تأثیر عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی گلرنگ در اصفهان

قدرت‌اله سعیدی[۱] و محمدرضا شهسواری[۲]

چکیده

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی است که به دلیل سازگاری آن بطور وسیع در استان اصفهان کشت می‌شود و تامین عناصر غذایی موردنیاز گیاه می‌تواند موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول آن گردد. این مطالعه به منظور بررسی تاثیر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر صفات زراعی گلرنگ انجام شد. آزمایش بصورت کرتهای خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گردید، که در آن نه تیمار کودی به عنوان سطوح فاکتور اصلی و دو ژنوتیپ اراک – ۲۸۱۱ و اصفهان –۲۲ به عنوان سطوح فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند . نتایج آزمایش نشان داد که مصرف کودهای دارای عناصر غذایی مختلف از جمله N، P، K، Fe، Zn و Mn تاثیر معنی‌داری بر صفات مختلف نداشت. اثر تیمارهای کودی بر اجزای عملکرد ، عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه و روغن در واحد سطح نیز معنی دار نبود ولی تغییرات میانگین این صفات در بین تیمارهای کودی زیاد بود وکمترین و بیشترین میانگین این صفات به ترتیب به تیمار استفاده همزمان از عناصرN+P و تیمار استفاده همزمان NPK و Fe تعلق داشت. میانگین عملکرد دانه در بوته برای تیمارهای کودی مختلف بین۱۲/۹۱ تا ۲۰/۲۲ گرم، عملکرد دانه در واحد سطح بین ۲۶۰۱ تا ۳۳۳۳ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن بین ۷۹۷ تا ۱۰۴۶ کیلوگرم در هکتار تغییرات داشت که کمترین و بیشترین میانگین این صفات نیز به تیمارهای کودی N+P و NPK + Fe تعلق داشت. افزایش میانگین عملکرد دانه و روغن در تیمار کودی NPK + Fe بیشتر ناشی از تاثیر عناصر N و Fe بود .میزان روغن دانه در تیمارهای کودی بین ۳۰/۶۰ در صد تا ۳۲/۰۲ درصد تغییرات داشت و تیمار کودی شاهد دارای ۳۱/۲۸ درصد روغن دانه بود. عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌ها نشان دادکه نحوه تاثیر تیمارهای کودی بر صفات هر دو ژنوتیپ یکسان بود و به نظر می‌رسد برای این ژنوتیپ ها و یا احتمالا دیگر ژنوتیپ های گلرنگ می‌توان نحوه کوددهی مشابهی را جهت افزایش عملکرد روغن توصیه نمود.

واژه های کلیدی: گلرنگ، عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف، عملکرد دانه، عملکرد روغن.

مقدمه

با توجه به اهمیت تولید دانه‌های روغنی در کشور، استفاده ازگیاهان مناسب روغنی و انجام تحقیقات به زراعی بمنظور افزایش مقدار تولید و کیفیت محصول آنها ضروری می‌باشد. گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) یک گیاه دانه روغنی بومی ایران می‌باشد و با توجه به سازگاری آن به شرایط اقلیمی بیشتر مناطق ایران (۳) می‌تواند نقش مهمی در تأمین روغن مورد نیاز کشور داشته باشد. این گیاه در مقایسه با سایر دانه های روغنی به خشکی مقاومتر و نیاز آبی آن کمتر است (۲۶) بنابراین گلرنگ به شرایط مناطق خشک و نیمه خشک از جمله استان اصفهان سازگاری خوبی دارد و سطح کشت آن در این استان بطور

۱ و ۲ به ترتیب دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و استادیار پژوهش - مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی استان اصفهان

چشمگیرافزایش یافته است. گلرنگ به دلیل مصارف متعدد از ارزش اقتصادی خوبی برخوردار می‌باشد ، بطوریکه دانه آن دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن و ۱۵ تا ۲۵ درصد پروتئین است (۳) بنابراین علاوه بر تولید روغن، کنجاله حاصل از روغن‌کشی دانه‌ها نیز می‌تواند در جیره غذایی دامها مورد استفاده قرار گیرد. در ضمن گلهای این گیاه نیز به دلیل داشتن رنگیزه های فراوان در صنایع مختلف استفاده می‌شوند (۳).

حاصلخیزی خاک بمنظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان جهت حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب محصولات زراعی دارای اهمیت می‌باشد. تامین عناصر مورد نیاز گیاه در خاکهای فقیر از لحاظ یک یا چند عنصر غذایی و استفاده از کودهای شیمیایی می‌تواند موجب افزایش عملکرد و کیفیت محصول گردد. البته باید در نظر داشت که استفاده زیاد از کودهای شیمیایی به ویژه عناصر کم مصرف، علاوه بر آلودگی محیط زیست و آبهای زیر زمینی، ممکن است اثرات سمی و منفی بر تولید و کیفیت محصول داشته باشد (۲۳).

گیاهان زراعی به مقادیر مناسبی از نیتروژن نیازمندند و در صورت کمبود این عنصر در خاک، رشد و عملکرد گیاه به مقدار قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد (۲). عناصر غذایی کم مصرف نیز برای رشد طبیعی گیاهان ضروری هستند و در واکنشهای بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند (۲). به عنوان مثال بور برای تقسیم سلولی، روی برای تولید هورمون‌های رشد اکسین و انجام فتوسنتز و آهن در تشکیل کلروفیل گیاهی نقش اساسی دارند (۲). افزودن این عناصر به خاکهای فقیر می‌تواند افزایش تولید و کیفیت محصول را به دنبال داشته باشد.

استفاده همزمان کودهای دارای نیتروژن و فسفر در خاکهای دارای کمبود این عناصر و در گیاه دانه روغنی کلزا (*Brassica. napus* L., *Brassica. Campestris* L.) (۱۲) و همچنین استفاده از کودهای آهن‌دار در گیاه ذرت (۱۳) موجب افزایش معنی دار عملکرد دانه آنها شده است.کمبود فسفر در مراحل اولیه رشد گیاه می تواند موجب محدودیت رشد و در نهایت کاهش عملکرد دانه در گیاهان زراعی شود (۱۴). همچنین نتایج آزمایشهای کودی دیگر در گیاه کلزا نشان داده که استفاده از کودهای شیمیایی دارای گوگرد و یا نیتروژن به صورت جداگانه موجب کاهش عملکرد دانه و میزان روغن دانه، ولی استفاده همزمان آنها موجب افزایش عملکرد و درصد روغن دانه شد (۱۸). در گیاه آفتابگردان نیز استفاده از کودهای دارای نیتروژن موجب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه و در نهایت عملکرد روغن در یکی از مناطق مورد آزمایش شده است (۲۳). میزان تاثیر کودهای دارای نیتروژن برعملکرد دانه برخی از گیاهان دانه روغنی دیگر نیز بستگی به شرایط محیطی داشته است (۱۵).

در گیاه گلرنگ استفاده از کودهای نیتروژن دار تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه نداشته، ولی با افزایش نیتروژن خاک درصد روغن دانه کاهش و عملکرد روغن در بوته افزایش یافته است (۲۵). استفاده از نیتروژن زیاد در زراعت گلرنگ ممکن است موجب افزایش پروتئین دانه و کاهش روغن آن شود. همچنین در گیاه گلرنگ استفاده از کودهای نیتروژن دار می‌تواند از طریق تأثیر بر تعداد انشعابات و در نتیجه تعداد طبق در بوته موجب افزایش عملکرد دانه شود. افزایش نیتروژن خاک می‌تواند دوره گلدهی را نیز در گیاه گلرنگ طولانی نماید و اگر این دو با دمای بالای فصل همراه باشد ممکن است تعداد زیادی از طبق‌ها عقیم مانده و یا تعداد کمی دانه در آنها تشکیل شود (۲۶). در مطالعه دیگری، مقدار نیترات آمونیوم مورد نیاز گلرنگ بسته به تاریخ کاشت، رژیم آبیاری، رقم و عوامل دیگر بین ۸۴ تا ۳۳۶ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (۸).

با وجود اینکه سطح زیر کشت گلرنگ در استان اصفهان بسیار قابل توجه است، ولی اطلاعات کافی در مورد نیازهای

کودی این گیاه در منطقه وجود ندارد. بنابراین آزمایش کنونی با هدف بررسی اثر عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر صفات زراعی و مقدار روغن دانه گلرنگ در منطقه اصفهان انجام شد.

مواد و روشها

آزمایش در سال ۱۳۸۲ در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک نجف‌آباد (۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان) انجام شد. طبق طبقه‌بندی کوپن، منطقه آزمایش دارای اقلیم خشک، بسیار گرم با تابستانهای گرم و خشک است (۴). خاک مزرعه از گروه تیپیک هاپل آرجید (Typic Haplargid) و دارای بافت لوم‌رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب و pH = ۷/۶ می‌باشد (۵). نتایج تجزیه عناصر خاک و خصوصیات خاک مزرعه در جدول ۱ نشان داده شده است.

در این آزمایش تاثیر ۹ تیمار کودی (جدول ۲) بر عملکرد دانه، مقدار روغن دانه و دیگر صفات زراعی دو ژنوتیپ گلرنگ شامل اراک -۲۸۱۱ و لاین اصلاحی اصفهان -۲۲ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به شکل کرتهای خرد شده مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش تیمارهای کودی به عنوان فاکتور اصلی و ژنوتیپ‌ها به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. هر کرت آزمایشی فرعی شامل شش ردیف کاشت به فواصل ردیف ۳۵ سانتی‌متر بود. در هر ردیف نیز بذر به اندازه کافی و به صورت خشکه‌کاری کشت گردید و پس از استقرار کامل گیاهچه‌ها، فواصل بوته‌ها با تنک کردن برابر ۵ تا ۷ سانتی‌متر تنظیم شد.

جهت تهیه بستر بذر، زمین محل آزمایش که در سال قبل آیش بود، در پائیز شخم و قبل از کاشت چند بار دیسک زده شد. کلیه کودها و همچنین یک سوم کود اوره قبل از کاشت به خاک اضافه و با آن مخلوط شد (جدول ۲). بقیه کود اوره در تیمارهای کودی در شروع مرحله به ساقه رفتن گیاهان به صورت سرک مصرف گردید. جهت یکنواختی در توزیع کودهای شیمیایی در هر کرت آزمایشی، مقادیر کود مورد نظر با ماسه نرم مخلوط و سپس به آرامی و بصورت دستی در کرتها پاشیده شد. آبیاری تا زمان استقرار گیاهچه‌ها هر ۴ روز یکبار و پس از آن بسته به نیاز گیاه با فواصل ۱۱-۸ روز به صورت سطحی انجام شد.

بمنظور کنترل علف‌های هرز، قبل از کاشت علف‌کش ترفلان (تریفلورالین[1]) به مقدار ۲/۵ لیتر در هکتار با خاک مخلوط شد. در طی مراحل اجرای آزمایش نیز بصورت دستی با علف‌های هرز باقیمانده مبارزه گردید.

به منظور کنترل بیماری سفیدک سطحی (*Leveillula taurica* Arnaud)، از قارچ کش سیستمیک کالیکسین[2] (اموسیون ۷۵٪) و با غلظت ۱/۵ در هزار استفاده شد. سمپاشی علیه این بیماری به محض ظهور اولین علائم ظاهری و در تاریخ هجدهم تیرماه انجام شد. مبارزه با مگس گلرنگ از طریق سمپاشی در مرحله شروع تکمه‌دهی با سم دیازینون[3] و با غلظت ۱/۵ در هزار انجام شد.

در هر کرت آزمایشی، تعداد روز تا شروع گلدهی (مشاهده گل) و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی (زمانیکه حدوداً نیمی از بوته‌های هر کرت به گل رفته بودند)، تعداد روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و درصد روغن اندازه‌گیری شد. تاریخ رسیدگی زمانی منظور گردید که حدود ۹۰ درصد طبق‌های هر کرت آزمایشی قهوه‌ای شدند و دانه‌ها به راحتی قابل جدا شدن بود. بمنظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح برای هر کرت آزمایشی، چهار ردیف وسط هر کرت برداشت،

[1] - Trifluralin
[2] - Calixin ® (Tredemorph) 2-6- dimethyl-4- tridecy lmorpholine
[3] - Diazinon

خرمنکوبی و بوجاری شد و سپس عملکرد دانه بصورت کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. ارتفاع بوته‌ها نیز از سطح زمین تا انتهای ساقه اصلی بصورت تصادفی در چند محل از هر کرت اندازه‌گیری و میانگین آن برای آن کرت منظور شد.

هنگام برداشت نهایی نیز تعداد ۱۰ بوته تصادفی از ردیفهای وسط هر کرت آزمایش و با رعایت حاشیه برداشت گردید و صفات تعداد انشعاب اصلی در بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن ۱۰۰ دانه و عملکرد دانه در بوته برای هر کرت مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. درصد روغن دانه نیز برای هر کرت آزمایشی با استفاده از روش سوکسله تعیین شد. عملکرد روغن در واحد سطح از طریق حاصلضرب درصد روغن در عملکرد دانه در واحد سطح محاسبه شد.

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها، در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) استفاده گردید. جهت بررسی روابط بین صفات نیز، ضرایب همبستگی بین آنها محاسبه شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای کودی بر مراحل نمو گیاه شامل تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی و رسیدگی معنی‌دار نبود (جدول ۳) و دامنه تغییرات میانگین این صفات به ترتیب بین ۸۵ (تیمار T_5) تا ۸۶/۵ روز (تیمارT_4) و ۱۱۰/۸ (تیمار T_5) تا ۱۱۴/۸ روز (تیمار T_4) متغیر بود.

ارتفاع بوته و تعداد شاخه‌های اصلی در بوته نیز تحت تاثیر معنی‌دار تیمارهای کودی قرا رنگرفت و میانگین ارتفاع بوته در تیمارهای کودی بین ۷۹/۵ تا ۸۵/۵ سانتی‌متر (به ترتیب در تیمارهای T_5 و T_3) و تعداد شاخه‌های اصلی در بوته نیز بین ۶/۰ (تیمار T_5) تا ۷/۶ (تیمار T_7) تغییرات داشت (جدول ۴).

علیرغم معنی دار نبودن اثر تیمارهای کودی بر صفات تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، تعداد دانه در بوته و وزن صد دانه در جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، میانگین تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در بوته در تیمارهای کودی تغییرات زیادی داشت، بطور یکه تعداد طبق در بوته بین ۱۲/۶۰ تا ۱۶/۸۷ و تعداد دانه در بوته بین ۴۰۴/۲ تا ۶۳۶/۸ عدد متغیر بود. کمترین و بیشترین مقدار هر دو این صفات به ترتیب تیمارهای کودی T5 و T_7 مشاهده شد (جدول ۴). میانگین تعداد دانه در طبق در بین تیمارهای کودی نسبتاً تغییرات کمتر و غیر معنی داری را نشان داد و بین ۳۲/۱ مربوط به (تیمار T_5) تا ۳۹/۲ (مربوط به تیمار T_9) متغیر بود.

میانگین وزن صد دانه نیز بین ۳/۰۲ گرم (تیمار T_8) تا ۳/۳۰ گرم (تیمار T_9) تغییرات داشت که تفاوت آنها از لحاظ آماری معنی دار نبود. در پژوهش دیگری در گلرنگ نیز عدم تاثیر تیمارهای کودی نیتروژن دار بر وزن دانه گزارش شده است (۲۵) . اثر تیمارهای کودی بر درصد روغن دانه نیز معنی‌دار نبود (جداول ۳ و ۴).

در این آزمایش تیمارهای کودی بر صفات اقتصادی شامل عملکرد دانه در بوته، عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد روغن از لحاظ آماری تاثیر معنی‌دار نداشت (جدول ۳)، ولی دامنه تغییرات میانگین این صفات نسبتاً زیاد بود (جدول ۴)، بطوریکه از لحاظ کاربردی و اقتصادی به نظر می‌رسد میزان تاثیر تیمارهای کودی این آزمایش بر این صفات قابل چشم پوشی نباشد. علیرغم وجود اختلاف نسبتاً زیاد بین میانگین تیمارهای کودی برای این صفات، معنی‌دار نشدن مقدار F آنها در جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) بیشتر به ماهیت آزمایش کرتهای خرد شده مرتبط می‌باشد که ناچاراً در این آزمایش استفاده گردید. در آزمایش های کرتهای خرد شده معمولاً واریانس خطای مربوط به

پلات‌های اصلی (تکرار × تیمارهای کودی) به دلیل کمتر بودن درجه آزادی این خطا و اثر اختلاط پلاتها اصلی با اثرات محیطی، نسبتاً زیاد می‌باشد و در بعضی موارد علیرغم وجود تفاوت زیاد بین میانگین سطوح فاکتور اصلی، مقدار F مربوط به فاکتور اصلی معنی‌دار نمی‌شود(۲۴)، که این به دقت آزمایش مرتبط نیست، بطوریکه در این پژوهش، ضریب تغییرات آزمایش (CV) برای عملکرد دانه در واحد سطح ۹/۴ در صد و برای عملکرد روغن ۳/۸ در صد بود که نشان می‌دهد آزمایش از دقت لازم بر خوردار بوده است.

عملکرد دانه در بوته بین ۱۲/۹۱ تا ۲۰/۲۲ گرم، عملکرد دانه در واحد سطح بین ۲۶۰۱ تا ۳۳۳۳ کیلوگرم در هکتار و عملکرد روغن بین ۷۹۷ تا ۱۰۴۶ کیلوگرم در هکتار متغیر بود که کمترین و بیشتر میانگین این صفات به ترتیب مربوط به تیمارهای کودی T_5 (N +P) و T_7 (NPK +Fe) بود (جدول ۴). در ضمن یادآوری می‌شود که تیمارهای T_5 و T_7 نیز به ترتیب دارای کمترین و بیشترین تعداد طبق در بوته و به دنبال آن تعداد دانه در بوته بودند (جدول ۴). با توجه به اینکه ضریب همبستگی بین صفات تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در بوته در این مطالعه بسیار معنی‌دار بود (**۰/۷۲ = r) و همچنین با توجه به ضرایب همبستگی بین عملکرددانه در بوته و هرکدام از صفات تعداد طبق در بوته (*۰/۴۸ = r) و تعداد دانه در بوته (*۰/۶۵ = r) و عملکرد دانه در واحد سطح (*۰/۵۷ = r)، اینطور به نظر می‌رسد که تعداد دانه در بوته نقش اصلی را در تعیین عملکرد دانه در بوته و در پی آن عملکرد دانه در واحد سطح داشته است. ضرایب همبستگی (جدول ۵) نشان داد که صفات تعداد دانه در طبق و تعداد طبق در بوته نقش مهمی را در تعداد دانه در بوته داشته‌اند. در مطالعه کودی دیگری در گلرنگ نیز تعداد دانه در بوته همبستگی زیادی با تعداد طبق در بوته داشته است (۲۵). از طرفی همبستگی بسیار بالا و معنی‌دار بین عملکرد روغن و عملکرد دانه در واحد سطح (**۰/۹۸ = r) در این آزمایش نشان داد که تغییرات عملکرد روغن بستگی به عملکرد دانه در واحد سطح داشته و در صد روغن نقش زیادی در تغییرات این صفت نداشته است. درصد روغن نیز با عملکرد روغن همبستگی بسیار کم و غیر معنی داری را نشان داد (۰/۰۷ = r). بنابراین تاثیر عمده تیمارهای کودی بر عملکرد روغن، ناشی تاثیر آنها بر عملکرد دانه در واحد سطح بود.

نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار (تیمار T۲) موجب ۱۲ درصد افزایش عملکرد نسبت به تیمار شاهد T۱ (عدم استفاده از هر نوع کود شیمیایی) شد (جدول ۴)، ولی استفاده از هر کدام از کودهای سوپر فسفات و سولفات پتاسیم به تنهایی (تیمارهای T۳ و T۴) نسبت به شاهد به ترتیب ۳ در صد و ۸ در صد افزایش عملکرد دانه را به همراه داشتند. استفاده همزمان کود اوره و کود سوپر فسفات (تیمار T۵) نسبت به شاهد موجب کاهش عملکرددانه (به میزان ۵ درصد) گردید که ممکن است ناشی از اثر متقابل بین مصرف همزمان کود نیتروژن‌دار و کود فسفره بر عملکرد دانه باشد. بررسی دقیق وجود اثرات متقابل بین کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار و فسفره نیاز به آزمایشات تکمیلی و استفاده از مقادیر مختلف کوداوره و سوپر فسفات دارد. در مطالعه دیگری نیز در گلرنگ (۸) و کلزا (۱۲) استفاده از کود نیتروژن دار موجب افزایش عملکرد دانه گردید.

استفاده همزمان کودهای دارای عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم (تیمار T۶) موجب افزایش عملکرد دانه در واحد سطح به میزان ۱۳ درصد گردید (جدول ۴) که با افزایش عملکرد دانه (۱۲ درصد) ناشی از استفاده از کود اوره تنها (تیمار T۲) تفاوتی نداشت، لذا با توجه به یکسان بودن تاثیر تیمار T۶ (NPK) و T۲(N) بر میزان افزایش عملکرد دانه، به نظر می‌رسد در تیمار T۶ تنها عنصر نیتروژن تاثیر عمده را در افزایش عملکرد دانه داشته است. میزان

تولید و کیفیت دانه در گیاه گلرنک بیشتر به استفاده از کود نیتروژن‌دار عکس‌العمل نشان می‌دهد و نیاز آن به عنصر فسفر کمتر است (۲۶). در ضمن معمولاً پتاسیم موجود در خاک برای کشت گلرنگ نیز کفایت می‌کند و استفاده از کودهای شیمیایی پتاسیم‌دار نیز در خاکهایی نیاز است که در آن منطقه کمبود اساسی این عنصر وجود داشته باشد (۲۶). در مقایسه با سایر گیاهان، در زراعت گلرنگ کمترین مقدار فسفر قابل توصیه می‌باشد، زیرا این گیاه دارای ریشه‌های عمیق بوده و می‌توانند عناصر غذایی و خصوصاً فسفر موجود در خاک را جذب نماید، ولی بطور کلی استفاده از مقادیر کم از کود فسفره در زمان کاشت موجب رشد سریع گیاهچه‌ها و در نتیجه افزایش توانایی رقابت گیاه با علف‌های هرز و ایجاد گیاهان سالم خواهد شد (۲۶).

افزودن کود آهن‌دار (سکسترین) به خاک (تیمار T۷) نسبت به تیمار استفاده همزمان کودهای شیمیایی اوره، سوپر فسفات و سولفات پتاسیم (تیمار T۶) به مقدار ۸ درصد، نسبت به تیمار شاهد (T۱) به مقدار ۲۲ درصد و نسبت به استفاده از کود اوره تنها (تیمار T۲) به مقدار ۹ درصد افزایش عملکرد دانه را موجب شد (جدول ۴). استفاده از کودهای آهن‌دار در ذرت نیز موجب افزایش عملکرد دانه شده است (۱۳). همچنین نتایج نشان داد که تیمارهای کودی $(NPK + Fe + Zn)T8$ و $(NPK + Fe + Zn + Mn)T9$ در مقایسه با تیمار $(NPK + Fe)T7$ تاثیر زیادی بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۴)، بنابراین افزودن عناصر عذایی کم مصرف روی و منگنز به خاک در منطقه مورد آزمایش، در افزایش تولید و کیفیت محصول موثر نبود.

دراین مطالعه، افزودن عنصر کم مصرف آهن به خاک (استفاده از سکسترین) موجب ۸در صد افزایش عملکرد دانه نسبت به استفاده همزمان عناصر غذایی N، P وK (تیمار T۶) گردید. با توجه به تاثیر یکسان استفاده هم زمان عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و استفاده از نیتروژن تنها بر عملکرد دانه در این آزمایش (جدول ۴)، نتیجه گیری می‌شود که در بین عناصر پر مصرف تنها نیتروژن نقش موثرتری را در افزایش عملکرد دانه داشته است و انتظار می‌رود چنانچه به جای تیمار کودی NPK + Fe از تیمار کودی N + Fe استفاده شود، در این صورت با فرض عدم وجود اثر متقابل بین عناصر غذایی، افزایش عملکرد دانه حدود ۲۰ درصد (۸ درصد + ۱۲ درصد) نسبت به تیمار شاهد (عدم استفاده از هر نوع کود شیمایی) حاصل گردد که با میزان افزایش عملکرد دانه مشاهده شده در این آزمایش در اثر افزودن NPK + Fe (تیمار T۷) نسبت به شاهد (۲۲در صد) کاملاً در تطابق است.

با توجه به اینکه اثر متقابل بین تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌ها برای همه صفات مورد مطالعه از جمله عملکرد دانه و روغن معنی‌دار نبود (جدول ۳)، نتیجه‌گیری می‌شود که تاثیر تیمارهای کودی بر صفات هر دو ژنوتیپ مورد استفاده در این پژوهش یکسان بود. دو ژنوتیپ از لحاظ کلیه صفات به جز تعداد روز تا رسیدگی، تعداد طبق در بوته، عملکرد دانه در بوته و درصد روغن تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۴). لاین اصفهان- ۲۲ بطور میانگین و به ترتیب ۱/۸ روز و ۱/۴ روز دیرتر از لاین اراک-۲۸۱۱ به مرحله ۱۰ درصد گلدهی و ۵۰ درصد گلدهی رسید، ولی این دو ژنوتیپ از لحاظ آماری دارای میانگین تعداد روز تا رسیدگی یکسان بودند (جدول ۴). علاوه بر عوامل محیطی (۷، ۱۷، ۲۷ و ۲۸)، عوامل ژنتیکی نیز نقش موثری در تعیین مراحل رشد و نمو گیاه دارند(۱۱). لاین اصفهان -۲۲ با میانگین ارتفاع بوته برابر ۸۶/۴ سانتی‌متر نسبت به لاین اراک -۲۸۱۱ با میانگین ارتفاع بوته ۸۰/۷ سانتی‌متر بطور معنی‌داری بلندتر بود. دراین مطالعه همراه با افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های اصلی در بوته نیز افزایش نشان داد (r = ۰/۴۱*)، بطور یکه لاین اصفهان -۲۲ نسبت به لاین

اراک -۲۸۱۱ بطور متوسط ۵/۷ سانتیمتر و ۱/۸ شاخه اصلی در بوته بیشتری داشت (جدول ۴).

دو ژنوتیپ از لحاظ تعداد طبق در بوته اختلاف معنی‌داری نداشتند (جداول ۳ و ۴)، ولی از لحاظ تعداد دانه در بوته، تفاوت آنها معنی‌دار و نسبتاً زیاد بود که این تفاوت نیز بیشتر ناشی از تعداد دانه در طبق آنها می باشد(جدول ۴). لاین اصفهان -۲۲ و اراک -۲۸۱۱ به ترتیب دارای تعداد دانه در طبق برابر ۳۷/۸۶ و ۳۳/۳۶ بودند (جدول ۵). ضریب همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار (r = ۰/۷۵**) بین تعداد دانه در طبق و تعداد دانه در بوته نیز نشان دهنده این مطلب است که تغییرات تعداد دانه در بوته بیشتر ناشی از تغییرات تعداد دانه در طبق آنها بود. اشری و همکاران (۱۱) در گلرنگ گزارش نمودند که تعداد طبق در بوته مهمترین عامل تعیین کننده عملکرد دانه در بوته بود و بین تعداد دانه در بوته و تعداد دانه در طبق همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت.

میانگین وزن صد دانه در لاین اراک -۲۸۱۱ بطور معنی‌داری نسبت به لاین اصفهان -۲۲ بیشتر (به ترتیب ۳/۵۸ و ۲/۶۸ گرم) بود ولی در صد روغن دانه در دو ژنوتیپ از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). درصد روغن این دو ژنوتیپ به ترتیب برابر ۳۰/۹۳ و ۳۱/۲۷ درصد بود. باوجود اینکه دو ژنوتیپ اراک - ۲۸۱۱ و اصفهان - ۲۲ از لحاظ عملکرد دانه در بوته تفاوت آماری نداشتند ولی اختلاف میانگین آنها نسبتاً زیاد بود، بطوریکه در لاین اراک -۲۸۱۱ و لاین اصفهان -۲۲ به ترتیب میانگین عملکرد دانه در بوته برابر ۱۶/۷ و ۱۵/۸ گرم بودند. هم روند با میانگین عملکرد دانه در بوته، لاین اراک- ۲۸۱۱ با میانگین عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد روغن به ترتیب برابر ۳۱۸۲ و ۹۸۶ کیلوگرم در هکتار بطور معنی داری عملکرد دانه و روغن بیشتری نسبت به لاین اصفهان -۲۲ داشت. لاین اصفهان- ۲۲ به ترتیب دارای عملکرد دانه و روغن برابر ۲۸۱۴ و ۸۸۳ کیلوگرم بود. با توجه به ضریب همبستگی بسیار با لا بین عملکرددانه و عملکرد روغن (r = ۰/۹۸**) و ضریب همبستگی بسیار کم بین درصد روغن و عملکرد روغن (r = ۰/۰۶) و عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین میزان روغن دانه دو ژنوتیپ (جدول ۴) نتیجه می‌شود که تفاوت عملکرد روغن دو ژنوتیپ صرفاً ناشی از تفاوت عملکرد دانه آنها بود.

ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه در واحد سطح و وزن صد دانه (r = ۰/۶۹**) و بین عملکرد روغن در واحد سطح و وزن صد دانه (r = ۰/۵۶*)، ضریب همبستگی بالا بین عملکرد دانه در واحد سطح و عملکرد دانه در بوته (r = ۰/۶۵**) و ضریب همبستگی منفی بین وزن صد دانه با هر کدام از صفات تعداد طبق در بوته (r = -۰/۴۱) و تعداد دانه در طبق (r = - ۰/۶۲**) و تعداد دانه در بوته کمتر و وزن صد دانه بسیار بیشتر در لاین اراک -۲۸۱۱ نسبت به لاین اصفهان -۲۲ نشان می‌دهد که وزن صد دانه مهمترین جزء تعیین کننده تفاوت عملکرد دانه دو ژنوتیپ بود. در مورد نقش وزن دانه در عملکرد دانه گلرنگ گزارشهای متفاوتی وجود دارد، بطوریکه ابل (۶) در بررسی خود در گلرنگ گزارش نمود که عملکرد دانه در واحد سطح با تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن دانه همبستگی مثبت و معنی داری داشت، ولی تعداد طبق در بوته مهمترین جزء عملکرد بود. آچاریا و همکاران (۹) نیز بیان نمودند که بین عملکرد دانه در بوته گلرنگ با صفات وزن دانه و تعداد طبق در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت و وزن دانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارا بود. در مطالعات دیگری نیز تعداد دانه در طبق (۱ و ۱۹) ، تعداد طبق در بوته و وزن دانه (۹، ۱۰ ، ۲۰ و۲۱) بعنوان مهمترین اجزای عملکرد دانه گلرنگ معرفی شده‌اند. در مطالعه حاضر ضریب همبستگی بین عملکرد دانه در واحد سطح و هر کدام از صفات تعداد دانه در طبق

(r = -۰/۰۳) و تعداد طبق در بوته (r = ۰/۰۷) بسیار پایین بود که نشان می‌دهد این اجزا نقش زیادی در تغییرات عملکرد دانه نداشتند.

بطور کلی نتایج آزمایش نشان می‌دهد که افزودن عناصر غذایی P، K، Zn و Mn از طریق کود موجب بهبود عملکرد دانه و درصد روغن نشد، ولی استفاده از کود اوره به عنوان تامین کننده نیتروژن مورد نیاز گیاه وکود آهن‌دار(

عدم وجود اثر متقابل معنی‌دار بین تیمارهای کودی و ژنوتیپ نشان داد که تاثیر تیمارهای کودی بر هر دو ژنوتیپ یکسان بود. با توجه به این که نحوه و میزان تاثیر استفاده از کودها بسیار بستگی به شرایط محیطی و خاک منطقه دارد، لذا در شرایط محیطی و خاک مشابه با این آزمایش می‌توان با استفاده از کودهای دارای نیتروژن و آهن تا حدودی عملکرد روغن در گلرنگ را افزایش داد.

قدردانی

این پژوهش بخشی از یک پروژه ملی در قالب پروژه‌های تحقیقات ویژه توسعه کشور (توتک) است و هزینه آن توسط شورای پژوهشهای علمی کشور و از محل اعتبارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی پرداخت گردید. بدینوسیله از این شورا و سازمان و همچنین از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی اصفهان به دلیل انجام هماهنگی‌های لازم و فراهم نمودن زمینه انجام این پژوهش بسیار سپاسگزاری می‌گردد.

سکسترین) هر کدام به تنهایی به ترتیب موجب افزایش عملکرد روغن به مقدار حدود ۱۱/۲ درصد و ۱۰/۸ درصد شد، که این افزایش عملکرد روغن بیشتر از طریق افزایش تعداد دانه در بوته و در پی آن افزایش عملکرد دانه در واحد سطح بود.

جدول ۱ - میانگین و خطای استاندارد عناصر موجود در خاک محل آزمایش (متوسط ۳ نمونه).

عمق خاک (سانتی‌متر)	آهن (Fe) (mg/kg)	روی (Zn) (mg/kg)	منگنز (Mn) (mg/ kg)	نیتروژن (N) (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	ماده آلی (٪)
۰-۳۰	۴/۸ ± ۰/۴۵	۱/۶۴ ± ۰/۱۵	۳/۲۰ ±۰/۴۰	۰/۰۶ ±۰	۱۵/۴ ±۰/۷۸	۲۳۰ ±۲۶	۰/۸۸ ±۰/۰۴
۳۰-۶۰	۴/۸۶ ±۰/۴۲	۱/۲۵ ±۰/۱۴	۳/۰۸ ±۰/۳۰	۰/۰۲ ±۰	۸/۴۳ ±۱/۱۰	۹۳ ±۶	۰/۴۲ ±۰/۰۴

جدول ۲ - تیمارهای کودی مورد استفاده در آزمایش

تیمار	تیمار کودی	زمان و نحوه مصرف کود
T_1	شاهد (عدم استفاده از هر نوع کود شیمیایی)	ــــــــ
T_2	۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن ازمنبع اوره	یک سوم قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید و دو سوم باقی مانده نیز در شروع به ساقه رفتن گیاه به صورت سرک مصرف شد.
T_3	۲۳ کیلوگرم اکسید فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل	قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.
T_4	۲۴ کیلوگرم اکسید پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم	قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.
T_5	$T_2 + T_3$	همانند T_2 و T_3
T_6	$T_2 + T_3 + T_4$	همانند T_2، T_3 و T_4
T_7	T_6 + کود آهن (سکسترین) به میزان ۱۰ kg/ha	همانند T_6 و سکسترون نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.
T_8	T_7 + سولفات روی به میزان ۲۰ kg/ha	همانند T_7 و سولفات روی نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.
T_9	T_8 + سولفات منگنز به میزان ۲۰ kg/ha	همانند T_8 و سولفات منگنز نیز قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید.

جدول ۳ـ نتایج تجزیه واریانس برای صفات مختلف.

منا بع تغیرات	درجه آزادی	میانگین مربعات										
		تعداد روز تا ۵۰ ٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن ۱۰۰ دانه	عملکرد دانه در بوته	عملکرد دانه	روغن دانه	عملکرد روغن
تکرار	۲	۳۰/۰*	۳۴/۵**	۱۸۶/۹	۰/۱	۱۴/۹	۴۷۹۹	۷۳/۹	۰/۰۱	۴/۶	۲۴۲۱۲۳۱**	۱۱/۲۹*	۳۲۱۶۵۰**
تیمار کودی (T)	۸	۱/۱	۸/۶	۱۹/۷	۱/۱	۹/۹۰	۲۱۳۸۸	۳۱/۰	۰/۰۵	۲۱/۷	۳۴۵۰۳۴	۱/۰۸	۳۷۱۳۷
خطای (a)	۱۶	۳/۹	۴/۲	۵۱/۹	۰/۸	۱۸/۹	۲۹۶۱۳	۶۶/۴	۰/۱۲	۲۹/۶	۲۰۳۵۰۷	۱/۳۴	۱۹۸۰۳
ژنوتیپ (G)	۱	۲۶/۷**	۱۱/۶	۴۳۹/۲**	۴۵/۲**	۳۳/۶	۲۰۶۶۱۳**	۲۷۳/۶**	۱۱/۰۹**	۱۰/۶	۱۸۳۰۸۴۹**	۱/۵۰	۱۴۲۸۵۵**
T * G	۸	۲/۵	۱/۵	۳۲/۶	۱/۱	۴/۳	۱۸۳۱۹	۳۱/۱	۰/۱۰	۱۲/۷	۷۲۶۰۸	۰/۴۸	۶۷۶۹
خطای b	۱۸	۲/۶	۳/۴	۲۶/۵	۱/۲	۹/۱	۱۶۰۸۹	۳۲/۶	۰/۰۸	۱۸/۴	۷۸۹۲۱	۱/۳۹	۱۰۶۵۴

*و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ در صد.

جدول ۴- میانگین صفات مختلف در تیمارهای کودی و ژنوتیپ‌ها

عامل آزمایشی	تعداد روزتا ۵۰٪ گلدهی	تعداد روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته (cm)	تعداد شاخه در بوته	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	تعداد دانه در بوته	وزن ۱۰۰ دانه (گرم)	عملکرد دانه در بوته (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	روغن دانه (٪)	عملکرد روغن (kg/ha)
تیمار کودی												
T_1	۸۵/۸	۱۱۴/۳	۸۲/۸	۶/۷	۱۵/۹۷	۳۳/۶	۵۳۳/۶	۳/۱۳	۱۶/۷۱	۲۷۳۹	۳۱/۲۸	۸۵۵
T_2	۸۵/۳	۱۱۲/۸	۸۴/۷	۶/۹	۱۵/۶۳	۳۶/۲	۵۶۵/۸	۳/۰۹	۱۷/۴۴	۳۰۶۰	۳۱/۰۲	۹۵۱
T_3	۸۵/۷	۱۱۲/۵	۸۵/۵	۶/۷	۱۵/۴۰	۳۳/۵	۵۱۵/۶	۳/۰۳	۱۵/۵۷	۲۸۲۹	۳۰/۸۰	۸۷۴
T_4	۸۶/۵	۱۱۴/۸	۸۵/۰	۶/۹	۱۴/۶۰	۳۷/۵	۵۴۸/۵	۳/۱۱	۱۷/۰۵	۲۹۵۲	۳۲/۰۲	۹۴۷
T_5	۸۵/۰	۱۱۰/۸	۷۹/۵	۶/۰	۱۲/۶۰	۳۲/۱	۴۰۴/۲	۳/۲۲	۱۲/۹۱	۲۶۰۱	۳۰/۶۷	۷۹۷
T_6	۸۶/۰	۱۱۳/۲	۸۳/۶	۷/۱	۱۵/۷۰	۳۴/۵	۵۵۰/۷	۳/۱۱	۱۷/۱۲	۳۰۸۶	۳۰/۶۰	۹۴۴
T_7	۸۵/۸	۱۱۲/۷	۸۳/۶	۷/۶	۱۶/۸۷	۳۷/۰	۶۳۶/۸	۳/۱۸	۲۰/۲۲	۳۳۳۳	۳۱/۲۵	۱۰۴۶
T_8	۸۵/۸	۱۱۲/۸	۸۴/۳	۶/۵	۱۴/۴۰	۳۶/۸	۵۲۵/۷	۳/۰۲	۱۵/۸۸	۳۱۵۴	۳۱/۱۵	۹۸۴
T_9	۸۵/۷	۱۱۱/۸	۸۲/۵	۶/۵	۱۴/۱۰	۳۹/۲	۵۵۴/۲	۳/۳۰	۱۸/۰۲	۳۲۳۴	۳۱/۱۲	۱۰۰۸
LSD(٪۵)	۲/۴	۲/۵	۸/۸	۱/۱	۵/۳۰	۱۰/۰	۲۱۰/۶	۰/۴۲	۶/۶۵	۵۵۲	۱/۴۱	۱۷۲
ژنوتیپ												
اراک- ۲۸۱۱	۸۵/۰	۱۱۳/۳	۸۰/۷	۵/۸۴	۱۴/۱۳	۳۳/۳۶	۴۷۵/۵	۳/۵۸۰	۱۷/۱۹	۳۱۸۲	۳۰/۹۳	۹۸۶
اصفهان ۲۲	۸۶/۴	۱۱۲/۴	۸۶/۴	۷/۶۷	۱۵/۷۰	۳۷/۸۶	۵۹۲/۲	۲/۶۸۰	۱۶/۳۰	۲۸۱۴	۳۱/۲۷	۸۸۳
LSD(٪۵)	۰/۹	۱/۱	۲/۹	۰/۶۱	۱/۷۳	۳/۲۷	۷۲/۵	۰/۱۶۰	۲/۴۶	۱۶۱	۰/۶۷	۵۹

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات مختلف.

صفت	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- تعداد روز تا ۱٪ گلدهی												
۲- تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی	۰/۸۷											
۳- تعداد روز تا رسیدگی	۰/۱۰	۰/۱۷										
۴- تعداد انشعاب اصلی در بوته	۰/۵۴	۰/۵۵	-۰/۱۷									
۵- تعداد طبق در بوته	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۲۱	۰/۴۸								
۶- تعداد دانه در طبق	۰/۷۶	/۷۲	-۰/۰۵	۰/۶۲	۰/۲۴							
۷- تعداد دانه در بوته	۰/۶۲	۰/۶۶	۰/۱۶	۰/۷۱	۰/۷۲	۰/۷۵						
۸- وزن صد دانه	-۰/۷۸	-۰/۷۰	۰/۲۵	-۰/۷۵	-۰/۴۱	-۰/۶۲	-۰/۶۰					
۹- عملکرد دانه در بوته	۰/۱۷	۰/۲۸	۰/۴۵	۰/۱۵	۰/۴۸	۰/۴۱	۰/۶۵	۰/۱۴				
۱۰- عملکرد دانه در واحد سطح	-۰/۳۹	-۰/۲۶	۰/۲۴	-۰/۲۸	۰/۰۷	-۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۶۲	۰/۵۷			
۱۱- درصد روغن دانه	۰/۴۶	۰/۴۶	۰/۲۷	-۰/۴۴	۰/۱۵	۰/۴۹	۰/۴۰	-۰/۲۷	۰/۱۷	-۰/۱۱		
۱۲- عملکرد روغن در واحد سطح	-۰/۲۹	-۰/۱۶	۰/۲۹	-۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۰۷	۰/۱۵	۰/۵۶	۰/۶۱	۰/۹۸	۰/۰۷	
۱۳- ارتفاع بوته	۰/۸۰	۰/۷۹	۰/۰۷	۰/۴۱	۰/۴۶	۰/۶۵	۰/۶۶	-۰/۷۴	۰/۱۵	-۰/۱۹	-۰/۳۰	۰/۱۲

ضرایب همبستگی که قدرمطلق آنها بیشتر از ۰/۵۹ و یا ۰/۴۷ می‌باشد، به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار هستند.

منابع

۱- باقری، م. ۱۳۷۴. اثرات تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد و ارقام گلرنگ. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

۲- خلد برین، ب و ط. اسلام زاده، ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). جلد اول. انتشارات دانشگاه شیراز ۴۹۵ صفحه.

۳- خواجه پور، م. ۱۳۸۳. گیاهان صنعتی- انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان- ۵۶۴ صفحه.

۴- کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان

۵- لکزیان، ا. ۱۳۶۸. چکونگی تحول و تکامل و بررسی خصوصیات کانیهای رسی خاکهای سری خمینی شهر در مزرعه آزمایشی لورک نجف آباد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان.

6- Abel, G. H. 1969. An analysis of yield components in safflower. Proc. 3rd Safflower Res. Conf., Univ. of California, Davis. P. 18-22.

7- Abel, G. H. 1975. Growth and yield of safflower in three temperatures. Agron. J. 67: 639-642.

8- Abel, G. H. 1976. Effects of irrigation regimes, planting dates, nitrogen levels, and row spacing on safflower cultivars. Agron. J. 68: 448-451.

9- Acharya, S., L. K. Dhaduk and G. L. Maliwi.1994. Path analysis in safflower under conserved moisture conditions. Gujarat Agri. Univ. Res. J. 20 (1): 154-157.

10- Ashri, G. H., and M. F. Driscoll. 1976. Sequential triat development and breeding for high yields in safflower. Crop Sci. 16: 213-216.

11- Ashri, A., D. E. Zimmer. A. L. Urie, A. Cahaner and A. Matani .1974. Evaluation of the world collection of safflower (*Carthamus tinctorious* L.).IV. Yield and yield components and their relationships. Crop. Sci: 14: 799-802.

12- Christensen, J. V., W. G. Legge, R. M. Depauw, A. M. F. Hennig, J. S. McKenzie, B. Siemens and J. B. Thomas. 1985. Effect of seeding date, nitrogen and phosphate fertilizer on growth, yield and quality of rapeseed in northwest Alberta. Can. J. Plant Sci. 65: 275-284.

13- Godsey, C. B., J. P. Schmidt, A. J. Schlegel, R. K. Taylor, C. R. Thompson, and R. J.Gehl. 2003. Correcting iron deficiency in corn with seed row-applied iron sulfate. Agron. J. 95:160-166.

14- Grant, C. A., D. N. Flaten, D. J. Tomasiewicz and S. C. Sheppard. 2001. The importance of early season phosphorus nutrition. Can. J. Plant Sci. 81: 211-224.

15- Hocking, P. J., J. A. Kirkegaard, J. F. Angus, A. H. Gibson and E. A. Koetz. 1997. Comparisons of canola, Indian mustard and linola in two contrasting environments. I. Effects of nitrogen fertilizer on dry-matter production, seed yield and seed quality. Field Crops Res. 49: 107-125.

16- Karamanos, R. E., and T. B. Goh. 2004. Effect of rate of copper application on yield of hard red spring wheat. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 35: 2037-2047.

17- Leonard, J. E., and D. F. French. 1969 .Growth, yield and yield components of safflower as affected by irrigation regimes. Crop Sci. 61: 111-115.

18- Malhi, S. S. and K. S. Gill. 2002. Effectiveness of sulphate-S ferilization at different growth stages for yield, seed quality and S uptake of canola. Can. J. Plant Sci. 82: 665-674.

19- Malleshappa, C., J. V. Goud and S. S. Patil. 1989. Acta analysis for seed yield in safflower. J. Maharashtra Agric.Univ. 14 (2): 231-232.

20- Nie, Z., F. T. Chen and X. C. Shi. 1993. Path analysis of character related to seed yield in safflower. Oil Crops of China 3: 26-29.

21- Paliwal, R. V., and Z. S. Solanki. 1984. Path coefficient analysis in safflower. Madras Agric. J. 71 (4): 257-258.

22- Riedell, W. E., D. L. Beck and T. E. Schumacher. 2000. Corn response to fertilizer placement treatments in an irrigated no-till system. Agron. J. 92: 316-320.

23- Scheiner, J. D., F. H. Gutierrez-Boem and R. S. Lavado. 2002. Sunflower nitrogen requirment and ^{15}N fertilizer recovery in Western Pampas, Argentina. Eur. J. of Agron. 17: 73-79.

24- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1981. Principles and Procedures of Statistics: A biometrical approach. McGraw- Hill, NewYork. 633 pp.

25- Steer, B. T., and E. K. S. Harrigan. 1986. Rates of nitrogen supply durring different developmental stages affect yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)**.** Field Crops Res. 14: 221-231.

26- Weiss, E. A. 2000. Oilseed Crops. Blackwell Science Ltd. 364 pp.

27- Zimmerman, L. H. 1973. Effect of photoperiod and temperature on rosette habit in safflower. Crop. Sci. 13: 80-81.

28- Zimmerman, L. H. 1972. Effect of temperature and humidity stress during flowering on safflower (*Carthamus tinctorious* L.). Crop Sci. 12: 637-640.

Effect of macro and micro- nutrients on seed yield and other agronomic traits of safflower in Isfahan

G. Saeedi[1] , M. Shahsavari[2]

Abstract

Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) is an oil seed crop and because of its adaptability, it is widely grown in Isfahan provience. Appropriate soil fertility can increase seed yield and its quality. This study was conducted to investigate the effects of macro and micro-nutrients on agronomic traits of safflower. A split-plot experiment in a randomized complete block design with three replications was used in which the nine fertilizer treatments were applied in main plots and the genotypes of Arak-2811 and Isfahan-22 in sub plots. The results showed that applying the fertilizer for nutrient elements of N, P, K, Fe, Zn, and Mn had no significant effects on the studied traits. Despite no statistically significant effect of fertilizer treatment on yield components, seed yield/plant, seed yield and oil yield was observed, the variation of means for these traits was considerable. The minimum and maximum mean of all these traits were obtained for fertilizer treatments of P+K and NPK+Fe, respectively. Seed yield/plant, seed yield/ha and oil yield/ha for the fertilizer treatments had a variation of 12.91 to 20.22 g, 2601 to 3333 kg and 797 to 1046 kg, respectively. Increasing of seed and oil yield in NPK+Fe treatment was mostly due to the effect of N and Fe. The oil content of the seeds for fertilizer treatments varied from 32.6% to 32.02%. In case of using no fertilizer, the oil content of seeds was 31.28%. No significant interaction effect between fertilizer treatments and genotypes was observed for all the traits, indicating that the effect of fertilizer treatments was the same on both genotypes and it seems that the same fertilizer treatment can be recommended for different genotypes of safflower to increase oil yield.

Keywords: Safflower, Macro and Micro nutrients, Seed yield, Oil yield

1- Contribution from Collage of Agriculture, Isfahan University of Technology, 2- Research Research Center of Agriculture and Natural Resources, Isfahan.