

اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف بر برخی صفات زراعی گلرنگ در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک

پریناز کوه نورد^۱، جلال جلیلیان^{۲*} و علیرضا پیرزاد^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

تاریخ وصول: ۱۳۹۰/۳/۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۷/۲۶

چکیده

به منظور تعیین اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف و نظام‌های مختلف زراعی بر برخی صفات زراعی گلرنگ (رقم محلی اصفهان)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در سال ۱۳۹۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل، نظام‌های مختلف زراعی (نظام پر نهاده، متوسط نهاده، کم نهاده و اکولوژیک) به عنوان کرت‌های اصلی و عناصر کم مصرف (بدون محلول پاشی، محلول پاشی ۲ در هزار کلات روی، ۳ در هزار کلات منگنز، ۲ در هزار کلات روی + ۳ در هزار کلات منگنز و آب پاشی) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثر نظام زراعی و محلول پاشی بر قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر طبق، وزن طبق، وزن خشک ساقه و درصد روغن دانه، و اثر متقابل بین نظام زراعی و محلول پاشی بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه معنی دار بود. بیشترین ارتفاع بوته (۹۰/۶۲ سانتی متر) و عملکرد دانه (۴۱۱۵/۶ کیلوگرم در هکتار) در نظام زراعی پر نهاده و محلول پاشی با عنصر روی به دست آمد. کمترین مقدار عملکرد دانه در نظام اکولوژیک و محلول پاشی با آب به میزان (۱۵۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. محلول پاشی توأم روی و منگنز باعث افزایش قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و قطر طبق گردید، اما وزن طبق و وزن خشک ساقه فقط تحت تأثیر محلول پاشی روی قرار گرفتند. کاهش نهاده تا سطح متوسط نیاز گیاه همراه با محلول پاشی روی، عملکرد دانه را به اندازه سیستم پر نهاده افزایش داد. واژه‌های کلیدی: روی، عملکرد گلرنگ، کشاورزی ارگانیک، کم نهاده، منگنز

مقدمه

روغن یکی از مواد غذایی اصلی مورد مصرف انسان است و حدود ۲۰٪ از کالری روزانه مورد نیاز انسان، توسط روغن تأمین می‌شود (۹). با توجه به افزایش جمعیت و مصرف سرانه روغن در ایران، افزایش عملکرد و سطح زیر کشت دانه‌های روغنی یک امر ضروری است (۹). گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*) تیره چتریان (Astraceae) که دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن و حاوی ۱۲ تا ۲۴ درصد پروتئین می‌باشد. پتانسیل عملکرد دانه گلرنگ بیش از ۵ تن در هکتار می‌باشد (۴).

خاک‌هایی که دارای pH و بی‌کربنات بالا بوده و مصرف کودها نیز برای برداشت عملکرد معقول در آن‌ها نامتعادل است، باعث بروز علائم کمبود عناصر غذایی در گیاه خواهد شد (۸). همچنین در اثر مصرف کودهای نیتروژن‌دار، فسفاتی و پتاسیمی، رشد سریع گیاه و برداشت بیشتر عناصر غذایی از خاک احتمال کمبود عناصر کم‌مصرف تشدید می‌شود (۳۳). افزایش روز افزون قیمت کودهای شیمیایی در جهان، آلودگی آب‌های زیرزمینی و تخریب ساختمان خاک در اثر مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی مشکلاتی هستند که باید با روش‌های مناسب حل گردند. تغذیه برگی روش مناسبی در مصرف کودهای شیمیایی و کاهش خطرات زیست محیطی کودها می‌باشد. برای استفاده بهینه از کودهای شیمیایی در مناطق خشک و بهبود کمی و کیفی محصول، مصرف کودها از طریق محلول‌پاشی باید در اولویت قرار گیرد. عناصر کم‌مصرف نقش اساسی در تمایز سلولی، رشد و استحکام دیواره سلولی دارند و در اکثر موارد باعث مقاومت به آفات و امراض می‌شوند (۱۵).

عنصر روی (Zn)، از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاه است که در تشکیل اسید ایندول استیک دخالت دارد و رشد گیاه را تنظیم می‌کند و همچنین باعث فعال شدن بسیاری از آنزیم‌ها شده، برای سنتز کلروفیل و تشکیل کربوهیدرات‌ها، لازم و ضروری است. چون روی عنصری است که در داخل گیاه، قادر به انتقال مجدد نیست لذا محلول‌پاشی آن، مناسب‌تر می‌باشد (۴۲). گیاهان روغنی، از گیاهان حساس به کمبود روی بوده و باید نسبت به دادن کود روی به آن‌ها اقدام نمود تا علاوه بر افزایش تولید، غلظت روی در آن‌ها افزایش یابد (۱۵).

منگنز (Mn) در واکنش‌های انتقال الکترون، تولید کلروفیل، فتوسنتز II، فتولیز آب، سنتز کربوهیدرات‌ها، سنتز اسیدهای آمینه، احیای نیترات و سولفات، تنفس و فتوسنتز ضروری به شمار می‌آید (۱۵). در اکثر خاک‌های مناطق خشک، گیاه با کمبود این عناصر مواجه می‌باشد (۱۴). مصرف این عناصر به خصوص از طریق محلول‌پاشی در بهبود عملکرد گلرنگ (۳۱)، کتان (۳۹) و گندم (۲۳) گزارش شده است. در آزمایشی، تأثیر محلول‌پاشی ریز مغذی‌ها بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا معنی‌دار بود (۱۶). در تحقیقی دیگر مشخص شد که مصرف برگی عناصر کم مصرف نظیر روی و منگنز در تغذیه ذرت، باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه می‌شود (۱۲).

کشاورزی رایج بر اساس حداکثر تولید بنا نهاده شده است. منابع کشاورزی مانند خاک، آب و تنوع ژنتیکی بیش از حد مورد بهره برداری قرار گرفته و در حال انهدام هستند. تنها انتخابی که باقی مانده است حفظ دراز مدت بازدهی زمین‌های کشاورزی توأم با تغییر در الگوی مصرف نهاده‌ها می‌باشد. حفظ بازدهی بلند مدت زمین‌های کشاورزی مستلزم تولید پایدار مواد غذایی است. این پایداری از طریق فرآیندهای اکولوژیکی که در مزارع رایج است، قابل حصول می‌باشد (۱۷). هدف کشاورزی ارگانیک، ضمن حفاظت از حاصلخیزی خاک، افزایش تولید محصول بدون تکیه بر استفاده از مواد شیمیایی، رسیدن به ثبات در تولید، بدون قربانی کردن اهداف اصولی عملکرد زیاد و بدون آلوده سازی آب، خاک و هوا می‌باشد. کشاورزان ارگانیک از مصرف کودهای شیمیایی صرف نظر کرده‌اند، و حاصلخیزی خاک را از طریق استفاده از کود آلی مانند کود مرغی افزایش می‌دهند (۱۳). از کنترل طبیعی آفات بیشتر از آفت‌کش‌های شیمیایی که کشنده موجودات مفید و مقاوم‌کننده آفات و آلوده‌کننده آب و خاک هستند، استفاده می‌کنند. پایین‌تر بودن عملکرد از طریق بالاتر بودن قیمت محصولات ارگانیک جبران می‌شود اما حقیقت این است که تنها حذف مواد شیمیایی برای حرکت از کشاورزی رایج به سمت کشاورزی ارگانیک کافی نیست (۱۳). طی دوره تغییر نظام‌های متداول به کم‌نهاده مسایلی از قبیل کمبود عناصر غذایی و مشکلات مربوط به علف‌های هرز و آفات از عمده عوامل مؤثر بر کاهش عملکرد محصولات می‌باشند (۲۰). بنابراین کاهش مصرف نهاده‌ها در زراعت گلرنگ از طریق روی آوردن به نظام کم‌نهاده و اکولوژیک و بررسی همزمان تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در نظام‌های رایج و

دست انجام شد و تنها نهاده مصرفی کود دامی و بذر بود. کود دامی کاملاً پوسیده، به میزان ۴۰ تن در هکتار، قبل کاشت به کرت‌های اصلی دارای تیمار نظام زراعی اکولوژیک داده شد. این مقدار بر اساس متوسط مقدار نیتروژن و فسفر در کودهای شیمیایی بکار رفته در نظام‌های زراعی پرنهاده و متوسط نهاده و معادل آن در کود دامی مورد استفاده، محاسبه شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه قبل و بعد از اضافه کردن کود دامی در جدول ۲ آورده شده است. اولین آبیاری بعد از کاشت صورت گرفت و آبیاری‌های بعدی بعد از زمان استقرار گیاه بر اساس عرف منطقه و به صورت هر ۸ روز یکبار انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری عملکرد و صفات مورد بررسی، در هر واحد آزمایش ۲ ردیف کناری به عنوان اثر حاشیه منظور گردید و نمونه‌برداری‌ها فقط از ۳ ردیف وسطی (البته با احتساب حذف ۵۰ cm از ابتدا و انتهای هر ردیف) با انتخاب ۵ بوته به طور تصادفی صورت گرفت. صفات مورد اندازه‌گیری شامل قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته، قطر و وزن طبق و وزن خشک ساقه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه بودند. جهت تعیین اجزاء عملکرد نظیر قطر ساقه و قطر طبق از کولیس استفاده شد. ارتفاع بوته به کمک متر اندازه‌گیری شد. وزن خشک ساقه و برگ‌ها، با قرارگیری آن‌ها در آون (۷۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴۸ ساعت) و توزین با ترازوی دقیق صورت گرفت. درصد روغن در دانه با استفاده از جداسازی روغن با حلال به روش سوکسله انجام شد (۳). ابتدا نمونه بذری مورد نظر از هر کرت آسیاب شدند. ۵ گرم از هر نمونه خشک شده در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت را وزن کرده و در داخل سوکسله قرار گرفت. نمونه‌ها به مدت ۶ ساعت به وسیله حلال ان‌هگزان شسته شده و چربی آن‌ها کاملاً جدا گردید. پس از آن نمونه‌ها دوباره به مدت ۲۴ ساعت در آون دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا رطوبت را از دست بدهند و سپس فوراً توزین گردید. با استفاده از کاهش وزن، درصد روغن نمونه محاسبه و ثبت گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام گرفت، همچنین برای مقایسه میانگین‌ها از روش LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که قطر ساقه تحت تأثیر نظام‌های زراعی و محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ قرار گرفت (جدول ۳).

اکولوژیک بر عملکرد گلرنگ مورد آزمایش از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۰ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه (با موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۳۹ دقیقه عرض شمالی و ۴۵ درجه و ۲ دقیقه طول شرقی با ۱۳۲۰ متر ارتفاع از سطح دریا) انجام شد. در این تحقیق اثرات دو عامل در قالب کرت‌های خرد شده با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. کرت‌های اصلی شامل، نظام‌های مختلف زراعی (در ۴ سطح: نظام پرنهاده، متوسط‌نهاده، کم‌نهاده و اکولوژیک) و کرت‌های فرعی شامل محلول‌پاشی (در ۵ سطح: بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی ۲ در هزار کلات روی، ۳ در هزار کلات منگنز، ۲ در هزار کلات روی + ۳ در هزار کلات منگنز و آب‌پاشی) در نظر گرفته شدند. تیمار محلول‌پاشی در ۵۰٪ گلدهی، در بعد از ظهر صورت گرفت و ۲ هفته پس از آن تکرار شد. در مجموع آزمایش دارای ۲۰ تیمار در هر بلوک و ۶۰ واحد آزمایشی بود. هر واحد آزمایشی به ابعاد ۲/۵ متر عرض در ۳ متر طول در نظر گرفته شد که مشتمل بر ۵ ردیف کاشت به صورت جوی و پشته بود که فاصله بین ردیف‌ها به طور ثابت برای تمامی واحدهای آزمایش ۵۰ سانتی‌متر و فواصل بین بوته‌ها در روی ردیف ۶ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. بعد از آماده سازی کرت‌های اصلی و فرعی عملیات کاشت در ۲۲ اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ به صورت خشکه کاری و خطی با دست انجام شد، و برداشت نهایی نیز در تاریخ ۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۰ صورت گرفت. در این آزمایش از رقم محلی اصفهان، با قوه نامیه ۹۸٪ و خلوص ۹۹٪ استفاده گردید که جزو ارقام بدون خار بوده و اغلب گل‌های آن قرمز رنگ می‌باشد (۴).

کلیه عملیات زراعی و مصرف نهاده‌ها اعم از کاشت، داشت و برداشت مطابق جدول ۱ برای هر کدام از نظام‌های زراعی و در زمان مناسب و معمول منطقه انجام شد. عملیات تهیه زمین، کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها، کود شیمیایی (کود نیتروژن از منبع اوره و کود فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل) در نظام‌های زراعی پرنهاده و کم‌نهاده به ترتیب حداکثر و حداقل عملیات زراعی و نهاده مصرفی که کشاورزان منطقه استفاده می‌کنند و برای نظام زراعی کم‌نهاده میانگین این دو نظام به کار گرفته شد. در نظام اکولوژیک، وجین علف‌های هرز با

(۶/۶۶) و تیمار شاهد کمترین (۴/۴۱) مقادیر را دارا بودند (جدول ۵). وجود روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین، باعث افزایش شاخه بندی می‌شود (۴۰). منگنز نیز نقش مهمی در سیستم‌های آنزیمی مؤثر در تولید اکسین، سوخت و ساز نیتروژن داشته (۴۱) و باعث افزایش تعداد شاخه فرعی می‌شود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که گیاهان موجود در نظام زراعی پرنهاده و متوسط نهاده به ترتیب با ۲/۳۸ و ۲/۳۵ سانتی‌متر بیشترین قطر طبق را دارا بودند و از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفتند. کمترین قطر طبق در نظام اکولوژیک (۲/۲۱ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴). افزایش قطر طبق با کاربرد نیتروژن در گلرنگ گزارش شده است (۳۶) که افزایش قطر طبق در نظام‌های با نیتروژن زیاد (پرنهاده و متوسط نهاده) را توجیه می‌نماید. محلول‌پاشی توأم روی و منگنز از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار با محلول‌پاشی روی و محلول‌پاشی منگنز از نظر قطر طبق نداشت، به طوری که بیشترین قطر طبق (۲/۳۸ سانتی‌متر) در این تیمار به دست آمد. کمترین قطر طبق مربوط به محلول‌پاشی آب (۲/۲۱ سانتی‌متر) و عدم محلول‌پاشی (۲/۲۱ سانتی‌متر) بود (جدول ۵). برخی گزارش‌ها افزایش قطر طبق آفتابگردان در اثر کاربرد عنصر روی را تأیید می‌کنند (۶ و ۱).

نتیجه تجزیه واریانس نشان می‌دهد که وزن طبق تحت تأثیر اثر جداگانه نظام زراعی و محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۳). نظام پرنهاده بیشترین (۱۵/۹۰ گرم) و نظام اکولوژیک کمترین (۸/۲۲ گرم) وزن طبق را دارا بودند (جدول ۴). وزن طبق گیاهان محلول‌پاشی شده با روی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی توأم روی و منگنز و محلول‌پاشی منگنز نداشت. محلول‌پاشی با آب کمترین مقدار وزن طبق (۱۰/۹۱ گرم) را دارا بود (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاربرد روی با افزایش تعداد دانه در طبق باعث افزایش وزن طبق می‌شود (۵).

اثر جداگانه نظام زراعی و محلول‌پاشی بر وزن خشک ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین وزن خشک ساقه تک بوته (۷/۲۶ گرم) در نظام پرنهاده و کمترین میزان آن (۴/۷۲ گرم) در نظام اکولوژیک به دست آمد (جدول ۴). محلول‌پاشی روی و محلول‌پاشی با آب به ترتیب بیشترین (۷/۲۴ گرم) و کمترین (۴/۵۱ گرم) وزن خشک ساقه را دارا بودند (جدول ۵). به نظر می‌رسد عناصر کم مصرف با افزایش جذب نیتروژن باعث افزایش

گیاهان در نظام پرنهاده بیشترین قطر (۶/۶۹ میلی‌متر) و نظام اکولوژیک کمترین قطر (۵/۲۱ میلی‌متر) ساقه را دارا بودند (جدول ۴). در تحقیق دیگری گزارش شد که کاربرد ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در گیاه کرچک سبب افزایش قطر ساقه گردیده است (۱۹). به نظر می‌رسد افزایش نیتروژن سبب افزایش جذب نیتروژن بیشتر و رشد و نمو ساقه شده و قطر ساقه افزایش می‌یابد. قطر ساقه گیاهان در محلول‌پاشی توأم روی و منگنز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار با محلول‌پاشی روی نداشت، و محلول‌پاشی با آب کمترین مقدار قطر ساقه (۵ میلی‌متر) را تولید کرد (جدول ۵). نتایج تحقیق دیگری در مورد ذرت دانه‌ای نیز مؤید این مطلب است که محلول‌پاشی روی باعث افزایش قطر ساقه می‌شود (۱۰). بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مثبت روی در فتوسنتز و فتوسیستم‌های نوری می‌تواند در افزایش شاخص‌های رشد از قبیل قطرساقه مؤثر باشد (۱۵).

اثر متقابل نظام زراعی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۳). نظام پرنهاده و محلول‌پاشی روی باعث افزایش ۳۵٪ ارتفاع بوته نسبت به نظام اکولوژیک و تیمار شاهد گردید (شکل ۱). محلول‌پاشی روی باعث افزایش ارتفاع سویا شد (۳۰). در تحقیق دیگری نیز افزایش ارتفاع بوته سویا با محلول‌پاشی روی گزارش شده است (۲). اما محققان دیگری گزارش کردند که کاربرد روی به صورت محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته، در ذرت دانه‌ای معنی‌دار نمی‌باشد (۱۰). عنصر روی با افزایش بیوسنتز اکسین، بر ارتفاع ساقه می‌افزاید (۳۴). از طرفی کاربرد کود نیتروژن‌دار در نظام پرنهاده رشد رویشی گیاه را افزایش داده و باعث افزایش ارتفاع بوته می‌شود (۲۵).

نظام زراعی و محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ بر تعداد شاخه فرعی در بوته تأثیر معنی‌دار داشت (جدول ۳). بیشترین (۷/۱۳) و کمترین (۴/۵۱) تعداد شاخه فرعی به ترتیب در نظام پرنهاده و اکولوژیک به دست آمد (جدول ۴). کود نیتروژن‌دار به کار رفته در نظام پرنهاده با تحریک رشد رویشی سبب افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاهان می‌شود (۷). جونز و توکر (۱۹۷۸) نیز گزارش کردند که نیتروژن افزایش معنی‌داری را در تعداد طبق‌های انشعابات فرعی گلرنگ موجب می‌شود که در این شرایط بوته‌ها به مدت طولانی فعال مانده و شاخه‌های بیشتر تولید می‌کنند. محلول‌پاشی توأم روی و منگنز بیشترین شاخه فرعی

اسیدهای چرب، کاسته می‌شود (۲۵). در تیمار محلول‌پاشی بیشترین درصد روغن (۳۴/۰۹ درصد) از محلول‌پاشی توأم روی و منگنز به‌دست آمد. بین محلول‌پاشی جداگانه روی و منگنز تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد و کمترین مقدار (۲۹/۷۲ درصد) از تیمار شاهد و محلول‌پاشی با آب (۳۰/۵۵) حاصل شد. محلول‌پاشی با آب و تیمار بدون محلول‌پاشی از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند (شکل ۳ ب). نتایج مطالعات بای بوردی و همکاران (۲۰۰۱) و گرانت و بیلی (۱۹۹۰) نیز حاکی از وجود اثرات مثبت عناصر ریزمغذی مصرفی به صورت محلول‌پاشی بر درصد روغن دانه در نباتات روغنی می‌باشد (۲۲، ۲۷). کین و همکاران (۱۹۹۰) نیز نشان دادند که محلول‌پاشی سولفات روی و سولفات منگنز سبب افزایش مقدار روغن آفتابگردان می‌شود (۲۹).

نتیجه‌گیری

در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده از این پژوهش، مشخص شد کاهش نهاده تا سطح متوسط نیاز گیاه همراه با محلول‌پاشی روی، عملکرد دانه را به اندازه سیستم پرنهاده افزایش داد. پیشنهاد می‌شود جهت افزایش کارایی مصرف برگی منگنز، برای افزایش عملکرد دانه، این عنصر در غلظت بیشتر مورد استفاده قرار گیرد. محلول‌پاشی توأم روی و منگنز باعث افزایش قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در بوته و قطر طبق گردید. در بین نظام‌های زراعی، کمترین عملکرد دانه در نظام اکولوژیک مشاهده شد. افزایش عملکرد در نظام زراعی رایج به دلیل افزایش مصرف نهاده‌های خارجی نظیر کود، آفت‌کش و علف‌کش می‌باشد. عموماً عملکرد تحت نظام اکولوژیک به دلایلی از قبیل کمبود عناصر غذایی خاک، فشار علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها کمتر از نظام رایج است. همچنین کاهش عملکرد اغلب در طول دوره انتقال از کشاورزی رایج به کشاورزی اکولوژیک با حذف کودهای شیمیایی، حشره‌کش، قارچ‌کش و علف‌کش‌ها رخ می‌دهد. گرچه استفاده از کودهای شیمیایی در نظام پرنهاده، شاید در کوتاه مدت باعث افزایش چشمگیر عملکرد شود، ولی در عوض پایداری و ثبات عملکرد نظام‌های اکولوژیک در طول زمان به دلیل عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی بیشتر خواهد بود. نظام اکولوژیک در واقع گامی است به سوی بهره‌وری دراز مدت و اصولی از نهاده‌ها و ممانعت از تخریب و فرسایش سرمایه‌هایی نظیر آب و خاک.

سطح برگ، ارتفاع بوته و در نتیجه افزایش وزن خشک بوته می‌شوند (۳۵ و ۴۳). نورآبادی و همکاران (۱۳۸۸) نیز افزایش وزن خشک بوته را در آفتابگردان در اثر کاربرد عناصر کم مصرف گزارش کردند (۱۸).

عملکرد دانه تحت تأثیر اثر متقابل نظام زراعی و محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۳). نظام پرنهاده و محلول‌پاشی روی با ۴۱۱۵/۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین و نظام اکولوژیک و محلول‌پاشی با آب با ۱۵۴۰/۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه در هکتار را دارا بودند (شکل ۲). در واقع نظام پرنهاده و محلول‌پاشی با روی عملکرد دانه را به میزان ۱۶۷ درصد نسبت به نظام اکولوژیک و محلول‌پاشی با آب افزایش داد که با نتایج تحقیقات دیگر محققین در پنبه (۳۷ و ۳۸)، در گندم (۲۱)، مطابقت دارد. عناصر کم مصرف با افزایش فتوسنتز و بهبود دوام سطح برگ باعث افزایش عملکرد دانه و عملکرد زیستی می‌گردند (۸). کاربرد کودهای شیمیایی همراه محلول‌پاشی روی بیشترین عملکرد دانه را در آفتابگردان تولید کرده است (۱۱). به نظر می‌رسد کاربرد کودهای شیمیایی از جمله نیتروژن عملکرد دانه را از طریق اثر بر قطر و وزن طبق در بوته افزایش می‌دهد (۲۶). نتایج تحقیقی نشان داد که در صورت حذف نهاده‌هایی نظیر سموم آفت‌کش و کودهای شیمیایی از یک نظام زراعی، مدتی طول خواهد کشید تا سیستم خاک و گیاه به تعادلی جدید دست یابند. در این تحقیق تا سال پنجم آزمایش، عملکرد گیاه در نظام کم‌نهاده کمتر از عملکرد آن در نظام متداول بود، اما از سال پنجم به بعد عملکرد این محصول در نظام مذکور شروع به افزایش کرد و به سطحی معادل نظام متداول رسید (۳۲).

با توجه به جدول تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات نظام زراعی و محلول‌پاشی در سطح احتمال ۱٪ بر درصد روغن معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین درصد روغن (۳۵/۰۱ درصد)، در نظام متوسط نهاده با کاربرد ۱۲۰ کیلو در هکتار نیتروژن به‌دست آمد. با افزایش سطح نیتروژن در نظام پرنهاده از درصد روغن کاسته شد. نظام اکولوژیک دارای کمترین درصد روغن (۲۸/۳۵ درصد) بود. نظام پرنهاده و متوسط نهاده از نظر آماری در یک سطح قرار گرفتند (شکل ۳ الف). کاهش میزان روغن دانه با کاربرد بیشتر نیتروژن توسط چیما و همکاران (۲۰۰۱) گزارش شده است (۲۴). با افزایش نیتروژن، تولید بالقوه مواد هیدروکربن کاهش یافته و از درصد روغن دانه به دلیل اختلال و کاهش بیوسنتز

جدول ۱- میزان نهاده‌های مصرفی و عملیات زراعی لازم در نظام‌های مختلف زراعی
نظام‌های زراعی و عملیات خاک‌ورزی

نظام پر نهاده	نظام متوسط نهاده	نظام کم نهاده	نظام اکولوژیک	نهاده‌های مصرفی
شخم + زیر و رو کردن خاک با بیل و شن کش	شخم	شخم	شخم	
۱۸۰	۱۲۰	۶۰	-	اوره (کیلوگرم در هکتار)
۱۲۰	۸۰	۴۰	-	سوپر فسفات تریپل (کیلوگرم در هکتار)
-	-	-	۴۰	کود دامی (تن در هکتار)
۲	۱	۱	-	آفت کش متاسیستوکس (دفعات کاربرد)
۳	۲	۱	وجین دستی	علف کش سوپر گلانت (دفعات کاربرد)

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش قبل و بعد از افزودن کود دامی

ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری	خاک محل آزمایش قبل از افزودن کود دامی	خاک محل آزمایش بعد از اضافه کردن کود دامی
عمق نمونه برداری (cm)	۰-۳۰	۰-۳۰
شوری ($dS m^{-1}$)	۰/۵۴	۲/۵۲
بافت خاک	لوم رسی	لوم رسی
اسیدیته (pH)	۸/۲۱	۸/۰۶
درصد اشباع (SP)	۵۲	۵۳
آهک (T.N.V) %	۱۲	۱۱/۹
رس (Clay) %	۳۲	۳۱
لای (Silt) %	۳۷	۳۷
شن (Sand) %	۳۱	۳۲
کربن آلی (O.C.) %	۰/۹۴	۱/۰۲
ازت (N) %	۰/۰۹۴	۰/۱۰۲
فسفر (P) mg/kg	۱۱/۶	۱۷/۶
پتاسیم (K) mg/kg	۳۹۵	۴۸۰
روی (Zn) mg/kg	۰/۴۲۶	-
منگنز (Mn) mg/kg	۲/۸	-

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه گلرنگ تحت تأثیر نظام‌های مختلف زراعی و محلول‌پاشی روی و منگنز

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	قطر ساقه	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	قطر طبق	وزن طبق	وزن خشک ساقه	عملکرد دانه	روغن دانه
تکرار	۲	۰/۱۸۲ ^{ns}	۰/۳۹ ^{ns}	۴/۰۶ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{**}	۳۰/۷۸ ^{ns}	۸/۰۶*	۱۰۲۳۷۵۴/۶ ^{ns}	۱۲/۳۵ ^{ns}
نظام زراعی	۳	۶/۶۳ ^{**}	۲۴۴/۴۸ ^{**}	۲۰/۴۷ ^{**}	۰/۰۸۷ ^{**}	۱۶۳/۴۳ ^{**}	۱۷/۵۰ ^{**}	۶۷۲۸۵۲۴/۶ ^{**}	۱۱۸/۹۵ ^{**}
خطای کرت اصلی	۶	۰/۰۹۷	۳/۴۷	۰/۸۸۸	۰/۰۰۴	۱۱/۲۰	۱/۲۶	۴۵۵۷۴۹/۶	۳/۹۰
محلول پاشی	۴	۱/۴۵ ^{**}	۱۳۱۱/۸۶*	۱۰/۹۵ ^{**}	۰/۰۸۶ ^{**}	۱۹/۴۶ ^{**}	۱۷/۰۵ ^{**}	۱۶۵۵۴۲۳/۲ ^{**}	۴۳/۴۳ ^{**}
نظام × محلول پاشی	۱۲	۰/۰۷۱ ^{ns}	۵/۴۷ ^{**}	۰/۱۳۹ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۴/۹۵ ^{ns}	۱/۷۵ ^{ns}	۳۰۰۰۲۴/۸*	۱/۸۵ ^{ns}
خطای کرت فرعی	۳۲	۰/۰۶۴	۱/۷۶	۰/۳۰۱	۰/۰۰۷	۲/۹۸	۰/۹۵۸	۱۱۵۷۳۱/۱	۲/۶۴
ضریب تغییرات	-	۴/۳۲	۱/۷۵	۹/۸۳	۳/۶۳	۱۴/۰۳	۱۶/۶۴	۱۲/۷۴	۵/۰۶

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۰.۵٪ و ۰.۱٪.

جدول ۴: مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مورد مطالعه گلرنگ رقم محلی اصفهان تحت تأثیر نظام‌های زراعی

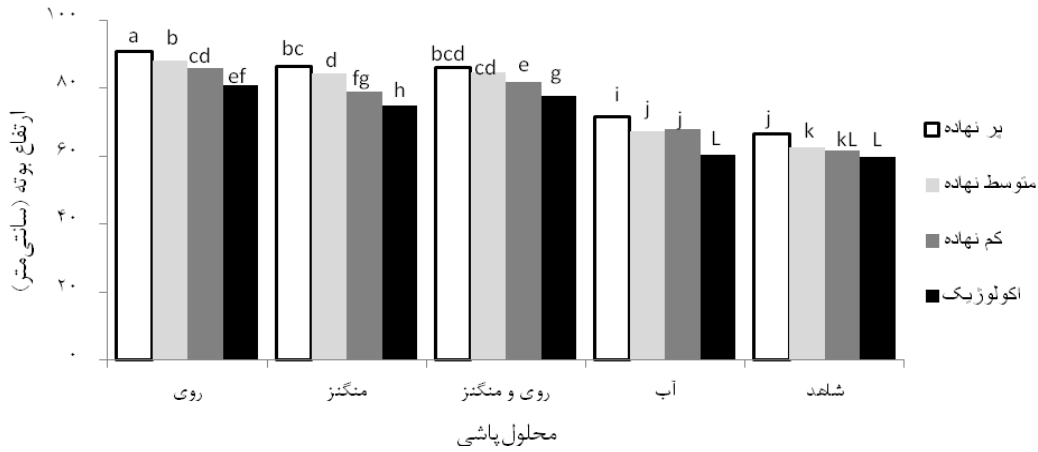
تیمارها	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه فرعی در بوته	قطر طبق (cm)	وزن طبق (g)	وزن خشک ساقه (g)
نظام پرنهاده	۶/۶۹ ^a	۷/۱۳ ^a	۲/۳۸ ^a	۱۵/۹۰ ^a	۷/۲۶ ^a
نظام متوسط نهاده	۶/۱۰ ^b	۵/۸۲ ^b	۲/۳۵ ^a	۱۳/۷۷ ^{ab}	۶/۱۱ ^b
نظام کم نهاده	۵/۴۶ ^c	۴/۸۸ ^c	۲/۲۹ ^b	۱۱/۳۵ ^b	۵/۴۱ ^{bc}
نظام اکولوژیک	۵/۲۱ ^c	۴/۵۱ ^c	۲/۲۱ ^c	۸/۲۲ ^c	۴/۷۲ ^c

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند.

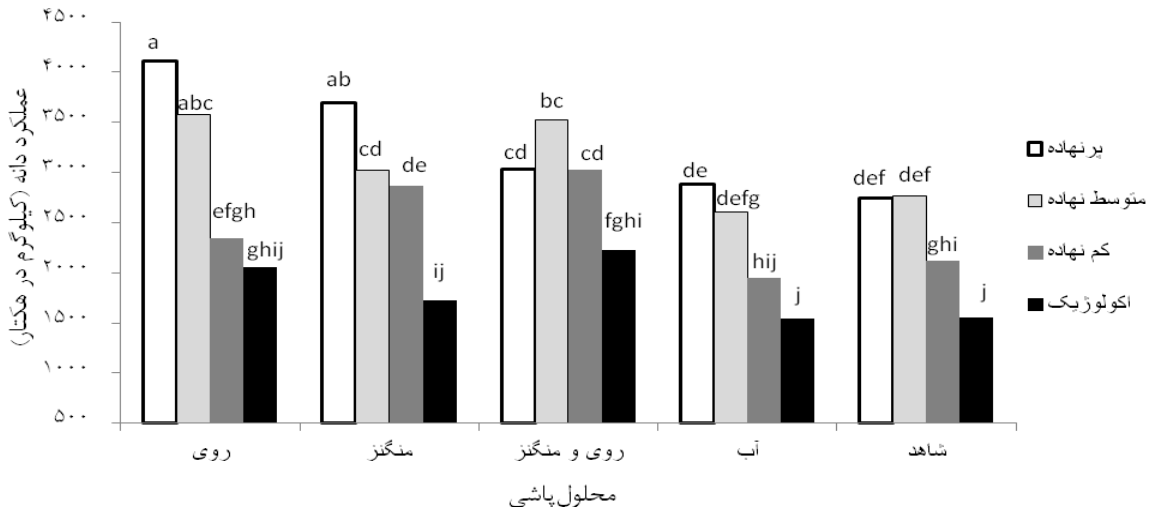
جدول ۵: مقایسه میانگین‌های ویژگی‌های مورد مطالعه گلرنگ رقم محلی اصفهان تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر کم مصرف

تیمارها	قطر ساقه (mm)	تعداد شاخه فرعی در بوته	قطر طبق (cm)	وزن طبق (g)	وزن خشک ساقه (g)
روی	۶/۱۶ ^a	۶/۱۸ ^b	۲/۳۵ ^a	۱۳/۵۶ ^a	۷/۲۴ ^a
منگنز	۵/۹۰ ^b	۵/۹۰ ^b	۲/۳۶ ^a	۱۳/۰۲ ^a	۶/۳۲ ^b
روی + منگنز	۶/۲۵ ^a	۶/۶۶ ^a	۲/۳۸ ^a	۱۳/۱۱ ^a	۶/۵۷ ^{ab}
آب	۵/۰۰ ^c	۴/۷۷ ^c	۲/۲۱ ^b	۱۰/۹۱ ^b	۴/۵۱ ^c
شاهد (بدون محلول پاشی)	۵/۵۳ ^c	۴/۴۱ ^c	۲/۲۱ ^b	۱۰/۹۵ ^b	۴/۷۴ ^c

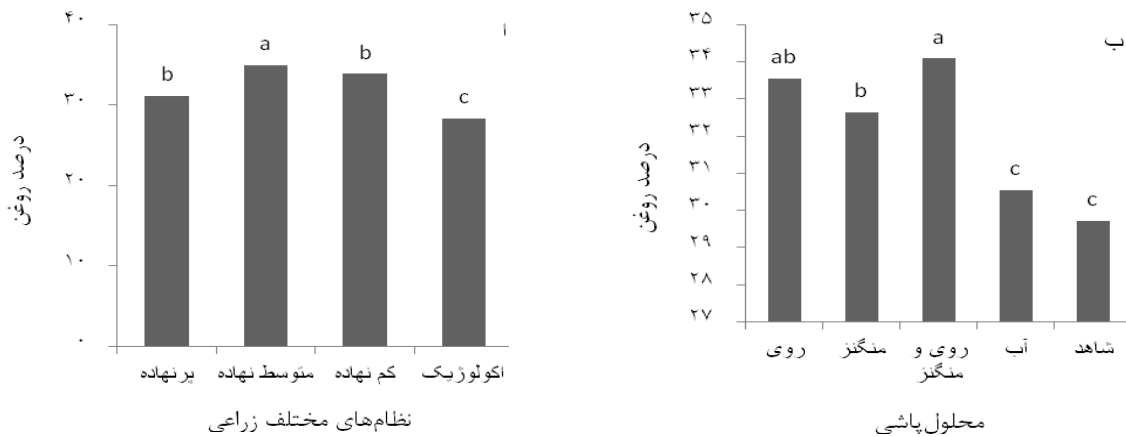
میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۱: مقایسه میانگین های ارتفاع بوته گلرنگ (سانتی متر) تحت تاثیر نظام های مختلف زراعی و محلول پاشی عناصر کم مصرف. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۲: مقایسه میانگین های عملکرد دانه گلرنگ (کیلوگرم در هکتار) تحت تاثیر نظام های مختلف زراعی و محلول پاشی عناصر کم مصرف. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند.



شکل ۳: مقایسه میانگین های درصد روغن گلرنگ تحت تاثیر نظام های مختلف زراعی (الف) و محلول پاشی عناصر کم مصرف (ب). میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری ندارند.

منابع

- ۱- برمکی، ی.، ف. جلیلی، غ. عیوضی و ا. رضایی، ۱۳۸۸. اثر روی، آهن و بور بر عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال ۲. شماره ۶.
- ۲- جامسون، م.، س. ا. گالشی، م. ه. پهلوانی و ا. زینلی، ۱۳۸۸. بررسی اثر محلولپاشی روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه دو رقم سویا در کشت تابستانه. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۱۶. شماره ۱.
- ۳- حسینی، ز.، ۱۳۷۸. روش‌های متداول در تجزیه مواد گیاهی. انتشارات دانشگاه شیراز، چاپ سوم. ۲۱۰ صفحه.
- ۴- خواجه‌پور، م.، ر.، ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.
- ۵- رحیمی زاده، م.، ع. کاشانی، ا. زارع فیض آبادی، ح. مدنی و ا. سلطانی، ۱۳۸۹. تأثیر کودهای ریز مغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۳. شماره ۱.
- ۶- رحیمی، م.، م.، و د. مظاهری، ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی. شماره ۶۴.
- ۷- زنگانی، ا.، ۱۳۸۱. بررسی سطوح مختلف نیتروژن بر روند رشد و عملکرد کمی و کیفی کلزا در منطقه آب و هوایی اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۲۲۷ صفحه.
- ۸- سپهر، ا.، و م. ج. ملکوتی، ۱۳۶۷. بررسی اثرات پتاسیم، منیزیم، گوگرد و عناصر ریز مغذی روی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس. تهران. ۹۵ صفحه.
- ۹- سیدشرفی، ر.، ۱۳۸۸. گیاهان صنعتی. چاپ دوم. انتشارات عمیدی. دانشگاه محقق اردبیلی. ۴۳۲ صفحه.
- ۱۰- شیخ بگلو، ن.، ع. ا. حسن زاده قورت تپه، م. ع. باغستانی و ب. زند. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر محلولپاشی عنصر روی بر عملکرد کمی و کیفی ذرت دانه‌ای تحت شرایط تنش آب. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۲. شماره ۲.
- ۱۱- صلاحی فراچی، م.، و م. ج. ملکوتی، ۱۳۷۹. بررسی تأثیر برخی عناصر غذایی بر عملکرد آفتابگردان در گنبد کاووس. مجله علوم خاک و آب. جلد ۱۲. شماره ۱۳. صفحه ۹۳-۱۰۴.
- ۱۲- ضیائیان، ع. ح.، و م. ج. ملکوتی، ۱۳۷۷. بررسی اثرات کودهای حاوی عناصر ریز مغذی و زمان مصرف آنها در افزایش تولید ذرت. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب، جلد ۱۲. شماره ۱.
- ۱۳- عبداللهی، س.، ۱۳۸۷. بررسی چشم انداز توسعه کشاورزی ارگانیک در ایران. مؤسسه پژوهش‌های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی. مدیریت امور پردازش یافته‌های تحقیقاتی.
- ۱۴- ملکوتی، م. ج.، و م. ا. لطف اللهی، ۱۳۷۸. نقش روی در افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی و بهبود سلامت جامعه. نشر آموزش کشاورزی. ۱۹۴ صفحه.
- ۱۵- ملکوتی، م. ج.، و م. طهرانی، ۱۳۷۸. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات، عناصر خرد با تأثیر کلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس. ۲۹۹ صفحه.
- ۱۶- نصری، م.، و م. خلعتبری، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر غلظت محلولپاشی ریز مغذی بر خصوصیات کمی و کیفی ارقام کلزا در منطقه ورامین. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. جلد ۵. شماره ۲.
- ۱۷- نصیری محلاتی، م.، ع. کوچکی، پ. رضوانی و ع. بهشتی، ۱۳۸۸. اگر واکولوژی. چاپ چهارم (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۴۶۰ صفحه.
- ۱۸- نورآبادی، ع.، د. تقوی، ع. ا. حسن زاده و ف. هلالی، ۱۳۸۸. اثر تاریخ کاشت و محلولپاشی عناصر غذایی بر عملکرد دانه و اجزای آن در آفتابگردان رقم آذر گل. مجله پژوهش در علوم زراعی. سال ۱. شماره ۴.
- ۱۹- ولدآبادی، س. ع.، ف. یوسفی و ا. ح. شیرانی راد، ۱۳۸۹. تأثیر قطع آبیاری و سطوح مختلف نیتروژن بر برخی از صفات زراعی گیاه داروئی کرچک. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد ۶. شماره ۱. صفحه ۹۹-۱۱۰.
- 20-Baker, B. P., and D. B. Smith, 1987. Self-identified research needs of New York organic farmers. American J. Alternative. Agr., 2 (3):107-113.

- conventional and low -input cropping systems during the initial conversion to low-input methods. *Agron. J.*, 81 (2): 150-159.
- 33-Longeran, J. F., T. S. Grove, A. D. Robsen, and K. Snowball, 1979. Phosphorus toxicity as a factor in zinc phosphorus interaction in plants. *Soil Sci. Soc. American. J.*, 43 (5): 966- 972.
- 34-Marschner, H., 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press. UK. 889 pp.
- 35-Narwal, R. P., M. Sigh, A. P. Cuota, and M. A. Kuha, 1997. Nickel and Zinc interaction in corn grown on sewer irrigated soil. *Crop Res.*, 7: 366- 372.
- 36-Nawaz, N., G. Sarwar, M. Yousaf, T. Naseeb, A. Amir, and M. J. Shah, 2003. Yield and yield components of Sunflower as affected by various NPK levels. *Asian J. Plant. Sci.*, 2 (7): 561-562.
- 37-Sawan, Z. M., M. H. Mahmoud, and H. A. El-Guibali, 2008. Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus on growth, yield components, yield and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). *J. Plant. Ecol.*, 1(4): 259-270.
- 38-Sawan, Z. M., S. A. Hafez, and A. G. Basyong, 2001. Effect of phosphorus fertilization and foliar application of chelated zinc and calcium on seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. *J. Agr. Sci.*, 136:191-198.
- 39-Sharma, C. P., K. Neena, C. Chatterjee, and N. Kurana, N. 1995. Manganese stress change physiology and oil content of linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Indian J. Exp. Biol.*, 3: 701- 704.
- 40-Tandon, H. L. S. ,1995. Micronutrients in soil, crops, and fertilizers. Fertilizer Development and Consultation Organization, New Delhi, India. pp: 138.
- 41-Tisdale, S. L., 1990 .Soil fertilizers, hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Department of plant Husban dry. Sweden.
- 42-Vitosh, M. L., D. D. Warncke, and R. E. Lucase, 1994. Zinc determine of crop and soil science. Michigan state university Extension, 136: 191- 198.
- 43-Whitty, E. N., and C. G. Chambliss, 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. 21pp.
- 21-Bakhash Kelarestaghi, K., H. Madani, M. Bazoobani, and M. Asadi, 2007. Optimizing of zinc quantity and application method on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Bam region of Iran. In: Proceedings of Zinc Crops Conference. Istanbul, Turkey.
- 22-Bybordi, A., Malakouti, M. J., and Rezai, H. 2001. Effect of Zn, B and Mn with soil application and foliar application methods on seed yield of canola in Miane. *J Water and Soil Sci.*, 12: 158-169.
- 23-Brennan, R. F., 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. *Australian J. Exp. Agr.*, 41(4): 541-547.
- 24- Cheema, M. A., Malik, M. A., Hussain, A., Shah, S. H., and S. M. A. Basra. 2001. Effect of time and rate of nitrogen and phosphorus application on the growth and the seed and oil yields of canola (*Brassica napus*). *Agric. Crop. Sci.*, 186(2): 103-115.
- 25-Ekshing, B. S., and V. D. Sondge, 1993. Effect of advance application of fertilizer on oil content and oil productivity in safflower varieties. *Indian J. Agron.*, 38(4): 661-663.
- 26-Gilbert, N. W., and T. C. Tucker, 1967. Growth, yield and yield components of safflower as affected by source, rate, and time of application of nitrogen. *Agron. J.*, 59 (1): 54-56.
- 27-Grant, C. A., and Baily, L. D. 1993. Fertility management in Canola production. *Can J. Plant. Sci.*, 73: 651-670.
- 28-Jones, J. P., and T. G. Tucker, 1978. Effect of nitrogen fertilizer on yield, nitrogen content, and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Agron. J.*, 60: 363-364.
- 29-Kene, H. K., Wankhade, S. T., and Sagare, B. N. 1990. Influence of nutrients spray on yield and oil content of sunflower. *Ann. Plant. Physiol.*, 4 (2): 246-248.
- 30-Kherandish, M., 2000. Study of effects of Zinc Sulphate on soybean yield. Research center of oil seeds Company. Publisher pp: 82-93.
- 31-Lewis, D. C., and J. D. McFarlane, 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) and the diagnosis of manganese deficiency by plant tissue and seed analysis. *Aust J. Agr. Res.*, 37: 567- 572.
- 32-Liebhardt, W. C., R. W. Andrews, M. N. Culik, R. R. Harwood, R. R. Janke, J. K. Radke, and S. L. Rieger-Schwartz, 1989. A comparison of crop production in

Effect of foliar application of micro-nutrients on some agronomic characteristics of the safflower under conventional and ecological cropping systems

Parinaz Kohnaward¹, Jalal Jalilian^{2*} and Alireza Pirzad²

1-MSc. Student of Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran

2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran.

Received: 05/27/2011

Accepted: 10/18/2011

Abstract

To evaluate the effect of micro-nutrients spraying on some agronomic characteristics of the safflower (*Carthamus tinctorius* L. cv. Isfahan landrace), under different cropping systems, an experiment was carried out as split plot based on randomized complete block design with three replications in 2011. Experimental treatments were including: cropping systems (high, medium, low input and ecological cropping systems) as main plots and micro-nutrients (no foliar application, 2 per thousand zinc chelate, 3 per thousand manganese chelate, 2 per thousand zinc chelate + 3 per thousand manganese chelate, water spraying) as sub plot. Results showed that the effect of cropping system and micronutrient spraying on stem diameter, number of branches in plant, capsule diameter, weight of capsule, stem dry weight and seed oil percentage was significant, and also interaction effect between cropping system and micronutrient spraying on grain yield and plant height was significant. The highest yield of seed (4115.6 kg/ha) and plant height (90.62cm) was obtained from high input cropping system and zinc spraying. The minimum grain yield (1540.3 kg/ha) was obtained in plants sprayed with water in ecological cropping system. Stem diameter, number of branches per plant and capsule diameter increased in treated plants with both zinc and manganese. But, the highest weight of capsule and dried weight of stem were affected only by foliar application of zinc. Spraying plants with zinc caused to increase the yield of safflower in medium input as well as high input system.

Key words: low input, Manganese, organic farming, safflower yield, Zinc

* Corresponding author

E-mail: j.jalilian@urmia.ac.ir