نشریه پژوهش های کاربردی زراعی
دوره۳۴- شماره ۴- پیاپند ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰

اثر مصرف کود نیتروژن و ورمی کمپوست بر خصوصیات زراعی، عملکرد و کیفیت دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.)

Effect of nitrogen fertilizer and vermicompost application on agronomic characteristics, seed yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.)

سیده سمیه حسینی[۱]، مجید مجیدیان*[۲]، مسعود اصفهانی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان،
۲. دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان. (نگارنده مسئول)
۳. استاد گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی ، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۴ - شناسانهٔ برنمود رقمی: 10.22092/aj.2022.351393.1494

چکیده

حسینی، س. س.، مجیدیان، م.، اصفهانی، م.، . اثر مصرف کود نیتروژن و ورمی کمپوست بر خصوصیات زراعی، عملکرد و کیفیت دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.)
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۴ - شماره ۴- پیاپند ۱۳۳ زمستان ۱۴۰۰ صفحه: ۹۷-۷۴

به‌منظور بررسی اثر مصرف کود شیمیایی نیتروژن و ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد کنجد (رقم ناز تک شاخه)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان طارم استان زنجان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره بعنوان تیمارهای شیمیایی، مقادیر ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به عنوان تیمارهای تلفیقی و ۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به عنوان تیمارهای آلی بودند. نتایج نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه (با میانگین ۳۰۸۷/۱۷ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار تلفیقی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که با تیمار تلفیقی ۳۰ کیلوگرم نیتروژن + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین عملکرد زیستی با میانگین ۸۳۶۰ کیلو گرم در هکتار مربوط به تیمار تلفیقی ۴۵ کیلو گرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد ۸۵/۵۷ درصد افزایش داشته است. میزان روغن دانه تحت تاثیر هیچ یک از تیمار های کودی قرار نگرفت، در نتیجه عملکرد بالای روغن در تیمار هایی بدست آمد که عملکرد دانه بیشتری داشتند. سرعت رشد گیاه هم تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و معنی دار شد. بطوری که بالاترین سرعت رشد گیاه[۱] در تیمار تلفیقی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده از کود تلفیقی (شیمیایی و آلی) مناسب تر از سایر تیمار های نیتروژن (شیمیایی) برای افزایش عملکرد دانه کنجد است.

۱ Crop Growth Rate

واژه های کلیدی: روغن، کشاورزی تلفیقی، کود آلی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: Email:ma_majidian@guilan.ac.ir

مقدمه

یکی از ارکان سیستم کشاورزی پایدار استفاده از کود های آلی برای تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است .(Darzi *et al.,* 2011)ور می کمپوست یک کود آلی و فرآورده کاملا طبیعی است. بنابراین اثر منفی بر آلود گی آب و هوا نخواهد داشت و همه ترکیبات مورد نیاز را برای رشد سالم گیاهان را دارا می باشد (Arzanesh *et al.,* 2011).

بیش از ۵۰ درصد از افزایش تولیدات غذایی گیاهی به واسطه استفاده از کود های شیمیایی است. در این میان سهم کود نیتروژن نسبت به سایر کود ها بیشتر است. کود نیتروژن نقش اساسی در دست یابی به عملکرد بالای کمی و کیفی در گیاهان زراعی ایفا می کند.کمبود نیتروژن به دلیل وظایف متعدد و با اهمیتی که در فرایند های حیاتی گیاه بر عهده دارد، رشد گیاه را بیشتر از سایر عناصر غذایی محدود می کند و منجر به کاهش بازده اقتصادی محصول می شود (Lawlor *et al.,* 2001). علاوه بر اثرات زیست محیطی ناشی از کاربرد بیش از نیاز کودهای نیتروژنی، تحمیل هزینه های اضافی در فرآیند تولید محصولات کشاورزی نیز قابل توجه است (Lemaire *et al.,* 2008). مصرف هم زمان کود نیتروژن همراه با کود زیستی منجر به تثبیت نیتروژن و همچنین تولید هورمون‌های رشد و توسعه سیستم تارهای کشنده شده که در نتیجه موجب افزایش رشد اندام هوایی می گردد. افزایش ارتفاع گیاه در اثر مصرف کود های زیستی همراه با کود شیمیایی را می توان به افزایش تولید فیتو هورمون ها، به خصوص ایندول استیک اسید، نسبت داد (Zhang *et al.,* 2002). بیشترین میزان عملکرد تر بلال و دانه کنسروی در تیمار ۶۹ کیلوگرم نیتروژن و ۳ تن ورمی کمپوست بدست آمد که البته با تیمار ۴۶ کیلوگرم نیتروژن + ۲ تن ورمی کمپوست تفاوت معنی داری نداشت. بنابراین، به منظور بهترین عملکرد کمی و کیفی دانه ذرت شیرین در ترکیبات مختلف کودی، تیمار ۴۶ کیلوگرم نیتروژن + ۲ تن ورمی کمپوست پیشنهاد شد (Habibi & Majidian, 2014). بیشترین مقادیر صفات کمی و کیفی مورد بررسی در گیاه سورگوم علوفه ای در تیمارهای کود تلفیقی (شیمیایی و دامی) بدست آمد. از این رو به منظور افزایش کیفیت علوفه جهت مصرف دام و تسهیل جذب نیتروژن، استفاده از تیمارهای تلفیقی (۶۹ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن دامی) در مناطق مشابه پیشنهاد شد (Majidian *et al.,* 2016). در مطالعه تاثیر کودهای شیمیایی (اوره)، ورمی کمپوست و نیتروکسین بر عملکرد کمی و کیفی کنجد در شهرستان بهبهان گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه در تیمار ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه ۳۷/۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص حاصل شد (Sajadi Nik *et al.,* 2011). در تاثیر کودهای شیمیایی نیتروژن و کودهای زیستی بر عملکرد دانه و اسیدهای چرب ارقام کنجد گزارش کردند، افزایش کودهای شیمیایی نیتروژن و کودهای زیستی بر عملکرد دانه، روغن و درصد اسید لینولنیک تاثیر معنی داری داشت

و کودهای زیستی می توانند تا حد زیادی در راستای کاهش مصرف کود شیمیایی نیتروژن مفید باشند (Shakeri *et al.,* 2013).

کنجد از گیاهان زراعی دانه روغنی قدیمی و مهمی است که معمولا در مزارع کوچک کشاورزان مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیری زراعت می شود .(Weiss *et al.,* 2000) این گیاه به خانواده Pedaliaceae که یک خانواده کوچک بوده و دارای ۱۶ جنس و حدود ۶۰ گونه است، تعلق دارد .(Uzun *et al.,* 2008) هرچند در سطح جهان، کنجد گیاه روغنی مهمی به شمار می رود، اما عملکرد پایینی دارد (Jahan *et al.,* 2012) و در مقایسه با دیگر گیاهان زراعی و روغنی، نهاده پذیری کمی دارد (Khajepour, 2012). کنجد در بین ۳۰ گیاه زراعی روغنی مهم جهان از رتبه نهم برخوردار است. دانه کنجد دارای خواص دارویی، تغذیه ای، آرایشی و بهداشتی بوده و به دلیل کمیت و کیفیت بالای پروتئین و روغن خوراکی، ارزش بالایی دارد. روغن کنجد به دلیل وجود آنتی اکسیدان های قوی نظیر سزامین، سزامولین، سزامول از ثبات بالایی برخوردار است .(Sabannavar & Lakshman, 2008) بالا بودن میزان پروتئین (۱۹ تا ۲۵ درصد) روغن (تا ۵۷ درصد) (Mehrabi & Ehsanzadeh, 2011) و فراوانی بالای اسیدهای چرب غیراشباع، به ویژه اسید اولئیک و اسید لینولئیک، نشان دهنده کیفیت تغذیه ای بالای روغن کنجد است (Rezvani Moghaddam *et al.,* 2014).

با توجه به مصرف بالای کودهای شیمیایی و مشکلات ناشی از آن، همچنین نظر به اهمیت کنجد به عنوان یک گیاه روغنی سازگار با اقلیم کشور و نیز عدم و جود اطلاعاتی مستند و جامع در خصوص واکنش های رشد و عملکرد این گیاه به کودهای غیر شیمیایی، این پژوهش با هدف بررسی تاثیر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن، ورمی کمپوست و کاربرد تلفیقی آن ها بر کنجد رقم ناز تک شاخه انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحت پوشش سازمان جهاد کشاورزی استان زنجان واقع در شهرستان طارم، استان زنجان اجرا شد. این شهرستان در مختصات طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۰ دقیقه شمالی در شمال زنجان و به فاصله ۱۰۰ کیلومتری از این شهر قرار دارد. قبل از اجرای آزمایش از نقاط مختلف مزرعه از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری نمونه خاک به طور تصادفی برداشت و نمونه مرکبی از آنها تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین شد (جدول ۱) بافت خاک لوم رسی (شن ۳۱، سیلت ۳۸ و رس ۳۱ درصد) بود. ورمی‌کمپوست ۲۰ روز قبل از کشت به صورت دستی (برای تیمارهای ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار) به ترتیب ۷/۵، ۱۵ و ۲۲/۵ کیلوگرم در هر کرت و برای تیمارهای تلفیقی به ترتیب ۳/۷۵، ۷/۵ و ۱۱/۲۵ کیلوگرم در هر کرت) به خاک داده شد. کود ورمی کمپوست از شرکت خوش زیست جاوید در استان زنجان تهیه شد. مشخصات فیزیکی و شیمیایی آن در جدول ۲ ارائه شده است. جهت

تهیه بستر کشت، شخم نیمه عمیقی در اوایل بهار زده شد. پس از آن عملیات دیسک ۱۵ روز قبل از کاشت اجرا شد. زمین زراعی برای سه تکرار و ۳۰ واحد آزمایشی تقسیم بندی شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ده تیمار و سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در شهرستان طارم استان زنجان اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر کود نیتروژن (بعنوان تیمار شیمیایی): صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره، مخلوط اوره و ورمی کمپوست (به عنوان تیمارهای تلفیقی) شامل: ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و مقادیر ورمی کمپوست (به عنوان تیمارهای آلی) شامل:۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بودند. ابعاد هر کرت ۳×۵ متر با فاصله یک و نیم متر از کرت مجاور ایجاد شدند. هر تکرار با فاصله دو متر از تکرار مجاور ایجاد شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج پشته با فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر و روی ردیف ۱۰ سانتی‌متر، با تراکم ۲۰ بوته در متر مربع کشت شد و فاصله بین کرت‌ها دو متر فاصله بین بلوک‌ها ۲/۵ متر لحاظ شد. کودهای شیمیایی پایه شامل کود پتاسیم (از منبع سولفات پتاسیم)، کود فسفر (از منبع سوپر فسفات تریپل) هر کدام به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن به میزان تعیین شده برای هر تیمار در دو مرحله دو برگی (۱,۰۲) و شش برگی (۱,۰۶) (Zavareh *et al.*, 2012) به صورت سرک به خاک داده شدند.

کاشت بذر کنجد (رقم ناز تک شاخه) در تاریخ ۱۳۹۶/۳/۲۳ انجام شد و به منظور سهولت در کاشت بذرهای ریز کنجد تراکم بذرها بالا گرفته شد در مرحله دو برگی تنک شدند. اولین آبیاری همزمان با کشت، آبیاری های بعدی با توجه به نیاز گیاه انجام شد. در طول مدت زمان آزمایش برای مبارزه با علف های هرز از روش دستی انجام شد. برای تعیین میزان روغن دانه ها، مقدار ۵۰ گرم از بذرهای برداشت شده از هر کرت قبل از خشک کردن، انتخاب و میزان

جدول ۱- برخی از خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

Table 1. Some characteristics of the soil at the site of the experiment

نیتروژن	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهن	روی	مس	منگنز
کل	Organic C%	Available P mg kg^{-1}	Available K mg kg^{-1}	Fe mg kg^{-1}	Zn mg kg^{-1}	Cu mg kg^{-1}	Mn mg kg^{-1}
Total N %							
0.09	0.91	32.29	285	6.95	1.5	1.22	7.5

pH
7.42

روغن به روش سوکسله (Soxtec system HT 1043) اندازه گیری شد. برای اندازه گیری صفات گیاهی ارتفاع بوته و تعداد کپسول در بوته ده بوته تصادفی از هر کرت انتخاب و میانگین آنها به عنوان صفت مورد نظر لحاظ شد. برای اندازه گیری تعداد دانه در بوته ده بوته انتخابی تصادفی از هر کرت با استفاده از دستگاه بذرشمار به طور جداگانه شمارش شده و میانگین آنها به دست آمد و برای صفت مورد نظر لحاظ شد. به منظور تعیین وزن هزار دانه شش نمونه ۱۰۰ تایی از دانه های هر کرت به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی با دقت یک هزارم گرم توزین و سپس میانگین آن ها به عنوان هزاردانه ثبت شد. به منظور محاسبه عملکرد دانه سه متر مربع از وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه ای انتخاب و پس از کف بر کردن ساقه ها، تمامی کپسول ها از ساقه جدا شد. پس از این مرحله کلیه دانه ها از کپسول ها به روش دستی جدا گردید. دانه های برداشت شده هر کرت آزمایش به طور جداگانه با ترازوی دقیق توزین شدند و با رطوبت ۱۲ درصد محاسبه شدند و به این ترتیب عملکرد دانه بر حسب کیلو گرم در هکتار محاسبه شد. برای محاسبه عملکرد زیستی وزن کل اندام های هوایی سه مترمربع از وسط هر کرت با رعایت اثر حاشیه ای انتخاب و پس از کف بر کردن کلیه بوته های برداشت شده در آون با دمای ۷۵ درجه سلیسوس به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند سپس با ترازوی دقیق وزن کل بوته های برداشت شده تعیین شده و بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد زیستی محاسبه و بر حسب درصد بیان شد. برای اندازه گیری سرعت رشد گیاه (CGR) پنج مرحله نمونه برداری در طی دوره رشد به فاصله ۱۴ روز یک بار انجام گرفت و بر اساس معادله ۱ شاخص سرعت رشد محصول محاسبه شد (Jolliffe *et al.,* 1982).

$$CGR = \frac{dw}{dt} = e^{(b+2c.GDD.(TDM)} \quad (1)$$

dw تغییرات وزن خشک گیاه و dt تغییرات زمان، b و c ضرایب رگرسیونی، GDD مجموع

جدول ۲- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

Table 2. Physical and chemical properties of vermicompost used in the experiment

مواد آلی	کربن آلی	نیتروژن کل	کلسیم	منیزیم	فسفر	سدیم	پتاسیم	آهن	روی
Organic M%	Organic C%	Total N %	Ca%	Mg%	P%	Na%	K%	Fe mg kg^{-1}	Zn mg kg^{-1}
40	25	1.6	2.73	0.9	0.4	0.8	0.4	5000	110

pH
7.5

روز - درجه رشد و TDM [1] مجموع ماده خشک هست که با استفاده از معادله ۲ محاسبه شد.

$$TDM = e^{\left(a+b.GDD+c.GDD^2\right)} \quad (2)$$

عملکرد روغن دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار، از حاصلضرب عملکرد دانه در میزان روغن دانه، محاسبه شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SAS استفاده گردید. در صورت معنی دار بودن اختلافات در هر صفت، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم افزار

[1] Total Dry Matter

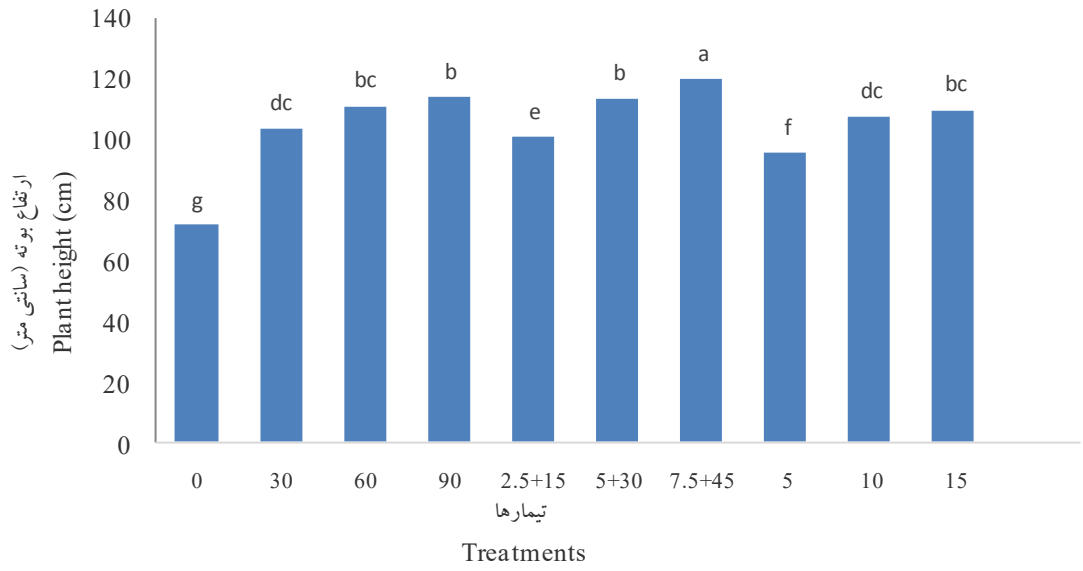
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در کنجد

Table 3. Analysis of variance for the traits measured in sesame

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در بوته No. of capsule per plant	تعداد دانه در بوته No. of seed per plant	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن Oil yield
بلوک Block	2	4.38	8.5	141264.7	0.17	186037.1	144847.1	14.8	30.8	55395.1
تیمارها Treatments	9	556.6**	1593.6**	120003.9**	0.18**	788140.6**	4037139.3**	20.7**	14.7ns	177914.3**
خطا Error	18	2.64	45.3	14156.5	0.01	22301.1	39387.1	4.8	10.4	7013.2
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)		1.54	7.96	9.62	5.01	6.1	2.73	7.54	6.18	6.56

Ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال یک درصد

ns and **: non- significant and significant at the 1% level of probability, respectively



شکل ۱- مقایسه میانگین ارتفاع بوته در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 1. Mean comparison for plant height under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد تاثیر تیمارهای کودی بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). بر اساس نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱)، بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۱۲۰/۰۲ سانتی متر به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (۷۱/۶۶ سانتی متر) ۶۷/۴۸ درصد افزایش داشت. گزارش شده است که تیمارهای ورمی کمپوست چه به صورت مجزا و چه به صورت ترکیبی، از طریق افزایش جذب مواد معدنی بویژه نیتروژن، باعث افزایش میزان فتوسنتز گیاه ذرت و در نهایت باعث بهبود ارتفاع بوته ذرت شد (Habibi & Majidian, 2014). نتایج این تحقیق نشان داد تیمارهای کود شیمیایی و ورمی کمپوست اثرات مثبت بر ارتفاع بوته گیاه کنجد داشته، ولی استفاده از آن به صورت تلفیقی (شیمیایی + زیستی) اثرات به مراتب بالاتری داشت.

نتایج مقایسات متعامد (گروهی) نشان داد

جدول ۴- نتایج حاصل از مقایسات متعامد صفات اندازهگیری شده در کنجد

Table 4. Results from orthogonal contrasts for the traits measured in sesame

مقایسات گروهی Orthogonal contrasts	میانگین مربعات Mean quares							
تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کپسول در بوته No of capsule per plant	تعداد دانه در بوته No of seed per plant	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد زیستی Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن Oil yield
کود نیتروژن در مقابل کود تلفیقی Nitrogen fertilizer against integrated nitrogen	14.1 *	581.6 **	4616 ns	0.28 **	41502123 **	17174.2 ns	48.8 **	4.3 ns	149309.3 **
کود نیتروژن در مقابل ورمی-کمپوست Nitrogen fertilizer against vermicompost	125.6 **	64.2 ns	278708.3 **	0.01 ns	140377.6 *	1948996.1 **	10.4 ns	28.6 ns	2628.1 ns
کود تلفیقی در مقابل ورمی-کمپوست Integrated nitrogen against vermicompost	223.7 **	1032.4 **	355060.4 **	0.43 **	1038139.6 **	2332080.1 **	14.1 ns	10.7 ns	191555.7 **

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: non- significant and significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively

که کود نیتروژن در مقابل کود تلفیقی و کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی داری بر ارتفاع بوته داشت، زیرا ورمی کمپوست زمان بیشتری لازم دارد تا تجزیه شده و در اختیار گیاه قرار گیرد اما کودهای شیمیایی سریع عناصر را در اختیار گیاه قرار می دهند (Habibi & Majidian, 2014)، همچنین کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست معنی دار شد (جدول ۴). ویژگی های رویشی گیاه مانند ارتفاع بوته شدیدا تحت تاثیر آب و عناصر غذایی قرار می گیرد. دسترسی

گیاه به آب و عناصر غذایی کافی (بخصوص نیتروژن)، بر افزایش ارتفاع بوته بسیار موثر می باشد (Ebrahimzade Abdashti *et al.*, 2016).

طبق بررسی های انجام شده کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن می توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به نیتروژن و بنابراین افزایش ارتفاع گیاه داشته باشند. افزایش ارتفاع می تواند از نظر رقابت با سایر گیاهان در یک جامعه گیاهی مزیت محسوب شود.

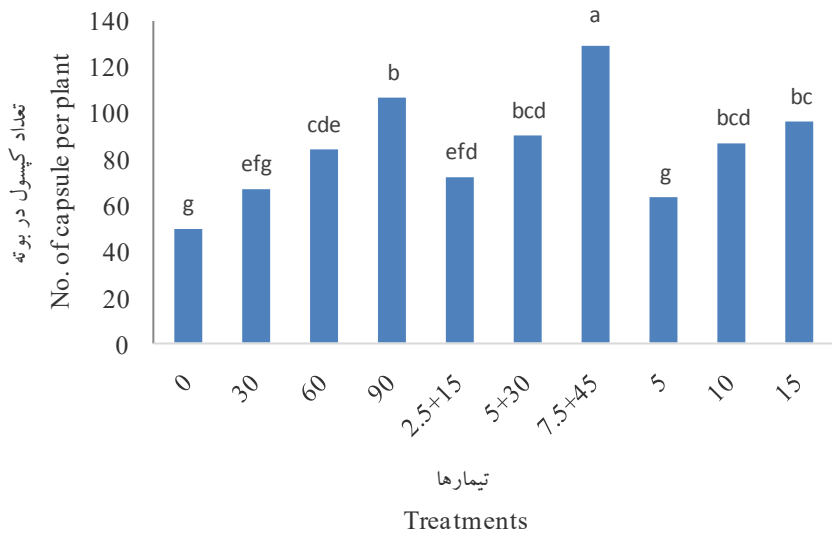
این خصوصیت کارآمدترین برگ ها را در بهترین موقعیت برای فتوسنتز قرار می دهد. کاربرد کودها سبب تأمین عناصر و مواد غذایی مورد نیاز گیاه شده ودر نتیجه موجب تقسیم و بلندشدن سلول های گیاه و افزایش ارتفاع می گردد (Strickland *et al.*, 2015). در اغلب تحقیقات انجام شده افزایش ارتفاع بوته با کاربرد کودهای شیمیایی، زیستی وآلی گزارش شده است. نتایج ارتفاع بوته در این پژوهش با نتایج انجام شده در گیاه کنجد مطابقت دارد (Malik *et al.*, 2003).

تعداد کپسول در بوته

نتایج نشان داد تاثیر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد کپسول در بوته در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود **(جدول ۳)**. بر اساس نتایج مقایسه میانگین، بیشترین تعداد کپسول در بوته مربوط به تیمار ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۱۲۹/۳۹ کپسول در بوته مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد ۱۵۹/۵ درصد افزایش نشان داد (شکل ۲). بیشترین تعداد کپسول بین تیمارهای شیمیایی، تیمار ۹۰ کیلو گرم نیتروژن، تیمار بعدی ۶۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار قرار داشت، هر چند با تیمار ۳۰ کیلوگرم نیتروژن تفاوت معنی داری نداشت. بین تیمار های ورمی کمپوست کمترین تعداد کپسول در بوته تیمار ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود، بین تیمار های ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج مقایسات متعامد در مورد صفت تعداد کپسول در بوته کود نیتروژن در مقابل کود تلفیقی و کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست معنی دار شد، اما کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست معنی دار نبود (جدول ۴). افزایش کود نیتروژن باعث افزایش تعداد کپسول در بوته کنجد می‌شود (Malik *et al.*, 2003). نیتروژن یک نقش اساسی در رشد گیاه و ساخت پروتئین، پروتوپلاسم، اندازه سلول و فعالیت فتوسنتزی دارد که باعث افزایش گلدهی و تولید کپسول در بوته می شود (Yasari & Patwardhan, 2007). گزارش شده است که کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد کپسول در بوته کنجد گردید. آنان علت این موضوع را افزایش فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه دانستند (Goldani & Fazeli Kakhki, 2014).

تعداد دانه در بوته

بر اساس نتایج، تعداد دانه در بوته تحت تاثیر تیمار های کودی قرار گرفت و در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد دانه در بوته متعلق به تیمار ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که نسبت به تیمار شاهد ۶۱/۵۷۵ درصد افزایش داشت و کمترین تعداد دانه در



شکل ۲- مقایسه میانگین تعداد کپسول در بوته در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 2. Mean comparison for number of capsule per plant under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

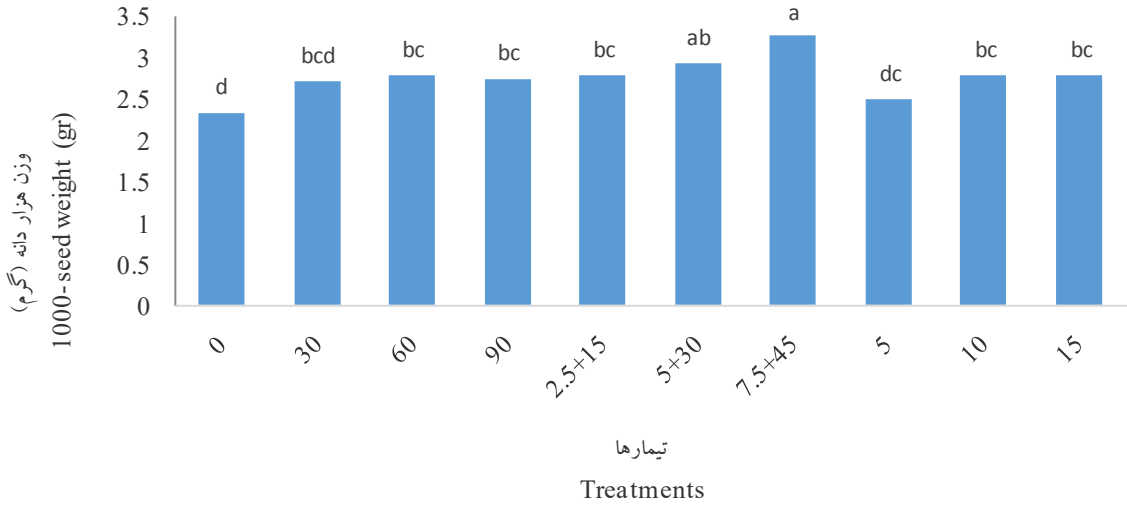
ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

بوته در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۳). بین تیمار های کود شیمیایی نیتروژن اختلاف تفاوت معنی داری مشاهده نشد. بین تیمار های ورمی کمپوست بیشترین تعداد دانه متعلق به تیمار ۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود که با تیمار ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تفاوت معنی داری نداشت. نتایج مقایسات متعامد در مورد صفت تعداد دانه در بوته نشان داد که کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست و کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی دار داشت، اما کود نیتروژن در مقابل کود تلفیقی اثر معنی دار نداشت (جدول ۴). علت افزایش تعداد دانه احتمالا به دلیل فراهم شدن تولید مواد پرورده برای فتوسنتز و ماده سازی بیشتر از طریق کاربرد کود های شیمیایی و زیستی می باشد (Mohsen Nia & Jalilian, 2012). کاربرد نیتروژن باعث افزایش تعداد دانه در بوته و در نهایت افزایش عملکرد دانه کنجد شد که نتایج آزمایش حاضر نیز با این یافته مطابقت دارد (Ahmadi & Bahrani, 2009).

وزن هزار دانه

بیشترین وزن هزار دانه مربوط به تیمار ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۳/۲۷ گرم بود که نسبت به تیمار شاهد (۲/۳۴ گرم) ۳۹/۷۴ درصد افزایش نشان داد (شکل ۴). در این آزمایش بین



شکل ۴- مقایسه میانگین وزن هزار دانه در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 4. Mean comparison for1000-seed weight under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

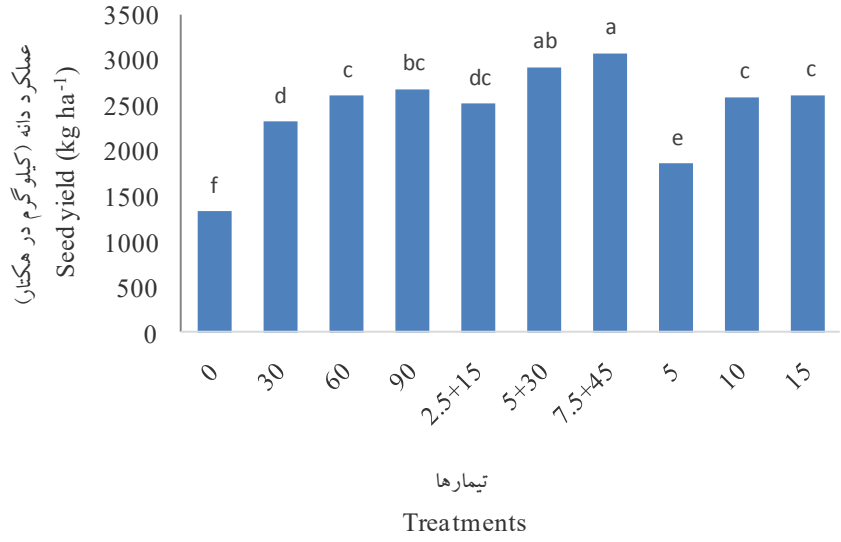
Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

تیمارهای کودی شیمیایی و آلی از نظر وزن هزار دانه چندان اختلاف معنی دار مشاهده نشد. در گروه های تیماری مقایسه شده در آزمون مقایسات گروهی برای وزن هزار دانه، کود نیتروژن در مقابل تلفیقی و کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد، اما کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی دار نداشت (جدول ۴). در همین راستا برخی محققین نشان دادند که مصرف کود نیتروژن تاثیر معنی داری بر وزن هزار دانه ندارد و این صفت را جزء ثابت و پایدار عملکرد عنوان نمودند.(Papari Moghaddamfard & Bahrani, 2005; Rahman & El Mahdi, 2008) از طرفی کاهش وزن هزار دانه در اثر مصرف کود زیستی همراه با کود شیمیایی نیز گزارش شده است (Majidian *et al.*, 2016) کاربرد ورمی کمپوست در این آزمایش باعث افزایش وزن هزار دانه شد هر چند بین تیمار ۱۰ و ۱۵ تن تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج این آزمایش با نتایج به دست آمده در گیاه ذرت مطابقت دارد. محققان ذکر کردند فراهم بودن عناصر غذایی و بهبود خواص بیولوژیکی، فیزیکی و شیمیایی خاک به دلیل استفاده از ورمی کمپوست باعث می‌شود که در زمان پر

شدن دانه‌ها شرایط بهینه‌ای برای گیاه فراهم شود و با تولید ماده خشک بیشتر باعث سنگینی دانه‌ها و افزایش وزن هزار دانه شود (Habibi & Majidian, 2014). همچنین بهبود وزن دانه می‌تواند به افزایش کارآیی فتوسنتزی گیاه و در نهایت بهبود رشد گیاه با اضافه کردن نیتروژن به خاک نسبت داده شود .(Garg *et al.,* 2005)

عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کودی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد **(جدول ۳).** مقایسه میانگین داده ها (شکل ۵) نشان داد که بیشترین عملکرد دانه متعلق به تیمار کودی در تیمار ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۳۰۸۷/۲ کیلوگرم در هکتار بود (۱۲۸/۷۶ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) که با تیمار ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست تفاوت معنی‌داری نداشت، اما با سایر تیمارهای تلفیقی اختلاف آماری معنی داری مشاهده شد و کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۱۳۴۹/۵ کیلوگرم در هکتار بود. با افزایش مصرف ورمی کمپوست از پنج به ۱۵ تن در هکتار عملکرد دانه از ۱۸۷۰ به ۲۶۲۹/۹ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت که بین تیمار ۱۰ و ۱۵ تن ورمی کمپوست اختلاف معنی داری مشاهده نشد، لیکن به دلیل هزینه کمتر استفاده از ۱۵ تن در مقایسه با ۱۰ تن ورمی کمپوست مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست مقرون به صرفه‌تر می باشد. بین تیمارهای شیمیایی بالاترین تیمار ۹۰ کیلو گرم در هکتار متعلق گرفت که تفاوت معنی داری با تیمار ۶۰ کیلو گرم در هکتار مشاهده نشد و با تیمار های ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست تفاوت معنی داری مشاهده نشد. نتایج مقایسات متعامد برای صفت عملکرد دانه معنی دار شد (جدول ۴). با توجه به کودپذیری پایین کنجد، و همچنین هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بی رویه کود های شیمیایی برای دستیابی به عملکرد مطلوب تیمار تلفیقی ۳۰ کیلو گرم در هکتار نیتروژن + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست مناسب‌تر به نظر می رسد. کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد شد، هر چند بین تیمار ۱۰ و ۱۵ تن تفاوت معنی داری مشاهده نشد، لذا از نظر اقتصادی تیمار ۱۰ تن انتخاب می شود. کاربرد ورمی کمپوست توانسته عناصر غذایی را به میزان قابل قبول در اختیار گیاه قرار دهد. علت افزایش عملکرد دانه کنجد را مربوط به صفت تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه بیان کردند (Sajadi Nik *et al.,* 2011). محققان در تحقیق خود بیان کردند علت اینکه بیشترین عملکرد گیاه ذرت در نظام تلفیقی کود به دست می‌آید به علت دسترسی بهتر گیاه به عناصر غذایی می‌باشد، همچنین وجود مواد آلی ورمی کمپوست باعث فراهم شدن شرایط بهینه برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد بیشتر گیاه می‌شود، زیرا با تجزیه ورمی کمپوست رشد و توسعه ریشه بیشتر می‌گردد و باعث رشد بیشتر اندام‌های هوایی می شود و در نهایت افزایش عملکرد گیاه در پی خواهد داشت (Habibi & Majidian, 2014). نتایج این مطلب را تایید می کند که تلفیق کود نیتروژن با ورمی کمپوست



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 5. Mean comparison for seed yield under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

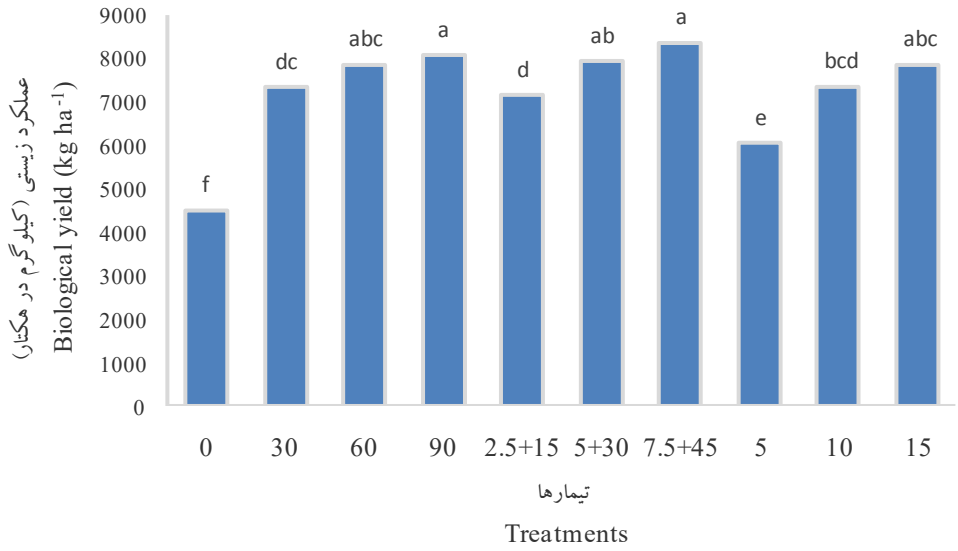
ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

بیشترین عملکرد دانه را در کنجد تولید می کند (Sajadi Nik *et al.*, 2011).

عملکرد زیستی

نتایج نشان داد اثر تیمارهای کودی بر عملکرد زیستی در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین عملکرد زیستی متعلق به تیمار تلفیقی ۴۵ کیلو گرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست با میانگین ۸۳۶۰ کیلوگرم در هکتار بود (۸۵/۵۷ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد) که با تیمار ۹۰ کیلو گرم در هکتار کود شیمیایی نیتروژن اختلاف معنی داری نداشت و کمترین عملکرد زیستی متعلق به تیمار شاهد با میانگین ۴۵۰۵ کیلوگرم در هکتار بود. کاربرد کود ورمی کمپوست هم باعث افزایش عملکرد زیستی شده البته بین تیمار ۱۰ و ۱۵ تن اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ۶). علت کم بودن میزان عملکرد زیستی در اثر تیمار شاهد را می‌توان ناشی از توانایی کم تر گیاه در جذب عناصر غذایی و کاهش سنتز و انتقال مواد پرورده در اثر آن دانست که باعث کاهش تجمع ماده خشک گیاه گردیده است. تامین کافی عناصر غذایی اصلی و پر مصرف مورد نیاز برای رشد گیاه



شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد زیستی در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 6. Mean comparison for biological yield under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

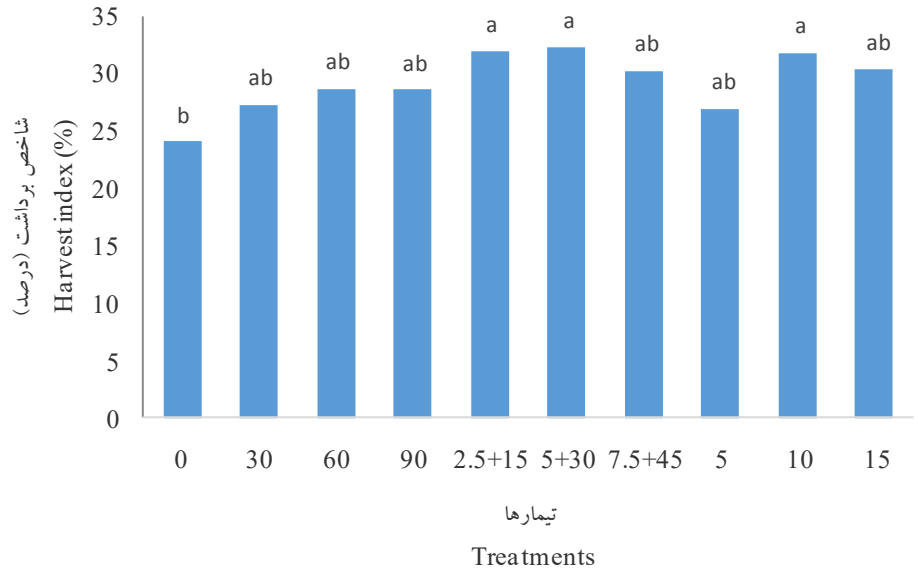
ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

از طریق کود شیمیایی نیتروژنی، دلیل افزایش عملکرد زیستی در تیمار های کود شیمیایی می باشد. هنگامی که نیتروژن کافی در اختیار گیاه قرار گیرد، نیاز به عناصر غذایی اصلی دیگر (مانند فسفر و پتاسیم) افزایش می یابد. این عنصر به رشد سریع گیاه (افزایش ارتفاع و تعداد شاخه فرعی)، افزایش اندازه برگ، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه کمک می نماید. بنابراین نیتروژن تمامی مشخصه های مربوط به عملکرد و عملکرد زیستی را تحت تاثیر قرار می دهد. کود های زیستی از طریق افزایش جذب نیتروژن و فسفر موجب ایجاد شاخ و برگ بیشتر و در نتیجه افزایش فتوسنتز گیاه و تولید ماده خشک بیشتر می شود (Allen *et al.*, 1981). افزایش عملکرد زیستی در اثر کود نیتروژن می تواند باعث افزایش سطح برگ، افزایش دوام سطح برگ و افزایش شاخه در کنجد شود (Ahmadi & Bahrani, 2009). نتایج پژوهشگران نیز این افزایش را نشان داد (Papari & Moghaddamfard, 2004).

شاخص برداشت

اثر تیمارهای آزمایشی بر شاخص برداشت در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین داده ها نشان داد



شکل ۷- مقایسه میانگین شاخص برداشت در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 7. Mean comparison for harvest index under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

بالاترین شاخص برداشت متعلق به تیمار ۳۰ کیلو گرم نیتروژن + ۵ تن ورمی کمپوست بود که با تیمار های ۱۵ کیلو گرم نیتروژن + ۲/۵ تن ورمی کمپوست و ۱۰ تن ورمی کمپوست تفاوت معنی داری نداشت، هر چند با بقیه تیمارها هم تفاوت معنی‌دار نبود. کمترین شاخص برداشت به تیمار شاهد تعلق گرفت که با بقیه تیمار ها هم تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۷). نتایج مقایسات متعامد در مورد این صفت نشان داد که کود نیتروژن در مقابل تیمار تلفیقی اثر معنی داری داشت، اما کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست و کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی داری نداشتند (جدول ۴). شاخص برداشت در گیاهان نتیجه نهایی تسهیم مواد پرورده است. شاخص برداشت به نسبت جز مطلوب برداشت شده (عملکرد اقتصادی) به زیست توده اندام های هوایی گیاه زراعی (عملکرد زیستی) در زمان برداشت گفته می شود (Emam, 2007) که متاثر از عوامل مختلفی از قبیل رقم و ژنوتیپ گیاهی، شرایط محیطی، کود های نیتروژن، تراکم بوته و تاریخ کاشت می باشد. از میان عوامل فوق الذکر رقم و ژنوتیپ بیشترین همبستگی را با شاخص برداشت دارند، پس دور از انتظار نیست

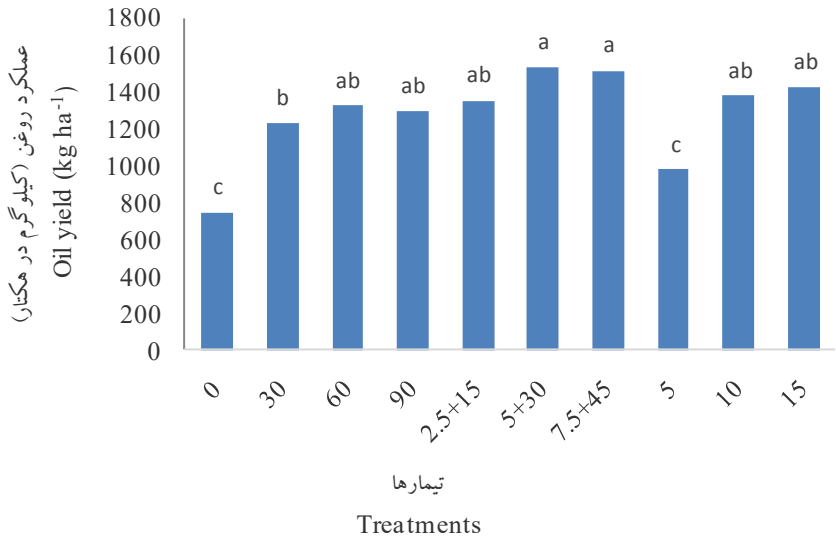
که در برخی موارد وضعیت مواد غذایی خاک اثر چشمگیری بر این صفت نداشته باشد. با توجه به اینکه شاخص برداشت تحت تاثیر تیمار کود شیمیایی نیتروژن قرار نگرفت، نشان می دهد که گیاه کنجد در شرایط مختلف تغذیه سهم تقریبا ثابتی از مواد فتوسنتزی خود را به عملکرد دانه و زیستی اختصاص داده است. نتایج آزمایش نشان داد که با مصرف کود نیتروژن عملکرد دانه و زیستی افزایش معنی دار یافتند، اما شاخص برداشت تحت تاثیر قرار نگرفت. افزایش شاخص برداشت در تیمارهایی که حداکثر شاخص برداشت را نشان دادند، می‌تواند به کاهش بیشتر بخش های رویشی آن ها بویژه تعداد شاخه در بوته مرتبط باشد. پژوهشگران گزارش کردند که شاخص برداشت کنجد تحت تاثیر خصوصیات ژنتیکی رقم قرار گرفته و کاربرد نیتروژن تاثیر معنی داری بر این صفت نداشته است، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد (Papari Moghaddamfard *et al.,* 2005). همچنین گزارش شده است که کاربرد نیتروژن و تلقیح با ازتو باکتر تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت گلرنگ نداشته است (Mirzakhani, 2009). آزمایش دیگری نیز نشان داد که شاخص سطح برداشت در پاسخ به کود های مختلف تغییری نمی کند.(Shoghi Kalkhoran *et al.,* 2012)

درصد روغن دانه

نتایج نشان دادکه هیچ یک از تیمار های کودی بر درصد روغن اثر معنی داری نداشتند (جدول ۳). گزارش شده است که مصرف کود نیتروژن تاثیر منفی و معنی داری بر درصد روغن کنجد داشته، ولی از طریق تاثیر بر عملکرد دانه، تاثیر مثبت بر عملکرد روغن داشته است (Sharma, 2005). نتایج مقایسات گروهی در بیان تفاوت بین تیمار ها نیز، موید همین موضوع است به طوری که هیچ اختلافی در بین گروه‌های تیماری مقایسه شده، دیده نشد (جدول ۴). با افزایش مصرف کود نیتروژن، به دلیل افزایش پیش‌ماده‌های پروتئینی نیتروژن دار، سهم بیشتری از مواد فتوسنتزی جهت تشکیل ترکیبات پروتئینی صرف شده و بنابراین مواد در دسترس برای سنتز اسید های چرب کاهش می یابد و در نتیجه کاهش درصد روغن دانه کلزا را به همراه دارد (Danesh Shahraki *et al.,* 2008). گزارش شده است که با افزایش مصرف نیتروژن شیمیایی تشکیل پیش ماده های نیتروژن دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین افزایش و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می یابد، ولی در شرایط استفاده از سیستم تلفیقی کود، تعادلی بین میزان تشکیل پروتئین و روغن در گیاه ایجاد می شود (Kosaryfar *et al.,* 2015).

عملکرد روغن دانه

نتایج نشان داد که اثر تیمارهای کودی نیتروژن و ورمی کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد روغن دانه معنی دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین بین تیمار ها نشان داد بالاترین عملکرد روغن به تیمار تلفیقی ۳۰ کیلوگرم کود نیتروژن + ۵ تن ورمی کمپوست تعلق گرفت (با میانگین ۱۵۳۰/۳۶ کیلوگرم در هکتار) که با تیمار تلفیقی ۴۵ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار



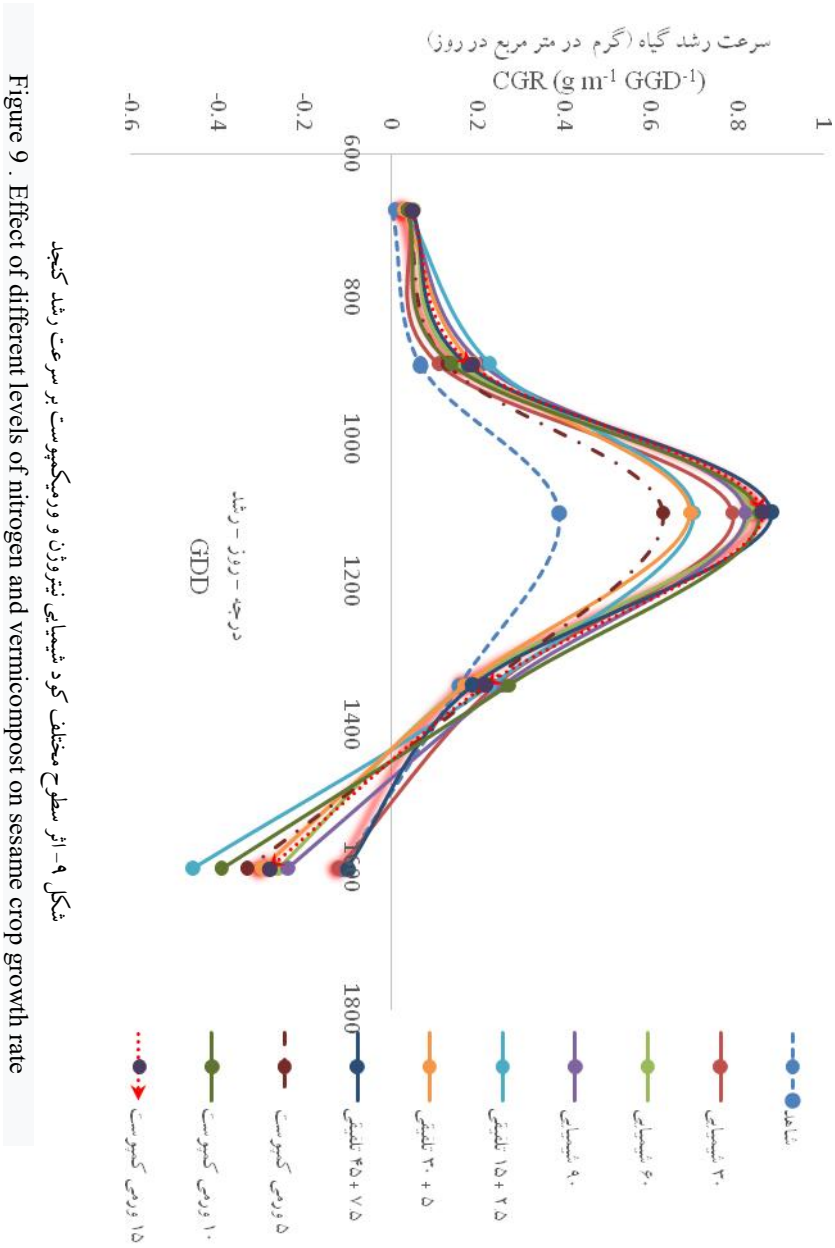
شکل ۸- مقایسه میانگین عملکرد روغن در تیمارهای کود نیتروژن، تلفیقی و ورمیکمپوست

Figure 8. Mean comparison for oil yield under nitrogen fertilizer, integrated and vermicompost treatments

ستون با حروف مشابه نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد بر اساس آزمون توکی میباشد. کود نیتروژن [شیمیایی (صفر، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره)، تلفیقی ۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۲/۵ تن در هکتار کود ورمی کمپوست، ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن از منبع اوره + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ورمی کمپوست (۵، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار)]

Columns with similar letters indicate that there is no significant difference at the 1% level of probability based on the Tukey test. Nitrogen fertilizer (chemical (zero, 30, 60 and 90 kg ha^{-1} nitrogen from urea source), a combination of 15 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 2.5 tons per hectare of vermicompost fertilizer, 30 kg ha^{-1} nitrogen from urea source + 5 tons per hectare of vermicompost, 45 kg ha^{-1} of nitrogen from urea source + 7.5 tons per hectare of vermicompost and vermicompost (5, 10 and 15 tons per hectare)]

ورمی کمپوست با میانگین ۱۵۱۳/۰۲ تفاوت معنی‌داری نداشت و به میزان ۱۰۴/۲۷ و ۱۰۱/۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشته است. کمترین عملکرد روغن به تیمار شاهد با میانگین ۷۴۶/۴ تعلق گرفت که با تیمار ۵ تن ورمی کمپوست تفاوت معنی داری نداشت (شکل ۸). نتایج مقایسات متعامد در مورد صفت عملکرد روغن نشان داد که کود نیتروژن در مقابل تلفیقی و کود تلفیقی در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی دار داشت، اما کود نیتروژن در مقابل ورمی کمپوست اثر معنی داری نداشت (جدول ۴). عملکرد روغن را می توان یکی از مهم‌ترین صفات یک گیاه روغنی دانست. عملکرد روغن دانه از حاصلضرب درصد روغن دانه در عملکرد دانه بدست می آید، لذا هر گونه افزایش در عملکرد دانه منجر به افزایش عملکرد روغن دانه خواهد شد. کاربرد کود نیتروژن عامل مهمی در دیررسی کنجد بوده و ممکن است تجمع مواد هیدروکربنی در روغن را تحت تاثیر قرار دهد (Ahmadi & Bahrani, 2009). با افزایش مصرف نیتروژن شیمیایی تشکیل پیش ماده های نیتروژن دار بیشتر شده و تشکیل پروتئین افزایش و در نتیجه میزان مواد لازم برای تبدیل به روغن کاهش می یابد، ولی در شرایط استفاده از سیستم تلفیقی کود، تعادلی بین میزان تشکیل پروتئین و روغن در گیاه ایجاد می شود (۲۰۱۵



شکل ۹- اثر سطوح مختلف کود شیمیایی نیتروژن و ورمیکمپوست بر سرعت رشد گیاه

Figure 9 . Effect of different levels of nitrogen and vermicompost on sesame crop growth rate

(Kosaryfar *et al*.

سرعت رشد گیاه (CGR)

بالاترین سرعت رشد گیاه مربوط به تیمار تلفیقی ۴۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کمترین سرعت رشد در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۹). بررسی تغییرات سرعت رشد گیاه نشان داد که مقدار سرعت رشد محصول در همه تیمارهای مورد مطالعه، در اوایل فصل رشد به دلیل سطح برگ کم، کند بود و سپس به دلیل توسعه سطح برگ گیاه و به دلیل افزایش رشد ریشه ها، و در نتیجه امکان فتوسنتز بیشتر، سرعت رشد محصول شدت یافت و در اواسط دوره رشد به حداکثر میزان خود رسید. پس از این مرحله سرعت رشد محصول دچار کاهش شدید شد و پس از آن در همه تیمارها به دلیل زردی برگ ها و افزایش تنفس بیش از فتوسنتز گیاه

و همچنین ریزش برگ ها سرعت رشد محصول منفی شد. چنین روندی به دلیل افزایش تدریجی و فزآینده جذب تشعشع خورشیدی، هم زمان با افزایش شاخص سطح برگ در اوایل فصل رشد و نتیجه افزایش سرعت تجمع ماده خشک در گیاه می باشد که با گذشت زمان، پس از رسیدن به حد نهایی خود با پیر شدن برگ ها و کاهش فتوسنتز خالص، سرعت رشد محصول کاهش یافته است. همچنین بالا بودن میزان تنفس نسبت به فتوسنتز جاری در مراحل انتهایی رشد، نیز باعث کاهش شدیدتر سرعت رشد محصول شده است و نیز باعث رسیدنCGR به مقادیر منفی شد ((Van Iersel & Seymour, 2000. نتایج این آزمایش با نتایج محققان مطابقت دارد (Kalantari Khandani *et al.,* 2012). ایشان بیان کردند کاربرد کود زیستی نیتروکسین و بیوفسفر سرعت رشد کنجد را در طول فصل رشد افزایش داد. سایر پژوهشگران نیز این روند را برای سرعت رشد محصول در طول فصل رشد گزارش کرده اند (Heydari *et al.,* 2016; Sajadi Nik & Yadavi, 2013). حداکثر سرعت رشد گیاه از لحاظ زمانی زودتر از حداکثر شاخص سطح برگ رخ می دهد زیرا حداکثر سرعت رشد گیاه در شاخص سطح برگ مطلوب اتفاق می افتد و شاخص سطح برگ مطلوب همواره کمتر از شاخص سطح برگ حداکثر است (Shirani Rad, 2003).

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای کودی استفاده شده اثر زیادی بر بهبود خصوصیات کنجد دارد. با توجه به نتایج این آزمایش، اثر مصرف کود نیتروژن، ورمی کمپوست و تلفیقی بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی‌دار شد. اثر مقایسات گروهی نیز برای اکثر صفات معنی دار گردید. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۳۰۳۸/۱۷ و عملکرد روغن با میانگین ۱۵۱۳/۰۲ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار مصرف تلفیقی ۴۵ کیلوگرم نیتروژن + ۷/۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و در مقابل کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. بر اساس نتایج آزمایش حاضر با توجه به کودپذیری پایین کنجد و همچنین هزینه و مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف بالای کود های شیمیایی برای دستیابی به عملکرد مطلوب، تیمار تلفیقی ۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن + ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مناسب‌تر به نظر می‌رسد. در کلیه صفات و شاخص‌های گیاهی مورد بررسی در کنجد بیشترین میانگین در تیمارهای تلفیقی و شیمیایی و سپس در تیمار های ورمی‌کمپوست مشاهده شد. نتایج کلی این آزمایش نشان داد که مصرف کود های آلی (ورمی کمپوست) همانند کود های شیمیایی می تواند موجب افزایش خصوصیات رشدی و عملکرد دانه کنجد شده و در ضمن باعث اجتناب از اثرات منفی مصرف کودهای شیمیایی شود.

References

Ahmadi, M., and Bahrani, M.J. 2009. Effect of nitrogen fertilizer on yield and yield components of three Sesame in Bushehr province. *Journal of Water and Soil Science*, 13(48): 23-131. (In Persian with English Summary).

Allen, M., Smith, F., Moore, W.K., and Christensen, M. 1981. Comparative water relations and photosynthesis of mycorrhizal and nonmycorrhizal bouteloua gracilis H.B.K. lag ex steud. *New Phytologist*, 88(4): 683-693.

Arzanesh, H., and Abasi, N. 2011. Vermicompost from production to consumption. Coordination of Agricultural Extension, 15 pages. (In Persian).

Danesh Shahraki, A., Kashani, A., Mesgarbahsi, M., Nabipour, M., and Koohi Dehkordi, M. 2008. The effect of plant density and time of nitrogen application on some agronomic characteristic of rapeseed, *Pajouhesh Va Sazandegi,* 21(2):10-17. (In Persian with English Summary).

Darzi, M.T., Hajseyed Hadi, M.R., and Rejali, F. 2011. Effect of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components of Anison (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants,* 26(4): 452-465. (In Persian with English Summary).

Ebrahimzadeh Abdashti, R., Galavi, M., and Ramroudi, M. 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on some quantitative traits and anthocyanin of Roselle under Zabol condition. *Journal of Horticultural Sciences,* 30(2): 169-177. (In Persian with English Summary).

Emam, E. 2007. Cereal Agriculture (Third Edition). Shiraz University Press, 190 pages. (In Persian).

Garg, B., Kathju, S., and Vyas, S. 2005. Salinity-fertility interaction on growth, photosynthesis and nitrate reductase activity in sesame, *Indian Journal of Plant Physiology,* 10(2): 162-169.

Goldani, M., and Fazeli Kakhki, F. 2014. Evaluation of effect of chemical and organic fertilizers on growth characteristics, yield and yield components of three sesame ecotypes (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research,* 12(1): 127-136. (In Persian with English Summary).

Habibi, S., and Majidian, M. 2014. Effect of different levels of nitrogen fertilizer

and vermi-compost on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* hybrid Chase). *Journal of Crop Production and Processing,* 4(11): 15-26. (In Persian with English Summary).

Heydari, S., Movahhedi Dehnavi, M., and Yadavi, A.R. 2016. Comparison of growth indices, oil percentage and seed yield of three sesame (*Sesamum indicum* L.) genotypes under different plant densities in Rostam region, Fars province. *Journal of Oil Plants Production,* 3(1): 37-53. (In Persian with English Summary).

Jahan, M., Amiri, M.B., and Ehyaee, H. 2012. Radiation absorption and use efficiency of sesame as affected by biofertilizers in a low input cropping system. *Iranian Journal of Field Crops Research,* 10(2): 435-447. (In Persian with English Summary).

Jolliffe, P.A., Eaton, G.W., and Doust, J.L. 1982. Sequential analysis of plant growth. *New Phytol,* 92: 287-296.

Khajepour, M.R. 2012. Industrial plants. IsfahanUniversity Jihad Publications. (In Persian).

Kosaryfar, M., Khajoei Nejad, G.H., Maghsoudi Moud, A., and Ghanbari, J. 2015. Effect of different fertilizer treatments application on quantitative and qualitative yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars at climatic conditions of Kerman. *Iranian Journal of Field Crops Research,* 13(2): 378-390. (In Persian with English Summary).

Lawlor, D.W., Lemaire, G., and Gastal, F. 2001. Nitrogen, plant growth and crop yield. *Plant nitrogen* (pp. 343-367): Springer.

Lemaire, G., Jeuffroy, M.H., and Gastal, F. 2008. Diagnosis tool for plant and crop N status in vegetative stage: Theory and practices for crop N management. *European Journal of Agronomy,* 28(4): 614-624.

Majidian, M., Khoshchehreh Ziba, E., and Mansouri Far, S. 2016. Yield and quality of two forage sorghum cultivars influenced by manure and nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production,* 26(1): 131-143. (In Persian with English Summary).

Malik, M.A., Saleem, M.F., Cheema, M.A., and Ahmed, S. 2003. Influence of

different nitrogen levels on productivity of sesame (*Sesamum indicum* L.) under varying planting patterns. *International Journal Agricultural Biology,* 5(4): 490-492.

Mehrabi, Z., and Ehsanzadeh, P. 2011. A study on physiological attributes and grain yield of sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars under different soil moisture regimes. *Journal of Crops Improvement,* 13(2): 75-88.

Mirzakhani, M. 2009. Effects of co-inoculation of azotobacter and mycorrhiza under nitrogen and phosphorus levels on nutrients absorbtion efficiency in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Ph.D Thesis in Agronomy, Islamic Azad University, Science and Research Branch-Khouzestan. 277 pages. (In Persian).

Mohsen Nia, O., and Jalilian, J. 2012. Effect of drought stress and fertilizer sources on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Journal of Agroecology,* 4(3): 235-245.

Kalantari Khandani, S., Koocheki, A.R., and Nassiri Mahallati, M. 2012. The effect of biological fertilizers on growth indices, yield and yield components of sesame cultivars (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agroecology,* 2(1): 77-88. (In Persian with English Summary).

Papari Moghaddamfard, A., and Bahrani, M.J. 2005. Effect of nitrogen fertilizer rates and plant density on some agronomic characteristic, seed yield and protein percentage in two sesame (*Sesamum indicum* L.) cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Sciences,* 36(1): 129-135. (In Persian with English Summary).

El Mahdi, A.R.A. 2008. Response of sesame to nitrogen and phosphorus fertilization in Northern Sudan. *Journal of Applied Biosciences,* 8(2): 304-308.

Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M.B., and Seyyedi, S.M. 2014. Effect of organic and biofertilizers application on yield, oil content and fatty acids composition of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Iranian Journal of Crop Sciences,* 16(3): 209-221. (In Persian with English Summary).

Sabannavar, S., and Lakshman, H. 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.

Sajadi Nik, R., Yadavi, A., Balouchi, H.R., and Farajee, H. 2011. Effect of chemical (urea), organic (vermicompost) and biological (nitroxin) fertilizers on quantity and quality yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production,* 21: 87–101. (In Persian with English Summary).

Sajadi Nik, R., and Yadavi, A.R. 2013. Effects of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth, phonological stages and grain yield of sesame. *Electronic Journal of Crop Production,* 2: 73-99. (In Persian with English Summary).

Sayad Amin, P. 2009. The level of nitrogenous child surfaces with brochure development, quality and quality and gas exchange of different sesame genotypes. Master Thesis of Isfahan University of Technology, 196 pages. (In Persian with English Summary).

Shakeri, E., Amini Dehaghi, M., Tabatabaei, S.A., and Modares Sanavi, S.A.M. 2013. Effect of nitrogen and biological fertilizers on seed yield and fatty acid composition of sesame cultivars under Yazd conditions. *Iranian Journal of Field Crops Research,* 10(4): 742-750. (In Persian with English Summary).

Sharma, A.K. 2005. A handbook of organic farming. Agrobios. India. 407 Pages.

Shirani Rad, A.H. 2003.Physiology of Crops. Second edition. 359 Pages. (In Persian).

Shoghi Kalkhoran, S., Ghalavand, A., and Modares Sanavi, S.A.M. 2012. Effect of bio fertilizer and green manure (winter wheat) in combination with the integrated nitrogen sources (chemical-farmyard manure) on quantitative and qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Environmental Science,* 9(2): 35-52. (In Persian with English Summary).

Strickland, M.S., Leggett, Z.H., Sucre, E.B., and Bradford, M.A. 2015. Biofuel

intercropping effects on soil carbon and microbial activity. *Ecological applications,* 25(1): 140-150.

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: 1135–1142.

Van Iersel, M.W., and Seymour, L. 2000. Growth respiration, maintenance respiration, and carbon fixation of vinca: A time series analysis. *Journal of American Society of Horticulture Science,* 125(6): 702-706.

Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. Blackwell Science Ltd. Oxford.

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.

Zavareh, M., Hoogenboom, G., Rahimian Mashhadi, H., and Arab, A. 2012. A decimal code to describe the growth stages of sesame (*Sesamum orientale* L.). *International Journal of Plant Production,* 2(3): 193-206.

Zhang, H., Daoust, F., Charles, T.C., Driscoll, B.T., Prithiviraj, B., and Smith, D.L. 2002. *Bradyrhizobium japonicum* mutants allowing improved soybean yield in short season areas with cool spring soil temperatures. *Crop science,* 42(4): 1186-1190.

Effect of nitrogen fertilizer vermicompost application on agronomic characteristics, seed yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.)

Seyede Somayeh Hoseini[1], Majid Majidian[2*], Masoud Esfahani[3]

1. M Sc Candidate, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. .
2. Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran. (Corresponding author)
3. Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Received: August 2020 Accepted: December 2021- DOI: 000

Extended Abstract

Hoseini, S,. S., Majidian, M., Esfahani, M., Effect of nitrogen fertilizer vermicompost application on agronomic characteristics, seed yield and quality of sesame (*Sesamum indicum* L.)
Applied Research in Field Crops Vol 34, No. 4, 2022 13-15: 74-97(in Persian)

Introduction:

One of the pillars of a sustainable agricultural system is the use of organic fertilizers to provide the nutrients needed by plant with the aim of eliminating or significantly reducing the consumption of chemical inputs (Darzi et al., 2011). Organic fertilizer includes vermicompost and products from the activity of phosphate-solubilizing microorganisms and stabilizers of nitrogen or other nutrients that are active in the soil (Anwar et al., 2005). Sesame is an old and important oilseed crop that is usually grown on small farmers' tropical and subtropical farms (Weiss et al., 2000). Although sesame is an important oil plant in the world, it produces low yield and requires low external input compared to other crops and oil plants. Sesame oil has a high stability due to the presence of strong antioxidants such as sesamine, sesamoline, sesamol. High protein (19 to 25%) and oil (up to 57%) content as well as high abundance of unsaturated fatty acids, especially oleic acid and linoleic acid, reveal the high nutritional quality of sesame oil. This study was conducted to investigate the effect of different levels of nitrogen fertilizer, vermicompost and

Email address of the corresponding author: Email:ma_majidian@guilan.ac.ir

their combined application on sesame plant of single branch cultivar in Tarom region of Zanjan province.

Materials & Methods:

The experiment was laid out in a complete randomized block design with three replications in Tarom, Zanjan province, Iran during the cropping season of 2016-2017. The treatments consisted of four levels of nitrogen fertilizer (0, 30, 60 and 90 kg N ha-1) and integrated nitrogen of chemical and organic (15 kg N ha-1 + 2.5 ton ha-1 vermicompost, 30 kg N ha-1 + 5 ton ha-1 vermicompost and 45 kg N ha-1 + 7.5 ton ha-1 vermicompost) and vermicompost (5, 10 and 15 ton ha-1).

Results & Discussion: The results showed that the use of nitrogen fertilizer, vermicompost and the combination of nitrogen fertilizer and vermicompost had a significant effect on seed yield and yield components of sesame. The maximum plant height, number of capsule in plant, number of seed per plant, 1000-seed weight and seed yield (3087.87) were obtained with 45 kg N ha-1 + 7.5 ton ha-1 . The maximum biological yield (8360 kg ha-1) was obtained using the treatment 45 kg N ha-1 +7.5 ton ha-1 vermicompost. Also, seed oil percentage was not affected by any of the treatments; As a result, the maximum oil yield (1530.36 kg ha-1) was obtained using the treatment 30 kg N ha-1 + 5 ton ha-1.

Conclusion: The results of this study showed that the application of the fertilizer treatments had a great effect on improving the yield attributes of sesame. According to the results of this experiment, the effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and their combined application on the yield and yield components was significant. The group comparisons were significant for most traits. The maximum average grain yield of 3038.17 and the highest average oil yield of 1513.02.02 kg ha-1 were recorded with the combined treatment of 45 kg nitrogen + 7.5 t ha-1 of vermicompost and the minimum values were observed in the control treatment. Based on the results of the present experiment, due to the low fertilizer absorption by sesame and also the costs and the environmental pollution caused by high consumption of chemical fertilizers, a combined treatment (chemical+organic) of 30 kg ha-1 nitrogen + 5 ton vermicompost seems more appropriate to achieve the desired yields. In the all studied traits and indices of sesame, the maximum average values

were observed in the integrated fertilizer (chemical+organic) and the chemical treatments followed by the vermicompost treatments. The overall results of this experiment showed that the use of vermicompost similar to chemical fertilizers can increase the growth characteristics and yield of sesame seeds. Moreover, the organic fertilizer was beneficial in terms of avoiding the negative effects of the chemical fertilizers. The results of this experiment showed that the application of the integrated fertilizer (chemical+organic) was more effective in increasing sesame seed yield than the other nitrogen treatments (chemical).

Keywords: Integrated agriculture, Oil, Organic fertilizer.

References:

Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A., and Khanuja, S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36:1737-1746.

Darzi, M.T., Hajseyed Hadi, M.R., and Rejali, F. 2011. Effect of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components of Anison (Pimpinella anisum L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(4): 452-465. (In Persian with English Summary).

Weiss, E.A. 2000. Oilseed crops. Blackwell Science Ltd. Oxford.