نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 857-845

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 845-857

تأثیر مصرف گوگرد و کود دامی بر ویژگی‌های کمّی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.)

مرجان سعیدی‌نژاد[1]، محمد علی بهدانی[2]*، محمد حسن سیاری زهان[3] و سهراب محمودی[4]

تاریخ دریافت: 96/12/02
تاریخ پذیرش: 97/03/17

سعیدی‌نژاد، م.، بهدانی، م.ع.، سیاری زهان، م.ح.، و محمودی، س. 1398. تأثیر مصرف گوگرد و کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.). بوم‌شناسی کشاورزی، 11 (2): 857-845.

چکیده

بالا بودن میزان pH خاک و تأثیر آن بر قابلیت استفاده از عناصر غذایی و هم‌چنین کمبود مواد آلی موجب شده میزان تولید از پتانسیل عملکرد محصول فاصله بگیرد. این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیر دو ماده اصلاح‌کننده خاک، کود دامی و گوگرد بر عملکرد کمّی و کیفی ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.) طی سال 1395 در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل کود گاوی در دو سطح (0 و 20 تن در هکتار)، گوگرد پودری در چهار سطح (0، 2، 4 و 8 تن در هکتار) و ارقام شامل جیرفت-13 و توده محلی جیرفت بودند. صفات مورد بررسی شامل عملکرد دانه، شاخص برداشت، محتوی روغن و پروتئین دانه و غلظت فسفر و گوگرد برگ ارقام کنجد بودند. نتایج نشان داد که بالاترین سطح گوگرد (8 تن در هکتار) به‌جز شاخص برداشت موجب افزایش معنی‌داری در صفات مورد بررسی نسبت به تیمار شاهد گردید. هم‌چنین اثرات متقابل کود گاوی و گوگرد نیز بر تعدادی از صفات معنی‌دار گردید طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به رقم جیرفت-13 در بالاترین سطح گوگرد و کود گاوی (20 تن در هکتار) بود. رقم جیرفت-13 بیش‌ترین میزان درصد روغن و پروتئین دانه و هم‌چنین شاخص برداشت را نسبت به توده محلی جیرفت داشت. اثرات تیمارهای گوگرد و کود گاوی بر میزان روغن و پروتئین دانه معنی‌دار بود و بیش‌ترین مقدار مربوط به کاربرد توأم گوگرد و کود گاوی بود. کاربرد گوگرد هم‌چنین موجب افزایش غلظت این عنصر در برگ‌های گیاه گردید و هم‌چنین به‌دلیل کاهش موضعی pH خاک تأثیر معنی‌داری در افزایش جذب فسفر داشت. نتایج نشان داد مصرف تلفیقی گوگرد و کود گاوی را می‌توان به‌عنوان راهکاری اکولوژیک در راستای دستیابی به افزایش رشد و تولید کمّی و کیفی گیاهان روغنی به‌ویژه در خاک‌های با قلیایی، مد نظر قرار داد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح خاک، pH خاک، روغن، کود، گیاه روغنی

مقدمه

دانه‌های روغنی از گذشته‌های دور نقش مهمی در تأمین نیازهای غذایی، گرمایی و دارویی بشر داشته‌اند و امروزه نیز دانه‌های روغنی از فراورده‌های راهبردی کشاورزی دنیا محسوب می‌شوند. نتایج حاصل از مطالعات انستیتو تغذیه ایران نشان می‌دهد که 21 درصد از کل انرژی مردم ایران از طریق مصرف روغن تأمین می‌گردد که غالب روغن مصرفی منشاء وارداتی دارد و بخش اعظم آن به‌صورت روغن تصفیه‌شده، خام و یا به‌صورت دانه‌های روغنی (غالباً سویا) وارد می‌شوند و بار مالی سنگینی بر اقتصاد کشور وارد می‌کند (Mostofi, 2008). با توجه به سابقه دیرینه کشت دانه‌های روغنی هم‌چون کنجد در ایران و وجود پتانسیل‌های فراوان در زمینه تولید دانه‌های

1- دانشجوی دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
2- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
3- دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
4- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
(*- نویسنده مسئول: Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i3.71128

روغنی (Rezvani Moghaddam et al., 2005) و هزینه زیادی که هر ساله صرف واردات روغن (بیش از90 درصد واردات روغن) می‌گردد توجه به دانه‌های روغنی و افزایش تولید آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد (Ahmadi, 2012). هم‌چنین با توجه به مسئله گرمایش زمین و تغییرات اقلیمی اخیر، در آینده شاهد بروز گرما و خشکسالی بیش تری در کشور خواهیم بود، از این رو حرکت به سمت کشت و کار گیاهان روغنی مقاوم به خشکی مثل کنجد می‌تواند گامی مؤثر در تأمین نیاز روغن کشور در آینده به شمار آید (Rezvani Moghadam et al., 2010).

در دهه‌های آینده ضمن نیاز به تولید مواد غذایی بیش‌تر، توجه به سلامت افراد به‌عنوان یکی از عوامل اصلی پویایی و رشد جامعه از اهمیت فراوانی برخوردار خواهد بود (Koocheki & Khajeh Hosseini, 2008). بروز آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بیش از حد کودهای شیمیایی، افزایش هزینه‌های تولید برای تأمین محصول با کیفیت مناسب برای جمعیت رو به رشد جهان و روند نزولی سهم سرانه زمین‌های کشاورزی (چه در مقیاس جهانی و چه در مقیاس ملی) تجدید نظر در روش‌های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری ساخته است (Nikmehr, 2014). فراهمی عناصر مورد نیاز گیاهان به‌ویژه ریزمغذی‌ها نقش مهمی در افزایش کیفیت مواد غذایی تولیدی و بهبود سلامتی جامعه دارد (Ahmadi et al., 2012). گوگرد یکی از عناصر ضروری مورد نیاز گیاهان است که در سال‌های اخیر کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. کاهش مصرف گوگرد و از سوی دیگر افزایش روزافزون استفاده از کودهای NPK باعث برهم خوردن تعادل عناصر غذایی از جمله گوگرد در خاک‌های کشاورزی شده است، به‌طوری‌که به‌دلیل کمبود گوگرد، تولید برخی پروتئین‌ها و ویتأمین‌های ضروری گیاهان با مشکل مواجه شده است (Rezvani Moghadam et al., 2015). در گیاهان روغنی گوگرد نقش مهمی در کیفیت و رشد دانه‌ها دارد و این گیاهان معمولاً به مقدار بیش‌تری گوگرد برای رشد مناسب و عملکرد بیش‌تر نیاز دارند. هم‌چنین گوگرد نقش مهمی در سنتز متابولیسم‌های اولیه و ثانویه گیاه دارد (Mahdi, 2008). مهم‌ترین نقش گوگرد شرکت در تشکیل اسیدهای آمینه ضروری سیستئین، سیستین و متیونین می‌باشد، بنابراین، نقش اساسی در سنتز پروتئین ایفا نموده و حضور این عنصر باعث افزایش پروتئین دانه می‌گردد. یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد، شرکت در ساختمان سولفولیپیدهاست که در غشاء سلول وجود دارند و در واقع روغن گیاه را تشکیل می‌دهند (Rahman et al., 2007). گوگرد هم‌چنین به‌دلیل ظرفیت اکسیده شدن و تولید اسیدسولفوریک، پتانسیل لازم برای کاهش pH خاک را حداقل در مقیاس کوچک اطراف ذرات خاک را دارا بوده، بنابراین می‌تواند به‌خصوص در منطقه ریزوسفر در انحلال ترکیبات غذایی نامحلول و آزاد شدن عناصر ضروری مؤثر واقع شود. بنابراین استفاده از گوگرد عنصری به‌عنوان یک ماده اسیدزا به‌منظور افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی در خاک‌های آهکی کاربرد دارد (Karimi et al., 2012).

در سال‌های اخیر نگرانی در رابطه با قابلیت حفظ حاصل‌خیزی خاک و ثبات اکولوژیکی در خصوص کودهای شیمیایی به‌عنوان یک موضوع مهم مطرح شده است. کاربرد کودهای آلی به‌عنوان منبع غذایی گیاه تصعید آمونیاک از خاک را کنترل نموده و می‌تواند همراه با مقادیر کم‌تر کودهای شیمیایی استفاده گردد (Rezvani Moghadam et al., 2013). کشاورزی پایدار از کاربرد نهاده‌های مصنوعی مانند کودهای شیمیایی به‌علت تأثیر منفی بر تعادل زیستی اجتناب می‌کند، امّا از تناوب نهاده‌های آلی برای ایجاد چرخه درجهت تأمین عناصر غذایی استفاده می‌کند (Kuo et al., 2004). کودهای حیوانی دارای اثرات یک‌جانبه نبوده، بلکه از یک طرف کمک به تأمین مواد غذایی می‌کند و از طرف دیگر، موجب اصلاح ساختمان خاک می‌گردند بنابراین، استفاده از کودهای آلی جهت افزایش و یا حداقل حفظ حاصل‌خیزی خاک و افزایش عملکرد اجتناب‌ناپذیر است (Pasban et al., 2015).

اسیدیته خاک نقش مهمی در تبادل کاتیونی، حلالیت و حرکت یون‌ها، جذب عناصر غذایی و هم‌چنین فعالیت میکروارگانیزم‌های خاک دارد و اضافه کردن مواد آلی به همراه گوگرد در خاک‌هایی با pH بالا گزینه مناسبی جهت کاهش اسیدیته و انحلال عناصر مورد نیاز گیاهان می‌باشد (Rahimiyan, 2011). گزارش شده است که مصرف توأم ماده آلی و گوگرد موجب افزایش 800 کیلوگرمی عملکرد گندم در هکتار نسبت به تیمار شاهد بوده است (Jalili et al., 2013). کودهای دامی به‌علت اینکه نیتروژن را به‌کندی آزاد می‌کنند و با عوامل دیگر برهم‌کنش دارند تلفات نیتروژن را کاهش می‌دهند بنابراین کاربرد آن‌ها می‌تواند تلفات زیست‌محیطی عناصر غذایی را طی کشت‌وکار گیاهان زراعی کاهش دهد (Sieling et al., 2006). بررسی تأثیر کود گاوی (0، 30 و 60 تن در هکتار) بر خصوصیات

فیزیکی و ضرایب هیدرولیکی در یک خاک لوم شنی نشان داده است که افزودن کود دامی باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری، افزایش تخلخل، مقدار ماده آلی و رطوبت خاک می‌گردد و ضریب هیدرولیکی خاک را نیز تغییر می‌دهد. ماده آلی موجب بهبود ساختمان و دانه‌بندی خاک می‌شود و از این طریق جرم مخصوص ظاهری خاک را کاهش می‌دهد (Naghavi et al., 2005). مصرف هم‌زمان گوگرد و کود دامی بر عملکرد ذرت نشان داده است که کاربرد 750 کیلوگرم در هکتار گوگرد به همراه 8 یا 12 تن کود دامی در هکتار باعث بیش‌ترین میانگین عملکرد و اجزای عملکرد دانه ذرت گردید و هم‌چنین عنصر گوگرد در بالاترین مقدار خود به‌تنهایی موجب کاهش اسیدیته خاک گردید، امّا در مقادیر پایین‌تر این عنصر، نقش مواد آلی خاک نیز مهم است (Chaghazardi et al., 2013). تأثیر مثبت کاربرد هم‌زمان میکوریزا با کودهای آلی کمپوست، ورمی‌کمپوست و گرانوله گوگردی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کنجد گزارش شده است (Rezvani Moghadam et al., 2015). با توجه به افزایش جمعیت و نیاز روز افزون به تولیدات کشاورزی و روغن‌های گیاهی، کنجد می‌تواند به‌عنوان یک گیاه روغنی و صنعتی مهم مطرح باشد. بررسی-های انجام شده نشان داد گوگرد علاوه بر تأثیر مثبت بر عملکرد دانه و کیفیت دانه‌های روغنی، موجب کاهش اسیدیته خاک در منطقه ریزوسفر و افزایش انحلال عناصر غذایی ضروری می‌گردد (Karimi et al., 2012). کاربرد ماده آلی نیز علاوه بر ایجاد شرایط لازم برای اکسیداسیون گوگرد، موجب بهبود ساختمان و دانه‌بندی خاک می‌گردد (Naghavi et al., 2005).

بر این اساس، با توجه به قیمت مناسب و در دسترس بودن گوگرد و هم‌چنین آهکی بودن و کم بودن ماده آلی در اکثر خاک‌های مناطق کشور، این تحقیق به‌منظور بررسی تأثیرگوگرد بر کاهش اسیدیته خاک و همچین مقایسه اثرات مصرف توأم گوگرد و کود دامی به‌عنوان یک ماده آلی تأثیرگذار در فرایند اکسیداسیون گوگرد بر مقایسه برخی خصوصیات کمّی و کیفی ارقام اصلاح‌شده جیرفت-13 و توده محلی جیرفت در شرایط آب‌وهوایی کرمان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق با هدف بررسی ویژگی‌های کمّی و کیفی ارقام کنجد تحت تأثیر مصرف گوگرد و کود دامی در سال 1395 در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول کودگاوی در دو سطح (M_0 عدم کاربرد کود گاوی، M_1 20 تن در هکتار کود گاوی)، فاکتور دوم گوگرد پودری در چهار سطح (S_0: فاقد گوگرد، S_1: 2 تن در هکتار گوگرد، S_2: 4 تن در هکتار گوگرد، S_3: 8 تن در هکتار گوگرد) و فاکتور سوم ارقام جیرفت-13 و توده محلی جیرفت بودند. به‌منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، نمونه‌برداری از عمق 30-0 سانتی‌متری خاک انجام شد (جدول 1). تیمارهای کودی بر اساس مساحت هر کرت بر طبق تیمارها تعیین و یک ماه قبل از کاشت اعمال گردید. هر کرت شامل شش ردیف به طول پنج متر و با فاصله 50 سانتی‌متر از یکدیگر بود. عملیات کاشت بذر به‌صورت جوی- پشته‌ای با فاصله روی ردیف 15 سانتی‌متر با دست در نیمه دوم خرداد ماه انجام شد. فاصله کرت‌ها و بلوک‌ها به‌ترتیب برابر با یک و سه متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری به‌منظور تسهیل در سبز شدن بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با دور هفت روز یک بار به‌شیوه سیفونی تا پایان فصل رشد انجام شد. به‌منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها انتهای کرت‌ها بسته شد و آبیاری کرت‌ها و بلوک‌ها به‌صورت جداگانه انجام گرفت. هم‌چنین برای هر بلوک جوی فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد تا آب خروجی احتمالی واردکرت‌های مجاور نگردد. عملیات وجین دستی علف‌های‌هرز هر دو هفته یک بار صورت گرفت. برداشت بوته‌ها در نیمه اول آبان پس از حذف دو ردیف کناری و نیم متر از ابتدا و انتهای هر کرت به‌عنوان اثرات حاشیه‌ای از سطح باقی‌مانده انجام گرفت و سپس عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه گردید. برای تعیین درصد روغن از روش سوکسله و برای تعیین درصد پروتئین کل از روش کجلدال استفاده گردید. جهت اندازه‌گیری محتوی فسفر و گوگرد از نمونه برگ، از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج 430 نانومتر استفاده شد (Cottenie, 1980).

داده‌ها با استفاده از برنامه DSASTAT Ver. 1.101 در محیط نرم‌افزار Excel تجزیه و تحلیل شدند. از آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک
Table 1- Soil physical and chemical properties

هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	واکنش خاک pH	ماده آلی Organic mater (%)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	محتوی Content ($mg.kg^{-1}$)		سولفات محلول Soluble SO_4^{-2} ($meq.l^{-1}$)	محتوی Content (%)		
				فسفر قابل جذب Available P	پتاسیم قابل جذب Available K^+		رس Clay	سیلت Silt	شن Sand
4.48	7.97	0.673	0.033	6.7	184	7.8	11.6	26	62.4

جدول2- تغییرات اسیدیته خاک در تیمارهای آزمایش پس از برداشت ارقام کنجد تحت تأثیر تیمارهای گوگرد و کودگاوی
Table 2- pH content of soil after harvesting sesame varieties affected by sulfur and cow manure

تیمار Treatment	M_0S_0	M_0S_1	M_0S_2	M_0S_3	M_1S_0	M_1S_1	M_1S_2	M_1S_3
واکنش خاک pH	7.91	7.54	7.31	7.23	7.82	7.46	7.22	7.17

S_0: فاقد گوگرد، S_1: 2 تن در هکتار گوگرد، S_2: 4 تن در هکتار گوگرد، S_3: 8 تن در هکتار گوگرد، M_0: عدم کاربرد کودگاوی و M_1: 20 تن در هکتار کودگاوی
S_0=without sulfur, S_1= 2 $t.ha^{-1}$, S_2= 4 $t.ha^{-1}$, S_3= 8 $t.ha^{-1}$, M_0= without cow manure, M_1= 20 $t.ha^{-1}$

نتایج و بحث

عملکرد دانه

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان عملکرد (1524/84 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و کم‌ترین میزان عملکرد (1131/72 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول 4). اثر متقابل کودگاوی و گوگرد بر عملکرد دانه معنی‌دار گردید (جدول 3). در تیمار شاهد کود گاوی (M_0) بیش‌ترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد بود و تفاوت معنی‌داری با سطوح (0، 2 و 4 تن در هکتار گوگرد) داشت. کاربرد کودگاوی (M_1) همراه با افزایش سطح تیمار گوگرد موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد کود گاوی (M_0) گردید (جدول 7). بیش‌ترین میزان عملکرد مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کود گاوی (M_1S_3) بود (جدول 7). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین ارقام نشان داد (جدول 3). رقم جیرفت-13 با میانگین عملکرد 1294/3 کیلوگرم در هکتار نسبت به توده محلی جیرفت (1249/5 کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیش‌تری داشت (جدول 5). اسیدی‌کردن موضعی خاک، افزایش قابلیت انحلال عناصر غذایی، افزایش جذب عناصر و افزایش کارایی گیاه در فرایندهای فتوسنتزی، تنفس و افزایش نگهداری بیش‌تر سطح سبز موجب افزایش عملکرد می‌گردد (Momen et al., 2011). معنی‌دار شدن اثر کاربرد گوگرد به عواملی هم‌چون میزان رطوبت خاک، محتوای ماده آلی، حرارت، سطح حاصل‌خیزی خاک و مدیریت زراعی مرتبط است و عدم تأثیر گوگرد می‌تواند به‌علت عدم اکسیداسیون کافی گوگرد در خاک باشد (Besharati & Matlabifard, 2015). افزایش عملکرد با افزایش سطح گوگرد مصرفی در نتایج مشابه در گیاه ذرت گزارش شده است (Chaghazardi et al., 2013). ماده آلی از اجزای اصلی خاک است و افزایش آن موجب بهبود وضعیت فیزکی خاک و افزایش قابلیت حفظ و نگهداری آب خاک و در نتیجه افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (Goldani & Khakhki, 2014). نتیجه دیگر افزودن مواد آلی به خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه افزایش قابلیت جذب عناصر کم‌مصرفی همانند آهن می‌باشد در نتیجه شرایط برای افزایش میزان فتوسنتز، افزایش گل‌دهی، افزایش تعداد کپسول در بوته و در نتیجه افزایش عملکرد فراهم می‌گردد (Gnanamorty et al., 1992).

درصد روغن

بیش‌ترین درصد روغن مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد داشت (جدول 4). گوگرد نقش مهمی در بسیاری از اسیدهای چرب و سنتز متابولیت‌های حاوی کوآنزیم A و در نتیجه افزایش استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز دارد

(Karimi et al., 2012). گزارش شده است که تجمع روغن با افزایش فعالیت استیل کوآنزیم A ارتباط دارد (Ahmad & Abdin, 2006). کاربرد گوگرد سبب بهبود فتوسنتز نیز می‌گردد بنابرین به نظر می‌رسد مصرف گوگرد مواد اولیه مورد نیاز برای تولید این آنزیم را افزایش داده که منجر به بهبود درصد روغن و سایر مواد مرتبط با این آنزیم شده است (Nourbakhsh et al., 2014). اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر درصد روغن دانه معنی‌دار گردید (جدول 3). بیش‌ترین درصد روغن مربوط به تیمار 20 تن در هکتار کود گاوی و 8 تن در هکتار گوگرد (M_1S_3) بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد کود گاوی نداشت (M_0S_3) (جدول 7). کم‌ترین درصد روغن مربوط به تیمار شاهد گوگرد بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار 2 تن در هکتار گوگرد نداشت (جدول 7). هم‌چنین درصد روغن در تیمار 4 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کود گاوی (M_1S_2) تفاوت معنی‌داری با تیمار 8 تن در هکتار گوگرد نداشت (جدول 7). مقایسه نتایج نشان می‌دهد در شرایط عدم مصرف کودگاوی تیمار 8 تن در هکتار گوگرد بیش‌ترین درصد روغن را داشت ولی با مصرف کودگاوی، درصد روغن در تیمار 4 و 8 تن در هکتار گوگرد تفاوت معنی‌داری نداشت.گوگرد و ماده آلی به‌دلیل تأثیری که بر شرایط شیمیایی خاک نظیر کاهش pH دارند موجب افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی می‌گردند (Fatah & Khaled, 2010). در نتایج مشابه افزایش میزان روغن دانه کلزا در سطوح بالای مصرف کود دامی و گوگرد گزارش شده است (Karimi et al., 2012). درصد روغن دانه ارقام تفاوت معنی‌داری داشت (جدول 3). رقم جیرفت-13 با میانگین (44/61 درصد) نسبت به توده محلی جیرفت با میانگین (42/5 درصد) درصد روغن بالاتری داشت (جدول 5). با توجه به اینکه جیرفت-13 از ارقام اصلاح شده است نسبت به توده محلی از درصد روغن بالاتری برخوردار خواهد بود. مقایسه درصد روغن ارقام مختلف کنجد نشان داده است ارقام از نظر درصد روغن دانه متفات هستند و برخی ارقام محلی و ارقام زودرس درصد روغن پایین‌تری نسبت به ارقام اصلاح‌شده داشته‌اند (Dini Torkamani & Carpetian, 2008).

جدول 3- نتایج تجزیه واریانس(میانگین مربعات) خصوصیات کیفی و کمّی ارقام کنجد تحت تأثیر تیمارهای گوگرد و کودگاوی

Table 2- Results of analysis of variance (mean squares) of sesame varieties quantitative and qualitative characteristics as affected by sulfur and cow manure

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	پروتئین دانه Seed protein	روغن دانه Seed oil	گوگرد برگ Leaf sulfur	فسفر برگ Leaf phosphorus	شاخص برداشت Harvest index
تکرار Replication	2	1405.418	0.089	3.42	0.00061	0.05004	0.022
رقم Varieties (V)	1	24120.782 **	13.17 **	53.72**	0.00024	0.02498	0.15*
کود گاوی Cow Manure (M)	1	125639.751 **	12.39 **	8.55	0.00708**	0.04441	0.22
گوگرد Sulfur (S)	3	391872.915 **	2.81 **	35.46**	0.023**	0.14021**	0.04
V×M	1	0.5786	0.041	23.55	0.00014	0.008008	0.002
V×S	3	3066.386	0.41788498	3.93	7.95	0.01899	0.014
M×S	3	17539.243**	2.26 **	1.07*	0.0029 **	0.019845	0.023
S×M×V	3	858.725	1.62 **	17.79	0.00101*	0.03276	0.03
خطا Error	30	1938.466	0.27	3.768	0.00028	0.01647	0.034
ضریب تغییرات CV (%)		20.12	2.67	4.43	8.48	2.1	18.21

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

* and **: are significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

جدول4- مقایسه میانگین اثر مصرف گوگرد بر خصوصیات کمّی و کیفی ارقام کنجد

Table 4- Mean comparison for effect of sulfur on quantitative and qualitative characteristics of sesame varieties

مقدار گوگرد Sulfur level ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Seed yield($kg.ha^{-1}$)	پروتئین دانه Seed protein (%)	روغن دانه Seed oil (%)	گوگرد برگ Leaf sulfur (%)	فسفر برگ Leaf phosphorus (%)	شاخص برداشت Harvest index (%)
0	1131.724 c*	19.603 c	42.42 b	0.14 c	0.534 c	16.950 a
2	1152.347 c	19.74 bc	43.52 b	0.16 b	0.602 bc	17.357 a
4	1278.624 b	20.08 b	43.21 b	0.17 b	0.683 b	17.405 a
8	1524.844 a	20.69 a	46.00 a	0.24 a	0.838 a	17.554 a

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد ($p\leq0/05$).

*Means within each column followed by the same letters are not significantly different based on FLSD test ($p \leq 0.05$).

جدول 5- مقایسه میانگین اثر رقم بر خصوصیات کمّی و کیفی ارقام کنجد

Table 5- Mean comparison for effect of sesame varieties on quantitative and qualitative characteristics of sesame varieties

ارقام Variety	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	پروتئین دانه Seed protein (%)	روغن بذر Seed oil (%)	گوگرد برگ Leaf sulfur (%)	فسفر برگ Leaf phosphorus (%)	شاخص برداشت Harvest index
جیرفت-13 Gi-13	1294.3 a*	20.55 a	44.62 a	0.175 a	0.647 a	17.5597 a
توده محلی جیرفت Local Jiroft variety	1249.48 b	19.51 b	42.96 b	0.179 a	0.682 a	17.2502 b

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد ($p\leq0/05$).

*Means within each column followed by the same letters are not significantly different based on FLSD test ($p \leq 0.05$).

جدول 6- مقایسه میانگین اثر مصرف کودگاوی بر خصوصیات کمّی و کیفی کنجد

Table 6- Mean comparison for effect of sesame Cow manure on quantitative and qualitative characteristics of sesame

کود گاوی Cow manure ($t.ha^{-1}$)	عملکرد دانه Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	پروتئین دانه Seed protein (%)	روغن بذر Seed oil (%)	گوگرد برگ Leaf sulfur (%)	فسفر برگ Leaf phosphorus (%)	شاخص برداشت Harvest index
0	1220.72 b*	19.52 b	43.45 a	0.16 b	0.6392 a	17.3164 a
20	1323.05 a	20.54 a	44.13 a	0.19 a	0.6896 a	17.4935 a

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد ($p\leq0/05$).

*Means within each column followed by the same letters are not significantly different based on FLSD test ($p \leq 0.05$).

درصد پروتئین

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها تفاوت معنی‌داری بین بیش‌ترین سطح گوگرد (8 تن در هکتار) نسبت به تیمار شاهد نشان داد (جدول 4). اثر متقابل کودگاوی و گوگرد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار گردید (جدول 3). بیش‌ترین درصد پروتئین دانه در تیمار شاهد کود گاوی (M_0) مربوط به تیمار 2 تن در هکتار گوگرد بود و تفاوت معنی-داری با تیمارهای 4 و 8 تن در هکتار گوگرد نداشت. افزایش سطح تیمار گوگرد و کاربرد کود گاوی (M_1) موجب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین گردید به‌طوری‌که در تیمارهای شاهد، 2 و 8 تن در هکتار گوگرد درصد پروتئین تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد کود گاوی (M_0) داشت و بیش‌ترین میزان پروتئین مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کودگاوی (M_1S_3) بود (جدول 7). افزایش درصد پروتئین دانه تحت شرایط استفاده از گوگرد، را به تأثیر این عنصر ضروری در ساختار بعضی اسیدهای آمینه مانند متیونین،

سیستین و سیستئین نسبت داده‌انـد (Norbahksh, 2014). یکـی از اثرات مصرف گوگرد در خاک‌های قلیایی، بهینه‌سازی جـذب عناصـر کم‌مصرف می‌باشد به نظر می‌رسد مصرف گوگرد در افـزایش درصـد پروتئین نیز دخیل است (Salimzadeh & Jalili, 2013). در نتـایج مشابه افزایش درصد پروتئین دانه با افزایش سـطح گـوگرد در گیـاه آفتابگردان گزارش شده است (Saffari et al., 2011). اثـر متقابـل رقم، کود گاوی و گوگرد بر درصد پروتئین دانه معنی‌دار گردید (جدول 3). بیش‌ترین درصد پروتئین مربوط به رقم جیرفت-13 در تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کودگاوی بود (جدول 8). هـر دو رقم موردبررسی در تیمار 20 تن در هکتار کود گاوی و 8 تن در هکتار گوگرد نسبت به تیمار شاهد کود گاوی درصد پروتئین بالاتری داشتند. اما در تیمارهای شاهد، 4 و 8 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کود گاوی، رقم جیرفت-13 نسبت به تـوده محلـی جیرفـت درصـد پروتئین بالاتری داشت. نتیجه مصرف کودهای آلـی بهبـود خـواص فیزیکی و شیمیایی خاک از طریق فراهمی بیش‌تـر مـوادآلی، تعـادل مقدار و جذب عناصر غذایی و نیز آب‌شویی کم‌تر این عناصر است که تأثیر مثبتی بر درصد پروتئین داشته اسـت (Rezvani Moghadam & Seydi, 2015). هم‌چنـین مـواد آلـی بـا کـاهش pH و تشـکیل کمپلکس‌های محلول می‌تواند سبب افزایش فراهمی عناصر غـذایی، به‌خصوص عناصر کم‌مصرف می‌گردنـد و اضـافه نمـودن گـوگرد در چنین شرایطی، این اثرات را تشدید کرده و به دنبال آن رشد گیـاه و شاخص‌های کیفی گیاه ارتقاء پیدا می‌کنند (Malakouti & Homai, 2004).

جدول 7- مقایسه میانگین اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر درصد پروتئین دانه، محتوی گوگرد برگ، درصد روغن دانه و عملکرد دانه

Table 7-Mean comparison for interaction effect of cow manure and sulfur level on seed protein content, leaf sulfur content, seed oil content and seed yield

	کود گاوی Cow manure ($t.ha^{-1}$)	مقدار گوگرد Sulfur levels ($t.ha^{-1}$)			
		0	2	4	8
پروتئین دانه	0	18.64 ^{d*}	19.25 ^{c}	19.06 ^{cd}	18.97 ^{cd}
Seed protein content (%)	20	19.44 ^{c}	20.24 ^{b}	19.17 ^{cd}	21.12 ^{a}
گوگرد برگ	0	0.13 ^{e}	0.16 ^{cd}	0.164 ^{cd}	0.206 ^{b}
Leaf Sulfur (%)	20	0.151^{d}	0.159 ^{cd}	0.171 ^{c}	0.275 ^{a}
روغن دانه	0	42.63 ^{cde}	44.24 ^{bcd}	41.75 ^{e}	45.17 ^{ab}
Seed oil (%)	20	42.2 ^{de}	42.8 ^{cde}	44.67 ^{abc}	46.82 ^{a}
عملکرد دانه	0	1116.02 ^{e}	1050.47 ^{f}	1220.28 ^{d}	1496.12 ^{b}
Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	20	1147.43 ^{e}	1254.22 ^{d}	1336.97 ^{c}	1553.56 ^{a}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد ($p\leq0/05$).

*Means within each column followed by the same letters not significantly different based on FLSD test ($p \leq 0.05$).

جدول 8- مقایسه میانگین اثر متقابل رقم، کودگاوی و گوگرد بر درصد پروتئین دانه و محتوی گوگرد برگ

Table 8-Mean comparison for interaction effect of varieties, cow manure and sulfur level on seed protein content and leaf sulfur content

	رقم Varieties	کودگاوی Cow manure ($t.ha^{-1)}$	مقدار گوگرد Sulfur levels ($t.ha^{-1}$)			
			0	2	4	8
پروتئین دانه	جیرفت-13	0	19.65 ^{c*}	19.98 ^{bc}	20.75 ^{bc}	19.92 ^{bc}
	Gi-13	20	20.73 ^{b}	20.00 ^{bc}	20.65 ^{b}	22.75 ^{a}
Seed protein (%)	توده محلی جیرفت	0	18.74 ^{de}	18.45 ^{e}	19.37 ^{cd}	19.31 ^{cde}
	Local Jiroft variety	20	19.29^{cde}	20.54 ^{b}	19.56 ^{cd}	20.78 ^{b}
غلظت گوگرد برگ	جیرفت-13	0	0.13 ^{g}	0.17 ^{cde}	0.17 ^{cde}	0.19 ^{bc}
	Gi-13	20	0.14 ^{bc}	0.15 ^{efg}	0.16 ^{de}	0.29 ^{a}
Leaf Sulfur (%)	توده محلی جیرفت	0	0.13 ^{fg}	0.15 ^{defg}	0.16 ^{def}	0.22 ^{b}
	Local Jiroft variety	20	0.16 ^{def}	0.17 ^{cde}	0.18 ^{cd}	0.26 ^{a}

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ردیف، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد ($p\leq0/05$).

*Means within each column followed by the same letters not significantly different based on FLSD test ($p \leq 0.05$).

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنها اثر رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار گردید (جدول 3). رقم جیرفت-13 نسبت به توده محلی جیرفت شاخص برداشت بالاتری داشت (جدول 5). شاخص برداشت در شرایط مصرف 8 تن در هکتار گوگرد همراه با کاربرد کودگاوی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود. شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به وزن خشک یا زیست‌توده می‌باشد که متأثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم و ژنوتیپ آن، شرایط محیط، کودهای نیتروژن، تراکم و تاریخ کاشت است. از بین این عوامل رقم و ژنوتیپ بیش‌ترین همبستگی را با شاخص برداشت دارد، به همین دلیل وضعیت مواد غذایی خاک اثر چشمگیری بر این صفت ندارد. مقایسه نتایج گزارش‌های مشابه (Sajadi Nik et al., 2011) با نتایج این آزمایش نشان می‌دهدکه تیمارهای کودی، عملکرد و عملکرد بیولوژیک را به یک نسبت تغییر داده‌اند و به همین دلیل شاخص برداشت دستخوش تغییرات شدید نشده است.

غلظت فسفر برگ

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار گوگرد اثر معنی‌داری بر غلظت فسفر داشت (جدول 3). تیمار 8 تن در هکتار گوگرد با میانگین (0/081 %) نسبت به تیمار شاهد (0/05 %) میزان فسفر بالاتری داشت (جدول 4). تأثیر تیمارهای کود گاوی و رقم بر غلظت فسفر برگ معنی‌دار نبود (جدول 3). در تیمار 20 تن در هکتار کود گاوی غلظت فسفر برگ نسبت به تیمار شاهد کود گاوی بیش‌تر بود (جدول 6). محققان گزارش کردند که فسفر آزاد شده از خاک با اسید سولفوریک تولید شده طی فرآیند اکسایش گوگرد رابطه مستقیم دارد. باکتری‌های *تیوباسیلوس* از طریق ترشح اسیدهای آلی با روش‌های متنوعی مثل اسیدی کردن محیط و کلاته کردن یون‌های مزاحم و یون فسفات بر حلالیت و پویایی فسفر معدنی خاک و با ترشح آنزیم‌هایی مثل فسفاتاز بر حلالیت فسفر آلی در خاک مؤثر هستند (Dialami & Mohebbi, 2010). با افزودن گوگرد به خاک‌های آهکی، واکنش این خاک‌ها در نقاط ریز اطراف ریشه‌ها کاهش یافته و لذا قابلیت جذب فسفر افزایش یافته و شرایط برای رشد گیاه نیز بهبود می‌یابد. در نتایج مشابه در گیاه سویا بالاترین میزان فسفر از مصرف سه تن در هکتار گوگرد و کم‌ترین آن از سطح شاهد (بدون گوگرد) گزارش شده است (Babaei et al., 2012). هم‌چنین گزارش شده کاربرد توأم گوگرد و کوددامی تأثیر مثبتی بر افزایش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف در گیاه ذرت داشته است (Khadem et al., 2014).

غلظت گوگرد برگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد بیش‌ترین میزان گوگرد برگ مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بوده است (جدول 4). اثر متقابل کودگاوی و گوگرد تأثیر معنی‌داری بر غلظت گوگرد برگ داشت (جدول 3). غلظت گوگرد برگ در تیمار شاهد کود گاوی با افزایش سطح تیمار گوگرد افزایش پیدا کرد و بیش‌ترین درصد گوگرد برگ مربوط به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد بود (جدول 7). با افزایش سطح تیمارگوگرد و کاربرد کود گاوی غلظت گوگرد برگ نسبت به تیمار شاهد کود گاوی افزایش پیدا کرد و در تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و 20 تن در هکتار کود گاوی (M_1S_3) نسبت به تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و تیمار شاهد کود گاوی (M_0S_3) تفاوت غلظت گوگرد برگ معنی‌دار بود. هم‌چنین غلظت گوگرد برگ در شاهد گوگرد و 20 تن در هکتار کودگاوی (M_1S_0) تفاوت معنی‌داری با شاهد گوگرد و کودگاوی داشت (M_0S_0). بخش زیادی از اکسیداسیون گوگرد توسط باکتری‌ها انجام می‌گیرد، فراهم کردن شرایط بهتر برای رشد این باکتری‌ها به افزایش بازدهی اکسیداسیون کمک می‌کند. از جمله این شرایط فراهم کردن مواد آلی مورد نیاز برای رشد باکتری‌ها می‌باشد (Saboor & Shokri, 2013). اکسایش گوگرد تولید اسید سولفوریک می‌کند، اسید تولید شده در اثر واکنش با عناصر غذایی تثبیت‌شده باعث افزایش حلالیت آن‌ها و در نهایت افزایش جذب عناصر به‌وسیله گیاه می‌گردد (Ahkavan et al., 2012). به همین دلیل کاربرد کودگاوی و گوگرد موجب افزایش غلظت گوگرد برگ گردیده است. اثر متقابل رقم، گوگرد و کودگاوی بر غلظت گوگرد برگ معنی‌دار گردید (جدول 3). بیش‌ترین میزان غلظت گوگرد مربوط به رقم جیرفت-13 در تیمار 8 تن در هکتار گوگرد و تیمار 20 تن در هکتار کودگاوی بود (جدول 8). توده محلی جیرفت در تیمار شاهد گوگرد و 20 تن در هکتار کودگاوی(M_1S_0) نسبت به رقم جیرف-13 در تیمار مشابه درصد گوگرد بالاتری داشت. در نتایج متفاوت، مقایسه کارایی فسفر رقم جدید گندم با یک رقم

بومی نشان داده است که رقم جدید هم در حالت ناکافی و هم در حالت کفایت فسفر کاراتر از رقم بومی بوده است و کارایی آن متأثر از سه عامل مورفولوژی ریشه، جابجایی مجدد فسفر و مصرف بهینه در داخل گیاه گزارش شده است (Horst, et al., 1993).

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج پژوهش حاکی از این بود که تأثیر تیمار گوگرد بر صفات مورد بررسی در شرایط عدم کاربرد کودگاوی معنی‌دار بود و به‌جز صفت شاخص برداشت تفاوت معنی‌دار در سطوح گوگرد در مورد بقیه صفات مشاهده گردید. با افزایش سطح تیمار گوگرد عملکرد دانه، درصد روغن، درصد پروتئین و غلظت فسفر و گوگرد برگ افزایش یافت که نشان‌دهنده اهمیت کاربرد گوگرد در نظام‌های زراعی در جهت بهبود عملکرد کمّی و کیفی گیاهان زراعی می‌باشد. تیمار کودگاوی علاوه بر تأثیر مثبت بر عملکرد ارقام کنجد شرایط لازم برای اکسیداسیون گوگرد را فراهم کرد به‌طوری‌که اثر متقابل کودگاوی و گوگرد بر عملکرد دانه، درصد روغن، درصد پروتئین و غلظت گوگرد برگ معنی‌دار گردید و با افزایش صفات مورد بررسی همراه بود. در خاک‌های قلیایی می‌توان از کاربرد کودهای حیوانی جهت آزادسازی فسفر و عناصر کم‌مصرف تثبیت شده استفاده نمود. با توجه به تأثیر مثبت گوگرد در کاهش pH خاک و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر کم‌مصرف و فسفر، مصرف این ماده به همراه کودهای حیوانی باعث اثربخشی بیش‌تر هر کدام از آن‌ها خواهد شد. مقادیر زیادی گوگرد در صنایع نفت و گاز کشور تولید می‌گردد و نقش مهمی در افزایش کیفیت گیاهان روغنی دارد، بنابراین جهت حفظ تولید در درازمدت و پایداری منابع خاک استفاده از گوگرد به‌همراه کودهای آلی نقش مثبتی در بهبود عملکرد و اصلاح خاک‌های قلیایی خواهد داشت. رقم جیرفت-13 نسبت به توده محلی جیرفت درصد پروتئین، روغن، عملکرد دانه و شاخص برداشت بالاتری داشت و برای شرایط آب‌وهوایی کرمان مناسب و توصیه می‌گردد.

منابع

1. Ahmadi, J., Seyfi, M.M., and Amini Dehghi, M. 2012. Effect of spraying micronutrients Fe, Zn and Ca on grain and oil yield of sesame (*Sesamus indicum* L.) varieties. Electronic Journal of Crop Production 5: 115-130. (In Persian with English Summary)
2. Ahmad, A., and Abdin, M.Z. 2006. Interactive effect of sulphur and nitrogen on the oil and protein contents and on the fatty acid profiles of oil in the seeds of rapeseed (*Brassica compestris*) and mustar (*Brassica juncea* L. czern and coss) genotypes. Journal of Agronomy Crop Science 185:49-54.
3. Akhavan, Z., Fallah, A., and Rezaei AmroAbadi, S. 2012. Effect of sulfur and Thiobacillus inoculant on iron, zinc, copper and manganese concentration in canola in greenhouse condition. Journal of Agronomy and Plant Breeding 8: 191-197. (In Persian)
4. Babaei, P., Golchin, A., Besharati, H., and Afzali, M. 2012. Effect of microbial sulfur fertilizer on nutrient uptake and yield of soybean in farm. Iranian Journal of Soil Research 26: 145-151. (In Persian with English Summary)
5. Besharati, H., and Motalebifard, R. 2015. Evaluation of the effect of sulfur application and Thiobacillus on some soil chemical characteristics and yield of canola in wheat-canola rotation system. Journal of Water and Soil 29: 1688-1698. (In Persian with English Summary)
6. Chaghazardi, H.R., Mohammadi, G.R., and Beheshti Al Agha, A. 2013. Evaluation of sulfur and manure effects on corn growth characteristics (Single Cross 704) and acidity of soil. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 162-170. (In Persian with English Summary)
7. Cottenie, A., 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Bulletin, No. 82/2.
8. Dialami, H., and Mohebbi, A.H. 2010. Effect of sulfur application with inoculum of *Thiobacillus* and animal manure on the amount of leaf nutrients and vegetative growth index of date seedlings bahri variety. Journal of Horticultural Science 24: 189-194. (In Persian with English Summary)
9. Dini Torkamani, M.R., and Carpetian, J. 2008. An Investigation of physical and chemical characteristics of seed in ten sesame (*Sesamum indicum* L.) vareities. Iranian Journal of Biology 20: 327-333. (In Persian with English Summary)
10. El-Fatah, M.S., and Khaled, S.M. 2010. Influence of organic matter and different rates of sulphur and nitrogen on dry matter and mineral composition of wheat plant in new reclaimed sandy soil. Journal of American Science 6:

1078-1084.
11. Goldani, M., Fand azeli Khaki, S.F. 2014. Evaluation of the effect of chemical and organic fertilizers on growth, yield and yield components of three sesame ecotype (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 12: 127-136. (In Persian with English Summary)
12. Gnanamorty, P., Xavier, H., and Balasubramaniya, P. 1992. Spacing and nitrogen requirement of sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Agronomy Journal 37: 358-359.
13. Horst, W.J., Abdou, M., and Wiesler, F. 1993. Genotypic differences in phosphorus efficiency of wheat. Plant and Soil 155/156: 293–296.
14. Jalili, F., Nasrollahzeadh, A., and Valilo, R. 2013. Effect of sulfur and manure on wheat grain yield and Golden wheat protein. Journal of Agricultural Research 5: 71-84. (In Persian with English Summary)
15. Karimi, F., Bahmanyar, M.A., and Shahabi, M. 2012. Improving the content of oil, protein and some yield components of canola in two calcareous soil, consequence the sulfur and cattle manure application. Journal of Agricultural Science and Sustainable Production 22: 71-84. (In Persian with English Summary)
16. Khadem, A., Golchin, A., Shafiei, S., and Zaree, E. 2014. Effects of manure and sulfur on nutrients uptake by corn (*Zea mays* L). Agronomy Journal 103: 2-11.
17. Koocheki, A., and Khajeh hosseini, M. 2008. Modern Agronomy. Mashhad University Jihad Publications, Mashhad, Iran. (In Persian)
18. Kuo, S., Ortiz Escobar, M.E., Hue, N.V., and Hummel, R.L. 2004. Composting and compost utilization for agronomic and container crops. Recent Research Development and Environmental Biology. Research Signpost 1:451-513.
19. Malakouti, M.J., and Homai, M. 2004. Soil fertility in dry region. Tarbiat Moddares Univ. Press, Tehran, Iran. (In Persian)
20. Momen, A., Pazoki, A., and Momayezi, M.R. 2011. Effects of granular sulfur (bentonitic) and compost on quantitative and qualitative characteristics of bam wheat in semnan region. The Quarterly Academic Journal of Crop Physiology 9: 31-47. (In Persian with English Summary)
21. Mostofi, A. 2008. Investigating Oil Seeds Market and its Products. Available at Web site http://www. agriper.ir/entesharat/gozareshat/gmon. (In Persian)
22. Naghavi, H., Hajabbasi, M.H., and Afyoni, M. 2005. Effect of cow manure on some physical properties and hydraulic coefficients and transmission in a sandy loam soil in Kerman. Journal of Scientific and Technological Agriculture and Natural Resources 9: 93-102. (In Persian with English Summary)
23. Nikmehr, S., Akhgar, A.R., Madah Hoseinim, S., and Mozafari, V. 2014. Effect of phosphate solubilizing fluorescent Pseudomonaok and phosphorus fertilizer on growth and nutrient uptake of Sesame. Journal of Soil Management and Sustainable 4: 61-86. (In Persian with English Summary)
24. Norbakhsh, F., Behdani, M.A., Jamialahmadi, M., and Mahmoodi, S., 2014. Evaluation of the integrated effect of sulfur application with *Thiobacillus* on yield quality and morphological characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology 6: 51-59. (In Persian with English Summary)
25. Pasban, F., Hamidreza Balouchi, H., Yadavi, A., Salehi, A., and Attarzadeh, M. 2015. The role of organic and biological fertilizers in qualitative and quantitative yield of soybean (*Glycine max* L.) cv williams. Agriculture Science and Sustainable Production 25:137-149. (In Persian with English Summary)
26. Rahimiyan, Z. 2011. Effect of sulfur and *Thiobacillus* with organic matter on quantitative and qualitative characteristics of rapeseed. The Quarterly Academic Journal of Crop Physiology 3:19-27. (In Persian with English Summary)
27. Rahman, M.N., Sayem, S.M., Alam, M.K., Islam, M.S., and Mondol, A.T.M.A.I. 2007. Influence of sulphur on nutrient content and uptake by rice and its balance in old brahmaputra floodplain soil. Journal of Soil and Nature 1:5-10.
28. Rezvani Moghaddam, P., Norozpoor, G., Nabati, G., and Mohammad Abadi, A.A. 2005. Effects of different irrigation intervals and plant density on morphological characteristics, grain and oil yields of sesame (*Sesamum indicum* L.). Iranian Crop Research 3: 57-68. (In Persian with English Summary)
29. Rezvani Moghaddam, P., Mohammad Abadi, A.A., and Moradi, R.A. 2010. Investigating the effect of chemical and organic fertilizers on performance and yield components of Sesame (*Sesamum indicum* L.) planting in different densities. Journal of Agroecology 2: 256-265. (In Persian with English Summary)

30. Rezvani Moghaddam, P., Sabori, A., Mohammad Abadi, A.A., and Moradi, R.A. 2013. Effect of chemical fertilizers, cows and municipal waste compost on yield, yield components and oil content of three sesame genotypes (*Sesamum indicum* L.) in Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 11: 241-250. (In Persian with English Summary)
31. Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M.B., and Ehyaee, H.R. 2015. Effect of simultaneous application of mycorrhiza with compost, vermicompost and sulfural geranole on some quantitative and qualitative characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a low input cropping system. Journal of Agroecology 7: 563-577. (In Persian with English Summary)
32. Rezvani Moghaddam, P., and Seydi, M. 2015. Effect of organic, biological and chemical fertilizers on the performance of protein, oil and fatty acids Blackcurrant (*Nigella sativa* L.). Journal of Horticultural Science 29: 119-126. (In Persian with English Summary)
33. Saboor, M.R., and Shokri, M. 2013. Investigating the effect of different amounts of sulfur and municipal waste compost on soil pH and Absorption of micronutrients in forage corn. Journal of Environmental Science and Technology 15: 106-116. (In Persian with English Summary)
34. Saffari, M., Madadizadeh, M., and Shariatiniya, F. 2011. Study of nutritional effects of nitrogen, boron and sulfur elements on quantitative and qualitative characteristics of safflower seed. Iranian Journal of Field Crop Science 42: 133-141. (In Persian with English Summary)
35. Sajadi Nik, R., Yadavi, A., Balouchi, H.R., and Farajee, H. 2011. Effect of chemical (Urea), organic (Vermicompost) and biological (Nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.). Agriculture Science and Sustainable Production 21:87-100. (In Persian with English Summary)
36. Salimzadeh, S., and Jalili, F. 2013. Effect of sulfur application, vermicompost and Thiobacillus on the performance of sunflower oil. Journal of Agricultural Research 6:29-44. (In Persian with English Summary)
37. Sieling, K., Brase, T., and Svib, V. 2006. Residual effects of different N fertilizer treatments on growth, N uptake and yield of oilseed rape, wheat and barley. European journal of Agronomy. 25: 40-48.

Journal of Agroecology
Vol. 11, No.3, Fall 2019, p. 845-857

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 11، شماره 3، پاییز 1398، ص 857-845

The Effect of Sulfur and Manure on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sesame Varieties (*Sesamum indicum* L.)

M. Saeidinezhad[1], M.A. Behdani[2*], M.H. Sayyari[3] and S. Mahmoudi[4]

Submitted: 11-05-2017
Accepted: 07-06-2018

Saeidinezhad, M., Behdani, M. A., Sayyari, M. H and Mahmoudi, S.2019. The Effect of Sulfur and Manure on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sesame Varieties (*Sesamum indicum* L.). Journal of Agroecology. 11(3): 845-857.

Introduction

Oil seeds had an important role in supplying food, heat and pharmaceutical needs. Today oil seeds are considered as the strategic agricultural products in the world. Providing of essential elements for crops, especially micro-nutrients play an important role in increasing the quality of produced food and improving community health. Sulfur is one of the essential elements required for plants, which has been underestimated in recent years. In oil seeds, sulfur plays an important role in seeds quality and growth. These plants usually need more sulfur for suitable growth and higher yield. Synthesis of some essential proteins and vitamins in crops has been faced difficulty due to sulfur deficiency. The addition of organic matter with sulfur in soils with high acidity is an appropriate option for reducing acidity and dissolving the required elements of crops.

Materials and Methods

The limiting factors in crop production are high soil pH and its effect on availability of nutrients and also organic matter shortages. This research was conducted at Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center to determine the effect of sulfur and cattle manure on quantitative and qualitative characteristics of sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) in a factorial experiment with completely randomized block design with 3 replications in 2016. The treatments consisted of powdered sulfur at four levels (0, 2, 4 and 8 tonnes.ha^{-1}), Cow manure at two levels (0 and 20 tonnes.ha^{-1}) and included two Jiroft-13 and Jiroft local varieties. After soil preparation the cultivars were planted on the rows with 50 cm distance. Grain yield, Harvest index, Oil and Protein Content, phosphorus and leaf sulfur content of sesame varieties were measured at the end of the growing season.

Results and Discussion

The results indicated that the highest level of sulfur (8 tonnes.ha^{-1}) except for harvest index caused a significant increase in the investigated traits compared to the control treatment. The interactions of Cattle manure and sulfur were significant on some traits and the highest grain yield belonged to the Jiroft-13 cultivar in the highest level of sulfur and Cattle manure. The Jiroft-13 cultivar had the highest grain oil and protein content and harvest index as compared to Jiroft local variety. Effects of sulfur and Cattle manure treatments on grain oil and protein were significant and the highest amount was observed in combined application of sulfur and manure. Application of sulfur increased the concentration of this element in sesame leaves and also due to local reduction of soil acidity, it had a significant effect on increasing phosphorus uptake. The results indicate that the integrated use of sulfur and cattle manure as an ecological solution in order to increase growth and quantitative and qualitative production of oil crops, especially in alkaline soils could be considered.

1- Ph.D student of Agronomy and Plant Breeding Department, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran
2- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran
3- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran
4- Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Birjand University, Iran
(*- Corresponding Author Email: mabehdani@birjand.ac.ir)
Doi:10.22067/jag.v11i3.71128

Conclusion

In general, the results of this study indicate that sulfur application had a significant effect on the quantitative and qualitative characteristics of sesame varieties and soil improvement. Application of cattle manure improved physical and chemical properties of soil, resulted yield increase and provided the sulfur oxidation conditions. In alkaline soils, animal fertilizers can be used to release phosphorus and fixed micronutrients. Considering the positive effect of sulfur on soil pH reduction and increasing accessibility to phosphorus and micronutrients, consumption of this substance with animal fertilizers, will make each one more effective. Large amounts of sulfur are produced in the country's oil and gas industries which can play an important role in increasing the quality of oilseed crops. According to the experimental conditions and the obtained results in the absence of cow manure, using 8 tonnes.ha^{-1} of sulfur is recommended. However, under application of 20 tonnes.ha^{-1} of cow manure, while using lower levels of sulfur, favorable results can be obtained. Jiroft-13 had a higher yield than local variety and is recommended for Kerman climatic conditions.

Keywords: Oil seed, Fertilizer, Soil acidity, Soil improvement