"مجله علوم زراعی ایران"
جلد هفدهم، شماره ۲، تابستان ۱۳۹٤

اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر محتوای عناصر معدنی، عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

Effect of foliar application of zinc sulfate on minerals contenet, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.)

محمدرضا مرادی تلاوت[۱]، فرشته روشن[۲] و سیدعطاءالله سیادت[۳]

چکیده

مرادی تلاوت. م. ر.، ف. روشن و س. ع. سیادت. ۱۳۹٤. اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر محتوای عناصر معدنی، عملکرد دانه و روغن دو رقم گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۷(۲): ۱٦٤ -۱۵۳.**

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات کیفی و عملکرد دانه ارقام گلرنگ، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل دو رقم گلرنگ (صفه و توده محلی اصفهان) و زمان محلول‌پاشی سولفات روی (بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد ساقه، شاخه‌دهی، گلدهی و پرشدن دانه) در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر میزان عنصر روی دانه، فسفر دانه، کلروفیل a، کلروفیل b، نسبت کلروفیل a به b، عدد کلروفیل‌متر، عملکرد دانه، عملکرد روغن و اجزای عملکرد دانه معنی‌دار بود. محلول‌پاشی در مراحل مختلف رشد محتوای عنصر روی دانه را افزایش داد، در صورتی که میزان فسفر دانه در اثر محلول‌پاشی روی کاهش یافت. میزان کلروفیل a وb، نسبت کلروفیل a به b، عدد کلروفیل‌متر، میزان روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن در هر دو رقم تحت تأثیر محلول‌پاشی روی به طور معنی‌دار افزایش یافتند، ولی در این صفات، به استثنای میزان روغن دانه، زمان‌های محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. اثر متقابل رقم و محلول‌پاشی بر میزان روغن دانه و میزان کلروفیل a معنی‌دار بود. بیشترین میزان روغن دانه در رقم صفه (۸۳/۲۵ درصد) در محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد ساقه و در رقم محلی اصفهان (۲۷/۲٤ درصد) در محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و شاخه‌دهی به‌دست آمد. محلول‌پاشی روی باعث افزایش معنی‌دار تعداد طبق در مترمربع و وزن هزاردانه شد، بدون این که تأثیری بر تعداد دانه در طبق داشته باشد. به طور کلی عملکرد دانه گلرنگ در اثر محلول‌پاشی سولفات روی در تمام مراحل مورد بررسی در مقایسه با شاهد افزایش یافت و تفاوتی بین مراحل محلول‌پاشی با همدیگر وجود نداشت. عملکرد روغن نیز در اثر محلول‌پاشی سولفات روی به جز محلول‌پاشی در مرحله پرشدن دانه در مقایسه با شاهد افزایش یافت. در این آزمایش هر دو رقم مورد بررسی واکنش مشابهی به مصرف روی نشان دادند و تفاوت معنی‌داری از این نظر بین آنها وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: روغن دانه، گلدهی، گلرنگ، محلول‌پاشی و میزان کلروفیل.

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۳/۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/٤/۳۱ این مقاله مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد نگارنده دوم می‌باشد

۱-استادیار دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان. عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده)
(پست الکترونیک : moraditelavat@yahoo.com)
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان
۳- استاد دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از روش‌های تامین سریع عناصر غذایی برای گیاه محلول‌پاشی آنها است. در این روش عناصر غذایی به‌طور مستقیم در اختیار اندام هوایی و میوه قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه عوامل مؤثر بر جذب خاکی مواد غذایی متغیر هستند، محلول‌پاشی روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان محسوب می‌شود (Khan *et al*., 2003). امروزه علاوه بر عناصرغذایی پرمصرف، استفاده از عناصر ریزمغذی به‌عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است(Mosavi *et al*., 2007). عناصرغذایی ریزمغذی علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامت انسان و دام نیز تأثیر به سزایی دارند (Sharma *et al*., 1992).

روی یکی از عناصر کم‌مصرف ضروری است که در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها جزء کلیدی و به‌عنوان کوفاکتور عمل می‌نماید. روی عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد محسوب می‌شود. عنصر روی در بسیاری از مسیرهای مهم بیوشیمیایی مرتبط با متابولیسم کربوهیدرات‌ها (شامل فتوسنتز و تبدیل قندها به نشاسته)، متابولیسم پروتئین، متابولیسم اکسین، تشکیل دانه گرده، حفظ یکپارچگی غشاهای سلولی و همچنین مقاومت به عوامل بیماری‌زا مؤثر است (Alloway, 2008). در آزمایشی در گلرنگ، محلول‌پاشی روی و منگنز باعث افزایش کلروفیل شد که این موضوع می‌تواند به‌علت نقش این عناصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت رنگدانه‌ها از جمله کلروفیل باشد(Movahhedi Dehnavi *et al*., 2004). بر اساس گزارشات موجود تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی و بور بر روغن دانه گلرنگ بسیار معنی‌دار است (Kamarki and Galavi, 2012). نتایج مشابهی مبنی بر افزایش روغن دانه کلزا در اثر استفاده از سولفات روی گزارش شده است(Riley *et al*., 2000) . محققان گزارش کرده‌اند که مصرف روی و آهن عملکرد دانه گندم را نسبت به شاهد افزایش داد و با مصرف روی به‌صورت محلول‌پاشی، حداکثر عملکرد و غلظت روی دانه به‌دست آمد (Mohamad *et al*., 1990). برگلند (Berglund, 2002) گزارش کرد که محلول‌پاشی روی به‌خصوص در مراحل رشد رویشی، باعث افزایش عملکرد دانه سویا می‌گردد. محققان دیگر نیز نشان دادند که محلول‌پاشی عنصر روی دارای تأثیر معنی‌دار بر عملکرد دانه، وزن هزاردانه و میزان روغن در گیاه کلزا است (Bybordi and Malakouti, 2007). موحدی دهنوی و همکاران (Movahedi Dehnavi*et al*., 2009) اظهار داشتند که محلول‌پاشی سولفات روی بخصوص در شرایط کمبود آب می‌تواند از کاهش رشد و عملکرد گلرنگ جلوگیری کند. بر اساس گزارش غفران‌مقصود و همکاران (Ghofran-Maghsud *et al*., 2014) نیز محلول پاشی سولفات روی در مرحله غنچه‌دهی گیاه گلرنگ منجر به افزایش معنی دار عملکرد دانه و ماده خشک شد. به طور کلی می‌توان گفت که عنصر روی به دلیل نقش مهمی که در متابولیسم پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و همچنین رنگدان‌های فتوسنتزی دارد می‌تواند باعث افزایش توان فتوسنتزی و تولید محصول شود، اما این عنصر نیز همانند سایر عناصر اگر بیش از حد مورد نیاز در دسترس گیاه باشد، ممکن است باعث ایجاد سمیت در رشد و فرایندهای گیاه شود. با توجه به کمبود شدید خاک‌های کشور از نظر روی، مصرف این عنصر به صورت کود اهمیت زیادی در افزایش عملکرد و کیفیت محصولات دارد، اما مصرف بیش از حد این عنصر می‌تواند سبب کاهش رشد ریشه و اندام هوایی، کاهش جذب سایر عناصر غذایی به ویژه فسفر، و افزایش بیش از اندازه‌ی جذب آهن شود (Rosen *et al*., 1977).

با توجه به اهمیت دانه‌های روغنی و گیاه گلرنگ و همچنین ضرورت استفاده از عناصر کم‌مصرف به‌ویژه

Archive of SID

www.SID.ir

روی در سلامت گیاه، می‌توان این عناصر را از طریق محلول‌پاشی که روشی آسان و سریع است، در اختیار گیاه گلرنگ قرار داد تا به‌واسطه آن به افزایش عملکرد کمی و کیفی دست یافته و تولید در منطقه را پایدار نمود. کمبود ماده آلی و قلیایی بودن بخش اعظم خاک‌های خوزستان منجر به کاهش قابلیت جذب و دسترسی گیاه به عنصر روی می‌شود. مصرف کودهای فسفردار در مزارع دلیل دیگری در عدم جذب کافی عنصر روی توسط ریشه است (Moradi Telavat and Siadat, 2014). آزمایش حاضر به منظور بررسی اثر زمان محلول‌پاشی سولفات روی بر صفات کیفی دو واریته گلرنگ در منطقه اهواز طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان اجرا شد.آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. ویژگی‌های آب و هوایی و خاک محل آزمایش در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. فاکتورهای آزمایشی دو رقم گلرنگ (صفه و توده محلی اصفهان) و زمان محلول‌پاشی سولفات روی (بدون محلول‌پاشی و محلول‌پاشی در مراحل آغاز رشد ساقه، شاخه‌دهی، گل‌دهی و پرشدن دانه) با غلظت ۵ در هزار بودند. تولید اولین شاخه منشعب از ساقه اصلی، مرحله شاخه‌دهی در نظر گرفته شد. هنگامی که ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت در آغاز گل‌دهی بودند، محلول‌پاشی در مرحله گل‌دهی انجام شد و آخرین محلول پاشی با رسیدن ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت در مرحله پر شدن دانه انجام شد (Moradi Telavat and Siadat, 2014). محلول سولفات روی در هر در ابتدای صبح (اندکی بعد از طلوع آفتاب) با استفاده از سمپاش موتوری بر روی برگ‌ها پاشیده شد.

آماده‌سازی زمین شامل آبیاری پیش از کشت یا ماخار (با هدف سبزشدن علف‌های‌هرز مدفون در خاک مزرعه)، شخم و دوبار دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین در آذرماه آغاز و پس از ایجاد جوی و پشته‌ها به‌وسیله فاروئر، کرت‌ها و کانال‌های آبیاری آماده شدند. هر کرت شامل ۴ پشته به طول ۴ متر به فاصله ۷۵ سانتی‌متر بود. بذرهای گلرنگ برای رسیدن به تراکم ۳۰ بوته در مترمربع در تاریخ پنجم بهمن سال ۱۳۹۱ با فاصله ۱۰ سانتی‌متر روی پشته‌ها به‌صورت دو ردیفه کاشته شدند. نیتروژن به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله (یک‌سوم پایه، یک‌سوم سرک در مرحله رشد طولی ساقه و یک‌سوم سرک در مرحله آغاز گل‌دهی) به کرت‌های آزمایشی داده شد. سوپرفسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار همراه با عملیات دیسک در عمق خاک مخلوط شد. دو نوبت آبیاری تا زمان سبزشدن انجام شد و با آغاز بارندگی‌های زمستانه تا اواسط فروردین آبیاری انجام نشد. از اواسط فروردین تا اواخر اردیبهشت (پرشدن دانه‌ها) سه مرتبه آبیاری به صورت نشتی انجام شد.

جدول ۱- اطلاعات هواشناسی محل اجرای آزمایش درطول فصل رشد گلرنگ (۱۳۹۲، ۱۳۹۱)

Table 1. Meteorological information during growth season of safflower in experimental site (2013 and 2014)

Months	ماه	بارندگی Rainfal (mm)	میانگین دما Mean Temp (°C)	حداکثر دما Max. Temp (°C)	حداقل دما Min. Temp (°C)
February	بهمن	38	12.4	18.54	6.25
March	اسفند	21	15.2	21.75	8.67
April	فروردین	15	20.8	27.14	14.45
May	اردیبهشت	3	29.8	38.33	21.28
June	خرداد	-	34.33	45.56	25.21

Archive of SID

www.SID.ir

در مرحله ۵۰ درصد گلدهی، میزان سبزینگی با استفاده از کلروفیل‌متر دستی (SPAD 502; Minolta, Japan) اندازه‌گیری شد. میانگین ۱۵ مشاهده به عنوان عدد کلروفیل‌متر در هر کرت ثبت شد. برای تعیین میزان کلروفیل a و b، در مرحله ۵۰ درصد گلدهی کلروفیل برگ با استفاده از متانول استخراج و میزان جذب نور آن با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. نسبت کلروفیل a به b با تقسیم میزان کلروفیل a بر میزان کلروفیل b محاسبه شد (Emam and Pirasteh-Anosheh, 2015). پس از برداشت نهایی در هفدهم خردادماه، عملکرد دانه با رطوبت ۹ درصد محاسبه شد. خطوط اول و ششم هر کرت به عنوان خطوط حاشیه در نظر گرفته شدند. خطوط چهارم و پنجم جهت برداشت نهایی و محاسبه عملکرد و اجزای عملکرد در نظر گرفته شدند. اندازه‌گیری میزان عنصر روی دانه با استفاده از دستگاه جذب اتمی و به روش خاکستر‌گیری خشک انجام شد (Emam and Pirasteh-Anosheh, 2015). میزان روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (Saffarpour *et al*., 2012). میزان فسفر دانه به روش اولسون و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Atarodi and Khorasgani, 2009). عملکرد روغن از حاصل‌ضرب میزان روغن دانه و عملکرد دانه به‌دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

Table 2. Soil physical and chemical properties of the experimental site

عمق خاک Soil depth (cm)	هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	اسیدیته pH	روی Zn ($mg.kg^{-1}$)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)	نیتروژن N (%)	مواد آلی Organic matter (%)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)
0-30	3.1	7.2	1.2	6.2	0.07	0.66	44	40	16

نتایج و بحث

محتوای روی دانه به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی قرار گرفت. بیشترین محتوای روی دانه با محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد ساقه به‌دست آمد. هر چند که زمان‌های محلول‌پاشی اختلاف آماری معنی‌دار با یکدیگر نداشته و کمترین میزان روی دانه در تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی سولفات روی در هرکدام از مراحل رشد گیاهی قابلیت این را دارد که محتوای عنصر روی در دانه را افزایش دهد. این موضوع را می‌توان به ارتباطات بین آوند چوب و آبکش در گل‌آذین گیاه و تبادل مناسب عناصر بین آنها مربوط دانست که قبلاً در آزمایش روی گندم توسط ژیانگ و همکاران (Jiang *et al*., 2008) نیز گزارش شده است. هرچند بررسی تفاوت محلول‌پاشی روی در مراحل مختلف رشد به آزمایش‌های دیگری نیاز دارد.در تحقیقات پیشین افزایش میزان روی دانه آفتابگردان با مصرف عنصر روی گزارش شده است (Babaian *et al*., 2010). بر اساس نتایج آزمایشی که توسط موحدی دهنوی و همکاران (Movahedi-Dehnavi*et al*., 2009) انجام شد، نیز محلول‌پاشی سولفات روی منجر به افزایش غلظت روی در دانه گلرنگ شد که با نتایج حاضر مطابقت دارد. محققان بیان می‌کنند ارتباط متقابل آوند چوب و آبکش می‌تواند در انتقال عنصر روی جذب‌شده به دانه‌های درحال رسیدگی مؤثر باشد. در این حال تبادل یون‌ها میان آوند چوب و آبکش در گل‌آذین می‌تواند سبب افزایش عنصر روی جذب‌شده در دانه‌ها شود

Archive of SID

www.SID.ir

(Jiang *et al*., 2008). جابجایی درونی روی در گیاه برنج پس از محلول‌پاشی برگی سولفات روی توسط ایشی‌مارو و همکاران (Ishimaru *et al*., 2005) بررسی شد. ایشان دریافتند که روی پس از جذب از راه روزنه‌ها و انتقال به سلول‌های برگ در آنها ذخیره شده و در ادامه مراحل رشد توسط ناقل‌های پروتئینی خاصی که همزمان در جابجایی آهن نیز نقش دارند، درون گیاه جابجا می‌شود. این موضوع باعث جابجایی عنصر روی از برگ‌های در حال پیرشدن در اواخر رشد از راه آوند آبکش به سوی دانه‌ها و در نتیجه افزایش میزان این عنصر در دانه‌ها می‌گردد.

اثر زمان محلول‌پاشی بر میزان فسفر دانه معنی‌دار بود. محلول‌پاشی سولفات روی محتوای فسفر دانه را کاهش داد و بیشترین میزان فسفر دانه در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). می‌توان دلیل کاهش میزان فسفر دانه را به اثر آنتاگونیستی عنصر روی و فسفر بر یکدیگر نسبت داد (Alloway, 2008). محلول‌پاشی سولفات روی، محتوای روی در گیاه را افزایش و باعث کاهش انتقال فسفر از ریشه به سایر قسمت‌ها می‌شود و در نتیجه کاهش میزان فسفر دانه را به دنبال خواهد داشت. این موضوع با نتایج غفران‌مقصود و همکاران (Ghofran-Maghsud *et al*., 2014) در گلرنگ مطابقت داشت.

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای محلول‌پاشی و اثر متقابل محلول‌پاشی و رقم بر میزان روغن دانه معنی‌دار بودند. بیشترین میزان روغن دانه در رقم صفه در محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد ساقه و در رقم محلی اصفهان در محلول‌پاشی در مرحله گلدهی و شاخه‌دهی به‌دست آمد. کمترین میزان روغن دانه در هر دو رقم در تیمار شاهد مشاهده شد که نشان می‌دهد محلول‌پاشی سولفات روی میزان روغن دانه را در هر دو رقم افزایش داد (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست‌آمده رقم صفه نسبت به رقم محلی اصفهان، برای تولید روغن واکنش بهتری به محلول‌پاشی روی داشت. در شرایط وجود یا کمبود عنصر روی، بیشترین و کمترین میزان روغن دانه از رقم صفه حاصل شد. در مرحله رشد طولی ساقه به دلیل اهمیت عنصر روی در افزایش رشد گیاه و افزایش متابولیسم چربی‌ها (Fathi *et al*., 2010)، میزان چربی تولید شده و ذخیره شده در بافت‌های ذخیره‌ای از جمله دانه افزایش می‌یابد. شهسواری و همکاران (Shahsavari *et al*., 2014) نیز گزارش کردند که با کابرد روی، متابولیسم اسیدهای چرب بهبود یافته و بخصوص اسیدهای چرب اشباع پالمتیک، استئاریک، بهنیک و اسید چرب غیراشباع لینولئیک در دانه کلزا افزایش یافتند. ایشان گزارش کردند که افزایش روغن دانه در اثر مصرف روی بیشتر به دلیل افزایش میزان اسیدهای چرب اشباع بوده است که می‌تواند به دلیل جلوگیری از اکسیداسیون چربی‌های مزبور در اثر حضور روی در دانه باشد. با توجه به نتایج آزمایش کمرکی و گلوی (Kamarki and Galavi, 2012) محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به‌خصوص عنصر روی، به‌دلیل افزایش متابولیسم چربی‌ها و رفع به موقع نیاز گیاه، باعث افزایش میزان روغن در دانه گلرنگ گردید. راوی و همکاران (Ravi *et al*. 2008) نیز بر تأثیر عناصر ریزمغذی بر افزایش میزان روغن گلرنگ تأکید کردند.

نتایج نشان داد که تأثیر تیمار زمان محلول‌پاشی و اثر متقابل تیمار محلول‌پاشی و رقم بر میزان کلروفیل a معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محلول‌پاشی روی در مراحل شاخه‌دهی، گل‌دهی و پرشدن دانه باعث افزایش میزان کلروفیل a در رقم صفه گردید و در رقم محلی اصفهان بیشترین میزان کلروفیل a در محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی به‌دست آمد. کمترین میزان کلروفیل a در هر دو رقم در تیمار شاهد مشاهده شد. محلول‌پاشی سولفات روی میزان کلروفیل a را در هر دو رقم افزایش داد، اما مقدار آن در رقم صفه بیشتر بود. (جدول ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- مقایسه میانگین صفات گیاهی گلرنگ در تیمارهای محلول‌پاشی سولفات روی

Table 2. Mean comparison of plant characteristic of safflower in foliar application of zinc sulfate

Treatments	تیمارهای محلول‌پاشی	محتوای روی دانه Seed zinc content ($mg.kg^{-1}$)	محتوای فسفر دانه Seed phosphorus content ($mg.kg^{-1}$)	کلروفیل b Chlorophyll b ($mg.\ g\ FW^{-1}$)	نسبت کلروفیل a/b a/b chlorophyll	عدد کلروفیل‌متر SPAD	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد روغن Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
Control	شاهد	22.08 b	17.04 a	0.0168 b	1.12 b	64.42 b	1522 b	299.48 c
Stem elongation	رشد ساقه	36.41 a	14.15 b	0.017 b	2.01 a	72.49 a	2519.6 a	564.43 a
Branching	شاخه‌دهی	31.24 a	14.76 b	0.0202 ab	2.33 a	70.51 a	2863.2 a	633.64 a
Flowering	گلدهی	33.63 a	14.91 b	0.0253 a	2.44 a	73.28 a	2612.5 a	567.07 a
Seed filling	پرشدن دانه	32.64 a	14.19 b	0.0167 b	1.86 a	70.25 a	2420.3 a	484.14 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان روغن دانه و میزان کلروفیل a در اثر متقابل تیمارهای رقم و محلول‌پاشی سولفات روی در دو رقم گلرنگ

Table 3. Mean comparison of oil and chlorophyll a content in interaction effect of foliar application of zinc sulfate and cultivar in two safflower cultivars

		میزان روغن دانه Oil content (%)		میزان کلروفیل a Chlorophyll a (mg.g FW-1)	
Treatments	تیمارهای محلول‌پاشی	رقم صفه *cv.* Soffeh	رقم محلی اصفهان *cv.* Isfahan	رقم صفه cv. Soffeh	رقم محلی اصفهان cv. Isfahan
Control	شاهد	21.2 e	21.87 c	0.017 b	0.019 c
Stem elongation	رشد ساقه	25.83 a	23.2 abc	0.026 b	0.039 ab
Branching	شاخه‌دهی	24.2 bc	24.27 a	0.049 a	0.047 a
Flowering	گلدهی	23.17 cd	24.27 a	0.05 a	0.036 ab
Grain filling	پرشدن دانه	24.8 ab	23.4 ab	0.041 a	0.035 b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

Archive of SID

www.SID.ir

روی بر محتوای عناصر غذایی موثر در تشکیل کلروفیل نظیر آهن و منیزیم تاثیر دارد (Kaya and Higs, 2002). عنصر روی به دلیل نقش مهمی که در متابولیسم پروتئین‌ها و آنزیم‌ها و همچنین رنگدانه‌های فتوسنتزی دارد، می‌تواند باعث افزایش توان فتوسنتزی و عملکرد گیاه شود (Rosen *et al*., 1977). در آزمایش دیگری گزارش شد که با محلول‌پاشی روی و پتاسیم در مرحله گل‌دهی و گرده‌افشانی در گلرنگ، میزان کلروفیل a نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (Abedi Babaarabi *et al*., 2011). میزان کلروفیل b نیز تحت تأثیر معنی‌دار تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفت. محلول‌پاشی در مرحله گلدهی بیشترین میزان کلروفیل b را داشت. بین تیمار شاهد و محلول‌پاشی در مرحله آغاز رشد ساقه و مرحله پرشدن دانه، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). در آزمایش عابدی باباعربی و همکاران (Abed Babaarabi i *et al*., 2011) محلول‌پاشی روی میزان کلروفیل b را افزایش داد که این موضوع می‌تواند به‌علت نقش این عنصر در متابولیسم نیتروژن و ساخت کلروفیل باشد (Movahhedi Dehnavi, 2004). هو و اسپارکس (Hu and Sparks, 1991) کاهش معنی‌دار سنتز کلروفیل را در اثر کمبود روی گزارش کردند و دلیل احتمالی آن را در نقش مهم روی در پایداری آنزیم‌ها و غشاهای کلروپلاست گزارش کردند. نسبت کلروفیل aبه b در اثر محلول‌پاشی سولفات روی افزایش یافت (جدول ۳). این موضوع نشان داد که علی‌رغم افزایش همزمان کلروفیل a و b در اثر مصرف روی، تأثیر محلول‌پاشی سولفات روی در افزایش کلروفیل a چشمگیرتر بود. این موضوع با نتایج عابدی باباعربی و همکاران (Abedi Babaararbi *et al*., 2011)در گلرنگ مطابقت داشت.

نتایج نشان داد که عدد کلروفیل‌متر تحت تأثیر تیمارهای محلول‌پاشی قرار گرفت. محلول‌پاشی سولفات روی باعث افزایش معنی‌دار عدد کلروفیل‌متر گردید و کمترین مقدار آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). افزایش میزان کلروفیل متناسب با افزایش میزان کاربرد عنصر روی می‌تواند مربوط به نقش این عنصر در افزایش بیوسنتز این رنگدانه‌های فتوسنتزی و همچنین به تعویق انداختن تخریب و زوال آن باشد. این موضوع با نتایج موحدی دهنوی (Movahhedy Dehnavi, 2004) مبنی بر اینکه محلول‌پاشی روی باعث افزایش عدد کلروفیل‌متر در ارقام گلرنگ پاییزه می‌گردد، مطابقت دارد. در آزمایشات مختلف ارتباط میزان کلروفیل برگ با عملکرد محصول معنی‌دار گزارش شده، اما میزان این همبستگی چندان بالا نبوده است. گزارش شده است که افزایش یا بالا بودن میزان کلروفیل بیشتر از آن که تضمین‌کننده عملکرد بالای محصول باشد، نشان‌دهنده وضعیت مطلوب در تعدیل دمایی و رطوبت گیاه در مراحل مختلف رشد است. این موضوع به ویژه در گیاهان پاییزه از جمله گلرنگ که مراحل پایانی رشد آنها همانند گل‌دهی و تشکیل دانه با گرما و خشکی روبرو می‌شود، اهمیت بیشتری دارد (Moradi Telavat and Siadat, 2014).

نتایج نشان داد که بین تیمار زمان محلول‌پاشی و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد دانه وجود داشت. بیشترین عملکرد دانه در محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی به‌دست آمد، اما زمان‌های محلول‌پاشی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که محلول‌پاشی سولفات روی در مرحله شاخه‌دهی باعث افزایش تعداد شاخه‌ها شده و در نتیجه تعداد طبق در بوته افزایش یافته و با افزایش تعداد طبق در بوته، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. در نتیجه محلول‌پاشی روی از طریق بهبود اجزای عملکرد، باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

به نظر میرسد که افزایش عملکرد گلرنگ در واکنش به مصرف روی به علت نقش حائز اهمیت این عنصر در فرایند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ در تیمارهای محلول‌پاشی سولفات روی

Table 5. Mean comparison of yield components of two safflower cultivars in foliar application of zinc sulfate treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	تعداد طبق در مترمربع Head.m^{-2}	دانه در طبق Seed.head^{-1}	وزن هزاردانه 1000 Seed weight (g)
cv. Soffeh	رقم صفه	358.4^{b}	20.12^{a}	31.93
cv. Isfahan	رقم محلی اصفهان	403.2^{a}	17.1^{b}	31.37
Control	شاهد	257^{c}	18.35	28.63^{b}
Stem elongation	رشد ساقه	378^{b}	18.37	32.72^{a}
Branching	شاخه‌دهی	459 ^{a}	18.64	33.93^{a}
Flowering	گلدهی	418^{ab}	18.85	30.74^{ab}
Seed filling	پرشدن دانه	392^{b}	18.68	32.24^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD test

عنصر روی می‌تواند اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی داشته باشد(Wang and Duan, 2006). بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، شکل‌گیری اندام‌های جنسی نر و ماده و فرآیند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی مختل شده و منجر به کاهش شدیدی در عملکرد می‌شود که این موضوع به کاهش تولید ایندول‌استیک اسید (IAA) نسبت داده شده است (Brennan, 2001). نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های امیدیان و همکاران (Omidian *et al*., 2012) که نشان دادند استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌شود، مطابقت دارد. علاوه بر این گزارش شده است که محلول‌پاشی روی به‌خصوص در مراحل رشد رویشی باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد (Berglund, 2002).

بر اساس نتایج بدست‌آمده در بین ارقام صفه و محلی اصفهان، بیشترین تعداد طبق در بوته و در واحد سطح از رقم محلی اصفهان بدست آمد. بیشترین تعداد طبق در واحد سطح در تیمار محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی و کمترین آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۵). رقم صفه تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به رقم محلی اصفهان داشت (جدول ۵) که این اختلاف را می‌توان به تفاوت پتانسیل ژنتیکی دو رقم نسبت داد. از آنجایی که اجزای عملکرد مستقل از یکدیگر نیستند و کاهش یک جزء باعث افزایش در دیگر اجزاء خواهد شد، ملاحظه می‌شود که رقم صفه که از تعداد طبق در بوته کمتری برخوردار بود، تعداد دانه در طبق بیشتری تولید کرد. بر خلاف آن، رقم محلی اصفهان که تعداد طبق بیشتری در بوته داشت، تعداد دانه در طبق آن نیز نسبتاً کاهش یافت. وزن هزاردانه در اثر محلول‌پاشی روی افزایش یافت و کمترین آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ۵). محققان بر این باورند که افزایش وزن هزاردانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع است که باعث سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد (Rahimi *et al*., 2010). نتایج آزمایش حاضر با یافته‌های سایر محققان که گزارش کردند محلول‌پاشی روی باعث افزایش وزن هزاردانه گلرنگ و کلزا می‌شود، مطابقت دارد (Omidian *et al*., 2012). در برخی آزمایش‌ها اثر روی بر وزن هزاردانه گیاه را با نقش این عنصر در کمک به گیاه در تحمل شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

نامطلوب انتهای رشد مانند گرما و خشکی انتهای فصل مرتبط دانسته‌اند (Babaeian *et al*., 2011).

نتایج نشان داد که عملکرد روغن تحت تأثیر معنی‌دار تیمار زمان محلول‌پاشی قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین عملکرد روغن در محلول‌پاشی در مرحله شاخه‌دهی به‌دست آمد، زیرا عملکرد دانه در این تیمار بیشترین مقدار بود، اما به طور کلی زمان‌های محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و کمترین عملکرد روغن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به نتایج به‌دست آمده چنین به‌نظر می‌رسد که با مصرف سولفات روی، عملکرد دانه و میزان روغن دانه افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد روغن شده است. بر اساس گزارشات موجود، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مصرف عنصر روی با عملکرد روغن وجود دارد و افزایش مصرف روی از طریق افزایش میزان روغن و عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد روغن می‌شود (Ahmadi and Javidfar, 1998).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده در این آزمایش، می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی سولفات روی اثر معنی‌داری بر بهبود عملکرد و کیفیت دانه دو رقم گلرنگ مورد ارزیابی داشت. در بین زمان‌های محلول‌پاشی، تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد و کیفیت دانه گلرنگ وجود نداشت. به طور کلی و در مقایسه با شاهد، به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی سولفات روی می‌تواند نقش مؤثری در بهبود صفات کیفی گیاه گلرنگ داشته باشد. بر اساس نتایج بدست‌آمده، اظهار نظر قطعی در مورد زمان مناسب محلول‌پاشی مستلزم انجام آزمایش‌های تکمیلی است. رقم گلرنگ تأثیر معنی‌داری بر صفات یاد شده نداشت. با وجود اثر رقم بر دو جزء تعداد طبق در واحد سطح و تعداد دانه در طبق، به نظر می‌رسد که جبران اجزای عملکرد مانع ایجاد تفاوت معنی‌دار عملکرد دانه و روغن بین دو رقم گلرنگ مورد بررسی گردیده است.

منابع مورد استفاده

References

Abedi Babaarabi, S., M. Movahedi Dehnavi, A. Yadavi and A. Adhami. 2011. Effect of Zn and K spraying on safflower physiological traits and yield under drought stress conditions. Ecletron. J. Crop Product. 4(1): 75-95. (In Persian with English abstract).

Ahmadi, M. R. and F. Javidfar. 1998. Fertilization of oilseed rape. Cultivation Development Company of Oilseed Crops. (In Persian).

Alloway, B. J. 2008. Zinc in Soils and Crop Nutrition (Second Ed). IZA and IFA Publication. Brussels, Belgium and Paris, France.

Atarodi, B. and M. N. Khorasgani. 2009. Determination of proper juicer and critical levels of phosphorus for rye (*Secale cereale* L.) in alkaline soils in Birjand region. J. Agric. Natur. Resour. Sci. Tech. 13(50): 133-146. (In Persian with English abstract).

Babaian, M., M. Heydari and A. Ghanbari. 2010. Effect of drought stress and micronutrient spraying on sunflower physiological characteristics and nutrients absorption. Iran J. Crop Sci. 12(3): 377-391. (In Persian with English abstract).

Berglund D. R. 2002. Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota.

Archive of SID

www.SID.ir

Published in Cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council.

Baybordi A. and M. J. Malakouti. 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola. Zinc crops, International Congress of Improving Crop Production and Human Health, 24–26 May, Istanbul, Turkey.

Brennan, R. F. 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. Aust. J. Exp. Agric. 41: 541-547.

Emam, Y. and H. Pirasteh-Anosheh. 2015. Field Laboratory Techniques in Crop Sciences. Jahad-e Daneshgahi Mashhad Press, Mashhad, Iran. (In Persian).

Fathi, G., M. R. Moradi Telavat and A. Naderi Arefi. 2010. Rapeseed Physiology. Shahid Chamran University Press. Ahvaz, Iran. (In Persian).

Ghofrani-Maghsud, S., H. R. Mobasser and H. R. Fanaei. 2014. Effect of foliar application and time foliarapplication microelements (Zn, Fe, Mn) on safflower. J. Nov. Appl. Sci. 3(4): 396-399.

Hu, H. and D. Sparks. 1991. Zinc deficiency inhibits chlorophyll synthesis and gas exchange in 'Stuart' Pecan. Hort. Sci. 26(3): 267-268.

Ishimaru, Y., M. Suzuki, T. Kobayashi, M. Takahashi, H. Nakanishi, S. Mori and N. K. Nishizawa. 2005. OsZIP-4, a novel zinc-regulated zinc transporter in rice. J. Exp. Bot. 56: 3207-3214.

Jiang, W., P. C. Struik, H. van Keulen, M. Zhao, L. N. Jin and T. J. Stomph. 2008. Does increased zinc uptake enhance grain zinc mass concentration in rice?. Ann. Appl. Biol. 153: 135-147.

Kamaraki, H. and M. Galavi. 2012. Evaluation of Fe, B and Zn spraying on safflower quantitative and qualitative traits. J. Agroecol. 4(3): 201-206. (In Persian with English abstract).

Kaya, C., and D. Higgs. 2002. Response of tomato (*Lycopersicom esculentum* L.) cultivars to foliar application of zinc when grown in sand culture at low zinc. Sci. Hort. 93: 53-64.

Khan, H. R., G. K. McDonald and Z. Rengel. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. Plant Soil. 241: 389-400.

Mohamad, W., M. Iqbal and S. M. Shal. 1990. Effect of mode of application of zinc and iron on yield of wheat. Sarhad J. Agric.. 6(6): 615-618.

Moradi Telavat, M. R. and S. A. Siadat. 2014. Introduction and Agronomy of Oilseed Crops. Agriculture Education and Extension Press, Tehran, Iran. (In Persian).

Mosavi, S. R., M. Galavi, and G. Ahmadvand. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian J. Plant Sci. 6: 1256-1260.

Babaeian, M., M. Heidari and and A. Ghanbari. 2011. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower (*Helianthus annus* L.). Iranian J. Crop Sci. 12(4): 377-391.

Movahhedy Dehnavi, M., S. A. M. Modarres Sanavi, A. Soroush Zade and M. Jalali. 2004. Changes of proline, total soluble sugars, chlorophyll (SPAD) content and chlorophyll fluorescence in safflower varieties

Archive of SID

www.SID.ir

under drought stress and foliar application of zinc and maganese. Desert. 9(1): 93-110. (In Persian with English Abstract).

Movahhedy Dehnavi, M., S. A. Modarres Sanavy and A. Mokhtassi Bidgoli. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Indust. Crop Prod. 30(1): 82-92.

Omidian, A., S. A. Siadat, R. Naseri and M. Moradi. 2012. Effect of foliar application of Zn sulphate on grain yield, oil and protein of four canola cultivars. Iran J. Crop Sci. 14(1): 16-28. (In Persian with English abstract).

Rahimi, A. R., K. Mashayekhi, Kh. Hemmati and E. Dordipour. 2010. Effect of salicylic acid and mineral nutrition on fruit yield and yield components of Coriander (*Coriandrum sativum* L.). J. Plant Prod. 16(4): 149156. (In Persian with English Abstract).

Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil and P. R. Dharmatti. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka J. Agric. Sci. 32: 382-385.

Riley, N. G., F. J. Zhao and S. P. McGrath. 2000. Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oil grain rape. Plant Soil. 222: 139-147.

Rosen, J. A., C. S. Pike and M. L. Golden. 1977. Zinc, Iron, and chlorophyll metabolism in Zinc-toxic corn. Plant Physiol. 59(6): 1085-1087.

Saffarpour, S., M. H. Givian-Rad and P. Beheshti. 2012. Detection and determination of antioxidant compounds of seed oil of *Capparis spinosa*L. in Iran. Iran. J. Medicin. Aroma. Plants. 28(1): 153-160. (In Persian with English Abstract).

Shahsavari, N., H. M. Jais and A. H. Shirani-Rad. 2014. Responses of canola oil quality characteristics and fatty acid composition to zeolite and zinc fertilization under drought stress. Int. J. Agric. Sci. 4(1): 49-59.

Sharma, A. K., P. C. Srrvastava, B. N. Johri and V. S. Rathore. 1992. Kinetics of zinc uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal corn roots. Biol. Fertility Soil. 13: 206-210.

Wang, N and J. K. Duan. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentil. Food Chem. 95: 493-502.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of foliar application of zinc sulfate on minerals contenet, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.)

Moradi Telavat, M. R.[1], F. Roshan[2] and S. A. Siadat[3]

ABSTRACT

Moradi Telavat, M. R., F. Roshan and S. A. Siadat. 2015. Effect of foliar application of zinc sulfate on minerals contenet, seed and oil yields of two safflower cultivars (*Carthamus tinctorius* L.). **Iranian Journal of Crop Sciences. 17(2): 153-164. (In Persian).**

To investigate the effect of zinc sulfate spraying on seed and oil yields of two safflower cultivars, a field experiment was conducted in Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khouzestan, Ahvaz, Iran, in 2012-2013 growing season, as factorial arrangement in randomized complete blocks design with three replications. Experimental factors consisted of two safflower cultivars; Soffeh and Local Isfahan and zinc sulfate foliar application at differenet growth stages at five levels; control (without spraying), spraying at early stem elongation, branching, flowering and seed filling. Results showed that zinc sulfate spraying had significant effect on seed Zn and P contents, chlorophyll a, chlorophyll b, chl-a:chl-b ratio, SPAD value, seed and oil yields and yield components. Spraying of zinc sulfate in different growth stages increased Zn content in seed, however, seed P content decreased. The Zn foliar application significantly increased chl-a, chl-b, chl-a:chl-b ratio, SPAD value, seed oil content and yield, however, there was no significant difference between Zn foliar application in different growth stages. Cultivar × Zn spraying interaction effetc was significant on seed oil content and chl-a. Highest seed oil content in cv. Soffeh obtained in Zn spraying in stem elongation satge and in Local Isfahan in flowering and branching stages. Zn spraying increased head number per unit area and thousand seed weight, with no significant effect on grain number per the head. In general, Zn spraying at all growth stages increased the seed yield, but the differences between growth stages were not significant. Oil yield increased in Zn foliar application compared to control, except for application in seed filling stage. Both of safflower cultivars showed similar response to Zn spraying, but the differences were not significant.

Key words: Chlorophyll, Flowering stage, Foliar spraying, Safflower and Seed oil content.

Archive of SID

Received: May, 2015 **Accepted: July, 2015**

1- Assistant Prof., Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran (Corresponding author)
(Email: moraditelavat@yahoo.com)
2- Graduated MSc Student, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran
3- Professor, Ramin Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

www.SID.ir