

تأثیر ترکیب کود گوگرد همراه با تیوباسیلوس و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا رقم RGS003 در منطقه گنبد

محمد صلاحی فراهی^{۱*}، فرامرز سیدی^۲

^۱ دانشجوی دکتری شیمی و حاصلخیزی خاک، دانشگاه ارومیه

^۲ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Salahimohammad604@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس و روی بر رشد کمی و کیفی کلزا (رقم 3 RGS003) به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد و در سال زراعی ۱۳۹۱-۹۲ اجرا شد. عامل اول مصرف تواأم گوگرد به همراه تیوباسیلوس در چهار سطح شامل عدم مصرف گوگرد و تیوباسیلوس (S0)، مصرف ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد ۱۰+۰ و کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار (S1)، مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار (S2) و مصرف ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۴۰+۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار (S3) بود. عامل دوم مصرف روی در دو سطح شامل عدم مصرف روی و مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار بود. نتایج نشان داد که اثر کود گوگرد به جز طول خورجین بر بقیه صفات معنی دار شد. اثر کود روی بر عملکرد زیستی، عملکرد دانه، شاخص برداشت، عملکرد کاه، درصد روغن و عملکرد روغن در سطح یک درصد معنی دار شد. افزایش مصرف ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S2) موجب افزایش تمام اجزای عملکرد به استثنای درصد روغن شد، ولی افزایش بیشتر مصرف ترکیب گوگرد و باکتری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS003 گردید. به استثنای درصد روغن دانه، سایر صفات مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل گوگرد و روی قرار نگرفتند.

واژه‌های کلیدی: روی، عملکرد، کلزا، کیفیت، گوگرد

مقدمه

افزایش می‌دهد، برقراری تعادل بین میزان مصرف کودهای نیتروژن و گوگردی جهت دستیابی به کیفیت بهتر دانه کلزا کلزا ضروری است (فیسمس و همکاران، ۲۰۰۰). از نظر تئوری، میزان ۱۶ تن در هکتار گوگرد لازم است تا یک درصد از آهک خاک را تا عمق ۳۰ سانتی‌متر خنثی کند (علائی یزدی و همکاران، ۱۳۸۳). حامدی و جعفری (۱۳۸۶) با مطالعه اثر گوگرد بر کلزا نشان دادند که مصرف ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار عملکرد دانه و درصد روغن دانه را افزایش داد. کمبود گوگرد گل‌دهی را به تأخیر می‌اندازد، تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین را تقلیل و درصد پوکی خورجین را افزایش می‌دهد. در خاک‌های مواجه با کمبود گوگرد، کاربرد ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار سبب حداقل واکنش محصول می‌شود و بیشتر از آن به دلیل تأثیر سوء احتمالی بر کیفیت دانه کلزا نظیر کاهش مقدار روغن دانه و افزایش گلوکوزینولات توصیه نمی‌شود (ملکوتی و همکاران، ۱۳۷۹). گروهی از محققین گزارش کردند که ارقام و گونه‌های مختلف کلزا واکنش‌های متفاوتی از تغییر در اجزای عملکرد، درصد روغن و پروتئین دانه به کوددهی گوگرد نشان داده‌اند (گرانت^۹ و همکاران، ۲۰۰۳؛ مالھی و همکاران، ۲۰۰۷). مک گریت و ژائو^{۱۰} (۱۹۹۶) و راوی^{۱۱} و همکاران (۲۰۱۰) اظهار داشتند که گوگرد نسبت اندام‌های زایشی به کل ماده خشک گیاهی را افزایش می‌دهد و کمبود گوگرد سبب توقف رشد اندام‌های زایشی و حتی منجر به عقیمی خورجین‌ها می‌شود. مصرف گوگرد تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار منجر به افزایش درصد روغن دانه گردید. در حالی که افزایش گوگرد تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب کاهش درصد روغن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه شد که ممکن است ناشی از وجود همبستگی منفی بین میزان روغن و پروتئین باشد (هائز^{۱۲} و همکاران، ۲۰۰۴). ارتقاء عملکرد دانه کلزا در آینده بستگی به افزایش شاخص برداشت خواهد داشت (دیپنبراک^{۱۳}، ۲۰۰۰). بررسی

کلزا در بین دانه‌های روغنی به دلیل داشتن ویژگی‌های زراعی متنوع و بعضًا منحصر به فرد و نیز به دلیل درصد بالای روغن، میزان پروتئین بالای کنجاله و کیفیت مطلوب در جهت تأمین روغن داخلی با قابلیت کشت و کار وسیع در کشور از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (رودی و همکاران، ۱۳۸۲). گوگرد یکی از عناصر ضروری برای رشد گیاهان محسوب می‌شود و کمبود گوگرد سبب کاهش تولید کلروفیل در سلول‌های برگ و در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌گردد (قاسمیان، ۲۰۰۰). در سال‌های اخیر کمبود گوگرد یکی از عناصر محدود‌کننده اصلی تولید دانه‌های روغنی بوده است (سینگ^۱، ۲۰۰۰؛ هج و مورتی^۲، ۲۰۰۵). مصرف گوگرد در برخی تناوب‌های زراعی در گیاهان روغنی بسیار مفید گزارش شده است (سوده‌اکارابا و هج، ۲۰۰۳). گوگرد چهارمین عنصر عمده مورد نیاز گیاه کلزا است و در ساختمان اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین وجود دارد. به دلیل افزایش کاربرد کاربرد کودهای بدون گوگرد، همچنین کاهش مصرف کودهای دامی و نیاز بالای گیاهان روغنی، کمبود این عنصر در خاک‌های زراعی جهان رو به افزایش است (تلندون^۳، ۱۹۹۵). گوگرد برای عملکرد مطلوب دانه در تمام گونه‌ها و ارقام کانولا ضروری و نیاز آن به گوگرد حدود سه برابر بیشتر از غلات می‌باشد (مالھی^۴ و همکاران، ۲۰۰۷). شارما^۵ و همکاران (۱۹۹۱) طی بررسی اثر گوگرد بر کلزا در هندوستان گزارش نمودند که کاربرد منابع مختلف گوگرد در مرحله قبل از گل‌دهی سبب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن گردید. جکسون^۶ (۲۰۰۰) در بررسی اثر گوگرد بر عملکرد ارقام کلزا، حداقلر عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار گزارش نمود. فیسمس^۷ و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مصرف گوگرد کارایی مصرف نیتروژن را

^۱ Singh^۲ Hedge and Murthy^۳ Sudhakarababu, and Hedge^۴ Tandon^۵ Malhi^۶ Sharma^۷ Jackson^۸ Fismes^۹ Grant^{۱۰} Mc Grath and Zhao^{۱۱} Ravi^{۱۲} Hao^{۱۳} Diepenbrock

نشان نداد. تحقیقات امیدیان و همکاران (۱۳۹۱) روی کلزا نشان داد که محلول پاشی سولفات روی تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه داشت. از آنجا که اطلاعاتی در مورد واکنش گیاه کلزا به باکتری تیوباسیلوس به همراه گوگرد موجود نبود لذا به منظور بررسی اثر سطوح مختلف گوگرد به همراه باکتری تیوباسیلوس و روی بر رشد کمی و کیفی کلزا (رقم RGS003 آزمایشی در منطقه گنبد اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱-۹۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در پنج کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد اجرا شد. خاک منطقه مورد مطالعه جزو خاک‌های کلسی زرال، بافت خاک سیلیتی، لوم و رژیم حرارتی منطقه ترمیک است (مساویاتی، ۱۳۶۹). از نظر فیزیوگرافی، زمین مورد مطالعه در یک فیزیوگرافی تیپ خاک‌های دشت آبرفتی رودخانه‌ای قرار گرفته و دارای شبیه ملایم می‌باشد. این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس در چهار سطح شامل: شاهد بدون مصرف گوگرد (S0)، ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد +۱۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد +۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S2) و ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد +۴۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S3)، در هکتار بود. عامل دوم شامل مصرف روی در دو سطح به ترتیب عدم مصرف روی و مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در نظر گرفته شد. قبل از کاشت برای تعیین عناصر غذایی موجود در خاک، نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه و به آزمایشگاه ارسال شد. نتایج آزمایش خاک محل اجرای آزمایش نشان می‌دهد که خاک شور نبوده و pH آن کمی قلیابی می‌باشد. میزان فسفر، پتاسیم، آهن، بر و کلسیم خاک کافی ولی مقدار روی قابل استفاده آن کم بود (جدول ۱). هر کرت شامل شش خط کاشت به طول ۵ و عرض ۱/۴۴ متر بود.

آسار و اسکاریسبیرک^۱ (۱۹۹۵) حاکی از افزایش معنی‌دار معنی‌دار وزن دانه کلزا در نتیجه مصرف گوگرد بود. وزن دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد محسوب می‌شود که از یکسو به میزان مواد فتوسنتزی موجود بهویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه در حال رشد برای استفاده از این مواد بستگی دارد (گیلانی، ۱۳۷۷).

گوگرد عنصری باید توسط میکروارگانیسم‌های خاک (باکتری‌های اوتوفروف، هتروتروف، قارچ‌ها و اکتینومایست‌ها) اکسید شود تا به شکل قابل جذب گیاه (سولفات) درآید (گرمیدا و جانزن^۲، ۱۹۹۳)، از طرفی فقدان باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد یا فراهم نبودن شرایط فعالیت آن‌ها (درصد رطوبت، دما و اسیدیته) در خاک ممکن است کارایی گوگرد عنصری را در خاک کاهش دهد. کاربرد اکسیدکننده‌ای طبیعی سرعت اکسیداسیون گوگرد را افزایش داده و موجب تسريع در تشکیل سولفات می‌شود (استامفورد^۳، ۲۰۰۶، بشارتی^۴ بشارتی^۴ و همکاران (۲۰۰۷) در آزمایشی گلخانه‌ای مشاهده کردند که بیشترین ماده خشک اندام‌های هوایی، فسفر، آهن و روی موجود در اندام‌های هوایی ذرت مربوط به تیمار گوگرد تلقیح شده با تیوباسیلوس و سوپر فسفات تریپل بود.

عنصر ریزمندی روی در فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی در گیاه نقش داشته، معمولاً در قسمت‌های فعل گیاه از قبیل برگ‌ها و شاخه‌های جوان و جوانه‌های برگ و گل مرکز است (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۸۴) و کمبود آن یکی از عمدت‌ترین کمبودهای عناصر ریزمندی به شمار می‌آید (هافز^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). حقیقت‌نیا و رجایی (۱۳۸۲) با بررسی تأثیر سطوح مختلف روی در ۲۰ خاک آهکی بر رشد و ترکیب شیمیایی کلزا گزارش کردند که افزایش وزن خشک اندام هوایی کلزا و جذب کل روی تا مصرف ۵ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک معنی‌دار است ولی غلظت روی در گیاه با مصرف ۱۰ میلی‌گرم روی در کیلوگرم خاک افزایش معنی‌داری

¹ Asare and Scarsbric

² Germida and Janzen

³ Stamford

⁴ Besharati

⁵ Hafeez

صلاحی فراهی و سیدی: تأثیر ترکیب کود گوگرد همراه با تیوباسیلیوس و روی بر عملکرد...

جدول ۱- نتایج تجزیه خاک محل اجرای تحقیق در سال ۱۳۹۱

اسیدیته خاک (1:۵)	هدایت الکتریکی (dS.m ^{-۱})	کربنات کلسیم آلی (%)	درصد اشبع (%)	نیتروژن	فسفر پتاسیم (mg.kg ^{-۱})	بر آهن	روی	بافت		
									لومی سیلیتی	۲
۰/۷۳	۸/۱	۲۰	۱/۴۶	۵۲	۰/۱۵	۹	۳۵۰	۲/۶	۰/۶	۲

۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (۱۰/۸ میلی‌متر) و کمترین قطر ساقه مربوط به تیمار عدم مصرف کود گوگرد (۸/۰۵ میلی‌متر) بود (شکل ۱). قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) نیز گزارش کردند کاربرد همزمان گوگرد و کود میکروبی تیوباسیلیوس، قطر ساقه کلزا را در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلیوس افزایش می‌دهد. اثر کود گوگرد بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. اثر متقابل گوگرد و روی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه فرعی (۶/۵۳) از تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد + ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار و کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته از تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ۴/۶۸ شاخه فرعی به دست آمد (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته کلزا با کاربرد گوگرد در هماهنگی با یافته‌های چاثوده‌هاری^۱ و همکاران (۱۹۹۸) و راوی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

اثر گوگرد بر تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. اثر کود روی نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار شد. اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر روی تعداد خورجین در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد خورجین از تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد + ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ۱۲۶/۴ خورجین و کمترین تعداد خورجین از تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ۸۳/۶ به دست آمد (شکل ۲). این یافته در هماهنگی با نتایج ملکوتی و همکاران، (۱۳۷۹) بود.

فاصله ردیف کشت ۲۴ سانتی‌متر و فاصله بوته در روی ردیف ۵ سانتی‌متر (تراکم ۸۳۳ هزار بوته در هکتار) بود. در فاصله زمانی بین کاشت تا برداشت مراقبت‌های لازم شامل: وجین علفهای هرز، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و پخش کود سرک برای همه تیمارها به طور یکسان انجام شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شده و صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین ثبت شد. برداشت از چهار خط وسط با حذف نیم متر از هر طرف صورت گرفت. عملکرد زیستی با توزین کل وزن بوته‌های برداشت شده در واحد سطح تعیین شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن خشک دانه بر وزن خشک کل اندام هوایی محاسبه شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن دانه از عملکرد دانه‌های کلزا برداشت شده هر کرت مقدار ۲۰ گرم آسیاب شده به آزمایشگاه منتقل گردید. درصد روغن دانه با استفاده از سوکسله در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان انجام شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود گوگرد بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و اثر کود روی بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته را تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد + ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس داشت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود گوگرد بر قطر ساقه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین قطر ساقه مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد +

^۱ Chaudhary

تعداد دانه در خورجین افزایش یافت (جدول ۳). در کلزا بیشترین تعداد دانه در خورجین با مقدار بیشتر گوگرد به دست آمده است (حامدی و جعفری ۱۳۸۶). نتایج نشان داد که اثر کود گوگرد بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲).

اثر کود گوگرد بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). اثر کود روی و اثر متقابل گوگرد و روی تأثیری بر این صفت نداشت. با افزایش مصرف ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس و کود روی بر برخی صفات مورد بررسی در کلزا رقم RGS003

میانگین مربعات									منابع تغییرات
وزن هزار دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد خورجین در بوته	تعداد شاخه فرعی	قطر ساقه	طول خورجین	ارتفاع بوته	درجه آزادی		
۰/۰۳۷ ^{ns}	۰/۷۵ ^{ns}	۱۸۱۵۳**	۰/۰۹۹ ^{ns}	۱/۹۲۲**	۰/۴۰۶ ^{ns}	۵۲/۷۹ ^{ns}	۲	تکرار	
۰/۸۰۹**	۳۳/۲۷**	۶۱۵۶۷**	۳/۹۸۶**	۸/۴۷۴**	۰/۱۷۸ ^{ns}	۳۷۶/۶**	۳	گوگرد	
۰/۰۲۴ ^{ns}	۰/۲۸۲ ^{ns}	۱۶۵/۹*	۰/۰۲۲ ^{ns}	۰/۰۸۲ ^{ns}	۰/۸۴۴ ^{ns}	۰/۱۵ ^{ns}	۱	روی	
۰/۰۱۳ ^{ns}	۲/۲۵۶ ^{ns}	۲۶۰۰ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}	۰/۳۲۹ ^{ns}	۰/۰۵۸ ^{ns}	۱۱۱/۱ ^{ns}	۳	گوگرد×روی	
۰/۰۲	۱/۴۰۶	۲۱۲۱	۰/۳۸۲	۰/۲۶۷	۰/۲۳۴	۵۱/۹۲	۱۴	خطا	
۳/۷۱	۴/۲۶	۱۶/۲۳	۱۱/۲۱	۵/۴۳	۶/۹۳	۵/۱۵	-	ضریب تغییرات (%)	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی دار

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته (سانتی متر)، قطر ساقه (میلی متر)، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه (گرم) کلزا تحت تأثیر مصرف ترکیب کود گوگرد و تیوباسیلوس و کود روی

وزن ۱۰۰۰ دانه	تعداد دانه در خورجین	تعداد شاخه فرعی	ارتفاع بوته	تیمارها
۳/۷۴ a	۲۷/۷۵ a	۵/۴ a	۱۳۹/۹ a	Z1 روی
۳/۸ a	۲۷/۹۶ a	۵/۶ a	۱۳۹/۷ a	Z2
				گوگرد
۳/۴۶۵c	۲۵/۱۸d	۴/۶۸c	۱۳۰/۸c	S0
۳/۵۴۷c	۲۶/۸۷c	۵/۰۶bc	۱۳۸/۱bc	S1
۴/۲۸a	۳۰/۶۳a	۶/۵۳a	۱۴۹/۷a	S2
۳/۸۱۷b	۲۸/۷۵b	۵/۷۶b	۱۴۱ab	S3

اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند. شاهد بدون مصرف گوگرد (S0)، ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد ۱۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S2) و ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۴۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S3)

صلاحی فراهی و سیدی: تأثیر ترکیب کود گوگرد همراه با تیوباسیلوس و روی بر عملکرد...

جدول ۴- تجزیه واریانس اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس و کود روی بر عملکرد و روند کلزا رقم RGS003

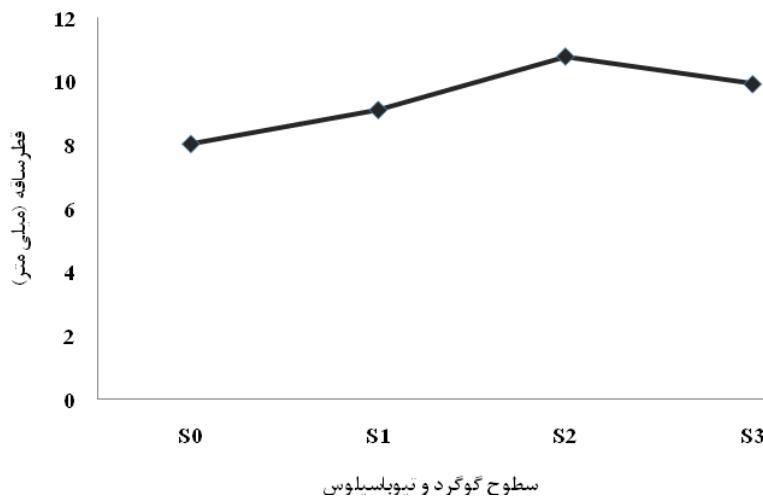
میانگین مربعات								منابع تغییرات
عملکرد روغن	درصد روغن	عملکرد کاه	شاخص برداشت	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	درجہ آزادی		
۱۷۱۲ ^{ns}	۰/۳۶۲ ^{ns}	۶۵۹۰۳ ^{ns}	۰/۳۷۸ ^{ns}	۱۲۵۳ ^{ns}	۱۱۱۵۲۵*	۲	تکرار	
۴۷۱۷۶۷**	۵۹/۲۸**	۳۳۹۶۸۶**	۹۴/۸۵**	۱۸۶۴۰۱۲**	۳۲۷۴۷۸۴**	۳	گوگرد	
۱۹۷۶۵۴**	۵۸/۷۵**	۵۷۰۱۰۸**	۱۹/۹۸**	۳۳۷۷۲۵۱**	۴۶۲۵۹۳**	۱	روی	
۶۸۴۴/۵ ^{ns}	۴/۹۰۵*	۸۳۸۱۶ ^{ns}	۱/۹۰۵ ^{ns}	۷۸۶۸ ^{ns}	۴۹۹۱۵ ^{ns}	۳	گوگرد × روی	
۱۶۲۸	۱/۰۷۱	۶۱۹۸۰	۱/۱۰۸	۶۹۳۲	۲۱۰۰۱	۱۴	خطا	
۴/۱۶	۲/۵۱	۳	۴/۵۷	۳/۶	۱/۴۳	-	ضریب تغییرات (/)	

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns عدم تفاوت معنی دار

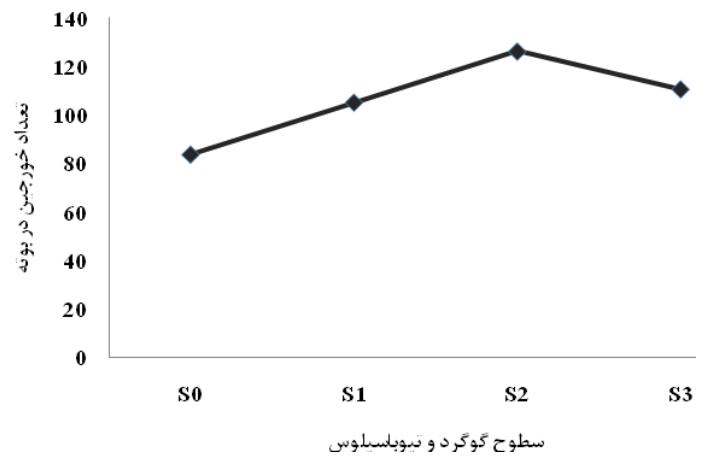
جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در کلزا رقم RGS003 تحت تأثیر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس و کود روی

تیمارها	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد کاه (کیلوگرم در هکتار)	محتوی روغن (درصد)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
روی					
Z ₁	۹۹۸۲/۵b	۲۱/۶۹b	۸۱۴۹/۱b	۳۹/۶ b	۸۷۸/۲b
Z ₂	۱۰۲۶۰/۱a	۲۳/۵۱a	۸۴۵۷/۳a	۴۲/۷a	۱۰۵۹/۷a
گوگرد					
S0	۹۲۹۸d	۱۷/۱۳c	۷۴۳۵d	۳۶/۷۴c	۵۹۸/۵d
S1	۹۸۱۰c	۲۲/۷۵b	۸۵۹۱b	۴۱/۴۱b	۹۲۷/۲c
S2	۱۱۰۲۰a	۲۶/۵۵a	۹۱۸۲a	۴۲/۵۱b	۱۲۵۳/۱a
S3	۱۰۳۶۰ab	۲۳/۹۸b	۸۰۰۵c	۴۴/۰۲a	۱۰۹۸/۱b

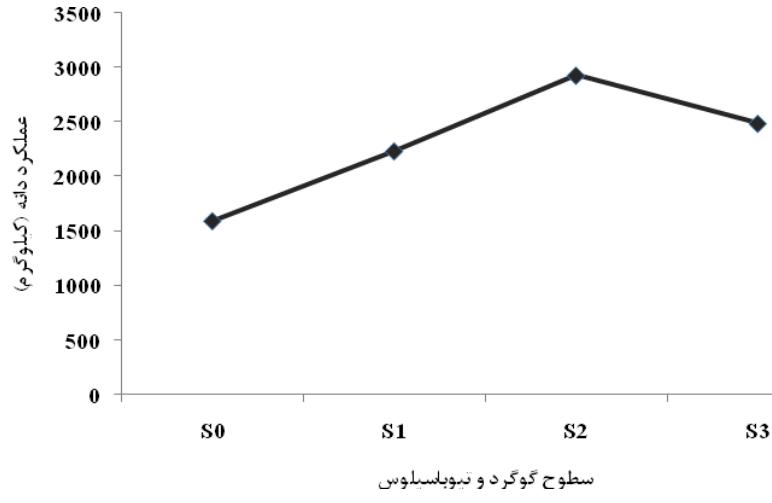
اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند
شاهد بدون مصرف گوگرد (S0)، ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد ۱۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S2)، و ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۴۰+ کیلوگرم تیوباسیلوس (S3)



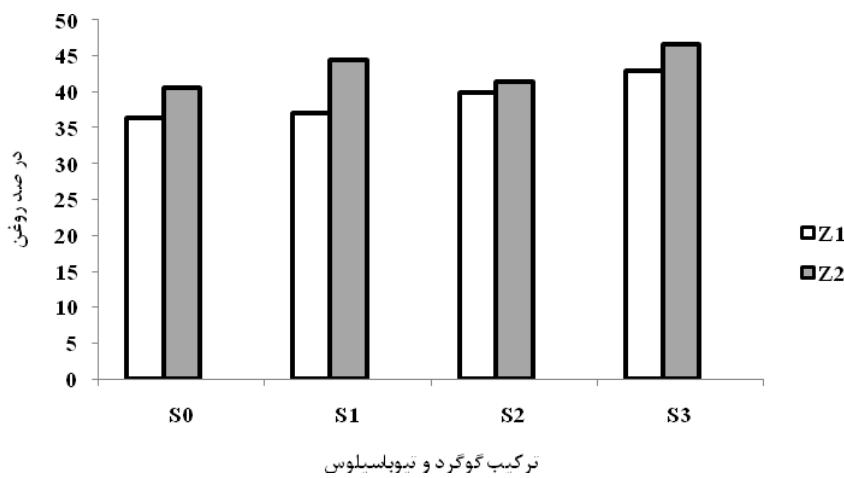
شکل ۱ - اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس بر روی قطر ساقه کلزا



شکل ۲ - اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس بر روی تعداد خورجین در بوته کلزا رقم RGS003



شکل ۳ - اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس بر عملکرد دانه کلزا رقم RGS003



شکل ۴- نمودار اثر متقابل گوگرد و روی بر درصد روغن کلزا رقم RGS003
Z1 و Z2 به ترتیب مصرف روی و مصرف ۲۰ کیلوگرم سولفات روی در هکتار می‌باشند.

با عملکرد ۱۵۹۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۳). شارما و همکاران (۱۹۹۱) نیز با کاربرد منابع مختلف گوگرد در مرحله قبل از گلدهی، افزایش عملکرد دانه را مشاهده کردند. مصرف روی عملکرد دانه را افزایش داد. در تیمار ۲۰ کیلوگرم سولفات روی و عدم مصرف روی عملکرد دانه به ترتیب ۲۴۳۰ و ۲۱۹۳ کیلوگرم در هکتار بود.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر گوگرد و همچنین روی بر شاخص برداشت به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴). تأثیر گوگرد به همراه تیوباسیلیوس بر عملکرد کاه معنی دار شد. مصرف سولفات روی نیز موجب افزایش معنی دار عملکرد کاه شد (جدول ۴).

یکی از صفات مهم در دانه های روغنی، درصد روغن می باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود گوگرد بر درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۴). همچنین بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی داری مشاهده شد (جدول ۴). اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی دار بود (جدول ۴). در صورت عدم مصرف روی با افزایش مقدار کود گوگرد درصد روغن روند افزایشی داشت در حالی که با افزایش گوگرد به هنگام مصرف کود روی درصد روغن روند خاصی نداشت. در کل ترکیبات حاصل از این دو

بیشترین وزن هزار دانه از تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلیوس با ۴/۲۸ گرم به دست آمد (جدول ۳). اثر کود گوگرد بر عملکرد زیستی در سطح احتمال ۱ در صد معنی دار بود. اثر کود روی نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی دار بود. اثر متقابل نیز تأثیری بر این صفت نداشت (جدول ۴). بیشترین عملکرد زیستی مربوط به تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ۱۱۰۲۰ کیلوگرم و کمترین عملکرد زیستی مربوط به تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ۹۲۹۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۵). عملکرد زیستی در دو تیمار مصرف ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۴۰+ کیلوگرم تیوباسیلیوس و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد ۱۰+ کیلوگرم تیوباسیلیوس به ترتیب ۹۸۱۰ و ۱۰۳۶۰ کیلوگرم بود. تفاوت معنی داری بین دو تیمار S2 و S3 مشاهده نشد؛ بنابراین مصرف بالای ترکیب کود گوگرد و تیوباسیلیوس تأثیر معنی داری بر عملکرد زیستی نداشت.

عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر ترکیب کود گوگرد و تیوباسیلیوس قرار گرفت. بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی دار مشاهده شد (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه از تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد ۲۰+ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ۲۹۲۹ کیلوگرم و کمترین عملکرد دانه از تیمار بدون مصرف کود گوگرد

نتیجه‌گیری

بررسی اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس بر رشد، عملکرد و کیفیت کلزا نشان داد که اثر گوگرد بر اکثر صفات مورد بررسی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. در مجموع نتایج این تحقیق نشان داد که افزایش مصرف ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲ کیلوگرم تیوباسیلوس موجب افزایش تمام اجزای عملکرد به استثنای درصد روغن شده، لیکن افزایش بیشتر مصرف ترکیب گوگرد و باکتری موجب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS003 شد. مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۱۰۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار مؤثرتر از تیمارهای دیگر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا بود.

فاکتور، بیشترین درصد روغن در ترکیب ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۴۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار و ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود روی حاصل شد (شکل ۴). ماله‌های و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان دادند که با کود دهی گوگرد در خاک‌های فقیر از نظر گوگرد، میزان روغن و پروتئین دانه افزایش یافت. عملکرد روغن نیز به تبعیت از درصد روغن در تیمارهای گوگرد و روی معنی‌دار شد (جدول ۴).

منابع

- حامدی، ف. و ح. جعفری. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و کود دامی بر خواص کمی و کیفی کلزا. دومین سمینار علمی کاربردی دانه‌های روغنی و روغن‌های نباتی ایران، تهران، ۱۱۷-۱۱۳.
- حقیقتنیا، ج و م. رجایی. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر میزان و روش مصرف عناصر کم مصرف بر عملکرد کلزا. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. گیلان. ۲۵۹-۲۵۴.
- رودی، د. رحمانپور، س. و جاویدفر، ف. ۱۳۸۲. زراعت کلزا. انتشارات دفتر برنامه‌ریزی رسانه ترویجی.
- علائی یزدی، ف. و بزرگی فیروزآبادی، غ. ۱۳۸۳. مدیریت تغذیه گیاه در خاک‌های آهکی. نشر آموزش کشاورزی، ۵۱ صفحه.
- قربانی نصرآبادی، ر. صالح راستین، ن. و علیخانی، ح. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر مصرف گوگرد همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس و برادی ریزوبیوم بر تثبیت نیتروژن و شاخص‌های رشد سویا. مجله علوم خاک و آب، ۱۶۹-۱۷۸(۲).
- قاسمی، و. ۱۳۷۹. مطالعه عناصر غذایی میکرو مانند، آهن، روی و منگنز روی کیفیت و کمیت دانه سویا در آذربایجان غربی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده کشاورزی. ایران.
- گیلانی، ۱۳۷۷. بررسی اثرات تراکم و سن نشا بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج در شرایط خوزستان، پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه شهید چمران، دانشکده مجتمع آموزشی و پژوهشی ورامین، ۲۳۹ صفحه.
- مساواتی، ا. ۱۳۶۹. مطالعات نیمه تفصیلی دقیق خاکشناسی و طبقه‌بندی اراضی منطقه تنگلی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب، ۱۷ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و تهرانی، م.م. ۱۳۸۴. نقش ریزمعدی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. چاپ سوم، انتشارات تربیت مدرس، تهران، ۳۹۸ صفحه.
- ملکوتی، م.ج.، خادمی، ز. و مهاجرمیلانی، پ. ۱۳۷۹. توصیه بهینه کود برای کلزا در کشور. مجله خاک و آب، ۱۲: ۱-۶.

- Asare, E., and Scarisbrick, H. 1995. Rate of nitrogen and sulfur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Field Crops Research*, 44(1): 41-46.
- Besharati, H., Atashnama, K., and Hatami, S. 2007. Biosuper as a phosphate fertilizer in a calcareous soil with low available phosphorus. *African Journal of Biotechnology*, 6(11): 1325-1329.
- Chaudhary, S.K., Gogulwar, N.M., and Singh, A.K. 1998. Effect of sulphur and nitrogen on seed yield and oil content of mustard (*Brassica juncea*). *Indian Journal of Agronomy*, 37: 839-840.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus L.*): a review. *Field Crops Research*, 67(1): 35-49.
- Fismes, J., Vong, P.C., Guckert, A., and Frossard, E. 2000. Influence of sulfure on apparent N-use efficiency, yield and quality of oilseed rape (*Brassica napus L.*) grown on a calcareous soil. *European Journal of Agronomy*, 12(2): 127-141.
- Germida, J.J., and Janzen, H.H. 1993. Factors affecting the oxidation of elemental sulfur in soils. *Fertilizer Research*, 35(1-2): 101-114.
- Grant, C.A., Clayton, G.W., and Johnston, A.M. 2003. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada. *Canadian Journal of Plant Science*, 83(4): 745-758.
- Hafeez, B., Khanif, Y.M., and Saleem, M. 2013. Role of Zinc in plant nutrition-a review. *American Journal of Experimental Agriculture*, 3(2): 374-391.
- Hao, X., Chang, C., and Travis, G.J. 2004. Effect of long-term cattle manure application on relation between nitrogen and oil content in canola seed. Beziehung zwischen Stickstoff-und Ölgehalt in Rapssamen bei langjähriger Düngung mit Rindergülle. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(2): 214-215.
- Hedge, D.M., and Murthy, I.Y.L.N. 2005. Management of secondary nutrition. Achievements and Challenges. *Indian Journal of Fertilizers*, 1: 93-100.
- Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. *Agronomy Journal*, 92(4): 644-649.
- Malhi, S.S., Gan, Y., and Raney, J.P. 2007. Yield, seed quality and sulfur uptake of oilseed crops in response to sulfur fertilization. *Agronomy Journal*, 99(2): 570-577.
- Mc Grath, S.P., and Zhao, F.J. 1996. Sulphur uptake, yield responses and the interaction between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus L.*). *Journal of Agricultural Science*, 126(1): 53-62.
- 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 Sciences*, 21(3): 382-385.
- Sharma, D.N., Khaddar, V.K., Sharma, R.A., and Singh, D. 1991. Effect of different doses and sources of sulphur on the quality and yield of mustard (*Brassica juncea L.*). *Journal of the Indian Society of Soil Science*, 39(1): 197-200.
- Singh, M.V. 2000. Micro and secondary nutrients and pollutants research in India. *Indian Institute of Soil Science*, Bhopal, India, 146 p.
- Stamford, N.P., Lima, R.A., Santos, C.R.S., and Dias, S.H.L. 2006. Rock biofertilizers with Acidithiobacillus on sugarcane yield and nutrient uptake in a Brazilian soil. *Geomicrobiology Journal*, 23(5): 261-265.

Sudhakarababu, S.N., and Hegde, D.M. 2003. Annual Report, 2002-2003. Directorate of Oilseeds Research, Hyderabad, 118p.

Tandon, H.L.S. 1995. Sulphur Fertilisers for Indian Agriculture-a guidebook (ed. 2). Fertiliser Development and Consultation Organisation Publisher, India. 101 p.

The effect of combination of sulfur with Thiobacillus, and zinc on yield, yield components and oil percent of canola (*Brassica napus L.*) cv RGS003 in Gonbad region

Mohammad Salahi Farahi^{1,*}, Faramarz Sayyedi²

¹*Ph.D. Student of Chemistry and Soil Fertility, University of Urumieh, Urumieh, Iran*

²*Faculty Member, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Golestan, Iran*

*Corresponding author E-mail address: Salahimohammad604@gmail.com

Received: 29.10.2015

Accepted: 31.01.2016

Abstract

In order to study the effects of different levels of sulfur along with Thiobacillus and zinc on qualitative and quantitative growth of canola cv RGS003, a factorial experiment was conducted based on an RCBD with three replications at the Agricultural Research Station of Gonbad in 2013. The first factor was the application of sulfur with Thiobacillus at four levels, i.e. without sulfur and Thiobacillus (S0), 500 kg sulfur ha⁻¹ + 10 kg Thiobacillus ha⁻¹ (S1), 1000 kg sulfur ha⁻¹ + 20 kg Thiobacillus ha⁻¹ (S2) and 2000 kg sulfur ha⁻¹ + 40 kg Thiobacillus ha⁻¹ (S2). The second factor consisted of two levels of zinc: without zinc (control) and 20 kg zinc sulfate ha⁻¹. The results showed that all traits studied were significantly affected by sulfur with the exception of pod length. The effect of zinc was significant at 0.01 probability level of biological yield, seed yield, harvest index, straw yield, oil percent and oil yield. With an increase in application of sulfur mixed with Thiobacillus up to 1000 kg sulfur ha⁻¹ + 20 kg Thiobacillus ha⁻¹ (S2), all yield components increased except oil percent, but their further increase resulted in reduction of seed yield and yield components of canola cv RGS003. With the exception of oil content, the other traits studied were not affected by the interaction of sulfur by zinc.

Keywords: *Colza, Quality, Sulfur, Yield, Zinc*