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 دریافت: ۱۳۹۴/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱

چکیده

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

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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

مقدمه

کلزا در بین دانه‌های روغنی به دلیل داشتن ویژگی‌های زراعی متنوع و بعضاً 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[1]، ۲۰۰۰؛ هج و مورتی[2]، ۲۰۰۵). مصرف گوگرد در برخی تناوب‌های زراعی در گیاهان روغنی بسیار مفید گزارش شده است (سودهاکارابابو و هج[3]، ۲۰۰۳). گوگرد چهارمین عنصر عمده مورد نیاز گیاه کلزا است و در ساختمان اسیدهای آمینه سیستئین و متیونین وجود دارد. به دلیل افزایش 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 (تاندون[4]، 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 (مالهی[5] و همکاران، ۲۰۰۷). شارما[6] 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[7] (۲۰۰۰) در بررسی اثر گوگرد بر عملکرد ارقام کلزا، حداکثر عملکرد دانه مربوط به تیمار مصرف ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار گزارش نمود. فیسمس[8] و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مصرف گوگرد کارایی مصرف نیتروژن را افزایش می‌دهد، برقراری تعادل بین میزان مصرف کودهای نیتروژنه و گوگردی جهت دستیابی به کیفیت بهتر دانه 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 حداکثر 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[9] و همکاران، ۲۰۰۳؛ مالهی و همکاران، ۲۰۰۷). مک گریت و ژائو[10] (۱۹۹۶) و راوی[11] 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 (هائو[12] و همکاران، ۲۰۰۴). ارتقاء عملکرد دانه کلزا در آینده بستگی به افزایش شاخص برداشت خواهد داشت (دیپنبراک[13]، ۲۰۰۰). بررسی

[1] Singh
[2] Hedge and Murthy
[3] Sudhakarababu, and Hedge
[4] Tandon
[5] Malhi
[6] Sharma
[7] Jackson
[8] Fismes
[9] Grant
[10] Mc Grath and Zhao
[11] Ravi
[12] Hao
[13] Diepenbrock

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

آسار و اسکاریسبرک[1] (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 اتوتروف، هتروتروف، قارچ‌ها و اکتینومایست‌ها) اکسید شود تا به شکل قابل جذب گیاه (سولفات) درآید (گرمیدا و جانزن[2]، 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 تسریع در تشکیل سولفات می‌شود (استامفورد[3]، ۲۰۰۶). بشارتی[4] بشارتی[4] 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 ریزمغذی روی در فرایندهای فیزیولوژیکی متعددی در گیاه نقش داشته، معمولاً در قسمت‌های فعال گیاه از قبیل برگ‌ها و شاخه‌های جوان و جوانه‌های برگ و گل متمرکز است (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۸۴) و کمبود آن یکی از عمده‌ترین کمبودهای عناصر ریزمغذی به شمار می‌آید (هافز[5] 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 نشان نداد. تحقیقات امیدیان و همکاران (۱۳۹۱) روی کلزا نشان داد که محلول‌پاشی 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 به‌منظور 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 ۹۲-۱۳۹۱ 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 سیلتی لوم و رژیم حرارتی منطقه ترمیک است (مساواتی، ۱۳۶۹). از نظر فیزیوگرافی، زمین مورد مطالعه در یک فیزیوگرافی تیپ خاک‌های دشت آبرفتی رودخانه‌ای قرار گرفته و دارای شیب ملایم می‌باشد. این پژوهش به‌صورت 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 قلیایی 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.

[1] Asare and Scarisbric
[2] Germida and Janzen
[3] Stamford
[4] Besharati
[5] Hafeez

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

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

اسیدیته خاک (1:5)	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	کربنات کلسیم (٪)	کربن آلی (٪)	درصد اشباع (٪)	نیتروژن (٪)	فسفر ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم ($mg.kg^{-1}$)	آهن ($mg.kg^{-1}$)	روی ($mg.kg^{-1}$)	بر ($mg.kg^{-1}$)	بافت
۸/۱	۰/۷۳	۲۰	۱/۴۶	۵۲	۰/۱۵	۹	۳۵۰	۲/۶	۰/۶	۲	لومی سیلتی

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 به‌طور یکسان انجام شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک از هر کرت ۱۰ بوته به‌طور 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 ازهر 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 تیوباسیلوس 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 + 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 تیوباسیلوس، قطر ساقه کلزا را در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلوس افزایش می‌دهد.

اثر کود گوگرد بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار 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 شاخه فرعی) 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 چائودهاری[1] و همکاران (۱۹۹۸) و راوی و همکاران (۲۰۱۰) مطابقت دارد.

اثر گوگرد بر تعداد خورجین در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر کود روی نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار 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.

[1] Chaudhary

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

اثر کود گوگرد بر تعداد دانه در خورجین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر کود روی و اثر متقابل گوکرد و روی تأثیری بر این صفت نداشت. با افزایش مصرف ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس تا ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار تعداد دانه در خورجین افزایش یافت (جدول ۳). در کلزا بیشترین تعداد دانه در خورجین با مقادیر 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 معنی‌دار بود (جدول۲).

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	طول خورجین	قطر ساقه	تعداد شاخه فرعی	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۵۲/۷۹^{ns}	۰/۴۰۶^{ns}	۱/۹۲۲**	۰/۰۹۹^{ns}	۱۸۱۵۳**	۰/۷۵^{ns}	۰/۰۳۷^{ns}
گوگرد	۳	۳۷۶/۶**	۰/۱۷۸^{ns}	۸/۴۷۴**	۳/۹۸۶**	۶۱۵۶۷**	۳۳/۲۷**	۰/۸۰۹**
روی	۱	۰/۱۵^{ns}	۰/۸۴۴^{ns}	۰/۰۸۲^{ns}	۰/۲۲^{ns}	۱۶۵/۹*	۰/۲۸۲^{ns}	۰/۰۲۴^{ns}
گوگرد×روی	۳	۱۱۱/۱^{ns}	۰/۰۵۸^{ns}	۰/۳۲۹^{ns}	۰/۰۰۹^{ns}	۲۶۰۰^{ns}	۲/۲۵۶^{ns}	۰/۰۱۳^{ns}
خطا	۱۴	۵۱/۹۲	۰/۲۳۴	۰/۲۶۷	۰ /۳۸۲	۲۱۲۱	۱/۴۰۶	۰/۰۲
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۱۵	۶/۹۳	۵/۴۳	۱۱/۲۱	۱۶/۲۳	۴/۲۶	۳/۷۱

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

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، قطر ساقه (میلی‌متر)، 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

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

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)

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد زیستی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد کاه	درصد روغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۱۱۱۵۲۵*	۱۲۵۳^{ns}	۰/۳۷۸^{ns}	۶۵۹۰۳^{ns}	۰/۳۶۲^{ns}	۱۷۱۲^{ns}
گوگرد	۳	۳۲۷۴۷۸۴**	۱۸۶۴۰۱۲**	۹۴/۸۵**	۳۳۹۶۸۶**	۵۹/۲۸**	۴۷۱۷۶۷**
روی	۱	۴۶۲۵۹۳**	۳۳۷۲۵۱**	۱۹/۹۸**	۵۷۰۱۰۸**	۵۸/۷۵**	۱۹۷۶۵۴**
گوگرد × روی	۳	۴۹۹۱۵^{ns}	۷۸۶۸^{ns}	۱/۹۰۵^{ns}	۸۳۸۱۶^{ns}	۴/۹۰۵*	۶۸۴/۵^{ns}
خطا	۱۴	۲۱۰۰۱	۶۹۳۲	۱/۰۶۸	۶۱۹۸۰	۱/۰۷۱	۱۶۲۸
ضریب تغییرات (٪)	-	۱/۴۳	۳/۶	۴/۵۷	۳	۲/۵۱	۴/۱۶

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

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

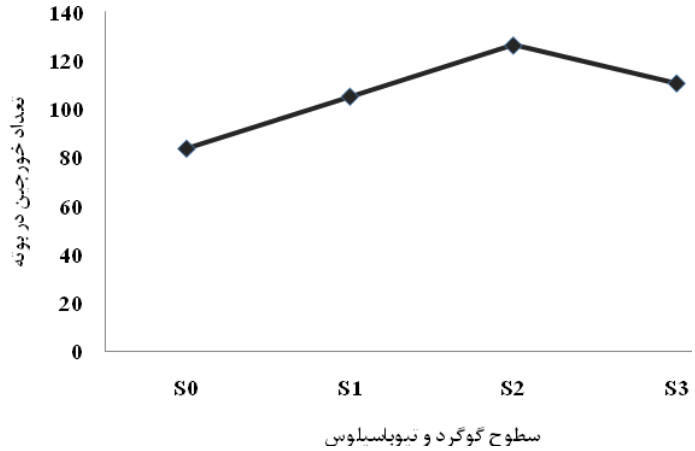
اعداد هر گروه که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری بر اساس آزمون LSD هستند

شاهد بدون مصرف گوگرد ((S0، 500 کیلوگرم گوگرد+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S2)، و ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۴۰ کیلوگرم تیوباسیلوس (S3)

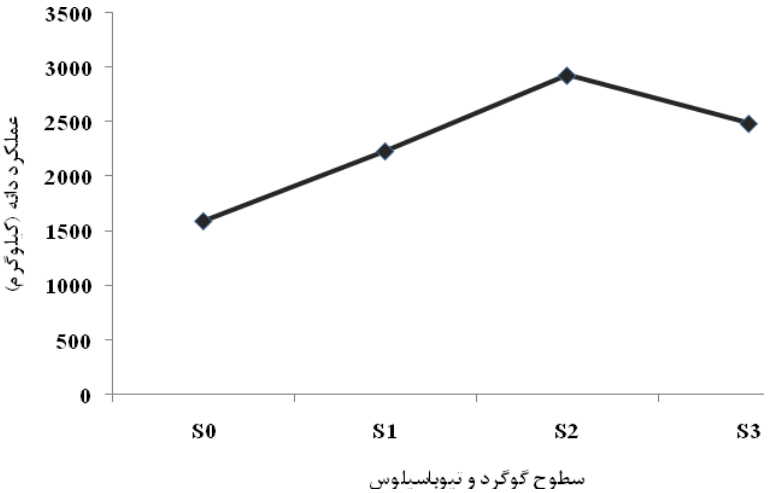
[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]



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

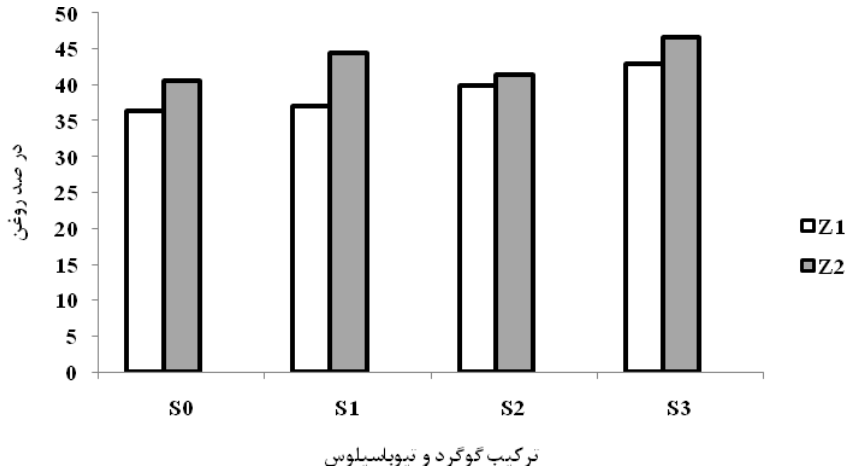


شکل ۲- اثر ترکیب گوگرد و تیوباسیلوس بر روی تعداد خورجین در بوته کلزا رقم RGS003



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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]



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

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 معنی‌دار بود. اثر کود روی نیز بر این صفت در سطح ۵ درصد معنی‌دار 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 تیوباسیلوس و مصرف ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلوس به ترتیب ۱۰۳۶۰ و ۹۸۱۰ کیلوگرم بود. تفاوت معنی‌داری بین دو تیمار S2 و S3 مشاهده نشد؛ بنابراین مصرف بالای ترکیب کود گوگرد و تیوباسیلوس تأثیر معنی‌داری بر عملکرد زیستی نداشت.

عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر ترکیب کود گوگرد و تیوباسیلوس قرار گرفت. بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌دار 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 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 معنی‌دار بود (جدول ۴). تأثیر گوگرد به همراه تیوباسیلوس بر عملکرد کاه معنی‌دار شد. مصرف سولفات روی نیز موجب افزایش معنی‌دار عملکرد کاه شد (جدول ۴).

یکی از صفات مهم در دانه‌های روغنی، درصد روغن می‌باشد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود گوگرد بر درصد روغن در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۴). اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر درصد روغن در سطح ۵ درصد معنی‌دار 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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

فاکتور، بیش‌ترین درصد روغن در ترکیب ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۴۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار و ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود روی حاصل شد (شکل ۴). مالهی 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 در صد روغن در تیمارهای گوگرد و روی معنی‌دار شد (جدول ۴).

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+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس موجب افزایش تمام اجزای عملکرد به‌استثنای 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+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار مؤثرتر از تیمارهای دیگر بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا بود.

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 برزگری 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، ۱۶(۲): ۱۷۸-۱۶۹.

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 ریزمغذی‌ها 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: ۶-۱.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

Asare, E., and Scarisbric, 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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]

Journal of Oil Plants Production, Vol: 2(2), 2016

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 Sayyedi[2]

[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

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-02]