بررسی تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glyssine Max*)

مریم اکرمی وشته[۱]، سعید وزان[۲] و فرید گل زردی[۳]

چکیده

به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی عناصر روی و آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال ۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج انجام شد. تیمارهای محلول‌پاشی شامل سه سطح محلول‌پاشی آهن (عدم محلول‌پاشی، یک بار محلول‌پاشی، دو بار محلول‌پاشی) و سه سطح محلول‌پاشی روی (عدم محلول‌پاشی، یک بار محلول‌پاشی، دو بار محلول‌پاشی) بودند. نتایج نشان داد که محلول‌پاشی آهن تاثیر معنی داری بر عملکرد سویا نداشت و اختلاف معنی‌داری را با عدم محلول‌پاشی نشان نداد. اثرات متقابل محلول‌پاشی آهن و روی بر روی صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود. نتایج نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا داشت و عملکرد دانه را به میزان ۱۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. هم‌چنین یک بار محلول‌پاشی روی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد و به میزان ۶۰۷ کیلوگرم در هکتار عملکرد سویا را نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی افزایش داد. نتایج هم‌چنین نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار مقدار ماده خشک گیاه گردید، که این افزایش در تیمار دو بار محلول‌پاشی ۹۵ درصد بیشتر از تیمار عدم محلول‌پاشی بود. نتایج ازمایش نشان دادکه می‌توان با محلول‌پاشی روی، عملکرد سویا را تا حد زیادی افزایش داد.

کلمات کلیدی: *آهن، روی، سویا، عملکرد، اجزای عملکرد*

تاریخ دریافت: ۸۹/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۱۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، کرج، ایران (نویسنده مسئول).
E- mail: maryam_akrami_ve@yahoo.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، گروه زراعت و اصلاح نباتات، کرج، ایران.
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج، دانشجوی دکتری اکولوژی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، کرج، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

سویا یکی از دانه‌های روغنی است. دانه سویا دارای حدود ۲۰ درصد روغن و ۴۰ درصد پروتئین می‌باشد پروتئین سویا دارای ارزش بیولوژیک زیادی بوده و کنجاله سویا نیز به دلیل داشتن حدود ۴۰ الی ۵۰ درصد پروتئین در تغذیه انسان و حیوان اهمیت خاصی پیدا نموده است. (Khavajepoor, 2005). یکی از جنبه‌های بسیار مهم مدیریت زراعی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات گیاهی، فراهم نمودن مقدار کافی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در خاک با مصرف کودهای شیمیایی است (Chaudhary and Sarwar, 1999). عناصر غذایی کم مصرف برای رشد طبیعی گیاهان و حصول عملکرد و کیفیت مناسب محصول ضروری هستند و در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند، به عنوان مثال عنصر آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی و عنصر روی برای تولید هورمون رشد اکسین و انجام فتوسنتز نقش دارند (Khaldbarin and Eslam-Zadeh, 2001). آمارهای جهانی نشان می‌دهد که بیش از ۳ میلیون نفر از جمعیت جهان از کمبود روی و آهن رنج می‌برند. از بین عناصر غذایی ضروری برای گیاهان هفت عنصر آهن، روی، منگنز، بر، مس، مولیبدن و کلر به مقدار ناچیزی مورد نیاز گیاهان می‌باشند. مناسب‌ترین منبع تامین آهن برای انسان و دام، گیاهان می‌باشند، اما محدودیت‌هایی که در جذب مقادیر کافی آهن از خاک توسط گیاهان وجود دارد باعث شده که غذاهای گیاهی نتواند در تامین آهن مورد نیاز موثر باشد. آهن نیز عنصری است که در واکنش‌های اکسیداسیون و احیای گیاه و تثبیت نیتروژن نقش دارد (Kafie et al., 1998). هم‌چنین این عنصر در ساختار سیتوکروم‌ها نیز کاربرد دارد (Khaldbarin and Eslam-Zadeh, 2004). کمبود این عنصر سبب کاهش ساخت پروتئین و جلوگیری از تشکیل کلروفیل می‌شود. (Wiresma, 2005) نیز بیان کرده که کمبود آهن یک مشکل کلی برای سویا است، چرا که در خاک‌های قلیایی رشد می‌کند (Heitholt et al., 2002). روی عنصری کم‌مصرف و ضروری برای انسان و گیاهان است. این عنصر با ساختار آنزیم‌ها، سنتز پروتیئن، DNA و RNA در ارتباط است (Welch, 2001). بایبوردی (Baybordi, 2006) معتقد است که اگر مقدار کافی از روی در دسترس گیاه نباشد گیاه از تنش‌های فیزیولوژیکی حاصل از ناکارآیی سیستم‌های متعدد آنزیمی و دیگر اعمال متابولیکی مرتبط با روی رنج می‌برد.

تغذیه برگی روشی جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و خطرات زیست محیطی آن‌ها می‌باشد. با این روش تغذیه می‌توان عناصر را در سریع‌ترین زمان در اختیار گیاه قرار داد تا عناصر غذایی به طور مستقیم در اختیار شاخه، برگ یا میوه قرار گیرند (Anagholi et al., 2001). عبدالسلام و همکاران (Abdelsalam et al., 1994) اظهار نمودند مصرف برگی عناصر آهن، روی و مس بهتر از مصرف خاکی و تیمار بذور می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه موثر واقع شود. روی به عنوان ترکیب

فلزی در ساختمان ترکیب فلزی در ساختمان تعدادی از آنزیم‌ها در گیاهان عمل می‌کند. روی به عنوان ناقل الکترون در چرخه کربس عمل کرده و سبب تولید انرژی در گیاه می شود کمبود روی در گیاهان موجب محدود شدن ساخت RNA و جلوگیری از ساخت پروتئین شده و گیاهانی که دچار کمبود روی هستند پروتئین کمتری تولید می‌کنند (Parker et al., 2002; Heitholt et al., 1981).

گوس و جانسون (Goos and Johnson, 2000) معتقدند که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد سویا می‌شود؛ اما تیمار بذر با آهن چنین نتیجه‌ای ندارد (Chaudhary and Sarwar, 1999). کالیکسان و همکاران (Caliskan et al., 2008) با انجام محلول‌پاشی آهن بر سویا در خاک‌های قلیایی افزایش عملکرد در سویا را گزارش نمودند.

ضیائیان و ملکوتی (Ziaeian and Malakoti, 2002) با بررسی اثر آهن، منگنز، روی و مس بر عملکرد و کیفیت دانه گندم در اراضی آهکی گزارش دادند که با مصرف عناصر ریز مغذی عملکرد و اجزای عملکرد دانه، بیوماس و وزن هزار دانه گندم افزایش یافت. هم‌چنین آل مجید و همکاران (El-Magid et al., 2000) با برگ‌پاشی عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز نشان دادند که ارتفاع بوته، عملکرد دانه و اجزای عملکرد افزایش یافت. سیلسپور (Silspour, 2007) بیان داشت که تاثیر کاربرد آهن و روی بستگی زیادی به میزان آن‌ها در خاک و جذب توسط گیاه دارد، نامبرده با مصرف آهن و روی افزایش عملکرد گندم را مشاهده کرد، هم‌چنین با مصرف توأم آهن و روی، عملکرد دانه گندم ۸۶۸ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت والاس و همکاران (Wallace et al., 1980) محلول‌پاشی آهن را برای ذرت مقرون به صرفه دانستند، نامبردگان دلایل این نظریه چنین اعلام کردند: عدم واکنش آهن در خاک، عدم لزوم آبیاری برای حرکت دادن کود آهن در منطقه ریشه، واکنش سریع تر نسبت به کاربرد کود.

از آن‌جایی که سویا در خاک‌های قلیایی رشد می‌کند؛ در این خاک‌های به دلیل pH بالا و یا کربنات کلسیم آزاد زیاد، کمبود دو عنصر روی و آهن بسیار شایع می‌باشد، لذا این مطالعه با هدف بررسی تاثیر محلول‌پاشی این دو عنصر بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا در منطقه کرج اجرا شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد سویا آزمایشی در سال زراعی ۸۸ -۱۳۸۷، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج اجرا شد. آماده سازی مزرعه شامل شخم نیمه عمیق، سپس دیسک‌زنی در بهار سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. به منظور طراحی آزمایش از طرح فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه سطح محلول‌پاشی آهن (عدم محلول‌پاشی، یکبار محلول‌پاشی، دو بار محلول‌پاشی) و سه سطح

محلول‌پاشی روی (عدم محلول‌پاشی، یکبار محلول‌پاشی، دو بار محلول‌پاشی) بودند. فاصله بین ردیف ۶۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر بود. ابعاد کرت ازمایش ۳×۴ متر و فاصله بین دو کرت در یک بلوک ۱ متر در نظر گرفته شد. عملیات کاشت سویا (رقم ویلیامز) در اوایل خرداد ماه به صورت متراکم انجام و پس از رسیدن گیاهان به مرحله ۳-۲ برگی، برای دستیابی به تراکم مورد نظر۴۰ بوته در مترمربع، مزرعه تنک شد.

جدول ۱- نتایج آزمایش خاک نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

Table 1- Result of soil analysis (0-30 cm)

اسیدیته	نوع خاک	نیتروژن کل	کربن	آهک	پتاسیم تبادلی	فسفر تبادلی	(mg kg^{-1})			
pH	Soil type	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(mg kg^{-1})	(mg kg^{-1})	آهن	روی	مس	منگنز
7.86	شنی لومی	70	60	14.5	220	5	4.5	0.48	0.87	12

اولین مرحله محلول‌پاشی در اوایل تیر ماه و در مرحله ۴-۳ برگی و محلول‌پاشی دوم دو هفته پس از محلول‌پاشی اول و در مرحله ۵-۴ برگی انجام شد. به منظور تعیین عملکرد سویا، در زمان رسیدگی نهایی پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از هر کرت ازمایش، سطحی معادل ۲ مترمربع برداشت شد. جهت تعیین اجزای عملکرد از هر کرت ۱۰ بوته به شکل تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، وزن غلاف در بوته، وزن صد دانه در بوته، عملکرد دانه و وزن خشک دانه محاسبه شد. به منظور تعیین وزن خشک دانه بذور به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در آون خشک و سپس با ترازوی دیجیتال توزین شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SAS 9.1 استفاده شد و برای مقایسه میانگین صفات از ازمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح یک درصد استفاده شد .

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی اثر معنی‌داری را روی عملکرد سویا داشت (جدول ۲). در حالی‌که محلول‌پاشی آهن تاثیر معنی‌داری در عملکرد سویا نداشت و اختلاف معنی‌داری را با عدم محلول‌پاشی نشان نداد. اثرات متقابل محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی بیشترین تاثیر را بر عملکرد دانه سویا داشت.

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر ارتفاع بوته داشت. در حالی‌که اثر محلول‌پاشی آهن و اثرات متقابل محلول‌پاشی آهن در روی معنی‌دار نبود .و تاثیری بر روی ارتفاع بوته نداشتند (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی ارتفاع را به میزان ۱۷ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (جدول ۳).

تیمار محلول‌پاشی آهن و اثرات متقابل آهن در روی بر ارتفاع بوته تاثیر معنی‌داری را نشان ندادند و بیشترین افزایش ارتفاع مربوط به تیمار دو بار محلول‌پاشی روی می‌باشد که ارتفاع را به میزان چشم‌گیری نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. البته افزایش ارتفاع در تیمارهای محلول‌پاشی آهن نیز مشاهده می‌شود اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان حاکی از آن است که افزایش ارتفاع گیاه ناشی از تاثیر روی بر تعداد گره در ساقه اصلی می‌باشد (Kherandish, 2000; Rose et al., 2002; Thalooth et al., 2006).

تعداد غلاف در بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر روی تعداد غلاف در بوته دارد و باعث افزایش تعداد غلاف در بوته گردید اما تیمار محلول‌پاشی آهن در روی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نیز نشان داد که تاثیر معنی‌داری در محلول‌پاشی آهن و عدم محلول‌پاشی آهن وجود ندارد. اما دو بار محلول‌پاشی روی به میزان ۱۱/۹۳ اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد به میزان ۹/۵۵ ایجاد کرد (جدول ۳). البته تیمار یک بار محلول‌پاشی روی نیز باعث افزایش تعداد غلاف در بوته گردید اما این اختلاف کم بوده و بیشترین افزایش تعداد غلاف در بوته مربوط به دو بار محلول‌پاشی روی می‌باشد. به طور کلی با افزایش تعداد غلاف در بوته بر تعداد دانه در بوته نیز افزوده شده و در نهایت بر عملکرد کل دانه تاثیر مثبتی داشته و باعث افزایش آن می‌شود. نتایج هم‌چنین نشان داد که تیمار محلول‌پاشی آهن (جدول ۳) مقادیر مشابه تیمار یک بار محلول‌پاشی روی را نشان داد ولی مقادیر هر دو این تیمارها نسبت به تیمار دو بار محلول‌پاشی روی از میزان کمتری برخوردار هستند. نتایج مشابه حاصل از مطالعات محققان دیگر هم تایید کننده این مطلب است که محلول‌پاشی روی در مراحل رشد رویشی باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Berglund, 2002).

طول غلاف: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ بر روی طول غلاف نشان می‌دهد و سایر تیمارها تاثیر معنی‌داری بر طول غلاف نداشتند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری را در طول غلاف داشت که این افزایش طول غلاف در تیمار یک بار محلول‌پاشی روی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد اما این اختلاف در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی نسبت به شاهد بیشتر می‌باشد و طول غلاف را به ۲۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داده است (جدول ۳). با افزایش طول غلاف‌ها تحت تیمار دو بار محلول‌پاشی روی تعداد دانه در غلاف نیز افزایش یافته و نتیجتا باعث افزایش عملکرد دانه گردیده است و به طور کلی دو بار محلول‌پاشی روی باعث افزایش عملکرد دانه شد که خود تحت

تاثیر عوامل و اجزا عملکرد قرار گرفت که با افزایش هر کدام از فاکتورهای اجزا عملکرد، عملکرد کل نیز افزایش می‌یابد.

تعداد دانه در بوته: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد که محلول‌پاشی آهن تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد دانه در بوته دارد. هم‌چنین محلول‌پاشی روی نیز تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ نشان داد ولی اثرات متقابل آهن در روی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در جدول ۳ نیز نشان دهنده آن است که یک بار محلول‌پاشی آهن باعث افزایش تعداد دانه در بوته گردیده است و چون در این مرحله نیاز گیاه به عنصر آهن برطرف گردیده است محلول‌پاشی دوباره آن تاثیری بر افزایش تعداد دانه نداشته است. هم‌چنین دو بار محلول‌پاشی روی نیز مقداری مشابه مقدار یک بار محلول‌پاشی آهن را نشان می‌دهد. که البته یک بار محلول‌پاشی آهن اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان می‌دهد. به طور کلی افزایش تعداد دانه در بوته باعث افزایش عملکرد کل دانه می‌گردد اما این افزایش نسبت به سایر اجزای عملکرد که تحت تاثیر دو بار محلول‌پاشی روی قرار گرفته‌اند ناچیز بوده و در نهایت بیشترین مقدار عملکرد را در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی به میزان ۲۶ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد و ۱۹ درصد افزایش نسبت به تیمار دو بار محلول‌پاشی آهن را شاهد هستیم. علاوه بر این در مورد نقش مثبت کودهای ریزمغذی بر تعداد دانه ایجاد شده در بوته های گندم، کلزا و گلرنگ گزارشاتی ارائه شده است (Baybordi, 2004; Morshedi et al., 2001; Yari et al., 2005).

تعداد شاخه فرعی: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی روی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱٪ گردید و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی باعث افزایش تعداد شاخه فرعی به میزان ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد شده است (جدول ۳). که این صفت خود تحت تاثیر ارتفاع بوته قرار گرفته است. چنان‌چه با افزایش ارتفاع بوته بر تعداد شاخه فرعی (گره) نیز افزوده می‌شود. هم‌چنین این افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد غلاف را نیز در بر داشته و در نتیجه عملکرد نیز افزایش می‌یابد. در تیمار محلول‌پاشی آهن تفاوتی بین شاهد و سایر تیمارها دیده نشده و تاثیری بر تعداد شاخه فرعی ندارد. چنان‌چه بر ارتفاع بوته نیز تاثیری نداشتند. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان حاکی از آن است که با افزایش تعداد گره در ساقه اصلی، ارتفاع گیاه نیز افزایش می‌یابد (Kherandish., 2000; Rose et al., 2002; Thalooth et al., 2006).

وزن غلاف: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی روی اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ ایجاد نموده و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد

(جدول ۲). همان طور که نتایج نشان داد محلول‌پاشی روی باعث افزایش طول غلاف‌ها گردید که خود باعث افزایش تعداد دانه در غلاف می‌گردد. بنابراین بر وزن غلاف‌ها نیز افزوده می‌شود. که این میزان افزایش در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی ۴۰ درصد بیشتر از تیمار شاهد آن بود. هم‌چنین دو بار محلول‌پاشی روی افزایش ۲۲ درصدی را نسبت به تیمار دو بار محلول‌پاشی آهن نشان داد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی در شرایط کمبود این عنصر بر وزن غلاف‌ها و نتیجتا وزن کل دانه افزود. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان حاکی از آن است که محلول‌پاشی روی در مرحله هشت برگی با افزایش سطح برگ و وزن خشک و طول دوره گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف می‌گردد (Banks, 2004; Rose et al., 2002).

وزن صد دانه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۵٪ ایجاد نموده است و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی تاثیر چندان متفاوتی را با سایر تیمارها ایجاد نکرده است و از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمارهای محلول‌پاشی آهن نشان نمی‌دهد. ولی افزایش ۲۲ درصدی دو بار محلول‌پاشی روی را نسبت به عدم محلول‌پاشی روی شاهد هستیم. محلول‌پاشی آهن نیز باعث افزایش تعداد دانه در بوته گردید که این افزایش باعث افزایش وزن صد دانه در این تیمار آزمایشی گردید و در حد تیمارهای محلول‌پاشی روی قرار گرفت اما این افزایش تنها ۱۰ درصد افزایش عملکرد را در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی نسبت به تیمار دو بار محلول‌پاشی آهن شاهد هستیم. به عبارتی محلول‌پاشی روی و تاثیر آن در بیشتر فاکتورهای اجزای عملکرد باعث تاثیر مثبت آن و افزایش میزان عملکرد دانه گردید. اگرچه اثر کودهای ریزمغذی مصرفی بر وزن صد دانه معنی‌دار نشده است ولی بیشترین وزن صد دانه در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی مشاهده شد (جدول ۳). بین وزن دانه و تعداد دانه رابطه معکوسی وجود دارد.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که دو بار محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ داشت و سایر تیمارها تاثیر معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). در جدول مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۳) نشان داده شد که دو بار محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت به نحوی که تیمار دو بار محلول‌پاشی روی توانست عملکرد دانه را به میزان ۱۲۷۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد. در حالی‌که در تیمار محلول‌پاشی آهن اختلاف معنی‌داری بین شاهد و سایر تیمارها دیده نشد. تاثیر مثبت مصرف کودهای ریزمغذی چه به صورت مصرف خاکی و یا محلول‌پاشی بر روی برگ‌ها بر عملکرد محصول آفتابگردان گزارش شده

است. (Gangardhara et al., 1990; Sepehr, 1999). هم‌چنین اثر مثبت مصرف کودهای ریزمغذی بر عملکرد سایر گیاهان روغنی مثل کلزا، گلرنگ، کنجد و سویا گزارش شده است (Baybordi et al., 2001; Yari et al., 2005). که در این آزمایش ۸۷ درصد عملکرد در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی نسبت به تیمار شاهد آن افزایش یافت و این افزایش ۳۴ درصدی را در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی نسبت به تیمار دو بار محلول‌پاشی آهن شاهد هستیم. به عبارتی محلول‌پاشی آهن عملکرد را افزایش داده است اما این افزایش در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی با افزایش بیشتری همراه است.

وزن خشک دانه: جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که محلول‌پاشی روی تاثیر معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان می‌دهد و محلول‌پاشی آهن و اثرات متقابل آهن و روی تاثیر معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۲). در جدول مقایسه میانگین داده‌ها نشان داده شد که دو بار محلول‌پاشی روی وزن خشک دانه را افزایش داد (جدول ۳). دو بار محلول‌پاشی روی باعث بالا رفتن میزان وزن خشک دانه به میزان ۹۵ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید. البته یک بار محلول‌پاشی روی نیز افزایشی را نسبت به تیمار شاهد نشان داد اما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار تنها در تیمار دو بار محلول‌پاشی روی مشاهده شد و یک بار محلول‌پاشی روی وزن خشک دانه را ۴۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. هم‌چنین محلول‌پاشی آهن از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری را بین شاهد و سایر تیمارها ایجاد نکرد. نتایج موجود در زمینه کاربرد عنصر روی، حاکی از آن است که استفاده از این عنصر در مراحل مختلف رشدی گیاه سویا می‌تواند عملکرد گیاه را از طرق مختلف تحت تاثیر قرار دهد. محلول‌پاشی روی، به دلیل این که می‌تواند عنصر یاد شده را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار دهد از اهمیت زیادی برخوردار است (Alloway, 2003).

همبستگی بین صفات

همبستگی خوبی بین ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد و با وزن غلاف در سطح احتمال ۵٪ همبستگی نشان داد و هیچ گونه همبستگی با تعداد دانه در بوته، وزن صد دانه و وزن خشک دانه دیده نشد (جدول ۴). با افزایش ارتفاع گیاه بر تعداد شاخه فرعی (گره) افزوده شده و این افزایش ارتفاع در نتیجه جبران کمبود گیاه تحت تیمار های محلول‌پاشی و تقویت رشد آن گردید (Rose et al., 2002; Kherandish, 2000) گزارش کردند که بین تعداد گره در ساقه اصلی و ارتفاع بوته همبستگی بالایی مشاهده شده است. با افزایش ارتفاع و افزوده شدن شاخه فرعی بالطبع بر تعداد غلاف در بوته نیز افزوده شده است.

بین تعداد غلاف با طول غلاف، تعداد شاخه فرعی، وزن غلاف و وزن خشک دانه همبستگی بسیار خوبی دیده می‌شود. بعبارتی محلول‌پاشی

روی تاثیر بسیار مثبتی بر روی تجمع مواد در دانه گذاشته به طوری‌که همبستگی بسیار خوبی با فاکتورهای فوق در سطح احتمال ۱٪ دیده می‌شود و البته تعداد غلاف در بوته با تعداد دانه در بوته در سطح احتمال ۵٪ همبستگی نشان می‌دهد و با وزن صد دانه بدون همبستگی می‌باشد (جدول ۴). بعبارتی افزایش عملکرد تحت تاثیر فاکتورهای مختلف عملکرد قرار می‌گیرد که تعداد غلاف در بوته یکی از آن فاکتورها بوده و افزایش آن باعث افزایش عملکرد می‌گردد و با هم رابطه مستقیم دارند. ییِنو و همکاران (Yino et al,. 1997) گزارش دادند که مقادیر مختلف روی تنها زمانی اثرات مثبت خود را بروز می‌دهد که کمبود آن عنصر وجود داشته باشد و با توجه به این که این کمبود در خاک مورد ازمایش وجود داشت و با محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها افزایش عملکرد و اجزای عملکرد را شاهد بودیم. طول غلاف همبستگی خوب با شاخه فرعی، وزن غلاف، عملکرد دانه و وزن خشک دانه در سطح احتمال یک درصد را نشان داد و با وزن صد دانه بدون همبستگی می‌باشد و با تعداد دانه در سطح احتمال ۵٪ همبستگی دارد. به عبارتی با محلول‌پاشی روی و تاثیر آن‌ها بر اجزا عملکرد با شاهد افزایش طول غلاف‌ها نیز بودیم که این افزایش طول باعث افزایش تعداد دانه در غلاف نیز شده و در نهایت افزایش عملکرد دانه را دربر داشته است. اما بر وزن دانه‌ها بی‌تاثیر بوده است (جدول ۴). تعداد دانه در بوته همبستگی بسیار خوبی با تعداد دانه در بوته، تعداد شاخه فرعی، وزن غلاف‌ها، وزن صد دانه و عملکرد دانه نشان داد. اما با وزن خشک دانه همبستگی دیده نشد. برخی از محققان هم به همبستگی بالای صفات فوق با عملکرد دانه اشاره کرده‌اند (Cumudini et al., 2001). هم‌چنین همبستگی خوبی بین تعداد شاخه فرعی با وزن غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و وزن خشک دانه دیده شد که ناشی از کاربرد دو بار محلول‌پاشی روی بود که باعث تاثیر مثبت در افزایش شاخص‌های اجزا عملکرد گردید. چرا که با کاهش مقدار روی حساسیت گیاه در مقابل شرایط نامساعد محیطی شده و باعث ناکارآیی سیستم‌های متعدد آنزیمی می‌گردد اما جبران این کمبود از طریق محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش اجزای عملکرد می‌گردد (جدول ۴).

همبستکی خوبی بین وزن غلاف، وزن صد دانه، عملکرد دانه و وزن خشک دانه نیز مشاهده می‌شود یعنی با افزایش تعداد دانه در غلاف عملکرد کل دانه نیز افزایش می‌یابد. جبران کمبودهای گیاه از طریق محلول‌پاشی باعث افزایش تجمع ماده خشک در گیاه می‌گردد و وزن خشک دانه‌ها را افزایش می‌دهد. وزن صد دانه با وزن خشک دانه همبستگی خوبی را نشان می‌دهد اما با عملکرد دانه بدون همبستگی می‌باشد. چرا که افزایش عملکرد حاصله ناشی از افزایش تعداد دانه‌ها بود و محلول‌پاشی روی افزایش وزن دانه را در بر نداشت و تنها بر عملکرد کل دانه تاثیر مثبتی داشته و همبستگی خوبی را نشان می‌دهد.

جدول شماره ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری سویا تحت اعمال تیمارهای محلول‌پاشی آهن و روی

Table 2- Analysis of variance for the effect of foliar Fe and Zn on yield of soybean

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعدادغلاف در بوته No. of Pods/ Plant	طول غلاف (سانتی‌متر) length Pods (cm)	تعداد دانه در بوته No. of Seed/ Plant	تعداد شاخه فرعی در بوته No. of secondary branch	وزن غلاف (گرم) pods Weight (g)	وزن صد دانه (گرم) 100 Grain Weight	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	وزن خشک دانه (گرم) Seed Dry Weight (g)
تکرار Rep	3	61.771	2.492	0.169	256.191	0.926	116.162	11.556	49065.771	0.346
آهن Fe	2	17.224^{ns}	0.263^{ns}	0.190^{ns}	195.382**	1.569^{ns}	63.550^{ns}	1.508^{ns}	29190.932^{ns}	1.792^{ns}
روی Zn	2	204.718**	16.922**	2.636**	162.295*	9.350**	708.909**	17.272*	4891607.04**	7.937**
آهن * روی Fe* Zn	4	14.264^{ns}	0.963^{ns}	0.037^{ns}	8.08^{ns}	0.255^{ns}	37.867^{ns}	2.955^{ns}	22199.977^{ns}	0.453^{ns}
خطا Error	24	24.701	1.042	0.096	31.89	0.618	52.345	4.618	29967.74	0.623
ضریب تغییرات CV		9.745	9.508	7.544	18.797	6.806	16.476	20.075	8.298	32.366

ns، **، * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

Ns, *, **: Non significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثرات اصلی محلول‌پاشی آهن و روی بر صفات مورد بررسی در سویا

Table 3- Mean comparison of main variables of Zn and Fe in soybean

محلول‌پاشی آهن Fe foliar application	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	تعدادغلاف در بوته No. of Pods/Plant	طول غلاف (سانتی‌متر) lenght Pods (cm)	تعداد دانه در بوته No. of Seed/Plant	تعداد شاخه فرعی در بوته No. of secondary branch	وزن غلاف (گرم) Pods Weight (g)	وزن صد دانه (گرم) 100 Grain Weight	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	وزن خشک دانه (گرم) Seed Dry Weight(g)
محلول‌پاشی آهن Fe foliar application									
عدم محلول‌پاشی	52.310 a	10.823a	4.195 a	27.096 b	11.141 a	42.428a	10.296a	2084.76a	2.104 a
یک بار محلول‌پاشی	49.964 a	10.567 a	3.963 a	34.641a	11.752 a	46.561a	10.930a	2136.15a	2.514 a
دو بار محلول‌پاشی	50.714 a	10.825 a	4.165 a	28.388ab	11.782 a	42.741a	10.888a	2037.54a	2.876 a
محلول‌پاشی روی Zn foliar application									
عدم محلول‌پاشی	47.177 b	9.555 c	3.637 c	26.815 b	10.734 b	37.423b	9.828a	1458.36c	1.70 b
یک بار محلول‌پاشی	50.431ab	10.729b	4.110 b	29.264ab	11.452 b	41.895b	10.215a	2065.32b	2.469 ab
دو بار محلول‌پاشی	55.380 a	11.930 a	4.575 a	34.046 a	12.490 a	52.403a	12.072a	2734.78a	3.325 a

ns، **، * به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند.

Ns,*, **: Non significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively

جدول ۴- ضریب همبستگی بین صفات

Table 4- Correlation coefficients of characters

وزن خشک دانه (گرم) Seed Dry Weight (g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	وزن صد دانه (گرم) 100 Grain Weight	وزن غلاف (گرم) pods Weight (g)	تعداد شاخه فرعی در بوته No. of secondary branch	تعداد دانه در بوته No. of Seed/ Plant	طول غلاف (سانتی‌متر) Pods Height (cm)	تعدادغلاف در بوته No. of Pods/ Plant	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	
								1	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)
							1	0.5476**	تعدادغلاف در بوته No. of Pods/Plant
						1	0.794**	0.600**	طول غلاف (سانتی‌متر) Length Pods (cm)
					1	0.39*	0.401*	0.247ns	تعداد دانه در بوته No. of Seed/Plant
				1	0.498**	0.531**	0.582**	0.439**	تعداد شاخه فرعی در بوته No. of secondary branch
			1	0.745**	0.659**	0.642**	0.686**	0.372*	وزن غلاف (گرم) Pods Weight (g)
		1	0.678**	0.588**	0.447**	0.293ns	0.297ns	0.207ns	وزن صد دانه (گرم) 100 Grain Weight
	1	0.311ns	0.555**	0.590**	0.344*	0.724**	0.631**	0.484**	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)
1	0.648**	0.392*	0.507**	0.605**	0.222ns	0.474**	0.581**	0.285ns	وزن خشک دانه (گرم) Seed Dry Weight(g)

ns ،**، * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد می‌باشند

Ns,*،: Non significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.**

References منابع مورد استفاده

✓ Alloway, B. J. 2003. Zinc in soil and crop nutrition. International Zinc Assocation. 114 Pp.

✓ Abdelsalam, A., A. A. Ibrahim, and A. H. Elgarhi. 1994. Comparative study of application or foliar spray coating to maize on a sand soil. Annals of Agri. Sci. Moshtehar. 32: 665- 673. (In Persian)

✓ Anagholi, A., M. Keshmiri, and H. Mokhtar Poor. 2001. Surveying internal figures of feed sorghum in comparison with hybrid speed feed number. Agriculture Science and Natural Resources Magazine. Seventh Year. (In Persian)

✓ Banks, L. W. 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 22 (116): 226- 231.

✓ Berglund, D. R. 2002. Soybean production field guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council. 136 Pp.

✓ Baybordi, A. 2004. Effect of Fe, Mn, Zn and Cu on the quality and quantity of wheat under salinity stress. J. Water and Soil Sci. 17: 140- 150. (In Persian)

✓ Baybordi, A., M. J. Malakouti, and H. Rezai. 2001. Effect of Zn, B and Mn with soil application and foliar application methods on seed yield of canola in Mianeh. J. Water and Soil Sci. 12: 158- 169. (In Persian)

✓ Baybordi, A. 2006. Zinc in soils and crop nutrition. Parivar Press. First Edition. 179 Pp. (in Persian)

✓ Caliskan, S., I. Ozkaya., M. E. Caliskan, and M. Arsalan. 2008. The effect of nitrogen and iron fertilization on growth, yield and fertilizer use efficiency of soybean in a Mediterranean-type soil. In: Www.Elsevier.Com

✓ Chaudhary, A. U., and M. Sarwar. 1999. Optimization of nitrogen fertilizer in cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) Pak. J. Bio. Sci. 2: 242- 243.

✓ Cumudini, S., D. J. Hume, and G. Chu. 2001. Genetic improvement in short season soybean: I. Dry matter accumulation, Partitoning, and Leaf area duration. Crop Sci. 41: 391- 398.

✓ El-Magid, A. A. A., R. E. Knany, and H. G. A. El-Fotoh. 2000. Effect of foliar application of some micronutrients on wheat yield and quality. Annals of Agricultural Science Cariro. 1: 301- 313. (in Persian)

✓ Gangardhara, G. A., H. M. Manju, and T. Satyanarayana. 1990. Effect of micronutrients on the yield and uptake by sunflower. J. Indian Soc. Soil Sci. 40: 591- 593.

✓ Goos, R. J., and B. E. Johnson. 2000. A comparison of three methods for reducing iron-deficiency clorosis in soybean. Argon. J. 92: 1135- 1139.

✓ Heitholt, J. J., J. J. Sloan, and C. T. Mackown. 2002. Copper, Manganese and Zinc fertilization effects on growth of soybean on a calcareous soil. Journal of Plant Nutrition. 25: 1727- 1740.

✓ Kafie, M., M. Lahooti., A. Zand., H. Sharifi., and M. Goldani. 1998. Plant physiology. Mashhad Jahad Daneshgahi Press. 475 Pp. (in Persian)

✓ Khaldbarin, B., and T. Eslam-Zadeh. 2001. Mineral nutrition of plants. Volume 1. Shiraz University Publications. (in Persian)

✓ Kholdbarin, B., and T. Slamzadeh. 2004. Mineral nutrition of higher plant. Sec. Ed. Shiraz University Press. 495 Pp. (in Persian)

✓ Khavajepoor, M. R. 2005. Technological crops. Jahad Daneshghahi of Isfahan University of Technology, Isfahan. Iran. Pp: 571. (in Persian)

✓ Kherandish, M. 2000. Study of effects of Zinc solute on soybean yield. Research center of Oil Seeds Company Publisher. Pp: 82- 93.

✓ Morshedi, A., M. J. Malakouti, H. Naghibi, and H. Rezai. 2001. Effect of iron foliar application on yield, quality and quantity characteristic and enrichment of canola grains in Bardisar, Kerman. J. Water and Soil Sci. 12: 56- 68. (in Persian)

✓ Parker, D. D., M. B. K. Ohki., L. M. Shuman, and D. O. Wilson. 1981. Manganese effect on yield and nutrient, concentration in leaves and seed of soybean cultivars. Agronomy Journal. 13: 643- 646.

✓ Rose, L. A., W. L. Feltion, and L. W. Banks. 2002. Responses of four soybean variations to foliar zinc fertilizer. Australian Journal at Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 21: 236- 240.

✓ Sepehr, A. 1999. Effects of K, Mg, S and micronutrients on yield increasing and quality improving of sunflower. MS thesis, Dep. Soil Sci., Agric College, Tarbiat Modares, Tehran. (in Persian)

✓ Silspour, M. 2007. Investigation effective of application of Fe and Zn nutrients on quality and quantity wheat and determine critical limiting its on soil of Varamin plain. J Pajouhesh and Sazandegi. 20 (3): 123- 133. (in Persian)

✓ Thalooth, A. T., M. M. Tawfik, and H. Magda Mohamed. 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium, and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of mungbean plants growth under water stress condition. World Journal and Agricultural Science. 2 (1): 37- 46.

✓ Wallace, A., E. M. Romney, and R. B. Clark. 1980. Corn inbred differing in efficiency to zinc. G. Plant Nutr. 22: 225- 229.

✓ Welch, R. M. 2001. Impact of mineral nutritious in plants on human nutrition on a worldwide scale. Plant Nutrition – Food Security And Dordrecht, Nether Lands. Pp: 284- 258.

✓ Welch, R. M. 1995. Micronutrient nutrition of plants. CRC Crit. Rev, Plant Scince. 14: 49- 82.

✓ Wiersma, J. V. 2005. High rates of Fe-Eddha and seed iron concentration suggest partial solution to iron deficiency in soybean. Agron. J. 97: 924- 934.

✓ Yari, L., M. A. Modares, and A. Sorushzade. 2005. The effect of foliar application of Mn and Zn on qualitative characters in five spring safflower cultivars. J. Water and Soil Sci. 18: 143- 151. (in Persian)

✓ Yino, J., B. P. Mark, and B. Rerkasem. 1997. The effect of N fertilizer strategy on N_2 fixation, growth and yield of vegetable soybean. Field Crop Res. 51: 221- 229.

✓ Ziaeian, A. H., and M. J. Malakoti. 2002. Effects of Fe, Mn, Xn and Cu fertilization on the yield and grain quality of wheat in the calcareous soils of Iran. Plant Nutrition, Springer Netherlands. 92: 840- 841. (in Persian)