دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

مدیریت کاربرد گوگرد بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد لاین امیدبخش L17 کلزا

ثریا قاسم‌بیکی[۱]، پرستو مجیدیان[۲]، ولی‌اله رامئه[۳]، مهیار گرامی[۴] و بهرام مسعودی[۵]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، بیوتکنولوژی کشاورزی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی سنا، ساری، ایران
۲- استادیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران (نویسنده مسوول:parastoomajidian63@gmail.com)
۳- دانشیار، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۴- استادیار، علوم باغبانی، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی سنا، ساری، ایران
۵- استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۷/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۸
صفحه: ۲۰۵ تا ۲۱۵

چکیده

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر عنصر گوگرد بر صفات مورفولوژیکی لاین امید بخش L17 کلزا در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران-ایستگاه تحقیقات زراعی بابع کلا در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۸- ۱۳۹۷ اجرا گردید. در این تحقیق، صفات مختلف از جمله ارتفاع گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد کل خورجین، تعداد بذر در خورجین، ارتفاع کمباین‌گیر، ارتفاع خورجین، و عملکرد دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که اثر تمام تیمارهای گوگرد بر روی صفات مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین صفات مورد بررسی بیانگر آن بود که تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد بیشترین اثر را بر روی صفات فوق‌الذکر نشان دادند. به‌علاوه، نتایج همبستگی نشان داد که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار با وزن هزار دانه (۰/۸۳۱)، تعداد کل خورجین (۰/٦۷۲) و تعداد خورجین در ساقه اصلی (۰/٦٤۹) داشت. بنابراین می‌توان از این صفات به‌عنوان معیار انتخاب در برنامه‌های به‌زراعی لاین امید بخش L17 کلزا استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، گوگرد، همبستگی، مورفولوژیکی

مقدمه

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهم در جهان به‌شمار می‌آید که دانه آن دارای بیش از ۴۰ درصد روغن و کنجاله آن سرشار از پروتئین می‌باشد (۱). از مهمترین کشورهای تولیدکننده کلزا می‌توان به‌ترتیب به چین، کانادا، هندوستان، آلمان اشاره نمود که بیش از ۶۵ درصد کلزای جهان را تولید می‌کنند (۵). دانه روغنی کلزا از سال‌های گذشته به ایران وارد شده است. به‌طوری که در سال ۹۷-۹۶، سطح زیر کشت کلزا در کشور ۱۰۷۵۶ هکتار با تولید سالانه ۱۱۹۶۰ تن در هکتار گزارش شد (آمارنامه جهاد کشاورزی، ۹۷).

در میان استان‌های مختلف، استان مازندران دومین استان تولید کننده کلزا در کشور محسوب می‌شود که در سال ۹۷ با تولید ۳۲۰۰۰ تن در هکتار نقش مهمی در تولید و تأمین روغن کشور ایفاء کرده است (۲۷). کشت کلزا در مازندران به‌دلیل سازگاری مناسب این گیاه به شرایط آب و هوایی منطقه، داشتن جایگاه ویژه بین محصولات پاییزه گندم و جو به‌ویژه در سال‌های خشکسالی و داشتن پتانسیل کشت دوم بعد از برداشت برنج، باعث بالابردن درآمد زارعین، اثرات مثبت اجتماعی و اقتصادی در منطقه شده است. بنابراین، مهمترین هدف اصلاح ارقام کلزا از نظر افزایش عملکرد دانه و میزان روغن می‌باشد که این صفات تحت تأثیر عوامل ژنتیکی، تغذیه مناسب، ویژگیهای فیزیولوژیک رشد و نمو و به زراعی قرار می‌گیرند (۴۲،۲۸).

استفاده از کودهای شیمیایی معدنی سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه می‌باشد (۲). در میان عناصر غذایی مختلف، گوگرد یکی از عناصر غذایی پرمصرف و ضروری برای گیاه می‌باشد که کمبود آن نه تنها عملکرد را در نتیجه تغذیه نامناسب کاهش می‌دهد، بلکه ارزش کیفی محصولات مانند درصد پروتئین و درصد روغن را نیز می‌کاهد (۲۱).

گوگرد جزء تشکیل دهنده ترکیبات مختلف از جمله اسیدهای آمینه نظیر سیستئین، متیونین و پروتئین‌های حاصل از آنها می‌باشد (۱۲،۳۶). گوگرد در تشکیل کلروفیل، ترکیبات فعال‌کننده آنزیم‌ها، سنتز بیوتین، ویتامین B، و فتوسنتز نقش دارد. گوگرد در فرم آلی احیاشده در آنتی‌اکسیدان‌های گلوتاتیون و آسکوربات وجود دارد که سبب کاهش سمیت رادیکال‌های اکسیژن و پراکسید هیدروژن می‌شود (۲۰). گوگرد نقش به‌سزایی را در تولید دانه‌های روغنی از جمله کلزا ایفاء می‌کند (۱۵،۳۹). در مطالعه‌ای، اثر غلظت‌های مختلف گوگرد در مرحله قبل از گلدهی بر روی کلزا بررسی شد که نتایج حاکی از افزایش عملکرد دانه و درصد روغن بود (۹). در مطالعه دیگر، اثر تیمارهای مختلف گوگرد بر عملکرد، میزان پروتئین و روغن کلزا بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش ۲۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد، محتوای روغن دانه و همچنین محتوای پروتئین افزایش یافت (۳). در پژوهشی که توسط رامئه و همکاران (۲۹) انجام شد، اثر گوگرد بر محتوای

کربوهیدرات، فعالیت آنزیمی و عملکرد دانه کلزا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش سطوح گوگرد اثر مستقیم بر محتوای کربوهیدرات برگ داشت که به‌دنبال آن اثر تسریع کننده در افزایش عملکرد را نشان داد (۲۹).

اخیراً، مشاهده شده است که انتشار کمتر گوگرد در اتمسفر میزان سولفور در خاک را کاهش داده و سبب تغذیه سولفور نامناسب در گیاهان زراعی شده است. بنابراین، گوگرد یکی از محدود کننده‌ترین ماده غذایی در تولیدات کشاورزی در بسیاری از کشورهای مختلف جهان می‌باشد (۲۶،۳۷). در طی سال‌های متمادی، توجه اندکی به عنصر گوگرد به‌عنوان یک ماده غذایی معطوف شده است به این دلیل که به‌صورت نهاده‌های اندک در خاک، در بارندگی و انتشار گازهای آتشفشانی و به‌عنوان جزئی از کودهای NPK مورد استفاده قرار گرفته است (۴۰). آگاهی و اطلاع از کمبود گوگرد- به‌دلیل توسعه این نقص در مناطقی که قبلاً گوگرد کافی داشتند- در بسیاری از مناطق جهان در حال افزایش می‌باشد (۴۳). علائم کمبود گوگرد بالاخص در خانواده براسیکا برای مثال در گیاه کلزا -که تقاضای مصرف گوگرد بالایی دارد- مشهود است. مشخصه گیاه کلزا و سایر گیاهان از خانواده مشابه، میزان بالای گلوکوزینولات و اسید آمینه‌های گوگرددار می‌باشد که در نتیجه تقاضای گوگرد بالایی دارند (۳۱،۳۴،۳۵).

مجیدیان (۱۹) گزارش کرد که میزان فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و سوپراکسید دیسموتاز در کلزا در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار افزایش یافت (۱۹). در مطالعه‌ای، اثر گوگرد به‌همراه باکتری تیوباسیلوس و عنصر روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا در منطقه گناباد بررسی شد. نتایج نشان داد که تمام صفات مورد مطالعه به‌استثنای طول غلاف در اثر استفاده از گوگرد معنی‌دار شدند و با افزایش میزان گوگرد تا ۱۰۰۰ کیلوگرم بر هکتار تمامی اجزای عملکرد به‌جز درصد روغن افزایش یافتند (۳۳). در مطالعه مشابه، اثر تراکم گیاه و کود گوگرد بر عملکرد روغن و بذر گیاه کلزا بررسی شد که بر اساس نتایج به‌دست آمده کاربرد ۲۵۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد و تراکم بوته ۶۰ گیاه در هر متر مربع پیشنهاد شد (۲۲). در مطالعه‌ای، اثر غلظت‌های مختلف گوگرد در مرحله قبل از گلدهی بر روی کلزا بررسی شد که نتایج حاکی از افزایش عملکرد دانه و درصد روغن بود (۳۸). در مطالعه دیگر، اثر تیمارهای مختلف گوگرد بر عملکرد، میزان پروتئین و روغن کلزا بررسی شد. نتایج نشان داد که با افزایش ۲۰ گیلوگرم در هکتار گوگرد، محتوای روغن دانه و همچنین محتوای پروتئین افزایش یافت (۴).

به‌طور معمول، استفاده از فاکتور تغذیه‌ای با کودهای بیولوژیکی یا تسریع کننده‌ها سبب پویایی بیشتر عناصر شیمیایی در خاک می‌شوند. طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها نظیر باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد قادر به اکسیداسیون گوگرد می‌باشند که خود طیف وسیعی از گروه‌های مختلف باکتری‌ها را شامل می‌شوند. از مهم‌ترین باکتری‌های اکسیدکننده گوگرد می‌توان به باکتری جنس *Thiobacillus*، *Thiospharea*، *Solfolobus*، *Thiobacterium* اشاره کرد (۶). به‌علاوه، به‌دلیل سرعت پایین اکسیداسیون گوگرد در خاک می‌توان از باکتری تیوباسیلوس جهت افزایش فرآیند اکسیداسیون و در نهایت افزایش عملکرد گیاه استفاده کرد (۱۱). برای مثال، در گزارشی مصرف گوگرد به‌همراه باکتری تیوباسیلوس سبب افزایش عملکرد کلزا و نیز حلالیت فسفر، آهن و روی در خاک‌های آهکی شده است (۳۲،۱۳،۱۸). در مطالعه‌ای، کاهش اسیدیته محیط اطراف ریشه در اثر استفاده از گوگرد تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس بررسی شد که نتایج حاکی از اثر بی‌معنی تیمارهای گوگرد بر میزان اسیدیته و بی‌کربنات خاک بود به‌طوریکه با افزایش میزان گوگرد میزان بی‌کربنات خاک کاهش یافت (۴). رحیمیان (۲۶) اثر سولفور و باکتری تیوباسیلوس را بر صفات کمی و کیفی کلزا بررسی کرد. نتایج بیانگر کاهش pH خاک و افزایش مواد ریزمغذی، عملکرد دانه و درصد روغن بود (۲۶).

با توجه به اهمیت استفاده از عنصر گوگرد در افزایش عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاهان، هدف از این پژوهش بررسی اثر مقادیر مختلف عنصر گوگرد تلقیح شده با باکتری تیوباسیلوس بر برخی خصوصیات کمی لاین امیدبخش L17 گیاه کلزا در شرایط اقلیمی مازندران بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بابع کلا در استان مازندران اجرا شد. این ایستگاه در ۱۰ کیلومتری شمال شهرستان نکاء و ۳۵ کیلومتری مرکز استان واقع شده است. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۵ متر، طول جغرافیایی آن ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۴۳ درجه و ۳۶ دقیقه شمالی می‌باشد. عملیات تهیه بستر شامل شخم عمیق در اواخر تابستان و سپس جهت نرم‌کردن خاک و خرد کردن کلوخه‌ها پس از بارندگی و گاورو شدن از دو دیسک عمود برهم و برای تسطیح آن از ماله استفاده گردید. کاشت بذر در ۹ آبان ماه ۱۳۹۷ به صورت ردیفی و با دست در هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۵ متری (۲ خط نکاشت) به فاصله ۴۰ سانتی‌متر انجام شد. پس از یک هفته خشک‌شدن در شرایط مزرعه عملکرد بیولوژیک توزین و آنگاه خرمن‌کوبی انجام شد و میزان عملکرد دانه و اجزای عملکرد در هکتار محاسبه شدند. برای تعیین وزن هزار دانه، میانگین وزن ۵ نمونه در هر کرت در نظر گرفته و با ترازوی دقیق تعیین شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین به‌روش Duncan در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، اثر گوگرد بر ارتفاع بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد کل خورجین و تعداد بذر در خورجین، ارتفاع خورجین، ارتفاع کمباینگیر و عملکرد دانه در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

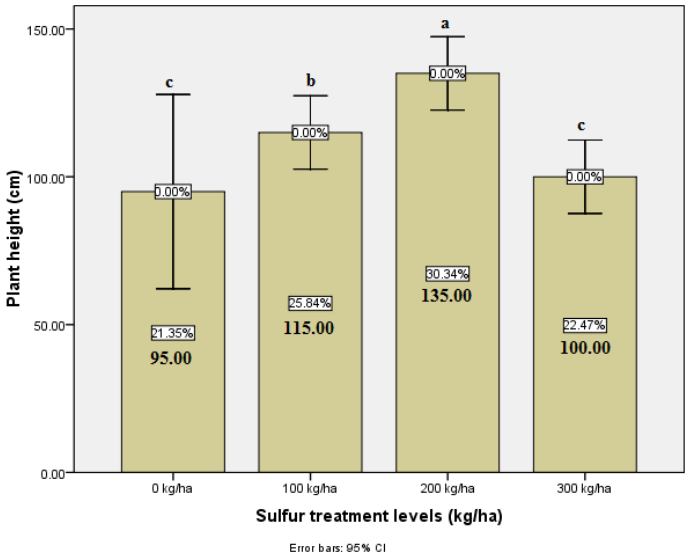
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر گوگرد بر صفات مورفولوژیکی در لاین امیدبخش کلزا L17

Table 1. The analysis of variance of the effect of sulfur on morphological traits on promising L17 canola line

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد کل خورجین	تعداد بذر در خورجین	ارتفاع خورجین	ارتفاع کمباین‌گیر	عملکرد دانه
تکرار	۲	۱۱۸/۷۵۰۰۰	۱۶/۳۳۳۳۳	۱۸۸/۵۸۳۳۳	۷/۵۸۳۳۳۳	۱/۲۷۰۸۳۳۳	۷۷/۰۸۳۳۳۳	۳۸۰/۲۶۶
گوگرد	۳	۹۶۸/۷۵۰۰۰**	۵۹۸/۷۵۰۰۰**	۶۵۲۹/۸۸۸۹**	۶۲/۷۵۰۰۰۰**	۰/۳۵۴۱۶۶۶۷**	۳۵/۴۱۶۶۶۷**	۷۳۳۰/۶۲۳۷۲**
خطا	۶	۴۳/۷۵۰۰۰	۴/۳۳۳۳۳	۲۵۰/۸۰۵۵۶	۵/۹۱۶۶۶۷	۰/۴۳۷۵۰۰۰	۷۷/۰۸۳۳۳۳	۳۸۷/۰۸۳۹۴
خطای کل	۱۱	-	-	-	-	-	-	-
ضریب تغییرات	-	۵/۹۴	۳/۹۹	۸/۳۸	۹/۶۹	۹/۷۳	۱۵/۱۵	۱۲/۳۹

ns و **و *: به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

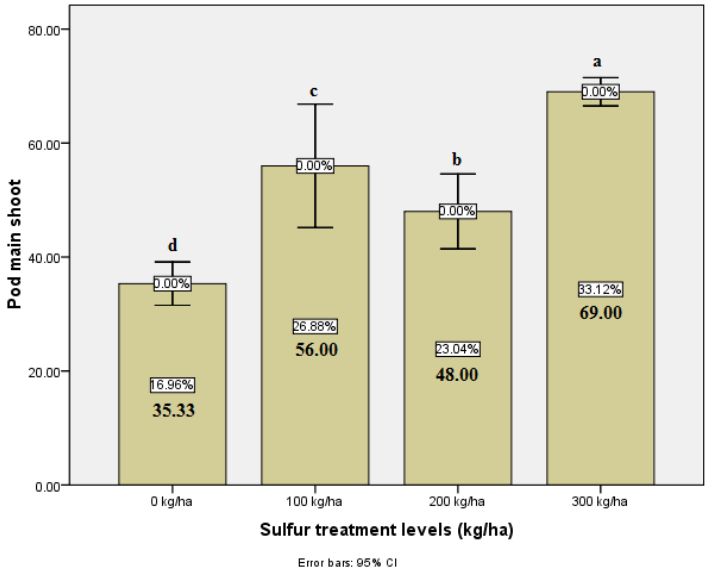
مقایسه میانگین اثر گوگرد بر ارتفاع گیاه کلزا نشان داد که دامنه تغییرات ارتفاع گیاه از ۹۵ سانتی‌متر تا ۱۳۵ سانتی‌متر بود. بیشترین میزان ارتفاع گیاه (۱۳۵ سانتی‌متر) در تیمار گوگردی ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با گیاه شاهد (۹۵ سانتی‌متر) بود. به‌طوری‌که، اثر افزایشی ارتفاع بوته تا سطح ۲۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد مشاهده شد، اما غلظت ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد روند کاهشی را نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر ارتفاع بوته در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 1. The mean comparison of sulfur effect on plant height in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

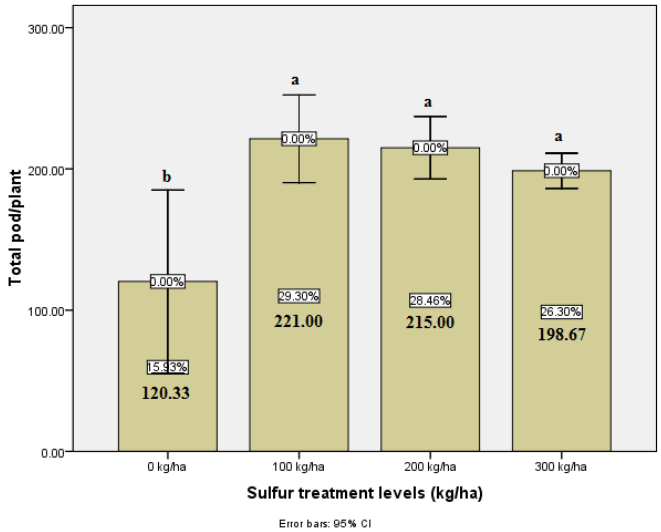
مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد خورجین در ساقه اصلی حاکی از روند غیر یکنواخت صعودی و نزولی بود. هر سه تیمار مورد استفاده سبب افزایش تعداد خورجین در ساقه اصلی نسبت به شاهد شدند. دامنه تغییرات تعداد خورجین در ساقه اصلی از ۳۵/۳۳ تا ۶۹ عدد مشاهده شد. بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی (۶۹ عدد) در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد نسبت به شاهد مشاهده شد (شکل ۲). در آزمایش مشابه، غلظت ۴۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد را نشان داد (۲۵).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد خورجین در ساقه اصلی در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 2. The mean comparison of sulfur effect on number of capsule in main stem in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

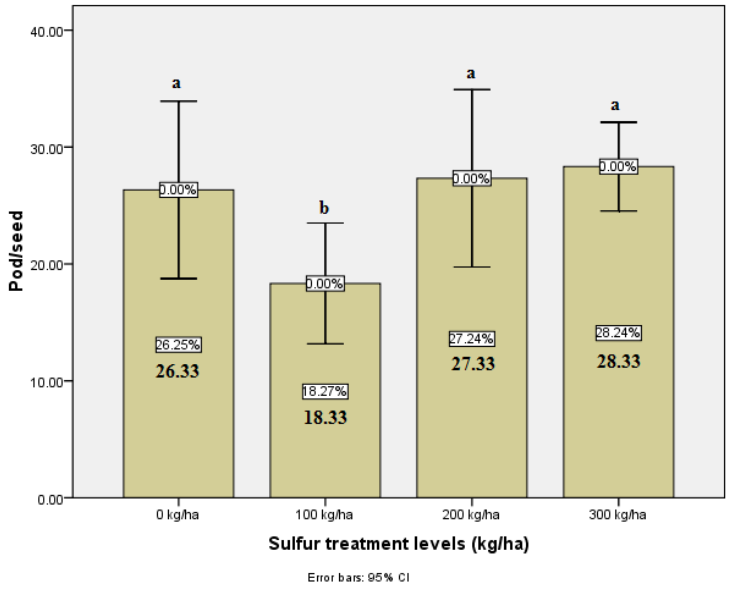
نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف گوگردی بر تعداد کل خورجین‌های گیاه کلزا اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. به‌طوری‌که تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد اثر مشابهی را بر تعداد کل خورجین در گیاه اصلی به‌جا گذاشتند. بیشترین تعداد کل خورجین در گیاه کلزا (۲۲۱ عدد) در اثر تیمار ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد نسبت به تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۳). در مطالعه‌ای مشابه، بیشترین و کمترین تعداد خورجین در بوته با مصرف ۳۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و شاهد به‌ترتیب ۲۸۸ و ۲۱۶ بود (۱۷).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد کل خورجین در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 3. The mean comparison of sulfur effect on total number of capsule in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

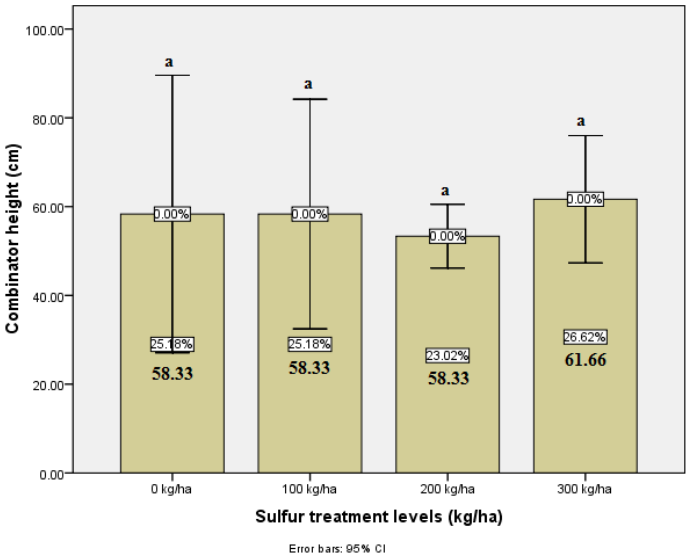
بر اساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد بذر در خورجین، بین تیمارهای گوگردی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین تعداد بذر در خورجین (۱۸/۳۳) در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد و بیشترین تعداد بذر در خورجین (۲۸//۳) در تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد نسب به شاهد حاصل شد (شکل ۴). در تحقیق مشابه، اثر کود گوگرد بر ویژگی‌های کمی و کیفی کلزا بررسی شد. نتایج حاکی از اثر افزایشی کود گوگرد به‌میزان ۴۵ کیلوگرم بر هکتار بر تعداد بذر در خورجین (بیشترین تعداد ۲۵-کمترین تعداد ۲۱ در شاهد) بود (۱۶).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر تعداد بذر در خورجین در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 4. The mean comparison of sulfur effect on number of seed per capsule in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

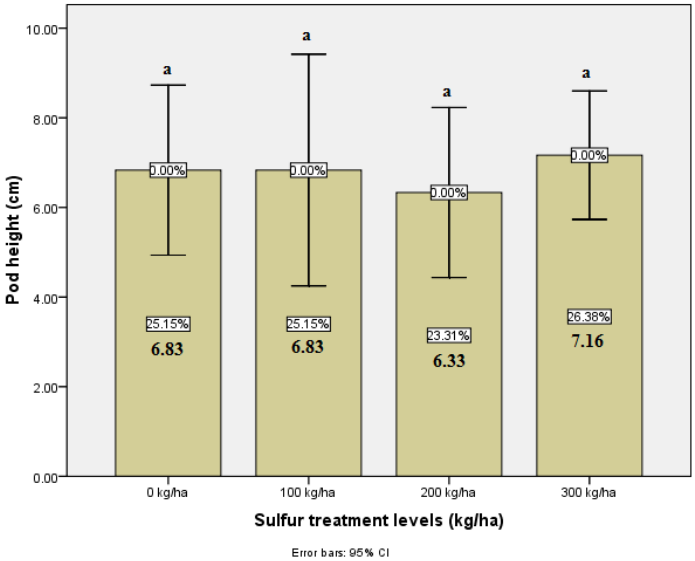
مقایسه میانگین اثرات کود گوگرد بر صفت ارتفاع کمباینگیر (فاصله اولین شاخه فرعی از سطح زمین) حاکی از عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد استفاده نسبت به تیمار شاهد بود. تنها تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد سبب افزایش جزئی در ارتفاع کمباینگیر (۶۱/۶۶ سانتی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (۵۸/۳۳ سانتی‌متر) شد (شکل ۵). در آزمایش مصطفوی‌راد و همکارن نشان داده شده که محدوده ارتفاع اولین شاخه فرعی بین ۱۰۱/۷۱ سانتی‌متر در تیمار گوگردی ۴۰ کیلوگرم بر هکتار و ارتفاع ۹۶/۴۳ سانتی‌متر در تیمار شاهد بود (۲۵).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر ارتفاع کمباینگیر در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 5. The mean comparison of sulfur effect on combinator height in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

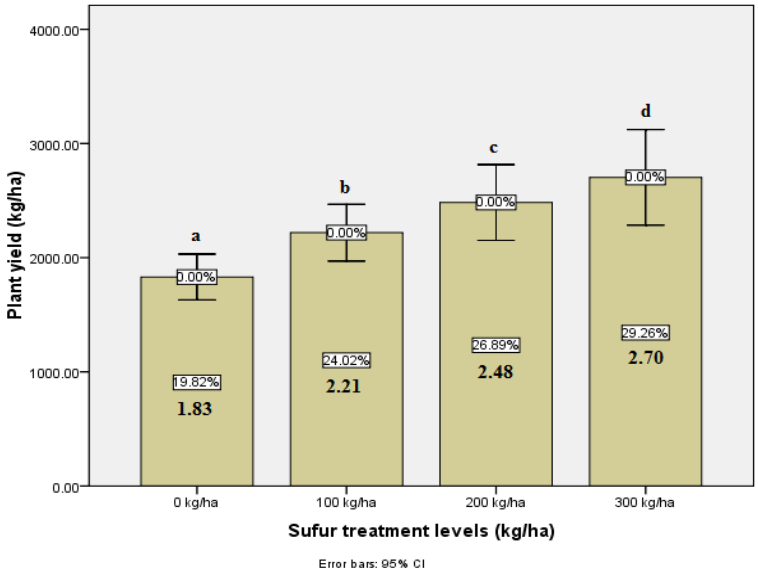
مقایسه میانگین اثر گوگرد بر ارتفاع خورجین بیانگر وجود عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد استفاده گوگردی نسبت به تیمار شاهد بود. تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد سبب افزایش ارتفاع خورجین در گیاه (۷/۱۶ سانتی‌متر) نسبت به تیمار شاهد (۶/۸۳ سانتی‌متر) شد (شکل ۶). در آزمایشی مشابه، اثر کود نیتروژن بر ویژگی‌های زراعی کلزا بررسی شد که نتایج نشان داد میانگین ارتفاع بوته ژنوتیپ‌ها با افزایش میزان نیتروژن مصرفی افزایش یافت و میزان آن از ۱۲۸/۲۷ الی ۱۴۷/۷۴ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به سطوح نیتروژن صفر و ۲۱۰ کیلوگرم در هکتار متغیر بود (۳۰).



شکل ۶- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر ارتفاع خورجین در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 6. The mean comparison of sulfur effect on capsule height in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

مقایسه میانگین اثر گوگرد بر عملکرد دانه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مورد استفاده گوگردی نسبت به تیمار شاهد بود. تیمار ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد سبب افزایش عملکرد دانه در گیاه (۲۷۰۰ کیلوگرم بر هکتار) نسبت به تیمار شاهد (۱۸۰۰ کیلوگرم بر هکتار) شد (شکل ۷). تیمار گوگردی ۱۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد نیز کمترین میزان عملکرد (۲۲۱۰ کیلوگرم بر هکتار) را نسبت به شاهد نشان داد. در آزمایشی مشابه، تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و کاربرد گوگرد بر عملکرد کلزا در شمال خوزستان بررسی شد که نتایج بیانگر بالاترین عملکرد دانه به‌میزان ۲۱۸۲ کیلوگرم در هکتار از مصرف ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار و ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار از منبع سولفات آمونیوم برای رقم RGS بود که این نتایج با یافته‌های به‌دست آمده از تحقیق حاضر مغایرت داشت (۲۴). در تحقیق مشابه دیگر، تأثیر متقابل سطوح مختلف گوگرد و ارقام مختلف کلزا بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه کلزا بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد خورجین در بوته، وزن هزار دانه، و عملکرد دانه از اثر متقابل رقم لیکورد و ۴۰ کیلوگرم گوگرد حاصل شد (۲۵). در پژوهشی، تأثیر ترکیب کود گوگرد همراه با تیوباسیلوس و روی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا رقم RGS003 در منطقه گنبد بیانگر معنی‌دار بودن اثر کود گوگرد بر کلیه صفات به‌جز طول خورجین بود. 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 تحت‌تأثیر اثر متقابل گوگرد و روی قرار نگرفتند (۳۳).



شکل ۷- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر عملکرد دانه در لاین امیدبخش کلزا L17. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد می‌باشند. اعداد داخل ستون‌ها به‌صورت درصد سهم هر صفت را از ۱۰۰ درصد و اعداد بدون واحد میزان واقعی هر صفت را نشان می‌دهد.

Figure 7. The mean comparison of sulfur effect on seed yield in promising L17 canola line. The columns with the same letters have no significant difference at probability level of 1%. The numbers in columns as percentage shows the portion of each trait from 100 parentage and numbers without unit indicate the exact content of each trait.

نتایج حاصل از همبستگی فنوتیپی صفات (جدول ۳) نشان داد که وزن هزار دانه (۰/۸۳۱)، ارتفاع گیاه (۰/۴۶۹)، تعداد بذر در خورجین (۰/۴۶۸) در سطح احتمال یک درصد و صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی (۰/۶۴۹) و تعداد کل خورجین در گیاه (۰/۶۷۲) در سطح احتمال پنج درصد با صفت عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (جدول ۳). از نتایج همبستگی فنوتیپی صفات می‌توان نتیجه گرفت که افزایش میزان کود گوگرد در گیاه منجر به افزایش وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، تعداد بذر در خورجین، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد کل خورجین در گیاه و در نهایت افزایش عملکرد دانه را به‌دنبال داشته است. در مطالعه قبلی، عملکرد دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با صفت ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزاردانه داشت که با نتایج تحقیق حاضر هم‌راستا بود (۳۰).

وزن هزاردانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با تعداد خورجین در ساقه اصلی (۰/۸۶۱) بود. تعداد کل غلاف در گیاه با تعداد غلاف در ساقه اصلی با ضریب ۰/۶۴۲ همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد. همچنین، ارتفاع غلاف با ارتفاع کمباینگیر با ضریب همبستگی ۰/۸۱۶ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شدند. در تحقیق مشابه، همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد خورجین در ساقه اصلی (r = ۰/۴۷)، تعداد خورجین در بوته (r = ۰/۵۷) وزن هزاردانه (r = ۰/۶۹) مشاهده شد (۲۵).

جدول ۳- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در لاین امیدبخش کلزا L17 تحت تأثیر مقادیر مختلف گوگرد
Table 3. the correlation coefficient of the studied traits in promising L17 canola line under different sulfur treatments

	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	ارتفاع گیاه	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد کل خورجین در گیاه	تعداد بذر در گیاه	ارتفاع خورجین	ارتفاع کمباینگیر
عملکرد دانه	۱							
وزن هزار دانه	۰/۸۳۱**	۱						
ارتفاع گیاه	۰/۴۶۹	۰/۱۷۶	۱					
تعداد خورجین در ساقه اصلی	۰/۶۴۹*	۰/۸۶۱**	۰/۰۲۳	۱				
تعداد کل خورجین در گیاه	۰/۶۷۲*	۰/۵۵۰	۰/۵۳۸	۰/۶۴۲*	۱			
تعداد بذر در گیاه	۰/۴۶۸	۰/۳۴۲	۰/۰۴۳	۰/۰۱۶	-۰/۳۳۰	۱		
ارتفاع خورجین	۰/۰۰۰	۰/۱۸۰	-۰/۰۹۹	۰/۳۰۴	-۰/۱۵۷	۰/۲۰۰	۱	
ارتفاع کمباینگیر	-۰/۰۷۷	۰/۱۲۳	-۰/۰۶۰	۰/۲۰۹	-۰/۲۲۷	۰/۲۱۰	۰/۸۱۶**	۱

** و *: معنی‌داری به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

محققین متعددی گزارش کرده‌اند که واکنش ارقام و گونه‌های مختلف کلزا از نظر صفات مختلف نظیر اجزاء عملکرد، غلظت روغن و پروتئین دانه به کوددهی گوگرد متفاوت بود (۴۱،۲۳،۸،۷). در مطالعه‌ای مشابه، اثر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد کلزا و جذب مواد غذایی بررسی شد که نتایج بیانگر اثر کافی ۲۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد بر عملکرد بهینه بذر و روغن کلزا بود (۱۴). در مطالعه دیگر، اثر گوگرد، باکتری تیوباسیلوس و ماده آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا واریته هایولا ۴۰۱ ارزیابی شد که نتایج حاکی از افزایش عملکرد دانه و محتوای روغن به‌ترتیب به‌میزان ۱۷۶٪ و ۱۱٪ در مقایسه با شاهد در اثر مصرف ۴۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد، ۴ کیلوگرم بر هکتار تیوباسیلوس و ۲۰ تن بر هکتار ماده آلی بود (۱۰).

براساس یافته‌های به‌دست‌آمده از این تحقیق، اثر تیمارهای مختلف گوگردی بر صفات مورفولوژیکی در لاین امیدبخش L17 کلزا در سطح احتمال یک‌درصد معنی‌دار بود. نتایج حاصل از مقایسه میانگین بیانگر این نکته بود که تیمارهای ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار گوگرد بیشترین اثر را بر روی عملکرد دانه نشان دادند. به‌علاوه، صفات وزن هزار دانه، ارتفاع گیاه، تعداد بذر در خورجین، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد کل خورجین در گیاه دارای بیشترین همبستگی با صفت عملکرد دانه بودند. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش می‌توان کاربرد تیمارهای گوگردی ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم بر هکتار را جهت افزایش میزان صفات ذکر شده در این تحقیق بر روی لاین امید بخش L17 کلزا پیشنهاد کرد تا از این یافته‌ها در برنامه‌های به‌زراعی آینده استفاده گردد.

منابع

1. Abdollahi Hesar, A., O. Sofalian, B. Alizadeh, A. Asghari and H. Zali. 2020. Evaluation of some autumn canola genotypes based on agronomy traits and SIIG index. Journal of Crop Breeding, 12(34): 151-159.
2. Ahmad, A., I. Khan, N.A. Anjum, I. Diva, M.Z. Abdin and M. Iqbal. 2005. Effect of timing of sulfur fertilizer application on growth and yield of rapeseed. Journal of Plant Nutrition, 28: 1049–1059.
3. 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: 731-737.
4. Awad, N.M., A.A. Abd El-Kader, M. Attia and A.K. Alva. 2011. Effects of nitrogen fertilization and soil inoculation of sulfur-oxidizing or nitrogen-fixing bacteria on onion plant growth and yield. International Journal of Agronomy.
5. Baybordi, A. 2010. Effects of salinity on yield and component characters in canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Notulae Scientia Biologicae, 2(1): 81-83.
6. Besharati, H. and R. Matlabifard. 2015. Evaluation of the effect of sulfur application and *Thiobacillus* on some soil chemical characteristics and yield of canola in wheat-canola rotation system. 29: 1688-1698.
7. Doroudian, H.R., H. BesharatiKelayeh, A.R. FallahNosrat Abad, H. Heidary Sharif Abadi, F. Darvish and A. Allahverdi. 2010. Study of absorbable phosphorus changes in lime soils and its impact on corn yield. Agricultural Modern Knowledge (Modern Knowledge of Sustainable Agriculture), 6(18): 27-35.
8. Elferjani, R. and R. Soolanayakanahally. 2018. Canola responses to drought, heat, and combined stress: shared and specific effects on carbon assimilation, seed yield, and oil composition. Frontiers in plant science, 9: 1224.
9. FAOSTAT. 2018. http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
10. Gohargani, J. and A. Moezzi. 2014. Organic matter, sulfur and *Thiobacillus* sp. affected yield and yield components of canola (*Brassica napus* L. var. Hyola-401). International Journal of Biosciences, 5(11): 154-60.
11. 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.

12. Grant, C.A., S.S. Mahli and R.E. Karamanos. 2012. Sulfur management for rapeseed. Field Crops Res, 128: 119-128.
13. Grant, J.J. and G.J. Loake. 2000. Role of reactive oxygen intermediates and cognate redox signaling in disease resistance. Plant Physiology, 124: 21-29.
14. Jackson, G.D. 2000. Effects of nitrogen and sulfur on canola yield and nutrient uptake. Agronomy Journal, 92: 644- 649.
15. Jamal, A., Y.S. Moon M.Z. Abdin. 2010. Sulphur - A general overview and interaction with nitrogen. Australian Journal of Crop Sciences, 4: 523-529.
16. Khan, A.A. 2017. Canola yield and quality enhanced with sulphur fertilization. Russian Agricultural Sciences, 43(2): 113-119.
17. Keyhanian, A.M., H. Mobaser, M. Samdaliri, S. Bakhshipor and S. Mohammadi. 2012. The effect of seed usage and different levels of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative properties of canola in second cultivation after rice in west of Mazandaran. Crop Physiology Journal, 4(15): 43-57.
18. Ma, B.L., Z. Zheng, J.K. Whalen, C. Caldwell, A. Vanasse, D. Pageau, P. Scott, H. Earl and D.L. Smith. 2019. Uptake and nutrient balance of nitrogen, sulfur, and boron for optimal canola production in eastern Canada. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 182(2): 252-264.
19. Majidian, M. 2014. Effects of zinc, boron and sulfur on seed oil, yield and activity of some antioxidant enzymes in rapeseed. Journal of Plant Production Research, 21(3): 135-152.
20. Malhi S.S. and K.S. Gill. 2007. Interactive effects of N and S fertilizers on canola yield and seed quality on s-deficient Gray Luvisol soils in northeastern Saskatchewan. Canadian Jouranl of Plant Sciences, 87: 211-222.
21. Malhi, S.S. and K.S. Gill. 2006. Cultivar and fertilizer S rate interaction effects on canola yield, seed quality and S uptake. Canadian Journal of Plant Science, 86: 91-98.
22. 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.
23. Mansoori I. 2012. Response of canola to nitrogen and sulfur fertilizer. The International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4: 28-33.
24. Mirzashahi, K., M. Pishdarfaradaneh and F. Nourgholipour. 2010. Effects of different rates of nitrogen and sulfur application on canola yield in north of Khuzestan. Journal of Research in Agricultural Science, 6(2): 107-112.
25. Mostafavirad, M., Z. Tahmasebi Sarvestani, M. Modarres Sanavy and A. Ghalavand. 2011. Evaluation of yield, fatty acids combination and content of micro nutrients in seeds of high yielding rapeseed varieties as affected by different sulfur rates. Electronic Journal of Crop Production, 4(1): 43-60.
26. Rahimiyan Z. 2012. Effect of sulfur and *thiobacillus* with organic matter on quantitative and qualitative traits of canola. Crop Physiology Journal, 3(12): 19-27.
27. Rameeh, V. 2015. Assessment of combination capability of progressive canola lines according to yield and its component. Seed and Plant Production, 1-31: 667-679.
28. Rameeh, V. 2015. The progressive assessment of canola lines in fields of Mazandaran province. Research Achievement for Improvement Crop Production, 1(2): 13-22.
29. Rameeh, V., M. Niakan and M.H. Mohammadi. 2019. Sulfur effects on sugar content, enzyme activity and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Agronomía Colombiana, 37(3).
30. Rameeh, V.A. and M.B. Salimi. 2015. Effect of different nitrogen rates on phenology, plant height, yield components and seed yield of rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Oil Plant Production, 2(1): 1-12.
31. Rehman, H.U., Q. Iqbal, M. Farooq, A. Wahid, I. Afzal and S.M.A. Basra. 2013. Sulphur application improves the growth, seed yield and oil quality of canola. Acta Physiologiae Plantarum, 35: 2999–3006.
32. Sakari, A., M.R. Ardakani, K. Khavazi, F. Paknejad and Z. Moslemi. 2012. Effect of *Azospiillum lipoferum* and *Thiobacillus thioparus* on quantitative and qualitative characters of rapeseed (*Brassica napus* L.) under water deficit conditions. Middle-East Journal of Scientific Research, 11(6): 819-827.
33. Salahi Farahi, M. and F. Seyedi. 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. Journal of Oil Plant Production, 2(2): 35-46.
34. Salvagiotti, F. and D.J. Miralles. 2008. Radiation interception, biomass production and grain yield as affected by the interaction of nitrogen and sulfur fertilization in wheat. European Journal of Agronomy, 28: 282-290.
35. 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 Production and Environemnt, 2: 32-37.
36. Schere, W.H. 2001. Sulfur in crop production. European Journal of Agronomy, 14(2): 81-111.
37. Seyed Sharifi, R. 2012. Study of yield, yield attribute and dry matter accumulation of canola (*Brassica napus* L.) cultivars in relation to sulfur fertilizer. The International Journal of Agriculture and Crop Sciences. 4: 409-415.

38. 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.
39. Singh, R. and B.S. Sinsinwar. 2006. Effect of integrated nutrient management on growth, yield, oil content and nutrient uptake of Indian mustard. Agricultural Science, 76(5): 324-332.
40. Oghan, H.A., A.H. Shirani Rad and F. Shariati. 2020. Inheritance of winter oilseed rape fatty acid under normal and late sowing conditions. Journal of Crop Breeding, 12(35): 113-124.
41. Varényiová, M., L. Ducsay and P. Ryant. 2017. Sulphur nutrition and its effect on yield and oil content of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 65(2): 555-562.
42. Wang, J., S. Kaur, N. Cogan, M.P. Dobrowolski, P.A. Salisbury, W.A. Burton, R. Baillie, M. Hand, B.C. Hopkins, J.W. Forster and K.F. Smith. 2009. Assessment of genetic diversity in Australian canola (*Brassica napus* L.) cultivars using SSR markers. Crop and Pasture Science, 60(12): 1193-1201.
43. Zhong, L., C. Hu, Q. Tan, J. Liu and X. Sun. 2011. Effects of sulfur application on sulfur and arsenic absorption by rapeseed in arsenic-contaminated soil. Plant Soil and Environment, 57: 429-434.

Management of Sulfur Application some Morphological Properties and Yield of L17 Promising Canola Line

Soraya Ghasem Beiki[1], Parastoo Majidian[2], Vali Allah Rameeh[3], Mahyar Gerami[4] and Bahram Masoudi[5]

1- Graduated M.Sc. Student, of Agricultural Biotechnology, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran
2- Assistant professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran (Corresponding author: parastoomajidian63@gmail.com)
3- Associate professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
4- Assistant professor, Horticultural Science Department, Sana Institute of Higher Education, Sari, Iran
5- Assistant professor, Seed and Plant Improvement Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
Received: September 28, 2020 Accepted: December 8, 2020

Abstract

This study was conducted to evaluate the effect of sulfur on morphological traits of promising L17 line of canola at Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center-Baye Kola Research Station based on randomized complete block design with three replications in 1397-1398. In this research, the different traits such as plant height, number of pods in main shoot, total number of pods, number of seed in pod, combinatory height, pod height, oil content, protein content, oil yield and protein yield were measured. The obtained results from analysis of variance showed that the effect of all sulfur treatments on the traits studied were significant at level of 1%. The resultant outcomes of mean comparison exhibited that the sulfur treatments of 200 and 300 kg/ha had the highest effect on the above mentioned traits. In addition, the correlation results indicated that seed yield had the most and positive correlation with 1000 weight seed (0.831), total pod (0.672) and number of pod in main shoot (0.649), respectively. Thus, it is possible to use these traits as selection criteria for further crops improvement of promising L17 line of canola.

Keywords: Canola, Correlation, Morphological, Sulfur