

تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و اوره بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum L.*) در شرایط مزرعه در گرگان

حسین رضوانی^{۱*}، سید فاضل فاضلی کاخکی^۲، رضا خزائیان^۳

تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۲/۲۸

۱- استادیار آموزش، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران

۲- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

۳- کارشناس ارشد زراعت سازمان بسیج مهندسين کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان

*مسئول مکاتبه: Email: hosinrezvani@yahoo.com

چکیده

اهداف: یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش کاربرد کودهای شیمیایی است. مطالعه حاضر به منظور بررسی تأثیر ورمی کمپوست و اوره بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum L.*) رقم اولتان در شرایط مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در مزرعه آزمایشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ورمی-کمپوست در چهار سطح صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار و کود اوره در چهار سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که ورمی کمپوست و کود اوره تأثیر معناداری بر کلیه صفات اندازه‌گیری شده داشت. بیشترین ارتفاع گیاه، عملکرد زیستی، تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه (۱۶۰۱ کیلوگرم در هکتار) از کاربرد ۱۵۰ کیلوگرم اوره و ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست ثبت شد. کاربرد همزمان ورمی کمپوست و کود اوره باعث افزایش عملکرد روغن شد. درصد روغن با افزایش سطح اوره کاهش و با افزایش ورمی کمپوست افزایش یافت. بیشترین درصد روغن (۴۹٪) مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۷/۵ تن در هکتار بود. با افزایش سطوح مختلف اوره و ورمی کمپوست، شاخص برداشت افزایش یافت. همبستگی مثبت و معناداری بین عملکرد با زیست توده ($r=۸۵۰^{**}$) و تعداد کپسول در بوته ($r=۰/۷۴۵^{**}$) وجود داشت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نقش کودهای آلی در پایداری و حفظ حاصل خیزی خاک برای دست یابی به حداکثر بهره‌وری از منابع تولید استفاده تلفیقی از کود اوره و ورمی کمپوست برای افزایش عملکرد کمی و کیفی کنجد توصیه می‌گردد.

واژه های کلیدی: ارتفاع گیاه، عملکرد زیستی، عملکرد دانه، عملکرد روغن، ورمی کمپوست

The Effect of Different Levels of Vermicompost and Urea on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sesame in Field Condition in Gorgan

Hossein Rezvani^{1*}, Seyyed Fazel Fazeli Kakhki², Reza Khazaeian³

Received: September 19, 2020 Accepted: May 18, 2021

1-Assist. Prof., of Golestan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center. AREEO, Gorgan, Iran.

2-Assist. Prof., of Razavi Khorasan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center. AREEO, Mashhad, Iran.

3-MSc in Agronomy, Agriculture and Natural Resources Engineer Basij Golestan province.

*Corresponding Author Email: hosinrezvani@yahoo.com

Abstract

Objectives: One of the main factors of sustainable agriculture is organic fertilizers. The present study was conducted to investigate the effect of vermicompost and urea fertilizer on quantitative and qualitative yield of sesame in field conditions.

Materials and Methods: The experiment was carried out in factorial arrangement base on randomized complete block design with three replications in the Agricultural Research, Training Center and Natural Resources of Golestan Province. Experimental factors included vermicompost at four levels (zero, 2.5, 5 and 7.5 t.ha⁻¹) and second factor was urea fertilizer at four levels (0, 50, 100 and 150 kg.ha⁻¹).

Results: The results showed that vermicompost and urea fertilizer had a significant effect on all measured traits. The highest plant height, biological yield, number of capsules per plant and grain yield (1601 kg.ha⁻¹) were recorded from the application of 150 kg/ha of urea and 7.5 t.ha⁻¹ of vermicompost. The oil yield was increased by concomitant use of vermicompost and urea fertilizer. The percentage of oil decreased by increasing urea level and increased with increasing vermicompost amount. The highest oil percentage was recorded by application 7.5 t.ha⁻¹ of vermicompost. With increasing levels of urea and vermicompost, harvest index was increased. There was a positive and significant correlation between yield and biomass ($r = 8,850^{**}$) and number of capsules per plant ($r = 0.745^{**}$).

Conclusion: Considering the role of organic fertilizers in the stability and preservation of soil specificity to achieve maximum productivity, the combined use of urea and vermicompost is recommended to increase the quantitative and qualitative yield of sesame.

Keywords: Biological Yield, Grain Yield, Oil Yield, Plant Height, Vermicompost

مقدمه

که روغن آن به دلیل ترکیب فنلی آنتی اکسیدانی به نام سزامول از دوام خوبی برخوردار است (گلستانی و پاک نیت ۲۰۰۷). دانه کنجد علاوه بر روغن، دارای پروتئین، کلسیم، فسفر و ویتامین است. مطالعات نیز نشان داده

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی یکساله و خودگشن از خانواده پدالیاسه است. دانه کنجد بسته به شرایط و نوع رقم دارای ۴۵ تا ۶۲ درصد روغن است

به صورت کامل و آماده جذب می‌نمایند (آتیه و همکاران ۲۰۱۲). همچنین ورمی کمپوست در مقایسه با سایر کودهای آلی دارای میزان عناصر غذایی بالاتری است (جابین و احمد ۲۰۱۷). تحقیقات مختلف نشان داده است که کاربرد ورمی کمپوست به تنهایی یا در ترکیب با دیگر کودهای آلی یا کودهای شیمیایی موجب افزایش رشد و عملکرد گیاهان مختلف مانند بابونه (*Matricaria chamomilla*) و کنجد شده است (سجادی و همکاران ۲۰۱۱). استفاده توأم از کودهای آلی و معدنی نه تنها نیاز به مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد، بلکه به ذخیره انرژی، حاصلخیزی خاک، افزایش تولید محصول و کاهش آلودگی محیط زیست کمک می‌کند. تحقیقات متعدد نشان داده است کودهای آلی با اثرهای مطلوبی که در خاک ایجاد می‌کنند هم باعث افزایش عملکرد کمی در گیاهان روغنی شده و هم سبب افزایش درصد و عملکرد روغن می‌شوند (گوراو و همکاران ۲۰۱۰). مطالعه انجام شده نشان داد که اضافه کردن ورمی کمپوست علاوه بر افزایش عملکرد در گیاه جو (*Hordium vulgare*)، باعث بهبود خصوصیات بیولوژیکی خاک شده و مواد غذایی مانند پتاسیم را برای خاک فراهم می‌کند (کاراواکا و همکاران ۲۰۰۳). همچنین در مطالعه دیگری مشخص گردید که کاربرد مقادیر متفاوت کودهای شیمیایی (NPK) سبب افزایش تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد و درصد روغن دانه کنجد شد (محمد و همکاران ۲۰۱۲). در بررسی تأثیر نهاده‌های آلی (ورمی کمپوست) بر جذب عناصر غذایی در کنجد گزارش شده است که ورمی کمپوست بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه تأثیر معناداری داشت (کریمی و همکاران ۲۰۱۹). همچنین گزارش شده است که با افزایش سطوح ورمی کمپوست میزان نیتروژن این عناصر نیز افزایش یافت، به طوری که کاربرد ۱۵ تن ورمی کمپوست بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (آراکون و همکاران ۲۰۱۱). شاکری و همکاران (۲۰۱۲)

است که اضافه کردن نیتروژن به خاک افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش میزان رشد و عملکرد دانه کنجد را باعث شده است (گارگ و همکاران ۲۰۰۵). یکی از عملیاتی که امروزه مطابق با اصول کشاورزی پایدار در راستای حاصلخیزی خاک رایج شده است استفاده از کودهای زیستی است. ورمی کمپوست یک کود آلی زیستی و شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و پسماندهای کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد (برمنس ۱۹۹۹). یکی از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش کاربرد کودهای شیمیایی است، زیرا کودهای آلی سبب تأمین سلامت انسان و محیط زندگی می‌شوند و کاربرد آن‌ها در مورد گیاهان روغنی که به طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند، دارای اهمیت می‌باشد (شارما ۲۰۰۲). لذا استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست علاوه بر تأمین نیازهای گیاه، سبب حفظ سلامت محیط زیست نیز می‌شود (آراکون ۲۰۰۴). هر گونه تغییری در مدیریت حاصلخیزی خاک نظیر ایجاد تعادل در کوددهی، استفاده از مواد آلی و غیره تأثیر زیادی بر رابطه خاک-گیاه دارد و در نتیجه بر تولید محصول و پایداری اکوسیستم تأثیر می‌گذارد. کودهای زیستی شامل مواد متراکم یک یا چند نوع ارگانیک مفید خاک‌زی و یا به صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشد که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی به کار می‌روند (آتیه و همکاران ۲۰۱۲). یکی از منابع کودهای آلی ورمی کمپوست است که حاصل مدفوع کرم‌های ایزنیا فوتیدا (*Eisenia foetida*) بر روی هر نوع ماده آلی فسادپذیر مانند کمپوست است. این کودها حاوی هورمون‌ها و آنزیم‌هایی است که به برگشت مواد به چرخه طبیعت کمک کرده و عناصر مورد نیاز گیاهان را

نیز با مشاهده افزایش معنادار عملکرد دانه و روغن کنگد در نتیجه مصرف کود بیولوژیک، اظهار داشتند که کاربرد کود بیولوژیک می‌تواند در راستای کاهش مصرف کود نیتروژن مفید باشد. با توجه به این‌که استان گلستان به دلیل داشتن شرایط اقلیمی و جغرافیایی، قطب مهم تولید گیاهان روغنی در کشور است، ولی متأسفانه استفاده از کودهای بیولوژیک به نحوی که شایسته توسعه و ترویج قابل ملاحظه باشد هنوز شکل نگرفته است. بر این اساس، این آزمایش به منظور بررسی عملکرد کمی و کیفی کنگد در واکنش به مصرف کودهای آلی و شیمیایی با استفاده از کودهای بیولوژیک در جهت تولید غذای سالم طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله) وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان با میانگین بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی‌متر، ارتفاع ۶ متر از سطح

دریا و مختصات جغرافیایی با طول ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. قبل از اجرای آزمایش یک نمونه خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی-متری جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن انتخاب و مورد تجزیه قرار گرفت. خواص فیزیک و شیمیایی خاک و آب محل آزمایش در جدول ۱ و ویژگی‌های ورمی‌کمپوست استفاده شده در جدول ۲ آمده است. آنالیزهای انجام شده در این پژوهش شامل بافت خاک، به روش هیدرومتری (بایوگوز ۱۹۶۲)، میزان کربن آلی به روش خشک (نلسون و سومرز ۱۹۹۶)، میزان pH و شوری هر دو در سوسپانسیون نسبت ۱ به ۲ (خاک به آب) به ترتیب به کمک دستگاه pH متر و EC متر اندازه‌گیری شدند. همچنین میزان پتاسیم قابل دسترس به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال (بوتا و وب ۱۹۵۲)، فسفر به روش رنگ سنجی (مورفی و ریلی ۱۹۶۲) و نیتروژن کل به روش کجدال اندازه‌گیری شدند (بریمینر و مولوانی ۱۹۸۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی گرگان (عراقی محله)

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	فسفر قابل جذب ($mg.kg^{-1}$)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	بافت خاک
۰/۸	۶/۹	۱/۸۵	۰/۱۵	۲۷۵	۱۳	۱۵/۳	۴۶	۲۳	لومی شنی

ادامه جدول ۱- نتایج آزمایش آب آبیاری

SAR	آنیون‌های محلول (mEq/l)							pH	هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)
	کربنات و بی کربنات	سولفات	کلر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	سدیم		
۱/۳۳	۲/۵۵	۱/۷۸	۱/۲۲	۰/۱۰۵	۲/۳۴	۲/۴۳	۲/۸۹	۷/۳۵	۰/۸۵

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش تاثیر ورمی‌کمپوست بر کنگد

هدایت الکتریکی ($dS.m^{-1}$)	pH	کربن آلی کل (%)	ماده آلی کل (%)	نسبت کربن به نیتروژن (%)	فسفر (%)	نیتروژن (%)	پتاسیم (%)
-----------------------------------	----	--------------------	--------------------	-----------------------------	-------------	----------------	---------------

۰/۵۳	۱/۵۱	۰/۷۲	۱۴/۲۷	۳۱/۵۱	۱۹/۱۴	۷/۸	۳/۴
------	------	------	-------	-------	-------	-----	-----

ترازوی با دقت ۰/۱ گرم اندازه‌گیری شد. ۵ بوته‌ای که به‌عنوان نمونه برداشت شدند پس از خشک شدن در هوای آزاد، دانه‌های آن‌ها از کاه و کلش جدا شد و کاه و کلش باقی‌مانده در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت در آون قرار داده شد (رضوانی مقدم ۲۰۱۳) و پس از خشک شدن توزین و وزن زیست توده اندازه‌گیری شد. مقدار روغن دانه با استفاده از دستگاه سوکسله اندازه‌گیری شد (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۳) و عملکرد روغن نیز (حاصلضرب عملکرد دانه و درصد روغن) محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS ver. 9.1 انجام شد (سلطانی ۲۰۰۶). با توجه به معنی‌دار بودن اثر متقابل، مقایسه میانگین داده‌ها به روش برش‌دهی و با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم افزار Excel 2016 رسم شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

با توجه به نتایج جدول (۳) برهمکنش تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود اوره بر ارتفاع بوته کنجد تأثیر معناداری در سطح احتمال یک درصد داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین ارتفاع بوته مربوط به تیمار توأم ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد این دو نوع کود حدود ۲۳ درصد افزایش نشان داد. کمترین ارتفاع بوته از شاهد حاصل شد (جدول ۴). ارتفاع بوته، صفتی است که بیش از هر عامل دیگر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی گیاه است. با این حال، شرایط محیطی و تغذیه بهینه، ارتفاع بوته را تحت تأثیر قرار داده به‌طوریکه، کاهش ارتفاع بوته عامل مؤثری در کاهش عملکرد کنجد معرفی شده است (اسکندری و

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک-های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل ورمی‌کمپوست در چهار سطح (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار) و کود اوره با ۴۶٪ نیتروژن در چهار سطح شامل (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود. ورمی‌کمپوست بکار رفته در آزمایش با استفاده از کود دامی و از گونه‌های کرم خاکی ایزنیا فوتیدا (*Eisenia foetida*) که در شرکت دانش بنیان بستانه گرگان تولید شده بود تهیه گردید، که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۲ آمده است. پس از عملیات آماده‌سازی شامل شخم، دیسک، تسطیح زمین، نقشه آزمایشی تهیه و کاشت بذر در اواخر خرداد ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این آزمایش از رقم اولتان استفاده شد. کاشت به‌صورت جوی و پشته انجام شد. هر کرت دارای شش خط کاشت به طول ۳ متر، فاصله ردیف ۵۰ و فاصله بوته روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر بود. کلیه عملیات داشت شامل وجین، آبیاری، مبارزه با آفات و بیماری در طول دوره رشد گیاه انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت به صورت قطره‌ای در مرحله جوانی (وجود سه برگ حقیقی) صورت گرفت. عملیات تنک پس از استقرار کامل گیاه و در مرحله ۳-۴ برگی انجام شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی از هر کرت پنج بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و ویژگی‌های مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه جانبی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. در نیمه مهرماه، هنگامی که دانه‌های درون کپسول زرد تا قهوه‌ای بودند برداشت با دست انجام شد. برای تعیین عملکرد نهایی دانه از دو ردیف میانی هر کرت با رعایت حاشیه (مساحت ۲ مترمربع) برداشت صورت گرفت. بوته‌ها در آفتاب خشک شده و پس از خشک شدن در هوای آزاد دانه‌ها از کاه و کلش جدا و وزن دانه‌ها با

را در عناصر با انرژی کم را افزایش دهد و این مواد از طریق رنگدانه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین‌ها و فلاونوئیدها تاثیر مهمی در رشد گیاهان داشته باشند. افزایش تعداد کپسول در بوته با مصرف همزمان کودهای زیستی و کود شیمیایی نیز می‌تواند به دلیل رشد سبزینه‌های گیاه و افزایش تولید ماده ذخیره‌ای، تعداد شاخه‌های فرعی و افزایش میزان باروری گل‌ها که در نهایت منجر به افزایش تعداد کپسول در بوته‌ها می‌شود مرتبط دانست (عیدی‌زاده و همکاران ۲۰۱۱).

تعداد دانه در کپسول

با توجه به نتایج (جدول ۳) برهمکنش اثر کود اوره و ورمی‌کمپوست بر تعداد دانه در کپسول در سطح یک درصد معنادار بود. نتایج مقایسه میانگین برهمکنش کود اوره و ورمی‌کمپوست نشان داد که با افزایش سطوح مختلف کود اوره و ورمی‌کمپوست، تعداد دانه در کپسول افزایش یافت. بیشترین تعداد دانه در کپسول (۸۸ دانه در کپسول) در کاربرد همزمان ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۲۲ درصد افزایش داشته است (جدول ۴). تعداد دانه در کپسول، ظرفیت مخزن را نشان می‌دهد و وجود تعداد دانه بیشتر بیانگر مخزن بزرگ‌تر برای دریافت مواد فتوسنتزی است. لذا کاهش تعداد دانه‌های پوک بیانگر افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتر به سمت کپسول‌ها ناشی از بهبود فرآیندهای حیاتی گیاه از جمله فتوسنتز و انتقال و اختصاص در گیاه است، که این مورد را می‌توان در تاثیر کود آلی ورمی‌کمپوست در آزمایش حاضر مشاهده کرد. احمدی و بحرانی (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در کپسول و در نهایت افزایش عملکرد دانه کنگد شده است. رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که استفاده از کود آلی ورمی‌کمپوست باعث افزایش تعداد دانه در کپسول کنگد شد.

کاظمی (۲۰۱۹). نتایج احمدی و بحرانی (۲۰۰۹) نیز نشان داد کاربرد کود نیتروژن سبب افزایش ارتفاع در کنگد شده است. ورمی‌کمپوست ترکیباتی هستند که ناشی از چرخه بازیافت مواد آلی زائد و تبدیل آنها به مواد غنی از طریق فرآیند عبور از دستگاه گوارش کرم‌های خاکی است. در فرآورده نهایی آن‌ها ترکیبات مانند نیتروژن تا ۶ درصد، فسفر تا ۲ درصد و پتاسیم تا ۰/۷۵ درصد بیشتر از سایر کودهای آلی وجود دارد. همچنین ترکیباتی در ورمی‌کمپوست وجود دارد که ضمن کمک به بهبود خواص فیزیکی خاک (تهویه، کاهش وزن مخصوص و افزایش تخلخل خاک) و رهایش تدریجی عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و نمو گیاه را فراهم می‌آورد (حسین و عباسی ۲۰۱۸). لذا به نظر می‌رسد حضور ترکیبات مورد نیاز برای طویل شدن سلول‌ها و ساخت ترکیبات دیواره‌های سلولی در مکان‌های رشد توسط مجموعه‌ای از عوامل موجود فراهم شده در نتیجه بهبود رشد و ارتفاع گیاه را به دنبال داشته است.

تعداد کپسول در بوته

تأثیر برهمکنش کود اوره و ورمی‌کمپوست بر تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش آن‌ها نشان داد که کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و کود اوره سبب افزایش تعداد کپسول در بوته گردید، به طوری که بیشترین میزان آن در تیمار ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به دست آمد که در مقایسه با تیمار بدون مصرف هر نوع کود حدود ۴۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). نتیجه آزمایش احمدی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دهنده تأثیر معنادار کود ورمی‌کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد بود به طوری که استفاده از کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد و اجزای عملکرد دانه کنگد شد. جابین و احمد (۲۰۱۷) گزارش کردند که در بین تمام کودهای شیمیایی، ورمی‌کمپوست می‌تواند توانایی جذب گیاهان

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر ورمی کمپوست و کود اوره بر صفات اندازه گیری شده کنگد

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد کیسول در بوته	تعداد دانه در کیسول	وزن هزار دانه
تکرار	۲	۰/۸۷ ^{ns}	۲/۲۲*	۰/۳۰ ^{ns}	۰/۰۰۰
ورمی کمپوست	۳	۶۸۳**	۷۴۱**	۱۰۳**	۱/۹**
کود اوره	۳	۹۷۲**	۱۳۸۸**	۴۴۵**	۲/۰۹**
ورمی کمپوست × اوره	۹	۲۴/۱**	۱۶/۳**	۱۲/۰**	۰/۱۶۰**
خطا	۳۰	۰/۸۹۰	۰/۶۵۰	۰/۴۹۰	۰/۰۰۰
ضریب تغییرات (%)		۱۲/۴	۱۰/۱	۱۴/۳	۱۲/۲

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و یک درصد می باشد.

کنش کود اوره و ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه در مشابهی را در مورد تأثیر نیتروژن بر وزن هزار دانه و

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر ورمی کمپوست و کود اوره بر صفات اندازه گیری شده کنگد

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد زیستی	عملکرد دانه	شاخص برداشت	درصد رغن	عملکرد روغن
تکرار	۲	۲/۰ ^{ns}	۲۹۷۸۹ ^{ns}	۰/۰۳ ^{ns}	۰/۰۰	۱۶/۰ ^{ns}
ورمی کمپوست	۳	۱۳۷۳۳۶۸**	۱۴۰۶۶۵**	۱۶/۴**	۰/۰۰**	۴۵۳۶۳**
کود اوره	۳	۱۶۰۲۸۳۶۶**	۶۳۱۱۳۷**	۳۹/۲**	۰/۰۳**	۸۷۴۲**
ورمی کمپوست × اوره	۹	۱۱۸۰۳**	۳۲۹۵۸ ^{ns}	۶/۰۳**	۰/۰۰**	۱۳۹۹**
خطا	۳۰	۱/۰۰	۳۰۰۱۶	۰/۰۱	۰/۰۰	۳۴/۰
ضریب تغییرات (%)		۱۵/۷	۱۹/۸	۱۰/۱	۹/۰۸	۷/۰۶

NS، * و ** به ترتیب غیرمعنادار و معنادار در سطح احتمال ۵ و یک درصد می باشد.

عملکرد دانه کنگد گزارش کردند. ولدآبادی و همکاران (۲۰۱۰) بالاترین وزن هزار دانه زیره را با کاربرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن به دست آوردند. در مطالعه دیگری سجادی نیک و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که کودهای زیستی به طور معنی داری سبب افزایش وزن هزاردانه و عملکرد دانه در کنگد شده است. وزن هزار دانه تحت تأثیر مقدار اختصاص مواد فتوسنتزی جاری و ذخیره به دانه است که تحت تأثیر عوامل ژنتیکی و محیطی قرار دارد. کودهای آلی از طریق در دسترس قرار دادن عناصر غذایی سبب افزایش آسیمیلاسیون

سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۳). نتایج برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه (۴/۰۲ گرم) به کاربرد توأم تیمار ۷/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست به همراه ۱۵۰ کیلوگرم کود اوره در هکتار به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۱۰۰ کیلو گرم کود اوره اختلاف معناداری با هم نداشت (جدول ۴). بهبود وزن دانه می تواند به افزایش کارایی فتوسنتزی گیاه و در نهایت بهبود رشد گیاه با اضافه کردن نیتروژن به خاک، نسبت داده شود (اوزان و همکاران ۲۰۰۹). کریمی و همکاران (۲۰۱۹) نتایج

مواد فتوسنتزی در دوره قبل از گل‌دهی و پس از گل‌دهی با انتقال مجدد این مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن بر طول دوره پر شدن دانه تأثیر گذاشته و سبب بهبود وزن هزار دانه شده است (اوکم و همکاران ۲۰۱۰). به‌نظر می‌رسد نیتروژن از طریق تأثیر بر مقدار کلروفیل و سطح برگ، آسیمیلات بیشتری ساخته شده لذا دانه‌های تشکیل شده با مواد فتوسنتزی بیشتری پر می‌شوند (الحبشی و همکاران ۲۰۰۷). از طرفی کود زیستی در مقایسه با عدم مصرف کود، به‌مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا می‌کند و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (شهرکی و همکاران ۲۰۱۶).

عملکرد زیستی

با توجه به نتایج (جدول ۳) برهمکنش کود اوره و ورمی‌کمپوست بر عملکرد زیستی تأثیر معناداری در سطح احتمال یک درصد داشت. مقایسه میانگین برهمکنش اوره و ورمی‌کمپوست نشان داد که با افزایش سطوح مختلف اوره و ورمی‌کمپوست، عملکرد زیستی افزایش یافت. بیشترین عملکرد زیستی (۵۴۴۷ کیلو گرم در هکتار) در کاربرد همزمان ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره تفاوت معناداری نداشت و

نسبت به شاهد حدود ۲۶ درصد افزایش داشت و کمترین مقدار عملکرد زیستی از شاهد به‌دست آمد (جدول ۴). در مطالعه‌ای استفاده از کودهای شیمیایی نیتروژن و فسفر باعث بهبود عملکرد زیستی کنگد شده است (مالیک و همکاران ۲۰۰۳). نتایج مطالعه رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد بیشترین زیست توده در کنگد از کود شیمیایی حاصل شد و بین تیمارهای کود دامی و کمپوست (هر کدام ۳۰ تن در هکتار) اختلاف معناداری وجود نداشت. در مطالعه دیگری افزایش در کود نیتروژنه و ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک کل کنگد شده است (سجادی نیک ۲۰۱۱). در پژوهشی عثمان یعقوب و همکاران (۲۰۱۲) در سویا نشان دادند که در سال اول در بین سه تیمار کودی کمپوست، اوره و NPK، بیشترین مقدار زیست توده از تیمار شاهد به‌دست آمد و در سال دوم اعمال تیمار کمپوست و کود NPK به‌ترتیب سبب افزایش ۲۰ و ۵ درصدی زیست توده نسبت به شاهد شد. وجود مواد آلی در بستر کشت سبب افزایش باروری خاک، ظرفیت نگهداری خاک و نیز افزایش خلل و فرج خاک می‌شود این مواد عناصر غذایی خود را به مرور زمان آزاد و در اختیار گیاه قرار می‌دهند. لذا به‌نظر می‌رسد کودهای آلی ضمن فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، باعث افزایش آب در دسترس گیاه شده و موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید بیوماس را فراهم می‌کنند (سینگر و همکاران ۲۰۰۷).

جدول ۴- مقایسه میانگین برهمکنش تیمارهای کوددهی بر برخی صفات اندازه گیری شده کنجد

شاخص برداشت	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد زیستی (kg.ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (g)	تعداد دانه در کپسول	تعداد کپسول در بوته	ارتفاع بوته (cm)	سطوح اوره (kg.ha ⁻¹)	ورمی کمپوست (t.ha ⁻¹)
۲۳/۶ ^d	۹۹۲ ^d	۴۰۰۸ ^d	۲/۵۶ ^d	۶۸/۵ ^d	۴۲/۴ ^d	۱۱۵ ^d	صفر	
۲۵/۰ ^c	۱۰۰۳ ^c	۴۱۵۶ ^c	۲/۶۱ ^c	۷۵/۵ ^c	۴۶/۴ ^c	۱۲۱ ^c	۵۰	
۲۷/۲ ^b	۱۳۰۶ ^b	۴۷۹۶ ^b	۳/۴۷ ^b	۸۲/۵ ^b	۶۱/۷ ^b	۱۳۴ ^b	۱۰۰	شاهد
۲۹/۳ ^a	۱۴۵۶ ^a	۴۸۸۶ ^a	۳/۵۶ ^a	۸۳/۹ ^a	۶۸/۱ ^a	۱۴۲ ^a	۱۵۰	
۲۴/۷ ^d	۱۰۰۵ ^d	۴۲۱۳ ^d	۲/۷۷ ^c	۶۸/۲ ^d	۴۶/۳ ^d	۱۲۱ ^d	صفر	
۲۵/۸ ^c	۱۱۳۳ ^c	۴۳۸۸ ^c	۲/۸۱ ^b	۷۸/۸ ^c	۵۸/۳ ^c	۱۲۵ ^c	۵۰	۲/۵
۲۸/۳ ^b	۱۳۵۶ ^b	۴۸۹۰ ^b	۳/۹۶ ^a	۸۴/۸ ^b	۶۹/۱ ^b	۱۳۸ ^b	۱۰۰	
۳۰/۴ ^a	۱۵۶۶ ^a	۴۹۹۱ ^a	۳/۹۹ ^a	۸۶/۸ ^a	۷۱/۳ ^a	۱۴۳ ^a	۱۵۰	
۲۶/۲ ^d	۱۲۵۰ ^d	۴۷۵۲ ^d	۳/۶۱ ^c	۷۶/۷ ^d	۵۸/۸ ^c	۱۳۵ ^d	صفر	
۲۷/۸ ^c	۱۳۴۵ ^c	۴۸۲۸ ^c	۳/۶۹ ^b	۸۲/۰ ^c	۶۱/۳ ^b	۱۴۰ ^c	۵۰	۵
۳۰/۹ ^b	۱۵۸۲ ^b	۵۳۱۲ ^b	۳/۹۷ ^a	۸۵/۰ ^b	۷۷/۹ ^a	۱۴۶ ^b	۱۰۰	
۳۱/۵ ^a	۱۵۹۱ ^a	۵۳۴۴ ^a	۳/۹۸ ^a	۸۶/۷ ^a	۷۹/۰ ^a	۱۴۸ ^a	۱۵۰	
۲۷/۹ ^c	۱۲۵۲ ^c	۴۸۲۸ ^c	۳/۵۴ ^b	۷۷/۵ ^c	۶۲/۳ ^c	۱۳۴ ^d	صفر	
۲۹/۱ ^b	۱۳۴۲ ^b	۴۹۳۴ ^b	۳/۵۶ ^b	۸۴/۴ ^b	۶۵/۹ ^b	۱۳۹ ^c	۵۰	
۳۱/۲ ^a	۱۵۹۵ ^a	۵۴۴۵ ^a	۴/۰۳ ^a	۸۷/۷ ^a	۷۹/۱ ^a	۱۴۸ ^b	۱۰۰	۷/۵
۳۱/۴ ^a	۱۶۰۱ ^a	۵۴۴۷ ^a	۴/۰۴ ^a	۸۸/۰ ^a	۸۰/۴ ^a	۱۵۱ ^a	۱۵۰	

*: اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهمکنش کود اوره و ورمی کمپوست بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنادار داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش تیمارها نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۱۶۰۱ کیلوگرم در هکتار) مربوط به کاربرد همزمان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که نسبت به تیمار عدم مصرف تیمار کودی (شاهد) حدود ۴۱ درصد افزایش نشان داد (جدول ۴). کمترین عملکرد دانه در تیمار عدم استفاده از هر دو نوع کود مشاهده شد. نتایج جدول

ضرایب همبستگی (جدول ۵) نشان داد که عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با زیست توده ($r=0/814^{**}$) و تعداد کپسول در بوته ($r=0/745^{**}$) را داشت. نتایج مطالعه آلماسکار و همکاران (۲۰۰۷) نشان داد که عملکرد بالاتر در کنجد مربوط به ارقامی بود که بیشترین زیست توده را داشتند. وجود همبستگی بین عملکرد دانه با عملکرد زیستی بیانگر آن است که وجود شرایط مناسب تغذیه‌ای منجر به افزایش زیست توده در گیاه و در نتیجه باروری بیشتر کپسول‌ها شده است. اوزان و کاگیرگان (۲۰۰۶) بین عملکرد دانه با تعداد کپسول در کنجد همبستگی مثبت و معناداری گزارش

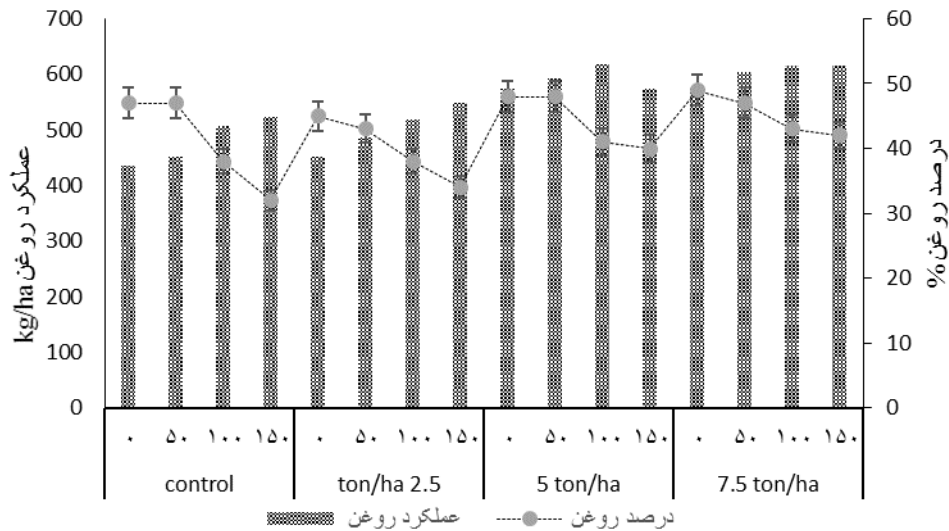
را نسبت به شاهد افزایش داد.

کرد. نتایج مطالعه رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۳)

نشان داد که تیمار کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست هر

کدام به ترتیب حدود ۳۴ و ۳۲ درصد عملکرد اقتصادی

دانه کنجد



شکل ۱- تاثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست و کود اوره بر عملکرد روغن و درصد روغن در کنجد

تکثیر و رشد ریز جانداران خاکزی از تجزیه عناصر غذایی حاصل از مواد آلی بهبود یافته و لذا استفاده از کود ورمی‌کمپوست باعث افزایش سرعت چرخه مواد غذایی مورد نیاز و قابل دسترس ساختن آن‌ها، افزایش جذب مواد غذایی و افزایش عملکرد دانه می‌شود (سینگر و همکاران ۲۰۰۷).

شاخص برداشت

برهمکنش کود اوره و ورمی‌کمپوست به‌طور معناداری شاخص برداشت را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهمکنش آن‌ها نشان داد که با افزایش سطوح مختلف اوره و ورمی‌کمپوست، شاخص برداشت افزایش یافت. بیشترین شاخص برداشت (۳۱/۴) در کاربرد همزمان ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره به‌دست آمد که نسبت به شاهد حدود ۲۴ درصد افزایش داشته

در مطالعه دیگری بحرانی و طهماسبی سروستان (۲۰۰۵) گزارش کردند که مصرف کود نیتروژن موجب افزایش سطح برگ و از طرف دیگر افزایش فتوسنتز و تولید آسمیلات‌ها و در نهایت افزایش عملکرد دانه کنجد می‌گردد. افزایش عملکرد دانه با افزایش مصرف کود نیتروژن و ورمی‌کمپوست را می‌توان با افزایش رشد سبزینه‌ای گیاه و افزایش تولید ماده ذخیره‌ای، افزایش تعداد شاخه‌های فرعی، افزایش میزان باروری گل‌ها، افزایش تعداد کپسول و افزایش وزن هزار دانه که در نهایت سبب افزایش عملکرد بذر می‌شود مرتبط دانست (الحبشی و همکاران ۲۰۰۷). در مطالعه دیگر گلدانی و فاضلی کاخکی (۲۰۱۴) در بررسی تاثیر کودهای مختلف آلی و شیمیایی بر کنجد گزارش کردند که بیشترین مقدار دانه در بوته در اکوتیپ‌های کنجد مورد بررسی از تاثیر کود ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که مقدار آن از تاثیر کود شیمیایی و شاهد بیشتر بود.

داد که با افزایش سطوح مختلف اوره و ورمی کمپوست، درصد روغن کاهش یافت. به طوری که میزان درصد روغن در بالاترین سطح مصرف همزمان اوره و ورمی کمپوست نسبت کمترین میزان مصرف هر دو نوع کود حدوداً بین ۱۴ تا ۳۴ درصد کاهش داشته است. بیشترین مقدار درصد روغن در هر سطح ورمی کمپوست مربوط به سطح صفر اوره بود با این حال با افزایش مقدار کود ورمی کمپوست درصد روغن افزایش یافت (شکل ۱). تأثیر نپذیرفتن درصد روغن در کاربرد همزمان کود نیتروژن و ورمی کمپوست مورد تأیید و گزارش سایر محققین نیز بوده است (کومار و همکاران ۲۰۰۹). مطالعه هانسون و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد که مصرف انواع کود و از جمله کود نیتروژن به دلیل افزایش میزان پروتئین دانه که با درصد روغن دانه رابطه جبرانی دارد موجب کاهش درصد روغن دانه‌های کنجد شده است. دیگر بررسی‌های انجام شده نیز حاکی است که افزایش نیتروژن، رسیدن گیاه کلزا (*Brassica napus*) را به تأخیر انداخته و منجر به طولانی‌تر شدن نمو خورجین می‌شود، در نتیجه دانه از رسیدن به بلوغ کامل بازمانده و درصد روغن کاهش می‌یابد (کریمی و همکاران ۲۰۱۹). به نظر می‌رسد با افزایش مصرف نیتروژن تشکیل پیش زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار بیشتر شده و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می‌یابد (ساباناوار و لاکسمن ۲۰۰۸).

عملکرد روغن

با توجه به نتایج (جدول ۳) برهمکنش کود اوره و ورمی کمپوست بر عملکرد روغن تأثیر معناداری در سطح یک درصد داشت. مقایسه میانگین برهمکنش اوره و ورمی کمپوست نشان داد که با افزایش سطوح مختلف اوره و ورمی کمپوست، عملکرد روغن افزایش یافت. بیشترین عملکرد روغن از کاربرد همزمان کود اوره و ورمی کمپوست حاصل شد. به طوری که حداکثر عملکرد روغن با میانگین ۶۱۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۱۰۰ کیلو گرم اوره و ۵ تن در هکتار ورمی-

است. روند تغییرات شاخص برداشت از روند مقدار عملکرد دانه در کاربرد همزمان تیمارها تبعیت کرد (جدول ۴). افزایش شاخص برداشت نشان‌دهنده تخصیص مناسب مواد فتوسنتزی و عناصر غذایی به دانه می‌باشد. در همین راستا مومنی‌فیلی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند بیشترین شاخص برداشت (۲۹/۸۲) در گیاه سویا (*Glycine max*) از مصرف ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. تصدیقی و همکاران (۲۰۱۵) نیز بیان کردند با افزایش سطوح ورمی کمپوست شاخص برداشت بابونه (*Matricaria chamomilla*) افزایش یافت. به طوری که بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست و کمترین شاخص برداشت در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست به دست آمد. نتایج تحقیقات متعدد حاکی از افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کودهای شیمیایی است (شاکری و همکاران ۲۰۱۲). به نظر می‌رسد افزایش شاخص برداشت در کاربرد اوره می‌تواند به دلیل در دسترس بودن به مقدار زیاد اوره در مراحل ابتدایی رشد و رشد زیادتر این تیمار در مراحل اولیه و در نتیجه رشد سریع کپسول‌ها و افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به کپسول نسبت داد که در نهایت منجر به افزایش تسهیم مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش عملکرد را به دنبال داشته است (بخرد و همکاران ۲۰۱۷). در کاربرد کودهای زیستی می‌توان این گونه بیان داشت که گیاه با جذب بهتر عناصر غذایی و افزایش شاخص سطح برگ می‌تواند از تابش خورشیدی بهتری استفاده کند و مواد فتوسنتزی بیشتری را به دانه منتقل و نسبت دانه به ماده خشک کل را افزایش دهد و در نتیجه شاخص برداشت افزایش می‌یابد (مقصودی و همکاران ۲۰۱۳).

درصد روغن

تأثیر برهمکنش کود اوره و ورمی کمپوست بر درصد روغن در سطح احتمال یک درصد معنادار بود (جدول ۳). نتایج برهمکنش اوره و ورمی کمپوست نشان

مصرفی باعث افزایش معناداری در عملکرد روغن شده است ولی در سطح ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن مصرفی و بالاتر، کاربرد ورمی کمپوست افزایش معناداری در عملکرد روغن ایجاد نکرده است که دلیل آن را کاهش در عملکرد دانه در این تیمار دانسته‌اند (سجادی نیک و همکاران ۲۰۱۱). کوچکی و همکاران (۲۰۰۸) اظهار داشتند که عملکرد روغن بیشتر تحت تأثیر عملکرد دانه در واحد سطح قرار دارد و از درصد روغن تأثیرپذیری کمتری دارد. کاربرد کود نیتروژن عامل مهمی در دیررسی کنجد بوده و ممکن است تجمع مواد هیدروکربنه در روغن را تحت تأثیر قرار دهد (احمدی و بحرانی، ۲۰۰۹). گزارش شده است که با افزایش مصرف نیتروژن تشکیل پیش‌ماده‌های نیتروژن‌دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین افزایش و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می‌یابد، ولی در شرایط استفاده از سیستم تلفیقی کود، تعادلی بین میزان تشکیل پروتئین و روغن در گیاه ایجاد می‌شود (سجادی نیک و همکاران ۲۰۱۱). اسکندری و کاظمی (۲۰۱۹) گزارش کردند افزایش میزان فتوسنتز جاری سبب افزایش تولید روغن در گیاه می‌شود. به نظر می‌رسد استفاده از تیمارهای کودی با تأثیر بر افزایش رشد رویشی گیاه و تولید برگ بیشتر زمینه افزایش اسیمیلات فتوسنتزی برای تولید روغن را فراهم کرده باشد.

کمپوست بود و کمترین عملکرد روغن نیز به دلیل دارا بودن حداقل عملکرد دانه در تیمار شاهد با میانگین ۴۳۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد (شکل ۱). با توجه به نتایج به دست آمده در مورد درصد روغن دانه می‌توان عنوان نمود که درصد بالای روغن در یک تیمار خاص نمی‌تواند دلیلی بر افزایش عملکرد روغن در واحد سطح در همان تیمار گردد. همانطور که در تیمار شاهد کود اوره (بدون مصرف کود) حداکثر درصد روغن را داشت، ولی حداقل عملکرد حاصل شد. پژوهش‌های انجام شده نشان داد که میزان روغن کنجد با مصرف بیش از ۶۸ کیلوگرم اوره در هکتار کاهش می‌یابد (هانسون و همکاران ۲۰۰۴). همچنین پرهیزکارخاجانی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش نمودند که با مصرف کودهای نیتروژن و فسفر عملکرد روغن افزایش پیدا نمود. با توجه به این که عملکرد روغن در هکتار از حاصل ضرب عملکرد دانه در هکتار در درصد روغن دانه به دست می‌آید، متناسب با افزایش عملکرد دانه و تقریباً ثابت بودن درصد روغن آن مقدار روغن از نظر کمی افزایش پیدا می‌کند. بنابراین می‌توان بیان نمود مصرف کود نیتروژن اگر چه تأثیری بر درصد روغن نداشته‌اند ولی چنانچه هدف دستیابی به مقدار کل روغن در واحد سطح باشد، کاربرد این کودها در مقادیر مطلوب ضروری می‌باشد. گزارش شده است که افزایش ورمی کمپوست در سطوح پایین نیتروژن

جدول ۵- نتایج ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه تحت تاثیر تیمارهای ورمی کمپوست و کود اوره

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	
								۱	۱- ارتفاع گیاه
							۱	۰/۹۶۳**	۲- تعداد کپسول در بوته
						۱	۰/۹۲۲**	۰/۹۱۵**	۳- تعداد دانه در کپسول
				۱	۰/۸۶۵**	۰/۹۲۰**	۰/۹۴۷**	۰/۹۸۰**	۴- وزن هزار دانه
				۱	۰/۹۴۰**	۰/۸۸۸**	۰/۹۷۷**	۰/۹۸۰**	۵- عملکرد زیستی
			۱	۰/۸۱۴ ^{ns}	۰/۱۵۲ ^{ns}	۰/۱۲۵ ^{ns}	۰/۷۴۵**	۰/۱۶۷ ^{ns}	۶- عملکرد دانه
		۱	۰/۱۱۵**	۰/۸۵۰**	۰/۸۷۹**	۰/۸۲۶**	۰/۸۶۷**	۰/۸۷۰**	۷- شاخص برداشت
	۱	۰/۵۱۶**	۰/۰۴۵ ^{ns}	۰/۳۵۲*	۰/۴۱۰*	۰/۵۲۵**	۰/۴۷۱*	۰/۴۱۲*	۸- درصد روغن
۱	۰/۰۱۰ ^{ns}	۰/۷۲۲**	۰/۱۹۸ ^{ns}	۰/۸۸۹**	۰/۸۳۹**	۰/۷۳۶**	۰/۸۲۱**	۰/۸۷۶**	۹- عملکرد روغن

^{ns}، * و **: به ترتیب غیرمعناداری و معناداری در سطح احتمال یک و پنج درصد

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش تأثیر معناداری بر عملکرد کمی و کیفی کنجد داشت، همچنین تیمارهای تلفیقی در مقایسه با سایر تیمارها تأثیر بهتر و بیش‌تری بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد داشت. به طوری که بالاترین عملکرد دانه در واحد سطح در تیمار تلفیقی کود اوره (۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) و کود آلی ورمی کمپوست (۷/۵ تن در هکتار) (۱۶۰۱ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد. سایر صفات نیز از جمله تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه تحت تأثیر عوامل آزمایش اختلاف معناداری را نسبت به شاهد نشان دادند. بیشترین درصد روغن مربوط به تیمار ورمی کمپوست ۷/۵ تن در هکتار با میانگین ۰/۴۹ درصد تعلق داشت. همچنین بیشترین عملکرد روغن مربوط به کاربرد همزمان اوره و ورمی کمپوست حاصل گردید. به‌طورکلی، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که کاربرد ورمی کمپوست به‌صورت جداگانه و نیز همراه با کود شیمیایی اوره معمولی، عمده صفات

رشدی و عملکرد کنجد را تحت تأثیر قرار داد. با توجه به ضرورت تولید گیاهان روغنی در نظام‌های زراعی و نیز کشت این گیاهان در نظام‌های کم‌نهاد، و با توجه به اثرات مثبت کودهای آلی در پایداری منابع خاک، حفظ تولید در دراز مدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت به بازار، استفاده از این نوع کودها به تنهایی و یا در تلفیق با کودهای شیمیایی می‌تواند به‌عنوان گزینه‌ای مناسب در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار مدنظر قرار گیرد.

سیاسگذاری

بدین وسیله از تمامی مساعدت‌های مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان جهت فراهم نمودن امکانات مورد نیاز برای اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Ahmadi S, Bagheri A and Jafari Haghighi B, 1394. The Effect of Organic Fertilizers, Biological Nanofertilizers and Irrigation Regimes on Yield and Yield Components of Sesame Seed in Khanj Region of Fars Province, *Journal of Plant Ecophysiology*, 20: 140-150. (In Persian).
- Ahmadi M and Bahrani J, 2009. The effect of different amounts of nitrogen on yield and yield components and seed oil content of sesame cultivars in Bushehr region. *Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 4: 131-132. (In Persian).
- Alamsarkar MN, Salim M, Islam N and M Rahman M, 2007. Effect of sowing date and time of harvesting on the yield and yield contributing characters of sesame (*Sesamum indicum* L.) seed. *Crop Production*, 2 (6):31-35.
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD, 2011. Influences of vermicomposts on field strawberries: effects on growth and yields. *Journal of Bioresource Technology*, 93: 145-153.
- Arancon NQ, Edwards CA, Atiyeh RM and Metzger JD, 2004. Effects of vermicompost produced from food waste on the growth and yield of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2): 139-144.

- Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA and Metzger JD ,2012. The influence of earth worm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Journal of Bioresource Technology*, 81: 103-108.
- Bahrani A and Tahmasbi Sarvestani Z, 2005. Effects of nitrogen content and time on yield, yield components and dry matter remobilization efficiency in two winter wheat cultivars. *Journal of Agricultural Sciences*. 12: 369-377. (In Persian).
- Bekhrad H, Nickname F and Mahdavi B, 2017. The effect of nano fertilizer at different levels of nitrogen on sesame seed and oil yield (*Sesamum indicum* L.). *Scientific Journal of Plant Ecophysiology*, 8 (28): 129-109 . (In Persian).
- Bremness L, 1999. Herbs. *Eyewitness Handbook*. London. 176p.
- Bouyoucos GJ, 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agronomy Journal*, 56: 464-465.
- Botha CR, and Webb MM, 1952. The versenate method for the determination of calcium and magnesium in mineralized waters containing large concentrations of interfering ions: *Institute of Water Engineers Journal*: 6.
- Bremener JM, and Mulvaney, CS, 1982. Nitrogen total. In. Page, A. L. et. al. *Method of soil analysis*. Part 2. American Society of Agronomy Inc Madison, Wisconsin USA., Pp. 595-624.
- Caravaca F, Figueroa D, Alguacil MM and Rolan A, 2003. Application of composted urban residue enhanced the performance of afforested shrub species in a degraded semiarid land. *Bioresource Technology*, 90: 65-70.
- Eidizadeh Kh, Mahdavi Damghani A, Ebrahimpour F and Sabahi H, 2011. Effects of amount and method of biofertilizer application in combination with chemical fertilizer on yield and yield components of corn. *Electronic Journal of Crop Production*, 4 (3): (35-21). (In Persian).
- El Habbasha SF, Abd El Salam MS and Kabesh MO, 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio- organic fertilizers. *Research Journal Agriculture Biology Science*, 3: 563-571.
- Eskandari H and Kazemi K, 2019. Evaluation of the effect of irrigation levels and soil fertility management on sesame seed and oil yield (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Environmental Stresses in Crop Sciences*, 12(1): 122-111. (In Persian).
- Garg BK, Kathju S and Vyas SP, 2005. Salinity-fertility interaction on growth. photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame. *Indian Journal of Plant Physiology* 10: 162-167.
- Goldani, M., Fazeli Kakhki, S.F, 2014. Evaluation chemical and organic fertilizer on morphological, yield and yield component in three sesame ecotype (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crop Research*, 12(1): 127-139. (In Persian).
- Golestani M and Pakneiat H, 2007. Study Tolerance indices to drought stress in sesame vareity (*Sesamum indicum* L.), *Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources*, 11(41): 141-149. (In Persian).
- Hanson B, Endres G, Henson B, Halvorson M and Schatz B, 2004. Flax response to nitrogen and seeding rates. Available online at: www.ag.ndsu.nodak.
- Jabeen, N. and R. Ahmad, 2017. Growth response and nitrogen metabolism of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to vermicompost and biogas slurry under salinity stress. *J. Plant. Nutri.* 40(1): 104-114.

- Karimi H, Emadi M and Zafarian F, 2019. Effect of different nutritional systems on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L.) in conditions of competition and non-competition with weeds. *Journal of Plant Production Research*, 4 (26): 77-61. (In Persian).
- Koocheki A, Nasiri Mahallati M and Ghorbani R, 2008. The effect of biological fertilizer application on growth indices of black seed. *Iranian Journal of Crop Research*, 6(2): 294-285. (In Persian).
- Kumar B, Pandey P and Maheshwari DK, 2009. Reduction in dose of chemical fertilizers and growth enhancement of sesame (*Sesamum indicum* L.) with application of rhizospheric competent *Pseudomonas aeruginosa* LES4. *European Journal of Soil Biology*, 45(4): 334-340.
- Maghsoudi, I., Ghalavan, A. and Aqaali Khani, M, 2013. Effect of organic, chemical, biological and combined nutrition on grain yield and quality characteristics of corn. *Soil and Water Research (Soil and Water Science)*, 27(3), 275-284. (In Persian).
- Malik AM, Faruk S, Mumtaz AC and Shamin A, 2003. Influence of different nitrogen levels on productivity of Sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. *Agriculture and Biology*, 4: 490-492.
- Mohamed SB, Rania MAN and Fouad AA, 2012. Response of sesame plant (*Sesamum orientale* L.) to treatments with mineral and bio-fertilizers. *Research Agriculture and Biological Sciences*, 8 (2): 127-137.
- Momeni Fili P, Khoorgami A and Sayyah Far M, 2014. Effect of vermicompost biofertilizer and plant density on the yield and yield components soybean in khorramabad. *Crop Physiology Journal*, 6(3): 113-127. (In Persian).
- Murphy J and Riley JPA, 1962. Modified single solution method for determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta*, 27: 31-36.
- Nelson DW and Sommers LE, 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*; Sparks, D.L., (ed), SSSA Book Series No. 5; Soil Science Society of America: Madison, Wisconsin, 961-1010
- Oktem A, Oktem AG and Emeklierc HY, 2010. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet corn. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 41: 832 – 847.
- Osman Yagoub, SA A. Wigdan Mohamed, and A. A. Mariod. 2012. Effect of urea, NPK and compost on growth and yield of soybean (*Glycine max* L.), in semi-arid region of Sudan. *International Scholarly Research Network. ISRN Agronomy*, 1: 1-6.
- Parhizkar Khajani F, Iranjad H, Amiri R and Orkie H, 2012. The effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on the quantitative and qualitative properties of oil flax. *Electronic Journal of Crop Production*, 5(1): 51-37. (In Persian)
- Rezvani Moghadam P, Saburi A, Mohammad Abadi A and Moradi R, 2013. The effect of chemical fertilizers, cattle and municipal waste compost on yield, yield components and oil content of three sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes in Mashhad. *Iranian Agricultural Research* 11 (2): 250-241. (In Persian)
- Sabannavar SJ, and Lakshman HC, 2008. Interactions between *Azotobacter*, *Pseudomonas* and arbuscular mycorrhizal fungi on two varieties of *Sesamum indicum*. L. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 194(6): 470-478.

- Sajjadi Nik R, Yadavi H, Baluchi H and Faraji H, 2011. Comparison of the effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Agricultural Science and Sustainable Production*, 21 (2). 87-101. (In Persian)
- Shakeri A, Amini Dehqi M, Tabatabai H and Modares Sani HM, 2012. The effect of chemical and biological fertilizer on yield, yield components, oil and protein percentage of sesame cultivars. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 2 (1): 85-71. (In Persian)
- Sharma AK. 2002. *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. Agrobios, India.
- Singer WJ, Sally SD and Meek DW, 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. *Agronomy Journal*, 99: 80-87.
- Tasdighi HR, Salehi A, Movahhede Dehnavi M and Behzadi Y, 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. *Agriculture Science and Sustainable Production*, 25(3): 61-78.
- Uzun BM, and Cagırğan I, 2006. Comparison of determinate and indeterminate lines of sesame for agronomic traits. *Field Crops Research*, 96 :13-18.
- Uzun B, Arslan C and Furat S, 2008. Variation in fatty acid compositions, oil content and oil yield in a germplasm collection of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 85(12): 1135-1142.
- Valad Abadi H, Aliabadi Farahani H and Moaveni p, 2010. Investigation of the effects of nitrogen consumption on essential oil yield and grain yield of different masses of cumin (*Cuminum cyminum* L.) in Qazvin region. *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research*, 3 (26): 357-348.