مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی(اوره)، آلی (ورمی‌کمپوست) و زیستی(نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum* L.)

رحمان سجادی‌نیک[1]، علیرضا یدوی[2*]، حمیدرضا بلوچی[2] و هوشنگ فرجی[2]

تاریخ دریافت: 89/7/6 تاریخ پذیرش : 90/3/23

1- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه یاسوج

2- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج

* مسئول مکاتبه : E-mail: Yadavi53@yahoo.com

چکیده

برای بررسی تأثیر نیتروژن، ورمی‌کمپوست و کود زیستی نیتروکسین بر عملکرد کمی و کیفی کنجد، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در تابستان 1388، در شهرستان بهبهان اجرا شد. فاکتور اول شامل 50، 75 و 100 درصد نیتروژن مصرفی منطقه (به ترتیب معادل 25، 37/5 و 50 کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار از نوع اوره)، فاکتور دوم 0، 5 و 10 تن کود ورمی‌کمپوست در هکتار و فاکتور سوم کاربرد کود زیستی نیتروکسین با دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با بذر، بود. نتایج نشان داد که عوامل آزمایشی اثر معنی‌داری بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد داشتند. کاربرد نیتروکسین افزایش 8/5 درصدی عملکرد دانه را باعث شد. با توجه به اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست، بیشترین عملکرد دانه کنجد (1352 کیلوگرم در هکتار) در تیمار 10 تن ورمی‌کمپوست به همراه 37/5 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شد. در حالی که کمترین میزان عملکرد (947 کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست همراه با مصرف 25 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود. بیشترین درصد روغن (45%) در تیمار مصرف 37/5 کیلوگرم نیتروژن به همراه 5 تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین درصد روغن (40%) در تیمار کاربرد 50 کیلوگرم نیتروژن به همراه 10 تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. در تیمار 50 کیلوگرم نیتروژن مصرفی در هکتار، کاربرد ورمی‌کمپوست و تلقیح نیتروکسن، کاهش معنی‌داری در درصد روغن ایجاد نمودند. درصد و عملکرد پرتئین با افزایش کود نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتروکسین افزایش معنی‌داری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: پروتئین، روغن، کنجد، نیتروژن، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

Effect of Chemical (Urea), Organic (Vermicompost) and Biological (Nitroxin) Fertilizers on Quantity and Quality Yield of Sesame (*Sesamum indicum* L.)

R Sajadi Nik[1], A Yadavi[2*], HR Balouchi[2] and H Farajee[2]

Received: 28 September 2010 Accepted: 13 June 2011
[1]M.Sc. Student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Yasouj University, Iran
[2] Assist Prof, Dept of Agronomy and Plant Breeding Yasouj University, Iran
*Corresponding author: E-mail: Yadavi53@yahoo.com

Abstract

In order to study the effect of nitrogen, vermicompost and nitroxin biofertilizer on quantity and quality yield of Sesame, a field experiment was carried out at Behbahan in summer of 2009. Treatments were arranged in a factorial experiment based on RCBD with three replications. Three rates of nitrogen fertilizer (50, 75 and 100% of region recommended nitrogen rate, equals to 25, 37.5 and 50 kg/ha nitrogen from urea, respectively) as a first factor, three rates of vermicompost (0, 5 and 10 t/ha) as a second factor and two levels of nitroxin biofertilizer application (seed inoculation and non inoculation) as a third factor, were used. Results showed that treatments had a significant effect on yield and yield components of sesame. Nitroxin application increased grain yield 8.5 percent. Interaction of nitrogen and vermicompost showed that the most grain yield (1352 kg/ha) was obtained with applying the 10 t/ha vermicompost with 37/5 kg/ha of nitrogen rate while the lowest grain yield (947 kg/ha) obtained from without vermicompost treatment with 25 kg/ha of nitrogen rate. The highest oil percent (45%) obtained with application of 37/5 kg/ha nitrogen with 10 t/ha vermicompost and the lowest of it (40 %) obtained in 50 kg/ha nitrogen with 10 t/ha Vermicompost. The oil percentage in 50 kg/ha nitrogen treatment, vermicompost application and Nitroxin inoculation decreased the significantly. By increasing nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin, protein yield and percentage increased significantly.

Keywords: Nitrogen, Nitroxin, Oil, Protein, Sesame, Vermicompost

مقدمه

کنجد (*Sesamum indicum* L.) گیاهی یکساله و از قدیمی‌ترین گیاهان دانه روغنی است که سازگار با نواحی گرم و نیمه گرم می‌باشد (ویس 2000) و از درصد بالای روغن (45%) و پروتئین (19 تا 25%) برخوردار می‌باشد. البته مقادیر روغن و پرتئین دانه کنجد بسته به رقم و شرایط محیطی می‌تواند متغیر باشد. دانه کنجد علاوه بر روغن و پروتئین، از لحاظ کلسیم و فسفر نیز غنی بوده و منبع بسیار خوبی از ویتامین‌ها می‌باشد. روغن کنجد به دلیل فراوانی بالای

اسیدهای چرب غیر اشباع به خصوص اسید لینولئیک از کیفیت بالایی برای تغذیه انسان برخوردار است (ویس 2000 خواجه پور 1386).

میزان تولید محصول، با میزان عرضه عناصر معدنی و گاهی آلی خاک که برای آنها قابل استفاده باشد، متناسب بوده و از دیرباز بشر به اهمیت عناصر معدنی و آلی در رشد گیاه و تولید محصول پی‌برده است. امروزه از کودها به عنوان ابزاری برای دستیابی به حداکثر تولید در واحد سطح استفاده می‌شود. البته علاوه بر افزایش تولید، کیفیت محصولات کشاورزی و سلامت محصولات نیز بایستی مدنظر قرار گیرد (بالوق و همکاران 2006). نیتروژن از جمله عناصری است که گیاهان در تمام دوره‌های فعالیت خود به آن نیاز دارند. کودهای نیتروژن‌دار از طریق توسعه اندام‌های هوایی و تولید مواد کربوهیدراتی بیشتر با افزایش سطح کربن گیری، در افزایش عملکرد محصولات کشاورزی نقش مهمی ایفا می‌کنند. افزایش در مقدار نیتروژن خاک نه تنها بر رشد گیاه، بلکه بر الگوهای اصلی مورفولوژی گیاهی نیز تأثیر دارد (خواجه پور 1386).

بعضی از محققان اظهار داشته‌اند که کنجد در برابر مصرف کودهای شیمیایی واکنش چندانی نشان نمی‌دهد. این موضوع به علت کودپذیری کم ارقام محلی می‌باشد که با شرایط محلی سازگاری یافته‌اند. به طوری که افزایش مصرف کودهای نیتروژنه در ارقام اصلاح شده اغلب سبب افزایش عملکرد دانه شده است (مورثی و همکاران 1998). نتایج مطالعه عبدالرحمن (2008) بر روی کنجد بیانگر آن بود که با کاربرد 44 کیلوگرم نیتروژن در هکتار نسبت به تیمار شاهد بدون استفاده از نیتروژن، افزایش معنی‌داری در عملکرد حاصل می‌شود که این افزایش مربوط به تأثیر مثبت و معنی‌دار نیتروژن در اجزای عملکرد بوده است. دیگر مطالعات نیز نشان داده که اضافه کردن نیتروژن به خاک افزایش کارآیی فتوسنتزی گیاه و در نهایت افزایش میزان رشد و عملکرد دانه کنجد را باعث شده است (گارگ و همکاران 2005).

پاوار و همکاران (1993) مشاهده کردند که کاربرد نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار محتوای پروتئین بذر کنجد شده و از سوی دیگر باعث کاهش معنی‌دار درصد روغن کنجد گردیده است. البته گزارشاتی نیز مبنی بر کاهش پروتئین دانه در مقادیر زیاد مصرف نیتروژن وجود دارد. در این گزارشات دلیل کاهش را چنین بیان نموده اند که در مقادیر بالای کود نیتروژن بخش قابل توجهی از کل محتوای نیتروژن به جای تبدیل به اسیدهای آمینه یا پروتئین‌های دانه به صورت یون‌های نیترات در گیاه تجمع می‌یابد (امام و نیک نژاد 1372).

در مورد تأثیر کود نیتروژن بر میزان روغن نتایج مختلفی گزارش شده است. در گزارش کادام (1989) با افزایش نیتروژن میزان روغن دانه کنجد افزایش یافت. در مقابل، آواد و همکاران (1998) نشان دادند که تجمع روغن دانه تحت تأثیر تیمارهای کودی به ویژه نیتروژن قرار نگرفت. شارما (2005)، گزارش کرد که مصرف نیتروژن تأثیر منفی و معنی‌داری بر درصد روغن کنجد داشته است ولی به دلیل تأثیر مثبت بر عملکرد دانه، در نهایت عملکرد روغن را افزایش داده است.

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (شارما 2002). این عوامل باعث شده است که برای تأمین نیاز غذایی گیاهان به سمت مصرف کودهای غیرشیمیایی گرایش بیشتری صورت پذیرد.

کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ریزجاندار مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات می‌باشند که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌روند (صالح راستین 1380). آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و مؤثری دارند (کادر 2002).

پاسخ گیاهان به تلقیح با آزوسپیریلوم و ازتوباکتر و کاربرد نیتروژن بیشتر به صورت افزایش وزن خشک گیاه، ازدیاد میزان نیتروژن دانه، افزایش پنجه‌ها و گل آذین‌های بارور و شمار سنبله‌ها، افزایش شمار دانه‌های هر سنبله و وزن هزار دانه، ازدیاد ارتفاع گیاه و طول برگ، تسریع در مراحل جوانه‌زنی و گل‌دهی گزارش شده است (پاتریکوئین و همکاران 1983). نتایج بررسی یساری و پاتواردهان (2007) حاکی از آن بود که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، عملکرد کنجد را به میزان 21/7 درصد نسبت به شاهد (عدم کاربرد باکتری‌ها) افزایش داده و تأثیر مثبت و معنی‌داری بر تعداد کپسول در بوته، تعداد شاخه فرعی و وزن هزاردانه داشته است اما درمقابل سبب کاهش تعداد دانه در کپسول گردیده است.

ورمی‌کمپوست یک کود آلی زیستی و شامل یک مخلوط زیستی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد (برمنس 1999).

در تحقیقی که روی گیاه نخود انجام شد، آشکار گردید که مصرف 3 تن ورمی کمپوست در واحد سطح، باعث افزایش چشمگیر تعداد غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در مقایسه با شاهد گردید (جت و آهلاوات 2004 و 2006). در مطالعه‌ای دیگر مشخص شد که کاربرد ورمی کمپوست در گیاه سورگوم دانه‌ای نسبت به شاهد، باعث بهبود عملکرد بیولوژیک شده است (کاوندر و همکاران 2003).

نتایج آزمایش پائول و ساویژری (2003) نشان داده است که تولید کنجد با استفاده از باکتری آزوسپیریلوم به همراه 50% کود شیمیایی نیتروژنه معمول منطقه، عملکرد دانه قابل قبولی را در بر داشته است که البته اختلاف معنی‌داری با تیمار نیتروژن کامل منطقه نشان نداده است. همچنین تیمار باکتری ازتوباکتر به همراه 50% نیتروژن معمول منطقه نیز چنین نتیجه‌ای را در بر داشته است. در هندوستان جاشانکار و وهاب (2004) با ترکیب NPK معمول منطقه با 5 تن در هکتار ورمی‌کمپوست به همراه آزوسپیریلوم، بیشترین افزایش را در خصوصیات رشدی و عملکردی گیاه کنجد مشاهده کردند.

با توجه به مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن، همچنین نظر به اهمیت کنجد به عنوان یک گیاه روغنی سازگار با اقلیم کشور و نیز عدم وجود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش‌های رشد و عملکرد این گیاه به کودهای غیرشیمیایی، این مطالعه با هدف ارزیابی اثر کودهای زیستی، آلی، شیمیایی و تلفیقی از آنها بر کنجد به منظور کاهش مصرف و افزایش کارآیی کودهای شیمیایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در تابستان1388، در شهرستان بهبهان اجرا شد که خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش در جدول 1 آمده است. عامل‌های آزمایش شامل50، 75 و 100 درصد کود شیمیایی نیتروژن مصرفی معمول منطقه (به ترتیب برابر 25، 375/5 و 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به شکل کود اوره)، کود ورمی‌کمپوست شامل 0، 5 و 10 تن در هکتار و کاربرد کود زیستی نیتروکسین با دو سطح تلقیح و عدم تلقیح با بذر، با غلظت 0/5 لیتر برای 9 کیلوگرم بذر بود. کود ورمی‌کمپوست از شرکت سلیمان زاده شیراز تهیه شد که خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول 2 آمده است. کود نیتروکسین نیز از شرکت فن آوری زیستی مهر آسیا خریداری شد که شامل دو باکتری آزادزی تثبیت کننده نیتروژن ازتوباکتر و آزوسپیریلوم می‌باشد. هر کرت آزمایشی شامل پنج پشته به عرض 50 سانتیمتر و طول 7 متر بود. فاصله بین بوته‌ها بر روی ردیف 10 سانتی‌متر، فاصله بین کرت‌ها 1 متر و فاصله بین بلوک‌ها 3 متر لحاظ شد. عملیات کاشت در تاریخ 88/5/9 به صورت نم کاشت در وسط پشته ها انجام شد. اولین آبیاری بعد از کاشت در مرحله جوانی (گیاه دارای 3 برگ می باشد) صورت گرفت. آبیاری به صورت سیفونی انجام شد و به دلیل فاکتورهای کودی آزمایش از خروج آب زهکش

از کرتهای آزمایشی جلوگیری شد. کود نیتروژن به میزان تعیین شده برای هر تیمار، در دو مرحله (زمان کاشت و بعد از اولین وجین) به صورت شیاری در کنار ردیف‌های کاشت به خاک اضافه شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک از سه ردیف میانی هر کرت با رعایت حاشیه (سطحی معادل 3 مترمربع). برداشت صورت گرفت. به منظور محاسبه شاخص برداشت عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک مساحت مورد نظر تقسیم، و در عدد 100 ضرب شد برای بررسی اجزای عملکرد (تعداد کپسول در بوته، تعداد بذر در کپسول و وزن هزاردانه) نیز از هر کرت 10 بوته به صورت تصادفی انتخاب گردید. به منظور تعیین درصد روغن دانه، استخراج روغن از 10 گرم آرد بذر هر تیمار و به کمک حلال پترولیوم اتر و با کمک دستگاه سوکسله صورت گرفت. درصد پروتئین دانه با روش کلدال و با استفاده از دستگاه اتوماتیک (مدل تکاتور 1030) استفاده شد (استوارت 1974). محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS، انجام شد. جهت مقایسه‌ی میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای 5٪ استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد کپسول در بوته: اثر ساده نیتروژن، ورمی کمپوست و نیتروکسین و همچنین در بین اثرات متقابل، برهمکنش نیتروکسین و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال 1% برای این صفت معنی‌دار گردید (جدول 3). روند افزایشی تعداد کپسول در بوته، تحت تأثیر افزایش میزان نیتروژن در شکل 1 به خوبی بیانگر اثر مثبت نیتروژن بر این صفت می‌باشد به طوری که بیشترین تعداد کپسول در بوته (144/5) با مصرف 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و کمترین تعداد کپسول در بوته (71/7) با کاربرد 25 کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد. از آن جایی که محل تشکیل کپسول در کنجد از کنار محل اتصال دمبرگ‌ها به شاخه می‌باشد، و از سوی دیگر مصرف کود نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، افزایش تعداد برگ، افزایش طول دوره رویش و تجمع ماده خشک اندام‌های هوایی گیاه مؤثر است به نظر می‌آید تأثیر آن بر این صفت بدیهی باشد.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بر تعداد کپسول در شکل 2 به خوبی نشان می‌دهد که با افزایش کود ورمی‌کمپوست و تلقیح کود زیستی نیتروکسین، تعداد کپسول در بوته کنجد افزایش می‌یابد به طوری که بیشترین تعداد کپسول در بوته (124/7) مربوط به کاربرد 10 تن در هکتار ورمی-کمپوست به همراه تلقیح با کود زیستی نیتروکسین بوده و کمترین تعداد کپسول (85/6) در تیمار عدم کاربرد ورمی کپوست و عدم تلقیح حاصل شده است. به نظر می‌رسد که وجود ریزجانداران ناشی از کاربرد کود نیتروکسین در محیط ریشه میزان فراهمی نیتروژن برای گیاه کنجد را افزایش داده و از این طریق تأثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته که منجر به افزایش تعداد کپسول در کنجد شده است. یساری و پاتواردهان (2007) اظهار داشته‌اند که تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد گیاه و یا برخی هورمون‌های تنظیم کننده رشد توسط ریزجانداران در خاک می‌تواند رشد و عملکرد گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد. جت و آهلاوات (2006) نیز گزارش کردند که ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار تعداد غلاف در گیاه نخود شده است. آنان علت این موضوع را فراهم شدن هر چه بهتر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، با کاربرد ورمی‌کمپوست دانستند. ضریب همبستگی مثبت و بالا (r=0/81) بین تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه (جدول 5).

جدول 1- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

pH	ماده آلی (%)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل(%)	فسفر قابل جذب (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	درصد رس	درصد سیلت	درصد شن	بافت خاک
7/4	2/43	1/54	0/125	9/74	364/37	14/7	47/3	23/6	لومی شنی

جدول 2- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده

pH	ماده آلی (%)	خاکستر (%)	TC (%)	OC (%)	P (%)	K (%)	N (%)	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Cd mg/kg	Pb mg/kg	C/N	رطوبت (%)
8/2	59/84	36/07	28/54	19/14	0/53	0/49	2/07	2846/21	1753/16	0/84	26/47	16/74	58/43

نشان دهنده‌ی تأثیر مستقیم و زیاد این صفت بر عملکرد اقتصادی کنجد می‌باشد. با توجه به این نتیجه می‌توان اظهار داشت که تعداد کپسول در بوته از مهم‌ترین اجزای تعیین کننده‌ی عملکرد دانه در بوته محسوب شده و بنابراین هر اقدام اصلاحی در جهت افزایش آن، نقش به سزایی را در بهبود عملکرد بوته خواهد داشت. کوپتا و قوپرا (1984) نیز تعداد کپسول در بوته را به عنوان مهم‌ترین جزء عملکرد دانه در کنجد گزارش نموده‌اند

تعداد بذر در کپسول: براساس نتایج بدست آمده اثر هیچ یک از عامل‌های آزمایش برای این صفت معنی‌دار نشده است (جدول 3). این نتیجه نشان می‌دهد که صفت تعداد بذر در کپسول بیشتر تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه بوده و عوامل محیطی تأثیر کمتری بر این صفت دارد.

وزن هزار دانه: برای این صفت اثر نیتروژن و ورمی-کمپوست در سطح احتمال 1% و نیتروکسین در سطح احتمال 5% مثبت و معنی‌دار گردیده است (جدول 3). با توجه به جدول شماره 3 مشاهده می‌شود که با افزایش مصرف کود نیتروژن وزن هزاردانه افزایش می‌یابد که البته بین سطوح کاربرد 37/5 و 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن برای این صفت از لحاظ آماری اختلاف معنی-داری وجود ندارد. کاربرد ورمی‌کمپوست نیز باعث افزایش معنی‌دار صفت مذکور می‌شود که البته کاربرد بیش از 5 تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در این صفت ایجاد نکرده است. جاشانکار و وهاب (2004) دلیل تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست بر رشد گیاهان را وجود ریزجانداران هوازی مفید مانند ازتوباکترها و همچنین وجود موادی پیت مانند با ظرفیت هوادهی و نگهداری آب بالا و سطوح زیاد جذب عناصر غذایی در این کود بیان کردند. تحقیق نانجاپا و همکاران (2001) در ذرت نیز نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار وزن هزاردانه می‌شود.

همچنین با توجه به جدول 4 مشاهده می شود که تلقیح بذر با نیتروکسین افزایش معنی دار 7 درصدی در وزن هزار دانه کنجد ایجاد کرده است. نیتروکسین می‌تواند با تشدید فعالیت فتوسنتزی و افزایش عناصر غذایی درون گیاه، تأثیر مثبتی بر وزن هزار دانه داشته باشد. گوپتا و سامنوترا (2004) گزارش کردند که استفاده از ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجود در نوعی کود زیستی، موجب افزایش وزن هزار دانه کلزا شده است، که علت آن را افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، بر اثر تلقیح با نیتروکسین دانستند.

عملکرد دانه: با توجه به جدول 3 مشاهده می‌شود که اثر هر سه فاکتور آزمایشی در سطح احتمال 1% و برهمکنش نیتروژن و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال 5% بر میزان عملکرد دانه کنجد معنی دار شده است. تلقیح بذور با کود زیستی نیتروکسین افزایش 8/5 درصدی عملکرد دانه را به دنبال داشت (شکل 3) که با

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد کمی و کیفی کنجد تحت تأثیر مقادیر مختلف کود نیتروژن، ورمی‌کمپوست و کود زیستی نیتروکسین

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد کپسول در بوته	تعداد پذر در کپسول	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین
نیتروژن(a)	۲	۱۰۴۴/۴۱ **	۱/۵۲ ns	۱/۹۶ **	۹۹۸۹۴ **	۲۰۰۰۴۹۴ **	۸/۴۲ ns	۹/۶۸ ns	۱۷۱۱۸/۷۶ **	۱۱/۴۱ *	۱۱۱۱۵/۹۲ **
ورمی کمپوست(b)	۲	۱۸۸۲/۸۶ **	۲/۵۲ ns	۱/۰۲ **	۲۶۱۶۹۲ **	۱۵۲۹۷۰۱ *	۲۷/۱۱ ns	۲/۰۶ ns	۴۱۲۷۹/۴۵ **	۲/۹۴ ns	۱۵۱۰۰/۴۶ **
نیتروکسین(c)	۱	۲۴۷۰/۷۵ **	/۴۵ ns	/۶۲ *	۱۲۲۷۰۹ **	۱۹۹۹۱۵۱ *	۰/۰۰۸ ns	۵۸/۲۸ **	۲۶۷۰/۲۲ ns	۱۹/۰۵ *	۱۶۸۶۶/۴۶ **
a x b	۴	۱۰۵/۶ ns	۱/۱۷ ns	۰/۲۰۶ ns	۱۸۱۷۳ *	۷۵۲۰۷۰ ns	۱۲/۴۹ ns	۲۳/۸۰ *	۹۷۱۷۸/۸۳ *	۶/۰۳ ns	۱۶۵۲/۲۳ ns
ax c	۲	۴۲/۵۵ ns	۹/۹۵ ns	۰/۰۰۴ ns	۱۲۴۸۸۴ ns	۲۶۹۴۲۶ ns	۰/۴۲ ns	۲۸/۶۲ *	۵۶۹۴/۹۲ ns	۰/۵۰ ns	۱۰۵۲/۷۰ ns
bxc	۲	۵۰۲/۹۰ **	۲/۸۸ ns	۰/۱۱۶ ns	۲۱۶۵۴ ns	۲۲۲۴۹۷ ns	۲۷/۴۶ ns	۴/۲۹ ns	۶۹۵۲/۴۱ ns	۰/۹۸ ns	۱۶۸۱/۰۵ ns
axbxc	۴	۷۵/۰۸ ns	۱/۹۶ ns	۰/۱۰۹ ns	۱۷۴۰۰ ns	۲۶۴۱۹۰ ns	۹/۹۲ ns	۰/۶۱ ns	۲۱۷۲/۹۲ ns	۱/۰۸ ns	۱۰۴۲/۸۷ ns
Ebar	۲۴	۵۹۵۶	۲/۴۹	۰/۱۲	۶۷۴۵	۲۲۹۸۶۴	۱۲/۷۵	۷/۴۴	۲۴۶۴/۲۵	۲/۶۹	۶۶۷/۵۰
ضریب تغییرات ٪		۷/۲۲	۸/۲۶	۱۱/۵۷	۶/۸۰	۱۲/۱۷	۱۴/۴۰	۶/۴۴	۹/۴۶	۷/۲۹	۹/۶۱

ns، **، * به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال یک و پنج درصد

نتایج یساری و پاتواردهان (2007) مطابقت دارد، به طوری که ایشان نیز افزایش عملکرد دانه کنجد را در رابطه با کاربرد کودهای زیستی گزارش نموده است. از آنجا که نیتروکسین شامل دو باکتری تثبیت کننده نیتروژن (آزوسپیریلوم و ازتوباکتر) می‌باشد با تلقیح آنها با بذر امکان استفاده گیاهچه از نیتروژن و دیگر عناصر غذایی فراهم می‌شود و گیاه در شرایط بهتری از نظر عناصر غذایی رشد می‌کند. آزوسپیریلوم و ازتوباکتر با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد کمی و کیفی گیاه را تقویت می‌کند، که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد نمایان می‌گردد.

با توجه به مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه، بیشترین عملکرد کنجد (1352 کیلوگرم در هکتار) در تیمار 10 تن ورمی‌کمپوست به همراه مصرف 37/5 کیلوگرم نیتروژن در هکتار حاصل شد و کمترین مقدار آن (947 کیلوگرم در هکتار) برای تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و مصرف 25 کیلوگرم نیتروژن در هکتار بدست آمد (شکل 4). همچنین با توجه به شکل 4 مشاهده می‌شود که کاربرد 10 تن ورمی‌کمپوست به همراه مصرف 25 کیلوگرم در هکتار نیتروژن از لحاظ آماری با کاربرد 10 تن ورمی‌کمپوست و 50 کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی‌داری نداشت، لذا می‌توان از مصرف 25 کیلوگرم نیتروژن اضافی خودداری کرد. در کل کاربرد ورمی‌کمپوست توانسته عناصر غذایی را به میزان قابل توجهی در اختیار گیاه قرار دهد و شرایط مناسب رشد و افزایش عملکرد را در پی داشته باشد.

ارزشمندترین ویژگی ورمی‌کمپوست در عملکرد آنزیم‌ها، میکروارگانیسم‌ها و هورمون‌های مختلف موجود در آن است. ورمی‌کمپوست دارای آنزیم‌هایی نظیر پروتئاز، آمیلاز، لیپاز، سلولاز و کتیناز است که در تجزیه مواد آلی خاک و در نتیجه در دسترس قراردادن مواد مغذی مورد لزوم گیاهان نقش مؤثری دارد و با فراهم آوردن محیط رشد مناسب برای کنجد موجب افزایش عملکرد می‌شود. جت و آهلاوات (2004 و 2006) بیان داشتند که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در گیاه نخود شده است. از سوی دیگر جاشانکار و وهاب (2004) نیز نتایج مشابهی را در مورد تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه کنجد گزارش کردند. نتایج تجزیه و تحلیل در ارتباط با عملکرد دانه نشان داد که صفت تعداد کپسول در بوته مهمترین صفتی است که حدود 81 درصد از تغییرات عملکرد دانه در بوته را توجیه می نماید (جدول 5). پس از تعداد کپسول در بوته ، صفت وزن هزار دانه بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشته است. لذا می‌توان گفت این دو جزء از اجزای اصلی تعیین کننده عملکرد بوده و می‌توانند به عنوان صفات اصلی تعیین کننده عملکرد دانه در بوته مورد انتخاب قرار گیرند (جدول 5).

عملکرد بیولوژیک: نتایج حاصل از تحلیل واریانس داده‌ها برای این صفت نیز حاکی از اثر معنی‌دار فاکتورهای آزمایشی می‌باشد که البته هیچ یک از برهمکنش‌های موجود بین این فاکتورها بر صفت مذکور اثر معنی‌داری نداشت (جدول 3).

کاربرد 37/5 و 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن نسبت به مصرف 25 کیلوگرم، به ترتیب باعث افزایش 12 و 19 درصدی در عملکرد بیولوژیک شد که البته بین تیمارهای 37/5 و 50 کیلوگرم مصرف نیتروژن معمول منطقه اختلاف ناچیزی موجود است (جدول 4). افزایش ورمی‌کمپوست نیز باعث افزایش در این صفت شد اما کاربرد بیش از 5 تن ورمی‌کمپوست، افزایش معنی‌داری ایجاد نکرد (جدول 4). تلقیح با کود زیستی نیتروکسین نیز افزایش معنی‌داری در عملکرد بیولوژیک ایجاد کرده است. هنگامی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، نیاز به عناصر غذایی اصلی دیگر (مانند فسفر و پتاسیم) افزایش می‌یابد. این عنصر به رشد سریع گیاه (افزایش ارتفاع و تعداد شاخه فرعی)، افزایش اندازه برگ، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه کمک می‌نماید. بنابراین نیتروژن تمامی مشخصه‌های مؤثر بر عملکرد و عملکرد بیولوژیک را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کاوندر و همکاران (2003) گزارش کردند که کود

ورمی‌کمپوست از طریق تحریک فعالیت ریزجاندارهای مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به ویژه نیتروژن به گیاه، موجب افزایش اجزاء عملکرد و عملکرد بیولوژیک می‌گردد.

افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد را فراهم می‌آورد. به این ترتیب گیاهانی دارای عملکرد بالایی خواهند بود که با توجه به شرایط رشد خود از مواد غذایی بیشتری استفاده کرده و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود تجمع دهند. همچنین وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، مؤید این مطلب می‌باشد (جدول 5).

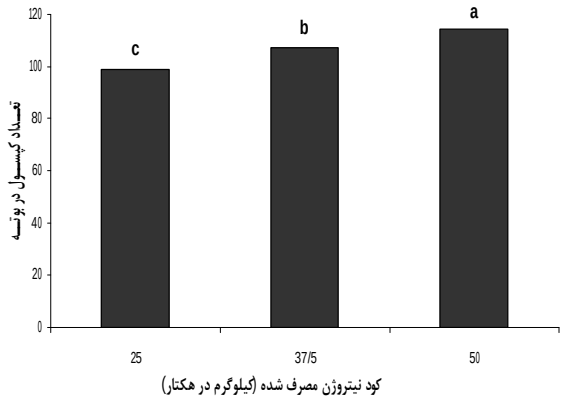
می‌توان گفت که وجود 57 درصد همبستگی بین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (جدول 5) گویای این است که مطمئناً گیاه بر اثر کاربرد ورمی‌کمپوست شاخ و برگ بیشتری داشته و منجر به تعداد غلاف زیادتر شده است، پس میزان عملکرد بیولوژیک آن نیز بالاتر است. لازم به ذکر است که برای تصدیق این مهم می‌توان گفت که عملکرد بیولوژیک همبستگی بالایی با تعداد غلاف در بوته (45 درصد) و وزن هزاردانه (53 درصد) داشته است (جدول 5).

شاخص برداشت: براساس نتایج بدست آمده اثر هیچ یک از عامل‌های آزمایش برای این صفت معنی‌دار نشده است (جدول 3). شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به وزن خشک یا بیوماس می‌باشد، که متأثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم و ژنوتیپ آن، شرایط محیط، کودهای نیتروژن، تراکم و تاریخ کاشت می‌باشد.

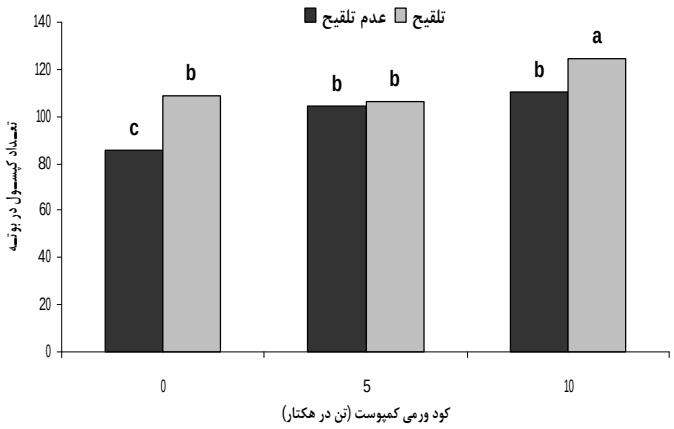
از میان عوامل فوق الذکر رقم و ژنوتیپ بیشترین همبستگی را با شاخص برداشت دارد، پس دور از انتظار نیست که در برخی موارد وضعیت مواد غذایی خاک اثر چشمگیری بر این صفت نداشته باشد. همچنین این نتایج نشان می دهد که تیمارهای مختلف کودی در عملکرد و عملکرد بیولوژیک به یک نسبت تغییر ایجاد نموده و به همین دلیل شاخص برداشت دستخوش تغییرات شدید نشده است.

درصد روغن: کود زیستی نیتروکسین در سطح احتمال 1% و برهمکنش‌های نیتروژن با ورمی‌کمپوست و نیتروکسین در سطح احتمال 5% تغییرات معنی‌داری در این صفت ایجاد نموده اند (جدول 3). چنان که در شکل 5 مشاهده می‌شود، در سطوح مصرف 25 و 37/5 کیلوگرم نیتروژن در هکتار، مقادیر مختلف ورمی-کمپوست تفاوت معنی‌داری بر درصد روغن ایجاد نکرده است ولی در سطح 50 کیلوگرم در هکتار نیتروژن، با کاربرد ورمی‌کمپوست درصد روغن به شکل قابل توجهی کاهش می‌یابد به طوری که کمترین درصد روغن (40/18 درصد) مربوط به کاربرد 50 کیلوگرم نیتروژن و 10 تن کود ورمی‌کمپوست در هکتار می باشد. با افزایش مصرف نیتروژن تشکیل پیش زمینه های پروتئینی نیتروژن‌دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی افزایش می یابد و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می یابد (طاهرخانی و گلچین 1385). فتحی و همکاران (1381) نیز با مطالعه بر روی گیاه کلزا، بیشتر شدن پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار و کاهش مواد قابل دسترس سنتز اسیدهای چرب در اثر افزایش کود نیتروژن را تایید نموده اند، دیگر بررسی‌های انجام شده نیز حاکی از آن است که افزایش نیتروژن رسیدن گیاه به حداکثر درصد روغن دانه را به تأخیر انداخته و منجر به طولانی‌تر شدن نمو خورجین می‌شود، در نتیجه دانه از رسیدن به بلوغ کامل وامانده و درصد روغن کاهش می‌یابد (احمدی و جاویدفر 1377).

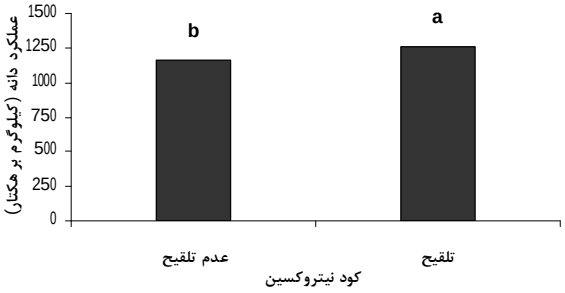
تلقیح و عدم تلقیح بذر با نیتروکسین در سطوح 25 و 37/5 کیلوگرم نیتروژن مصرفی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بر درصد روغن نداشته است همچنین در هر سه سطح کاربرد کود نیتروژن، با تلقیح نیتروکسین، درصد روغن کاهش می‌یابد که البته این کاهش در سطح مصرف 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار



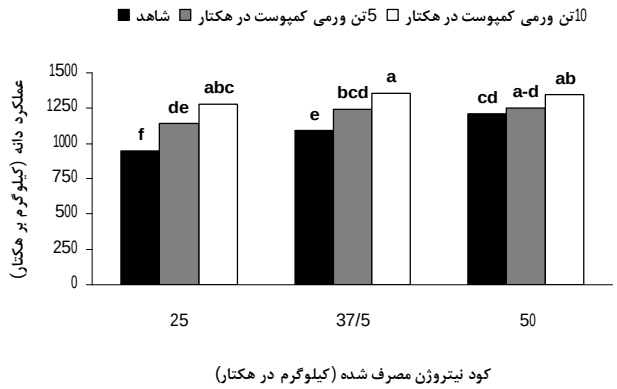
شکل 1 - مقایسه میانگین‌های اثر نیتروژن بر تعداد کپسول در بوته



شکل2- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروکسین و ورمی‌کمپوست بر تعداد کپسول در بوته



شکل3- مقایسه میانگین‌های اثر نیتروکسین بر عملکرد دانه



شکل4- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژرن و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه

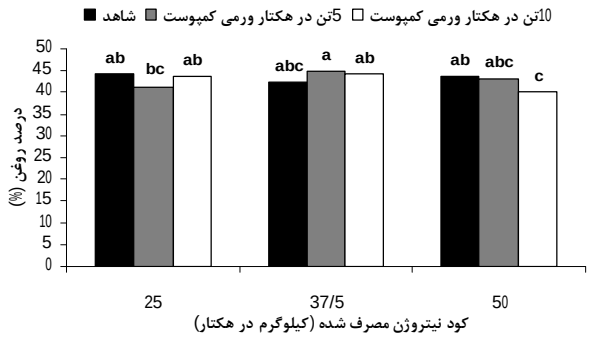
جدول 4- مقایسه میانگین‌های عملکرد کمی و کیفی تحت تأثیر اثرات ساده نیتروژن، ورمی‌کمپوست و نیتروکسین

تیمارهای آزمایش*		وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	درصد پروتئین	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	25	2/6433 b	4276/5 b	21/2661 b	240/164 b
	37/5	3/1067 a	4799/3 a	22/7517 a	279/904 a
	50	3/2828 a	5081/1 a	22/5056 a	285/884 a
ورمی‌کمپوست (تن در هکتار)	0	2/7367 b	4430/0 b	21/6717 a	273/550 c
	5	3/1144 a	4713/9 ab	22/5700 a	273/549 b
	10	3/1817 a	5013/0 a	22/1917 a	294/853 a
نیتروکسین	عدم تلقیح	2/9033 b	4526/5 b	21/5804 b	250/978 b
	تلقیح	3/1185 a	4911/4 a	22/7685 a	286/324 a

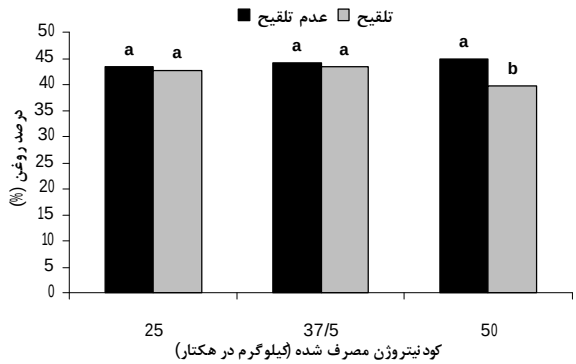
اعداد با حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن ($p\leq0.05$) اختلاف معنی‌داری ندارند.

معنی‌دار است (شکل 6). با توجه به شکل‌های 5 و 6 می‌توان استنباط نمود که به طور کلی کود نیتروژن تأثیر چندانی بر درصد روغن دانه ندارد ولی در صورتی که نیتروژن در بالاترین حد خود مصرف گردد، اعمال تیمارهایی نظیر ورمی‌کمپوست یا تلقیح باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (کود نیتروکسین) به دلیل فراهمی بیش از اندازه نیتروژن تا حدودی باعث کاهش درصد روغن می‌گردند. در همین رابطه آواد و همکاران (1998) اظهار داشتند که محتوای روغن دانه کنجد تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژن تغییر معنی-داری نمی‌کند.

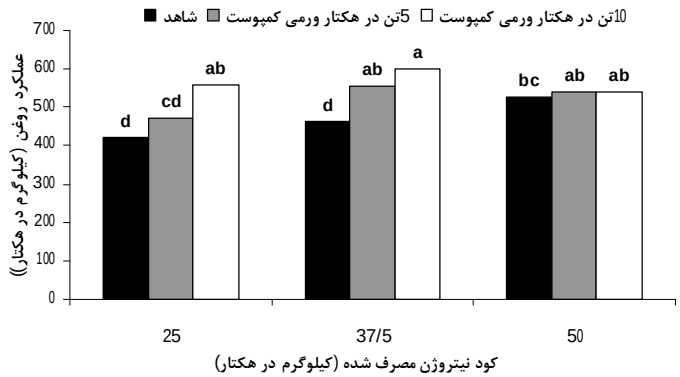
عملکرد روغن: اثر نیتروژن و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال 1% و برهمکنش هر دو عامل ذکر شده در سطح احتمال 5% بر عملکرد روغن معنی‌دار گردیده است (جدول 3). با توجه به شکل (7) مشاهده می‌شود که افزایش ورمی‌کمپوست در دو سطح 25 و 37/5 کیلوگرم در هکتار نیتروژن مصرفی باعث افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن شده است ولی در سطح 50 کیلوگرم نیتروژن مصرفی کاربرد ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری در عملکرد روغن ایجاد نکرده است. دلیل این موضوع را می‌توان با توجه به شکل (6) چنین بیان نمود که کاهش درصد روغن با افزایش ورمی-کمپوست در تیمار کاربرد 50 کیلوگرم کود نیتروژن باعث شده که عملکرد روغن تغییرات معنی‌داری در این سطوح کودی نداشته باشد، چرا که عملکرد روغن تحت تأثیر غیر مستقیم درصد روغن قرار می‌گیرد. وجود همبستگی بالا و معنی‌دار بین عملکرد دانه و عملکرد روغن (r=0/85) مؤید این مطلب است که هر چه عملکرد دانه افزایش پیدا کند، عملکرد روغن نیز افزایش پیدا می‌کند (جدول 5). این نتایج با نتایج آواد و همکاران (1998) مبنی بر اثر مثبت کودهای نیتروژن بر عملکرد روغن از طریق افزایش عملکرد دانه همخوانی دارد.



شکل5- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر درصد روغن



شکل6- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و نیتروکسین بر درصد روغن



شکل7- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل نیتروژن و ورمی‌کمپوست بر روی عملکرد روغن

درصد پروتئین: با توجه به جدول 3 مشاهده می‌شود که اثر نیتروژن و نیتروکسین در سطح احتمال 5% بر درصد پروتئین کنجد معنی‌دار گردیده است ولی اثر ورمی‌کمپوست و هیچ یک از برهمکنش‌ها برای این صفت معنی‌دار نشده است.

کاربرد کود نیتروژن تا مقدار مشخصی، مقدار واردات نیتروژن از قسمت‌های رویشی به دانه را در مقایسه با کربوهیدرات‌ها افزایش داده و موجب افزایش غلظت نیتروژن دانه و درصد پروتئین آن می‌گردد (امام و نیک نژاد 1372). همان طور که در جدول 4 مشاهده می‌شود بین سطوح کاربرد 37/5 و 50 کیلوگرم نیتروژن در هکتار اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، از سوی دیگر با افزایش میزان نیتروژن از 37/5 به 50 کیلوگرم در هکتار، درصد پروتئین بذر کاهش جزئی پیدا کرده است. گزارش گردیده است که در مقادیر زیاد نیتروژن، بخش قابل توجهی از کل محتوای نیتروژن به جای تبدیل به اسیدهای آمینه یا پروتئین‌ها به صورت یون‌های نیترات در بخشهای غیر دانه ای گیاه تجمع خواهد یافت (امام و نیک نژاد 1372). پس برخلاف تصور، رابطه مستقیم بین نیتروژن مصرفی و محتوای پروتئین وجود ندارد. با کاربرد نیتروکسین افزایش 5/2 درصدی در میزان پروتئین بذر ایجاد شد (جدول 4). آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند

ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین‌ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند، آنها همچنین باعث افزایش محتوای ماده آلی و نیتروژن قابل دسترس برای گیاه می‌شوند (صالح راستین 1380). وجود همبستگی منفی و معنی‌دار بین درصد روغن و درصد پرتئین دانه (r=-0/42) مبین آن است که با افزایش درصد پرتئین دانه، از درصد روغن دانه کاسته می‌شود (جدول 5).

عملکرد پروتئین: برای این صفت اثر هر سه عامل آزمایش در سطح احتمال 1% معنی‌دار گردیده است اما هیچ یک از اثرات متقابل معنی‌دار نشده است (جدول 3). با توجه به جدول 4 مشاهده می‌شود که افزایش در مقادیر کود نیتروژن، کود ورمی‌کمپوست و همچنین تلقیح با نیتروکسین، تأثیر مثبت و چشمگیری بر عملکرد پروتئین داشته است. البته این تأثیر عامل‌های آزمایش بر عملکرد پروتئین بیشتر به دلیل اثری است که بر عملکرد بذر کنجد ایجاد شده است. همبستگی مثبت و بالای بین عملکرد دانه و عملکرد پروتئین (r=0/89) بیانگر همین موضوع می‌باشد (جدول 5).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج این آزمایش مشاهده شد کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست و تلقیح نیتروکسین تأثیر مثبت و معنی‌دار بر اکثر صفات مورد ارزیابی داشت به طوری که در بعضی از صفات مذکور (تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه و عملکرد روغن)، کاربرد این کودهای آلی و زیستی حتی تأثیری برابر با تأثیر نیمی از کود نیتروژن مصرفی داشتند بنابراین می‌توان اظهار داشت که در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار بخش زیادی از نیاز نیتروژن گیاه کنجد را می‌توان با کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک تأمین نمود.

جدول 5- همبستگی بین صفات کمی و کیفی کنجد

تیمار	تعداد کپسول (1)	وزن هزاردانه (2)	شاخص برداشت(3)	درصد روغن(4)	عملکرد روغن(5)	درصد پروتئین(6)	عملکرد پروتئین(7)	عملکرد (8)	عملکرد بیولوژیک(9)
(2)	0/37**	1							
(3)	0/26ns	-0/08ns	1						
(4)	-0/26ns	-0/10ns	0/10ns	1					
(5)	0/62**	0/41**	0/36**	0/38**	1				
(6)	0/39**	0/37**	0/06ns	-0/42**	0/08ns	1			
(7)	0/79**	0/54**	0/27*	-0/30*	0/67**	0/69**	1		
(8)	0/81**	0/50**	0/32*	-0/13ns	0/85**	0/32*	0/89**	1	
(9)	0/45**	0/53**	-0/57**	-0/18ns	0/43**	0/22ns	0/53**	0/57**	1

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 5 و 1%، ns: عدم معنی‌دار

منابع مورد استفاده

احمدی م و جاویدفر ف، 1377. تغذیه گیاه روغنی کلزا (ترجمه) جلد اول. انتشارات کمیته دانه های روغنی. 194 صفحه.

امام ی و نیک نژاد م، 1372. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی (تالیف رابرت هی و اندرو واکر). انتشارات دانشگاه شیراز. 570 صفحه.

خواجه پور م ر، 1386. گیاهان صنعتی. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی اصفهان. 564 صفحه.

صالح راستین ن، 1380. کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار. مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور، 54 صفحه.

طاهرخانی م و گلچین ا، 1385. اثر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد روغن، کیفیت دانه و جذب پتاسیم و فسفر از خاک در کلزا رقم SLM046. مجله دانش نوین کشاورزی. 2(3): 85-77.

فتحی ق، بنی سعیدی ع، سیادت ع و ابراهیم پور ف، 1381. تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد دانه کلزا رقم PF7045 در شرایط آب و هوایی استان خوزستان. مجله علمی کشاورزی. 25(1): 57-43.

Abdel Rahman A, 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. Journal of Applied Biosciences 8(2): 304 – 308.

Awad S, Sliman GZ, Shalaby SA and Osman AO, 1998. Response of sesame plant (*Sesamum indicum* L.) to N, P, K fertilizers on new reclaimed sandy soils. Field Crop Research 51:10-17.

Balogh A, Pepo P and Hornok M, 2006. Interactions of crop year, fertilization and variety in winter wheat management. Cereal Research Communications 34 (1): 389-392.

Bremness L, 1999. Herbs. Eyewitness Handbook. London. 176p.

Cavender ND, Atiyeh RM and knee M, 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of sorghum bicolor at the expense of plant growth. Pedobiologia 47: 85-89.

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.

Gupta AK and Samnotra RK, 2004. Effect of biofertilizers and nitrogen on growth, quality and yield of cabbage (*Brassica napus* L.). Environment Ecology 22: 551-553.

Gupta BS and Ghopra DP, 1984. Genetic variability, correlation and path analysis in sesame. Indian Journal of Agricultural Science 54: 1130- 1133.

Jashankar S and Wahab K, 2004. Effect of integrated nutrient management on the growth, yield components and yield of Sesame. Department of Agronomy, Annamalai University, Annamalainagar, 602-608.

Jat RS and Ahlawat IPS, 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agricultural sciences 74 (7): 359-361.

Jat RS and Ahlawat IPS, 2006. Direct and residual effect of vermicompost, biofertilizers and phosphorus on soil nutrient dynamics and productivity of chickpea-fodder maize sequence. Journal of Sustainable Agriculture 28(1): 41-54.

Kadam WG, 1989. Effect of row spacing and nitrogen on yield of sesame. Journal of Maharastra Agriculture University 14: 222-225.

Kader MA, 2002. Effect of Azotobacter inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Science 2: 259-261.

Moorthy BT, Das TK and Nanda BB, 1998. Studies on varietals evaluation, nitrogen and spacing requirement of sesame in rice fallow in summer season. Field Crop Abstract 51:173-179.

Nanjappa HV, BK Ramachandrappa and Mallikarjuna BO, 2001. Effect of integrated nutrient management on yield and nutrient balance in maize (*Zea mays* L.). Indian Journal of Agronomy 46(4): 698-701.

Patriquin DG, Dobereiner J and Jain DK, 1983. Sites and processes of association between diazotrophs and grasses. Canadian Journal of Microbiology 29: 900-915.

Paul K and Savithri E, 2003. Effect of biofertilizers vs perfected chemical fertilization for sesame grown summer rice fallow. Journal of Tropical Agriculture. 41: 47-49.

Pawar PR, Patil RA, Khanvilkar SA, Mahadkar UV and Bhagat SB, 1993. Effects of different levels of nitrogen and phosphorus on yield and quality of sesame. Journal of Maharashtra Agriculture University 18: 310–314.

Sharma AK, 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India.

Sharma PB, 2005. Fertilizer management in sesame (*Sesamum indicum* L.) based intercropping system in Tawa command area. Journal of Oilseeds Researsh 22: 63-65.

Stewart EA, 1974. Chemical Analysis of Ecological Material, Black-Well Scientific Publication, Oxford.

Weiss EA, 2000. Oilseed Crops, 2nd ed., Blackwell Science Ltd., Bodmin, UK.

Yasari E and Patwardhan M, 2007. Effects of Azotobacter and Azospirillum Inoculants and Chemical Fertilizers on Growth and Productivity of Canola (*Brassica napus* L.). Asian Journal of Plant Sciences 6(1): 77-82.