



## تأثیر سطوح مختلف گوگرد و روی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS

### در منطقه گنبد

مایسا محبوبی<sup>۱</sup>، محمد یوسف ناصری<sup>۲</sup>، محمد صلاحی<sup>۳</sup>، هدیه مصنوعی<sup>۴\*</sup>

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۲- گروه خاک و آب، دانشکده کشاورزی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

۳- گروه خاکشناسی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۴- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱/۳۱

#### چکیده

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد به همراه تیوباسیلیوس و روی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مرکز تحقیقات گنبد اجرا شد. عامل اول، مصرف توأم گوگرد به همراه تیوباسیلیوس در چهار سطح (شاهد بدون مصرف گوگرد، ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S2)، ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۴۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S3)) و عامل دوم مصرف روی در دو سطح (عدم مصرف و مصرف ۲۰ کیلوگرم روی در هکتار) بود. نتایج نشان داد مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه شد. همچنین بیشترین وزن هزار دانه در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ۴/۲۸ گرم و کمترین وزن هزار دانه در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ۳/۴۶۵ گرم به دست آمد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد و روی بر طول غلاف معنی‌دار نبود. بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس (۲۹۲۹ کیلوگرم در هکتار) و مصرف ۲۰ کیلوگرم در هکتار کود روی (۲۴۳۰/۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل گردید.

واژه‌های کلیدی: تیوباسیلیوس، عناصر ریز مغذی، گوگرد

\* نگارنده مسئول: (hedieh\_mosanaiey@yahoo.com)

## مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) گیاه روغنی مهم دنیاست که سطح کشت آن در مناطق معتدل به سرعت در حال افزایش است (Basalma, 2008). در بین دانه‌های روغنی، کلزا دومین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا در جهان است. تولید کل جهانی کلزا ۶۱/۴ میلیون تن است که در حدود ۱۴٪ از میزان کل تولید جهانی دانه‌های روغنی که در حدود ۴۴۶/۳ میلیون تن می‌باشد را به خود اختصاص می‌دهد (FAO, 2010). نحوه تغذیه کلزا یکی از عوامل تأثیرگذار بر عملکرد دانه، درصد روغن و کیفیت دانه آن می‌باشد. روغن کلزا تنها روغن خوراکی است که حاوی اسیدهای چرب گوگرددار است. قسمت عمده ترکیب اسیدهای چرب روغن کلزا را اسیدهای چرب غیراشباع تشکیل می‌دهد (Ohara et al., 2009). استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی موردنیاز از گیاه می‌باشد، اما هزینه‌های زیاد مصرف این کودها، ایجاد آلودگی، تخریب محیط‌زیست و خاک نگران کننده می‌باشد. این در حالی است که توسعه کاربرد منابع گیاهی و دامی قابل تجدید و منابع بیولوژیک به جای منابع شیمیایی می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیک، مواد آلی خاک، سلامت بوم نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Zaidi et al., 2003).

اکسیداسیون بیولوژیکی گوگرد در خاک، عمدتاً توسط باکتری‌های تیوباسیلوس انجام می‌شود که معیت این باکتری‌ها در خاکهای ایران به دلیل پایین بودن میزان مواد آلی، عدم استفاده قبلی گوگرد و مایه تلقیح آن‌ها بسیار ناچیز می‌باشد (کریمی نیا و شهرستانی، ۱۳۸۲). بنابراین، چنانچه گوگرد عنصری در سطح خاک پخش و همراه با مواد آلی بلافاصله به زیرخاک جایگذاری شود، عمل اکسیداسیون گوگرد در جوار رطوبت و باکتری‌های تیوباسیلوس سریع‌تر انجام خواهد گرفت (حامدی و جعفری، ۱۳۸۶). روی به‌عنوان محدودکننده‌ترین عنصر کم‌مصرف در تولید گیاهان زراعی در بخش‌های مختلف جهان مطرح (Mandal et al., 2000). به‌کارگیری روی اثر بسیار زیادی بر فرآیندهای پایه گیاه مثل متابولیسم و جذب نیتروژن، افزایش کیفیت پروتئین، فتوسنتز، مقاومت در مقابل تنش‌های زیستی و غیر زیستی و محافظت در مقابل آسیب‌های اکسیداتیو دارد (Cakmak, 2008). مصرف توأم خاک‌پاش و برگ‌پاش روی و آهن در کلزا سبب افزایش عملکرد دانه، محتوای روغن و پروتئین دانه می‌شود (Bybordji & Mamedov, 2010). علما و همکاران (۱۳۹۲) عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه دو رقم کلزا تحت تأثیر کاربرد حاکی سطوح مختلف نیتروژن و روی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که سطوح نیتروژن و روی به‌طور معنی‌داری ارتفاع

همراه تیوباسیلوس اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین مقدار روغن در این تحقیق از تیمار ۵۰ کیلوگرم گوگرد به همراه تیوباسیلوس به میزان ۴۹/۶۶ درصد به دست آمد.

رحیمیان (۱۳۹۰) اثر گوگرد و تیوباسیلوس به همراه مواد آلی بر صفات کمی و کیفی کلزا را بررسی و گزارش کرد که بیش‌ترین میزان آهن در کلش و دانه به ترتیب با میانگین ۱۰۳/۳۳ و ۵۶/۶۷ میلی‌گرم در کیلوگرم مربوط به تیمار مصرف همزمان گوگرد تلقیح شده با تیوباسیلوس می‌باشد.

Mirzashahi *et al* (2010) گزارش کردند که مصرف گوگرد سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و روغن در کلزا شد. محلول‌پاشی عنصر روی همراه با مصرف فسفر در بادام‌زمینی سبب افزایش عملکرد، روغن و پروتئین دانه شد (Gobarah *et al.*, 2006). Bybordi and Malakouti (2007) دریافتند که کاربرد روی، اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه، مقدار روغن و وزن هزار دانه کلزا دارد و باعث افزایش این ویژگی‌ها می‌شود. (2002) Berglund گزارش کرد که محلول‌پاشی روی خصوصاً در مراحل رشد رویشی باعث افزایش عملکرد دانه می‌گردد. این بررسی به منظور ارزیابی تأثیر عناصر روی و گوگرد به صورت منفرد و ترکیبی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا و میزان جذب عناصر در دانه در شهرستان گنبد انجام شد.

گیاه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، روغن، کاه و کلش، ریشه و مقدار پروتئین را افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه و درصد پروتئین با کاربرد سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم نیتروژن و ۱۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روی به دست آمد. افزایش عملکرد دانه با افزایش تعداد خورجین در گیاه و تعداد دانه در خورجین رابطه داشت. افزایش مقدار گوگرد تا ۸۰ کیلوگرم در هکتار سبب افزایش درصد پروتئین دانه و کاهش درصد روغن دانه شد که ممکن است ناشی از وجود همبستگی منفی بین میزان روغن و پروتئین باشد (Hao *et al.*, 2004). محققین در مطالعه اثر گوگرد بر روی گیاه روغنی کلزا نشان دادند که کاربرد ۲۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار، عملکرد دانه و درصد روغن دانه را افزایش داد (حامدی و همکاران، ۱۳۸۶).

Ahmad *et al* (2007) دریافتند که افزایش تیمار گوگرد به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار، باعث افزایش روغن دانه در کانولا شد. محنت کش (۱۳۸۲) در بررسی مصرف گوگرد، تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی کلزا گزارش کرد که مصرف گوگرد به همراه تیوباسیلوس تا سطح ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه تا ۲۶۷۱ کیلوگرم در هکتار گردید ولی این مقدار با عملکرد تیمار ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف گوگرد به همراه تیوباسیلیوس و روی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS، آزمایشی در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در ۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان گنبد با ارتفاع از سطح دریا ۴۵ متر و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶

دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی اجرا شد.

قبل از اجرای آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد که بر اساس نتایج حاصله بافت خاک لوم رسی سیلتی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی به شرح ذیل می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (cm)	هدایت الکتریکی ds/m	pH	درصد مواد خنثی شونده	درصد کربن آلی	درصد نیتروژن کل	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	درصد رس	درصد ماسه	درصد لای
۰-۳۰	۷/۳	۸/۱	۲۲/۵	۱/۴۳	۰/۱۴	۱۸/۲	۲۰۰	۴۰	۲۲	۴۲

این آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل اول توأم گوگرد به همراه تیوباسیلیوس در چهار سطح (شاهد بدون مصرف گوگرد، ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S1)، ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S2)، ۲۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۴۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار (S3)) و عامل دوم مصرف روی در دو سطح (عدم مصرف و مصرف ۲۰ کیلوگرم روی در هکتار) بود. عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین با شخم، دو بار دیسک و تسطیح صورت گرفت. بر اساس تجزیه خاک کودهای فسفر و پتاس به مقدار

۵۰ کیلوگرم در هکتار از نوع اکسید فسفر و اکسید پتاس به ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم قبل از کاشت به زمین داده شد. نیتروژن لازم به مقدار ۷۵ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره به صورت یک سوم قبل از کاشت، یک سوم در مرحله شروع گلدهی استفاده شد. عملیات کاشت به صورت خطی و با دست انجام شد. هر کرت شامل ۶ خط کاشت به طول ۵ و عرض ۱/۴۴ متر بود. فاصله ردیف‌های کشت ۲۴ سانتیمتر و فاصله بوته در هر ردیف ۵ سانتیمتر (تراکم ۸۳۰ هزار بوته در هکتار) بود. در طول فصل رشد، تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفات مرتبط با مورفولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد از جمله ارتفاع بوته،

طول غلاف، تعداد شاخه فرعی، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف تعیین شد. وزن هزار دانه با محاسبه میانگین وزن ۴ تکرار صدتایی و ضرب کردن در عدد ۱۰ و عملکرد دانه و بیولوژیک از مساحت ۲ متر مربع تعیین گردید. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و جهت مقایسه میانگین صفات نیز از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده گردید. رسم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر ارتفاع بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ولیکن بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر روی ارتفاع بوته اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین ارتفاع بوته در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ارتفاع ۱۴۹/۷ سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ارتفاع ۱۳۰/۶ به دست آمد. بین تیمارهای کود روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). موسوی (۱۳۹۱) با بررسی اثر سطوح مختلف کود گوگرد بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه گزارش کرد، افزایش مصرف مقدار

گوگرد ارتفاع گیاه اسفرزه نیز افزایش یافت، به طوری که بیشترین ارتفاع گیاه از مصرف ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار (۳۴/۱۸ سانتی‌متر) به دست آمد، اما تفاوت معنی‌داری بین این تیمار با مصرف ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (۳۳/۴۲ سانتی‌متر) مشاهده نشد. کمترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد عدم مصرف گوگرد (۱۹/۰۱ سانتی‌متر) به دست آمد. رضوی پور و صبوری (۱۳۸۲) گزارش کردند که استفاده از کود گوگرد چه به شکل گرانول و چه به شکل پودری تلقیح شده با باکتری تیوباسیلیوس در افزایش ارتفاع ساقه، عملکرد دانه و درصد روغن کلزا نقش مؤثری ندارد. (Kherandish (2000) گزارش کرد که محلول‌پاشی سولفات روی بر روی گیاه سویا باعث افزایش تعداد دانه در غلاف و ارتفاع بوته می‌شود. جامسون و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند که مصرف کود روی به صورت محلول‌پاشی به مقدار یک لیتر در هکتار باعث افزایش ارتفاع سویا نسبت به شاهد گردید. بیشترین ارتفاع بوته از محلول‌پاشی ۱ لیتر روی ۵۷/۲ سانتی‌متر به دست آمد در حالی که ارتفاع بوته در محلول‌پاشی ۱/۵ لیتر کمتر از ۱ لیتر است. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان حاکی از آن است که افزایش ارتفاع گیاه ناشی از تأثیر روی، بر تعداد گره در ساقه اصلی می‌باشد (Rose et al., 2002; Thalooh et al., 2006).

### طول غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد، همچنین بین تیمارهای کود روی و اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر روی طول غلاف اثر معنی داری نداشت (جدول ۲). قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱)

طی آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند در صورت کاربرد همزمان گوگرد و کود میکروبی تیوباسیلوس، قطر ساقه، وزن غلاف، طول غلاف و عملکرد بیولوژیک در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلوس افزایش می یابد.

جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS

میانگین مربعات									
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	طول غلاف	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
بلوک	۲	۵۲/۷۹ <sup>NS</sup>	۰/۴۰۶ <sup>NS</sup>	۰/۰۹۹ <sup>NS</sup>	۱۸۱۵۲/۷۶۶ <sup>NS</sup>	۰/۷۵ <sup>NS</sup>	۰/۰۳۷ <sup>NS</sup>	۱۱۱۵۲۵/۱۶۷ <sup>NS</sup>	۱۲۵۳/۱۲۵ <sup>NS</sup>
کود گوگرد	۳	۳۷۶/۵۶۸ <sup>**</sup>	۰/۱۷۸ <sup>NS</sup>	۰/۹۸۶ <sup>**</sup>	۶۱۵۶۷/۱۶۳ <sup>**</sup>	۳۳/۲۶۹ <sup>**</sup>	۰/۸۰۹ <sup>**</sup>	۳۲۷۴۸۷۳/۶۶۷ <sup>**</sup>	۱۸۶۴۰۱۲/۱۵۳ <sup>**</sup>
کود روی	۱	۰/۱۵ <sup>NS</sup>	۰/۸۴۴ <sup>NS</sup>	۰/۲۲ <sup>NS</sup>	۱۶۵/۹ <sup>*</sup>	۰/۲۸۲ <sup>NS</sup>	۰/۰۲۴ <sup>NS</sup>	۴۶۲۵۹۲/۶۶۷ <sup>*</sup>	۳۳۷۲۵۱/۰۴۲ <sup>*</sup>
گوگرد × روی	۳	۱۱۱/۱۲۸ <sup>NS</sup>	۰/۰۵۸ <sup>NS</sup>	۰/۰۰۹ <sup>NS</sup>	۲۶۰۰/۴۸۲ <sup>**</sup>	۲/۲۵۶ <sup>NS</sup>	۰/۰۱۳ <sup>NS</sup>	۴۹۹۱۴/۷۷۸ <sup>NS</sup>	۷۸۶۷/۷۰۸ <sup>NS</sup>
خطا	۱۴	۵۱/۹۲	۰/۲۳۴	۰/۳۸۲	۲۱۲۱/۰۶۳	۱/۴۰۶	۰/۰۲	۲۱۰۰۰/۷۸۶	۶۹۳۱/۶۹۶
ضریب تغییرات (%)	-	۵/۱۵	۶/۹۳	۱۱/۲۱	۱۶/۲۳	۴/۲۶	۳/۷۱	۱/۴۳	۳/۶۰

NS، \* و \*\* به ترتیب به مفهوم عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد می باشند.

### تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. در تیمارهای کود روی از نظر این صفت تفاوت معنی داری مشاهده نشد. اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و کود روی بر تعداد شاخه فرعی اثر معنی داری نداشت (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه فرعی در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد + ۲۰ کیلوگرم تیوباسیلوس در هکتار با تعداد ۵۳/۶ شاخه

فرعی و کمترین شاخه فرعی در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با تعداد ۴/۶۸ به دست آمد. در بین تیمارهای کود روی اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۳). افزایش تعداد شاخه فرعی و غوزه در بوته گلرنگ با کاربرد گوگرد توسط Chaudhary and Dass (1996) و Ravi et al (2008) گزارش شده است. مصطفوی راد و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند، مصرف گوگرد در کلزا به طور معنی داری تعداد شاخه فرعی را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد

## جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد کلزا رقم RGS

تیمارها	ارتفاع بوته (سانتی- متر)	تعداد شاخه فرعی	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
Z <sub>1</sub>	۱۳۹/۹a	۵/۴۱a	۱۰۰/۴b	۲۷/۷۵a	۳/۷۴۰a	۹۹۸۲/۵b	۲۱۹۳/۳b
Z <sub>2</sub>	۱۳۹/۷a	۵/۶۰a	۱۲۵/۸a	۲۷/۹۶a	۳/۸۰۰a	۱۰۲۶۰/۱a	۲۴۳۰/۴a
کود گوگرد							
S <sub>0</sub>	۱۳۰/۶c	۴/۶۸c	۸۳/۶c	۲۵/۱۸d	۳/۴۶۵c	۹۲۹۸/۰d	۱۵۹۵/۰d
S <sub>1</sub>	۱۳۸/۱bc	۵/۰۶bc	۱۰۵/۳b	۲۶/۸۷c	۳/۵۴۷c	۹۸۱۰/۰c	۲۲۳۵/۰c
S <sub>2</sub>	۱۴۹/۷a	۶/۵۳a	۱۲۶/۴a	۳۰/۶۳a	۴/۲۸۰a	۱۱۰۲۰/۰a	۲۹۲۹/۰a
S <sub>3</sub>	۱۴۱/۰ab	۵/۷۶b	۱۱۰/۷b	۲۸/۷۵b	۳/۸۱۷b	۱۰۳۶۰/۰b	۲۴۸۸/۰b

میانگین‌ها دارای حروف مشترک برای هر ستون و هر عامل بر اساس آزمون LSD در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارد.

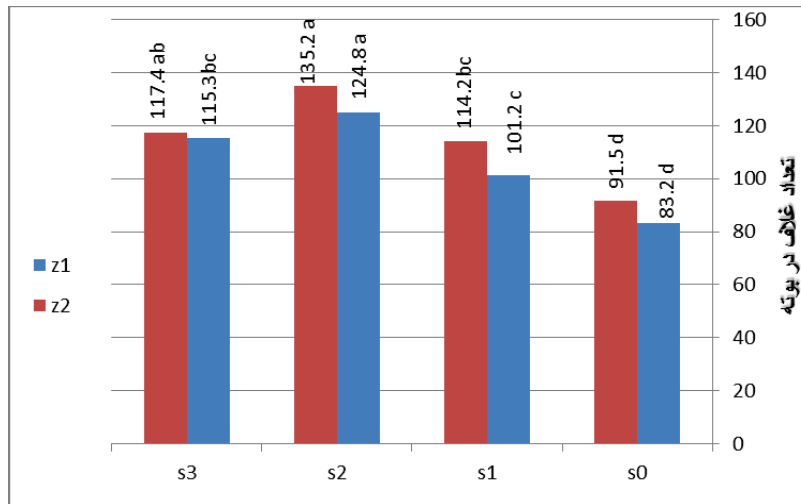
## تعداد غلاف در بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر تعداد غلاف در بوته در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ مشاهده شد (جدول ۲). در بین تیمارهای کود روی اختلاف معنی‌داری مشاهده شد، به طوری که تیمار مصرف روی با ۱۲۵/۸ عدد غلاف در بوته برتری معنی‌داری به میزان ۲۵/۴ عدد در بوته نسبت به تیمار بدون کود روی داشت. اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و روی بر روی تعداد غلاف در بوته اثر معنی‌داری داشت (جدول ۳). بیشترین تعداد غلاف در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با تعداد ۱۲۶/۴ غلاف و کمترین تعداد غلاف در

کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد. وجود عنصر روی در مناطق مریستمی، به علت کارایی آن در تولید هورمون اکسین در کلزا باعث افزایش تعداد شاخه جانبی می‌شود (Tandon, 1999).  
Devi et al (2012) گزارش کردند که افزایش تعداد شاخه جانبی در سویا با مصرف بور و گوگرد به دلیل نقش عنصر گوگرد در فرآیندهای رشد و نمو گیاه و ساختمان اسیدهای آمینه و فرآیند تفکیک بافت از سلول‌های مولد مریستمی و عنصر بور سبب افزایش تقسیم سلولی و انتقال مواد فتوسنتزی و تنظیم‌کننده‌های رشد از منبع به مخزن می‌شود

گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار و مصرف کود روی حاصل شد (شکل ۱).

تیمار بدون مصرف کود گوگرد با تعداد ۸۳/۶ به دست آمد (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل، بیشترین تعداد غلاف در بوته (۱۳۵/۲ عدد) در تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم



شکل ۱- اثر متقابل گوگرد × روی بر روی تعداد غلاف در بوته

Kherandish (2000) گزارش کرد که

محلول پاشی سولفات روی بر گیاه سویا باعث افزایش تعداد دانه در غلاف، تعداد غلاف در دانه و ارتفاع بوته می‌شود.

Diepenbrock (2000) گزارش کرد که تعداد غلاف در بوته در عملکرد دانه کلزا مؤثر است و این ویژگی تحت تأثیر بقای شاخه‌ها، غنچه‌ها و گل‌ها است. افزایش سطح سبز غلاف‌ها موجب رشد بیشتر بذر شده و دانه کمتر سقط می‌گردد. مصرف گوگرد در کلزا باعث افزایش تعداد غلاف در بوته شده که دلیل آن می‌تواند به نقش مهم گوگرد در بهبود فرایند فتوسنتز

تعداد غلاف در بوته یکی از مهم‌ترین اجزای تشکیل دهنده عملکرد است. اصولاً این صفت مشخصه تعیین‌کننده پتانسیل عملکرد کلزا است، چون غلاف‌ها از یک طرف در برگیرنده تعداد دانه‌ها بوده و از طرف دیگر تأمین‌کننده مواد فتوسنتزی موردنیاز دانه‌ها و تعیین‌کننده وزن آن‌ها است. گوگرد تعداد شاخه جانبی، تعداد غلاف در بوته (Rathore and Manohar, 1989) و عملکرد دانه (Nepalia and Sarhoa, 1992) را افزایش می‌دهد.



باشد (Marschner, 1995). عملکرد دانه در کلزا ناشی از تغییر در تعداد شاخه‌های فرعی و تعداد خورجین در بوته است. بنابراین، تعداد خورجین در بوته جزء اصلی عملکرد و تعداد دانه در خورجین نیز از دیگر اجزای مهم عملکرد دانه در بوته کلزا معرفی شده است (Ozer, 2003 ; Diepenbrock, 2000) به نظر می‌رسد که عنصر روی با افزایش میزان فتوسنتز و متابولیسم گیاهی باعث توسعه گرده‌افشانی گیاه شده و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد (امیدیان، ۱۳۹۱).

### تعداد دانه در غلاف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر تعداد دانه در غلاف در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود ولی بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و روی بر روی تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در غلاف در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با تعداد ۳۰/۶۳ دانه و کمترین تعداد دانه در غلاف در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با تعداد ۲۵/۱۸ به دست آمد. در بین تیمارهای کود روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). هر چه تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد، مخزن بزرگ‌تری برای مواد متابولیکی تولید

شده و هر عاملی که باعث افزایش این پارامتر شود، باعث افزایش عملکرد می‌شود (ناصری، ۱۳۷۰). کاربرد گوگرد نیز موجب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در غلاف شده و بیشترین میزان نیز در تیمار ۴۵۰۰ کیلوگرم گوگرد عنصری در هکتار همراه با تیوباسیلیوس به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد ۴/۵۲ درصد افزایش یافت. تعداد دانه در غلاف از اجزای مهم عملکرد در بوته کلزا محسوب می‌شود (Diepenbrock, 2000). مصرف همزمان ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد تلقیح شده با تیوباسیلیوس، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن کلزا را به ترتیب به میزان ۳۸/۱۴، ۲۳/۸، ۲۸/۳ و ۵/۲۶ نسبت به شاهد افزایش داده است (رحیمیان، ۱۳۹۰). Banks (2004) با بررسی محلول‌پاشی روی در مراحل مختلف رشدی سویا بیان داشتند، استفاده از کودهای حاوی روی حدوداً ۴ تا ۶ هفته بعد از کاشت باعث افزایش تعداد دانه در غلاف گردیده، درحالی که مقادیر مختلف محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری از لحاظ آماری بر تعداد دانه در غلاف نداشته است. تأثیرات مثبت گوگرد بر فتوسنتز و متابولیسم گیاه و تقویت گیاه در مرحله زایشی تشکیل دانه را تحریک می‌کند و در نتیجه تعداد دانه در خورجین افزایش می‌یابد. عنصر روی در سنتز پروتئین لوله‌گرده به هنگام گرده‌افشانی شرکت می‌کند که این موضوع به

افزایش عمل گرده‌افشانی و تشکیل بیشتر دانه می‌انجامد (Marschner, 1995). در بررسی دیگر محققان مشاهده شده که مصرف گوگرد و روی سبب افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته و دانه در خورجین می‌شود (Sharifi, 2010; Ahmadi, 2012).

### وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر وزن هزاردانه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. ولی بین تیمارهای کود روی و اثر متقابل دو عامل کود گوگرد و روی بر روی وزن هزار دانه معنی‌دار نگردید (جدول ۲). بیشترین وزن هزاردانه در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با ۴/۲۸ گرم و کمترین وزن هزاردانه در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با ۳/۴۶۵ گرم به‌دست آمد. در بین تیمارهای کود روی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳).

گیاه کلزا خاصیت جبرانی زیادی دارد و کاهش در یکی از اجزای عملکرد به وسیله اجزای دیگری از عملکرد جبران می‌شود. عوامل محیطی نقش مهمی را در توسعه خاصیت جبرانی کلزا بازی می‌کند. با افزایش تعداد غلاف در هر مترمربع، کاهش نسبی تعداد دانه در غلاف و افزایش وزن هزاردانه حاصل شد. طولانی‌شدن دوره پرشدن دانه دلیل اصلی افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌باشد. به‌کارگیری مقدار متعادلی از گوگرد و نیتروژن

در کلزا، تولید مطلوبی از تعداد، اندازه و طول غلاف در گیاه می‌کند و با فتوسنتز غلاف‌های بزرگ‌تر در پایان مرحله رشد دانه‌های سنگین‌تر تولید می‌شوند (Sattar *et al.*, 2011). افزایش وزن هزار دانه با مصرف عناصر ریزمغذی به دلیل اثرات مثبت این عناصر بر انتقال آسیمیلات، فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی، تشکیل کلروفیل و بهبود رشد گیاه می‌باشد. (Movahhedy-Dehnavy *et al.*, 2009) (Engqvist and Becker (1993) گزارش کردند که مهم‌ترین صفت برای انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد زیاد در کلزا وزن هزار دانه می‌باشد، زیرا این صفت از اجزای عملکرد در کلزا بوده و خیلی آسان‌تر از عملکرد تخمین زده می‌شود و وراثت‌پذیری بالایی دارد. بررسی‌های متعدد نشان داده که بین ارقام مختلف خانواده *Brassicaceae* از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری وجود دارد (El-Habbasha & Abd El- Salam, 2010). به‌نظر می‌رسد که افزایش وزن هزار دانه بر اثر مصرف روی به دلیل افزایش مواد ذخیره‌شده باشد که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه می‌گردد (امیدیان، ۱۳۹۱). در آزمایش فرجی (۱۳۸۹) رابطه بین وزن هزار دانه و طول دوره پر شدن دانه به خصوص برای ژنوتیپ‌های کلزای بهاره بسیار قوی بود. بررسی‌های (Asare and Scarisbric (1995) معنی‌دار وزن هزار دانه کلزا در نتیجه مصرف گوگرد می‌باشد.

تیمارهای گوگردی بدون تیوباسیلیوس افزایش می‌یابد.

### عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی کود گوگرد بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪/ معنی‌دار بود. همچنین بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل دوگانه کود گوگرد و روی بر روی عملکرد دانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با عملکرد ۲۹۲۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با عملکرد ۱۵۹۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در بین تیمارهای کود روی بیشترین عملکرد دانه با ۲۴۳۰/۴ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳).

به‌طور کلی گوگرد برای عملکرد مطلوب دانه در تمام گونه‌ها و ارقام کانولا ضروری و نیاز آن به گوگرد حدود سه برابر بیشتر از غلات می‌باشد (Malhi et al., 2007). در مطالعه گوگرد بر روی کلزا در هندوستان، گزارش شده است که کاربرد منابع مختلف گوگرد در مرحله قبل از گلدهی سبب افزایش عملکرد دانه و درصد روغن گردید (Sharma et al., 1991). در بررسی اثر گوگرد بر عملکرد ارقام کلزا، حداکثر

وزن هزار دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد محسوب می‌شود که از یک سو به میزان مواد فتوسنتزی موجود، بویژه 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).

### عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر اصلی کود گوگرد بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود و بین تیمارهای کود روی از نظر این صفت در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل دو عامل گوگرد و روی بر عملکرد بیولوژیک اثر معنی‌داری نگردید (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم گوگرد+۲۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار با عملکرد ۱۱۰۲۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار در تیمار بدون مصرف کود گوگرد با عملکرد ۹۲۹۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. در بین تیمارهای کود روی، بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار ۲۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۳). قربانی نصرآبادی و همکاران (۱۳۸۱) طی آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند در صورت کاربرد همزمان گوگرد و کود میکروبی تیوباسیلیوس، میانگین وزن دانه، وزن غلاف، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تمام سطوح گوگرد نسبت به شاهد بدون گوگرد و یا

رشت مناسب به نظر می‌رسد. با افزایش مصرف سطوح گوگرد و روی در برنج تعداد پانیکول در مترمربع، تعداد دانه در پانیکول و عملکرد دانه روند افزایشی داشت (Singh *et al.*, 2012). در یک آزمایش گلخانه‌ای، مصرف روی باعث افزایش عملکرد دانه در کلزا شد، به طوری که در تیمار روی و شاهد عملکرد دانه به ترتیب ۱۵/۶ و ۱۳/۵ گرم در هر بوته به دست آمد (Grewal and Graham, 2007). روی اثر مطلوبی بر فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها دارد و سبب انتقال بهتر مواد فتوسنتزی می‌شود. از طرف دیگر، شکل‌گیری اندام‌های جنسی نر و ماده و فرایند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی، مختل شد و به کاهش عملکرد بر اثر کاهش تولید ایندول استیک اسید انجامید (Yang *et al.*, 2009). کمبود روی در خاک ممکن است منجر به کاهش رشد و تعداد شاخه در گیاه و همچنین معیوب شدن رشد ریشه شود. از طرف دیگر، متابولیسم کربوهیدرات‌ها را تحت تأثیر قرار داده، ساختمان گرده را تخریب کرده و در نهایت می‌تواند عملکرد دانه کلزا را کاهش دهد (Cakmak, 2008; Ahmadi, 2010). مرشدی و نقیسی (۱۳۸۳) گزارش کردند که روی در سنتز پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره آن در این اندام شده که این امر منجر به افزایش گرده‌افشانی و تشکیل بیشتر دانه می‌شود.

عملکرد دانه در شرایط مصرف ۲۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار گزارش شده است (Jackson, 2000) محققین متعددی گزارش کرده‌اند که واکنش ارقام و گونه‌های مختلف کلزا از نظر صفات مختلف نظیر اجزای عملکرد، غلظت روغن و پروتئین دانه به کوددهی گوگرد متفاوت بود (Grant *et al.*, 2003; Malhi *et al.*, 2007) بسیاری از محققان نیز نشان دادند که کاربرد باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد (*Thiobacillus spp.*) موجب افزایش عملکرد، پروتئین و روغن دانه کنجد-EL (Habbasha *et al.*, 2007) و پروتئین دانه گندم (Shinde *et al.*, 2004) گردید. حبیبی و همکاران (۱۳۹۴) تأثیر عناصر گوگرد، بور و روی بر عملکرد، غلظت عناصر و کیفیت دانه کلزا را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که بیشترین مقدار عملکرد دانه به میزان ۴۱۵۷/۶ کیلوگرم در هکتار متعلق به تیمار بور+روی+گوگرد بود که نسبت به شاهد ۴۸/۷ درصد افزایش عملکرد داشت. بیشترین میزان جذب عناصر بور، روی و گوگرد به ترتیب به میزان ۱۵/۷، ۲۶/۳۸، ۵۷۷/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار ترکیب توأم بور، روی، گوگرد و کمترین میزان جذب در شاهد به دست آمد. نتایج این بررسی نشان داد که تیمار ترکیب دوگانه عناصر بر و گوگرد از نظر تولید عملکرد دانه و مقدار روغن کلزا در شرایط آب و هوایی

## نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که کود گوگرد و روی تأثیر چشم‌گیری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد کلزا دارد. مصرف ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد+۱۰ کیلوگرم تیوباسیلیوس در هکتار و مصرف ۲۰ کیلوگرم کود روی، باعث افزایش اجزای عملکرد شد که این افزایش در اجزای عملکرد در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه گردید.

## منابع

- حبیبی، م.، م. مجیدیان، ط. شجاع و م. ربیعی. ۱۳۹۴. تأثیر عناصر گوگرد، بور و روی بر عملکرد، غلظت عناصر و کیفیت دانه کلزا (*Brassica napus* L.). نشریه تولید گیاهان روغنی ۲(۲): ۱۲-۱.
- رحیمیان، ز. ۱۳۹۰. اثر گوگرد و تیوباسیلوس به همراه ماده آلی بر صفات کمی و کیفی کلزا. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۳(۱۲): ۲۶-۲۰.
- رضوی‌پور، ت، و ص. صبوری. ۱۳۸۲. بررسی تأثیر گوگرد پودری با و بدون باکتری تیوباسیلیوس بر روی عملکرد کلزا. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۶۰-۵۸.
- علما، و.، ع. رونقی، ن. کریمیان، ج. یثربی، ر. حمیدی، و م. توجه. ۱۳۹۲. مقایسه عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه (مقدار روغن و پروتئین) دو رقم کلزا تحت تأثیر کاربرد خاکی سطوح مختلف نیتروژن و روی. مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای. ۴(۱۶): ۹۸-۸۳.
- فرجی، ا. ۱۳۸۹. برآورد اثر عوامل محیطی در دوره پر شدن دانه بر وزن دانه در گونه‌های مختلف براسیکا (*B. napus* L., *B. rapa* L., ) (*B. juncea* L.). مجله به زراعی و نهال بذر. ۲۶(۳): ۳۲۸-۳۱۷.
- امیدیان، ا.، س. سیادت، ر. ناصری، و م. مرادی. ۱۳۹۱. اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد، میزان روغن و پروتئین دانه چهار رقم کلزا. مجله علوم. ۱۴(۱): ۲۸-۱۶.
- جامسون، م.، س. گالشی، م. پهلوانی، و ا. زینلی. ۱۳۸۸. بررسی اثر محلول‌پاشی روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه دو رقم سویا در کشت تابستانه. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی ۱۱۶(۱): ۲۵-۱۸.
- 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، ص ۱۱۳ تا ۱۱۷.

- مرشدی، آ و ح. نقیعی. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی مس و روی بر عملکرد و خواص کیفی دانه کلزا. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۱(۳): ۲۲-۱۵.
- ناصری، ف. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی (ترجمه). انتشارات معاونت فرهنگی آستان قدس رضوی. ۸۲۳ ص.
- Ahmadi, M.** 2010. Effect of zinc and nitrogen fertilizer rates on yield and yield components of oilseed Rape (*Brassica napus* L.). American- Eurasian Journal Agriculture and Environment Science. 7(3): 259-264.
- Ahmad, G., A. Jan, M. Arif, M. T. Jan, and R. A. Khattak.** 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. Journal of Zhejiang University Science B. 8(10):731-737.
- Asare, E and H. Scarisbric.** 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components, and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Field Crops. 44(1):41-46.
- Banks, L. W.** 2004. Effect of timing of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 22(116): 226-231.
- قربانی نصرآبادی، ر، ن. صالح راستین، و ح. علیخانی. ۱۳۸۱. بررسی تأثیر کود میکروبی گوگرد بر تثبیت نیتروژن و شاخص‌های رشد سویا. مجله علوم خاک و آب ۱۶(۲): ۱۷۸-۱۶۹.
- کریمی‌نیا، آ و م. شهرستانی. ۱۳۸۲. ارزیابی توان اکسایش گوگرد توسط میکروارگانیزم‌های هتروتروف در خاک‌های مختلف. مجله علوم خاک و آب. ۱(۱۷): ۷۹-۶۹.
- گیلانی، ب. ۱۳۷۷. بررسی اثرات تراکم و سن نشاء بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم برنج در شرایط خوزستان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه شهید چمران، دانشکده مجتمع آموزشی و پژوهشی ورامین، ۲۳۹ ص.
- محنت‌کش، ع. ۱۳۸۲. بررسی مصرف گوگرد و تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد کمی و کیفی کلزا. هشتمین کنگره علوم خاک ایران. ۸۶-۸۴.
- مصطفوی‌راد، م.، ز. طهماسبی سروستانی، س. م. مدرس ثانوی، و ا. قلاوند. ۱۳۹۱. ارزیابی برخی صفات زراعی کلزا تحت تأثیر کاربرد مقادیر مختلف گوگرد. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. ۱۰(۳): ۵۰۲-۴۹۵.

- Devi, K. N., L. N. K. Singh, M. S. Singh, S. B. Singh, and K. K. Singh.** 2012. Influence of sulphur and boron fertilization on yield, quality, nutrient uptake and economics of soybean (*Glycine max*) under upland conditions. *Journal of Agricultural Science*. 4(4): 421-431.
- Diepenbrock, W.** 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A review. *Field Crop Research*. 67:35-49.
- El-Habbasha, S. F. and M. S. Abd El-Salam.** 2010. Response of two canola varieties (*Brassica napus* L.) to nitrogen fertilizer levels and zinc foliar application. *Intl. J. Acad. Res.* 2(2): 60-66.
- EL-Habbasha, S. F., M. S. Abdel-Salam, and M. O. Kabesh.** 2007. Response of two sesame varieties (*Sesame indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal of Agriculture and Biology Sciences*. 3: 563-571.
- Engqvist, G. M. and H. C. Becker.** 1993. Correlation studies for agronomic characters in segregating families of Spring oilseed (*Brassica napus* L.). *Hereditas*, 118: 211-216.
- FAO.** 2010. Food outlook. Global Market Analysis. Available online at: <http://www.fao.Food outlook.com>
- Gobarah, M. E., M. H. Mohamed, and M. M. Tawfik.** 2006. Effect of phosphorus fertilizer and foliar spraying with zinc on growth, yield and quality of groundnut under reclaimed sandy soils.
- Basalma, D.** 2008. The correlation and path analysis of yield and yield components of different winter rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Res. J. Agric. Biolo. Sci.* 4: 120-125.
- Berglund, D. R.** 2002. Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota. Published in cooperative and with support from the North Dakota Soybean Council. 136p.
- Bybordi, A. and M. J. Malakouti.** 2007. Effects of zinc fertilizer on the yield and quality of two winter varieties of canola crops; Improving crop production and human health, 24 -26 May, Istanbul, Turkey.
- Bybordi, A. and G. Mamedov.** 2010. Evaluation of application methods efficiency of zinc and iron for canola (*Brassica napus* L.). *Notulae Scientia Biologicae*. 2(1):94-103.
- Cakmak, I.** 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil*. 302(1-2): 1-17.
- Chaudhary, H. P. and S. K. Dass.** 1996. Effect of P.S., and Mo application on yield of rainfed black gram and their residual effect on safflower and soil water conservation in an eroded soil. *J. Ind. Soc Soil Sci.* 44(4):741-745.

- Mandal, B., G. C. Hazra, and L. N. Mandal.** 2000. Soil management influence on zinc desorptions for rice and maize nutrition. Soil Science Society of America Journal. 64(5):1699-1705.
- Marschner, H.** 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic press, London.
- Mirzashahi, K., M. Pishdarfaradaneh, and F. Nourgholipour.** 2010. Effects different rates of nitrogen and sulphur application on canola yield in north of Khuzestan. Journal Research Agriculture Science. 6(2): 107- 112.
- Movahhedy-Dehnavy, M., S. A. M. Modarres-Sanavy, and A. Mokhtassi-Bidgoli.** 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products. 30(1): 82- 92.
- Nepalia, V. and M. S. Sarhoa.** 1992. Interactive effects of nitrogen, sulfur and row spacing on the grain and oil yield of Toria. Indian Ann Arid Zone. 81: 77-78.
- Ohara, N., Y. Naito, K. Kasama, T. Shindo, H. Yoshida, T. Nagata, and H. Okuyama,** 2009. Similar changes in clinical and pathological parameters in Wistar Kyoto rats after a 13-week dietary intake of canola oil or fatty acid composition-based interesterified canola oil mimic. Food Chem. Toxicol. 47: 157-162.
- Ozer, H.** 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. Eur. J. Agron. 19: 453-463.
- Journal of Applied Science Research. 2(8): 491- 496.
- Grant, C. A., G. W. Clayton, and A. M. Johnston.** 2003. Sulphur fertilizer and tillage effects on canola seed quality in the Black soil zone of western Canada. Canadian Journal of Plant Science. 83: 745-758.
- Grant, C. A. and L. D. Baily.** 1998. Fertility management in canola production. Canadian Journal of Plant Science. 73(3): 651-670.
- Grewal, H. S. and R. D. Graham.** 2007. Seed zinc content influences early vegetative growth and zinc uptake in oilseed rape (*Brassica napus* L. and *Brassica juncea* L.) genotypes on zinc-deficient soil. Plant and Soil. 193: 171-179.
- Hao, X., C. Chang, and G. J. Travis.** 2004. Effect of long term cattle manure application on relation between nitrogen and oil content in canola seed. Journal of Plant Nutrition and Soil Science. 167: 214-215.
- Jackson, G. D.** 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agronomy Journal. 92: 644-649.
- Kherandish, M.** 2000. Study of effects of Zincsolate on soybean yield. Research center of oil seeds Company. Publisher. pp: 82-93.
- Malhi, S. S., Y. Gan, and J. P. Raney.** 2007. Yield, seed quality and sulphure uptake of Brassica oilseed crops in response to sulfur fertilization. Agronomy Journal. 99: 570-577.



- Sharma, D. N., V. K. Khadar, R. A. Sharma, and D. Singh.** 1991. Effect of different doses and sources of sulphur on the quality and yield of mustard (*Brassica juncea* L.). Journal of Indian Society of Soil Science. 39: 197-200.
- Tandon, H. L. S.** 1999. Micronutrients in soils, crops and fertilisers. A source book-cum-directoy. Fertilizer Development and Consultation Organization Publisher. New Delhi. 177 p.
- Thalooth, A. T., M. M. Tawfik, and H. Magda Mohamed.** 2006. A comparative study on the effect of foliar application of zinc, potassium, and magnesium on growth, yield and some chemical constituents of Mung bean plants growth under water stress condition. World Journal and Agricultural Science, 2:1. 37-46.
- Yang, M., L. Shi, F. S. Xu, J. W. Lu, and Y. H. Wang.** 2009. Effects of B, Mo, Zn and their interactions on seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Pedosphere. 19(1): 53-59.
- Zaidi, A., M. Saghir Khan, and M. D. Amil.** 2003. Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Eur. J. Agron. 19:15-21.
- Rathore, P. S. and S. S. Manohar.** 1989. Response of mustard to nitrogen and sulphur. Ind. J. Agron. 34: 336-336.
- Ravi, S., H. T. Channal, N. S. Hebsur, B. N. Patil, and P. R. Dharmatti.** 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Karnataka J. Agric. Sci. 21(3): 382-385.
- Rose, L. A., W. L. Feltion, and L. W. Banks.** 2002. Responses of four soybean variations to foliar zinc fertilizer. Australian Journal at Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 21: 236-240.
- Sattar, A., M. A. Cheema, M. A. Wahid, M. F. Saleem, and M. Hassan.** 2011. Interactive effect of sulphur and nitrogen on growth, yield and quality of canola. Crop and Environment. 2(1): 32-37.
- Singh, A. K., M. K. Meena, and A. Upadhyaya.** 2012. Effect of sulphur and zinc on rice performance and nutrient dynamics in plants and soil of indo genetic plains. Journal of Agricultural Science. 4(11): 162-170.
- Sharifi, S. R.** 2012. Study of yield, yield attribute and dry matter accumulation of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in relation to sulfur fertilizer. Agriculture and Crop Sciences. 4(7): 409-4150



## Effects of different sulfur and zinc levels on growth, yield and yield components of canola RGS cultivar in Gonbad region

M. Mahbobi<sup>1</sup>, M.Y. Naseri<sup>2</sup>, M. Salahi<sup>3</sup>, H. Mosanaiey<sup>4\*</sup>

1. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
2. Department of soil and water, Faculty of Agriculture, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Iran.
3. Department of soil, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
4. The member of Young Researchers and Elite Club, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.

### Abstract

Due to study the effects of different sulfur and zinc levels on growth, yield and yield components of canola RGS cultivar, a factorial experiment based on randomized complete blocks design with three replications in Gonbad Research Center was done. The factors contains: sulfur and thiubacillus application at 4 levels (S0= control without consumption sulfur, S1 =500 kg/ha sulfur +10 kg/ha thiubacillus, S2=100 kg/ha sulfur +20 kg/ha thiubacillus, S3=2000 kg/ha sulfur +40 kg/ha thiubacillus) and zinc fertilizer at two levels (Non consumption and 20 kg/ha zinc consumption). The result show that the 1000 kg/ha sulfur +20 kg/ha thiubacillus, increased the plant height, numbers of branch, number of pods per plant, biological yield and grain yield. Also the highest 1000 seed weight (4.28 g) was obtain in 1000 kg/ha sulfur and 20 kg/ha thiubacillus and the lowest one in treatment without sulfur fertilizer consumption (3.465 g) were conducted. Based on the variance the main effects of sulfur fertilizer and zinc fertilizer treatment were not significant. The highest grain yield at 1000 kg/ha sulfur + 20kg thiubacillus (2929 kg/ha) and 20 kg/ha zinc consumption (2430.4 kg/ha) were gained.

**Keywords:** Macronutrient, Rapeseed, Thiubacillus

---

\* Corresponding author (hedieh\_mosanaiey@yahoo.com)