباد.

***این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول در گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد می‌باشد.**

مقدمه

با افزایش جمعیت جهان، نیاز به مواد غذایی از جمله غلات و دانه‌های روغنی رو به افزایش است. دانه‌های روغنی پس از غلات، دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسیدهای چرب، حاوی پروتئین زیاد نیز می‌باشند. بیشترین تولید دانه‌های روغنی در سال‌های اخیر به زراعت سویا اختصاص دارد. دلایل عمده این جهش را می توان در تولید و اصلاح ارقام متحمل به خشکی و گرما دانست (Asadi and Faraji, 2009). برای بالا بردن عملکرد و کیفیت محصول بهتر است قبل از اینکه گیاهان زراعی دچار کمبود شده و علایم کمبود عناصر ریز مغذی را نشان دهند، استفاده از کودها در برنامه زراعی قرار گیرد (Malakouti, 1998). رشد و نمو گیاهان علاوه بر عناصر پرمصرفی مانند نیتروژن بستگی به عناصر کم مصرف نیز دارد. عناصر کم مصرف عبارتند از روی، آهن، منگنز، بر، مس، مولیبدن و کلر. از زمان کشف ضروری بودن این عناصر تاکنون، تحقیقات زیادی روی هر یک از این عناصر انجام شده است (Malakouti, 2005).

با توجه به نقش روی در فعالیت‌های آنزیمی گیاه، عرضه این عنصر می‌تواند تأثیر بسزایی در کیفیت و کمیت تولید محصولات داشته باشد (Reddy *et al.,* 1993). در بعضی گزارشها از سویا به‌عنوان گیاهی حساس به کمبود روی نام برده شده است (Cakmak, 2007). روی عنصری است که در مقادیر بسیار کم اما حیاتی برای گیاه لازم است تا اجازه فعالیت‌های فیزیولوژیک را به گیاه بدهد. این فعالیت‌ها نقش مهمی را در فرایندهای فتوسنتز و تشکیل قند، سنتز پروتئین، رشد گیاه و مقاومت در برابر بیماری دارند. در اثر کمبود روی، این نوع فعالیت‌های فیزیولوژیک تضعیف شده و سلامت و مقاومت گیاه به خطر می‌افتد که این امر باعث افت محصول و پایین آمدن کیفیت آن خواهد شد (Malakouti, 2005). این عنصر نقش اساسی را در سنتز پروتئین‌ها، DNA و RNA ایفا می‌کند (Welch, 2001). روی از عناصر ریز مغذی است که جهت تشکیل و تولید میوه مناسب، با اندازه مطلوب مورد نیاز است. این عنصر در قسمتی از آنزیم کربونیک انهیدراز در همه بافت‌های فتوسنتزی حضور دارد و برای بیوسنتز کلروفیل مورد نیاز است. روی هم‌چنین در سنتز تریپتوفان که یک پیش ماده سنتز اکسین است نقش دارد (Marschner, 1995). اگرچه نیاز گیاهان به روی اندک است، ولی اگر مقدار کافی از این عنصر در دسترس گیاهان نباشد گیاهان دچار تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارایی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی خواهند شد (Baybordi, 2006). کمبود روی و منگنز و سایر عناصر ریزمغذی در خاک‌های آهکی گسترش جهانی دارد. در دنیا به ویژه در خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، کمبود روی یک مشکل بزرگ تغذیه‌ای است. در یک مطالعه جهانی که توسط «فائو» در ۳۰ کشور دنیا انجام گرفته، تخمین زده شده که حدود ۳۰ درصد خاک‌های تحت کشت دنیا و ۵۰ درصد خاک‌هایی که برای کشت غلات در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، مبتلا به کمبود روی هستند (Malakouti, 2005).

از سال ۱۹۹۰ کمبود روی در محصولات زراعی ایران، به رسمیت شناخته شد. در سال ۲۰۰۱ اعلام شد که ٤٠ درصد از زمین‌های زیر کشت گندم ایران، به شدت دارای کمبود روی هستند (Malakouti, 2007). مزارع گندم، ذرت، برنج، سویا، نخود، ذرت خوشه‌ای و مرکبات در ایران دچار کمبود روی هستند (Malakouti, 2007). یکی از راه‌های تأمین روی مورد نیاز گیاه محلول‌پاشی سولفات روی می‌باشد (Shirani Rad, 2005). از ویژگی‌های محلول‌پاشی یا تغذیه برگی می‌توان به کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات محیطی آن‌ها اشاره کرد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی مانند روی، بر، مس، آهن و منگنز در شرایط خاک‌های آهکی ایران نسبت به مصرف خاکی آن‌ها مناسب‌تر است. از مزایای محلول‌پاشی می‌توان برطرف نمودن سریع کمبود، آسان‌تر بودن اجرای آن، کاهش سمیت ناشی از تجمع این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت آن‌ها در خاک را نام برد (Konani, 2008). محلول‌پاشی کودهای مایع و تغذیه برگی یکی از روش‌های کارآمد کودهی است که عناصر غذایی را در اسرع وقت و به طور مستقیم در اختیار شاخه و برگ و میوه قرار می‌دهد (Ling and Silberbush, 2002). محلول‌پاشی روی موجب افزایش بازده محصول و بهبود مقاومت گیاه به قارچ‌ها می‌شود Obrador *et al.*, (2003). هم‌چنین افزایش عملکرد دانه سویا به‌وسیله محلول‌پاشی روی توسط محققین متعددی گزارش شده است (Rose *et al*., 2002; Berglund, 2002). هدف از این آزمایش بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم سویا در منطقه خرم آباد بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۸در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واقع در منطقه کمالوند خرم آباد، به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. این منطقه با ارتفاع ۱۲۸۱ متر از سطح دریا و با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤٨ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی قرار دارد. قبل از اجرای آزمایش از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از خاک مزرعه نمونه‌برداری و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و درصد عناصر موجود در خاک تعیین گردید (جدول ۱). ارقام مورد استفاده بودند که در تاریخ V_3=L17, V_2=m9, V_1=m7 ۱۳۸۸/۲/۲٤ به‌صورت دستی کاشته شدند. طول خطوط کاشت ۷ متر، فاصله بین ردیف‌های کاشت ٤۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها از هم ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شدند. هر کرت دارای چهار ردیف کاشت بود. بذرهای سویا قبل از کاشت با باکتری ریزوبیوم ژاپونیکم آغشته شدند. بر اساس نتایج آزمایش خاک، ٤۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره حاوی ٤٦ درصد نیتروژن قبل از کاشت به زمین اضافه شد. تنک کردن بوته ها در مرحله ٤-٦ برگی و آبیاری به‌صورت جوی و پشته با توجه به عرف منطقه هر ۱۰ روز یکبار انجام گردید. محلول‌پاشی با استفاده از نازل سم‌پاش، در عصر (ساعت ۵ تا ۸ بعد از ظهر) به‌عنوان خنک‌ترین ساعات روز و عدم وزش باد و کاهش عمل تبخیر، برای تمام سطح گیاه تا حد اشباع، در مرحله گل‌دهی و تشکیل غلاف انجام شد. غلظت عنصر روی در محلول‌ها به‌ترتیب برابر صفر، ۰/۰۰۲ kg/l و۰/۰۰٤ kg/l در نظر گرفته شد. کنترل علف‌های هرز در چندین نوبت به‌صورت دستی انجام گرفت. پس از رسیدن محصول از هر کرت تعداد ۱۲ بوته به‌صورت تصادفی جهت تعیین صفات قطرساقه، تعداد گره در ساقه، متوسط طول میانگره و شاخص برداشت، انتخاب شد. در هر کرت دو ردیف کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای آن به‌منظور کاهش اثر حاشیه حذف و بقیه جهت تعیین عملکرد برداشت شدند. برای تعیین عملکرد بیولوژیک، بخش هوایی گیاه (دانه و کاه) از سطح زمین در هر کرت به‌وسیله داس برداشت و توزین شد. شاخص برداشت از طریق تقسیم وزن دانه‌های ۱۲ بوته به مجموع وزن دانه و وزن خشک ساقه اصلی و فرعی و وزن خشک پوسته غلاف (عملکرد بیولوژیک) آن‌ها محاسبه گردید درصد روغن با روش سوکسله اندازه‌گیری شد (Kaufman, 1958). مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن و تجزیه واریانس، بررسی همبستگی صفات با استفاده از نرم‌افزار MSTATC و رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد دانه اثر معنی‌داری نداشت، ولی عملکرد دانه تحت تأثیر ارقام مورد بررسی بود که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. هم‌چنین اثر متقابل معنی‌داری میان دو فاکتور (رقم و سطوح مختلف روی) مشاهده نشد (جدول ۲). در میان ارقام مورد بررسی رقم L17 بالاترین عملکرد دانه را با میانگین ۲۱۳۰/۹ کیلوگرم در هکتار دارا بود، ولی دو رقم دیگر (m7 و m9) اختلاف معنی‌داری با هم نداشتند و در یک سطح آماری قرار گرفتند (شکل۱). در این بررسی همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و سایر صفات اندازه‌گیری شده دیده شد (جدول۳). بیشترین همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک با ضریب همبستگی $r=۰/۹۰^{**}$ به‌دست آمد (جدول ۳).

در تحقیقات دیگر نیز به معنی‌دار نبودن محلول‌پاشی بر عملکرد اشاره شده است (Jamson *et al.*, 2009). یکی از علل عدم تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد را می‌توان به این موضوع ارتباط داد که محلول‌پاشی در این مراحل از رشد، کافی نبوده است. ینو و همکاران (Yino *et al.*, 1997) زمان استفاده از کودهای روی را مهم‌ترین عامل در افزایش عملکرد دانه سویا دانستند و بیان داشتند که مقادیر مختلف روی زمانی اثر مثبت خود را بر روی گیاه و افزایش عملکرد نشان می‌دهد که علایم کمبود در گیاه مشاهد شود. زهتاب سلماسی و همکاران (Zehtab Salmasi *et al.*, 2004) عامل رقم را بر عملکرد دانه مؤثر دانسته‌اند. حبیب‌زاده و همکاران (Habibzade *et al.*, 2002) نیز در آزمایش‌های خود، عدم تأثیر روی در افزایش عملکرد دانه را بیان کرده‌اند.

عملکرد بیولوژیک

اثر رقم بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار شد، ولی سطوح مختلف محلول‌پاشی با سولفات روی و اثر متقابل این دو عامل معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در میان ارقام، رقم L17 دارای بیشترین

عملکرد بیولوژیک با میانگین ۲٤۵۲/۳ کیلوگرم در هکتار بود. علت بالا بودن عملکرد بیولوژیک رقم L17 را می‌توان به دارا بودن ارتفاع و شاخه‌های فرعی بیشتر، نسبت به دو رقم دیگر نسبت داد. میان دو رقم دیگر اختلافی مشاهده نشد و در یک سطح آماری قرار گرفتند (شکل ۲).

عملکرد و درصد روغن دانه

سطوح مختلف محلول‌پاشی سولفات روی و رقم در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی‌داری بر درصد روغن داشتند. برهمکنش دو عامل مورد آزمایش نیز در سطح احتمال ۱٪ بر میزان درصد روغن معنی‌دار شد و آن را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲). عملکرد روغن در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر رقم قرار گرفت و رقم L17 نسبت به دو رقم دیگر دارای عملکرد روغن بیشتری بود (شکل ٤). در تیمار شاهد، ارقام اختلاف معنی‌داری نشان دادند و بیشترین میانگین درصد روغن به رقم m9 با میزان ۲۲/٤۵ درصد تعلق داشت (شکل ۳). در سطح ۰/۰۰۲kg/l محلول‌پاشی سولفات روی، همه ارقام دارای اختلاف معنی‌دار بودند و رقمm7 با میانگین ۲۱/۵۵ دارای بیشترین درصد روغن بود. در سطح ۰/۰۰٤ kg/l محلول‌پاشی سولفات روی رقم m9 با میانگین ۲۰/٤۱ دارای بیشترین درصد روغن بود. در بین همه تیمارها، رقم m9 با سطح محلول‌پاشی شاهد و رقمm7 در سطح محلول‌پاشی kg/l ۰/۰۰٤ به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد روغن بودند. حبیب‌زاده و همکاران (Habibzade *et al.,* 2002) نیز کاهش درصد روغن دانه را در نتیجه اثر سولفات روی گزارش نمودند.

قطر ساقه

اثر فاکتورهای مورد بررسی (رقم و سطوح محلول‌پاشی) بر قطر ساقه معنی‌دار نشد و اثرات متقابل آن‌ها نیز برای این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲).

تعداد گره و طول میانگره

نتایج نشان داد که فاکتورهای رقم و محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات تعداد گره و طول میانگره اثر معنی‌داری نداشته است. اثر متقابل آن‌ها نیز معنی‌دار نشد (جدول ۲). نقش روی در ساخت اسید آمینه تریپتوفان است که به‌عنوان پیش نیاز ساخت هورمون اکسین، در رشد طولی ساقه و شاخه موثر است (Castr and Sotomayor, 1997). از علل بی‌تأثیر بودن محلول‌پاشی سولفات روی در این آزمایش می‌توان به تیپ رشدی ارقام اشاره کرد. ارقام مورد آزمایش دارای رشد محدود بودند و میزان روی خاک برای ارقام مورد بررسی در حدی بوده که ارقام احساس کمبود نکرده و تأثیری بر افزایش تعداد گره در ساقه و طویل شدن آن‌ها نداشته است.

شاخص برداشت

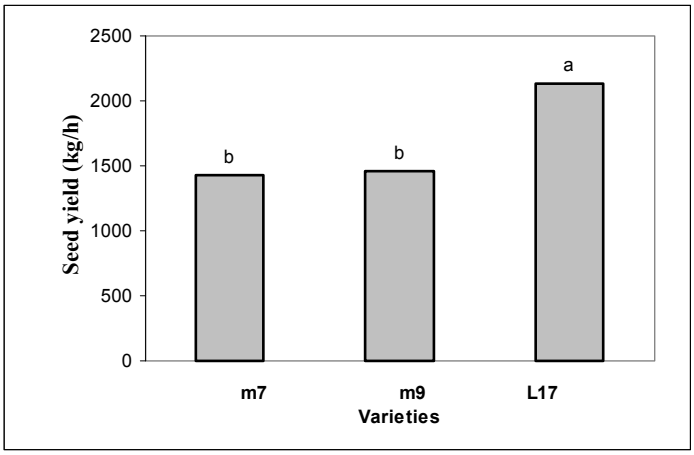
نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که در میان ارقام از نظر شاخص برداشت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و محلول‌پاشی سولفات روی هم بر آن بی‌تأثیر بود. هم‌چنین اثر متقابل نیز معنی‌دار نشد (جدول۲). با افزایش سطح محلول‌پاشی شاخص برداشت افزایش نیافت. از دلایل آن می‌توان به ثبات ارقام مختلف سویا در شاخص برداشت اشاره کرد (Spaeth *et al.,* 1984). هم‌چنین عواملی مانند شرایط محیطی و تراکم کاشت می‌توانند باعث تغییرات زیادی بر شاخص برداشت شوند (Jamson *et al.,* 2009). شاخص برداشت با صفات تعداد گره، متوسط طول میانگره و عملکرد دانه دارای ارتباط مثبت و معنی‌داری بود و بیشترین همبستگی (r= ۰/۵۹۸**) را با عملکرد دانه داشت (جدول ۳).

به طور کلی در این بررسی مشخص شد که محلول‌پاشی روی، تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه ارقام سویا با رشد محدود نداشت و سه رقم m7 ، m9 و L17 در برخی از ویژگی‌ها با هم اختلاف داشتند، به‌طوری که رقم L17 دارای بیشترین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نسبت به دو رقم دیگر بود. هم‌چنین عملکرد روغن در این رقم نسبت به دو رقم دیگر بیشتر بود. محلول‌پاشی سولفات روی، روغن دانه را تحت تأثیر قرار داد و آن را کاهش داد و اگر هدف از کشت سویا روغن‌کشی باشد، این موضوع باید در نظر گرفته شود. در ضمن این محلول ریزمغذی، تأثیر مثبت چندانی بر سایر صفات اندازه‌گیری شده نداشته است. در بین این ارقام، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و سایر صفات اندازه گیری شده به‌دست آمد و عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه نشان دادند و از این صفات می توان به‌عنوان معیار گزینش جهت اصلاح عملکرد دانه استفاده کرد.

جدول ۱ – برخی از خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مزرعه آزمایشی

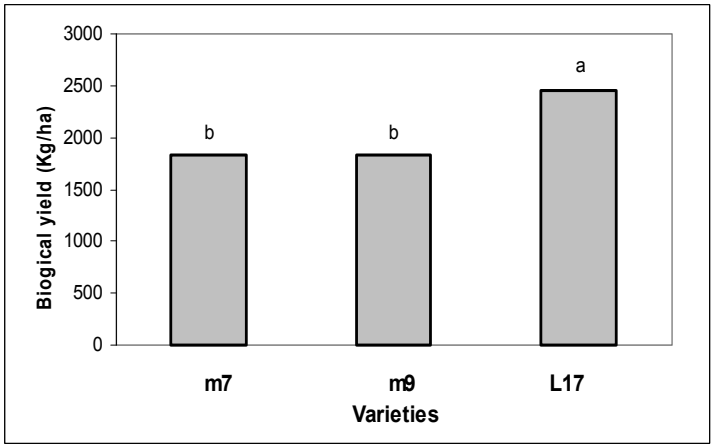
Table 1. Soil characteristics of the experimental farm

Soil Texture	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Cu mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Fe mg/kg	K mg/kg	P mg/kg	o.c. (%)	CaO_3 (%)	EC (dS/m)	pH
Loam	12	43	45	0.62	10	0.38	13.4	490	30	2	17.5	0.6	7.5



شکل۱- مقایسه میانگین عملکرد دانه سه رقم سویا

Figure 1. Mean comparison of yield for three varieties of soybean



شکل۲- مقایسه میانگین عملکرد بیولوژیک در سه رقم سویا

Figure 2. Mean comparison of biological yield for three varieties of soybean

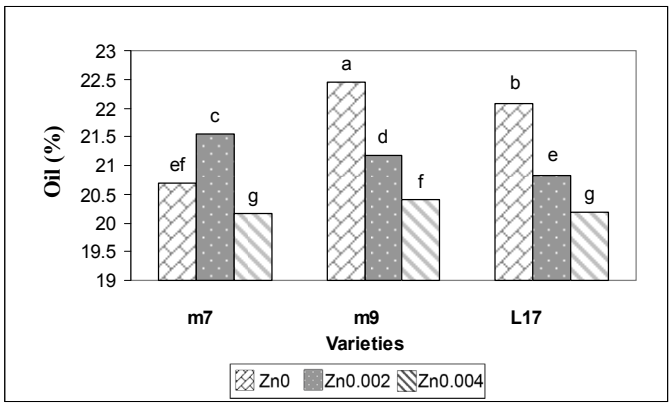
جدول۲- تجزیه واریانس صفات زراعی و مرفولوژیکی سه رقم سویا در سطوح مختلف سولفات روی

Table 2. Variance analysis for agronomic and morphological characteristics of three soybean varieties at different level of $ZnSo_4$

		Mean squares							
S.O.V	D.F.	Seed yield	Biological yield	Oil yield	Oil	Stem diameter	Number of nodes per stem	Average length of mid-node	Harvest index
Replication	3	0.13 ^{ns}	0.13 ^{ns}	1.3 ^{ns}	0.01**	0.60 ^{ns}	8.15 ^{ns}	1.15 ^{ns}	34.15 ^{ns}
($ZnSo_4$)	2	0.05 ^{ns}	0.13 ^{ns}	9.5 ^{ns}	0.19**	1.91 ^{ns}	1.13 ^{ns}	0.62 ^{ns}	24.64 ^{ns}
(Varieties)	2	1.32**	1.06*	1161.6**	0.88**	1.81 ^{ns}	15.45 ^{ns}	0.26 ^{ns}	72.95 ^{ns}
Interaction effect	4	0.09 ^{ns}	0.10 ^{ns}	436.5 ^{ns}	4.85**	1.78 ^{ns}	6.08 ^{ns}	0.65 ^{ns}	29.25 ^{ns}
Error	24	0.61	0.21	85.9	0.05	0.61	6.31	0.66	45.80
C.V.		7.6	17.84	8.54	2.21	7.67	0.9	0.93	3.74

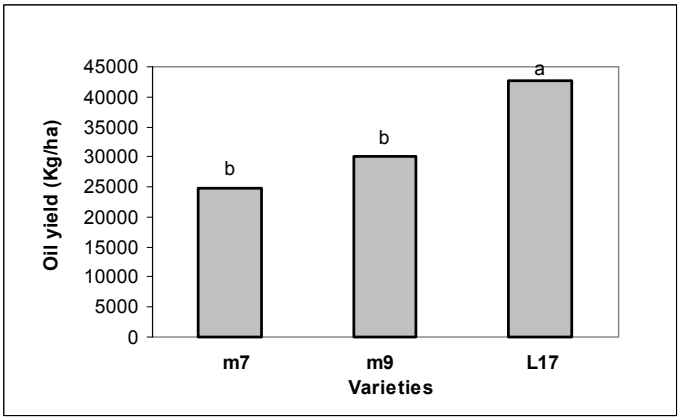
ns : غیر معنی‌دار و ** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ .

ns: non-significant, **,* : Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.



شکل۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل رقم و سولفات روی بر درصد روغن سویا

Figure 3. Mean comparison of interaction effects of variety and $ZnSo_4$ on oil percentage of soybean varieties



شکل ٤- عملکرد روغن پس از محلول‌پاشی با سولفات روی در سه رقم سویا

Figure 4. Oil yield after spraying with $ZnSo_4$ solutions in three soybean varieties

Table3. Correlation coefficients of the traits studied جدول۳- ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه

Trait	Yield	Biological yield	Oil yield	Oil percentage	Stem diameter	Number of nodes per stem	Average length of mid-node	Harvest index
Yield	1							
Biological yield	0.905**	1						
Oil yield	0.65**	0.32 ns	1					
Oil percentage	0.049ns	0.063 ns	0.84**	1				
Stem diameter	0.059ns	0.146 ns	0.33 ns	0.430**	1			
Number of nodes per stem	0.458**	0.342*	-0.21 ns	-0.116 ns	-0.222 ns	1		
Average length of mid-node	0.238 ns	0.107 ns	-0.03 ns	-0.065 ns	-0.044 ns	0.058 ns	1	
Harvest index	0.598**	0.217 ns	0.02 ns	0.004 ns	-0.144 ns	0.406*	0.404*	1

ns : غیر معنی‌دار و ** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ .

ns: non-significant and **,* : Significant at 1% and 5% of probability levels, respectively.

Refrences

Asadi ME, Faraji A (2009) Applied principles of oilseeds cultivation (soybean, cotton, canola, sunflower), Agricultural Science of Iran Public. pp. 5-8. [In Persian with English Abstract].

Baybordi A (2006) Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. 179 pp. [In Persian with English Abstract].

Berglund DR (2002) Soybean production field guide for north Dakota and northwestern Minnesota. Published with support from the North Dakota Soybean Council, 136 pp.

Cakmak I (2007) enrichment of cereals grains with zinc: Agronomic and genetic biofortification. Plant and Soil 302: 1-17.

Castr J, Sotomayor C (1997) The influence of boron and zinc sprays bloom time on almond fruit set. Acta-Horticulture 402-405.

Habibzade F, Amini I, Mirnia SKh (2002) Effects of different potassium and zinc applications on yield and yield components of soybean. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources of Khazar. 3: 66-79. [In Persian with English Abstract].

Jamson M, Galeshi S, Pahlavani MH, Zeinali E (2009) Evaluation of zinc foliar application on yield components, seed yield and seed quality of tow soybean cultivar in summer cultivation. Journal of Plant Production 16(1): 17-28.

Kaufman HP (1958) Analyse der fette and fettprodukte. Springer Verlag, Berlin, 360 pp.

Konani G (2008) The study of effects of foliar application of micronutrients on the yield of two varieties of dry wheat (Sardary and Azar2 cultivars) in the region of Noorabad in Lorestan. M.Sc. Thesis, Islamic Azad University. Khoramabad Branch, Iran. [In Persian with English Abstract].

Ling F, Silberbush M (2002) Response of maize to foliar vs. soil application of nitrogen-phosphorus-potassium fertilizers. Journal of Plant Nutrition 25 (11): 2333-2342.

Malakouti MJ (1998) ccomprehensive method for efficient detection of chemical fertilizers. Tarbiat Modares Publications. 2: 105-115. [In Persian with English Abstract].

Malakouti MJ (2005) Micro elements role in increasing yield and improving quality of agricultural products. Third edition. Tarbiat Modares Publication. 398 pp. [In Persian with English Abstract].

Malakouti MJ (2007) Zinc is a neglected element in the life cycle of plants. Middle Eastern and Russian Journal of Plant Science and Biotechnology 1(1): 1-12.

Marschner H (1995) Mineral nutrition of higher plants. Second Academic Press, Boston, USA.

Obrador J, Novillo J, Alvarez JM (2003) Mobility and availability to plant of two zinc source applied to calcareous soil. Soil Science Society of American Journal 67: 564-572 .

Reddy KB, Ashalatha M, Venkaiah K (1993) Differential response of groundnut genotypes to iron stress. Journal of Plant Nutrition 16(3): 523-531.

Rose LA, Feltion WL, Banks LW (2002) Responses of four soybean variations to foliar zinc fertilizer. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 21: 236-240.

Shirani Rad A (2008) Crop physiology. Third edition. Institute of Art and Culture of Tehran Dibagaran. [In Persian with English Abstract].

Spaeth SC, Randall HC, Sinclair TR and Veland JS (1984) Stability of soybean harvest index. Agronomy Journal 76: 482 – 486.

Welch RM (2001) Impact of mineral nutrients in plants on human nutrition on a worldwide scale. Developments in Plant and Soil Sciences 92(5): 284-285.

Yino J, Mark BP, Rerkasem B (1997) The effect of N fertilizer strategy on N2 fixation, growth and yield of vegetable soybean. Field Crop Research 51: 221-229.

Zehtab Salmasi S, Mahghani R, Ghasemi Golozani K, Alyari H, Raisi S (2004) Evaluation of grain yield, grain filling rate and duration in three soybean varieties at different plant densities. Journal of Agricultural Science 1(4): 141-152.