اثرات گوگرد، آهن و روی بر برخی خصوصیات رشدی، عملکرد کمی و کیفی آفتاب‌گردان (*Helianthus annus.* L) رقم رکورد

حسن فرح بخش[۱]، مه‌کامه منصوری[۲] و محدثه شمس‌الدین سعید[۲]

چکیده

به‌منظور بررسی اثر گوگرد و دو ریزمغذی آهن و روی بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی آفتاب‌گردان، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۱ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان به مرحله اجرا در آمد. این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه عبارت بودند از: گوگرد به‌عنوان فاکتور اصلی در دو سطح (صفر و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و ترکیب آهن (صفر و ۱۵۰۰ppm) و روی (صفر و ۱۰۰۰ppm) به‌عنوان فاکتور فرعی که به‌صورت فاکتوریل در داخل پلات اصلی به‌صورت تصادفی توزیع شدند. نتایج نشان‌داد گوگرد اثر مثبت معنی‌داری بر صفات وزن خشک، سطح برگ، ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و درصد روغن داشت ($P\leq$۰/۰۱). محلول‌پاشی آهن نیز علاوه بر عملکرد دانه و درصد روغن اثرات مثبت و معنی‌داری بر درصد پروتیین دانه داشت. اما کود روی اثرات منفی معنی‌داری بر عملکرد دانه و درصد پروتیین دانه گذاشت. مصرف هم‌زمان کود گوگرد با آهن، گوگرد با روی و گوگرد با آهن و روی عملکرد دانه و درصد روغن را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند. بالاترین درصد پروتیین دانه نیز در تیمار گوگرد با محلول‌پاشی آهن به دست آمد. لذا به نظر می‌رسد استفاده از کود گوگرد و آهن دارای نتایج سودبخشی در مزارع آفتاب‌گردان باشد. استفاده از کود روی در این چنین مزارعی نیاز به بررسی بیشتری دارد.

واژه‌های کلیدی: آفتاب‌گردان، گوگرد، آهن، روی، رشد رویشی، عملکرد کمی و کیفی

۱ و ۲. به ترتیب استادیار و دانشجویان کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کشور ما برای رفع نیازهای داخلی نزدیک به یک میلیارد دلار صرف واردات روغن‌های گیاهی و کنجاله‌های روغنی می‌نماید و کمتر از ده درصد نیاز با تولیدات داخلی تامین می‌شود. آفتاب‌گردان به دلیل دارا بودن قدرت سازگاری وسیع با آب و هوای مختلف، عدم حساسیت به بافت خاک، تحمل زیاد به خشکی، امکان کشت به صورت دیم، عدم واکنش به طول روز، قابلیت کشت در تمام فصول، کم بودن دوره رشد و در نتیجه امکان کشت به عنوان محصول دوم بعد از برداشت گندم و جو، درصد و کیفیت بالای روغن خوراکی (به دلیل نداشتن کلسترول و ماهیت غیر اشباع) مناسب کشت در اکثر نقاط ایران می‌باشد (سپهر ۱۳۷۷).

خاک‌های زراعی کشور ما به دلایل متعددی از جمله آهکی بودن خاک‌ها، بیکربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته دچار کمبود شدید ریزمغذی‌ها به‌ویژه روی و آهن می‌باشند (احتشام و همکارن ۱۳۸۶). به گزارش گراهام و همکاران (۱۹۹۲) و کاکمک و همکاران (۱۹۹۹) کمبود عناصر ریزمغذی در خاک‌های آهکی مناطق خشک و نیمه خشک دنیا عامل محدودیت رشد بسیاری از گیاهان روغنی است. افزودن کودهای گوگردی به خاک و یا محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها روی گیاه، راه حل رفع مشکل کمبود این عناصر می‌باشد.

آفتاب‌گردان به‌طور متوسط به ازاء هر تن محصول، ۶۴۵ گرم آهن، ۲۸ گرم روی، ۱۰۹ گرم منگنز و ۲۳ گرم مس از خاک برداشت می‌نماید (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که مصرف عناصر ریزمغذی در زراعت آفتاب‌گردان روی صفاتی چون: ارتفاع ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه، تعداد برگ و نهایتاً عملکرد دانه تاثیر قابل توجهی دارد (ملکوتی و سپهر، ۱۳۸۲؛ جلیلی و همکاران، ۱۳۷۹؛ سپهر و همکاران، ۱۳۸۲؛ سپهر، ۱۳۷۷).

به طور مشابه مصرف کودهای محتوی عناصر کم مصرف موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی زراعت گندم، کنجد، گلرنگ، کلزا، سیب‌زمینی، ذرت و سایر محصولات زراعی نیز گردیده است (بای‌بوردی و همکاران، ۱۳۷۹؛ بای‌بوردی، ۱۳۸۲؛ موحدی دهنوی و همکاران، ۱۳۸۳؛ یاری و همکاران، ۱۳۸۳؛ عارف و همکاران، ۱۳۸۲).

گوگرد به عنوان یکی دیگر از عناصر غذایی مهم از اهمیت تغذیه‌ای زیادی در گیاهان به خصوص گیاهان روغنی برخوردار است. گوگرد معمولاً در حد غلظت‌های فسفر در گیاه موجود می‌باشد و جزیی از ساختمان بعضی از اسیدهای آمینه بوده و به این ترتیب در تشکیل پروتیین نقش دارد. هم‌چنین در تشکیل ویتامین‌ها، گلیکوزیدها و فعال کردن آنزیم‌ها شرکت دارد. بر طبق نظر هاولین و همکارانش (۱۹۹۹) دانه‌های روغنی به مقادیر متوسط سولفور واکنش نشان می‌دهند و این به‌دلیل نقش گوگرد در ساخت آمینو اسیدهای سیستئین و متیونین و سنتز اسیدهای چرب می‌باشد.

گانگادهارا (۱۹۹۰) در بررسی سطوح مختلف گوگرد بر آفتاب‌گردان نشان‌داد که مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد خالص عملکرد دانه، درصد روغن و غلظت ریزمغذی‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. به‌طوری‌که عملکرد دانه از ۹۶۰ به ۲۳۰۰ کیلوگرم در هکتار و میزان روغن از ۳۴۰ به ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. هم‌چنین کیفیت روغن از نظر عدد یدی، درصد پروتیین و وزن هزار دانه بهبود یافت. در پژوهشی دیگر گانگادهارا و همکاران (۱۹۹۲) گزارش کردند با افزایش عناصر ریزمغذی آهن، روی و منگنز در خاک قلیایی (pH= ۸/۲) عملکرد دانه آفتاب‌گردان افزایش یافت.

در آزمایشاتی در هند ردی و همکاران (۱۹۹۶) با به‌کار بردن ۴۵ کیلوگرم در هکتار گوگرد همراه با محلول پاشی بنزیل آدنین (صفر، ۴۰ و ۶۰ kg/mg) نشان دادند که ارتفاع بوته، سطح برگ، ماده خشک گیاه و عملکرد دانه آفتاب‌گردان با افزایش مصرف گوگرد و بنزیل آدنین افزایش یافت. مصرف گوگرد میزان جذب N، P، K و درصد روغن و پروتیین را افزایش داد، در حالی‌که محلول‌پاشی بنزیل آدنین بر این فاکتورها بی‌تاثیر بود.

در مقابل، در آزمایشات کودی که توسط سپهر و ملکوتی (۲۰۰۲) بر روی آفتاب‌گردان انجام شد، نتیجه-

Archive of SID

www.SID.ir

گیری شد که گوگرد بر عملکرد دانه، مقدار روغن، غلظت مواد غذایی در گیاه و دیگر خصوصیات رشدی تاثیری نداشت. آن‌ها علت احتمالی تفاوت به‌دست آمده در نتایج را به عدم تبدیل گوگرد عنصری به شکل قابل دسترس (SO_4^{-2}) نسبت دادند، زیرا کمبود کربن آلی در خاک منجر به عدم وجود و یا کمبود جمعیت باکتری‌های تیوباسیل در خاک شده و در نتیجه گوگرد اضافه شده به خاک اثری روی عملکرد دانه و دیگر خصوصیات آن نگذاشت. هم‌چنین هیلتون و زوبریسکی (۱۹۸۵) با انجام آزمایش‌های مزرعه‌ای روی آفتاب‌گردان نتیجه‌گیری کردند که مصرف کودهای گوگرد، آهن، روی، مس، منگنز و بر در هر دو شرایط فاریاب و دیم داکوتای شمالی، عملکرد روغن دانه آفتاب‌گردان را تحت تاثیر قرار نداد.

اسریمن‌نارایانا و راجو (۱۹۹۵) در بررسی اثر منابع مختلف گوگرد روی آفتاب‌گردان به این نتیجه رسیدند که سولفات آمونیوم بیش از گچ و گوگرد خالص در عملکرد دانه موثر است و این در حالی است که اثر مقدار نیتروژن موجود در سولفات آمونیوم هم منظور شده بود. طی سایر پژوهش‌ها نیز اثر مثبت گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد و صفات رویشی مرتبط با عملکرد سویا (سارکر و همکاران، ۲۰۰۲)، بادام زمینی (چائوبای و همکاران، ۲۰۰۰)، کتان (دیوبی و همکاران، ۱۹۹۷)، ذرت (کلباسی و همکاران، ۱۹۹۸؛ کوچار و همکاران، ۱۹۹۰) و برنج (چاد هاری و همکاران، ۱۹۹۵) به اثبات رسیده است.

از آن‌جا که بیش‌تر زمین‌های کشاورزی در کرمان قلیایی می‌باشند و کمبود عناصر ریزمغذی عامل محدودیت رشد گیاهان زراعی از جمله آفتاب‌گردان در این منطقه می‌باشد. از طرفی افزودن کودهای گوگرددار به خاک و محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها، می‌تواند راه حلی برای رفع مشکل کمبود این عناصر باشد، بدین دلیل این آزمایش جهت بررسی اثر گوگرد و دو میکرو المنت آهن و روی بر خصوصیات رشدی و عملکرد کمی و کیفی دانه آفتاب‌گردان رقم رکورد این آزمایش انجام گردید.

مواد و روش‌ها

اثر گوگرد و دو میکرو المنت آهن و روی بر عملکرد دانه، درصد روغن و درصد پروتیین دانه آفتاب‌گردان رقم رکورد در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان واقع در محل دانشکده کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. بافت خاک محل آزمایش لومی شنی، pH آن ۸/۲، هدایت الکتریکی ۲/۱۳ میلی‌موس و میزان روی و آهن خاک به ترتیب ۰/۱۶ و ۱/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۰mm و میانگین کمینه و بیشینه‌ی درجه حرارت سالیانه به‌ترتیب ۷/۳ و ۲۴/۴ درجه سانتی‌گراد بود. آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل پلات و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل دو سطح گوگرد، دو سطح آهن و دو سطح روی بود که گوگرد به‌عنوان پلات اصلی و ترکیب آهن و روی به عنوان پلات فرعی در نظر گرفته شدند.

زمین محل آزمایش در سال قبل از مطالعه به صورت آیش و در پاییز شخم زده شد. عملیات تهیه زمین شامل دیسک، تسطیح، پخش کود کلرور پتاسیم به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و ایجاد فاروها بود. سولفات آمونیم به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (۷۲ کیلوگرم گوگرد خالص) به منظور تامین تیمار سولفور مورد نظر در دو مرحله به خاک اضافه شد. مرحله اول قبل از کاشت بود که به میزان ۱۷۴ کیلوگرم در هکتار به خاک اضافه گردید که حاوی ۴۲ کیلوگرم گوگرد خالص و ۳۶/۵ کیلوگرم نیتروژن بود و برای جبران کمبود نیتروژن وارد شده به خاک توسط سولفات آمونیوم کود اوره به مقدار ۸/۵ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. هر کرت شامل شش ردیف ۶ متری با فاصله ردیف ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. در ۲۰ اردیبهشت ماه زمانی‌که درجه حرارت محیط، مناسب کشت تشخیص داده شد کاشت بذور در مزرعه به صورت هیرم‌کاری و با دست انجام گردید. به منظور حصول یکنواختی ابتدا دو بذر در هر کپه کشت و سپس در مرحله ۴-۵ برگی بوته‌های اضافی تنک شدند و در همین مرحله بقیه کود سولفات آمونیم

Archive of SID

www.SID.ir

(تا ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و اوره (تا ۱۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) به صورت سرک در کرت‌های آزمایشی توزیع شد. هفته بعد زمانی‌که برگ‌های گیاهان هنوز ضخیم نشده‌اند و امکان جذب بیشتر عناصر از طریق محلول‌پاشی وجود داشت کودهای آهن (Fe EDTA) و روی (Zn-EDTA) به‌ترتیب به مقدار ۱۵۰۰ ppm و ۱۰۰۰ ppm (غلظتی که معمولاً برای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی به‌کار میرود) محلول‌پاشی شدند (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۹). ضمناً محلول‌پاشی در این مرحله به دلیل در دسترس قرارگرفتن تقریباً هم‌زمان سولفور و ریزمغذی‌ها (کاربرد با اختلاف یک هفته) احتمالاً واکنش متعادل‌تر گیاه را به دنبال خواهد داشت. وجین در دو مرحله به‌ترتیب در مرحله شش برگی و قبل از محلول‌پاشی، و سه هفته بعد از آن انجام شد. دور آبیاری در اوایل دوره رشد ۱۲ روز و با گرم شدن هوا ۷ روز کاهش داده شد. در پایان فصل رشد صفات رشدی از قبیل ارتفاع بوته (با استفاده از متر)، سطح برگ (به روش وزنی) و وزن خشک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ، برگ تمامی تک بوته‌ها جدا و الگوی آن‌ها روی کاغذ رسم گردید. الگوهای کاغذی، بریده و وزن شدند و از تناسب بین وزن الگوهای کاغذی با وزن کاغذ با سطح مشخص، سطح برگ محاسبه گردید. برگ‌های هر بوته به همراه ساقه و طبق آن‌ها در داخل پاکت‌های کاغذی ریخته و در ۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. لازم به ذکر است در این پژوهش، وزن خشک کل، شامل تمام اندام‌های هوایی گیاه به استثنای وزن دانه‌ها در زمان تشکیل دانه‌ها است. برای برداشت نهایی با در نظر گرفتن حاشیه، ۱۰ بوته از هر تیمار برداشت، بذرها از طبق‌ها جدا و در آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند (خواجه‌پور، ۱۳۸۵) و عملکرد دانه، درصد روغن و پروتیین آن‌ها اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

صفات رشدی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که گوگرد وزن خشک کل، سطح برگ ($P\leq$ ۰/۰۱)، تعداد برگ و ارتفاع بوته ($P\leq$۰/۰۵) را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد گوگرد به ترتیب باعث افزایش ۱۰/۷٪ و ۳٪ وزن خشک کل و سطح برگ گردید (جدول ۲). افزایش در وزن خشک کل به علت افزایش در سطح برگ، تعداد برگ و ارتفاع بوته می‌باشد که این مساله می‌تواند مربوط به اثر گوگرد در کاهش pH خاک و افزایش قابلیت دسترسی عناصر به ویژه ریزمغذی‌ها باشد. اثر مثبت گوگرد بر وزن خشک و سطح برگ توسط ردی و همکاران (۱۹۹۶) گزارش شده است. اما هیلتون و زوبریسکی (۱۹۸۵) و سپهر و ملکوتی (۲۰۰۲) به نتایج مغایری دست یافتند.

همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است محلول‌پاشی کودهای آهن و روی تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک کل، سطح و تعداد برگ و ارتفاع ساقه نداشتند اما باعث کمی افزایش در مقدار ماده خشک کل نسبت به تیمار شاهد گردید که احتمالاً به دلیل اثر مثبت آهن در فتوسنتز و افزایش ماده‌سازی (سرمدنیا، ۱۳۷۲) و نقش روی در سنتز پروتیین‌ها می‌باشد. روی به عنوان بخش فلزی آنزیم‌ها و یا به صورت کوفاکتور در تعداد زیادی از آنزیم‌ها شرکت می‌کند. از مهم‌ترین آنزیم‌های حاوی روی، الکل دهیدروژناز، سوپراکسید دسموتاز، کربونیک آنهیدراز و آر ان ای ۳ پلیمراز را می‌توان نام برد. در سنتز پروتیین، روی به‌عنوان یک کوفاکتور در آر ان ای پلیمراز شرکت می‌کند. در گیاهانی که دارای کمبود روی هستند، روند سنتز پروتیین به شدت کاهش می‌یابد و در نتیجه اسیدهای آمینه و آمیدها در گیاهان تجمع می‌یابند (احتشام نیا و همکاران، ۱۳۸۶).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: تجزیه واریانس وزن خشک کل ، سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع ساقه، عملکرد دانه ، درصد پروتئین و روغن دانه

منابع تغییر	df	میانگین مربعات						
		وزن خشک کل (گرم)	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	تعداد برگ	ارتفاع ساقه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (٪)	روغن (٪)
بلوک	۲	۳/۱۸۷^{ns}	۱۲۸۵/۹۴۳^{ns}	۱/۵۹۴**	۰/۱۸۸^{ns}	۰/۰۴۸۶^{ns}	۰/۰۰۵۴^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
گوگرد	۱	۷۴۱/۶۵۹**	۳۰۵۵۶/۹۹**	۰/۷۰۰*	۰/۸۷۹*	۳۸۰۵۵۴/۵۱***	۰/۰۱۹۸^{ns}	۶۴/۱۹۱**
بلوک × گوگرد	۲	۰/۰۴۰	۲۸۶/۰۳۴	۰/۲۲۵	۰/۰۰۲۷	۰/۰۰۱۹	۰/۰۷۴۱	۰/۰۰۰۰۱
آهن	۱	۰/۴۸۶^{ns}	۳۳۱/۵۴۸^{ns}	۰/۰۲۰۴^{ns}	۰/۲۳۳^{ns}	۲۹۳۵۸۹/۲۵**	۰/۵۶۷**	۴۰/۵۳۴**
روی	۱	۰/۳۶۵^{ns}	۰/۷۳۲^{ns}	۰/۰۷۰۴^{ns}	۰/۳۳۵^{ns}	۱۱۳۶۰۶/۸۷**	۷/۵۶**	۱/۷۷۶**
گوگرد × آهن	۱	۲/۸۸۵^{ns}	۱۴۹۹/۷۵۲^{ns}	۰/۰۷۰۴^{ns}	۰/۰۸۴^{ns}	۳۲۲۷۹/۹۶**	۰/۰۰۳^{ns}	۹۹/۶۷۴**
گوگرد × روی	۱	۱/۴۹۹^{ns}	۵۹۸/۹۹^{ns}	۰/۰۳۳۷^{ns}	۰/۰۶۵^{ns}	۲۶۰۷۱۴/۶۶**	۰/۵۶۷**	۷۴/۰۴۵۷**
آهن × روی	۱	۸/۶۴*	۱۲۶۲/۳۵۵^{ns}	۰/۳۰۳۷^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۱۳۶۲۳۰/۱۴**	۰/۳۹۷**	۴۲/۴۸۰**
آهن × گوگرد × روی	۱	۱/۲۱۳^{ns}	۰/۵۵۶^{ns}	۰/۰۰۰۴۲^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۳۱۹۰/۰۷**	۰/۰۳۱^{ns}	۰/۲۰۷**
خطای آزمایش	۱۲	۱/۳۷۲	۶۵۸/۵۸۲	۰/۱۵۹۸	۰/۱۶۳	۰/۱۸۸	۰/۰۴۸۳	۰/۰۰۰۴۵

*، ** و ns به ترتیب معنی دار در سطح ۵٪، ۱٪ و غیر معنی دار

جدول ۲: اثرات ساده گوگرد، روی و آهن بر وزن خشک کل ، سطح برگ ، ارتفاع ساقه ، عملکرد دانه، درصد پروتئین و روغن دانه

	وزن خشک کل (گرم)	سطح برگ (سانتی متر مربع)	ارتفاع ساقه (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتئین (٪)	روغن (٪)
سطوح گوگرد	۱۰۳/۶۱۵b	۲۳۶۳/۷۵b	۱۵۴/۰۶b	۲۱۱۸/۶۱b	۱۵/۹۶b	۵۵/۱۲b	۱۰۳/۶۱۵b
	۱۱۴/۷۳۳a	۲۴۳۵/۱۲a	۱۵۴/۴۵a	۲۳۷۰/۴۵a	۱۶/۰۱a	۵۸/۳۹a	۱۱۴/۷۳۳a
سطوح روی	۱۰۹/۰۵۱a	۲۳۹۹/۶۰a	۱۵۴/۳۷a	۲۳۱۳/۳۳a	۱۶/۵۵a	۵۶/۴۸b	۱۰۹/۰۵۱a
	۱۰۹/۲۹۸a	۲۳۹۹/۲۶a	۱۵۴/۱۴a	۲۱۷۵/۷۳b	۱۵/۴۲b	۵۷/۰۲a	۱۰۹/۲۹۸a
سطوح آهن	۱۰۹/۰۳۲a	۲۴۰۳/۱۵a	۱۵۴/۳۵a	۲۱۳۳/۹۳b	۱۵/۸۳b	۵۵/۴۵b	۱۰۹/۰۳۲a
	۱۰۹/۳۲a	۲۳۹۵/۷۲a	۱۵۴/۱۶a	۲۳۵۵/۱۴a	۱۶/۱۴a	۵۸/۰۵a	۱۰۹/۳۲a

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir

اثرات متقابل بین تیمارها بر صفات فوق معنی‌دار نشد (جدول ۱). معنی‌دار نشدن اثرات متقابل ممکن است به این دلیل باشد که مصرف گوگرد موجب پایین آمدن pH آپوپلاست شده و حرکت آهن و روی از ریشه به بافت‌های بالایی افزایش یافته و محلول‌پاشی موجب رسیدن غلظت این دو عنصر به سطوح سمی شده و یا به‌دلیل وجود اثرات آنتاگونیستی این دو عنصر باشد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

اثر متقابل آهن×روی به‌طور معنی‌داری وزن خشک کل را تحت تاثیر قرار داد (جدول۱). با مصرف هم‌زمان کود آهن و روی وزن خشک کل افزایش یافت (جدول ۳). اما این تیمار کودی نتوانست به‌طور معنی‌داری سطح برگ، تعداد برگ و ارتفاع بوته را تحت تاثیر قرار دهد (جدول۱).

عملکرد دانه

تیمارهای مختلف کودی عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار دادند ($P\leq$۰/۰۰۱). تیمار گوگرد و آهن سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول۲). افزایش عملکرد دانه در این تیمارهای کودی ناشی از اثرات مثبت گوگرد و آهن بر خصوصیات رشدی از قبیل سطح برگ و وزن خشک می‌باشد. همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با وزن خشک ($P<$۰/۰۱، r=۰/۵۳۲) و سطح برگ ($P<$۰/۰۵، r=۰/۴۷۵) صحت این مطلب را تایید می‌کند. گانگادهارا و همکارانش (۱۹۹۰) علت افزایش عملکرد به واسطه جذب سولفور را، افزایش تشکیل اندام زایشی، مخزن قوی‌تر و هم‌چنین تولید آسمیلیت‌ها برای پر کردن دانه‌ها گزارش کردند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد این امر در مورد کود روی صادق نبود (جدول ۲) و محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه اثر منفی گذاشت و باعث کاهش عملکرد گردید که این نتایج با نتایج سینگ و همکاران مغایر می‌باشد.

اثر متقابل آهن×گوگرد بر عملکرد دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۱). بروز این اثر متقابل احتمالاً به دلیل افزایش اثر مثبت هر یک از این عناصر توسط عنصر دیگری می‌باشد به گونه‌ای که فونتز و همکاران (۱۹۹۸) نشان دادند که با مصرف گوگرد به علت پایین آمدن pH آپوپلاست، حرکت آهن از ریشه به بافت‌های بالایی افزایش می‌یابد. هم‌چنین ماسونی و همکاران (۱۹۹۶) گزارش دادند که با افزایش عناصر آهن و گوگرد غلظت کلروفیل برگ در تمام گیاهان مورد آزمایش افزایش یافت و در نتیجه این افزایش کلروفیل، انعکاس و درصد نور عبوری از برگ کاهش ولی جذب نور توسط گیاه زیاد شده و در نتیجه عملکرد افزایش یافت.

مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد (جدول ۴) تیمار گوگرد به همراه محلول‌پاشی آهن بیش‌ترین عملکرد (۲۵۵۳/۶۲ کیلوگرم/هکتار) و تیمار روی کم‌ترین عملکرد (۱۹۱۹/۸۹۱ کیلوگرم/هکتار) را داشتند. هم‌چنین محلول‌پاشی توام آهن و روی عملکرد را ۱۸/۰۶ درصد نسبت به شاهد بالا برد (جدول ۴). بر طبق نظر ردی و همکاران (۱۹۹۶) این افزایش احتمالاً به دلیل اثر بازدارندگی آهن بر جذب روی و کاهش اثرات منفی ناشی از تجمع بیش از حد روی در گیاه می‌باشد. هم‌چنین تیمار کودی آهن×روی×گوگرد عملکرد دانه را ۱۵/۴۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که با نتایج سینک و شرما (۱۹۹۶) موافق است.

درصد پروتیین دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد محلول‌پاشی آهن و روی باعث اختلاف معنی‌داری در درصد پروتیین دانه شد ولی اعمال تیمار گوگرد درصد پروتیین دانه را به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۱). تیمار آهن باعث افزایش درصد پروتیین دانه شد (جدول ۲) که نشان دهنده اثر مثبت این عنصر بر بهبود پروتیین دانه آفتاب‌گردان می‌باشد. اعمال تیمار روی باعث کاهش درصد پروتیین دانه گردید و افت ۶/۷۸ درصدی در میزان پروتیین دانه در تیمار روی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲).

تمامی تیمارهای دارای اثر متقابل با روی باعث کاهش معنی‌دار درصد پروتیین دانه شدند (جدول ۳ و ۴). محلول‌پاشی هم‌زمان آهن و روی، درصد پروتیین دانه را ۸/۱ درصد نسبت به شاهد کاهش داد به‌طوری‌که

Archive of SID

www.SID.ir

اثر این تیمار نیز در سطح یک درصد معنی‌دار شد. این نتایج با گزارش‌های گانگادهارا (۱۹۹۰) و ردی و همکاران (۱۹۹۶) مطابقت داشت. احتمالاً کاهش درصد پروتیین دانه در نتیجه‌ی محلول پاشی روی، به علت سمیت ناشی از تجمع بیش از حد تحمل روی در برگ‌های آفتاب‌گردان است، و این احتمالاً به‌دلیل پایین آمدن pH خاک در نتیجه‌ی مصرف گوگرد و جذب بیش‌تر روی از خاک بوده که همراه با محلول‌پاشی روی باعث تجمع مقادیر سمی این عنصر در گیاه شده است. هم‌چنین این امکان وجود دارد که غلظت روی به کار رفته در این آزمایش برای گیاه بالا بوده و این موضوع، دلیل اثرات منفی این یون بر صفات مورد مطالعه باشد. دلیل عدم مشاهده این حالت برای تیمار گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن را شاید بتوان این‌گونه توجیه کرد که اسیدیته‌ای که طی آن روی در خاک قابلیت دسترسی بالایی پیدا می‌کند (و احتمالاً سمیت ایجاد می‌کند) از آهن کمتر بوده و احتمالاً در پژوهش حاضر این کاهش pH در حدی نبوده که باعث آزاد شدن مقادیر سمی آهن خاک شود در حالی‌که روی به حد سمیت رسیده است. بیش‌ترین درصد پروتیین (۱۷/۰۶) مربوط به تیمار گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن و کم‌ترین درصد پروتیین (۱۵/۳۰) مربوط به تیمار گوگرد و روی بود (جدول ۴). در این آزمایش بین درصد پروتیین و درصد آهن دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار (r=۰/۴۱۲) وجود داشت.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل دوگانه گوگرد×آهن، گوگرد×روی و آهن×روی بر وزن خشک کل، عملکرد دانه، درصد پروتیین و روغن دانه

		وزن خشک کل (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتیین (٪)	روغن (٪)
S0	F0	۱۰۳/۱۲۶a	۱۹۷۱/۳۴b	۱۵/۸۱a	۵۱/۷۸b
S0	F1	۱۰۴/۱۰۵a	۲۲۶۵/۸۹b	۱۶/۱a	۵۸/۴۵a
S1	F0	۱۱۴/۹۳۷a	۲۲۹۶/۵۲۵a	۱۵/۸۵a	۵۹/۱۲a
S1	F1	۱۱۴/۵۲۹a	۲۵۵۳/۶۰a	۱۶/۱۸a	۵۷/۶۵ba
S0	Zn0	۱۰۳/۲۴۲a	۲۰۸۳/۱۹b	۱۶/۳۶a	۵۶/۵۹b
S0	Zn1	۱۰۳/۹۹a	۲۱۵۴/۰۴b	۱۵/۵۵b	۵۳/۶۴c
S1	Zn0	۱۱۴/۸۶a	۲۵۴۳/۴۸a	۱۶/۷۳a	۵۶/۳۷b
S1	Zn1	۱۱۴/۶۰۷a	۲۱۹۷/۴۳b	۱۵/۳b	۶۰/۴۰a
F0	Zn0	۱۰۸/۳۰۹b	۲۲۷۸/۰۷b	۱۶/۲۶a	۵۶/۵۱ab
F0	Zn1	۱۰۹/۷۵۵b	۱۹۸۹/۷۹b	۱۵/۴b	۵۴/۴۰b
F1	Zn0	۱۰۹/۷۹۳b	۲۳۴۸/۶۰ab	۱۶/۸۳a	۵۶/۴۵ab
F1	Zn1	۱۱۴/۸۴a	۲۳۶۱/۶۸a	۱۵/۴۵b	۵۹/۶۵a

درصد روغن دانه

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد روغن دانه نشان می‌دهد (جدول ۱) اثر تیمار گوگرد، محلول پاشی آهن و روی و هم‌چنین اثرات متقابل این تیمارها بر روی این صفت در سطح یک درصد معنی‌دار بود و این با نتایج گزارش شده توسط گانگادهارا (۱۹۹۰) و ردی و همکاران (۱۹۹۶) مطابقت داشت.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات آمونیوم مقدار روغن دانه را ۳/۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲) که با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین درصد روغن با سطح برگ این افزایش در نتیجه اثر گوگرد بر افزایش سطح برگ و نیز نقش مستقیم این عنصر در سنتز روغن می‌باشد. بر اساس گزارش احمد و ابدین (۲۰۰۰) افزایش محتوای روغن بذرها به افزایش فعالیت استیل کوآنزیم

Archive of SID

www.SID.ir

A کربوکسیلاز به‌واسطه افزایش غلظت استیل کوآنزیم A مربوط می‌باشد. هم‌چنین محلول‌پاشی آهن روغن دانه را ۲/۶ درصد نسبت به شاهد ارتقا داد که احتمالاً ناشی از اثر آهن بر افزایش فتوسنتز و در نتیجه تولید بیشتر است.

جدول۴: مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل گوگرد×روی×آهن بر عملکرد دانه، درصد پروتیین و روغن دانه

تیمار		عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	پروتیین (٪)	روغن (٪)
شاهد	Fe0Zn0S0	۲۰۲۲/۷۸۲g	۱۶/۱۳c	۵۴/۴۹f
روی	Fe0Zn1S0	۱۹۱۹/۸۹۱h	۱۵/۵d	۴۹/۰۷h
آهن	Fe1Zn0S0	۲۱۴۳/۵۹۵e	۱۶/۶b	۵۸/۶۹c
آهن×روی	Fe1Zn1S0	۲۳۸۸/۱۸۵c	۱۵/۶d	۵۸/۲۲e
گوگرد	Fe0Zn0S1	۲۵۳۳/۳۶b	۱۶/۴bc	۵۸/۵۳d
گوگرد×روی	Fe0Zn1S1	۲۰۵۹/۶۹۰f	۱۵/۳۰d	۵۹/۷۲b
گوگرد×آهن	Fe1Zn0S1	۲۵۵۳/۶۰۲a	۱۷/۰۶a	۵۴/۲۱g
گوگرد×روی×آهن	Fe1Zn1S1	۲۳۳۵/۱۷۰d	۱۵/۳۰d	۶۱/۰۹a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

محلول‌پاشی هم‌زمان آهن و روی، درصد روغن را ۳/۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که این موضوع را سینگ و همکاران (۱۹۹۶) در گزارش خود تایید کرده‌اند. شاید بتوان اثر بازدارندگی آهن بر جذب روی و کاهش اثرات منفی ناشی از تجمع غلظت بالای این یون را دلیل این امر دانست. کاربرد گوگرد همراه با محلول‌پاشی آهن و روی مقدار روغن دانه را ۶/۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که این واکنش را می‌توان در گزارش‌های گانگادهارا و همکاران (۱۹۹۰)، ردی و سینگ (۱۹۹۶)، سینگ و همکاران (۱۹۹۶) و اسریمن نارایانا (۱۹۹۵) مشاهده نمود. احتمالاً علت این افزایش درصد روغن، تلفیقی از اثر بازدارندگی آهن بر جذب روی و جلوگیری از ایجاد مسمومیت و نیز اثر مثبت آهن بر فتوسنتز و همین‌طور نقش گوگرد در افزایش سطح برگ و سنتز روغن باشد. اما نتایج نشان داد علی‌رغم اینکه بالاترین درصد روغن به تیمار گوگرد با محلول‌پاشی هم‌زمان آهن و روی تعلق داشت، بالاترین عملکرد روغن متعلق به تیمار گوگرد بود. به عبارت دیگر افزایش درصد روغن ناشی از مصرف کود گوگرد هم‌زمان با محلول‌پاشی آهن و روی نتوانسته کاهش عملکرد دانه ناشی از استعمال هم‌زمان این عناصر را جبران نماید. لذا به نظر می‌رسد مصرف کود گوگرد به تنهایی اثرات مثبت بیش‌تری بر افزایش عملکرد دانه و در نتیجه افزایش عملکرد روغن داشته باشد.

اما مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد محلول‌پاشی روی مقدار روغن دانه را ۵/۴۲ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۴). سینگ و همکاران (۱۹۹۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش کود گوگرد به منظور افزایش رشد رویشی، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و در نتیجه عملکرد روغن و محلول‌پاشی آهن نه تنها جهت عملکرد دانه و درصد روغن بلکه افزایش درصد پروتیین دانه آفتاب‌گردان رقم رکورد در خاک‌های قلیایی منطقه کرمان توصیه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

احتشام‌نیا، ع.، موسوی‌زاده، ج. س.، شریفانی، م. م. و مشایخی، ک. ۱۳۸۶. اهمیت مصرف روی در باغ‌های میوه کشور. مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. ص ۳۰۰-۳۱۴.

بای‌بوردی، ا. ۱۳۸۲. تاثیرآهن، منگنز، روی و مس بر کمیت و کیفیت گندم در شرایط شور. مجله علمی و پژوهشی آب و خاک، ج ۱۷، ش ۲، ص ۱۴۰-۱۵۰.

بای‌بوردی، ا.، ملکوتی، م. ج. و رضایی، ح. ۱۳۷۹ .اثر بخشی رو ش‌های مصرف خاکی و محلول‌پاشی روی، بور و منگنز بر عملکرد دانه روغن کلزا در میانه. مجله علمی پژوهشی خاک و آب ویژه نامه کلزا، ج ۱۲ ، ش ۱۲.

جلیلی، ف.، ملکوتی، م. ج. و کسرائی، ر. ۱۳۷۹. نقش تغذیه متعادل در عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در کشت پاییزه در خوی. مجله علمی پژوهشی خاک و آب، ج۱۲، ش۱۲، ص ۳۵ -۴۱.

خواجه پور، م. ر. ۱۳۸۵. گیاهان صنعتی. مرکز انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. ۵۸۰ صفحه.

سپهر، ا. ۱۳۷۷. بررسی اثرات پتاسیم، منیزیم،گوگرد و عناصر ریزمغذی روی افزایش عملکرد و بهبود کیفیت آفتاب‌گردان. پایا ن‌نامه کارشناسی گروه خا کشناسی دانشکده کشاورزی تربیت مدرس، تهران.

سپهر، ا.، رسولی صدقیانی، م. ح. و ملکوتی، م. ج. ۱۳۸۲ . تاثیر منابع مقادیر مختلف کودهای پتاسیمی و عناصر کم مصرف در افزایش کمی و کیفی آفتاب‌گردان. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی، ص ۴۰۷ -۴۰۸.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.

عارف، ف.، ملکوتی،م. ج. و کیانی، ش. ۱۳۸۲. نقش روی در کاهش تنش شوری. نشریه فنی شماره ۲۹۸ موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تات، تهران.

ملکوتی، م. ج. و طهرانی، م. م. ۱۳۷۹ . نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در عناصرخرد با تاثیرکلان. انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۳۰۰ صفحه.

ملکوتی، م. ج. و سپهر، ا. ۱۳۸۲. تغذیه بهینه دانه‌های روغنی گامی موثر در نیل به خودکفایی روغن در کشور، انتشارات خانیران تهران.

موحدی دهنوی، م.، مدرس ثانوی ع. م. سروش زاده، ع. و جلالی، م. ۱۳۸۳ .اثر محلو ل‌پاشی عناصرکم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. چکیده مقالات هشتمین کنگره زراعت و اصلاح و نبات ایران، رشت.

یاری، ل.، مدرس، س. م. ع. و سروش‌زاده، ع. ۱۳۸۳. اثر محلو ل‌پاشی منگنز و روی بر صفات کیفی پنج رقم گلرنگ بهاره. مجله علمی و پژوهشی آب و خاک، ج ۱۸، ش ۲.

Ahmad, A. And Abdin, M. Z. 2000. Effect of sulfur fertilization on oil accumulation, acetyl-CoA concentration, and acetyl-CoA carboxylase activity in the developing seeds rape seed *(Brassica compestris L.*). Aust. J. Agric. Res. 51, 1023-1029.

Cakmak, I., Kalayci, M., Brauni, H. J., Kilinc, Y. and Yilmaz, A.1999. Zn deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A Nato-Science for stability project. Field Crop Research. 60: 175-188.

Chaubey, A. k., Sing, S. B. and Kaushik. M. K. 2000. Response of groundnut (*Arachis hypogaea*) to source and level of sulphur fertilizer in Mid Western Plains of Uttar Pradesh. Indian J. Agron. 45 :166-169.

Chowdhury, M. A. H., Majumder A. K. and Islam, M. T. 1995. Effect of different sources of sulphur on the yield and yield attributes of rice. Bangla. J. Training and Development. 8: 65-68.

Dubey, S. D., Shukla P. and Tiwari, S. P. 1997. Effect of fertilizer on yield of linseed (*Linum usitatissmum*). Indian J. Agric. Sci. 67: 539-540.

Archive of SID

www.SID.ir

Fontes, R. L. F. and Cox, F. R. 1998. Iron deficiency and zinc toxicity in soybean grown in nutrient solution with different level of sulfur. Plant Nutrient. 21 (8): 1715-1722.

Gangardhara, G. A., Manju, H. M. and Satyanarayana, T. 1990. Effect of sulfure on yield oil content of sunflower and uptake of micronutrients by plants. Indian Society of soil science. 38 (4): 692-695.

Gangardhara, G. A., Manju, H. M. and Satyanarayana, T. 1992. Effect of micronutrients on yield and uptake by sunflower. Indian Society of soil Science 40 (4): 591-593.

Graham, R. D., Alscher, J. S. and Haynes S. C. 1992. Selecting Zinc-efficient cereals genotypes for soils of low Zn status. Plant Soil 146: 241-250.

Havlin, L. J., Beaton, D. J., Tisdale L. S. and Nelson, L. W. 1999. Soil fertility and fertilizers. Prentice Hall of Indian.6th ed., pp: 220, 227, 228, 227, 319-346.

Hilton, B. R. and Zubriski, J. C. 1985. Effect of sulfur, zinc, iron, copper, manganese and boron application on sunflower yield and plant nutrient concentration. Commun. In Soil Sci. Plant Anal.16 (4): 411-425.

Intodia S. K. and Tomar O. P. 1997. Effect of sulfur application on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus L.*). Indian J. of Agricultural Science 67(1): 46-7.

Kalbasi, M., Filsoof, F. and Rezaie-nejad, Y. 1998. Effect of sulfur treatment on yield and uptake of Fe and Mn by corn, sorghum and soybeans. J. Plant Nutr 11: 1353-1360.

Kochar, R. K., Arora, B. R. and Nayyar, V. K. 1990. Effect of sulphur and zinc application on maize crop. J. Indian Sic. Soil Sci 38: 339-341.

Masoni, M., Ercoli, L. and Mriotti, M. 1996. spectral properties of leaves deficient in iron, sulfur, magnesium and manganese. Agronomy J 88(6): 937-943.

Reddy, S. N. and B. G. Singh .1996. Growth and development of sunflower as influenced by sulfur and bensyladenine. Annals of Plant Physiology 10(2): 171-175.

Satayanarayana, K. M., Vardan, K. M., Badanur, V. P. and Havanagi, G. V. 1977. Note on effects of secondary and trace element on sunflower yield. Indian J. Agric Res.

Sarker, S. K. Chowdhury, M. A. and Zakir, H. M.2002. Sulphur and boron fertilization on yield quality and nutrient uptake by Bangladesh soybean. Online journal of Biological Sciences 2(11):729-733.

Sepehr, E., Malakoouti M. J. and Rasouli, M. H. 2002. Effect of K, Mg, S and micronutrient on yield and quality of sunflower in Iran. Poster oresentation in 17th WCSS, 14-12 August, Thailand.

Singh, R., and Sharma, R. K. 1996. Effect of P, Zn, Fe, CaCo3 and farmyard manure application on yield quality of sunflower. Annals of Biology Ludhiana. 12(2): 203-208.

Sreemannarayana, B. and Raju, A. S. 1995. Evaluation of sources of sulphur for sunflower crop. J. Maharashtra Agriculture Universities 20(2): 319-320.

Archive of SID

www.SID.ir

The Effects of Sulfur, Iron and Zinc on Some Growth Characteristics, Quantitative and Qualitative Yield of Sunflower (*Helianthus annus* L.), Record Cultivar

Farahbakhsh[1], H., Mansouri, M. and Shamsaddin Saied, M.

Absteract

In order to investigate the effects of sulfur and two microelements, iron and zinc, on growth characteristics and quantitative and qualitative yield of sunflower an experiment was carried out in Research Farm of Agricultural College of Bahonar University of Kerman. The experiment was a split factorial plot and performed on the basis of randomized complete block design with three replicates. The experimental treatments were as follow: two levels of sulfur as main plots and the combination of two levels of iron (0 & 1500 ppm) and two levels of zinc (0 & 1000 ppm) in a factorial arrangement as sub plots. Data analysis of variance showed that sulfur had a positive and significant effect on dry weight, leaf area, stem height, grain yield and oil percentage ($P < 0.01$). Foliar application of iron had also positive and significant effects on grain yield, oil and protein percentage, while Zinc had a negative and significant effect on grain yield and protein percentage. The interactions of sulfur*iron, sulfur*zinc and sulfur*iron*zinc affected grain yield and oil percentage significantly. The highest grain protein (%) was belonged to sulfur*iron treatment. It seems that usage of sulfur and iron fertilizer in sunflower farms has a useful results but zinc fertilizer application in such a farm needs more investigation.

Keywords: Sunflower, Iron, Zinc, Sulfur, Quantitative and Qualitative yield

Archive of SID

1 & 2. Assistant Professor and former students respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman

www.SID.ir