



به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

صفحه‌های ۱۰۶۳-۱۰۷۴

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

فرشته روشن^۱، محمدرضا مرادی تلاوت^{۲*} و سید عطاءاله سیادت^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز
۲. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز
۳. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۲/۲۱

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۱۱/۲۱

چکیده

به منظور بررسی تأثیر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره (*Carthamus tinctorius* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل ارقام گلرنگ ('صفه' و 'محلی اصفهان') و زمان‌های مختلف محلول پاشی سولفات روی (بدون محلول پاشی به عنوان شاهد، محلول پاشی در مراحل ساقه‌دهی، شاخه‌دهی، گلدهی و پر شدن دانه) بودند. محلول پاشی سولفات روی تأثیر معناداری بر صفات مورفولوژیک، تعداد طبق در بوته و در متر مربع، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن دارد. اثر رقم بر ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق، تعداد طبق در بوته و در متر مربع و تعداد دانه در طبق معنادار بود. اثر متقابل رقم و محلول پاشی بر درصد روغن دانه معنادار بود. محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و شاخه‌دهی بیشترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیک از خود نشان داد. بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول ۲۸۶۲ کیلوگرم در هکتار) و اجزای آن و عملکرد روغن با محلول پاشی در مرحله شاخه‌دهی به دست آمد. محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی عملکرد بیولوژیک را افزایش داد. بیشترین درصد روغن دانه (۲۵/۸۳ درصد) در رقم 'صفه'، با محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی به دست آمد. نتایج نشان داد که رقم 'محلی اصفهان' و محلول پاشی در مرحله شاخه‌دهی، بیشترین عملکرد دانه و روغن گلرنگ را تولید کرد.

کلیدواژه‌ها: درصد روغن، سولفات روی، شاخص برداشت، عملکرد، ماده خشک.

۱. مقدمه

گلرنگ^۱ گیاهی پراهمیت و باکیفیت از خانواده دانه‌های روغنی است که به‌طور معمول در پاییز و زمستان کشت شده و در اواخر بهار سال بعد برداشت می‌شود. این گیاه هم‌خانواده آفتابگردان است که روغن دانه آن باکیفیت و دارای ارزش غذایی زیادی در تغذیه انسان است. این گیاه به دلیل مقاومت خوبی که به شرایط محیطی نامساعد نظیر تنش‌های خشکی، شوری و گرما دارد، برای کشت در مناطق خشک و نیمه‌خشک مناسب است [۱۰].

امروزه علاوه بر عناصر غذایی پرمصرف، استفاده از عناصر ریزمغذی به عنوان ابزاری مهم برای حصول حداکثر عملکرد در واحد سطح مورد توجه است [۱۷]. عناصر غذایی ریزمغذی علاوه بر افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی، در سلامت انسان و دام نیز تأثیر بسزایی دارند [۲۲]. روی یکی از عناصر کم‌مصرف و ضروری است که در ساختمان بسیاری از آنزیم‌ها جزئی مهم به‌شمار می‌رود و همچنین برای بسیاری از آنزیم‌ها به عنوان کوفاکتور عمل می‌کند. روی در سنتز تریپتوفان، پیش‌ماده ساخت اکسین، طول عمر رنگدانه‌های کلروفیل و پیری برگ، متابولیسم کربوهیدرات‌ها و سنتز پروتئین‌ها در گیاهان اثر دارد [۱۷]. همچنین عنصری مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم‌کننده‌های رشد است. مصرف خاکی عناصر ریزمغذی، علاوه بر کارایی اندک جذب آن توسط گیاه، از لحاظ اقتصادی نیز بسیار پرهزینه است. از این رو می‌توان از روش‌های جایگزین مانند تغذیه برگی بهره جست [۲]. تغذیه برگی، کاربرد عناصر و مواد غذایی روی شاخه‌ها و برگ‌های گیاهان و جذب آنها در محل مصرف است [۹]. تغذیه برگی امکان استفاده سریع‌تر از مواد غذایی توسط گیاه را فراهم می‌آورد و سبب اصلاح کمبود مواد غذایی موجود در مدت زمان کمتری نسبت به

کاربرد خاکی این مواد می‌شود [۵]. به‌طور کلی، اگر عناصر کم‌مصرف به‌صورت محلول‌پاشی در اختیار گیاه قرار گیرند، کمبود ناشی از مصرف خاکی را به‌طور کامل جبران می‌کنند و جایگزینی مناسب در این زمینه به‌شمار می‌روند [۲۰]. همچنین در شرایط مزرعه، یعنی جایی که فاکتورهای مؤثر بر جذب خاکی مواد غذایی بسیار متغیر است، ممکن است محلول‌پاشی روشی کارآمد در اصلاح اختلالات تغذیه‌ای گیاهان باشد [۱۵].

مصرف عناصر ریزمغذی از طریق محلول‌پاشی در موارد کمبود می‌تواند عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را بهبود بخشد [۱۶]. مصرف منگنز به‌صورت محلول‌پاشی به‌طور معناداری عملکرد دانه گلرنگ را از طریق افزایش تعداد دانه در گیاه افزایش می‌دهد [۱۶]. محلول‌پاشی روی و منگنز عملکرد بیولوژیک گلرنگ را به‌طور معناداری افزایش داد [۱۰]. نتایج تحقیقات مربوط به مصرف عنصر روی در مراحل مختلف رشد سویا نشان داد محلول‌پاشی روی، آن را در اسرع وقت در اختیار گیاه قرار می‌دهد و سبب بهبود عملکرد آن می‌شود [۱۳]. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر روغن دانه گلرنگ بسیار معنادار بود [۸]. نتایج مشابهی نیز مبنی بر افزایش روغن دانه گندم و کلزا در اثر استفاده از سولفات روی گزارش شد [۱۹]. محلول‌پاشی اثر معناداری بر ارتفاع بوته دارد و همچنین مصرف برگی عناصر ریزمغذی روی، آهن و منگنز با افزودن بر ارتفاع بوته، موجب افزایش ماده خشک می‌شود [۱۴].

گیاه در بسیاری از مواقع چندان نمی‌تواند عناصر کم‌مصرف مانند روی را از راه خاک جذب و مصرف کند و محلول‌پاشی آنها می‌تواند کارایی جذب و مصرف آنها را افزایش دهد [۱۳]. از طرف دیگر، مرز بین کفایت و سمیت عناصر کم‌مصرف بسیار باریک است. از عوامل مؤثر در این موضوع، تفاوت بین ارقام مختلف گیاهان زراعی است، به‌طوری که برخی از ارقام یک گیاه زراعی ممکن است در

1. *Carthamus tinctorius* L.

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

بارندگی سالیانه حدود ۱۶۹ میلی متر، متوسط درجه حرارت ۲۳ درجه سانتی گراد و متوسط حداکثر و حداقل درجه حرارت ۳۶ و ۹/۵ درجه سانتی گراد از لحاظ اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می شود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایشی شامل ارقام گلرنگ ('صفه' و 'محلی اصفهان') و زمان های مختلف محلول پاشی سولفات روی (بدون محلول پاشی، محلول پاشی در مرحله ساقه دهی، مرحله شاخه دهی، مرحله گلدهی و مرحله پر شدن دانه) با غلظت ۵ در ۱۰۰۰ در نظر گرفته شد. رقم جدید 'صفه' حاصل انتخاب تک بوته از توده محلی گلرنگ اصفهان است که با استفاده از روش گزینش لاین های خالص و تأکید بر یکنواختی رنگ قرمز گلچه ها، تعداد و اندازه غوزه، نبود خار، زودرسی، درشتی طبق ها، جمع بودن شاخه های اصلی و فرعی و ارتفاع مناسب بوته برای برداشت مکانیزه تولید شده است. ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه دانشگاه در جدول ۱ آمده است.

اثر مصرف عناصر کم مصرف افزایش عملکرد را نشان دهند و برخی دیگر، در اثر مصرف عناصر کم مصرف، افزایش نشان ندهند و حتی عملکردشان کاهش یابد [۸]. با توجه به اهمیت دانه های روغنی و گیاه گلرنگ و ضرورت عناصر کم مصرف به ویژه روی در سلامت گیاه، می توان این عناصر را از راه محلول پاشی که آسان تر و سریع تر است، در اختیار گیاه گلرنگ قرار داد تا به واسطه آن به افزایش عملکرد کمی و کیفی دست یافت و تولید در منطقه را پایدار کرد. هدف پژوهش حاضر، بررسی اثر زمان محلول پاشی سولفات روی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گلرنگ است.

۲. مواد و روش ها

تحقیق حاضر در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه پژوهشی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان واقع در ۳۵ کیلومتری شمال شرقی اهواز با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه، با ارتفاع حدود ۲۲ متر از سطح دریا اجرا شد. براساس آمار هواشناسی بلندمدت، شهر ملاثانی با داشتن متوسط

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

شن (%)	سیلت (%)	رس (%)	مواد آلی (%)	نیترژن (%)	فسفر (mg/kg)	روی (mg/kg)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (ds/m)
۱۶	۴۰	۴۴	۰/۶۶	۰/۰۷	۶/۲	۱/۲	۷/۲	۳/۱

از هم تشکیل شدند. فاصله بین کرت ها به صورت یک پشته نکاشت و فاصله بین دو بلوک، ۲ متر و به صورت کانال های آبیاری بود. بذرها ی گلرنگ برای رسیدن به تراکم ۲۶/۶ بوته در متر مربع در تاریخ پنجم بهمن ۱۳۹۱ با فاصله ۱۰ سانتی متر از هم بر روی پشته ها کاشته شدند [۴]. کاشت بر روی پشته ها به صورت دوردیفه انجام گرفت. در

آماده سازی زمین شامل آبیاری پیش از کاشت (با هدف سبز شدن بذر علف های هرز مدفون در خاک مزرعه)، شخم با گاو آهن برگردان دار، دو بار دیسک عمود بر هم و تسطیح زمین آغاز شد و پس از ایجاد جوی و پشته ها به وسیله فاروئر، کرت ها و کانال های آبیاری آماده شدند. هر کرت از چهار پشته به طول ۴ متر و به فاصله ۷۵ سانتی متر

به زراعی کشاورزی

درصد روغن دانه و عملکرد دانه به دست آمد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه آماری شدند.

۳. نتایج و بحث

۳.۱. صفات مورفولوژیک گلرنگ

۳.۱.۱. ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان‌های مختلف محلول‌پاشی در سطح احتمال ۵ درصد بر ارتفاع بوته معنادار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته (حدود ۱۲۲ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی در مرحله ساقه‌دهی به دست آمد (جدول ۳) و کمترین ارتفاع، در تیمار بدون محلول‌پاشی (شاهد) مشاهده شد. ارتفاع بوته از مؤلفه‌های رشد رویشی و تولید ماده خشک محسوب می‌شود. در این آزمایش، افزایش ارتفاع بوته به خوبی نشان‌دهنده اثر مصرف روی در افزایش ماده خشک گیاه نیز خواهد بود. جذب عنصر روی از طریق محلول‌پاشی در اندام هوایی گیاه، در مراحل رشد می‌تواند ارتفاع گیاه را تحت تأثیر قرار داده و افزایش دهد. از آنجا که نوسانات ارتفاع گیاه به طور معمول بارزترین مشخصه ژنتیکی و تغییر شرایط محیطی در اغلب گیاهان است، گاهی افزایش ارتفاع بوته، یک مزیت برای رقابت با سایر بوته‌ها در جامعه گیاهی محسوب می‌شود که یکی از نتایج آن، تشکیل برگ‌های جدید در بالای سایه‌انداز است. این خصوصیت، کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار می‌دهد [۳]. تأثیر معنادار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته گزارش شد و مصرف برگ‌گی عنصر ریزمغذی روی به علت تأثیر بر بیوسنتز اکسین سبب افزایش ارتفاع بوته گیاه می‌شود [۱۴، ۲].

بیشتر مدت فصل رشد به خصوص تا اواسط فروردین ۱۳۹۲ بارش‌های مناسبی روی داد و نیازی به آبیاری نبود. از این مرحله به بعد، با کاهش درصد رطوبت خاک به ۷۵ درصد ظرفیت زراعی عملیات آبیاری صورت گرفت. همچنین قبل از کاشت، ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل به صورت خاک استفاده شد. کود نیتروژن نیز به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. از این مقدار ۵۰ کیلوگرم هنگام کاشت، ۲۵ کیلوگرم در مرحله چهاربرگی و ۲۵ کیلوگرم در آغاز رشد طولی ساقه به صورت سرک مصرف شد.

برداشت گلرنگ در ۱۹ خرداد ۱۳۹۲ به صورت دستی و با داس انجام گرفت. بلافاصله پس از برداشت نمونه، از ۲ متر طولی از وسط دو خط کاشت مربوط به عملکرد نهایی (در مجموع با احتساب فاصله ۷۵ سانتی‌متری مساحت برداشت معادل ۱/۵ متر مربع بود)، نمونه‌هایی از هر واحد درون آن قرار داده شد و با تعیین درصد رطوبت هنگام برداشت، عملکرد بیولوژیک در واحد سطح محاسبه شد. پس از آن نمونه‌های هر واحد آزمایشی، جداگانه بوجاری شدند و عملکرد اقتصادی به دست آمد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه با احتساب ۹ درصد رطوبت دانه محاسبه شد. برای محاسبه درصد رطوبت دانه‌ها، ۱۰ گرم از دانه‌های برداشت‌شده در آن به مدت ۴۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس با اندازه‌گیری وزن خشک آنها، درصد رطوبت هنگام برداشت تعیین شد. برای تعیین اجزای عملکرد از کل بوته‌های برداشت‌شده پنج بوته از هر نمونه به طور تصادفی انتخاب شد. سپس به ترتیب ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، ارتفاع اولین شاخه فرعی، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد طبق در متر مربع، تعداد دانه در طبق و وزن هزاردانه اندازه‌گیری شد. درصد روغن دانه، با دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن از حاصل ضرب

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس بعضی از صفات مورفولوژیک گلرنگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات		
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه
بلوک	۲	۱۹۷/۱۳ ^{ns}	۲/۳۲ ^{ns}	۷/۱۷*
رقم	۱	۱۹/۴۴ ^{ns}	۴/۲۲*	۱۰/۴۴**
محلول پاشی	۴	۱۱۹۷/۷۷*	۱۹/۹۷**	۲۸/۷۲**
رقم در محلول پاشی	۴	۲۵۰/۱۶ ^{ns}	۷/۴۴ ^{ns}	۳/۹۲ ^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۸	۱۶۲۲/۷۳	۲۰/۲۲	۱۷/۵۲
ضریب تغییرات (%)		۸/۱۱	۱۵/۴	۱۰/۹۳
		۴/۸۶		

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۳. مقایسه میانگین بعضی از صفات مورفولوژیک گلرنگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

فاکتورها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه (mm)	قطر طبق (mm)
رقم صفه	-	۶/۵۱ ^b	-	۲۰/۸۸ ^a
رقم محلی اصفهان	-	۷/۲۶ ^a	-	۱۹/۷ ^b
شاهد	۱۰۴/۶ ^b	۵/۴ ^b	۴/۷ ^b	۱۸/۴ ^b
مرحله ساقه دهی	۱۲۲/۱۷ ^a	۷/۴۸ ^a	۶/۶۷ ^a	۲۰/۷۳ ^a
مرحله شاخه دهی	۱۱۹/۷۲ ^a	۷/۷۳ ^a	۶/۴۲ ^a	۲۰/۵۲ ^a
مرحله گلدهی	۱۱۹/۵۲ ^a	۷/۰۷ ^a	۶/۳۳ ^a	۲۱/۲۳ ^a
مرحله پر شدن دانه	۱۱۹/۳۴ ^a	۶/۷۳ ^a	۶/۶۳ ^a	۲۰/۵۷ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

۳.۱.۲. تعداد شاخه فرعی

در حالی که در آزمایش حاضر، رقم 'محلی اصفهان' با وجود تعداد شاخه بیشتر، تفاوت معناداری از نظر عملکرد دانه با رقم 'صفه' نداشت که نشان‌دهنده تعداد طبق کمتر در هر شاخه در رقم 'محلی اصفهان' در مقایسه با رقم 'صفه' است (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد و اثر زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد شاخه فرعی معنادار بود (جدول ۴). رقم 'محلی اصفهان' شاخه فرعی بیشتری نسبت به رقم 'صفه' تولید کرد. افزایش شاخه‌های فرعی در آزمایش برخی محققان ارتباط زیادی با افزایش عملکرد دانه داشته است [۶];

به زراعی کشاورزی

دوره ۱۷ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۴

۱۰۶۷

فرشته روشن و همکاران

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گلریگ تحت تأثیر رقم و محلول پاشی سولفات روی

عملکرد	درصد روغن دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک		عملکرد		وزن هزاردانه	تعداد دانه در طبق	تعداد طبق در بونه	تعداد طبق در متر مربع	درجه آزادی	منابع تغییرات
			عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	عملکرد	دانه						
۲۲۱۲۶۲/۱۴**	۱/۳۸ ^{NS}	۲۱/۷۱ ^{NS}	۲۴۲۶۰۶۰۴/۸*	۳۱۳۰۳۳۶/۳۸*	۴۹/۴۴*	۴۹/۱۳ ^{NS}	۵۷/۳۱**	۵۱۵۸۲/۳**	۲	بلوک		
۵۲۴۸ ^{NS}	۱/۴۵ ^{NS}	۵۰/۹۳ ^{NS}	۸۶۸۳۳۶۰ ^{NS}	۳۸۸۷۲ ^{NS}	۳/۶۱ ^{NS}	۶۸/۰۷*	۱۶/۸۳*	۱۵۰۵۲/۸*	۱	رقم		
۳۹۸۹۶۲/۰۴**	۳۴/۶۴**	۱۵۰/۲۴ ^{NS}	۷۰۳۶۶۶۸/۸**	۶۲۶۲۰۴/۰۹**	۹۹/۶۷*	۲۰/۵۶ ^{NS}	۱۵۳/۰۶**	۱۳۷۵۲/۸**	۴	محلول پاشی		
۶۴۱۸۲/۱۷ ^{NS}	۱۴/۳۸*	۲۰/۷۹ ^{NS}	۶۴۳۵۶۸ ^{NS}	۴۳۰۵۵۵/۰۹ ^{NS}	۲۸/۹ ^{NS}	۹۶/۴۳ ^{NS}	۱۱/۵۳ ^{NS}	۱۰۳۷۵/۴ ^{NS}	۴	رقم در محلول پاشی		
۳۲۴۸۳۵/۲۵	۱۴/۸۹	۳۹۰/۸۹	۶۱۵۵۶۹۹۵/۲	۴۹۵۰۰۶۶/۲۶	۱۴۱/۹۹	۴۹۸/۶۵	۸۳/۵۹	۷۵۲۳۲/۸	۱۸	اشتباه آزمایشی		
۲۶/۲۵	۳/۸۵	۲۱/۰۱	۱۸۷۶	۲۱/۹۶	۸/۸۷	۲۸/۲۸	۱۶/۹۸	۱۶/۹۸		ضریب تغییرات (%)		

NS، * و **: به ترتیب غیر معنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر محلول پاشی روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

تیمارها	تعداد طبق در متر مربع	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (g)	عملکرد دانه (Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (Kg/ha)	عملکرد روغن (Kg/ha)
رقم صفه	۳۵۸/۴ ^b	۱۱/۹۵ ^b	۲۰/۱۲ ^a	-	-	-	-
رقم محلی اصفهان	۴۰۳/۲ ^a	۱۳/۴۴ ^a	۱۷/۱ ^b	-	-	-	-
شاهد	۲۵۷ ^c	۸/۵۷ ^c	-	۲۸/۶۳ ^b	۱۵۲۲ ^b	۷۱۳۳ ^b	۲۹۹/۴۸ ^b
مرحله ساقه دهی	۳۷۸ ^b	۱۲/۶ ^b	-	۳۲/۷۲ ^a	۲۵۱۹/۶ ^a	۱۱۸۲۸ ^a	۵۶۴/۴۳ ^a
مرحله شاخه دهی	۴۵۹ ^a	۱۵/۳ ^a	-	۳۳/۹۳ ^a	۲۸۶۳/۲ ^a	۱۰۴۵۱ ^a	۶۳۳/۶۴ ^a
مرحله گلدهی	۴۱۸ ^{ab}	۱۳/۹۳ ^{ab}	-	۳۰/۷۴ ^{ab}	۲۶۱۲/۵ ^a	۱۰۱۰۶ ^a	۵۶۷/۰۷ ^a
مرحله پر شدن دانه	۳۹۲ ^{ab}	۱۳/۰۷ ^{ab}	-	۳۲/۲۴ ^a	۲۴۲۰/۳ ^a	۹۷۶۸ ^a	۴۸۴/۱۴ ^a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معناداری با هم ندارند.

۳.۱.۳. قطر ساقه

قطر ساقه تحت تأثیر معنادار تیمار زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). نتیجه به دست آمده از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که محلول پاشی سولفات روی سبب افزایش قطر ساقه در همه سطوح در مقایسه با شاهد شد (جدول ۳). بنابراین جذب عنصر روی در اندام هوایی گلرنگ و به خصوص در مرحله ساقه دهی سبب افزایش قطر ساقه‌های تولیدی می‌شود. افزایش قطر ساقه می‌تواند مقاومت گلرنگ را نسبت به شرایط نامساعد محیطی از جمله خوابیدگی گیاه افزایش دهد. علاوه بر این، ساقه‌های قطور می‌توانند مواد هیدروکربنه بیشتری را در خود ذخیره و سپس به سمت دانه ارسال کنند که در نهایت به افزایش عملکرد از طریق تولید دانه‌های بزرگ‌تر منجر خواهد شد [۱۰]. نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگر پژوهشگران که تأثیر معنادار محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر قطر ساقه را در آفتابگردان گزارش کردند، مطابقت دارد [۱۱، ۴].

۳.۱.۴. قطر طبق

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنادار بودن اثر رقم

در مورد تیمار زمان محلول پاشی نیز می‌توان گفت که در محلول پاشی در مرحله شاخه دهی، بیشترین شاخه فرعی و در تیمار شاهد، کمترین تعداد شاخه فرعی مشاهده شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد محلول پاشی سولفات روی به اندام هوایی گلرنگ در هر مرحله‌ای از رشد، می‌تواند تولید شاخه‌های جانبی را تحت تأثیر قرار دهد، اما در مرحله شاخه دهی گیاه این تأثیر بیشتر نمایان بوده است. بنابراین از آنجا که انتهای هر کدام از شاخه‌های جانبی به گل آذین ختم می‌شود، می‌توان گفت یکی از راهکارهای افزایش عملکرد دانه در گلرنگ، تولید شاخه‌های جانبی بارور است که زمان رسیدگی فیزیولوژیک یکنواخت داشته باشند. از این رو همان‌گونه که ملاحظه می‌شود این تأثیر بر ارقام یکسان نبود و رقم 'محلی اصفهان' توانست شاخه‌های جانبی بیشتری تولید کند. این امر سبب شد که این رقم از تعداد طبق بیشتری در بوته و در واحد سطح برخوردار باشد. افزایش تعداد شاخه‌های جانبی نیز در اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف از جمله روی گزارش شد که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین ارتباط قوی بین تعداد شاخه‌های فرعی و عملکرد دانه و روغن در گیاهانی نظیر گلرنگ و کلزا گزارش شد [۸، ۶].

به زراعی کشاورزی

کرد. افزایش تعداد شاخه فرعی به عنوان یکی از مؤلفه‌های رشد رویشی در اثر مصرف عناصر کم مصرف به خصوص عنصر روی از طریق افزایش سطح هورمون‌های رشد قبلاً نیز گزارش شد [۱۱]. همچنین علت زیاد بودن تعداد طبق در رقم 'محلی اصفهان' را می‌توان به دارا بودن شاخه‌های فرعی بیشتر نسبت به رقم دیگر نسبت داد. محلول پاشی روی تعداد طبق در بوته گلرنگ را به بیش از ۱۵ طبق در بوته افزایش داد [۸، ۱۰].

۲.۲.۳. تعداد دانه در طبق

بین ارقام از لحاظ تعداد دانه در طبق اختلاف معناداری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (جدول ۴). رقم 'صفه' تعداد دانه در طبق بیشتری نسبت به رقم دیگر داشت که این اختلاف را می‌توان به ژنتیک گیاه نسبت داد (جدول ۵). از آنجا که اجزای عملکرد مستقل از یکدیگر نیستند و کاهش یک جزء سبب افزایش دیگر اجزا خواهد شد، ملاحظه می‌شود که رقم 'صفه' که از تعداد شاخه‌های جانبی و تعداد طبق در بوته کمتری برخوردار بود، تعداد دانه در طبق بیشتری تولید کرد. برخلاف آن، رقم 'محلی اصفهان' که تعداد شاخه‌های جانبی و طبق بیشتری در بوته داشت، تعداد دانه در طبق آن نیز به نسبت کاهش یافت.

به‌طور کلی، تعداد دانه در طبق در واقع ظرفیت مخزن‌های گیاه را مشخص می‌کند. هرچه تعداد دانه‌ها بیشتر باشد، گیاه دارای مخزن‌های بیشتری برای مواد پرورده تولید شده است و هر عاملی که این جزء را افزایش دهد سبب افزایش عملکرد نیز خواهد شد. افزایش تعداد دانه در اثر مصرف عناصر کم مصرف روی و بور، ناشی از بهبود شرایط گرده‌افشانی از جمله تسهیل در حرکت دانه گرده اعلام شد [۱۱]. در تحقیقی دیگر نیز، رقم بر تعداد دانه اثر معناداری داشت و رقم 'صفه' تعداد دانه در طبق بیشتری در مقایسه با رقم 'محلی اصفهان' تولید کرده بود [۲].

و زمان محلول پاشی بر قطر طبق در سطح احتمال ۱ درصد است (جدول ۲). قطر طبق در رقم 'صفه' نسبت به رقم 'محلی اصفهان' بیشتر بود. در مورد تیمار زمان محلول پاشی، بیشترین قطر طبق در محلول پاشی در مرحله گلدهی به دست آمد، هر چند زمان‌های محلول پاشی اختلاف آماری معناداری با یکدیگر نشان ندادند و کمترین قطر طبق در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

قطر طبق در بین ارقام متفاوت بود که نشان داد محلول پاشی عنصر در هر مرحله‌ای از رشد گلرنگ قطر طبق را هر چند به مقدار اندک در مقایسه با شاهد (به‌طور متوسط ۲/۳۶ میلی‌متر) افزایش داد، اما همین مقدار کم نیز موجب افزایش تعداد دانه در طبق شد. مصرف روی به صورت محلول پاشی، قطر طبق را در آفتابگردان افزایش داد که خود موجب افزایش تعداد دانه در طبق و در نهایت افزایش عملکرد دانه شد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد، در حالی که در آزمایشی دیگر افزایش قطر طبق بر اثر مصرف کودهای ریز مغذی از جمله روی معنادار نشد [۸، ۴].

۲.۳. صفات کمی گلرنگ

۲.۳.۱. تعداد طبق در بوته و متر مربع

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر رقم در سطح احتمال ۵ درصد و اثر محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد بر تعداد طبق در بوته و تعداد طبق در متر مربع معنادار بود (جدول ۴). در بین ارقام 'صفه' و 'محلی اصفهان'، بیشترین تعداد طبق در بوته و در واحد سطح در رقم 'محلی اصفهان' به دست آمد. در تیمار محلول پاشی بیشترین تعداد طبق در بوته و در واحد سطح در مرحله شاخه‌دهی و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵).

محلول پاشی سولفات روی با افزایش تعداد شاخه‌های جانبی، شرایط مناسب برای تشکیل تعداد طبق را فراهم

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

۳.۲.۳. وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از معنادار بودن تأثیر زمان‌های محلول پاشی بر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۵ درصد بود (جدول ۴). بیشترین وزن هزاردانه در محلول پاشی در مرحله شاخه‌دهی و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۵). افزایش وزن هزاردانه در اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره‌شده و کاهش محدودیت منبع است که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌شود [۸]. این نتیجه با یافته‌های سایر تحقیقات مبنی بر افزایش وزن هزاردانه گلرنگ و کلزا بر اثر محلول پاشی روی، مطابقت دارد [۱۱، ۲]. اثر روی بر وزن هزاردانه گیاه را با تأثیر این عنصر در کمک به گیاه برای تحمل شرایط نامطلوب انتهای رشد نظیر گرما و خشکی آخر فصل مرتبط دانسته‌اند [۱۲].

۳.۲.۴. عملکرد دانه

در مورد عملکرد دانه، نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که بین تیمار زمان محلول پاشی و تیمار شاهد اختلاف معناداری در سطح آماری ۱ درصد وجود داشت (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه در تیمار شاهد در مقایسه با محلول پاشی در همه مراحل فنولوژی گلرنگ به دست آمد (جدول ۵). به نظر می‌رسد محلول پاشی سولفات روی در همه مراحل رشد سبب افزایش تعداد شاخه شد که در نتیجه تعداد طبق در بوته افزایش یافت و از آنجا که عملکرد دانه تابع اجزای عملکرد است، با افزایش تعداد طبق در بوته عملکرد دانه نیز افزایش یافت. در نتیجه، کاربرد روی از طریق بهبود اجزای عملکرد به طور معناداری سبب افزایش عملکرد دانه شد. در واقع افزایش عملکرد گلرنگ در واکنش به مصرف روی به دلیل اهمیت این عنصر در فرایند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌هاست. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های تحقیقی

دیگر که نشان داد استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا می‌شود، مطابقت دارد [۲]. با توجه به اینکه مصرف سولفات روی سبب افزایش تعداد طبق در بوته و همچنین در واحد سطح شد، تأثیر این عنصر در افزایش عملکرد محصول از طریق افزایش این جزء عملکرد روشن می‌شود که بیشتر نیز گزارش شده بود [۱۰، ۸].

۳.۲.۵. عملکرد بیولوژیک

تأثیر زمان محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی به دست آمد. در واقع اختلاف آماری معناداری بین تیمار زمان محلول پاشی با تیمار شاهد وجود داشت که نشان می‌دهد در اثر کاربرد عنصر روی عملکرد بیولوژیک افزایش می‌یابد (جدول ۵).

این افزایش ممکن است به علت افزایش بیوسنتز اکسین، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفوانول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد [۲۲، ۷]. همچنین کاربرد روی به صورت محلول پاشی، به طور معناداری سبب افزایش عملکرد بیولوژیک شد [۸].

۳.۲.۶. درصد روغن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان محلول پاشی و اثر متقابل تیمار محلول پاشی و رقم بر درصد روغن دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بیشترین روغن دانه در رقم 'صفه' در محلول پاشی در مرحله ساقه‌دهی و در رقم 'محلی اصفهان' در محلول پاشی در

فرشته روشن و همکاران

مرحله گلدھی و شاخه دهی به دست آمد. کمترین روغن دانه در هر دو رقم افزایش می دهد (جدول ۶).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر تیمارهای رقم و زمان محلول پاشی سولفات روی بر درصد روغن دانه

رقم		زمان محلول پاشی
محل اصفهان	صفه	
۲۱/۸۷ ^c	۲۱/۲ ^e	شاهد
۲۳/۲ ^{abc}	۲۵/۸۳ ^a	مرحله ساقه دهی
۲۴/۲۷ ^a	۲۴/۲ ^{bc}	مرحله شاخه دهی
۲۴/۲۷ ^a	۲۳/۱۷ ^{cd}	مرحله گلدھی
۲۳/۴ ^{ab}	۲۴/۸ ^{ab}	مرحله پر شدن دانه

میانگین های دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف آماری معناداری از نظر آزمون LSD در سطح ۵ درصد با هم ندارند.

۳.۲.۷. عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد روغن تحت تأثیر معنادار تیمار زمان محلول پاشی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۴). مقایسه میانگین ها نشان می دهد که بیشترین عملکرد روغن در محلول پاشی در همه مراحل رشد به دست آمد و کمترین عملکرد روغن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۵). با توجه به نتایج، به نظر می رسد که با مصرف سولفات روی عملکرد دانه و درصد روغن دانه افزایش یافته که سبب افزایش عملکرد روغن شده است. بین مصرف عنصر روی با عملکرد روغن در گیاه کلزا همبستگی مثبت و معنادار وجود دارد و افزایش مصرف روی از طریق افزایش درصد روغن و عملکرد دانه، به افزایش عملکرد روغن منجر می شود. با توجه به اینکه عملکرد روغن حاصل ضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه است [۱۱]، در برخی مطالعات افزایش عملکرد روغن در اثر مصرف روی را به دلیل تأثیر روی بر افزایش عملکرد دانه می دانند و تأثیر آن از طریق افزایش درصد روغن را ناچیز می شمردند [۱۰، ۱].

رقم 'صفه' نسبت به رقم 'محل اصفهان'، برای تولید روغن واکنش بیشتری به محلول پاشی روی از خود نشان می دهد. به این صورت که در شرایط وجود یا کمبود عنصر روی، بیشترین و کمترین درصد روغن دانه از رقم 'صفه' حاصل شد. در مرحله رشد طولی ساقه به دلیل اهمیت عنصر روی در افزایش رشد گیاه و افزایش متابولیسم چربی ها، مقدار چربی تولید شده و ذخیره شده در بافت های ذخیره ای و منبع افزایش یافت و در نهایت دانه گلرنگ از روغن بیشتری برخوردار شد.

در بیان تأثیر روی در افزایش میزان روغن بذور بیان شد که در حضور عنصر روی به دلیل افزایش فعالیت تعدادی از آنزیم های آنتی اکسیدان و بهبود فعالیت غشاهای لیپیدی، مقدار روغن دانه افزایش می یابد [۱۲]. با توجه به نتایج آزمایش حاضر [۸]، محلول پاشی عناصر ریزمغذی به خصوص عنصر روی به دلیل افزایش متابولیسم چربی ها و رفع به موقع نیاز گیاه سبب افزایش درصد روغن در گلرنگ شد؛ همچنین تأثیر عناصر ریزمغذی بر افزایش درصد روغن گلرنگ تأکید شد [۱۸].

به زراعی کشاورزی

تأثیر محلول پاشی سولفات روی در مراحل فنولوژیکی رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گلرنگ بهاره

۴. نتیجه گیری

باتوجه به نتایج پژوهش حاضر، می توان اظهار داشت که صفات مورفولوژیک و کمی گلرنگ در واکنش به محلول پاشی سولفات روی به طور معناداری افزایش یافتند. در بین زمان های محلول پاشی، محلول پاشی در مراحل رویشی نظیر ساقه دهی و شاخه دهی بیشترین تأثیر را بر صفات مورفولوژیک داشت و محلول پاشی در همه مراحل رشد، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد روغن گلرنگ داشت. در واقع استفاده از محلول پاشی سولفات روی می تواند تأثیر زیادی در بهبود صفات مورفولوژیک و کمی گیاه گلرنگ داشته باشد. اثر رقم بر برخی صفات نظیر ارتفاع اولین شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی، قطر طبق، تعداد طبق و تعداد دانه در طبق معنادار بود. با توجه به اینکه رقم 'محلی اصفهان' دارای تعداد شاخه فرعی و تعداد طبق بیشتری بود، به نظر می رسد این رقم از توانایی زیادی برای دستیابی به عملکرد زیاد برخوردار است.

منابع

۱. احمدی م ر و جاویدفر ف (۱۳۷۷) تغذیه گیاه روغنی کلزا. شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه های روغنی. ۱۹۴ ص.
۲. امیدیان ا، سیادت س ع، ناصری ر و مرادی م (۱۳۹۱) اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. علوم زراعی ایران. ۱۴(۱): ۱۶-۲۸.
۳. اوزونی دوجی ع، اصفهانی ع م، سمیع زاده لاهیجی ح ا و ربیعی م (۱۳۸۶) اثر آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم کلزای گلبرگ دار و بدون گلبرگ. علوم زراعی ایران. ۹(۲): ۶۰-۷۶.

۴. برزگر ف، بخشنده ع، قرینه م ح و فتحی ق (۱۳۸۷) اثر الگوی کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ در شرایط آب و هوایی اهواز. دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.
۵. برمکی ی، جلیلی ف، عیوضی ع و رضایی ا (۱۳۸۸) اثر محلول پاشی روی، آهن و بور بر عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی. پژوهش در علوم زراعی. ۲(۶): ۱۳-۲۶.
۶. جمشیدی م (۱۳۹۰) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر برخی خصوصیات زراعی لوبیاقرمز (رقم ناز) تحت تنش خشکی در منطقه شهرکرد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، ۱۳۰ ص.
۷. خواجه پور م (۱۳۸۵) گیاهان صنعتی. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان. ۴۲۰ ص.
۸. رحیمی م، کاشانی ع، زارع فیض آبادی ا، مدنی ح و سلطانی ا (۱۳۸۹) تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت تنش خشکی. تولید گیاهان زراعی. ۳(۱): ۷۲-۵۷.
۹. عزیزی خ، نوروزیان ع، حیدری س و یعقوبی م (۱۳۹۰) بررسی تأثیر محلول پاشی عناصر روی و بور بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، برخی شاخص های رشد، میزان روغن و پروتئین بذر کلزا (*Brassica napus L.*) در شرایط اقلیمی خرم آباد. دانش زراعت. ۳(۵): ۱-۱۶.
۱۰. کمرکی ح و گلوی م (۱۳۹۱) ارزیابی محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن، بر و روی بر ویژگی های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*). بوم شناسی کشاورزی. ۴(۳): ۲۰۱-۲۰۶.

به زراعی کشاورزی

18. Kohnaward P, Jalilian J and Pirzad A (2012) Effect of foliar application of Micro-nutrients on yield and yield components of safflower under conventional and ecological cropping systems. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3(7): 1460-1469.
19. Lewis DC and McFarlane JD (1986) Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and grain analysis. *Australian Journal of Agricultural Research*. 37: 567-572.
20. Pedram M, Ayeneband A and Modhej A (2013) The effect of biological and chemical fertilizers and plant density on quality and quantity yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Ahwaz condition. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(3): 524-529.
21. Ravi S, Channal HT, Hebsur NS, Patil BN and Dharmatti PR (2008) Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Karnataka Journal Agriculture Science*. 32: 382-385.
22. Riley TG, Zhao F and McGrath SP (2000) Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oilgrain rape. *Plant and Soil*. 222: 139-147.
23. Sakar MT, Leila AA and Helaly MNM (1990) Physiological studies on soybean as affected by certain growth substances and micronutrients. *Journal of Agricultural Science*. 13: 613-622.
24. Sharafi S, Tajbakhsh M, Majidi M and Pourmirza A (2002) Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. *Soil and Water*. 12: 85-94.
25. Sharma AK, Srrvastava PC, Johri BN and Rathore VS (1992) Kinetics of zinc uptake by mycorrhizal and nonmycorrhizal corn roots. *Biology and Fertility of Soils*. 13: 206-210.
۱۱. مرادی تلاوت م ر و سیادت س ع (۱۳۹۱) معرفی و تولید گیاهان دانه روغنی. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی. ۳۷۴ ص.
۱۲. موحدی دهنوی م (۱۳۸۳) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف (روی و منگنز) بر عملکرد کمی و کیفی ارقام مختلف گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. پایان نامه دکتری زراعت. دانشگاه تربیت مدرس. ۲۰۴ ص.
۱۳. موحدی دهنوی م و مدرس ثانوی س ع م (۱۳۸۵) اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۵): ۱۱-۱.
۱۴. نورآبادی ع ر (۱۳۸۳) بررسی تأثیر تاریخ کاشت و محلول پاشی عناصر ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم آذر گل آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول. ۱۰۶ ص.
15. Aytak Z, Gulmezoglu N, Sirel Z and Tolay I (2014) The effect of zinc on yield, yield components and micronutrient concentrations in the seeds of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). *Network of Bitany, Horticulture and Agrology*. 42(1): 202-208.
16. Golzarfar M, Shirani Rad AH, Delkhosh B and Bitarafan Z (2012) Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) response to different nitrogen and phosphorus fertilizer rates in two planting seasons. *Agriculture*. 99(2): 159-166.
17. Khalily Mahaleh J and Rashidi M (2008) Effect of foliar application of micro nutrients on quantitative and qualitative characteristics of 704 silage corn in Khoy. *Grain and Plant*. 24(2): 281-293.