

اثر سطوح مختلف کود گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه آفتابگردان در منطقه گنبد

علی نخزری مقدم^{۱*}، سکینه غفاری^۲، علی راحمی کاریزکی^۱، محمد صلاحی فراهی^۳

^۱ استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد آگرواکولوژی

^۳ ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد و دانشجوی دکتری خاکشناسی دانشگاه ارومیه

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: a_nakhzari@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۰۵

چکیده

به منظور بررسی اثر کود گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر برخی صفات کمی و کیفی آفتابگردان رقم های سان ۲۵، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشگاه گنبد کاووس در سال ۱۳۹۲-۱۳۹۱ اجرا شد. عامل میزان گوگرد در چهار سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار و عامل باکتری تیوباسیلوس در چهار سطح شامل عدم مصرف و مصرف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد اثر گوگرد بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح پنج درصد و بر وزن خشک بوته، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح پنج درصد و بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. مقدار صفات در تیمارهای مصرف بالای گوگرد و تیوباسیلوس بیش‌تر از بقیه تیمارها بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته در زمان برداشت، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن مربوط به تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار بود. بیش‌ترین ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن مربوط به تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار بود. نتایج این بررسی نشان داد که تأثیر گوگرد و تیوباسیلوس بر برخی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه کم‌تر از درصد و عملکرد روغن بود. این امر احتمالاً به دلیل نقش گوگرد در تولید روغن اتفاق افتاد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، باکتری تیوباسیلوس، طبق، شاخص برداشت

مقدمه

کمبود گوگرد در خاک یکی از دلایل کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌باشد. نیاز به کودهای حاوی گوگرد به دلیل نقش این دو عنصر در بیوسنتز پروتئین می‌باشد (فضیلی^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). اکسیداسیون گوگرد و تبدیل آن به سولفات به خاطر نقشی است که گوگرد و نیتروژن در تشکیل پروتئین، روغن و بسیاری از ویتامین‌ها دارند (ایوان^۲، ۲۰۰۷).

فروغی و عبادی (۱۳۹۱) بیان کردند که مصرف گوگرد بر ارتفاع بوته و عملکرد دانه گلرنگ تأثیر گذاشت. نادری عارفی و همکاران (۱۳۸۶) گزارش نمودند که افزایش گوگرد باعث افزایش برخی از صفات رشد رویشی مانند ماده خشک کل و ارتفاع بوته کلزا گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش وزن هزار دانه، عملکرد دانه و روغن گردید اما تعداد خورجین در مترمربع و تعداد دانه در خورجین تا مصرف ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار افزایش و سپس کاهش یافت. افزایش ارتفاع بوته ذرت با مصرف گوگرد توسط انصوری و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش شده است.

نتایج چقازردی و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که اثر کود گوگرد، کود دامی و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد دانه، قطر ساقه، تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف در مرحله ۷ تا ۹ برگی و مرحله ظهور گل تاجی معنی‌دار نبود.

گوتیرز بوام^۳ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کمبود گوگرد، عملکرد دانه سویا را از طریق تأثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه کاهش می‌دهد. آنان دریافتند که کمبود گوگرد در اواخر دوره رشد ممکن است نتیجه تحرک بالای سولفات در خاک و پویایی مجدد اندک آن در گیاه باشد. در بررسی صفاری و همکاران (۱۳۹۰) با افزایش مقدار گوگرد عملکرد دانه، تعداد قوزه، تعداد دانه در قوزه و درصد روغن گلرنگ به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. مصطفوی‌راد و همکاران (۱۳۹۰) طی آزمایشی عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی بذر را در ارقام پر محصول کلزا با

مصرف مقادیر مختلف گوگرد مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که کاربرد گوگرد فراهمی و جذب عناصر ریزمغذی را افزایش می‌دهد و در افزایش کیفیت و کمیت کلزا تأثیرگذار است. راوی^۴ و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که با مصرف ۲۰ تا ۳۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، عملکرد گلرنگ بیش‌ترین افزایش را داشت. بناری و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که افزایش گوگرد آلی تا ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه و درصد روغن آفتابگردان گردید.

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی برای تولید بیش‌تر، فاقد توجیه اقتصادی و زیست‌محیطی است. مخاطرات زیست‌محیطی ناشی از مصرف این کودها، تخریب و تراکم خاک‌ها و کاهش مقدار ماده آلی خاک نقش مهمی در این رویکرد داشته است. ایده بازگشت به طبیعت و استفاده کم‌تر از کودها و سموم شیمیایی و تمایل فزاینده مردم به استفاده از محصولات آلی سبب توجه بیش از پیش به استفاده از کودهای زیستی شده است (اسدی رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱).

تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر محیط داشته باشند. به علت تولید اسید توسط تیوباسیلوس، حلالیت عناصر افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن‌ها تسهیل می‌گردد (فلاح و همکاران، ۱۳۸۸). در آزمایش قبادی و همکاران (۱۳۹۲) حداکثر عملکرد مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل+۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی+۷/۲ کیلوگرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار و بیش‌ترین ماده خشک غده سیب‌زمینی و بلندترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات تریپل+۳۰۰ کیلوگرم بیوفسفات طلایی به همراه ۳/۶ کیلوگرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار بود.

شرفی و همکاران (۱۳۸۹) با بررسی تأثیر رقم، تلقیح بذر با تیوباسیلوس و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان دادند که تیوباسیلوس بر عملکرد کلزا تأثیرگذار بود. نتایج بررسی کامل و همکاران (۱۳۹۲) نشان داد که مصرف ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تیوباسیلوس بیش‌ترین تأثیر را بر ارتفاع بوته لوبیاچیتی

^۱ Fazili^۲ Ivan^۳ Gutierrez Boem^۴ Ravi

خاکشناسی) به زمین داده شد و با دیسک با خاک مخلوط شد. عملیات کاشت به صورت خطی در تاریخ ۲۵ اسفندماه ۱۳۹۱ انجام شد. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. فاصله ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۳۰ سانتی‌متر بود. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر، در موقع کاشت در هر کپه سه بذر کاشته شد. بعد از استقرار بوته‌ها، عمل تنک کردن در مرحله چهار برگی انجام و در هر کپه یک بوته باقی گذاشته شد. مبارزه با علف‌های هرز در طول دوره رشد (در زمان‌های لازم) و آفات با استفاده از سم دیازینون به مقدار یک لیتر در هکتار (یک مرتبه) و بیماری‌ها با استفاده از سم رورال‌تی‌اس به مقدار یک کیلوگرم در هکتار (یک مرتبه) در مرحله پر شدن دانه (اردیبهشت‌ماه) انجام شد. ۵۰ کیلوگرم اوره ۴۶ درصد در هکتار در زمانی که هنوز طبق‌ها ظاهر نشده بودند به صورت سرک مصرف و سپس زمین آبیاری شد. به منظور اجتناب از خسارت گنجشک، در مرحله پر شدن دانه‌ها تعداد ۱۵ طبق از کرت‌های وسط با تور پوشانده شد.

برای اندازه‌گیری صفات مورد بررسی، از پنج بوته متوالی دو ردیف وسط استفاده شد. در زمان گل‌دهی صفات ارتفاع و تعداد برگ در بوته با توجه به رشد محدود بودن آفتابگردان اندازه‌گیری شد. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک قطر طبق، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته، شاخص برداشت و درصد روغن دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه، ۱۰ بوته علامت‌گذاری شده دو ردیف وسط برداشت و با عملکرد پنج بوته نمونه جمع و به هکتار تعمیم داده شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن از دستگاه سوکسله با حلال آلی هگزان در آزمایشگاه استفاده شد. برای تعیین عملکرد روغن، عملکرد دانه در درصد روغن ضرب شد. برای تعیین شاخص برداشت، وزن خشک دانه به وزن خشک بوته (عملکرد بیولوژیک) در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک تقسیم و بر حسب درصد بیان شد. برای خشک کردن اندام‌ها، بخش‌های برداشت شده در دستگاه خشک‌کن الکتریکی در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از رسیدن به وزن ثابت (حدود ۴۸ ساعت)، با استفاده از ترازوی دیجیتال با

داشت. رحیمیان (۱۳۹۰) گزارش داد که مصرف هم‌زمان گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس به همراه کود حیوانی می‌تواند باعث کاهش pH خاک شده و جذب عناصر غذایی کم‌مصرف را بالا ببرد و سبب افزایش عملکرد و درصد روغن کلزا شود. در بررسی آناندهام^۵ و همکاران (۲۰۰۷) کاربرد تیوباسیلوس درصد روغن گیاه بادام‌زمینی را افزایش داد. کاربرد ترکیبی تیوباسیلوس+ سودوموناس+ روی در سویا منجر به افزایش درصد چربی دانه شد (علیجانی و همکاران، ۱۳۹۰).

با توجه به نقش گوگرد و باکتری تیوباسیلوس در تولید دانه‌های روغنی و اطلاعات کم در این زمینه در استان گلستان، این آزمایش با هدف بررسی تأثیر کود گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه آفتابگردان در دانشگاه گنبدکاووس انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه گنبدکاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۲۱ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا اجرا شد. بر اساس فرمول کوپن، گنبدکاووس از نظر اقلیمی دارای آب و هوای مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک می‌باشد. خصوصیات خاک منطقه تحت کشت بنا بر اطلاعات حاصل از آزمون خاک در سال ۱۳۹۱ در جدول ۱ آمده است.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. در این بررسی از رقم‌های سان ۲۵ آفتابگردان تهیه شده از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان استفاده شد. عامل کود گوگرد در چهار سطح شامل عدم مصرف گوگرد (S_0)، مصرف ۲۰۰ (S_1)، ۴۰۰ (S_2) و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد خالص در هکتار (S_3) و عامل باکتری تیوباسیلوس در چهار سطح شامل عدم مصرف (T_0) و مصرف ۱۰ (T_1)، ۲۰ (T_2) و ۳۰ (T_3) کیلوگرم در هکتار بود.

قبل از کاشت ۱۰۰ کیلوگرم سوپرفسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم اوره در هکتار (بر اساس توصیه آزمایشگاه

⁵ Anandham

نخزری مقدم و همکاران: اثر سطوح مختلف کود گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد، اجزای عملکرد...

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه دانشگاه گنبدکاووس در محدوده آزمایش

نیترژن (درصد)	فسفر	پتاسیم	اسیدیته	هدایت الکتریکی	ماده آلی (درصد)	بافت خاک
۰/۰۷	۸/۱	۳۵۱	۸/۳۲	دسی زیمنس بر متر	۰/۶۶	سیلتی رسی لوم

طبق، تعداد دانه در طبق و شاخص برداشت معنی‌دار نشد. اثر متقابل در مورد هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نشد.

دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1.3 انجام و برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد استفاده شد.

ارتفاع بوته

جدول ۳ نشان می‌دهد که افزایش مصرف گوگرد ارتفاع بوته را افزایش داد. بیش‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ۱۵۶/۶ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار عدم مصرف گوگرد با ۱۵۱/۵ سانتی‌متر بود. اگرچه تفاوت ارتفاع بین سه تیمار مصرف ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار وجود داشت اما این تفاوت معنی‌دار نبود. ارتفاع بوته در دو تیمار مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به ترتیب ۱۵۴/۸ و ۱۵۴/۴ سانتی‌متر بود.

نتایج و بحث

بنا بر نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر گوگرد بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح پنج درصد و بر وزن خشک بوته، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سطح پنج درصد و بر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر گوگرد و تیوباسیلوس بر تعداد برگ در بوته، قطر

جدول ۲- میانگین مربعات ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه آفتابگردان تحت تأثیر گوگرد و تیوباسیلوس

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد برگ در بوته	قطر طبق	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۱۵/۸۰ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۲/۰۳ ^{ns}	۳۴۵۷ ^{ns}	۲/۳۹ ^{ns}
گوگرد (A)	۳	۵۲/۸۵*	۰/۴۳۳ ^{ns}	۰/۲۳۴ ^{ns}	۱۶۸۶ ^{ns}	۲۱/۶۰*
تیوباسیلوس (B)	۳	۱۶۱/۴***	۰/۶۰۷ ^{ns}	۰/۵۶۲ ^{ns}	۱۲۱۴ ^{ns}	۲۸/۳۷*
A×B	۹	۱۱/۲۹ ^{ns}	۱/۰۲۱ ^{ns}	۰/۷۳۱ ^{ns}	۵۶۳/۹ ^{ns}	۱/۶۳ ^{ns}
خطا	۳۰	۱۴/۴۹	۰/۸۶۱	۰/۹۵	۵۸۳۹	۶/۴۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۲/۴۷	۲/۷۹	۶/۱۰	۷/۳۵	۵/۲۹

*، ** و ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار

ادامه جدول ۲-

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک بوته	شاخص برداشت	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۸۸/۰۴ ^{ns}	۰/۷۶ ^{ns}	۲۴۱۲۴ ^{ns}	۴/۸۳ ^{ns}	۲۷۱۸۰ ^{ns}
گوگرد (A)	۳	۷۹۹/۸ ^{**}	۲/۹۸ ^{ns}	۱۹۳۳۴۱*	۱۶۹/۳ ^{**}	۳۷۵۵۵۲ ^{**}
تیوباسیلوس (B)	۳	۷۲۱/۲ ^{**}	۱/۴ ^{ns}	۲۳۱۲۲۴*	۱۱۲/۱ ^{**}	۳۱۱۲۶۸ ^{**}
A×B	۹	۴۳/۴۹ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱۴۰۹۶ ^{ns}	۳/۹۹ ^{ns}	۱۳۸۵۵ ^{ns}
خطا	۳۰	۱۰۴/۷	۲/۳۹	۶۴۵۸۶	۱۳/۹۵	۲۷۰۵۶
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۵	۴/۸۷	۷/۷۲	۸/۶۶	۱۱/۵۳

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار

این، مصرف گوگرد سبب آزادسازی عناصر مهمی همچون فسفر، آهن، روی و منگنز می‌شود (رحیمیان، ۱۳۹۰). این عناصر نقش بارزی در افزایش فتوسنتز و به دنبال آن افزایش ارتفاع بوته دارند. به نظر می‌رسد در این بررسی نیز چنین اتفاقی حادث شده باشد. با توجه به این‌که کمبود گوگرد باعث کاهش کارایی استفاده از نیتروژن می‌شود (فضیلی و همکاران، ۲۰۰۸)، به نظر می‌رسد مصرف گوگرد با تأمین نیاز گیاه به گوگرد و جذب بهتر نیتروژن باعث رفع کمبود گوگرد و افزایش رشد و ارتفاع گیاه شد اما عدم مصرف آن در تیمار عدم مصرف منجر به روز کمبود گوگرد و جذب کم‌تر نیتروژن و در نتیجه کاهش ارتفاع گیاهان شد. مصرف گوگرد در بررسی انصوری و همکاران (۱۳۹۲) ارتفاع بوته ذرت را نسبت به شاهد افزایش داد. در بررسی قبادی و همکاران (۱۳۹۲) مصرف باکتری تیوباسیلوس ارتفاع ساقه سیب‌زمینی را افزایش داد.

بررسی اثر تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته بیان‌گر تأثیر بیش‌تر این عامل بر این صفت می‌باشد. مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار تیوباسیلوس ارتفاع بوته را ۸/۴ سانتی‌متر نسبت به تیمار عدم استفاده از تیوباسیلوس افزایش داد (جدول ۴). بیش‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار استفاده از تیوباسیلوس به مقدار ۳۰ کیلوگرم در هکتار با ۱۵۹ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع مربوط به تیمار عدم استفاده از تیوباسیلوس با ۱۵۰/۶ سانتی‌متر بود. تیمار مصرف ۱۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار با ارتفاع ۱۵۲/۴ سانتی‌متر تفاوت معنی‌داری با تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس نشان نداد.

مصرف گوگرد و تیوباسیلوس شرایط را برای رشد بیش‌تر گیاه فراهم کرد. با توجه به این‌که خاک منطقه تا حدودی قلیایی است و در این شرایط فعالیت باکتری‌های تیوباسیلوس کم است، حضور باکتری تیوباسیلوس برای جذب بهتر گوگرد لازم بود. علاوه بر

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر گوگرد برای ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن

گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۰	۱۵۱/۵b	۴۶/۳۲b	۱۴۶/۴c	۳۱۱۹b	۳۸/۳۸c	۱۱۹۷c
۲۰۰	۱۵۴/۸a	۴۷/۶۵ab	۱۵۶/۷b	۳۲۷۰ab	۴۲/۳۵b	۱۳۸۵b
۴۰۰	۱۵۴/۴ab	۴۸/۸۸a	۱۶۰/۴ab	۳۳۷۵a	۴۴/۵۳ab	۱۵۰۳ab
۶۰۰	۱۵۶/۶a	۴۹/۲۹a	۱۶۵/۸a	۳۳۹۷a	۴۷/۲۸a	۱۶۰۶a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

نخزری مقدم و همکاران: اثر سطوح مختلف کود گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد، اجزای عملکرد...

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر باکتری تیوباسیلوس بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته، عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن

تیوباسیلوس (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۰	۱۵۰/۶c	۴۵/۹۶b	۱۴۷/۷c	۳۱۲۰b	۳۸/۹۶b	۱۲۱۶c
۱۰	۱۵۲/۴bc	۴۷/۸۳ab	۱۵۴/۹bc	۳۲۴۵ab	۴۲/۸۵a	۱۳۹۱b
۲۰	۱۵۵/۳b	۴۸/۹۲a	۱۶۱/۳ab	۳۳۵۷a	۴۴/۸۵a	۱۵۰۶ab
۳۰	۱۵۹/۰a	۴۹/۴۴a	۱۶۵/۴a	۳۴۳۹a	۴۵/۸۸a	۱۵۷۷a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

وزن هزار دانه

افزایش مصرف گوگرد وزن هزار دانه را افزایش داد. بیش‌ترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ۴۹/۲۹ گرم و کم‌ترین آن مربوط به تیمار عدم مصرف گوگرد با ۴۶/۳۲ گرم بود. بین سه تیمار مصرف ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. بررسی اثر تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه بیانگر تأثیر این عامل بر این صفت می‌باشد. این تأثیر نسبتاً کم بود، به طوری که با افزایش مصرف تیوباسیلوس، وزن هزار دانه به ترتیب ۴/۰۷، ۶/۴ و ۷/۵۷ درصد افزایش یافت. مصرف ۳۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار وزن هزار دانه را به ۴۹/۴۴ گرم رساند. وزن هزار دانه در تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس ۴۵/۹۶ گرم بود (جدول ۴). بین سه تیمار مصرف ۱۰، ۲۰ و ۳۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

با توجه به این‌که تعداد دانه در طبق معنی‌دار نشده است، سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی در تیمارهای مصرف گوگرد و تیوباسیلوس افزایش یافت و به این ترتیب منجر به افزایش وزن هزار دانه شد. اگرچه رشد آفتابگردان بسیار خوب بود، اما گرمای انتهای دوره رشد گیاه یعنی خردادماه که دانه در حال پر شدن بود باعث کاهش وزن هزار دانه (کم‌تر از حد انتظار با توجه به رشد مطلوب بوته‌ها) و در نتیجه عملکرد دانه شد و به این ترتیب اختلاف زیادی بین تیمارها مشاهده نشد. فروغی و عبادی (۱۳۹۱) در گیاه گلرنگ و چقازردی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه ذرت تأثیر حضور گوگرد بر وزن هزار دانه را گزارش کرده‌اند. شرفی و همکاران (۱۳۸۹) در

گیاه کلزای پاییزه تأثیر مثبت کاربرد تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه را نسبت به شاهد گزارش کرده‌اند.

وزن خشک بوته

افزایش مصرف گوگرد وزن خشک بوته را افزایش داد. بیش‌ترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ۱۶۵/۸ گرم و کم‌ترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار عدم مصرف گوگرد با ۱۴۶/۴ گرم بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد مصرف گوگرد با تأمین نیاز گیاه، فتوسنتز گیاه را افزایش داد و باعث افزایش وزن خشک بوته شد. بین سه تیمار مصرف ۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از نظر وزن خشک بوته تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. وزن خشک بوته در دو تیمار مصرف ۲۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به ترتیب ۱۵۶/۷ و ۱۶۰/۴ گرم بود.

تلقیح با باکتری تیوباسیلوس وزن خشک بوته را افزایش داد. این افزایش در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار تیوباسیلوس نسبت به تیمار عدم تلقیح ۱۷/۷ گرم یا ۱۱/۹۸ درصد بود (جدول ۴). وزن خشک بوته در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار تیوباسیلوس ۱۶۵/۴ گرم و در تیمار عدم تلقیح ۱۴۷/۷ گرم بود. تأمین نیاز گیاه به گوگرد، وزن خشک بوته را مانند ارتفاع بوته افزایش داد. با توجه به معنی‌دار نشدن اثر گوگرد و تیوباسیلوس بر تعداد برگ در بوته و اثر مثبت آن‌ها بر ارتفاع گیاه، به نظر می‌رسد این دو عامل بر طول میان‌گره‌ها مؤثر بودند و به این ترتیب باعث افزایش ارتفاع و وزن خشک بوته شدند. راوی و همکاران (۲۰۱۰) افزایش تولید ماده خشک با مصرف گوگرد در گلرنگ را به دلیل افزایش رشد ریشه و تشکیل کلروفیل

می‌شود (رحیمیان، ۱۳۹۰)، افزایش عملکرد دانه را می‌توان به بهبود جذب عناصر غذایی نسبت داد. افزایش عملکرد با مصرف باکتری تیوباسیلوس توسط شرفی و همکاران (۱۳۸۹) در گیاه کلزا و قبادی و همکاران (۱۳۹۲) در گیاه سیب‌زمینی نیز گزارش شده است.

درصد روغن

درصد روغن در تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار با ۴۷/۲۸ حداکثر بود (جدول ۳). حداقل درصد روغن مربوط به تیمار عدم مصرف گوگرد با ۳۸/۳۸ درصد بود. بین دو تیمار مصرف ۴۰۰ و ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مصرف ۳۰ کیلوگرم تیوباسیلوس درصد روغن را به ۴۵/۸۸ رساند که نسبت به تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس ۱۷/۷۶ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). تأثیر تیوباسیلوس بر درصد روغن مانند گوگرد بیش از عملکرد دانه بود. مقایسه درصد روغن و عملکرد دانه حاکی از تأثیر بیش‌تر عامل‌های مورد بررسی بر درصد روغن می‌باشد. این موضوع را می‌توان به وجود گوگرد در ترکیب اسیدهای چرب نسبت داد؛ به عبارت دیگر، گوگرد باعث افزایش اسیدهای چرب در گیاه و در نتیجه درصد روغن می‌شود. حضور باکتری تیوباسیلوس نیز برای جذب بهتر گوگرد و افزایش درصد روغن لازم است. راوی و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند که گوگرد در تشکیل گلوکوزیدها و گلیکوزینولات‌ها و فعال‌سازی آنزیم‌ها دخیل است و به این ترتیب باعث افزایش درصد روغن می‌شود. تأثیر مثبت گوگرد بر درصد روغن توسط رحیمیان (۱۳۹۰) در گیاه کلزا و صفاری و همکاران (۱۳۹۰) در گیاه گلرنگ گزارش شده است. تأثیر مثبت تیوباسیلوس بر درصد روغن سویا توسط علیجانی و همکاران (۱۳۹۰) و درصد روغن بادام‌زمینی توسط آناندهام و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش شده است.

عملکرد روغن

عملکرد روغن از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن به دست می‌آید. بالا بودن این دو صفت در تیمار مصرف ۶۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث شد عملکرد روغن نیز افزایش یابد و به ترتیب به ۱۶۰۶ و

که منجر به افزایش فتوسنتز شد، ذکر کردند. در بررسی قبادی و همکاران (۱۳۹۲) مصرف تیوباسیلوس تولید ماده خشک سیب‌زمینی را افزایش داد.

عملکرد دانه

با توجه به معنی‌دار نشدن تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه فقط تحت تأثیر وزن هزار دانه قرار گرفت. با مصرف ۶۰۰ کیلوگرم کود گوگرد عملکرد دانه به ۳۳۹۷ کیلوگرم رسید در حالی که عملکرد دانه در تیمار عدم مصرف گوگرد ۳۱۱۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). با وجود این‌که با مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد عملکرد دانه نسبت به تیمار مصرف ۴۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد بیش‌تر بود، ولی بین این سه تیمار اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. با افزایش مصرف تیوباسیلوس، عملکرد دانه هم افزایش یافت. در تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس ۳۱۲۰ کیلوگرم و در تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم تیوباسیلوس ۳۴۳۹ کیلوگرم دانه تولید شد (جدول ۴).

اختلاف کم عملکرد دانه در تیمارهای مصرف گوگرد و تیوباسیلوس به دلیل معنی‌دار نشدن تعداد دانه در طبق و اختلاف کم از نظر وزن هزار دانه بود. به هر حال دلیل افزایش عملکرد با مصرف گوگرد نقش مثبت این عنصر در تشکیل پروتئین، روغن و بسیاری از ویتامین‌ها (ایوان، ۲۰۰۷)، جذب بهتر عناصر غذایی میکرو و ساخت و ساز مواد فتوسنتزی (رحیمیان، ۱۳۹۰) عنوان شده است. صفاری و همکاران (۱۳۹۰) و راوی و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که گوگرد تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گلرنگ نسبت به شاهد داشت. بوام و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که تأمین گوگرد عملکرد دانه سویا را از طریق تأثیر بر رشد گیاه در دوره پر شدن دانه افزایش داد. به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با باکتری تیوباسیلوس باعث ایجاد شرایط مناسب رشد، استقرار سریع‌تر گیاهچه و بهره‌مندی بیش‌تر از منابع محیطی توسط گیاه شد. چنین وضعیتی باعث شد که گیاه شرایط مناسب‌تری را در جهت پر کردن دانه‌ها داشته باشد و عملکرد دانه افزایش یابد. با توجه به این‌که مصرف هم‌زمان گوگرد و مایه تلقیح تیوباسیلوس باعث کاهش pH خاک و بهبود جذب عناصر غذایی کم‌مصرف

با انجام این آزمایش مشخص گردید که مصرف گوگرد و تیوباسیلوس بعضی صفات رویشی و زایشی و هم کیفیت دانه را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن از تیمار مصرف ۶۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن از تیمار مصرف ۳۰ کیلوگرم باکتری تیوباسیلوس در هکتار به دست آمد. با توجه به این که در گیاهان روغنی عملکرد روغن مهم می‌باشد و در این بررسی هر دو عامل گوگرد و تیوباسیلوس بر این صفت تأثیرگذار بودند لذا، بهتر است در صورت مصرف گوگرد از باکتری تیوباسیلوس نیز استفاده شود تا جذب این عنصر بهتر صورت گیرد و بتواند بر رشد و نمو و عملکرد مؤثر واقع شود. با توجه به این که آزمایش یک‌ساله قابل اعتماد نیست، با تکرار این آزمایش می‌توان به نتیجه قابل توصیه دست یافت.

۱۵۰۳ کیلوگرم در هکتار برسد در حالی که در تیمار عدم مصرف گوگرد مقدار روغن ۱۱۹۷ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). با توجه به این که عملکرد روغن در گیاه تحت تأثیر عملکرد دانه و درصد روغن است، بالا بودن عملکرد دانه و درصد روغن با مصرف تیوباسیلوس عملکرد روغن را افزایش داد. مصرف ۳۰ و ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار عملکرد روغن را به ترتیب به ۱۵۷۷ و ۱۵۰۶ کیلوگرم در هکتار رساند در حالی که عملکرد روغن در تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس ۱۲۱۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۴). مصرف ۱۰ و ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس باعث تولید ۱۳۹۱ و ۱۵۰۶ کیلوگرم روغن در هکتار شد. نتیجه بررسی رحیمیان (۱۳۹۰) در خصوص عملکرد روغن با مصرف گوگرد مؤید نتیجه این بررسی است.

نتیجه‌گیری

منابع

- اسدی رحمانی، ه.، خاوازی، ک.، اصغرزاده، ا.، رجالی، ف. و افشاری، م. ۱۳۹۱. کودهای زیستی در ایران: فرصت‌ها و چالش‌ها. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، ۲۶(۱): ۷۷-۸۷.
- انصوری، ع.، غلامی، ا.، چائی‌چی، م.ر.، شهقلی، ح. و اسدی، ص. ۱۳۹۲. برهمکنش گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر کلونیزاسیون دو گونه قارچ میکوریزا و رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط گلخانه. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۴(۳): ۴۹۵-۵۰۵.
- بناری، ع.، موسوی نیک، م.، بهدانی، م.ع. و بشارتی، ح. ۱۳۹۲. تأثیر مقادیر کود آلی گوگرد و تقسیط نیتروژن بر عملکرد و اجزاء آن در آفتابگردان. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۶(۳): ۱۵-۱.
- چقازردی، ح.، محمدی، غ. و بهشتی آل‌آقا، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر گوگرد و کود دامی بر خصوصیات رشد گیاه ذرت (سینگل کراس ۷۰۴) و اسیدیته خاک. پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۱(۱): ۱۷۰-۱۶۲.
- رحیمیان، ز. ۱۳۹۰. اثر گوگرد و تیوباسیلوس به همراه ماده آلی بر صفات کمی و کیفی کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۳(۱۲): ۱۹-۲۷.
- شرفی، س.، عباس‌دخت، ح.، چائی‌چی، م.ر.، اردکانی، م.ر. و قاسمی، ث. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر رقم، تلقیح بذر با تیوباسیلوس و اشکال مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه. علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۱(۳): ۴۶۸-۴۵۹.
- صفاری، م.، مددی‌زاده، م. و شریعتی‌نیا، ف. ۱۳۹۰. بررسی آثار تغذیه‌ای عناصر نیتروژن، بور و گوگرد بر خصوصیات کمی و کیفی دانه گلرنگ. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۲(۱): ۱۴۱-۱۳۳.

علیجانی، آ.، استکی اورگانی، خ. و جعفرزاده کنارسری، م. ۱۳۹۰. اثر کاربرد میکروارگانسیم‌های حل‌کننده‌های فسفات و گوگرد و محلول‌پاشی با عنصر روی (Zn) بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا. یافته‌های نوین کشاورزی، ۵(۲): ۳۰۰-۲۹۱.

فروغی، ل. و عبادی، ع. ۱۳۹۱. تأثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۲): ۳۷-۵۶.

فلاح، ع.ر.، بشارتی، ح. و خسروی، ه. ۱۳۸۸. میکروبیولوژی خاک (چاپ دوم). انتشارات آبیژ. تهران، ۱۷۹ ص.

قبادی، م.، جهان‌بین، ش.، اولیایی، ح.، مطلبی‌فرد، ر. و پرویزی، خ. ۱۳۹۲. تأثیر کودهای زیستی فسفر بر عملکرد و جذب فسفر در سیب‌زمینی. نشریه دانش آب و خاک، ۲۳(۲): ۱۳۸-۱۲۵.

کامل، م.، غریب‌عشقی، ا.، تکاسی، م.، ناظرکاخی، س.ح. و محمدی، ن. ۱۳۹۲. ارزیابی اثربخشی منابع مختلف کودی در تأمین آهن ارقام و لاین‌های لوبیاجیتی. پژوهش در علوم زراعی، ۵(۱۹): ۹۵-۱۱۰.

مصطفوی‌راد، م.، طهماسبی سروسستانی، ز.، مدرس ثانوی، س.ع.م. و قلاوند، ا. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریزمغذی بذر در ارقام پر محصول کلزا تحت تأثیر مقادیر مختلف گوگرد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۴(۱): ۴۳-۶۰.

نادری عارفی، ع.، بخشنده، ع.م.، نادیان، ح. و عالمی سعید، خ. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مقادیر مختلف گوگرد و پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا در شرایط معتدل سرد. دهمین کنگره علوم خاک ایران. کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، ۶۰۹-۶۱۰.

Anandham, R., Sridar, R., Nalayini, P., Poonguzhali, S., Madhaiyan, M., and Tongmin, S. 2007. Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. Microbiological Research, 162(2): 139-153.

Fazili, I.S., Jamal, A., Ahmad, S., Masoodi, M., Khan, J.S., and Abidin, M.Z. 2008. Interactive effect of sulfur and nitrogen on nitrogen accumulation and harvest in oilseed crops differing in nitrogen assimilation potential. Journal of Plant Nutrition, 31(7): 1203-1220.

Gutierrez Boem, F.H., Prysupa, P., and Ferraris, G. 2007. Seed number and yield determination in sulfur deficient soybean crops. Journal of Plant Nutrition, 30(1): 93-104.

Ivan, J. 2007. Micronutrient innovation. Potato Grower Magazine. Harris Publishing Inc. USA, 1: 58-61.

Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., and Dharmatti, P.R. 2010. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka Journal of Agricultural Science, 21(3): 382-385.

The effect of different levels of sulfur and Thiobacillus fertilizer on yield, yield components and oil percentage of sunflower in Gonbad area

Ali Nakhzari Moghaddam^{1,*}, Sakineh Ghaffari², Ali Rahemi Karizaki¹,
Mohammad Salahi Farahi³

¹ Assistant Professors of Crop Production Group, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

² Graduated MS.c. Agronomy, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran

³ Research station of Gonbad Kavous and Ph.D. Student, Soil Science of Urmia University, Urmia, Iran

*Corresponding author, E-mail address: a_nakhzari@yahoo.com

Received: 27.08.2015

Accepted: 31.01.2016

Abstract

In order to study the effect of sulfur and Thiobacillus on some qualitative and quantitative traits of sunflower (cv. Hisun 25), an experiment was conducted as factorial based on Randomized Complete Block Design with three replications on research farm of the Gonbad Kavous University in 2013. The sulfur rate factor was in four levels: 0, 200, 400 and 600 kg sulfur per hectare and Thiobacillus bacteria factor was in four levels: 0, 10, 20 and 30 kg Thiobacillus per hectare. Results showed that the sulfur had a significant effect on plant height, 1000-seed weight and seed yield at 5% and on plant dry weight, oil percentage and oil yield at 1% probability. Effect of Thiobacillus on 1000-seed weight and seed yield at 5% and on plant height, plant dry weight, oil percentage and oil yield at 1% was significant. The maximum values of all traits were obtained from the highest amounts of sulfur and Thiobacillus. The highest plant height, 1000-seed weight, plant dry weight, seed yield, oil percentage and oil yield obtained from consumption of 600 kg S/ha. The maximum plant height, 1000-seed weight, plant dry weight, seed yield, oil percentage and oil yield belonged to consumption of 30 kg Thiobacillus/ha. The results of this study showed that effect of sulfur and Thiobacillus on some morphological traits, seed yield and yield components was less than percentage and yield of oil. This maybe has happened because of the sulfur role in oil production.

Keywords: *Capitul, Harvest index, Height, Thiobacillus bacteria*