

The Effect of Sulfur and Cow Manure on Yield, Yield Components and Amino Acids of Sesame Varieties (*Sesamum indicum* L.)

Marjan Saiedinejad¹, Mohammadali Behdani^{2*}, Mohammadhassan Sayari³ and Sohrab Mahmoodi⁴

Received: 1 November 2021 Accepted: 01 November 2021

1-Ph.D, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand. South Khorasan Province, Birjand, Iran.

2-Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand. South Khorasan Province, Birjand, Iran.

3-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breed and Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Birjand. South Khorasan Province, Birjand, Iran.

4-Assist. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Birjand. South Khorasan Province, Birjand, Iran.

*Corresponding Author Email: mabehdani@birjand.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This research was conducted to determine the effect of sulfur and cattle manure on yield and amino acids of two Sesame (*Sesamum indicum* L.) varieties.

Materials and Methods: The experiment was done by a factorial experiment in randomized block design with 3 replications in 2016 and 2017 at Kerman Agricultural and Natural Resources Research Center. The treatments consisted of powdered sulfur at four levels (0, 2, 4 and 8 ton.ha⁻¹), Cow manure at two levels (0 and 20 ton. ha⁻¹) and Jiroft-13 and Jiroft local varieties.

Results: The results showed that the number of capsules per plant in the second year was higher than the first year and the number of seeds per capsule in the second year was lower. Also, the leaf phosphorus content in the second year was higher than the first year. The number of branches, number of capsules per plant, 1000-grain weight, grain yield and Methionine in 20 ton.ha⁻¹ treatment of cow manure was higher than the control. The effect of sulfur treatment on yield, yield components, seed oil, Leaf phosphorus, Methionine and Cysteine were significant and according to the significance of the interaction between cow manure and sulfur, the highest grain yield (1353.28 Kg. ha⁻¹) was obtained from of 20 Ton.ha⁻¹ treatment of cow manure and 8 ton. ha⁻¹ of sulfur. The Jiroft-13 variety had higher oil seed, grain and biological yield than Jiroft local variety.

Conclusion: According to the experiment conditions, more desirable results can be obtained using 20 ton.ha⁻¹ manure, with lower rates of sulfur.

Keywords: Methionine, Oil seed, Residual Effects, Soil Improvement, Sulfur Oxidation

تأثیر کود گاوی و گوگرد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کنجد (*Sesamum indicum* L.)

مرجان سعیدی نژاد^۱، محمدعلی بهدانی^{۲*}، محمدحسن سیاری^۳، سهراب محمودی^۲

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۰/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۱۰

۱-دکتری زراعت. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۲-استاد و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

۳-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات و علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

*مسئول مکاتبه: Email: mabehdani@birjand.ac.ir

چکیده

اهداف: مطالعه حاضر به منظور بررسی اثر کود گاوی و گوگرد عنصری بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسید آمینه‌های گوگرددار ارقام کنجد طی دو سال زراعی (۱۳۹۵ و ۱۳۹۶) انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل کود گاوی در دو سطح (عدم کاربرد کود و ۲۰ تن در هکتار)، گوگرد عنصری در چهار سطح (شاهد (عدم کاربرد کود)، ۲، ۴ و ۸ تن در هکتار) و ارقام جیرفت-۱۳ و توده محلی جیرفت بودند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد تعداد کپسول در بوته در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر و تعداد دانه در کپسول در سال دوم کمتر بود و همچنین درصد فسفر برگ در سال دوم نسبت به سال اول بیشتر بود. تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و اسید آمینه متیونین در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود. اثر تیمار گوگرد بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، درصد روغن، فسفر برگ و اسید آمینه‌های متیونین و سیستئین معنی‌دار گردید. اثر متقابل کود گاوی و گوگرد نشان داد بیشترین مقدار عملکرد دانه (۱۳۵۳/۲۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و ۸ تن در هکتار گوگرد بود.

نتیجه‌گیری کلی: رقم جیرفت-۱۳ نسبت به توده محلی جیرفت درصد روغن، عملکرد دانه و بیولوژیک بیشتری داشت. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی با سطوح پایین گوگرد، نتایج مطلوبی داشت.

واژه‌های کلیدی: اثرات باقی مانده، اصلاح خاک، اکسیداسیون گوگرد، گیاه روغنی، متیونین

مقدمه

نیاز به تولید منابع غذایی پر انرژی و سالم یکی از دغدغه‌های جهانی است. دانه‌های روغنی و روغن حاصل از آن‌ها به دلیل جایگاه و نقشی که در تغذیه و جیره غذایی مردم از نظر تأمین انرژی و اسیدهای چرب ضروری و پروتئین گیاهی دارند و همچنین به دلیل استفاده جانبی

آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۳). کنجد از قدیمی‌ترین دانه‌های روغنی است که به دلیل داشتن روغن با کیفیت، پروتئین و آنتی-اکسیدان به طور گسترده در تهیه دارو و غذا استفاده می‌شود. کنجد همچنین از گیاهان سازگار به نواحی خشک و نیمه خشک دنیاست و با توجه به مسئله گرمایش زمین

و تغییرات اقلیمی آینده و بروز گرما و خشکسالی در کشور، کشت و کار گیاهان مقاوم به خشکی همانند کنجد گام مؤثری در تأمین نیاز روغن در آینده کشور می‌باشد (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۰). استفاده از کودهایی با منشأ اکولوژیکی مانند کود دامی، کمپوست، ورمی-کمپوست و بقایای گیاهی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی است زیرا این مواد علاوه بر حفظ مواد آلی خاک، سبب افزایش حاصلخیزی و فراهم کردن عناصر غذایی در خاک می‌شوند (گلدانی و فاضلی خاکی ۲۰۱۴). رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه بررسی تأثیر کودهای شیمیایی و آلی (کود گاوی و کمپوست) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد گزارش کردند که کاربرد کود گاوی باعث افزایش عملکرد دانه گردید. کودهای دامی همچنین موجب افزایش فسفر قابل استفاده گیاه، ازت نیتراتی، بهبود ساختمان خاک و افزایش میزان نگهداری آب در خاک می‌شوند، که در نهایت افزایش کمی و کیفی محصول را به دنبال دارد (شاپلی، ۲۰۰۴). در مطالعه‌ای دیگر کاربرد کود دامی (گاوی) و کمپوست در کنجد نشان داده تیمار کود دامی موجب افزایش معنی‌دار عملکرد ارقام کنجد گردیده است (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۳).

گوگرد عنصری، به‌عنوان اصلاح کننده خاک، مصارف مختلفی دارد و اکسیداسیون و تبدیل آن به اسیدسولفوریک (H_2SO_4)، به‌ویژه در خاکهای آهکی برای کاهش pH، تأمین سولفات و افزایش فراهمی فسفر و عناصر غذایی کم مصرف و اصلاح خاک مفید است. گرایش جهانی به استفاده از گوگرد عنصری برای بالا بردن فراهمی فسفر و عناصر کم مصرف و اصلاح کمبود این عناصر در خاک‌های قلیایی و آهکی، بیشتر شده است. در خاک‌های آهکی به علت کمبود مواد آلی، فعالیت ریز جانداران مؤثر در اکسایش گوگرد کاهش می‌یابد و زمانی مصرف گوگرد در این نوع خاک‌ها مؤثر است که توأم با کودهای آلی بوده و یا همراه با مایه تلقیح تیوباسیلوس مصرف شود. بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد گوگرد به دلیل نقشی که در سنتز کلروفیل دارد، می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد. در همین رابطه گزارش شده بیشترین میزان عملکرد کنجد مربوط

به تیمار کاربرد هم‌زمان گوگرد با P، N و K بوده است (کندو و همکاران ۲۰۱۰). در بررسی دیگر افزایش سطح تیمار گوگرد موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه کنجد گردیده است (مندل و همکاران ۲۰۱۲). نقش گوگرد در افزایش درصد روغن مربوط به نقش مهم گوگرد در سنتز بسیاری از اسیدهای چرب و نیاز به این عنصر برای سنتز دیگر متابولیت‌های حاوی کوآنزیم‌آ، ویتامین ب، اسید لیپوئیک و سولفولیپیدها است (مالیک و همکاران ۲۰۰۴). گزارش شده اسید آمینه‌های گوگرددار نقش حیاتی در سلامت و تغذیه انسان دارند. اسید آمینه متیونین نقش مهمی در بسیاری از عملکردهای سلول و همچنین آغاز ترجمه mRNA دارد و نقش اسید آمینه سیستمی شرکت در ساختار و عملکرد پروتئین‌ها و آنزیم‌ها است (کریشنا و جز ۲۰۱۸). 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 به منظور بررسی توأم اثر گوگرد و کود گاوی، به عنوان یک ماده آلی تأثیرگذار در فرایند اکسیداسیون گوگرد طی دو سال، بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام اصلاح شده جیرفت-۱۳ و توده محلی جیرفت در شرایط آب و هوایی کرمان انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان با موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه شمالی و ۵۹ درجه شرقی با ارتفاع ۱۷۵۴ متر از سطح دریا به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتورها شامل کود گاوی در دو سطح (عدم کاربرد کود و ۲۰ تن در هکتار)، گوگرد پودری (۹۸٪) در چهار سطح (شاهد) (عدم کاربرد کود)، ۲، ۴ و ۸ تن در هکتار) و رقم در دو سطح (شامل جیرفت-۱۳ و توده محلی جیرفت، این ارقام جزء ارقام چند شاخه، دیررس هستند که دارای یک گل در محور می‌باشند) بودند. به منظور بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. نتایج تجزیه خاک در جدول

۱ و نتایج تجزیه شیمیایی کود گاوی در جدول ۲ ارائه شده است. برای اندازه‌گیری هدایت الکتریکی خاک از عصاره اشباع یک به یک استفاده گردید و بعد از گذشت دو ساعت، با EC متر میزان هدایت الکتریکی خاک اندازه‌گیری شد. میزان رس، سیلت، شن و در نهایت بافت خاک با استفاده از مثلث بافت خاک تعیین گردید و میزان فسفر، پتاسیم، ماده آلی خاک توسط به روش استفاده از خاکستر و در کوره اندازه‌گیری گردید. هر کرت شامل شش ردیف به طول پنج متر و با فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر بود. تیمارهای کودی بر اساس مساحت هر کرت و طبق تیمارها تعیین گردید و در سال اول یک ماه قبل از کاشت با خاک مخلوط گردید. در سال دوم اثرات باقی مانده تیمارهای سال اول با پلات ثابت بررسی شد و هیچ تیمار کودی اعمال نگردید (در هر دو سال آزمایش، کاشت در یک قطعه زمین انجام شد). عملیات کاشت بذر در هر دو سال، به صورت جوی-پشته‌ای با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر با دست در نیمه دوم خرداد ماه انجام شد. فاصله کرت‌ها و بلوک‌ها به ترتیب برابر با ۱ و ۳ متر در نظر گرفته شد. اولین آبیاری به منظور تسهیل در سبز شدن بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی با دور هفت روز یک‌بار به شیوه سیفونی تا پایان فصل رشد انجام شد. به منظور جلوگیری از اختلاط اثر تیمارها، انتهای کرت‌ها بسته شد و آبیاری کرت‌ها و بلوک‌ها به صورت جداگانه انجام گرفت. همچنین برای هر بلوک جوی فاضلاب جداگانه در نظر گرفته شد تا آب خروجی احتمالی وارد کرت‌های مجاور نگردد. عملیات وجین دستی علف‌های هرز هر دو هفته یک بار صورت گرفت. در انتهای فصل رشد برای اندازه‌گیری اجزای عملکرد، از هر کرت پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و تعداد شاخه جانبی و تعداد کپسول در بوته شمارش شدند. پس از جداسازی و شمارش دانه‌های هر کپسول، همگی دانه‌ها با یکدیگر مخلوط شده و وزن ۱۰۰۰ هزار دانه برحسب گرم محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد در نیمه اول آبان پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از قسمت میانی کرت‌ها از سطحی به اندازه دو متر مربع کلیه بوته‌ها به صورت دستی از سطح خاک برداشت گردیدند. دانه‌ها از کپسول‌های خشک شده جدا گردید و توسط ترازو

توزین گردید و عملکرد دانه (با رطوبت بین ۱۴ تا ۱۶ درصد) با توجه به مساحت برداشت شده و تعمیم آن به هکتار برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک (عملکرد ماده خشک اندام‌های هوایی) از قسمت میانی هر کرت آزمایشی، کل بوته‌های موجود در سطح دو مترمربع از سطح خاک کف‌بر شده و درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت و پس از خشک شدن توسط ترازو با دقت ۰/۱ گرم توزین گردید. سپس وزن نمونه به مساحت اشغال‌شده در مزرعه تقسیم شده و نهایتاً عملکرد زیستی به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد. برای تعیین درصد روغن دانه از روش سوکسله استفاده شد و اسید آمینه‌های سیستمین و متیونین دانه توسط دستگاه HPLC و به روش کروماتوگرافی تبادل یونی اندازه‌گیری گردیدند (پریپس و همکاران ۲۰۰۱). جهت اندازه‌گیری فسفر از نمونه برگ، از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۳۰ نانومتر استفاده شد (کوئنی ۱۹۸۰).

آنالیز آماری داده‌ها بر اساس تجزیه مرکب نتایج دوسال (پس از انجام آزمون بارتلت) با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.4 انجام گردید و از آزمون FLSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار 2010 Microsoft Excel انجام شد.

نتایج و بحث

فسفر برگ: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای سال، کود گاوی، گوگرد و همچنین اثر متقابل کود گاوی و گوگرد و اثر متقابل سال و کود گاوی بر مقدار فسفر برگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. تفاوت بین ارقام در سطح احتمال ۵ درصد و اثر متقابل کود گاوی، گوگرد و رقم بر درصد فسفر برگ در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۸). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه رقم، کود گاوی و گوگرد نشان داد که مقدار فسفر برگ در رقم جیرفت-۱۳ (۰/۸ درصد) نسبت به توده محلی جیرفت (۰/۷۴ درصد) بیشتر بود ولی کاربرد گوگرد در تیمار شاهد کود گاوی اثر

معنی‌دار بر مقدار فسفر برگ در توده محلی جیرفت
 نا داشته و در رقم جیرفت-۱۳ تنها در بالاترین سطح

گوگرد (۸ تن در هکتار) مقدار فسفر افزایش معنی‌داری
 داشته است. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی موجب

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (dS.m ⁻¹)	واکنش خاک	ماده آلی خاک (%)	درصد کربن آلی خاک	نیتروژن کل (%)	محتوی (mg.kg ⁻¹)	سولفات محلول (mEq.L ⁻¹)	محتوی (درصد) Content (%)
EC (dS.m ⁻¹)	pH	Organic mater (%)	Organic carbon (%)	Total nitrogen (%)	فسفر قابل جذب Available P	پتاسیم قابل جذب Available K ⁺	Soluble SO ₄ ⁻² (meq.L ⁻¹)
۲/۴۲	۷/۹۷	۰/۶۷	۰/۳۷	۰/۰۳	۶/۷	۱۸۴	۷/۸
							رس Clay
							سیلت Silt
							شن Sand

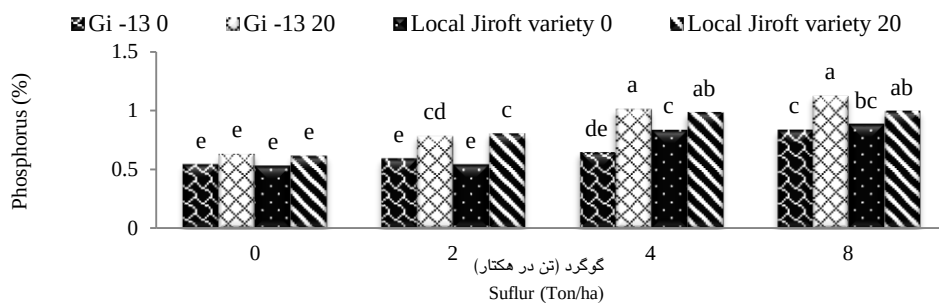
جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی کود گاوی مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH	درصد نیتروژن Nitrogen (%)	درصد فسفر Phosphorus (%)	درصد پتاسیم Potassium (%)	کلسیم Ca	منیزیم Mg	سدیم Na	گوگرد S
۲/۱	۷/۲	۱/۳	۱/۰۸	۳/۵	۱/۴۲	۰/۴۴	۰/۱۵	۰/۴۰

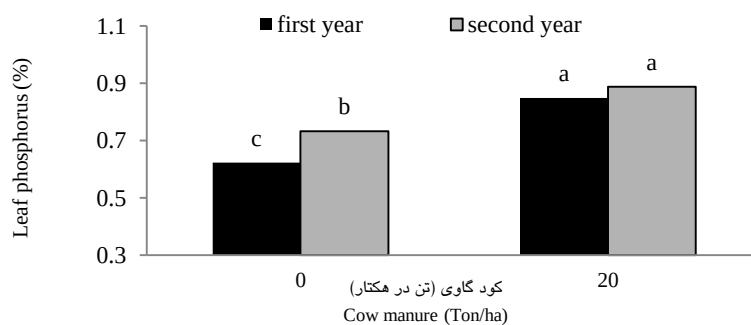
افزایش مقدار فسفر در هر دو رقم نسبت به تیمار شاهد
 کود گاوی گردیده است به‌طوریکه بیشترین مقدار فسفر
 برگ (۱/۱۲ درصد) مربوط به رقم جیرفت-۱۳ در تیمار
 ۸ تن در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بود
 و کمترین مقدار فسفر برگ (۰/۵۳ درصد) مربوط به توده
 محلی جیرفت در تیمار شاهد گوگرد و کود گاوی بود
 (شکل ۱). کود گاوی علاوه بر دارا بودن فسفر قابل جذب،
 در اکسیداسیون گوگرد، کاهش pH خاک و افزایش
 قابلیت جذب عناصر غذایی نقش داشته و موجب افزایش
 مقدار فسفر برگ گردیده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سال و کود گاوی
 نشان داد بیشترین مقدار فسفر برگ با میانگین (۰/۸۸
 درصد) مربوط به سال ۱۳۹۶ و تیمار ۲۰ تن در هکتار

کود گاوی بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار مشابه در
 سال ۱۳۹۵ نداشت. کمترین مقدار فسفر با میانگین (۰/۶۲
 درصد) مربوط به سال ۱۳۹۵ و تیمار شاهد کود گاوی
 بود. کاربرد کود گاوی موجب افزایش معنی‌دار مقدار
 فسفر نسبت به تیمار شاهد در سال اول و دوم گردیده
 است (شکل ۲). کاربرد کود دامی علاوه بر اینکه شرایط
 لازم برای اکسیداسیون گوگرد را فراهم می‌کند اگر حاوی
 درصد فسفر قابل جذب بیشتری باشد در نهایت موجب
 افزایش درصد فسفر جذب شده می‌گردد. گزارش شده
 مصرف خاک فسفات همراه با مواد آلی و گوگرد به‌عنوان
 راهکاری موثر برای افزایش قابلیت جذب فسفر است.
 افزایش معنی‌دار مقدار فسفر در سال دوم می‌تواند به
 دلیل تجزیه بیشتر گوگرد و کود گاوی در سال دوم و
 اثرگذاری بر مقدار جذب فسفر برگ باشد.



شکل ۱- ترکیبات تیماری رقم، کود گاوی و گوگرد برای فسفر برگ



شکل ۲- ترکیبات تیماری سال و کود گاوی برای مقدار فسفر برگ

در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی در سال دوم بود. یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر اکسیداسیون گوگرد محتوی ماده آلی خاک است و بالا بودن درصد آهک و خاصیت بافری خاک می‌تواند مانع از تأثیر گوگرد بر تغییر شاخص‌هایی همچون pH خاک گردد (بشارتی و مطلبی‌فرد، ۲۰۱۵). میزان کاهش pH خاک همچنین با زمان و شدت اکسیداسیون گوگرد در خاک رابطه مستقیم دارد.

سولفات و pH خاک: نتایج آزمون خاک در انتهای سال اول و دوم، نشان داد کمترین مقدار pH خاک (۷/۱۳) مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی در سال دوم بود و بیشترین مقدار pH (۷/۹۱) مربوط به تیمار شاهد گوگرد و کود گاوی در سال اول بود (جدول ۳). تغییرات سولفات خاک با اکسیداسیون گوگرد رابطه مستقیم داشته و بیشترین مقدار سولفات خاک (۱۴/۸ میلی اکی والان بر لیتر) مربوط به تیمار ۸ تن

جدول ۳- اثر مقادیر مختلف کود گاوی و گوگرد بر pH و سولفات خاک

M ₁ S ₃	M ₁ S ₂	M ₁ S ₁	M ₁ S ₀	M ₀ S ₃	M ₀ S ₂	M ₀ S ₁	M ₀ S ₀	سال (year)	
۷/۳۷	۷/۴۶	۷/۶۶	۷/۸۶	۷/۴۵	۷/۵۳	۷/۷۳	۷/۹۱	First year	واکنش خاک
۷/۱۳	۷/۲۹	۷/۴۹	۷/۷۹	۷/۲۶	۷/۳۸	۷/۵۹	۷/۸۷	Second year	pH
۱۳/۲	۱۱/۶	۸/۴	۷/۳	۱۱/۸	۱۰/۱	۷/۸	۷/۱	First year	سولفات
۱۴/۸	۱۳/۸	۱۰/۶	۷/۷	۱۴/۱	۱۲/۷	۹/۳	۷/۲	Second year	SO ₄ ⁻²

S₀ فاقد گوگرد، S₁ ۲ تن در هکتار گوگرد، S₂ ۴ تن در هکتار گوگرد، S₃ ۸ تن در هکتار گوگرد، M₀ عدم کاربرد کود گاوی، M₁ ۲۰ تن در هکتار کود گاوی

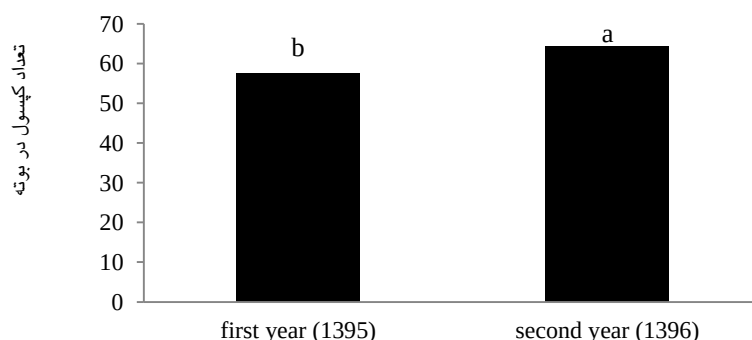
نشان داد کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی موجب افزایش ۱۰ درصدی در تعداد شاخه فرعی نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر رقم، توده محلی جیرفت با میانگین (۱۱/۰۳) تعداد شاخه فرعی بیشتری نسبت به رقم جیرفت-۱۳ با میانگین

تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کود گاوی بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین تفاوت بین ارقام از نظر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر کود گاوی

(۸/۶۹) داشت (جدول ۷). با توجه به اینکه جیرفت-۱۳ از ارقام اصلاح شده است نسبت به توده محلی جیرفت از تعداد شاخه فرعی کمتری برخوردار بود. بررسی‌ها نشان داده کودهای آلی به دلیل بهبود خواص فیزیکی، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و تعادل عناصر غذایی تأثیر مثبتی بر افزایش تعداد شاخه‌ی فرعی دارند. در همین راستا گزارش شده کاربرد ۱۵ تن کود مرغی موجب افزایش ۵۰ درصدی در تعداد شاخه فرعی کنجد نسبت به تیمار شاهد گردیده است (هارونا و همکاران ۲۰۱۱). گزارش شده کود آلی به علت آزادسازی تدریجی عناصر غذایی همراه با نیاز گیاه در هر مرحله رشدی و افزایش راندمان جذب عناصر غذایی، شرایط بهتری برای رشد و نمو گیاه را فراهم کرده و موجب افزایش تعداد شاخه فرعی در گیاه کنجد گردیده است (گلدانی و فاضلی کاخکی ۲۰۱۴).

تعداد کپسول در بوته: اثر تیمار کود گاوی، گوگرد و همچنین اثر سال بر تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در سال دوم تعداد کپسول در بوته نسبت به سال اول بیشتر بود (شکل ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار کود گاوی بر تعداد کپسول در بوته تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی موجب افزایش ۹/۳ درصدی در تعداد کپسول در بوته نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۶). مقایسه میانگین اثر تیمار گوگرد بر تعداد کپسول در بوته نشان داد با افزایش سطح

تیمار گوگرد تعداد کپسول در بوته افزایش یافت و بیشترین تعداد کپسول در بوته با میانگین (۶۵/۶۵) تعداد مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود و کمترین تعداد کپسول در بوته با میانگین (۵۶/۷۳) تعداد مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵). تغییر سال همراه با تغییر شرایط غذایی و آب و هوایی همراه است و می‌تواند موجب تغییر در اجزای عملکرد بگردد. همچنین تعداد کپسول در بوته بخصوص در ارقام چند شاخه کنجد، تابعی از تعداد شاخه‌های فرعی است و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین این دو صفت وجود دارد. در این پژوهش با توجه به اکسیداسیون گوگرد و تجزیه کود گاوی طی دو سال میزان دسترسی به عناصر غذایی متفاوت بوده است و عناصر غذایی نقش مؤثری بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، افزایش تعداد برگ، تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی و همچنین اجزای عملکرد مثل تعداد کپسول در بوته دارند. افزایش مواد آلی از طریق کاهش pH خاک موجب افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک و افزایش قابلیت جذب عناصر کم مصرف همانند آهن می‌گردد و شرایط برای افزایش میزان فتوسنتز و زیست توده فراهم می‌گردد، با افزایش ارتفاع و گلدانی تعداد کپسول در بوته افزایش پیدا می‌کند (گلدانی و فاضلی کاخکی ۲۰۱۴). در نتایج مشابه گزارش شده کاربرد کودهای آلی موجب افزایش تعداد کپسول در بوته در گیاه کنجد گردیده است (هارونا و علیو ۲۰۱۱).

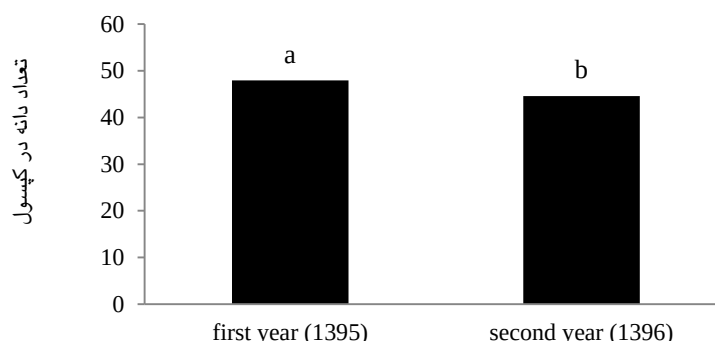


شکل ۳- اثر سال بر تعداد کپسول در بوته

کپسول نشان داد در سال دوم، تعداد دانه در کپسول با میانگین (۴۴/۵۹) تعداد نسبت به سال اول با میانگین (۴۷/۹۶) تعداد کمتر بود (شکل ۴). با توجه به این نتایج

تعداد دانه در کپسول: اثر تیمار سال و گوگرد بر تعداد دانه در کپسول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر سال بر تعداد دانه در

صفت دارد. بررسی اثرات گوگرد و تیوباسیلوس به همراه ماده آلی نشان داده کاربرد گوگرد به دلیل تغییر در pH خاک و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی موجب افزایش تعداد دانه در غلاف کلزا گردیده است (رحیمیان، ۲۰۱۱). در نتایج مشابه گزارش شده کاربرد گوگرد موجب افزایش تعداد غوزه و تعداد دانه در غوزه در گیاه گلرنگ (صفاری و همکاران، ۲۰۱۱) و تعداد دانه در غلاف کلزا (کریمی و همکاران، ۲۰۱۲) گردیده است.



شکل ۴- اثر سال بر تعداد کپسول در بوته

دانه و در نهایت وزن هزار دانه می‌گردد (جلیلی و همکاران ۲۰۱۳). نقش مثبت گوگرد در افزایش وزن هزار دانه در نتایج مشابه در گیاه گندم گزارش شده است (مومن و همکاران ۲۰۱۱). کاربرد کودهای آلی به دلیل افزایش ظرفیت نگهداری آب و همچنین جذب عناصر غذایی نقش مؤثری در افزایش وزن هزاردانه در گیاه ذرت داشته است (چغازردی و همکاران ۲۰۱۳). در مطالعه‌ای دیگر نقش کودهای آلی در افزایش وزن هزار دانه در گیاه گلرنگ را فراهمی مناسب عناصر غذایی در طول فصل رشد گزارش کرده‌اند بطوریکه گیاه در طی فصل رشد نه با محدودیت عناصر غذایی رو به رو می‌گردد نه دچار سمیت ناشی از غلظت بالای عناصر غذایی می‌گردد (رفیعی و همکاران ۲۰۱۴).

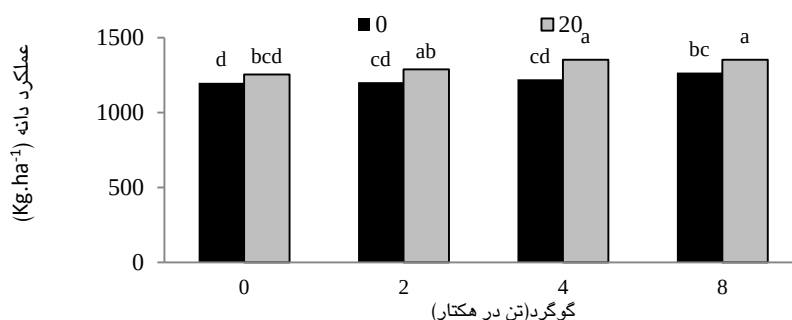
عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کود گاوی و گوگرد بر عملکرد دانه به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار گردید و تفاوت بین ارقام در عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴).

می‌توان بیان کرد از آنجایی که در سال دوم آزمایش تعداد کپسول در بوته افزایش پیدا کرده لذا به دلیل تقسیم مواد غذایی، تعداد دانه در کپسول کمتری تشکیل شده است. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمار گوگرد نشان داد بیشترین تعداد دانه در کپسول با میانگین (۵۱/۹۳ تعداد) مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود و کمترین تعداد دانه در کپسول با میانگین (۴۱/۳۹ تعداد) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۵). با توجه به نتایج آزمایش می‌توان بیان کرد که تعداد دانه در کپسول بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه بوده و عوامل محیطی تأثیر کمتری بر این

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار کود گاوی و رقم بر وزن هزار دانه در سطح احتمال ۱ درصد و اثر تیمار گوگرد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۵). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر کود گاوی، بیشترین مقدار وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بود که نسبت به تیمار شاهد با میانگین (۲/۴۱ گرم) بیشتر بود (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر رقم نشان داد وزن هزار دانه در رقم جیرفت-۱۳ با میانگین (۳/۷ گرم) نسبت به توده محلی جیرفت با میانگین (۳/۳۸ گرم) بیشتر بود (جدول ۸). همچنین نتایج کاربرد کود گوگرد نشان داد هر چند بیشترین مقدار وزن هزاردانه از کاربرد ۸ تن در هکتار کود گوگرد به دست آمد اما از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با سطوح ۴ و ۲ تن در هکتار دارا نبود (جدول ۶). برخی منابع تفاوت بین ارقام در وزن هزار دانه را اختلاف در توانایی انتقال مواد فتوسنتزی به دانه گزارش کرده‌اند. بررسی اثر گوگرد و کود دامی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم نشان داده کاربرد گوگرد و ماده آلی موجب افزایش طول مدت پر شدن دانه، افزایش غلظت ساکاروز

افزایش تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه می‌گردد (گنامورتی و همکاران ۱۹۹۲). کاربرد گوگرد موجب اسیدی کردن موضعی خاک، افزایش قابلیت انحلال و جذب عناصر غذایی و افزایش کارایی گیاه در فرایندهای فتوسنتزی، تنفس و افزایش نگهداری بیشتر سطح سبز در گیاه می‌گردد که در نهایت می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد (مومن و همکاران ۲۰۱۱). بشارتی و همکاران (۲۰۱۵) گزارش نمودند که معنی‌دار شدن اثر گوگرد به عواملی همچون میزان رطوبت خاک، محتوای ماده آلی، حرارت، سطح حاصلخیزی خاک و مدیریت زراعی مرتبط است و عدم تأثیر گوگرد می‌تواند به علت عدم اکسیداسیون کافی گوگرد در خاک باشد. در نتایج مشابه افزایش عملکرد با افزایش سطح تیمار گوگرد در گیاه کنجد (شلیپی و همکاران ۲۰۱۲) و ذرت (چغازردی و همکاران ۲۰۱۳) گزارش شده است. نتایج اثر متقابل کاربرد کود دامی در گوگرد نشان داد که بین سطوح ۲، ۴ و ۸ تن گوگرد در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد و بنابراین می‌توان بیان کرد که چنانچه هدف برداشت دانه باشد نیازی به سطوح ۴ و ۸ تن در هکتار گوگرد نمی‌باشد و با سطح ۲ تن در هکتار گوگرد و در شرایط ۲۰ تن کود دامی نیز عملکرد دانه مطلوب حاصل می‌گردد؛ بنابراین با کاربرد بهینه سطوح کودی هم می‌توان به عملکرد مطلوب دست یافت و هم از هزینه‌های اضافی جلوگیری کرد (شکل ۵).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد رقم جیرفت-۱۳ با میانگین عملکرد (۱۲۹۴/۳ کیلوگرم در هکتار) نسبت به توده محلی جیرفت (۱۲۴۹/۵ کیلوگرم در هکتار) عملکرد بیشتری داشت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر عملکرد دانه نشان داد در تیمار شاهد کود گاوی بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود که از لحاظ آماری با سطوح صفر، ۲ و ۴ تن در هکتار گوگرد اختلاف معنی‌داری دارا نبود. کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی همراه با افزایش سطح تیمار گوگرد موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد کود گاوی گردید و بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود (شکل ۵). برخی محققان نقش ماده آلی در افزایش عملکرد دانه را به دلیل بهبود وضعیت فیزیکی خاک و افزایش قابلیت حفظ و نگهداری آب خاک گزارش کرده‌اند (گلدانی و فاضلی کاخکی، ۲۰۱۴). نتایج آزمایش نشان داد که تحت شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزاردانه که از اجزای تشکیل دهنده و مؤثر بر عملکرد دانه می‌باشند، افزایش پیدا کرده و این افزایش در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شده است. همچنین از نتایج دیگر افزودن مواد آلی به خاک، افزایش فعالیت‌های میکروبی و در نتیجه افزایش قابلیت جذب عناصر کم مصرفی همانند آهن می‌باشد در نتیجه شرایط برای افزایش میزان فتوسنتز و گلدهی فراهم می‌گردد که در نهایت موجب



شکل ۵- اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر عملکرد دانه

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد ارقام کنجد تحت تأثیر تیمارهای گوگرد و کود گاوی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	تعداد شاخه فرعی	عملکرد دانه
تکرار (Replication)	۲	۰/۰۷۳ ^{NS}	۲۲۲/۳۲۷ ^{NS}	۱۵۷/۲۸۷ ^{NS}	۰/۹۴۵ ^{NS}	۲۰۹۷/۲۱۳ ^{NS}
سال (Year)	۱	۰/۲۴ ^{NS}	۲۷۳/۱۳۸*	۱۰۸۱/۳۸۳**	۳/۱۹ ^{NS}	۱۰۹۴/۴۴۵ ^{NS}
تکرار × سال R×Y	۲	۰/۰۱۵ ^{NS}	۰/۴۹۸ ^{NS}	۱/۲۳۸ ^{NS}	۱/۶۵۸ ^{NS}	۲۶۰۱/۹۲۱ ^{NS}
رقم (C) Varieties	۱	۲/۵۳۵**	۵۴۶/۷۸۵**	۴۹/۰۲ ^{NS}	۱۳۱/۸۳۵**	۷۰۲۳۳/۷۰۲**
Y × C	۱	۰/۰۴۱ ^{NS}	۳/۰۹۲ ^{NS}	۲۳/۴۰۳ ^{NS}	۰/۰۰۲ ^{NS}	۴۱۰/۸۵۳ ^{NS}
کود گاوی Cow Manure (M)	۱	۱/۶۰۱**	۴۹۴/۲۶۹*	۸۴۸/۴۷**	۲۳/۵۰۲**	۱۹۲۴۳۲/۲۰۵**
Y×M	۱	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۸۵ ^{NS}	۳۴/۳۲ ^{NS}	۰/۰۶۵ ^{NS}	۱۲۵۹۰/۸۷۸ ^{NS}
گوگرد Sulfur (S)	۳	۰/۴۹۸*	۴۵۴/۰۰۴**	۳۸۹/۳۲۲**	۲/۲۳۸ ^{NS}	*۱۹۲۴۴/۸۳*
Y×S	۳	۰/۳۷۵ ^{NS}	۶۵/۷۵۸ ^{NS}	۴۷/۸۳۷ ^{NS}	۰/۴۳۳ ^{NS}	۱۲۳۶/۹۹۴ ^{NS}
C×M	۱	۰/۰۰۶ ^{NS}	۹۷/۴۶۵ ^{NS}	۵۰/۷۵ ^{NS}	۰/۷۵۲ ^{NS}	۱۵/۶۰۰۹ ^{NS}
Y×C×M	۱	۰/۱۳۵ ^{NS}	۸۱/۵۶ ^{NS}	۶۹/۰۲ ^{NS}	۰/۰۶۵ ^{NS}	۱۹۸۷/۰۷۶ ^{NS}
C×S	۳	۰/۲۹ ^{NS}	۱۵۴/۶۵ ^{NS}	۹۹/۰۲ ^{NS}	۵/۴۶۷ ^{NS}	۱۱۴۶۲/۳۶ ^{NS}
Y×C×S	۳	۰/۲۹ ^{NS}	۹۵/۵۱۲۸ ^{NS}	۳۸/۵۴۱ ^{NS}	۰/۵۰۹ ^{NS}	۱۷۱۳/۰۷۹ ^{NS}
M×S	۳	۰/۰۴۹ ^{NS}	۵۳/۳۷۲ ^{NS}	۱۸/۳۹۴ ^{NS}	۵/۱۹ ^{NS}	۲۲۴۴۵/۴۹۲*
Y×M×S	۳	۰/۰۸۹ ^{NS}	۱۹۷/۰۷۷ ^{NS}	۷۴/۵۸۲ ^{NS}	۰/۰۷۲ ^{NS}	۷۲۱۹/۹۶۲ ^{NS}
S×M×C	۳	۰/۰۹۶ ^{NS}	۱۲/۷۱ ^{NS}	۴/۹۶۸ ^{NS}	۳/۶۴۸ ^{NS}	۸۹۳/۷۹۹ ^{NS}
Y×C×M×S	۳	۰/۰۲۴۲ ^{NS}	۱۴/۵۴۲ ^{NS}	۳۰/۶۴۲ ^{NS}	۰/۱۹۷ ^{NS}	۳۳۷۰/۵۵۷ ^{NS}
خطا (Error)	۶۰	۰/۱۳۳	۱۴۰/۲۸۹	۹۰/۴۹۵	۲/۰۸۲	۶۳۷۰/۶۰۳
ضریب تغییرات (CV%)	-	۵/۸۶	۷/۵۹	۸/۰۲	۹/۲۴	۹/۲۹۸

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد، روغن دانه، فسفر برگ، متیونین و سیستئین ارقام کنجد

مقدار گوگرد (ton.ha ⁻¹)	سیستئین (gr/100 gr protein)	متیونین (g/100 g protein)	روغن دانه (%)	فسفر برگ (%)	وزن هزار دانه	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته
0	۱/۱ b	۲/۶۴ b	۴۲/۵۸ b	۰/۶۱ b	۲/۳۷ a	۴۱/۳۹ b	۵۶/۷۳ b
2	۱/۵۱ ab	۲/۷۳ b	۴۳/۶۴ ab	۰/۶۶ b	۳/۴۹ a	۴۵/۳۶ ab	۵۸/۴۵ ab
4	۱/۶۴ a	۲/۸۳ ab	۴۳/۹۲ ab	۰/۸۵ ab	۳/۶۶ a	۴۶/۴۳ ab	۶۲/۵۶ a
8	۱/۷۱ a	۳/۰۵ a	۴۵/۶۲ a	۰/۹۵ a	۳/۶۷ a	۵۱/۹۳ a	۶۵/۶۵ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد. (p<۰/۰۵). اختلاف بر اساس نتایج تجزیه واریانس معنی دار است.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر کود گاوی بر عملکرد، اجزای عملکرد، متیونین و فسفر برگ ارقام کنجد

کود گاوی (ton/ha)	متیونین (gr/100 gr protein)	فسفر برگ (%)	وزن هزار دانه (g)	تعداد کپسول در بوته	تعداد شاخه فرعی
۰	۲/۱۲ b	۰/۶۷b	۲/۴۲ a	۵۷/۸۷ b	۹/۲۶ b
۲۰	۲/۸۸ a	۰/۸۷ a	۲/۶۷ a	۶۳/۸۲ a	۱۰/۳۳ a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد. (p<۰/۰۵). اختلاف بر اساس نتایج تجزیه واریانس معنی دار است.

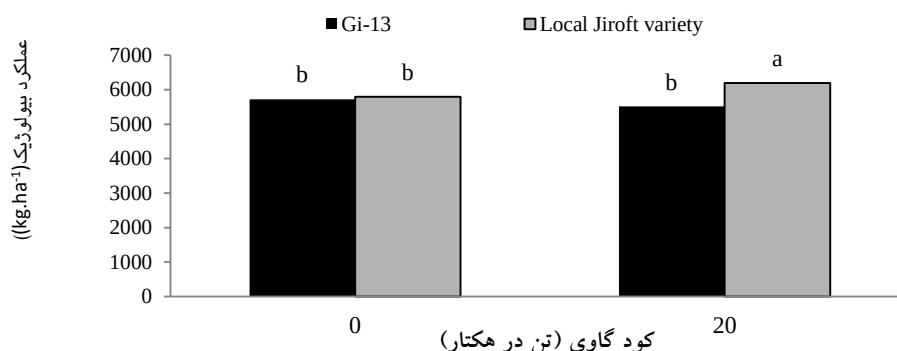
جدول ۷- مقایسه میانگین اثر رقم بر عملکرد، اجزای عملکرد، فسفر برگ، روغن دانه و عملکرد بیولوژیک

ارقام کنجد	فسفر برگ (%)	روغن دانه (%)	عملکرد بیولوژیک (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	وزن هزار دانه (g)	تعداد شاخه فرعی
جیرفت-۱۳ Gi-13	۰/۸a	۴۴/۷۹ a	۵۶۵۲/۱b	۱۲۹۴/۳۷a	۳/۷۱a	۸/۶۹b
توده محلی جیرفت Local Jiroft variety	۰/۷۴b	۴۳/۰۸b	۵۹۵۶/۶a	۱۲۴۰/۲۷b	۳/۳۸b	۱۱/۰۳a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون FLSD ندارد. ($p \leq 0.05$). اختلاف بر اساس نتایج تجزیه واریانس معنی دار است.

عملکرد بیولوژیک: اثر رقم و اثر متقابل رقم و کود گاوی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار گردید (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم در کود گاوی نشان داد توده محلی جیرفت نسبت به جیرفت-۱۳ عملکرد بیولوژیک بالاتری داشت (شکل ۶). همچنین مقایسه میانگین اثر متقابل کود گاوی و رقم نشان داد بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک با میانگین (۶۱۹۴/۸۴) کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و توده محلی جیرفت بود و کمترین مقدار با میانگین (۵۵۱۲/۴) کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد کود گاوی و رقم جیرفت-۱۳ بود (شکل ۶). معنی‌دار شدن اثر متقابل رقم و

کود گاوی بر عملکرد بیولوژیک نشان دهنده‌ی پتانسیل متفاوت ارقام در پاسخ به کاربرد کود و سطوح مختلف کودی می‌باشد. کودهای آلی علاوه بر فراهمی عناصر غذایی، با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، شرایط افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم می‌کنند. در نتایج مشابه نقش مثبت کود آلی در افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه کنجد گزارش شده است (رضوانی‌مقدم و همکاران ۲۰۱۵).



شکل ۶- اثر رقم و کود گاوی بر عملکرد بیولوژیک

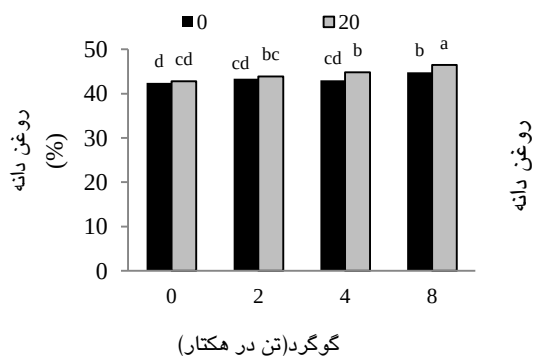
درصد روغن: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار گوگرد و اثر متقابل گوگرد و کود گاوی بر درصد روغن به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر متقابل گوگرد و کود گاوی نشان داد بیشترین درصد روغن (۴۶/۴۶ درصد) مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بود و کمترین درصد روغن

(۴۲/۴) مربوط به تیمار شاهد گوگرد و کود گاوی بود. تیمارهای ۴ و ۸ تن در هکتار گوگرد در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی با تیمار شاهد کود گاوی تفاوت معنی‌داری داشتند (شکل ۸). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر رقم و اثر متقابل رقم و گوگرد بر درصد روغن به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد معنی‌دار گردیدند. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و گوگرد نشان

را افزایش داده که منجر به بهبود درصد روغن و سایر مواد مرتبط با این آنزیم شده است. افزایش درصد روغن در بالاترین سطح تیمار گوگرد در نتایج (احمد و همکاران ۲۰۰۷) گزارش شده است.

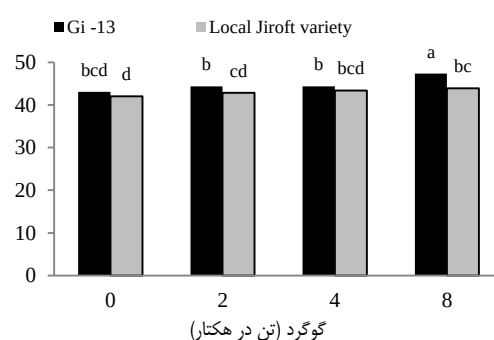
متیونین: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمارهای کود گاوی و گوگرد بر مقدار متیونین در سطح احتمال ۱ درصدی دار بود و اثر متقابل کود گاوی و گوگرد در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار گردید. اثر متقابل رقم و گوگرد و همچنین اثر متقابل رقم، کود گاوی و گوگرد بر مقدار متیونین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردیدند (جدول ۹). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل سه-گانه رقم، کود گاوی و گوگرد نشان داد بیشترین مقدار متیونین مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و از رقم جیرفت-۱۳ بود و کمترین مقدار متیونین مربوط به تیمار شاهد گوگرد و کود گاوی بود و قابل ذکر است که در سطوح عدم کاربرد و کاربرد

داد با افزایش سطح تیمار گوگرد درصد روغن افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین درصد روغن با میانگین (۴۷/۳۵ درصد) مربوط به رقم جیرفت-۱۳ در تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود و کمترین درصد روغن با میانگین (۴۲/۰۷ درصد) مربوط به توده محلی جیرفت در تیمار شاهد گوگرد بود (شکل ۷). با توجه به اینکه جیرفت-۱۳ از ارقام اصلاح شده است نسبت به توده محلی از درصد روغن بالاتری برخوردار بود (جدول ۶). تفاوت درصد روغن در تیمار ۸ و ۲ تن در هکتار گوگرد در رقم جیرفت-۱۳ نسبت به توده محلی جیرفت معنی‌دار بود. به نظر می‌رسد رقم جیرفت-۱۳ در استفاده از گوگرد نسبت به توده محلی جیرفت کاراتر عمل کرده است. گزارش شده تجمع روغن با افزایش فعالیت استیل کوآنزیم A ارتباط دارد (احمد و عبدین ۲۰۰۶). گوگرد نیز نقش مهمی در سنتز بسیاری از اسیدهای چرب و متابولیت‌های حاوی کوآنزیم A و در نتیجه افزایش استیل کوآنزیم A کربوکسیلاز دارد (کریمی و همکاران ۲۰۱۲). در نتیجه مصرف گوگرد مواد اولیه مورد نیاز برای تولید این آنزیم



شکل ۸- اثر متقابل کود گاوی و گوگرد بر روغن دانه

اکسیداسیون گوگرد دارد بیشتر بوده است. نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل رقم، کود گاوی و گوگرد نشان داد بالاترین مقدار متیونین با میانگین مربوط به رقم جیرفت-۱۳ در تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بود و کمترین مقدار متیونین مربوط به توده محلی جیرفت در تیمار شاهد گوگرد و کود گاوی بود (شکل ۹). با توجه به نتایج آزمایش می‌توان بیان کرد که کود دامی (گاوی) تأثیر مثبتی بر اکسیداسیون گوگرد دارا بوده و احتمالاً از طریق افزایش درصد پروتئین متعاقب



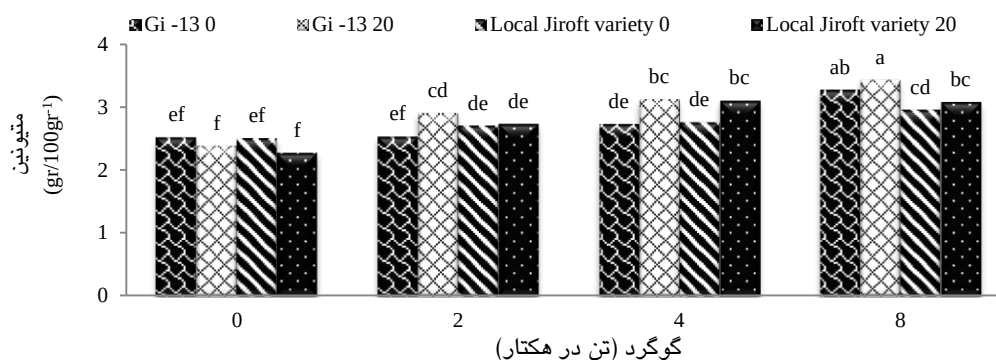
شکل ۷- اثر متقابل گوگرد و رقم بر روغن دانه

۲ تن در هکتار کود گوگرد بین سطوح کود دامی و ارقام اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت اما با کاربرد بیشتر کود گوگردی در سطح ۸ تن در هکتار اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده گردید به‌گونه‌ای که کمترین میزان متیونین در این سطح گوگرد از رقم توده محلی جیرفت در شرایط عدم کاربرد کود دامی به‌دست آمد (شکل ۹). در سطوح بالای گوگرد، به تنهایی توانسته موجب افزایش مقدار متیونین بگردد اما در سطوح پایین تأثیر مثبت کود گاوی به علت نقش مهمی که در

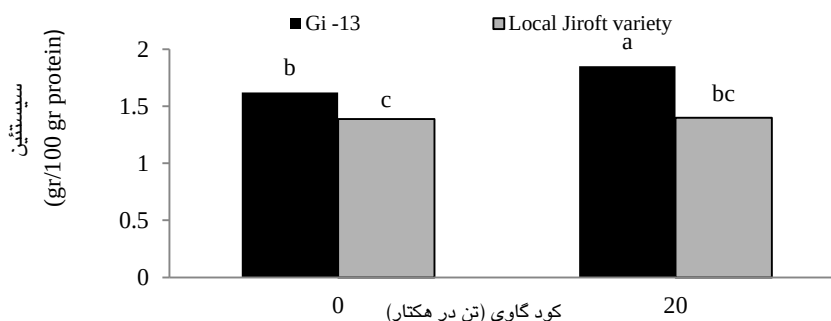
بیشترین مقدار سیستمین مربوط به تیمار ۸ تن در هکتار گوگرد بود و کمترین مقدار سیستمین مربوط به تیمار شاهد گوگرد بود. مقدار سیستمین در تیمار ۲ تن در هکتار گوگرد کمتر از تیمارهای ۴ و ۸ تن در هکتار گوگرد بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کود گاوی و رقم نشان داد بیشترین مقدار سیستمین مربوط به رقم جیرفت-۱۳ در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بود و کمترین مقدار سیستمین مربوط به توده محلی جیرفت در تیمار شاهد کود گاوی بود. با توجه به بیشتر بودن درصد پروتئین در رقم جیرفت-۱۳ نسبت به توده محلی جیرفت مقدار سیستمین نیز در این رقم نسبت به توده محلی جیرفت بیشتر بود. (شکل ۱۰). بالاترین سطح تیمار گوگرد موجب افزایش اسید آمینه‌های متیونین و سیستمین در ارقام گندم گردید (تادو و همکاران ۲۰۱۸).

از افزایش گوگرد و استفاده بهینه از شرایط در رقم جیرفت-۱۳ نسبت به توده محلی جیرفت موجب افزایش مقدار متیونین در رقم جیرفت-۱۳ گردیده است. گزارش شده در گیاه کنجد بیشترین مقدار آمینو اسید اندازه گیری شده مربوط به بالاترین سطح گوگرد و کمترین مقدار آمینو اسید مربوط به تیمار شاهد بوده است (مندل و همکاران ۲۰۱۲). در نتایج آزمایش مشابه دیگر گزارش شده کمترین مقدار متیونین و سیستمین به‌دست آمده مربوط به تیمار شاهد بوده است (کمت و همکاران ۱۹۸۱).

a* سیستمین: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار گوگرد بر مقدار سیستمین در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل رقم و کود گاوی بر مقدار سیستمین در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۸). مقایسه میانگین اثر تیمار گوگرد نشان داد



شکل ۹- اثر متقابل رقم، کود گاوی و گوگرد بر متیونین



شکل ۱۰- ترکیبات تیماری رقم و کود گاوی برای سیستمین

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس عملکرد بیولوژیک و صفات کیفی ارقام کنجد تحت تاثیر تیمارهای گوگرد و کود گاوی

منابع تغییرات	درجه آزادی	سیستئین	متیونین	روغن دانه	فسفر برگ	عملکرد بیولوژیک
	df	Cysteine	Methionine	Seed oil	Leaf phosphorus	Biological yield
تکرار Replication	۲	۰/۴۴۲۹ ^{ns}	۰/۲۰۴۵ ^{ns}	۱/۲۴۵ ^{ns}	۴/۸۸۳۷*	۷۴۴۹۶/۷۷۸ ^{ns}
سال Year	۱	۰/۰۰۶۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۸ ^{ns}	۲/۷۰۰۱ ^{ns}	۲/۹۰۵*	۲۴۵۴۱۰۳/۶۴۴ ^{ns}
تکرار (سال) R×Y	۲	۰/۰۷۱۶ ^{ns}	۰/۰۴۰۳ ^{ns}	۰/۵۸۱ ^{ns}	۰/۰۲۶ ^{ns}	۷۰۴۲۱۴/۶۹۴ ^{ns}
رقم Varieties(C)	۱	۰/۳۵۰۴ ^{ns}	۰/۲۳۰۱ ^{ns}	۷۰/۸۹۸**	۷/۰۹۶*	۲۲۲۶۰۵۶/۴۵۲ *
Y × C	۱	۰/۰۴۱۶ ^{ns}	۰/۰۰۰۹ ^{ns}	۰/۱۲۷ ^{ns}	۰/۰۱۸ ^{ns}	۴۳۵۵۶/۳۷ ^{ns}
کود گاوی Cow Manure(M)	۱	۰/۲۸۱۶ ^{ns}	۰/۴۴۰۱**	۹/۶۹ ^{ns}	۸۷/۲۱۱*	۲۳۳۱۳۴/۸۱ ^{ns}
Y×M	۱	۰/۰۲۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۰۹۳ ^{ns}	۰/۰۴۵ ^{ns}	۱۳/۲۷۶*	۱۶۷۴۳۸/۳۹۱ ^{ns}
گوگرد Sulfur(S)	۳	۰/۴۵۹۵*	۰/۷۴۹۸۲**	۳۸/۲۸۸**	۶۳/۱۰۹*	۶۰۳۹۲/۲۹۹ ^{ns}
Y×S	۳	۰/۲۱۴۱ ^{ns}	۰/۰۱۰۱ ^{ns}	۲/۱۵۷ ^{ns}	۱/۳۶۲۸ ^{ns}	۲۵۷۳۸/۸۱۵ ^{ns}
C×M	۱	۲/۸۰۱۶**	۰/۰۷۵۹ ^{ns}	۰/۱۹۲ ^{ns}	۰/۷۸۸۴ ^{ns}	۳۴۲۷۱۳۳/۵۳۶ **
Y×C×M	۱	۰/۷۰۰۴۱ ^{ns}	۰/۰۰۸۴ ^{ns}	۰/۹۸ ^{ns}	۰۰۲۶ ^{ns}	۲۸۳۷۵۸/۱۱۸ ^{ns}
C×S	۳	۰/۰۸۶۲ ^{ns}	۰/۷۵۶۲۱**	۸/۴۴۶*	۲/۳۱۱ ^{ns}	۴۹۱۳۷۰/۳۰۳ ^{ns}
Y×C×S	۳	۰/۳۶۸۰ ^{ns}	۰/۰۱۲ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۸۷ ^{ns}	۳۲۶۸۴/۰۵۶ ^{ns}
M×S	۳	۰/۳۵۰۸ ^{ns}	۰/۱۷۳۴*	۹/۳۹۳*	۸/۴۱۰۳*	۷۲۵۷۲۲/۲ ^{ns}
Y×M×S	۳	۰/۱۹۱۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۰۴ ^{ns}	۴/۴۲۲ ^{ns}	۱/۴۱۰۹ ^{ns}	۲۵۶۴۲۷/۶۸۸ ^{ns}
S×M×C	۳	۰/۰۱۶۳ ^{ns}	۱/۳۷۵۳**	۱/۲۱۹ ^{ns}	۳/۹۲۶۷*	۲۶۱۶۸۵/۴۷۴ ^{ns}
Y×C×M×S	۳	۰/۲۶۱۲۵ ^{ns}	۰/۰۱۵۱ ^{ns}	۱/۴۳۲ ^{ns}	۰/۰۰۵۳۸ ^{ns}	۷۹۹۶۶/۹۶ ^{ns}
خطا (Error)	۶۰	۰/۱۵۰۴ ^{ns}	۰/۰۶۱۱ ^{ns}	۲/۹۴۹ ^{ns}	۰/۰۱۲۸۹ ^{ns}	۳۱۷۲۶۷/۵ ^{ns}
ضریب تغییرات (CV)	-	7.787	8.7908 ^{ns}	6.908 ^{ns}	14.6972 ^{ns}	14.704198

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

نتیجه گیری

کاربرد گوگرد اثر معنی داری بر عملکرد، اجزای عملکرد و همچنین درصد روغن، فسفر برگ و اسید آمینه های متیونین و سیستئین در ارقام کنجد داشت. نتایج اثر متقابل کود گاوی و گوگرد نشان داد در شرایط کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی، با کاربرد سطوح کمتر گوگرد (۲ و ۴ تن در هکتار گوگرد) نیز می توان به نتایج مطلوب دست پیدا کرد و سطوح بالاتر گوگرد توصیه نمی گردد که این به دلیل نقش مؤثر کود گاوی در اکسیداسیون گوگرد است. اما برای تعیین مقدار گوگرد، باید شرایط لازم برای اکسایش گوگرد، مثل زمان، میزان مواد آلی، رطوبت و ظرفیت بافری خاک را در نظر گرفت. بررسی ارقام نشان داد رقم جیرفت-۱۳ نسبت به توده محلی جیرفت از عملکرد دانه، فسفر برگ، درصد روغن و اسید آمینه بالاتری برخوردار بود، که با توجه به محدودیت منابع آبی انتخاب رقمی که عملکرد کمی و کیفی

بالاتری داشته و بهتر بتواند از عناصر غذایی استفاده کند؛ می تواند در جهت کاهش نهاده های مصرفی و آسیب های زیست محیطی ناشی از آن مؤثر باشد. با توجه به اینکه گوگرد از عناصر اساسی مورد نیاز رشد گیاهان، بویژه گیاهان روغنی محسوب می شود و مقادیر زیادی گوگرد در صنایع نفت و گاز کشور تولید می گردد، کاربرد گوگرد به همراه کودهای آلی به عنوان راهکاری اکولوژیک در جهت توسعه بوم نظام های زراعی توصیه می شود.

سپاسگزاری

مقاله حاضر بخشی از پایان نامه نویسنده مقاله و مصوب دانشگاه بیرجند می باشد که بدین وسیله نویسندگان مقاله بر خود لازم می دانند مراتب تشکر خود را از کارکنان و مسئولان محترم دانشگاه بیرجند، جهت همکاری در اجرای رساله و مراحل آن اعلام نمایند.

منابع مورد استفاده

- Ahmad G, Jan A, Arif M, Jan MT and Khattak RA. 2007. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on quality of canola (*Brassica napus* L.) under rainfed conditions. Journal of Zhejiang University Science, 8: 731-737.
- Ahmad A and Abdin MZ. 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 campestris*) and mustard (*Brassica juncea* L. czern and coss) genotypes. Journal of Agronomy Crop Science, 185:49-54.
- 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).
- 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).
- Chaghazardi HR, Mohammadi GhR and Beheshti Al Agha A. 2013. Evaluation of sulfur and manure effects on corn (Single Cross 704) growth characteristics and acidity of soil. Iranian Journal of Field Crops Research, 11: 162-170. (In Persian).
- Cottenie A. 1980. Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. Part 2. (1st ed.). Analytical Methods: Methods of Plant Analysis. P. 94. FAO Soils Bulletin 38/1. Soil and Plant Testing and Analysis, 250 p.
- Goldani M and Fazeli Khaki SF. 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).
- Gnanamorty P, Xavier H and Balasubramaniya P. 1992. Spacing and nitrogen requirement of sesame (*Sesamum indicum* L.). Indian Agronomy Journal, 37: 358-359.
- Haruna IM and Aliyu L. 2011. Yield and economic returns of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by poultry manure, nitrogen and phosphorus at Samaru, Nigeria. Elixir International Journal, 39: 4884-4887.
- Haruna IM, Aliyu L, Olufajo OO and Odion EC. 2011. Growth of sesame (*Sesamum indicum* L.) as influenced by poultry manure, nitrogen and phosphorus in Samaru, Nigeria. American-Eurasian. Journal Agriculture and Environment Science, 10(4): 561-568.
- Jalili F, Nasrollahzadeh A and Valilo R. 2013. Effect of sulfur and manure on wheat yield and protein. Research in Crop Science, 19: 71-84. (In Persian).
- Kamat VN, Kankute VG, Puranik RB, Kohadkar WS and Joshi RP. 1981. Effect of sulfur and Mo application on yield, protein and S-amino acid contents of green gram. Journal Indian Society Soil Science, 29:225-227.
- Karimi F, Bahmanyar MA 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).
- Krishnan HB and Jez JM. 2018. Review: The promise and limits for enhancing sulfur-containing amino acid content of soybean seed. Plant Science, 272: 14-21.
- Kundu C, Mondal S, Basu B and Bandopadhyay P. 2010. Effect of doses and time of sulphur application on yield and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Animal & Plant Science, 18:1-5.
- Malik M and Aziz I. 2004. Growth, seed yield and oil content response of canola (*Brassica napus* L.) to varying levels of sulphur. International. Journal. of Agriculture and Biology, 6:1153-1155.
- Momen A, Pazoki A and Momayezi MR. 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).

- Mondal MMA, Badruddin M, Malek MA, Hossain MB and Puteh, B. 2012. Optimization of sulphur requirement to sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes using tracer techniques. Bangladesh Journal of Botany, 41: 7-13.
- Pripis-Nicolau L, de Revel G, Marchand S, Anocibar Beloqui A and Bertrand A. 2001. Automated HPLC method for the measurement of free amino acids including cysteine in musts and wines; first applications. Journal of the Science. of Food and Agriculture, 81: 731-738.
- Rafiee AH, Aghaalikhani M and Modares Sanavy SAM. 2014. Soybean response to nitrogen application rates in conventional, organic and integrated fertilizing system. Journal of Agricultural science and Sustainable production, 24:1-18. (In Persian).
- 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).
- Rezvani Moghaddam P, Mohammad Abadi AA and Moradi RA. 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).
- Rezvani Moghaddam P, Sabori A, Mohammad Abadi AA and Moradi RA. 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).
- Rezvani Moghaddam P, Amiri MB and Ehyae HR. 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).
- 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).
- Sharpley AN, McDowell R and Kleinman PJA. 2004. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of American Journal, 68:2048-2057.
- Shilpi S, Islam MN, Sutradhar GNC, Husna A and Akter A. 2012. Effect of Nitrogen and Sulfur on the Growth and Yield of Sesame. International Journal. of Bio-resource and Stress Management, 3: 177-182.
- Tao Z, Chang X, Wang D, Wang Y, Ma S, Yang Y and Zhao G. 2018. Effects of sulfur fertilization and short-term high temperature on wheat grain production and wheat flour proteins. The crop Journal, 13:1-13.