"مجله علوم زراعی ایران"
جلد نوزدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۶

اثر محلول‌پاشی روی، آهن و منگنز بر عملکرد و محتوای عناصر غذایی دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

Effect of foliar application of Zn, Fe and Mn on seed yield and micronutrient contents of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

رضا سلیمانی[۱]، فریدون نورقلی‌پور[۲] و فرهاد مشیری[۳]

چکیده

سلیمانی، ر.، ف. نورقلی پور و ف. مشیری. ۱۳۹۶. اثر محلول پاشی روی، آهن و منگنز بر عملکرد و محتوای عناصر غذایی دانه گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). **مجله علوم زراعی ایران. ۱۹(۱): ۱۲-۱.**

به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر روی، آهن و منگنز بر رشد، عملکرد و محتوای عناصر دانه گلرنگ آبی رقم پدیده، آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۸۹ (به مدت سه سال) در ایستگاه تحقیقاتی چرداول در استان ایلام در خاک‌هایی با محتوای روی، آهن و منگنز قابل استفاده پایین اجرا شد. تیمارهای آزمایشی (نه تیمار) شامل ۱- شاهد (بدون محلول‌پاشی)، ۲- محلول‌پاشی با آب، ۳- محلول‌پاشی سولفات روی، ٤- محلول‌پاشی سولفات منگنز، ٥- محلول‌پاشی سولفات آهن، ٦- محلول‌پاشی توأم روی و منگنز، ۷- محلول‌پاشی توأم روی و آهن، ۸- محلول‌پاشی توأم آهن و منگنز و ۹- محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز بود که در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر بر عملکرد دانه و روغن گلرنگ معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار محلول‌پاشی همزمان روی، آهن و منگنز با ۱٤۷۲ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را داشته و افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمارهای شاهد (بدون محلول‌پاشی) و محلول‌پاشی با آب، به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۲/٤ درصد بود. نتایج مربوط به عملکرد روغن دانه نیز نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی توام روی، آهن و منگنز و محلول‌پاشی توأم روی و منگنز به ترتیب با ٤۲۱ و ٤۱٤ کیلوگرم در هکتار در گروه آماری برتر قرار گرفته و با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری داشتند. بر اساس نتایج آزمایش حاضر، بهترین تیمار برای حداکثر عملکرد دانه گلرنگ، محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز و در مورد عملکرد روغن، محلول‌پاشی توأم روی و منگنز بودند.

واژه‌های کلیدی: روغن دانه، عناصر کم‌مصرف، گلرنگ و محلول‌پاشی.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۲۰ این مقاله مستخرج از طرح تحقیقاتی مصوب سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی با شماره ۸۸۰۵۱-۱۰- ۳۹ می‌باشد.

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان ایلام، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
عضو انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران (مکاتبه کننده) (پست الکترونیک: rsoleimani@ut.ac.ir)
۲- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
۳- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) دارای اسیدهای چرب غیراشباع، به ویژه اسیدهای چرب اولئیک و لینولئیک در روغن دانه بوده و به دلیل تحمل خشکی و دارا بودن ریشه‌های عمیق، گیاه مناسبی برای شرایط خشکسالی می‌باشد (Kızılşahin *et a*l., 2015). گلرنگ از دیرباز به‌صورت پراکنده در مناطق غربی کشور کشت شده و حتی یکی از خاستگاه‌های گلرنگ را خاورمیانه و ایران ذکر کرده‌اند (Weiss, 2000).

عدم رعایت اصول به‌زراعی از جمله مصرف بهینه کود در زراعت گلرنگ، باعث شده تا این گیاه در مقایسه اقتصادی با سایر گیاهان زراعی اهمیت کمتری داشته باشد. نیاز کودی گلرنگ با توجه به عملکرد مورد انتظار، متفاوت بوده و در مورد گلرنگ دیم با انتظار عملکرد پایین، ۴۰ تا ۶۰ درصد کمتر از گلرنگ آبی است (Xie *et al*., 2016). عناصر روی، منگنز و آهن در بیشتر فعالیت‌های آنزیمی حیاتی گیاه شرکت داشته و هر چند نیاز به آنها از نظر کمیت کم است، اما نقش بسیار مهمی در رشد و نمو گیاه دارند. عنصر روی از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاه است که در تشکیل اسید ایندول استیک دخالت داشته و ضمن تنظیم رشد گیاه، برای سنتز کلروفیل و کربوهیدرات‌ها ضروری است (He *et al*., 2016). عنصر روی عنصر مهمی در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد محسوب می‌شود. عنصر منگنز برای چرخه‌های انتقال الکترون، سنتز کلروفیل، فتولیز آب، سنتز کربوهیدرات‌ها و اسیدهای آمینه، احیای نیترات و سولفات وتنفس ضروری است. عنصر آهن در ساختمان سیتوکروم‌ها به عنوان ناقل الکترون در فتوسنتز، تنفس و چرخه‌های اکسیداسیون و احیا و سنتز کلروفیل مورد نیاز گیاهان می‌باشد (Marschner, 1995). برخی از ویژگی‌های خاک از جمله اسیدیته، وجود آهک فعال، پایین بودن محتوای کربن آلی، عدم تعادل با عناصر دیگر بر تغذیه آهن در گیاه مؤثر است (Kabir *et al*., 2016). موحدی دهنوی و همکاران (Movahedi Dehnavi *et al*., 2004) گزارش کردند که محلول‌پاشی روی و منگنز در گلرنگ باعث افزایش ۲۰ درصد در محتوای پرولین و کربوهیدرات‌های محلول (که از شاخص‌های مهم در طی تنش خشکی و برای مقابله با اثرات منفی آن محسوب می‌شوند)، گردید. یاری و همکاران (Yari *et al*., 2004) گزارش کردند که محلول‌پاشی روی و منگنز باعث افزایش روغن دانه گلرنگ شد. تحقیقات راوی و همکاران (Ravi *et al*., 2008) در آزمایشی در هند روی خاکی با محتوای روی و آهن (به ترتیب ۰/۶۳ و ۴/۴۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) نشان داد که عملکرد دانه گلرنگ با محلول‌پاشی سولفات روی، سولفات آهن و ترکیب آنها به ترتیب ۱۱، ۹ و ۱۸ درصد، نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) افزایش یافت. سمپایو و همکاران (Sampaio *et al*., 2016) نشان دادند که با افزایش عملکرد گلرنگ و در اثر مصرف کود فسفر، محتوای عناصر کم‌مصرف در دانه کاهش یافته و بنابراین مصرف این عناصر ضرورت دارد. آیتک و همکاران (Aytac *et al*., 2014) گزارش نمودند که مصرف روی باعث بهبود رشد و عملکرد گلرنگ گردید. اورلویوس (Orlovius, 2006) گزارش داد که در زراعت گیاهان دانه روغنی، نیاز به مصرف منگنز وجود دارد. خاتاک و همکاران (Khattak *et al*., 2016) گزارش کردند که محلول‌پاشی روی و منگنز همراه با مصرف خاکی فسفر، باعث افزایش عملکرد گلرنگ در مصر شد. جلیلیان و همکاران (Jalilian *et al*., 2016) بر نقش منگنز در ویژگی‌های رشد و نمو گیاهان از جمله گلرنگ تأکید کرده و گزارش کردند که ترکیب شیمیائی روغن متأثر از مصرف منگنز می‌باشد. بازیابی کم این عناصر در مراحل خروج از روزت و اوایل گلدهی گلرنگ، ضرورت توجه به محلول‌پاشی را ایجاب می‌نماید. از دید اکولوژیکی نیز کوددهی برگی قابل قبول‌تر است، زیرا مقادیر کم عناصر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

غذایی برای مصرف سریع به وسیله گیاه فراهم می‌گردد (Basu, 2016). در خاک‌های آهکی، میزان تثبیت عناصر روی، آهن و منگنز در خاک زیاد است (Dare Ghaedi *et al*., 2012). با توجه به نتایج آزمایش‌های انجام شده مشخص گردیده است که یکی از مهم‌ترین دلایل عملکرد پائین گلرنگ، فقدان برنامه تغذیه‌ای مناسب برای این گیاه بوده و همواره یک یا چند عنصر بر اساس قانون حداقل، باعث عدم دستیابی به حداکثر عملکرد می‌شوند (Soleimani, 2006). به علت یکسان نبودن سرعت رشد در مراحل مختلف رویشی، نیاز غذایی گیاه گلرنگ در مراحل مختلف رشد متفاوت است، بنابراین در مراحل مختلف رویشی و زایشی رساندن سریع عناصر غذایی به گیاه ضرورت دارد. محتوای روی، آهن و منگنز در بیش از ۶۰ درصد اراضی استان ایلام، به ویژه جنوب استان، برای گیاهانی مانند گندم و گلرنگ کمتر از حد بحرانی بوده و شدت کمبود به ترتیب مربوط به روی، منگنز و آهن می‌باشد (Soleimani, 2006). مصرف بهینه کود در این مناطق، علاوه بر دستیابی به عملکرد پایدار، کاهش مصرف کودهای شیمیایی را نیز به همراه دارد، بنابراین آزمایش حاضر با هدف ارزیابی تغییرات عملکرد دانه و روغن، اجزای عملکرد و محتوای عناصر روی، آهن و منگنز و کارایی محلول‌پاشی روی، آهن و منگنز در شرایط کشت آبی گلرنگ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

محل اجرای این پژوهش منطقه چرداول در شمال استان ایلام با مختصات جغرافیائی ۳۳ درجه و ۴۵ دقیقه و ۳۶ ثانیه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۳۵ دقیقه و ۵۹ ثانیه طول شرقی بود. خاک محل اجرای آزمایش بر اساس سیستم آمریکایی جزء رده اینسپتی سول‌ها است. جابجایی مکانی قطعات اجرای آزمایش در هر سال نسبت به سال قبل از آن انجام گرفت اما ویژگی‌های خاک، تغییرات عمده‌ای نداشت. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش و تجزیه شیمیایی آب آبیاری در جدول‌های ۱ و ۲ ارائه شده است. محتوای روی، منگنز و آهن قابل جذب در خاک مورد مطالعه پایین و شوری خاک و آب، محدودکننده رشد گلرنگ نبود (جدول‌های ۱ و ۲). آزمایش با نه تیمار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار از سال ۱۳۸۹ به مدت سه سال زراعی اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۱- شاهد (بدون محلول‌پاشی روی، آهن و منگنز) ۲- محلول‌پاشی با آب، ۳- محلول‌پاشی سولفات روی سه در هزار، ۴- محلول‌پاشی سولفات آهن سه در هزار، ۵- محلول‌پاشی سولفات منگنز سه در هزار، ۶- محلول‌پاشی توأم روی و منگنز، ۷- محلول‌پاشی توأم روی و آهن، ۸- محلول‌پاشی توأم آهن و منگنز و ۹- محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز بودند. کشت به صورت ردیفی و محلول‌پاشی با استفاده از سم پاش پشتی موتوری با فشار ۰/۲ بار در مراحل خروج از روزت با رشد سریع (کد ۲۳ از کدبندی توسعه یافته BBCH) و قبل از گلدهی (کد ۵۹ از کدبندی توسعه یافته BBCH) (Flemmer *et al*., 2015). به دلیل حلالیت بالا و در دسترس بودن و ارزان‌تر بودن، از منبع سولفات عناصر استفاده شد. نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار (از منبع اوره) در سه نوبت (زمان کشت، خروج از روزت و قبل از گلدهی) به خاک داده شد. فسفر (P_2O_5) و پتاسیم (K_2O) به ترتیب از منابع سوپر فسفات و سولفات پتاسیم به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار از هر یک، قبل از کشت به خاک داده شدند (Soleimani, 2006). رقم مورد استفاده گلرنگ پدیده، تاریخ کاشت آبان و زمان برداشت در اوایل تیر بودند. هر کرت آزمایشی شامل شش خط کاشت به طول پنج متر با خطوط ۵۰ سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر بود و تراکم کشت، ۴۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. قبل از برداشت محصول، تعداد طبق‌های بارور در واحد سطح (در سه کادر یک

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش (عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتر)

Table 1. Physical and chemical properties of soil in the experimental site (0-30 cm depth)

سال Year	اسیدیته pH	قابلیت هدایت الکتریکی EC	فسفر P	پتاسیم K	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn	مس Cu	درصد اشباع Percentage (%) Saturation	کربن آلی O.C	نیتروژن Total N	آهک TNV	بافت Texture
		$dS.m^{-1}$	$mg.kg^{-1}$								(%)		
۱۳۸۹ - ۹۰ 2010-11	7.51	0.38	15	305	0.52	3.85	4.60	1.35	52	1.20	0.11	33	Silty clay loam
۱۳۹۰ - ۹۱ 2011-12	7.57	0.35	14	295	0.50	3.50	4.10	1.20	51	1.10	0.10	31	Silty clay loam
۱۳۹۱ - ۹۲ 2012-13	7.52	0.37	12	290	0.55	4.01	4.25	1.50	52	1.20	0.10	33	Silty clay loam
Mean	7.54	0.37	13.7	297	0.52	3.78	4.32	1.35	52	1.17	0.10	32	Silty Clay Loam

جدول ۲- تجزیه شیمیایی آب آبیاری ایستگاه چرداول

Table. 2. Chemical properties of irrigation water in Chardavol station

Na^{+}	SO^{4-}	Cl^{-}	HCO_3^{-}	Mg^{2+}	Ca^{2+}	EC	
$meq.l^{-1}$						$dS.m^{-1}$	pH
0.41	0.91	1.9	0.40	1.40	1.31	0.39	7.46

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

متر مربعی از متن هر کرت) و تعداد دانه‌های پر در طبق (با شمارش تعداد دانه‌های پـر در ۲۰طبـق بـارور در هـر کادر) در هر کرت اندازه‌گیری و ثبت شـدند. برداشـت محصول پس از حذف دو خط کناری و نیم متـر از بـالا و پـائین هـر کـرت در سـطح هشـت متـر مربـع انجـام و عملکـرد دانـه (بـا رطوبـت هشـت درصـد)، بـر حسـب کیلوگرم در هکتار ثبت شد. پس از برداشـت محصـول، وزن هزار دانه با سه بار شمارش در سـه گـروه تصـادفی هـــزار عـــددی از هـــر کـــرت انـــدازه‌گیـــری و غلظت روی، منگنز و آهن دانه با روش خاکستر کـردن در دمای ۵۵۰ درجـه سـانتی‌گـراد و سـپس حـل کـردن آن در اسید کلریدریک سه نرمـال و قرائـت بـا دسـتگاه جـذب اتمـی تعیـین شـد (Gupta *et al*., 2016). میـزان روغـــن دانـــه بـــا اســـتفاده از دســـتگاه اینفراماتیـــک (Tearcon8620, Germany) در سه تکـرار انـدازه‌گیـری شـد (Senobari *et al*., 2015). عملکـرد روغـن از حاصلضرب عملکرد دانه در میـزان روغـن دانـه بدسـت آمد. قبل از تجزیـه داده‌هـا بـرای اطمینـان از یکنـواختی واریانس خطـای آزمایشـی، از آزمـون بارتلـت اسـتفاده شد. تجزیه مرکب با فرض تصادفی بـودن سـال و ثابـت بودن تیمارهای آزمایشی برای صفات مورد نظر صورت گرفت. به دلیل یکنواختی واریانس خطای صفات بـرای تمامی آنها، داده‌ها به صورت مرکـب تجزیـه شـدند بـه گزارش جداول سـالینه مـی پـردازد. ز نونوشـته و نتـایج تجزیـه و تحلیـل گردنـد. مقالـه از نقطـه نظـر تفسـیر و تجزیه و تحلیـل ضـعیف بود.تجزیـه واریـانس و مقایسـه میانگین‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح احتمال پـنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثـر محلـول‌پاشـی عناصـر کـم مصـرف بـر عملکـرد دانـه و عملکـرد بیولوژیک در سطح یک درصد و بـر وزن هـزار دانـه و تعداد دانه در طبق در سطح پنج درصد معنی‌دار بود، امـا بر تعداد طبق در مترمربع تفاوت معنی‌داری نداشت.

مقایسه میانگین داده‌هـا نشـان داد کـه محلـول‌پاشـی توأم روی، آهن و منگنز با عملکـرد ۱۴۷۲ کیلـوگرم در هکتـار در گـروه آمـاری برتـر قـرار گرفتـه و افـزایش عملکرد نسبت به تیمارهای شاهد و محلول‌پاشـی بـا آب به ترتیب ۱۲/۹ و ۱۰/۲ درصد بیشتر بـود. محلـول‌پاشـی توأم روی و منگنز با ۱۴۵۴ کیلوگرم در هکتار در گروه بعـدی قـرار گرفـت (۱۱/۵ درصـد افـزایش عملکـرد). تیمارهای محلول‌پاشی توأم آهن- منگنز و روی - آهـن و محلول‌پاشی روی نیز در یک گروه آماری و بـالاتر از شاهد قرارگرفتند. در این تیمارها به ترتیب ۱۰/۶، ۹/۹ و ۹/۶ درصد افزایش عملکرد دانه نسبت به شـاهد حاصـل شـد (جـدول ۳). تیمارهـای محلـول‌پاشـی منگنـز و محلول‌پاشی آهن نیز به ترتیـب بـا ۶/۵۹ و ۵/۴۴ درصـد افزایش نسـبت بـه شـاهد، در گـروه‌هـای پـایین‌تـر قـرار گرفتنـد. بـا توجـه بـه اسـیدیته خـاک و آب آبیـاری (بـه ترتیـب ۷/۵۴ و ۷/۴۶) و محتـوای آهـک خـاک (۳۲ درصـد) (جـدول‌هـای ۱ و ۲)، در شـرایط آهکـی بودن خاک‌ها و افزایش قلیائیت خاک، جـذب عناصـر، به ویـژه عناصـر کـم مصـرف دچـار اخـتلال مـی‌گـردد (Singh *et al*., 2013). بیشـترین میـزان عملکـرد بیولوژیـک نیـز بـا مصـرف تـوأم روی، آهـن و منگنـز (به ترتیب ۱۱/۵ و ۱۰/۵ درصد افزایش نسبت به شاهد و محلـول‌پاشـی آب) بدسـت آمـد. تیمـار محلـول‌پاشـی روی- منگنز (با افزایش ۱۰/۲ درصدی نسبت به شاهد) در گـروه آمـاری بعـدی و سـه تیمـار آهـن-منگنـز، آهـــن- روی و روی (بـــه ترتیـــب ۸/۸۵، ۷/۸۱ و ۶/۰۶ درصد افزایش نسبت به شاهد) به طور مشـترک پـس از آن قرار گرفتند. در تیمار محلول‌پاشـی منگنـز، عملکـرد بیولوژیک ۳/۲ درصد نسبت بـه شـاهد افـزایش داشـت، اما اثر محلـول‌پاشـی آهـن تفـاوت معنـی‌داری بـا شـاهد نداشـت (جـدول ۳). نتـایج آزمـایش راوی و همکـاران (Ravi *et al*., 2008) نشان داد کـه محلـول‌پاشـی آهـن و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد دانه و اجزای عملکرد گلرنگ در تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم مصرف

Table 3. Mean comparison of seed yield and yield components of safflower in micronutrients foliar application treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن هزار دانه 1000 seed weight	دانه در طبق Seed.head^{-1}	طبق در متر مربع Head.m^{-2}
		kg.ha^{-1}		g		
Control	شاهد	1304 f	3199e	27.7d	26.7c	194a
Water	آب	1309f	3226e	28.9d	26.7c	196a
Zn	روی	1430c	3393c	29.8b	27.8ab	205a
Fe	آهن	1357e	3252e	29.4c	27.1bc	200 a
Mn	منگنز	1390d	3302d	29.5c	27.3b	202a
Zn&Fe	روی و آهن	1434c	3449c	29.9b	27.9ab	206 a
Zn&Mn	روی و منگنز	1454b	3524b	30.2a	28.1a	207a
Fe&Mn	آهن و منگنز	1442c	3482c	30.0b	27.9ab	206a
Zn, Fe & Mn	روی، آهن و منگنز	1472a	3566a	30.7a	28.3a	209 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

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

جدول ۴- مقایسه میانگین میزان روغن و محتوای عناصر معدنی دانه گلرنگ در تیمارهای محلول‌پاشی عناصر کم مصرف

Table 4. Mean comparison of oil and nutrient content of seed of safflower in micronutrient foliar application treatments

Treatments	تیمارهای آزمایشی	میزان روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield	روی Zn	آهن Fe	منگنز Mn
			kg.ha^{-1}		mg.kg^{-1}	
Control	شاهد	27.7c	361d	28.6b	116.1a	41.3b
Water	آب	27.7c	363d	29.0b	116.4a	41.6b
Zn	روی	28.2b	403b	39.0a	116.8a	41.4b
Fe	آهن	27.9b	379d	28.2b	120.3a	40.2b
Mn	منگنز	28.1b	391c	28.8b	117.9a	59.6a
Zn&Fe	روی و آهن	28.3b	406b	33.3a	117.4a	40.5b
Zn&Mn	روی و منگنز	28. 5b	414a	37.2a	116.2a	58.3a
Fe&Mn	آهن و منگنز	28.4a	409b	28.1b	115.7a	54.1a
Zn, Fe & Mn	روی، آهن و منگنز	28.6a	421a	36.9a	116.3a	57.2a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

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

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

روی باعث افزایش ده درصدی عملکرد دانه گلرنگ شد. در مراحل خروج از روزت و گلدهی، به ترتیب رشد سریع گیاه و شکل‌گیری اجزای عملکرد صورت می‌گیرد که در هر یک از این مراحل، نیاز به عناصر از جمله روی، منگنز و آهن افزایش می‌یابد. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج ترابیان و همکاران (Torabian *et al.*, 2016) که گزارش کردند مصرف روی باعث افزایش عملکرد دانه در آفتابگردان گردید، مطابقت داشت. در مورد وزن هزار دانه نیز مشخص شد که محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز با ۳۰/۷ گرم (۶/۹ درصد افزایش نسبت به شاهد) و محلول‌پاشی روی- منگنز با ۳۰/۲ گرم (۵/۲ درصد افزایش نسبت به شاهد) در گروه آماری برتر قرار گرفتند. محلول‌پاشی آهن- منگنز، روی-آهن و روی در گروه بعدی و محلول‌پاشی منگنز و محلول‌پاشی آهن در گروه‌های پایین‌تر قرار گرفتند.در تیمارهایی که وزن هزار دانه افزایش داشت، عملکرد دانه نیز افزایش یافت. نتایج آزمایش والی و همکاران (Valli *et al.*, 2016) نیز حاکی از همبستگی بالای عملکرد دانه با وزن هزار دانه در گلرنگ بود. رجبی و همکاران (Rajabi *et al.*, 2013) نیز افزایش وزن هزار دانه را با محلول‌پاشی روی و منگنز در گلرنگ گزارش کردند. روی با شرکت در ساخت پروتئین لوله گرده باعث ذخیره آن در این اندام شده و منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل دانه می‌شود. منگنز نیز از طریق تاثیر بر رشد زایشی و کمک به تولید کربوهیدرات‌ها و پروتئین، باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود. در اثر مصرف منگنز، مواد قابل ذخیره در گیاه افزایش یافته و محدودیت منبع کاهش می‌یابد، بنابراین مواد اضافی به سمت دانه هدایت می‌شوند (Marschner, 1995). کمبود روی بر کارکرد اندام‌های زایشی گیاه اثر منفی داشته و کاهش وزن دانه را به دنبال دارد (Velli *et al.*, 2016).

تعداد دانه در طبق در تیمارهای محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز و محلول‌پاشی توأم روی- منگنز (به ترتیب با ۲۸/۳ و ۲۸/۱ دانه در طبق)، بیشترین مقدار را داشت. این تیمارها نسبت به شاهد به ترتیب ۵/۹ و ۵/۲ درصد افزایش در تعداد دانه در طبق داشتند (جدول ۳). در آزمایش موحدی دهنوی و همکاران (Movahedi Dehnavi *et al.*, 2004)، محلول‌پاشی روی و منگنز در گلرنگ میزان پرولین را نسبت به شاهد (بدون محلول‌پاشی) به طور معنی‌داری افزایش داد

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر درصد و عملکرد روغن دانه گلرنگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود. میزان روغن در تیمارهای محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز و توأم آهن و منگنز (به ترتیب با ۲۸/۶ و ۲۸/۴ درصد)، بیشترین مقدار را داشت (جدول ۴). عملکرد روغن که متأثر از تغییرات عملکرد دانه و میزان روغن است با محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز و همچنین محلول‌پاشی روی- منگنز، بیشترین مقدار را داشت، به طوری که تیمارهای یاد شده به ترتیب با ۱۶/۶ و ۱۴/۷ درصد افزایش نسبت به شاهد، در گروه آماری بالاتری قرار گرفتند. پس از آن‌ها، محلول‌پاشی آهن- منگنز، روی- منگنز و روی، به ترتیب با ۱۳/۳، ۱۲/۵ و ۱۱/۶ درصد افزایش نسبت به شاهد، قرار داشتند. محلول‌پاشی منگنز با ۸/۳ درصد افزایش نسبت به شاهد، تفاوت معنی‌داری داشت، اما محلول‌پاشی آهن تاثیری بر آن نداشت (جدول ۴). نتایج سایر تحقیقات نشان داده است که عناصر روی و منگنز نسبت به آهن اثر بیشتری بر مقدار روغن تولیدی در دانه‌های روغنی دارند. با تأمین عناصری مانند روی و منگنز، به ویژه در مرحله پر شدن دانه در گلرنگ، درصد روغن در دانه افزایش یافت (Rezaeieh *et al.*, 2016). گزارش شده است که در شرایط کمبود و کفایت عنصر روی، به ترتیب کمترین و بیشترین میزان روغن دانه بدست آمد. غلظت عنصر روی در حد کفایت، متابولیسم چربی‌ها را افزایش داده و میزان چربی ذخیره شده در بافت‌های ذخیره‌ای مانند دانه بیشتر می‌شود (Hanif *et al.*, 2017). کانوال و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

همکاران (Kanwal *et al*., 2016) نیز بر اثر مصرف عناصر کم مصرف، از جمله منگنز در افزایش میزان روغن در دانه‌های روغنی تأکید کردند.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر محتوای عناصر روی، منگنز و آهن دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. محلول‌پاشی سولفات روی بیشترین غلظت روی در دانه را داشت، به طوری که محتوای روی از ۲۸/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد (با ۵۵/۹ درصد افزایش) به ۴۴/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم با محلول پاشی روی رسید. هر چند محلول پاشی روی بیشترین غلظت روی در دانه را داشت، اما میزان آن با محلول‌پاشی سایر تیمارهای حاوی روی (روی- منگنز، روی- آهن- منگنز و روی- آهن) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). کمترین غلظت روی در دانه با محلول‌پاشی آهن- منگنز حاصل شد. گزارش شده است که آهن و منگنز، جذب روی را در گیاه کاهش می‌دهند و محلول‌پاشی آهن- روی در شرایط مصرف روی به عنوان عامل مفیدی در تعدیل غلظت روی در دانه محسوب می‌شود (Ghasemi Fasaei and Ronaghi, 2015). در آزمایش حاضر نیز محلول‌پاشی آهن- منگنز باعث جلوگیری از افزایش بیش از حد غلظت عنصر روی در دانه گلرنگ گردید. در مرحله انتقال از ساقه به خوشه، روی و آهن با یکدیگر رقابت داشته و با هم برهمکنش منفی دارند (Marschner, 1995). تغییرات غلظت آهن دانه در تیمارهای محلول‌پاشی معنی‌دار نبود. با محلول‌پاشی منگنز، محتوای منگنز دانه نیز از ۴۱/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم در تیمار شاهد (با ۴۴/۳ درصد افزایش) به ۵۹/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم رسید. محلول‌پاشی سایر عناصر نیز بر غلظت منگنز دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۴). رشد نهایی گیاه بستگی به ساختار اندام‌های زایشی و بهبود تسهیم مواد پرورده در گیاه داشته و عناصر روی، منگنز و آهن نقش قابل ملاحظه‌ای در این مورد دارند(Marschner, 1995). تغییرات غلظت روی و منگنز در گیاه در اثر محلول‌پاشی این عناصر، بستگی به ارتباط بین آوندها و تبادل عناصر در آن‌ها دارد. این موضوع توسط سایر محققان از جمله علی و همکاران (Ali *et al*., 2016) نیز در مورد گندم گزارش شده است. در آزمایش‌های دیگر افزایش محتوای عنصر روی در دانه آفتابگردان با محلول‌پاشی روی گزارش شده است (Torabian *et al*., 2016). انتقال روی در داخل گیاه پس از محلول‌پاشی سولفات روی توسط گوپتا و همکاران (Gupta *et al*., 2016) مورد ارزیابی قرار گرفت. گزارش شده است که انتقال روی از برگ‌های پیر و در اواخر دوره رشد گیاه، از برگ‌های پایین به برگ‌های جوان و دانه‌ها، از مسیر آوندهای آبکش انجام گرفته و باعث افزایش محتوای روی در دانه‌ها گردید (Yin *et al*., 2016). با توجه به آزمایشات انجام شده و پژوهش حاضر، مشخص شد که یکی از مهم‌ترین دلایل عملکرد پایین گلرنگ، فقدان برنامه تغذیه‌ای مناسب برای این محصول بوده و همواره یک یا چند عنصر بر اساس قانون حداقل، باعث عدم دستیابی به بیشینه عملکرد می‌شوند (Soleimani, 2006). با توجه به کم‌تحرک بودن عناصر کم مصرف در گیاه، نیاز گیاه به این عناصر در مراحل خروج از روزت و اوایل گلدهی بالا است. بازیابی پایین مصرف خاکی در این مراحل و نامتحرک شدن عناصر روی، آهن و منگنز در خاک‌های آهکی، ضرورت توجه به محلول‌پاشی را ایجاب می‌نماید (Dare Ghaedi *et al*., 2012). با توجه به ناچیز بودن مقدار و اقتصادی بودن مصرف کود در روش محلول-پاشی، زارعین گلرنگ از این روش مصرف کود استقبال کرده و از آن در تلفیق با کنترل شیمیایی مگس گلرنگ و علف‌های هرز استفاده می‌کنند.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول‌پاشی عناصر

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

روی، منگنز و آهن که نقش مهمی در فعالیت‌های آنزیمی و فرایندهای متابولیسمی گیاه دارند، باعث بهبود رشد، افزایش وزن هزار دانه، افزایش تعداد دانه در طبق و افزایش عملکرد دانه گلرنگ شد. با توجه به افزایش عملکرد دانه و افزایش میزان روغن دانه در تیمارهای محلول‌پاشی توأم روی، آهن و منگنز و روی- منگنز، بیشترین عملکرد روغن نیز حاصل شد. با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار دو تیمار ذکر شده، برای افزایش عملکرد روغن دانه گلرنگ، می‌توان از محلول پاشی روی- منگنز استفاده کرد. با توجه به اثر آنتاگونیستی (ضدیت) بین عناصر، لازم است که علاوه بر برهمکنش عناصر کم مصرف با یکدیگر، برهمکنش آنها با سایر عناصر از جمله نیتروژن و فسفر نیز بررسی شود. با افزایش ورود یک عنصر خاص در فعالیت‌های حیاتی گیاه، نقش عنصر یا عناصر دیگر نیز تحت شعاع قرار خواهد گرفت. اگرچه تحقیقات بیشتری در خصوص نحوه مصرف کودهای روی، آهن و منگنز باید انجام شود، اما نتایج این تحقیق نشان دهنده لزوم توجه به روش محلول‌پاشی در برنامه‌های تغذیه گیاهان زراعی از جمله گلرنگ است. بر اساس نتایج آزمایش حاضر به نظر می‌رسد که در گلرنگ، محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در مراحل خروج از روزت و قبل از گلدهی، ضرورت بیشتری دارد.

منابع مورد استفاده

References

Ali, A.U., G. Sarwar, M. Aftab, and S. Muhammad. 2016. Effect of soil and foliar applied copper on growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pak. J. Agric. Res. 29: 35-42.

Aytac, Z., N. Gulmezoglu, Z. Sirel, I. Tolay and A. A. Torun. 2014. The Effect of zinc on yield, yield components and micronutrient concentrations in the seeds of safflower genotypes. Bot. Hort. Agric. 42: 202-209.

Basu, P. S. 2016. Physiological processes toward movement of micronutrients from soil to seeds in biofortification perspectives. In: Biofortification of Food Crops. pp. 317-329. Springer, India.

Dare Ghaedi, B., M. H. Rasouli Sedghiani and H. Khodaverdilu. 2012. Adsorption and retention of Mn, Zn and Cu in some acidic and non-acidic soils. J.Soil Manag. Sust. Prod. 2: 63-77.

Flemmer, A.C., M.C. Franchini, and L.I. Lindström. 2015. Description of safflower (Carthamus tinctorius) phenological growth stages according to the extended BBCH scale. Ann. Appl. Biol. 166: 331-339.

Ghasemi Fasaei, R. and A. Ronaghi. 2015. The influence of iron chelate and zinc sulfate on the growth and nutrient composition of chickpea grown on a calcareous soil. Iran. Agric. Res. 34: 35-40. (In Persian with English abstract).

Gupta, N., H. Ram and B. Kumar. 2016. Mechanism of Zinc absorption in plants: uptake, transport, translocation and accumulation. Rev. Environ. Sci. Biotech. 15: 89-109.

Hanif, M. A., H. Nawaz, M. A. Ayub, , N. Tabassum, N. Kanwal, , N. Rashid, M. Saleem and M. Ahmad. 2017. Evaluation of the effects of zinc on the chemical composition and biological activity of basil essential oil by using Raman spectroscopy. Indust. Crops Prod. 96: 91-101.

He, J., H. Wang, H. Ding, and C. Ge. 2016. Epibrassinolide confers zinc stress tolerance by regulating antioxidant enzyme responses, osmolytes and hormonal balance in *Solanum melongena* seedlings. Brazilian

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

J. Bot. 39: 295-303.

Jalilian, J., Kohnaward, P. and A. Pirzad. 2016. Safflower growth as affected by cropping intensity and micronutrient foliar spray. J. Crop Imp. 30: 259-273.

Kabir, A. H., N. Paltridge and J. Stangoulis. 2016. Chlorosis correction and agronomic biofortification in field peas through foliar application of iron fertilizers under Fe deficiency. J. Plant Interact. 11: 1-4.

Kanwal, N., M. A. Hanif, M. M. Khan, T.M. Ansari and R. Khalil-Ur-Rehman. 2016. Effect of micronutrients on vegetative growth and essential oil contents of *Ocimum sanctum*. J. Ess. Oil Bear. Plants. 19: 980-988.

Khattak, S. G., P. J. Dominy and W. Ahmad. 2015. Assessment of Zn interaction with nutrient cations in alkaline soil and its effect on plant growth. J. Plant Nut. 38: 1110-1120.

Kızılşahin, S., A. Nalbantsoy, N. Karabay and U. Yavaşoglu. 2015. In vitro synergistic efficacy of conjugated linoleic acid, oleic acid, safflower oil and taxol cytotoxicity on PC3 cells. Nat. Prod. Res. 29: 378-382.

Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press, London, UK.

Movahedi Dehnavi, M., A. M. Modarres Sanavii, A. Soroush Zade and M. Jalali. 2004. Variations of proline, total soluble carbohydrates, Chlorophyll (SPAD) in varieties of autumn safflower under drought stress and application of Zn and Mn. Desert, 9: 93-110.

Orlovius, K. 2006. Effect of foliar fertilization with magnesium, sulfur, manganese and boron to sugar beet, oilseed rape, and cereals. Dev. Plant Soil Sci. 92: 788-789.

Rajabi, M., M. Fetri, M. E. Ghobadi, M. H. Faraji and GH. Asadian. 2013. Foliar application of Zn and Mn fertilizers on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars. Int. J. Agric. Crop Sci. 5: 718-822.

Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil and P. R. Dharmatti. 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Agric. Sci. 21: 382-385.

Rezaeieh, K. A. P., B. Gurbuz and A. Eivazi. 2016. Effects of different zinc levels on vegetative growth and essential oil contents of some Iranian and Turkish cumin (*Cumin cyminum* L.) genotypes. J. Ess. Oil Bear Plants. 19: 1181-1191.

Sampaio, M. C., R. F., Santos, D. Bassegio, E. S. de Vasconselos, M. de Almeida Silva, D. Secco and T. R. B. da Silva. 2016. Fertilizer improves seed and oil yield of safflower under tropical conditions. Ind. Crops Prod. 94: 589-595.

Senobari, S., M. R. Sabzalian and G. Saeidi. 2016. Evaluation of phenotypic and genetic relationship between agronomic traits, grain yield and its components in genotypes derived from interspecific hybridization between wild and cultivated safflower. Iran. J. Filed Crops Sci. 47: 131-139. (In Persian with English abstract).

Singh, V. P., B. Pal and Y. K. Sharma. 2013. Response of rice to nitrogen and zinc application irrigated with

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

saline water. Environ. Ecol. 31: 344-349.

Soleimani, R. 2005. The integrated effects of foliar and soil application of Zn, Fe and Mn on yield and yield compounds of wheat in Ilam. Final Report of Research Project. Soil and Water Research Institute, Iran .No. 1222. (In Persian with English abstract).

Torabian, S., M. Zahedi and A. H. Khoshgoftar Maneesh. 2016. Effects of foliar spray of two kinds of zinc oxide on the growth and ion concentration of sunflower cultivars under salt stress. J. Plant Nutr. 39: 172-180.

Valli, S. P., C. Sudhakar, J. Rani and R. R. Rajeswari. 2016. Correlation and path coefficient analysis for the yield components of safflower germplasm (*Carthamus tinctorius* L.). Electronic J. Plant Breed. 7: 420-426.

Weiss, E. A. 2000. Oilseed Crops. Blackwell Sci.

Xie, Y., Niu, X. and J. Niu. 2016. Effect of phosphorus fertilizer on growth, phosphorus uptake, seed yield, yield components and phosphorus use efficiency of oilseed flax. Agron. J. 108: 1257-1266.

Yari, L., A. M. Modarres Sanavi and A. Soroush Zade. 2004. The effect of foliar application of Mn and Zn on quantitative characteristics of five safflower varieties. Iran. J. Soil Water Sci. 18: 145-151.

Yin, H., X. Gao, T. Stomph, L. Li, F. Zhang, and C. Zou. 2016. Zinc concentration in rice (*Oryza sativa* L.) grains and allocation in plants as affected by different zinc fertilization strategies. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 47:761-768.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

Effect of foliar application of Zn, Fe and Mn on seed yield and micronutrient contents of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Soleimani, R.[1], F. Nourgholipour[2] and F. Moshiri[3]

ABSTRACT

Soleimani, R., F. Nourgholipour and F. Moshiri. 2017. Effect of foliar application of Zn, Fe and Mn on seed yield and micronutrient contents of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)**. Iranian Journal of Crop Sciences. 19(1): 1-12. (In Persian).**

This experiment was conducted to determine the effect of zinc (Zn), iron (Fe) and manganese (Mn) foliar application on seed yield and nutrient contents of irrigated safflower during three years (2010-2013) in a soil with low concentration of available Zn, Fe and Mn. The experiment was conducted in Chardavol field station in northern Ilam province, Iran. Experimental treatments included; control (without Zn, Fe and Mn application), foliar application of water, and foliar application of Zn, Fe, Mn, Zn+Mn, Zn+Fe, Fe+Mn and Zn+Fe+Mn using randomized complete block design with three replications. Results indicated that the effect of foliar application of micronutrients on seed and oil yield of safflower was significant. Mean comparison showed that the highest seed yield was obtained from foliar application of Zn+Fe+Mn with 1472 kg.ha^{-1}which was 12.9 and 12.4 percent higher than seed yield in control (without foliar application) and foliar application of water, respectively.. Seed oil yield was significantly higher in foliar application of Zn+Fe+Mn (421 kg.ha^{-1}) and Zn+Mn (411 kg.ha^{-1}) in comparison with control. It can be concluded that highest seed yield and seed oil yield were obtained from foliar applications of Zn+Fe+Mn and Zn+Mn, respectively.

Key words: Foliar application, Micronutrients, Oil content of seed and Safflower.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1396.19.1.1.7]

Received: December, 2016 **Accepted: May, 2017**

1. Faculty member, Ilam Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Ilam, Iran.(Corresponding author) (Email: rsoleimani@ut.ac.ir)
2. Faculty member, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
3. Faculty member, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran