نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۰، شماره ۴ ، زمستان ۱۳۹۱، ص. ۷۹۵-۷۸۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 10, No. 4, Winter 2013, p. 789-795

بررسی اثر سطوح مختلف گوگرد بنتونیت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد کلزا (*Brassica napus* L.)

بهنوش رحیمی[۱]- رضا صدرآبادی حقیقی[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۱/۲/۳۱

چکیده

به منظور تعیین اثر سطوح مختلف گوگرد برعملکرد واجزاء عملکرد کلزا آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در شرایط آب وهوایی مشهد در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل گوگرد بنتونیت در چهار سطح (صفر، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰کیلوگرم درهکتار) ودو رقم کلزا (زرفام و مودنا) بودند. نتایج نشان داد که افزایش گوگرد، سبب افزایش برخی از صفات رویشی مانند شاخص سطح برگ و ارتفاع بوته گردید. مصرف گوگرد موجب افزایش تعداد غلاف، وزن هزار دانه همچنین میزان روغن وپروتئین وعملکرد دانه کلزا گردید. افزایش عملکرد دانه عمدتا ناشی از وزن هزار دانه و شاخص سطح برگ بود. واکنش دو رقم نسبت به گوگرد متفاوت بود. در حالی که در تیمار بدون گوگرد بین دو رقم از نظر عملکرد تفاوت معنی داری وجود نداشت درتیمار ۵۰۰ کیلو گرم گوگرد عملکرد دانه رقم زرفام نسبت به مودنا ۲۹/۶۳درصد افزایش یافت. بر اساس نتایج این آزمایش بین ارقام از نظر واکنش به کود گوگرد تفاوت چشمگیر وجود دارد. لذا ضرورت دارد در شرایط مختلف آب و هوایی ایران واکنش ارقام کلزا نسبت به این عنصر ارزیابی شود.

واژه های کلیدی: پروتئین، روغن، شاخص سطح برگ، کلزا

مقدمه

به موازات افزایش جمعیت جهان، تقاضا جهت خرید محصولات غذایی روز به روزافزایش می یابد. اگرچه ذخایر جهانی غذا برحسب گندم، برنج، ذرت و حبوبات به عنوان غذاهای اصلی مورد بحث قرار می گیرند، اما نقش مهم دانه های روغنی را در این میان نمی توان انکار کرد. کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. با داشتن بیش از ۴۰ درصد روغن وحدود ۴۰ درصد پروتئین در کنجاله از دانه های روغنی عمده جهان در دهه های اخیر محسوب می شود (۱۵). کلزا به عنوان یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی در حدود ۱۲ درصد از میزان کل تولید جهانی دانه‌های روغنی را که در حدود ۳۷۷/۶ میلیون تن می‌باشد به خود اختصاص داده است (۱۴).

گوگرد چهارمین عنصر اصلی مورد نیاز در تولید گیاهان وسومین عنصر عمده مورد نیاز کلزا می باشد (۱۶).

این عنصر در ساخت کلروفیل نقش داشته ودر صورت کمبود آن رنگ برگ ها زرد شده ومیزان فتوسنتز در گیاه کاهش می یابد. گوگرد همچنین در ساخت برخی اسیدهای آمینه مهم از جمله متیونین و سیستئین به کار رفته و در صورت عدم وجود آن رشد گیاه به ویژه در اندام های جوان در حال رشد مختل می شود. گوگرد در تقسیمات سلولی نقش داشته ولذا باروری و زادآوری را در گیاه کلزا متأثر می نماید. کمبود گوگرد رشد ریشه را بیش از اندام های هوایی تحت تأثیرقرار می دهد. در این شرایط فعالیت ریشه جهت جذب آب ومواد غذایی از خاک کاهش می یابد (۳، ۴).

کود های متعددی وجود دارند که حاوی مقادیر چشمگیر گوگرد هستند. این کود ها را می توان به دو دسته کود های حاوی سولفات و کود های حاوی سولفور تقسیم کرد. بنتونیت گوگرد دار گرانوله از جمله کود های حاوی سولفوراست. انواع متفاوتی از این نوع کود وجود دارد. وقتی این کود به خاک اضافه می شود جز بنتونیت آن رطوبت خاک را جذب می کند و موجب می شود که گرانوله های کود به اجزای ریز حاوی گوگرد تقسیم شود. این امر باعث می شود که S سریع تر به SO_4^{-2} تبدیل شود (۲۱).

گیاهان خانواده چلیپائیان وازجمله کلزا نسبت به دیگر گونه های زراعی مهم همچون ذرت و گندم به میزان و مقادیر بالاتری از گوگرد نیاز دارد. برای مثال جهت تولید یک تن دانه کلزا به ۱۶ کیلوگرم گوگرد و برای تولید هر تن دانه گندم ۳ تا ۲ کیلوگرم گوگرد نیاز است

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email:rsadrabadi@mshdiau.ac.ir)

(۹). در مزارع کلزا که در مرز کمبود گوگرد هستند، علائم زمانی مشاهده می گردد که کمبود گوگرد بسیار شدید باشد. معمولا کمبود در مراحل غنچه دهی و به گل رفتن مشاهده می گردد، زیرا در این مراحل گیاه شدیدا به گوگرد نیاز دارد. به دلیل اینکه گوگرد جزئی از پروتئین است در گیاه متحرک نبوده، بنابراین نمی تواند به راحتی از برگ های پایین به برگهای جوان بالایی حرکت کند. به این علت برگ های جدید گل ها و غلاف های شاخه های در حال رشد بیشتر از برگ های مسن تر در قسمت پایین گیاه دچار کمبود می شوند (۲). نادری عارفی (۵) مشاهده کرد با افزایش و کاربرد گوگرد عملکرد دانه کلزا افزایش می یابد. بهمنیار و همکاران (۱) نیز بیان کردند کاربرد ۶۴ کیلوگرم گوگرد در هکتار موجب افزایش عملکرد دانه گردید.

در ایران توجه زیادی به تغذیه گوگردی گیاهان نشده است و اطلاع زیادی از وضعیت خاک و گیاه از نظر تغییرات گوگرد و نیاز آن ها به این عنصر در دست نیست. هدف از این تحقیق نیز بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف گوگرد بنتونیت بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم کلزا می باشد.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اثرمقادیر مختلف گوگرد بر عملکرد واجزای عملکرد کلزا آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی۸۹-۱۳۸۸ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ومنابع طبیعی خراسان رضوی (ایستگاه طرق مشهد) با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی وطول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه شرقی به اجرا درآمد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. تیمارهای آزمایش شامل دو رقم کلزا (مودنا و زرفام) و چهار سطح گوگرد (صفر، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) بودند. از گوگرد تجاری موجود در بازار که همراه با بنتونیت است استفاده گردید. این کود دارای هفتاد درصد گوگرد عنصری (سولفور) و سی درصد بنتونیت بود.

بذرهای کلزا در کرت هایی به ابعاد ۱/۲ × ۶ متر کاشته شدند. هر کرت شامل ۴ ردیف با فواصل ردیف ۳۰ سانتی متری بود. تراکم بوته ۱۲۰ بوته در متر مربع و میزان بذر مصرفی ۱۰ کیلوگرم در هکتار بود.کوددهی در شهریور ماه قبل از کاشت صورت گرفت و به جز گوگرد از هیچ کود دیگری استفاده نشد. آبیاری بر اساس میزان رطوبت وزنی خاک به صورت نشتی اجرا شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیک برای اندازه گیری ارتفاع گیاه میانگین ارتفاع ۵ بوته از محل طوقه تا انتهای بلندترین ساقه اصلی مبنای ارتفاع در هر کرت قرار گرفت. سطح برگ این گیاهان توسط دستگاه اندازه گیری سطح برگ محاسبه شد و مبنای محاسبه شاخص سطح برگ قرار گرفت. همچنین تعداد غلاف و وزن غلاف این بوته ها شمارش شد. عملکرد دانه بر اساس نمونه گیری از دو ردیف وسط از ۴ ردیف کاشت هر کرت تعیین شد. وزن هزار دانه با شمارش تعداد ۵۰۰ عدد بذر و توزین آن با ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۱گرم) به دست آمد. اندازه گیری درصد نیتروژن دانه به روش کجلدال صورت گرفت. درصد پروتئین از ضرب درصد نیتروژن درفاکتور پروتئین (۶/۲۵) به دست آمد. محتوای روغن دانه به روش سوکسله اندازه گیری شد. در انتها نتایج با نرم افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل شد. سپس میانگین های به دست آمده با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که گوگرد بر ارتفاع گیاه کلزا تأثیر معنی داری دارد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین میانگین ارتفاع ساقه مربوط به سطح گوگرد۵۰۰ کیلوگرم و کمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد بود. ارتفاع گیاه در سطوح صفر ، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب ۱۵/۶۷ ، ۱۱/ ۸۳ و ۸/۶۷ سانتی متر کمتر از سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد بود (جدول۳). نتایج این آزمایش با نتایج باس و همکاران (۱۰) مطابقت دارد. آنان مشاهده کردند که کمبود گوگرد باعث کاهش معنی دار ارتفاع کلزا می شود. ارتفاع زیاد ناشی از رشد مطلوب می تواند باعث افزایش شاخص سطح برگ، افزایش سطح فتوسنتزکننده و درنتیجه افزایش عملکرد شود (۲۴).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا سی سانتی متری

pH	EC (ds/m)	T.N.V	ماده آلی	شن	سیلت (درصد)	رس	نیتروزن	فسفر	پتاسیم	آهن (ppm)	منگنز	روی	مس
۸/۰	۱/۶۲	۱۸/۹	۰/۴۷	۴۰	۴۰	۲۰	۰/۰۷۲	۲۰/۱	۲۰۴	۱/۶۴	۵/۱۶	۰/۸۶	۱/۲۰

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات)صفات مورد مطالعه در بررسی تأثیر گوگرد بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد	ارتفاع	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	محتوای پروتئین	محتوای روغن	شاخص سطح برگ
تکرار	۲	۵۴۲۸۲۸/۵ns	۳۶۳/۸*	۲۹۲۷/۵۴*	۳/۰۸۸*	۱۷/۶۰ns	۱۱۴/۵۱*	۰/۹۷ns
واریته	۱	۷۴۳۳۶۲۶/۹*	۴۲۴۰/۴*	۳۶۲۶/۰۴ ns	۷/۵۹*	۱۴۹/۵*	۴/۱۷ns	۰/۱۲۳ns
گوگرد	۳	۲۶۸۵۴۲۵/۱*	۲۷۶/۱۵*	۷۷۲۴/۱۵*	۱۳/۱۲*	۲۷/۸۴*	۱۰۰/۹۴*	۱۲/۸۵*
واریته× گوگرد	۳	۱۴۷۶۵۵/۴*	۲۰۰/۱۵*	۴۲۱/۸*	۰/۳۱*	۷/۵۶*	۲/۸۶*	۰/۸۴*

* و ns: به ترتیب نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵% و عدم وجود اختلاف معنی دار می باشد.

ارقام کلزا از نظر ارتفاع بوته با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند (جدول۲). بالاترین ارتفاع مربوط به مودنا بود و رقم زرفام نسبت به مودنا ۱۶/۴۳درصد ارتفاع کمتری داشت (جدول۴). ارتفاع بلندتر در ارقام کلزا باعث محور گل آذین بلندتر یا به عبارتی داشتن تعداد بالقوه بیشتری گل و غلاف روی گل آذین ساقه می گردد. ریزش برگ ها در مرحله پر شدن غلاف ها نیز باعث می شود که فتوسنتز گیاه منحصر توسط غلاف ها و ساقه انجام شود. بنابراین داشتن ساقه طویل تر به معنای داشتن سطح فتوسنتزکننده بیشتر و تولید مواد متابولیکی بیشتر برای پر کردن غلاف ها و دانه می باشد (۱۱).

اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر ارتفاع کلزا معنی دار بود (جدول ۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میانگین ارتفاع در بین سطوح مختلف گوگرد مربوط به رقم مودنا با سطح ۴۰۰کیلوگرم گوگرد وکمترین آن مربوط به رقم زرفام با سطح صفر کیلوگرم گوگرد است (جدول۵). ارتفاع رقم مودنا در سطوح صفر،۳۰۰ و ۵۰۰کیلوگرم گوگرد نسبت به سطح ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب۱/۴۲ ، ۹/۴۲ و ۱ / ۱ درصد کمتربود. هم چنین ارتفاع رقم زرفام در سطوح صفر، ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد نسبت به ارتفاع رقم مودنا درسطح ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب۸۱ /۲۳ ، ۲۰/۳۹ ، ۲۱/۴۱ و ۱۰/۰۲درصد کاهش یافت.

تعدادغلاف: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر تعداد غلاف در هر بوته کلزا معنی دار است (جدول۲). بیشترین تعداد غلاف در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد و کمترین آن در سطح صفر کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد. تعداد غلاف در گیاه در سطوح صفر، ۳۰۰ و۴۰۰ کیلوگرم گوگرد نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به ترتیب ۷۹/۵ ،۵۶/۲ و ۱۸/۹ عدد کمتر بود (جدول۳). این نتایج با شواهد نجارزادگان (۶) مطابقت دارد. جانسون و جیمرسون (۱۸) یکی از معیارهای نوسان عملکرد را تعداد غلاف در بوته عنوان کرده اند که می تواند عملکرد وماده خشک کل گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. در کلزا تولید غلاف ها و پرشدن آن ها از نظر زمانی هم پوشانی دارد.

لذا عواملی که در تولید غلاف موثرند در پرشدن غلاف نیز اثر خواهند داشت (۸). گوگرد یکی از عناصر مهم و حیاتی در تولید عملکرد می باشد که همراه با مطلوب بودن سایر عوامل مورد نیاز گیاه محصول قوی تری تولید کرده و قادر به نگه داری و تولید بیشتر گل و غلاف می شود.

اثر متقابل گوگرد در رقم بر تعداد غلاف معنی دار بود (جدول۲). بیشترین تعداد غلاف مربوط به رقم مودنا در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد و کمترین آن مربوط به رقم زرفام در سطح صفرکیلوگرم گوگرد بود (جدول۵). در رقم مودنا تعداد غلاف در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب۲۲،۳۵/۳۳ /۲۶ و ۱/۰۴ درصد کاهش یافت. تعداد غلاف در سطح صفر، ۳۰۰،۴۰۰ و۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در رقم زرفام نسبت به سطح ۵۰۰ گوگرد در رقم مودنا به ترتیب ۴۴/۳۰ ، ۳۲/۰۵ ، ۴۲ /۲۳ و ۷/۴۰ درصد کمتر بود.

جدول۳- اثر گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا

مقدار گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع (سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	محتوای پروتئین (درصد)	محتوای روغن (درصد)	شاخص سطح برگ
۰	۲۴۱۷c*	۱۴۵/۷ b	۱۳۲/۷ c	۴/ ۹ b	۲۹/۰۳ b	۳۲/۹۲ c	۱/۷ b
۳۰۰	۲۸۰۱ bc	۱۴۱/۸ b	۱۵۶bc	۵/۶ b	۳۰/۲۲ ab	۳۶/۴۲bc	۲/۲۱ b
۴۰۰	۳۴۰۸ab	۱۴۸/۸ ab	۱۹۳/۳ ab	۷/۷a	۳۱/۸ab	۳۸/۳۸ab	۲/۷ab
۵۰۰	۳۹۳۵a	۱۵۷/۵ a	۲۱۲/۲ a	۷/۷ a	۳۴/۰۲a	۴۲/۷۵ a	۵/۰۱ a

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر وزن هزار دانه کلزا معنی دار است (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه مربوط به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد است. وزن هزار دانه در سطوح۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب ۲/۲۳،۲/۹۵ و ۰/۱۶ گرم کمتر از مقدار آن درسطح ۵۰۰ کیلوگرم بود (جدول۳). وزن هزار دانه با کاربرد گوگرد افزایش می یابد (۱۳). دیپنبروگ (۱۲) بیان کرد که وزن دانه آخرین جزء عملکردی است که در طول نمو گیاه شکل می یابد و وزن دانه نسبت به اجزای دیگر عملکرد به شرایط محیطی وابستگی کمتری دارد.

اثر رقم نیز بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول۲). بیشترین وزن هزار دانه مربوط به رقم زرفام و کمترین آن مربوط به مودنا بود. وزن هزار دانه در رقم مودنا نسبت به زرفام ۱۵/۹۸درصد کاهش یافت (جدول۴).

اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر وزن هزار دانه معنی دار بود (جدول۲). مقایسات میانگین وزن هزار دانه ارقام در مقادیر مختلف گوگرد نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه با رقم زرفام در سطح ۴۰۰ و ۵۰۰کیلوگرم گوگرد وکمترین آن با رقم مودنا در سطح صفر گوگرد به دست آمد (جدول۵). هر چند بین وزن هزار دانه دو رقم زرفام و مودنا در سطح صفر کیلوگرم گوگرد تفاوت معنی داری وجود داشت ولی در سایر سطوح گوگرد از نظر این صفت بین دو رقم اختلاف آماری مشاهده نشد. به نظر می رسد رقم زرفام تحمل بهتری نسبت به شرایط کمبود گوگرد دارد.

محتوای پروتئین: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر محتوای پروتئین کلزا معنی دار است (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین محتوای پروتئین مربوط به سطح ۵۰۰ گوگرد وکمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد بود (جدول۳). محتوای پروتئین در سطوح صفر ، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب ۴/۹۹ ، ۳/۸ و ۲/۲۴ درصد کمتر از سطح ۵۰۰ کیلوگرم این عنصر بود. این نتایج مشابه نتایج مالهی و همکاران (۱۹) است. آنان گزارش دادند که محتوای پروتئین با سطوح بالای گوگرد افزایش می یابد.

اثر رقم نیز بر محتوای پروتئین معنی دار بود (جدول۲). بیشترین محتوای پروتئین مربوط به رقم زرفام و کمترین آن مربوط به مودنا بود. محتوای پروتئین در رقم مودنا نسبت به زرفام ۱۴/۷۸درصد کاهش یافت (جدول۴). اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر محتوای پروتئین معنی دار بود (جدول۳). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین محتوای پروتئین با رقم زرفام در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد به دست آمد و کم ترین آن با رقم مودنا در سطح صفر گوگرد به دست آمد (جدول۵). در رقم زرفام محتوای پروتئین در سطوح صفر ، ۳۰۰ و۴۰۰ کیلوگرم بنتونیت نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم این ترکیب به ترتیب ۱۸/۷۳ ، ۵/۲۷ و ۶/۲۱ درصد کاهش یافت. در رقم مودنا بیشترین محتوای پروتئین مربوط به سطح ۵۰۰ کیلوگرم و کم ترین آن مربوط به سطح صفر بنتونیت بود . محتوای پروتئین در سطح صفر نسبت به سطح ۵۰۰ گوگرد در رقم مودنا ۹/۶۱ درصد کاهش یافت. همچنین محتوای پروتئین درسطوح صفر، ۳۰۰ ،۴۰۰ و ۵۰۰کیلوگرم گوگرد در رقم مودنا نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد رقم زرفام به ترتیب۲۶/۵۴ ، ۲۳/۷۱ ، ۲۴/ ۴۱ و ۱۸/۷۳ درصد کاهش یافت (جدول۵).

محتوای روغن: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر محتوای روغن کلزا معنی دار است (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین محتوای روغن مربوط به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد است. محتوای روغن در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب ۹/۸۳ ، ۶/۳۳ و ۴/۳۷ درصد کم تر از سطح ۵۰۰ کیلوگرم بود (جدول۳). مک گراث و ژائو (۲۰) گزارش دادند که با کاربرد گوگرد محتوای روغن افزایش می یابد.

اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر محتوای روغن معنی دار بود (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین محتوای روغن با رقم زرفام در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن با رقم مودنا در سطح صفر گوگرد به دست آمد (جدول۵). در رقم زرفام محتوای روغن در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم بنتونیت نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم آن به ترتیب ۲۴/۷۷ ، ۱۸/۱۱ و ۱۱/۳۶درصد کاهش یافت. در رقم مودنا در تیمار های مختلف بنتونیت بیشترین محتوای روغن مربوط به سطح ۵۰۰ و کم ترین آن مربوط به سطح صفر این ترکیب گوگردی بود.

جدول٤- اثر رقم بر عملکرد واجزاء عملکرد کلزا

رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع (سانتی متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	محتوای پروتئین (درصد	محتوای روغن (درصد)	شاخص سطح برگ
زرفام	۳۶۹۶/۸a*	۱۳۵/۲b	۱۶۱/۲a	۷/۰۶a	۳۳/۸a	۳۸/۰۳a	۲/۸۳a
مودنا	۲۵۸۳/۷b	۱۶۱/۷a	۱۸۵/۸a	۵/۹b	۲۸/۸b	۳۷/۲a	۲/۹۷a

*در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

جدول ۵- اثر متقابل گوگرد در رقم بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا.

رقم و سطوح گوگرد	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	وزن هزار دانه (گرم)	محتوای پروتئین (درصد)	محتوای روغن (درصد)	شاخص سطح برگ
زرفام-S۰ **	۲۷۵۰c*	۱۲۷c	۱۲۲/۷ c	۵/۷ c	۳۰/ ۵bc	۳۳/۱ c	۱/۶ b
زرفام-S۳۰۰	۳۳۶۵/ ۷bc	۱۳۲/۷ c	۱۴۹/۷bc	۶/ ۲۷bc	۳۱/۸ abc	۳۶/۰۳bc	۲/۶۱ ab
زرفام-S۴۰۰	۴۰۵۱/۳۳ ab	۱۳۱c	۱۶۸/۷ abc	۸/۱۳ a	۳۵/۲ a	۳۹abc	۲/۶ ab
زرفام-S۵۰۰	۴۶۲۰a	۱۵۰b	۲۰۴ab	۸/۱۳ a	۳۷/۵۳ a	۴۴a	۴/۵ ab
مودنا-S۰	۲۰۸۳/۳۳ c	۱۶۴۳a	۱۴۲/۷ c	۴/۰۷ d	۲۷/۵۷ c	۳۲/۷۳ c	۱/۸۱ b
مودنا-S۳۰۰	۲۲۳۶/۱۱ c	۱۵۱b	۱۶۲/۳ abc	۴/ ۹۳cd	۲۸/ ۶۳c	۳۶/۸ bc	۱/ ۸b
مودنا-S۴۰۰	۲۷۶۴/۴ c	۱۶۶/۷ a	۲۱۸a	۷/۲ ab	۲۸/۳۷ c	۳۷/۷۷ abc	۲/ ۸ab
مودنا-S۵۰۰	۳۲۵۰/۹۶ bc	۱۶۵a	۲۲۰/۳ a	۷/۵۳ ab	۳۰/۵۰bc	۴۱/۵۰ ab	۵/ ۵۲a

*:در هر ستون میانگین های دارای حروف مشابه تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵٪ بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن ندارند.

**: S۰ ، S۳۰۰ ، S۴۰۰ و S۵۰۰ به ترتیب نشان دهنده عدم مصرف، مصرف ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیکوگرم بنتونیت گوگردی در هکتار می باشد.

در این رقم محتوای روغن در سطح صفر نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم بنتونیت گوگردی ۲۱/۱۳ درصد کاهش یافت. هم چنین در رقم مودنا محتوای روغن در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلو گرم بنتونیت گوگردی نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم این ترکیب در رقم زرفام به ترتیب۲۵/۶۱، ۳۶/ ۱۴/۱۶،۱۶ و ۵/۶۸ درصد کاهش یافت.

شاخص سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر شاخص سطح برگ گیاه کلزا معنی دار است (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد است (جدول۳). شاخص سطح برگ در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد به ترتیب ۲/۳۱ ،۲/۸۰ و ۲/۳۳ درصد، کم تر از سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد بود. دیگرگزارشات نیز حاکی از آن است که کاربرد گوگرد شاخص سطح برگ را در کلزا افزایش می دهد (۱۷و ۲۲).

اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر شاخص سطح برگ معنی دار بود (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین شاخص سطح برگ با رقم مودنا در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد به دست آمد وکمترین آن با رقم زرفام در سطح صفر گوگرد به دست آمد (جدول۵). در رقم مودنا شاخص سطح برگ در سطوح ۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم این عنصر به ترتیب ۶۷/۲۱ ، ۶۷/۳۹ و ۵۰ درصد کاهش یافت. در رقم زرفام بیشترین شاخص سطح برگ مربوط به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن مربوط به سطح صفر گوگرد بود. شاخص سطح برگ در سطح صفر نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد زرفام ۶۴/۶۶ درصد کاهش یافت. هم چنین در رقم زرفام عملکرد دانه در سطوح صفر، ۳۰۰ و ۴۰۰ گوگرد نسبت به سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در رقم مودنا به ترتیب ۷۱/۱۹ ،۵۲/۶۶ و ۵۲/۸۹درصد کاهش یافت.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر گوگرد بر عملکرد دانه معنی دار است (جدول ۲). براساس مقایسات میانگین ها بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به سطوح ۵۰۰ و صفر کیلوگرم گوگرد در هکتار بود (جدول۳). عملکرد دانه در تیمار شاهد نسبت به بالاترین سطح گوگرد ۱۵۱۸/۵ کیلوگرم کمتر بود. نتایج این آزمایش با نتایج وتر و همکاران (۲۳) و احمد و همکاران (۷) مطابقت دارد.

اثر رقم نیز بر عملکرد دانه معنی دار بود (جدول۲). بیشترین میزان عملکرد مربوط به رقم زرفام و کمترین آن مربوط به مودنا بود. عملکرد در رقم مودنا نسبت به زرفام ۳۰/۱۱درصد کم تر بود (جدول۴). اثر متقابل گوگرد در رقم نیز بر عملکرد معنی دار بود (جدول۲). مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین عملکرد متعلق به رقم زرفام در سطح ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد وکمترین آن متعلق به رقم مودنا در سطح صفر کیلو گرم گوگرد است (جدول۵). هر چند در سطح صفر و۳۰۰ کیلوگرم گوگرد بین ارقام مودنا و زرفام تفاوت آماری از نظر عملکرد وجود ندارد، اما در سطوح ۴۰۰ و۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار عملکرد رقم زرفام نسبت به رقم مودنا افزایش یافت.

نتیجه گیری

بر اساس نتایج آزمایش، گوگرد سبب افزایش شاخص سطح برگ ، ارتفاع بوته، تعداد غلاف و وزن هزار دانه وعملکرد دانه شد. با توجه به جدول ضرایب همبستگی (جدول ۶) افزایش عملکرد دانه عمدتا ناشی ازافزایش وزن هزار دانه و شاخص سطح برگ بود. مصرف گوگرد هم چنین باعث افزایش چشمگیر محتوای روغن و

پروتئین گردید.

میزان تأثیر گوگرد در بین دو رقم متفاوت بود و رقم زرفام نسبت به گوگرد عکس العمل بیشتری نشان داد. بین ارقام از نظر شاخص سطح برگ، ارتفاع، تعداد غلاف، درصد روغن، پروتئین و وزن هزار دانه و در نهایت عملکرد دانه اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین میزان عملکرد دانه از رقم زرفام با مقدار ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد. نتایج این آزمایش نشان می دهد بین ارقام تفاوت ژنتیکی وجود دارد که این امر امکان زیادی برای انتخاب رقم جهت کاشت در شرایط محیطی مختلف را فراهم می کند. هم چنین نتایج آزمایش نشان می دهد بین ارقام از نظر واکنش به کود گوگرد تفاوت چشمگیر وجود دارد. لذا ضرورت دارد در شرایط مختلف آب و هوایی ایران واکنش ارقام کلزا نسبت به این عنصر ارزیابی شود.

جدول٦- همبستگی صفات مورفولوژیک وعملکرد واجزای عملکرد

	شاخص سطح برگ	عملکرد دانه	ارتفاع	تعداد غلاف	وزن هزار دانه	محتوای روغن	محتوای پروتئین
شاخص سطح برگ							
عملکرد دانه	۰/۵۰۹**						
ارتفاع	۰/۳۰۸ns	-۰/۲۵۳ns					
تعداد غلاف	۰/۳۸۰ns	۰/۳۸۷ns	-۰/۴۰۱ns				
وزن هزار دانه	۰/۳۸۳ns	۰/۶۲۷**	-۰/۱۴۴ns	۰/۴۵۰*			
محتوای محتوای روغن	۰/۳۳۴ns	۰/۳۸۹ns	۰/۰۴۰ns	۰/۵۰۹*	۰/۵۳۰*		
محتوای پروتئین	۰/۰۲۳ns	۰/۳۸۰ns	-۰/۳۲۰ns	۰/۰۷۱ns	۰/۶۲۷**	۰/۶۳۴**	

، * و ** به ترتیب نشان دهنده غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصدns

منابع

۱- بهمنیار، ع.، م. محمودی، م. صدر زاده و م. فتحی.۱۳۸۴. نقش گوگرد در میزان عملکرد پروتئین و روغن ارقام کلزا. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران.

۲- خادمی، ز.، م.ج. ملکوتی.، ح. رضایی و پ. مهاجر میلانی.۱۳۷۹. تغذیه بهینه کلزا .نشر آموزش کشاورزی.

۳- خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده. ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی. انتشارات دانشگاه شیراز.

۴- محمدی نیک پور، ع. ل.، ف. فرخ منش و م. ر. گندم زاده. ۱۳۸۴. اهمیت تأمین کودهای سولفاته در کاشت کلزا. سازمان جهاد کشاورزی خراسان رضوی.

۵- نادری عارفی، ع. ۱۳۸۵. اثر سطوح مختلف گوگرد و پتاسیم بر عملکرد کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ورامین.

۶- نجارزادگان، ر. ۱۳۸۶. اثر سطوح مختلف گوگرد و بور بر عملکرد و اجزا عملکرد کلزا در شرایط آب و هوایی شرق اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی ورامین.

7- Ahmad, A., G. Abraham, N.Gandotra, and Y. P. Abrol. 1998. Interactive effect of nitrogen and sulphur growth and yield of rapeseed mustard (*Brassica juncea* L.Czern. and Coss and *Brassica campestris* L.)genotyles.Journal of Agronomy and Crop Science.181: 193-199.

8- Al-Barizinjr, M., O. Stolen, and J. L. Christiansen. 2003. Comparison of growth and canopy structure of old and new cultivars of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Soil and Plant Science. 53: 138-146.

9- Blake-Kalff M., J. Zhao, M. Hawkesford, and S. McGrath. 2001. Using plant analysis to predict yield losses sulphur deficiency. Annals of Applied Biology 138: 123-127.

10- Bose, N., S. Kumar Naik, and D. Kumar Das. 2009. Evaluation of nitrosulf and elemental sulphur on growth and yield of rapeseed (*Brassica campstris* L.) in India. Archives of Agronomy and Soil Science. 55(1): 79-90.

11- Chapman ,J. F., R. W. Daniels, and D. H. Scaribrick. 1984. Field studies on 14C assimilate fixation and movement in oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science.102: 23-31.

12- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.), a review. Field Crops Research. 67:35-49.

13- Egesel, C. O., M. Kemal Gul, and F. Kahriman. 2009. Changes in yield and seed quality traits in rapessed genotypes by sulphur fertilization. European Food Research Technology. 229:505-513
14- FAO. 2007. Food outlook. Global Market Analysis. http://www.fao.Food outlook.com
15- FAO. 1995.Quarterly bulltin of statistics 8:58-59 Rome Italy.
16- Grant، C.A.، and L.D. Bailey.1993. Fertility management in canola production .Canadian .Journal of Plant Science.73: 651-670.
17- Hocking, P. J.، A. Pinkerton, and A. Good. 1998. Recovery of field – grown canola from sulfur deficiency. Australian Journal of Experimental Agriculture 38 (1)79-85.
18-Jounson, J., and B. J. Jimerson.2003.Canola and rape seed briefing number 60.available in: www.Ampc.Montana edu.
19- Malhi, S. S.، Y. Gan, and J. P. Raney. 2007. Yield seed quality and sulfur uptake of Brassica oilseed crops in response to sulfur fertilization. Agronomy Journal. 99 (2): 570-577.
20- McGrath, S., and J. Zhao. 1996. Sulphur uptake yield response and interaction between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science 126: 53-62.
21- Randazzo, C. A. 2009. Sulphur- essential to the fertilizer industry as row material, plant nutrient and soil amendment. 15th AFA International Annual Fertilizers Forum and Exhibition. Cairo, Egypt, February 10-20.
22- Schung، E. 1991. Sulphur nutriotional status European crops and consequences for agriculture. Sulphur in Agriculture. 15: 7-12.
23- Wetter L. R.، H. Ukrainetz, and R. K. Downey. 1970. Effect of chemical fertilizers on the contents of oil protein and glucosinolates in Brassica including rapessed. p.92-112. In International Conference on the Science Technology and Marketing of Rapessed and Rapessed Products. Ste-Adele QC Canada. 20-23 Sept. 1970. Rapeseed Association of Canada. Ontario, Canada.
24- Zhao، J. Y.، M. L. Chen, and D.Q. Zhang. 1991. Analysis of the growth pattern and yield components of rape (*Brassica napus* L.). Acta Agriculturae Zjiangensis. 4: 174-180.