

Research Article

Agricultural Engineering, 45(1) (2022) 119-135
DOI: 10.22055/AGEN.2022.40631.1632

ISSN (P): 2588-526X
ISSN (E): 2588-5944

Evaluation of the integrated effect of chemical and bio-organic fertilizers on yield and yield components of rapeseed

Gh. Adim¹, E. Malekzadeh^{2*}, E. Dordipour³, F. Kiani³, H. Mokhtarpour⁴ and S. Moazzemi⁵

1. ¹M.Sc. Graduate, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. ²Assistant Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. ³Associate Professor, Department of Soil Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
4. ⁴ Assistant Professor, Department of Crop and Horticultural Research, Golestan Agricultural and Natural Resources Research Center, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran.
5. ⁵Ph.D of Agronomy, Agricultural Jihad Organization of Golestan Province, Gorgan, Iran.

Received: 23 April 2022

Accepted: 30 July 2022

Abstract

Introduction In recent years, ensuring the continuous and sustainable production of healthy food products along with environmental protection and paying attention to agricultural economic and environmental problems is very important. Although the use of chemical fertilizers has a high yield of plants, its destructive effects in the long-term are known on the soil biological, physical and chemical properties and environmental pollution. Therefore, a strategy must be considered that can improve soil health and quality as well as produce a high plant yield. Organic manures increase the growth, yield and quality of plants by improving soil conditions and the balance of essential elements. An integrated plant nutrition management system by reducing the use of chemical fertilizers is known as one of the ways to achieve the expected yield and meanwhile, minimize the adverse environmental effects of chemical fertilizers in the world.

Materials and Methods The objective of this study was to evaluate the effect of single and combined use of chemical fertilizer (urea, triple superphosphate, potassium sulfate as NPK) with organic and biological fertilizers on the yield and yield components of transplanted canola (*Brassica napus* L.). Experiment was conducted in a randomized complete block design with six treatments and three replications (18 experimental units) in the 2019-2020 crop year at the Iraqi Agricultural Research Station in Gorgan, Iran. Treatments included: 1) Control (without fertilizer, T1), 2) Chemical fertilizer (T2), 3) Poultry manure (T3), 4) Compost (T4), 5) 50% Chemical fertilizer+ 50% Poultry manure+ 50% Compost (T5), 6) 50% Chemical fertilizer+ 50% Poultry manure+ 50% Compost+ Biofarm-1 biofertilizer (T6). Chemical fertilizer was applied based on soil test including nitrogen equivalent to 250 kg/ha urea was added in three stages during planting, stem elongation, before flowering; phosphorus equivalent to 150 kg/ha of triple super phosphate; potassium equivalent to 50 kg/ha of potassium sulfate, respectively. Organic fertilizers were calculated based on their total nitrogen contents and the equivalent of pure nitrogen recommended based on the soil test for chemical fertilizer and by assuming 50% mineralization rate of organic fertilizers in the soil. Biofertilizer was applied as seed inoculation plus spraying on the plant base in two stages of 4 to 8 leaves and stem elongation. Chlorophyll index was measured in the middle of the flowering stage by using SPAD. After physiological

maturity, yield and yield components including pods per plant, numbers of seeds per pod, pod length, 1000-seed weight, seed yield, protein and oil contents of grain were recorded.

Results and Discussion The results showed that the effect of fertilizer treatments was significant on yield and yield components ($p < 0.01$). The highest 1000-seed weight, grain yield, protein content of the seed, number of seeds per pod, pod length and pods per plant were recorded in the treatment of 50% chemical fertilizer+ 50% Poultry manure+ 50% Compost+ Biofertilizer (T6) which increased by 21.9%, 43.7%, 33.8%, 29.2%, 37.2% and 37.6%, respectively, in compared to the control treatment (with the lowest values). The pods per plant, 1000-seed weight and grain yield were not significantly different between the combined treatments of chemical fertilizer+bio-organic fertilizers (T6) and integrated use of chemical and organic (T5) fertilizers ($p < 0.05$). The control treatment (T1) by 2248.37 Kg/ha of grain yield (the minimum amount) decreased by 43.7% and 38.3% compared to T6 and T5 treatments, respectively. The chemical treatment (T2) and integrated application of chemical fertilizer+ bio-organic fertilizers (T6) showed the most positive effect on the chlorophyll index compared to other fertilizer and control treatments (with the lowest index, 43.66). Chlorophyll index in the T2 and T6 treatments increased by 35.6% and 33.7% compared to the control treatment (T1), respectively. The treated plants by alone use of organic fertilizers (T3 and T4) without notable difference produced the highest grain oil (by an average of 45.73%) which increased by 6.6% compared to the chemical fertilizer (T2) and control (T1) treatments by an average of 42.7%.

Conclusion Combined use of chemical fertilizer with bio-organic fertilizers had the most positive effect on yield and yield components, and often showed significant difference with the single application of chemical and organic fertilizer treatments (T2, T3 and T4). Therefore, the combination use of chemical and bio-organic fertilizers is a better option to increase the yield and yield components of transplanted canola than the single use of chemical fertilizers. The highest pods per plant, pod length, number of seeds per pod, chlorophyll index, protein content, chlorophyll, 1000-seed weight, and grain yield were related to the integrated application of chemical fertilizer with bio-organic fertilizers (T6 and T5), so it can be inferred that the use of a mixture of organic, biological and chemical fertilizers is an effective approach to reduce the using of chemical fertilizers and their destructive environmental effects, as well as increase the yield of transplanted rapeseed.

Key words: *Transplanted rapeseed, compost, integrated fertilization, biofertilizer, poultry manure*

بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلزای نشایی در پاسخ به مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، آلی و زیستی

غلامرضا ادمی^۱، الهام ملک زاده^{۲*}، اسماعیل دردی پور^۳، فرشاد کیانی^۴، حسن مختارپور^۴ و سراج الدین معظمی^۵

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۲- استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۳- دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

۴- استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

۵- دکتری زراعت، سازمان جهاد کشاورزی گرگان، ایران

تاریخچه مقاله	چکیده
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۰۳	سیستم مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی یکی از راه کارهای رسیدن به عملکرد مورد انتظار و در عین حال کاهش اثرهای زیان بار زیست محیطی کودهای شیمیایی در سراسر دنیا است. این پژوهش با هدف ارزیابی تاثیر کاربرد جداگانه و تلفیقی کود شیمیایی با کودهای آلی و زیستی بر رشد و عملکرد کلزای نشایی، در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با شش تیمار، سه تکرار و در مجموع ۱۸ واحد آزمایشی در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه عراقی محله شهر گرگان انجام شد. تیمارها شامل: (۱) شاهد (بدون کود، T1)، (۲) کود شیمیایی (T2)، (۳) کود پلت مرغی (T3)، (۴) کود کمپوست (T4)، (۵) کود شیمیایی +۵۰٪ کود مرغی +۵۰٪ کود کمپوست (T5) و (۶) کود شیمیایی +۵۰٪ کود مرغی +۵۰٪ کود کمپوست +۵۰٪ کود زیستی بایوفارم ۱ (T6) بود. نتایج نشان داد، اثر تیمارهای کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی دار بود ($p < 0/01$). بیشترین وزن هزار دانه، عملکرد دانه، پروتئین دانه، تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و تعداد غلاف در بوته در تیمار کود شیمیایی +۵۰٪ کود مرغی +۵۰٪ کود کمپوست در تیمار (T6) مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد (با کمترین مقادیر) به ترتیب افزایش ۲۹/۲، ۳۳/۸، ۴۳/۷، ۲۱/۹، ۳۷/۲ و ۳۷/۲ درصدی داشت ($p < 0/05$). تیمارهای کود شیمیایی (T2) و مصرف تلفیقی کود شیمیایی با کودهای آلی و زیستی (T6) با بیشترین شاخص کلروفیل (۶۷/۸۵ و ۶۵/۸۳) نسبت به شاهد (T1) به ترتیب افزایش ۳۵/۶ و ۳۳/۷ درصدی داشتند. تیمار مصرف جداگانه کودهای آلی (T3 و T4) بدون تفاوت معنی دار بیشترین درصد روغن را (با میانگین ۴۵/۷۳ درصد) تولید کردند که نسبت به
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۰۸	
کلمات کلیدی: کلزای نشایی، کمپوست، کوددهی تلفیقی، کود زیستی، کود مرغی	
* عهده دار مکاتبات	
E-mail: malekzadeh.elham@gmail.com	

نیماهای کود شیمیایی (T2) و شاهد (T1) با کمترین مقدار (با میانگین ۴۲/۷ درصد) افزایش ۶/۶ درصدی نشان دادند. به طور کلی مصرف تلفیقی کود شیمیایی با کود آلی و زیستی در مقایسه با مصرف جداگانه کود شیمیایی و کود آلی بر بهبود عملکرد و اجزای عملکرد کلزا موثرتر بود. بنابراین کوددهی تلفیقی می تواند رویکرد امیدبخشی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و اثرات زیست محیطی آنها و نیز افزایش عملکرد کلزای نشایی باشد.

مقدمه

زیستی عناصر غذایی باعث افزایش حاصلخیزی خاک و بهبود عملکرد گیاه شده، همچنین با بهبود ساختار فیزیکی خاک منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، بهبود کارایی مصرف آب و فعالیت زیستی خاک و کاهش هدررفت کود و آلودگی محیط زیست می گردند (۱۵، ۲۰). کود مرغی منبع آلی نسبتاً ارزانی از عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و گوگرد و عناصر کم مصرف مس، آهن، منگنز و بور بوده و با افزایش محتوای کربن آلی خاک، اندازه خاکدانه ها و فعالیت میکروبی خاک را افزایش می دهد (۴۴).

افزودن کمپوست با افزایش مقدار و کیفیت مواد آلی خاک، حاصلخیزی خاک را افزایش می دهد (۱۴). گزارش شده است، مصرف کمپوست همراه با کودهای شیمیایی باعث افزایش قابلیت دسترسی عناصر غذایی و افزایش حاصلخیزی خاک و تولید محصول می شود. کمپوست با افزایش فعالیت میکروبی و محتوای نیتروژنی خاک عملکرد دانه را افزایش داده است (۱۵). کودهای زیستی باعث افزایش فراهمی زیستی عناصر کم مصرف (منگنز، روی و آهن) با کاهش pH خاک و عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) از طریق تثبیت نیتروژن مولکولی و تجزیه ترکیبات آلی در خاک و رشد گیاه می شوند (۳۵). علاوه بر این، کودهای زیستی با محیط زیست سازگار بوده و جایگزین موثر و اقتصادی برای کودهای شیمیایی با سرمایه و انرژی کم اولیه هستند (۱۴). با این وجود، بنظر می رسد استفاده از کودهای آلی و زیستی به تنهایی و در کوتاه مدت جهت حفظ باروری خاک کافی نیست، اما سیستم مدیریت یکپارچه عناصر غذایی از طریق کاهش مصرف کودهای شیمیایی و تلفیق آنها با کودهای آلی می تواند رویکرد مناسبی جهت دستیابی به

گیاه کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از مهم ترین دانه های روغنی در جهان محسوب شده و سومین منبع تولید کننده روغن خوراکی پس از سویا و نخل روغنی می باشد (۱۲، ۵۵). برخی ویژگی های خاص این گیاه مانند قابلیت کشت در نقاط مختلف، درصد بالای روغن آن، کیفیت مطلوب روغن، کاربرد روغن آن در صنایع مختلف غذایی و غیر غذایی و همچنین استفاده از کنجاله آن در تغذیه دام سبب شده است که توسعه کشت این گیاه در کشورهای مختلف مورد توجه قرار بگیرد (۲۸، ۵۱). در سال های اخیر، کلزا به عنوان یک گزینه در طرح های افزایش تولید دانه های روغنی و مطالعات ارزیابی چرخه حیات محسوب می گردد (۱۸). به طور کلی دانه های روغنی قسمت مهمی از تولید محصولات کشاورزی را شامل می شوند، زیرا علاوه بر مصارف صنعتی از لحاظ تغذیه ای نیز اهمیت ویژه ای دارند (۳۷). تغذیه گیاه کلزا یکی از عوامل مهم و تاثیر گذار بر عملکرد دانه، درصد روغن و کیفیت دانه آن می باشد (۲۴، ۳۲).

در سال های اخیر، مصرف افزون بر نیاز کودهای شیمیایی با اثرات منفی بر سلامت و کیفیت خاک همراه بوده و علاوه بر معضلات زیست محیطی، بازده اقتصادی تولید محصول را به دلیل قیمت بالای کودهای معدنی کاهش داده است (۳). این امر توجه پژوهشگران سراسر دنیا به روش های کشاورزی پایدار، سازگار با محیط زیست و جایگزینی کودهای معدنی با کودهای آلی و زیستی را افزایش داده است (۵، ۱۰، ۱۶، ۱۴). مصرف انحصاری کودهای شیمیایی باعث تخریب ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک در درازمدت می گردد، در حالی که کودهای آلی با افزایش قابلیت دسترسی

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۲۵ درجه شرقی و ارتفاع ۵ متر بالاتر از سطح دریا واقع شده است. آب و هوای شهر گرگان گرم و مرطوب است. میانگین بارندگی سالانه ۴۵۰-۵۰۰ میلی متر، میانگین رطوبت نسبی سالانه ۷۱ درصد و میانگین سالیانه دمای هوا ۱۴ درجه سانتی گراد می باشد. قبل از آزمایش، از عمق ۰-۳۰ سانتی متری خاک مزرعه تحقیقاتی نمونه مرکب برای اندازه گیری ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آن تهیه شد (جدول ۱).

بافت خاک به روش هیدرومتری (۱۹)، pH و قابلیت هدایت الکتریکی خاک در عصاره اشباع به ترتیب با استفاده از pH-متر و دستگاه هدایت سنج الکتریکی دیجیتال در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (۲۳). کربن آلی با استفاده از پتاسیم دی کرومات به روش واکلی-بلاک (۴۰)، کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید و تیتراسیون با هیدروکسید سدیم (۳۳)، نیتروژن کل با روش کجلدال (۹)، فسفر قابل جذب توسط عصاره گیری با بی کربنات سدیم ۰/۵ نرمال و به روش رنگ آبی در طول موج ۶۸۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (۴۲)، پتاسیم قابل جذب با استات آمونیوم یک نرمال (pH=7) عصاره گیری و با دستگاه فلیم فتومتر قرائت شد (۲۷). برای عصاره گیری عناصر کم مصرف از روش عصاره گیری با DTPA-TEA استفاده شد (۳۱) و غلظت عناصر با دستگاه جذب اتمی قرائت گردید. آزمایش مزرعه ای در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با شش تیمار (مطابق جدول ۲).

و سه تکرار اجرا شد. کرت های آزمایشی متشکل از ۴ ردیف ۴ متری، با فاصله ۶۰ سانتی متری بین ردیف ها و فاصله ۲۵ سانتی متری بین بوته ها بود. فاصله بین کرت ها ۶۰ سانتی متر و فاصله بین تکرارها (بلوک) ۲ متر در نظر گرفته شد. نشاء های کلزا رقم هیولا ۵۰، در سینی هایی که شامل ۱ واحد خاک زراعی + ۱ واحد کود دامی پوسیده + ۲ واحد ماده گیاهی پوسیده بود، آماده شدند. ۱۰ روز بعد از کاشت هر روز یک بار در یکی از دفعات آبیاری از محلول ۲ در هزار کود اوره و یک بار هم از محلول ۲ در هزار کودهای کامل برای تغذیه بهتر نشاء استفاده شد. ویژگی های کودهای مرغی و کمپوست مصرفی در

عملکرد مورد انتظار و در عین حال، کاهش اثرات مخرب زیست محیطی کودهای شیمیایی باشد (۳، ۲۰). در مصرف تلفیقی، کودهای شیمیایی با قابلیت دسترسی سریع برای گیاهان کمبود عناصر غذایی را برطرف می کند، از سوی دیگر معدنی شدن کودهای آلی ویژگی های زیستی و فیزیکوشیمیایی خاک را نیز بهبود داده و در طی زمان عملکرد افزایش می یابد (۱۳، ۴۱). الصباغ و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که بهترین درصد روغن و عملکرد دانه کلزا با حفظ محیط زیست در تیمار تلفیقی مصرف کمپوست (۶ تن در هکتار) و کود نیتروژنی (۷۲ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) حاصل شد. علی و همکاران^۱ (۲۰۱۱) اظهار داشتند که گیاهان کلزا در مصرف تلفیقی کود شیمیایی نیتروژن با کود کمپوست و کود زیستی، بهترین عملکرد را داشتند. زهری و محمدین (۲۰۲۰) در بررسی اثر مصرف جداگانه و تلفیقی کودهای شیمیایی، کمپوست و کود زیستی بر عملکرد سه دانه روغنی، سویا، آفتابگردان و کلزا نشان دادند که مصرف تلفیقی ۵۰٪ کود شیمیایی + ۵۰٪ کود زیستی بدون اختلاف معنی دار با مصرف ۱۰۰٪ کود شیمیایی، بیشترین عملکرد دانه را در هر سه گیاه داشت.

اطلاعات کمی در مورد استفاده از کودهای آلی و زیستی در تولید کلزای نشائی وجود دارد. تحقیقات جامعی در مورد ارقام کلزا و نقش تیمارهای مختلف کودی به ویژه مصرف تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی در عملکرد کلزا نشائی در منطقه گلستان صورت نگرفته است. همچنین با توجه به اینکه کشت کلزا در زمستان در منطقه گلستان معمولاً بخشی از نیازهای کشور به کلزا را در تامین می نماید، مطالعه حاضر با هدف بررسی اثر مصرف تلفیقی کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر رشد و عملکرد کلزا نشائی انجام شد.

مواد و روش ها

آزمایش مزرعه ای از مهرماه ۱۳۹۸ تا اردیبهشت ۱۳۹۹ در اراضی ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله شهر گرگان (گرگان، شمال ایران) انجام شد. ایستگاه تحقیقات کشاورزی عراقی محله در ۶ کیلومتری شمال شهر گرگان با عرض

ادیم و همکاران: بررسی عملکرد و اجزای عملکرد کلزای...

جدول (۳) آورده شده است. کودهای آلی بر اساس محتوای نیتروژن کل آن‌ها و معادل نیتروژن خالص توصیه شده بر اساس قابلیت دسترسی برای گیاه محاسبه شد.

جدول (۱) برخی از ویژگی‌های فیزیکی - شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه

Table (1) Some physico-chemical properties of soil in the studied region

بافت (Soil texture)	سیلت (Silt)	رس (Clay)	شن (Sand)	کربنات کلسیم معادل (Equivalent calcium carbonate)	کربن آلی (Organic carbon)	روی قابل جذب (Available Zn)	آهن قابل جذب (Available Fe)	پتاسیم قابل جذب (Available K)	فسفر قابل جذب (Available P)	نیتروژن کل (Total N)	قابلیت هدایت الکتریکی (Electrical conductivity)	واکنش خاک (pH)
			%			mg/kg				%	dS m ⁻¹	-
لومی سیلتی (Silt loam)	51.1	24.8	24.1	20.3	1.3	0.41	7.3	310	9.9	0.12	1.48	7.9

جدول (۲) تیمارهای آزمایش

Table (2) Experimental treatments

تیمارها (Treatments)	توصیف (Description)
T1	شاهد بدون کود (Control)
T2	کود شیمیایی (Chemical fertilizer)
T3	کود پلت مرغی (Poultry manure)
T4	کود کمپوست (Compost)
T5	کود شیمیایی ۵۰٪+ کود مرغی ۵۰٪+ کود کمپوست ۵۰٪ (50% Chemical fertilizer+ 50% Poultry manure+ 50% Compost)
T6	کود شیمیایی ۵۰٪+ کود مرغی ۵۰٪+ کود کمپوست ۵۰٪+ کود زیستی بایوفارم ۱ (50% Chemical fertilizer+ 50% Poultry manure+ 50% Compost+ Biofarm 1) (biofertilizer)

جدول (۳) برخی ویژگی‌های شیمیایی کود مرغی و کمپوست مورد استفاده

Table (3) Some chemical properties of poultry manure and compost used in the experiment

پ‌هاش (pH, 1:10)	قابلیت هدایت الکتریکی (EC, 1:10)	کربن آلی (Organic carbon)	نیتروژن کل (Total N)	فسفر کل (Total P)	پتاسیم کل (Total K)	آهن کل (Total Fe)	روی کل (Total Zn)	مس کل (Total Cu)	منگنز کل (Total Mn)
	dS m ⁻¹		%						
8.4	7.7	19.12	1.4	1.3	1.3	5170	175	62	291
7.2	3.93	18.6	1.2	0.42	0.71	1205	63.3	23.4	111

ترازوی دیجیتال توزین گردید. درصد روغن دانه به روش استخراج گرم و استفاده از ماده حلال روغن (ان هگزان) با دستگاه استخراج گر سوکسله اندازه گیری گردید (۷). برای تعیین میزان پروتئین دانه از روش بردفورد استفاده گردید (۸). شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه SPAD مدل SPAD-502 اندازه گیری شد.

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش، ضمن رعایت پیش فرض‌های لازم مانند نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز با نرم افزار Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که صفات عملکرد و اجزای عملکرد مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای کودی قرار گرفتند و بین تیمارهای کودی مختلف در سطح یک درصد، تفاوت معنی دار وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین تعداد غلاف در بوته (شکل A-1) نشان داد، تیمارهای مصرف تلفیقی کود شیمیایی + کودهای آلی و زیستی (T6) و کود شیمیایی + کودهای آلی (T5) بدون اختلاف معنی دار و با بیشترین تعداد غلاف، نسبت به تیمار شاهد افزایش ۳۷/۶ و ۳۷/۳ درصدی داشتند. بررسی‌ها نشان داده است که کاربرد کودهای نیتروژن دار و تلقیح بذر با باکتری‌های آزوسپریلوم و ازتوباکتر نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش تعداد غلاف در کلزا می‌شود (۵۸)، که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. تعداد غلاف یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده دانه محسوب می‌شود. این ویژگی شامل تعداد دانه‌ها و نیز تولید کننده مواد مورد نیاز برای افزایش وزن دانه‌ها می‌باشد. بنابراین، افزایش تعداد غلاف همبستگی قوی با افزایش تعداد دانه دارد (۴۷). در پژوهش حاضر، همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف (** $r=0.791$) وجود داشت.

کود شیمیایی بر اساس آزمون خاک؛ نیتروژن معادل ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در سه مرحله به هنگام کشت، ساقه‌روی، قبل از گل دهی؛ فسفر معادل ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل؛ پتاسیم معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم، کود پلت مرغی بر اساس معادل توصیه کود نیتروژن خالص در آزمون خاک با فرض ۵۰ درصد معدنی شدن در خاک (۱۱۵ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار معادل ۱۶/۵ تن کود مرغی در هکتار)، کود کمپوست بر اساس معادل توصیه کود نیتروژن خالص در آزمون خاک با فرض ۵۰ درصد معدنی شدن در خاک (۱۱۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص معادل ۱۹/۵ تن کود کمپوست در هکتار)، کود زیستی بیوفارم ۱ حاوی باکتری‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر، گونه‌های مختلف سودومونانس با تراکم حداقل (2×10^7 CFU/ml) بر اساس توصیه شرکت سازنده (۱ لیتر در بذر مصرفی یک هکتار) به صورت بذر مال و محلول‌دهی پای بوته در دو مرحله ۴ تا ۸ برگی و ساقه‌روی اعمال شد. عملیات کنترل علف‌های هرز به صورت وجین دستی و در یک نوبت انجام شد. آبیاری بر اساس نیاز گیاه و در مراحل مهم فنولوژیکی (ساقه‌دهی، گل‌دهی، غلاف‌بندی و پرشدن دانه) انجام شد. پس از رسیدگی فیزیولوژیکی (در اواخر اردیبهشت ۱۳۹۹) زمانی که بیش از ۹۰ درصد غلاف‌های کلزا رنگ زرد به خود گرفتند، همه تیمارهای آزمایشی به طور جداگانه برداشت و عملکرد و اجزای عملکرد آنها ثبت شد. با حذف دو خط کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت و برداشت ۲ خط وسط در هر کرت، بذرهای از غلاف‌ها جدا گردیده و توسط ترازوی حساس توزین شدن، سپس عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر مبنای رطوبت دانه ۱۰ درصد محاسبه شد. تعداد غلاف در بوته، طول غلاف و تعداد دانه در غلاف از طریق شمارش ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی تعیین گردید. برای تعیین وزن هزاردانه از محصول دانه هر کرت، در سه تکرار دانه‌هایی انتخاب و با استفاده از دستگاه بذر شمار (CONTADOR)، شمارش و سپس میانگین وزن هزاردانه با

جدول (۴) تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا
 Table (4) Analysis of variance for the effect of different fertilizer sources on rapeseed agrobiological properties.

روغن دانه (Seed oil)	پروتئین دانه (Seed protein)	عملکرد دانه (Seed yield)	وزن هزار دانه (1000-seed weight)	شاخص کلروفیل (Chlorophyll index)	طول غلاف (Pod length)	تعداد دانه در غلاف (Number of seeds per pod)	تعداد غلاف در بوته (Pods per plant)	درجه آزادی (Df)	منبع تغییر (Source of variation)
0.704 ^{ns}	1.592 ^{ns}	108759.602 ^{ns}	0.017 ^{ns}	100.886 ^{ns}	0.089 ^{ns}	0.169 ^{ns}	992.822 ^{ns}	2	بلوک (Block)
6.001 ^{**}	56.548 ^{**}	1093335.718 ^{**}	0.374 ^{**}	247.343 ^{**}	2.087 ^{**}	22.594 ^{**}	19652.768 ^{**}	5	تیمار (Treatment)
0.21	0.567	78837.593	0.033	30.683	0.054	1.358	1105.756	10	خطا (Error)
1.03	2.92	8.74	5.11	9.74	4.24	4.96	8.55	-	ضریب تغییرات (CV %)

* و ** یعنی در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی دار است.

*And ** means that it is significant at the probability level of 5 and 1%.

درصدی داشتند (شکل ۱-D). با توجه به نقش کلیدی عناصری مانند نیتروژن، آهن و منیزیم در ساختمان کلروفیل، به نظر می‌رسد تامین این عناصر بویژه نیتروژن دلیل اصلی افزایش کلروفیل برگ باشد. افزایش شاخص کلروفیل در اثر کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی از جمله کلزا (۳۵)، بابونه (۴۹)، ذرت (۲۵)، سورگوم دانه‌ای (۴)، گزارش شده است. در تحقیق حاضر، به نظر می‌رسد که کاربرد کود آلی و زیستی به صورت تلفیقی با کود شیمیایی با تامین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، تولید مواد محرک رشد، افزایش جمعیت ریزجانداران تقویت کننده رشد گیاه و همچنین دسترسی و جذب کاراتر عناصر غذایی بویژه عناصر کم مصرف، منجر به افزایش شاخص کلروفیل برگ شده‌اند.

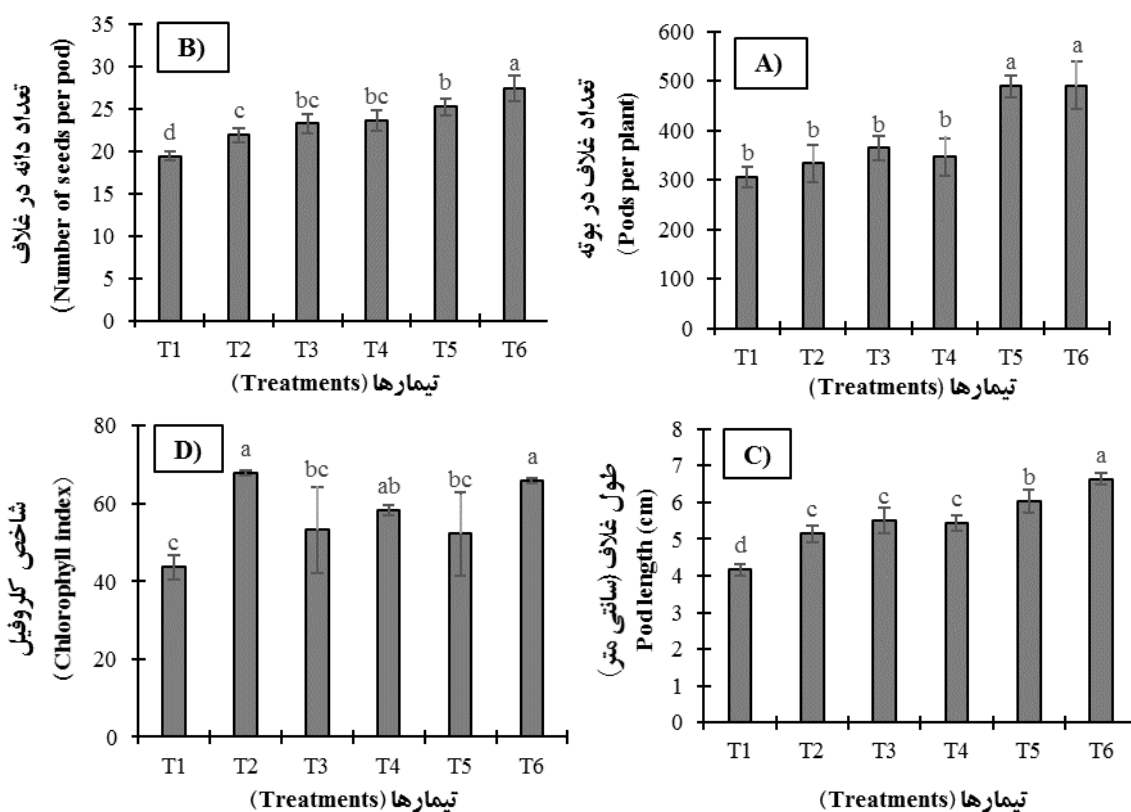
تیمارهای مصرف تلفیقی کود شیمیایی + کودهای آلی و زیستی (T6) و کود شیمیایی + کودهای آلی (T5) بدون اختلاف معنی داری موثرترین تیمارهای کودی در افزایش وزن هزار دانه در مقایسه با سایر تیمارها بودند (شکل A-۲). کمترین وزن هزار دانه (۳/۲ گرم) در تیمار شاهد بود

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اثر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی و زیستی تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در غلاف داشت (شکل ۱-B). بیشترین تعداد دانه در غلاف (۲۷/۴) و طول غلاف (۶/۶۳ سانتی متر) در مصرف تلفیقی کود شیمیایی + کودهای آلی و زیستی (T6) و کمترین آن‌ها به ترتیب (۱۹/۴ و ۴/۱۶) مربوط به تیمار شاهد (T1) بود که اختلاف ۲۹/۲ و ۳۷/۲ درصدی داشتند (شکل ۱-B و ۱-C). اختلاف معنی داری بین تیمار T6 و سایر تیمارهای از نظر تعداد دانه در غلاف و طول غلاف وجود داشت ($p < 0.05$). تعداد دانه در غلاف یکی از صفات تعیین کننده عملکرد محسوب می‌شود. هرچه تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد، مخزن بزرگتری برای مواد فتوسنتزی تولید شده توسط گیاه ایجاد می‌شود که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می‌گردد.

تیمارهای کود شیمیایی (T2) و مصرف تلفیقی کود شیمیایی + کودهای آلی و زیستی (T6) بیشترین اثر مثبت را بر شاخص کلروفیل در مقایسه با سایر تیمارهای کودی و شاهد (با کمترین مقدار، ۴۳/۶۶) داشتند. تیمارهای T2 و T6 نسبت به شاهد به ترتیب افزایش ۳۵/۶ و ۳۳/۷

گیاه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در طول مدت پرشدن دانه باشد. افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس به وسیله کاربرد کودهای شیمیایی و کودهای زیستی توانسته است تا حد زیادی به افزایش وزن هزار دانه منجر شود. در گزارشات مختلف، افزایش وزن هزار دانه گیاهان مختلف مانند سفالاریای سوریه (۴۵)، برنج (۵۲) و شویید (۲۱) و کلزا (۱۴) توسط کاربرد کودهای زیستی، آلی و شیمیایی گزارش شده است.

که با تیمارهای کود شیمیایی (T2)، کود مرغی (T3) و کمپوست (T4) تفاوت معنی دار نداشت ($p < 0.05$). در بررسی تأثیر کودهای زیستی + کودهای شیمیایی بر عملکرد و اجزای عملکرد لوبیا چیتی مشخص گردید که بیشترین وزن هزار دانه از تیمار حاوی ۵۰ درصد اوره شیمیایی و سوپرفسفات سه گانه + نیتروکسین و کود زیستی بیوسوپرفسفات (مجموعه‌ای از باکتری‌های حل کننده فسفات) به دست می‌آید (۱). افزایش وزن هزار دانه با توجه به افزایش طول دوره پرشدن دانه قابل توجه بوده و می‌تواند بیانگر تأثیر باکتری‌های افزایش دهنده رشد



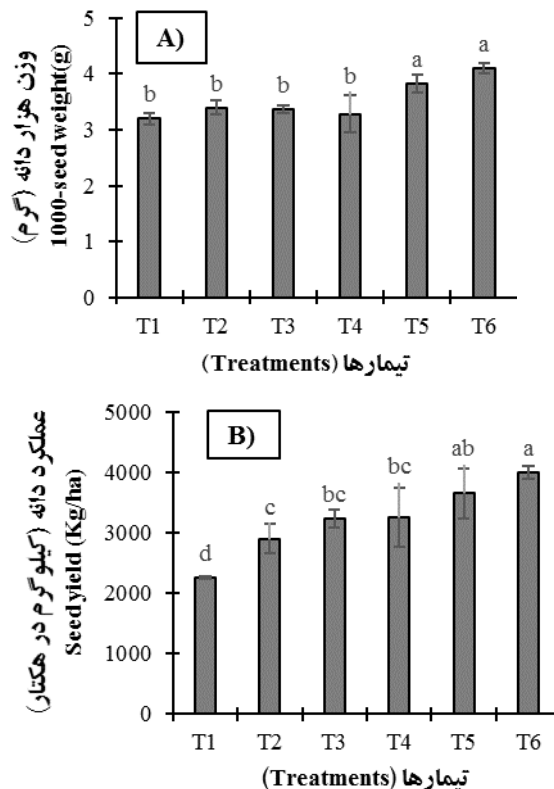
شکل (۱) اثر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد غلاف در دانه (A)، تعداد دانه در غلاف (B)، طول غلاف (C)، و شاخص کلروفیل (D). میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی دار ندارند.

Figure (1) The effect of different fertilizer treatments on pods per plant (A), number of seeds per pod (B), pod length (C) and chlorophyll index (D).

Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

در هکتار) کاهش ۴۳/۷ و ۳۸/۳ درصدی نسبت به این تیمارها داشت. اثرات مثبت مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی-آلی^۱ می‌تواند در ارتباط با افزایش مقدار ماده آلی خاک و بهبود ویژگی‌های فیزیکی آن مانند ظرفیت نگهداری آب در خاک یا بهبود قابلیت دسترسی عناصر غذایی و نیز تعادل در قابلیت دسترسی زیستی به عناصر کم‌مصرف و پرمصرف خاک باشد، که افزایش فتوسنتز گیاه و افزایش عملکرد را در پی خواهد داشت (۴۵). کود زیستی مورد استفاده حاوی باکتری‌های آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و گونه‌های مختلف سودوموناس بود که این ریزجانداران می‌توانند از طریق سازوکارهای متعددی مانند تثبیت نیتروژن، تولید مواد محرک رشد (اکسین) یا اسیدهای آلی، افزایش جذب عناصر غذایی یا حفاظت گیاه در برابر عوامل بیماریزا، رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی گیاه را بهبود داده و منجر به افزایش عملکرد در واحد سطح شوند (۲۲). همچنین، کودهای آلی نه تنها رشد گیاه را بواسطه تامین عناصر غذایی تقویت می‌کنند، بلکه با بهبود ساختمان خاک، حاصلخیزی خاک، ظرفیت نگهداری آب، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، pH، فعالیت میکروبی و توسعه ریشه تولید محصول را افزایش می‌دهند (۳۶). گزارش شده است که استفاده یکپارچه از نیتروکسین و کود شیمیایی نیتروژن باعث بهبود عملکرد زیستی گیاه بادیان رومی (*Pimpinella anisum*) شده و میزان کوددهی نیتروژن را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد (۶). با توجه به تأثیر کاربرد مخلوط کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه کلزا، می‌توان ادعا کرد که این مخلوط باعث بهبود مقدار مواد آلی خاک می‌شود و با تأثیر بر رطوبت و جذب، نگهداری و در دسترس‌پذیری مواد مغذی اجزا عملکرد گیاه را افزایش می‌دهد (۱۱، ۴۳).

بیشترین پروتئین (۳۰/۹۳ درصد) از گیاهان تیمار شده با مصرف تلفیقی کود شیمیایی+ کودهای آلی و زیستی



شکل (۲) اثر تیمارهای مختلف کودی بر وزن هزار دانه (A) و عملکرد دانه (B).

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure 2 The effect of different fertilizer treatments on 1000-seed weight (A) and seed yield (B). Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

نتایج به دست آمده (جدول ۲-B) نشان داد که عملکرد دانه در هنگام کوددهی گیاهان کلزا با مخلوطی از کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بیشتر بود. بیشترین عملکرد دانه (۳۹۹۰/۷۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف تلفیقی کود شیمیایی+ کودهای آلی و زیستی (T6) بود که با تیمار مصرف تلفیقی کود شیمیایی+ کودهای آلی (T5) تفاوت معنی‌دار نداشت ($p < 0.05$). بنابراین استفاده یکپارچه از منابع مختلف کود تأثیر مشابهی بر عملکرد دانه داشت. تیمار شاهد (T1) با کمترین عملکرد دانه (۲۲۴۸/۳۷ کیلوگرم

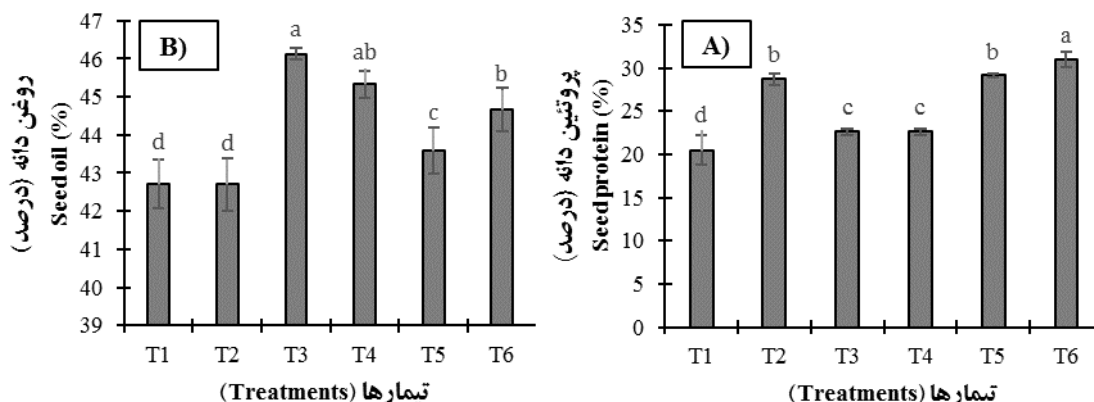
پروتئین‌ها مصرف می‌شود و در نتیجه سنتز اسیدهای چرب و روغن کاهش می‌یابد (۴۸). نتایج ما نیز نشان داد، افزایش درصد روغن دانه در تیمار کودهای آلی با کاهش درصد پروتئین دانه در این تیمارها همراه بوده است.

نتایج تحقیقات پژوهشگرها نشان می‌دهد استفاده از کودهای آلی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌تواند موجب بهبود جذب مواد مغذی در گیاهان شود و تأثیر استفاده از کود آلی و کاهش کود شیمیایی به مدت دو سال بیشترین بوده است. این امر احتمالاً به این دلیل است که کودهای آلی با نگهداری آب، محیط مناسبی را برای فعالیت باکتری‌ها و جذب کودهای شیمیایی فراهم می‌کنند (۵۶). در مطالعه‌ای مشخص گردید که فراوانی باکتری‌ها با استفاده ترکیبی از کودهای شیمیایی و آلی افزایش می‌یابد (۵۳).

در مطالعات مختلف، کاربرد تلفیقی کود شیمیایی، آلی و زیستی جهت بهبود جوانه‌زنی و رشد برنج (۴۶)، بهبود زیست توده، عملکرد و روغن گیاه بومادران (۵۰)، بهبود رشد، فتوسنتز و عملکرد ذرت شیرین (۵۷)، خواص روغن کلزا (۲۴)، کیفیت دانه کلزا (۳۲)، بهبود ویژگی‌های رشدی و عملکرد کلزا (۱۷، ۲۶، ۳۰، ۳۵، ۳۸، ۳۹)، ویژگی‌های خاک و رشد نخود کفتری (سودانی) (۵) گزارش شده است.

(T6) حاصل شد (شکل ۳-A). سپس تیمارهای T5 و T2 به ترتیب با میانگین (۲۹/۱۱ و ۲۸/۶۸ درصد) در رتبه بعدی بیشترین درصد پروتئین قرار گرفتند. تیمار شاهد کمترین مقدار پروتئین (۲۰/۴۷ درصد) را به خود اختصاص داد، که کاهش ۳۳/۸ درصدی نسبت به تیمار T6 داشت. علی و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند محتوای پروتئین دانه با مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی، کمپوست و کود زیستی به طور قابل توجهی افزایش یافت. آن‌ها نتیجه گرفتند با مایه‌زنی بذرهای گیاه کلزا توسط باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به همراه مصرف کود کمپوست می‌توان نیمی از کود نیتروژن شیمیایی توصیه شده را جایگزین کرد. ماجومدر و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش دادند، مصرف تلفیقی مقادیر توصیه‌شده کود شیمیایی NPK با کود آلی مزرعه‌ای و عناصر غذایی روی و گوگرد، پروتئین دانه و عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با مصرف جداگانه کودهای شیمیایی و آلی داشت. زیرا با مصرف کود شیمیایی نیتروژنی، قابلیت دسترسی نیتروژن بهبود یافته و این امر منجر به تولید پروتئین بیشتر می‌شود.

گیاهان تیمار شده با کود مرغی (T3) بیشترین درصد روغن (۴۶/۱۳ درصد) را بدون اختلاف معنی‌دار با کود کمپوست (T4) تولید کردند. حداقل درصد روغن در تیمار کود شیمیایی (T2) و شاهد (T1) با میانگین ۴۲/۷ درصد بود که کاهش ۷/۴ درصدی را نسبت به T3 داشتند (شکل ۳-B). کاربرد کود مرغی و کمپوست به صورت منفرد در مقایسه با مصرف تلفیقی با کود شیمیایی باعث افزایش درصد روغن دانه کلزا گردید. همچنین تیمارهای مصرف تلفیقی باعث افزایش درصد روغن دانه در مقایسه با تیمار شاهد و کود شیمیایی شدند. گزارش شده است، کود نیتروژنی اغلب غلظت روغن دانه را از طریق رابطه معکوس بین نیتروژن دانه (پروتئین) و غلظت روغن، کاهش می‌دهد (۲۹، ۴۸، ۵۴). زیرا، با مصرف نیتروژن، کربوهیدرات‌های بیشتری برای سنتز اسیدهای آمینه و



شکل (۳) اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد پروتئین (A) و روغن دانه (B).

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد ($P \leq 0.05$) اختلاف معنی‌دار ندارند.

Figure (3) The effect of different fertilizer treatments on seed protein (A and oil percentage (B). Means followed by the same letters are not significantly different according to LSD-test at $P \leq 0.05$

شرایط فیزیکی و تغذیه ای گیاه بوده است. با توجه به رویکرد فعلی به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای کاهش آلودگی منابع آب زیرزمینی و ورود آلاینده های معدنی به زنجیره غذایی و نیز افزایش بهره وری مصرف کودهای شیمیایی و تولید محصول بیشتر، توصیه می شود از مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای زیستی و آلی به عنوان رهیافت مهمی در جهت دستیابی به کشاورزی پایدار، استفاده شود.

از آنجایی که برای کاربرد گسترده مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه به دانش بیشتری در زمینه انواع مواد آلی، مقدار مناسب جایگزین برای کودهای شیمیایی، زمان و دوره مصرف کودهای آلی برای محصولات مختلف، شرایط متفاوت خاک و اقلیم هر منطقه، پیشنهاد می شود مطالعات بیشتری در این زمینه صورت گیرد.

نتیجه گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی بیشترین اثر مثبت را بر عملکرد و اجزای عملکرد داشت و غالباً اختلاف معنی داری با تیمارهای مصرف جداگانه کودهای شیمیایی و آلی (T2، T3 و T4) نشان دادند. بنابراین استفاده ترکیبی از کودهای شیمیایی و زیستی-آلی نسبت به مصرف فقط کودهای شیمیایی گزینه بهتری برای افزایش عملکرد و اجزای عملکرد کلزای نشایی است. بیشترین تعداد غلاف در بوته، طول غلاف، تعداد دانه در غلاف، شاخص کلروفیل، مقدار پروتئین، وزن هزار دانه و عملکرد دانه مربوط به مصرف تلفیقی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی (T5 و T6) بود، بنابراین می توان استنباط کرد که کاربرد مخلوط کودهای آلی، زیستی و شیمیایی یک رویکرد موثر برای اصلاح حاصلخیزی خاک، بهبود

References

- Alami-Milani, M., Amini, R., and Bandehagh, A. 2015. Effect of bio-fertilizers and combination with chemical fertilizers on grain yield and yield components of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 24: 15–29.
- Ali, M.E., Fathi, A.I., Mohamed, O.H., and El-Edfawy, Y.M. 2011. Response of canola productivity and quality to bio-organic and inorganic N-fertilizers. Journal of Soil Sciences and Agricultural Engineering Mansoura University, 2(12): 1255-1272.

3. Al-Suhaibani, N., Selim, M., Alderfasi, A., and El-Hendawy, S. 2021. Integrated application of composted agricultural wastes, chemical fertilizers and biofertilizers as an avenue to promote growth, yield and quality of maize in an arid agro-ecosystem. *Sustainability*, 13: 7439. <https://doi.org/10.3390/su13137439>.
4. Amujoyegbe, B.J., Opabode, J.T., and Olayinka, A. 2007. Effect of organic and inorganic fertilizer on yield and chlorophyll content of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *African Journal of Biotechnology*, 6(16). <https://doi.org/10.5897/AJB2007.000-2278>
5. Ansari, R.A., and Mahmood, I. 2017. Optimization of organic and bio-organic fertilizers on soil properties and growth of pigeon pea. *Scientia Horticulturae*, 226: 1–9.
6. Awad, N.M., Turkey, A.S., and Mazhar, A.A. 2005. Effects of bio-and chemical nitrogenous fertilizers on yield of anise (*Pimpinella anisum* L.) and biological activities of soil irrigated with agricultural drainage water. *Egyptian Journal of Soil Science*, 45(3): 265–278.
7. Bell, M.J., Harch, G., and Wright, G.C. 1991. Plant population studies on peanut (*Arachis hypogaea* L.) in subtropical Australia. 1. Growth under fully irrigated conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 31(4): 535–543.
8. Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72(1–2): 248–254.
9. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-Total. In Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. (eds.), *Methods of soil analysis Part 2: Chemical and microbiological properties*. American Society of Agronomy, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. pp: 595-624.
10. Chew, K.W., Chia, S.R., Yen, H.W., Nomanbhay, S., Ho, Y.C., and Show, P.L. 2019. Transformation of biomass waste into sustainable organic fertilizers. *Sustainability*, 11(8): 2266.
11. Darzi, M.T., Seyedhadi, M.H., and Rejali, F. 2012. Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2): 215–219.
12. Downey, R.K., and Bell, J.M. 1990. New developments in canola research. In *Canola and Rapeseed*. Springer. pp: 37–46.
13. Eche, N.M., Iwuafor, E.N., Amapui, I.Y., and Burns, M.V. 2013. Effects of application of organic and chemical amendments in a continuous cropping system for 10 years on chemical and physical properties of an Alfisol in Northern Guinea Savanna Zone. *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 1: 116–27.
14. El Sabagh, A., Omar, A.E., Saneoka, H., and Barutçular, C. 2015. Evaluation agronomic traits of canola (*Brassica napus* L.) under organic, bio-and chemical fertilizers. *Dicle University Journal of the Institute of Natural and Applied*, 4(2): 59–67.
15. El Sayed, S., Hellal, F., and Abdel-Kader, H.H. 2021. Growth and yield production of canola as affected by organic and mineral fertilizers application under drought stress conditions. *Annual Research and Review in Biology*, 36(1): 1-13. <https://doi.org/10.9734/arrb/2021/v36i130328>.
16. Faria, W.M., Figureueiredo, C.C.de., Coser, T.R., Vale, A.T., and Schneider, B.G. 2018. Is sewage sludge biochar capable of replacing inorganic fertilizers for corn production? Evidence from a two-year field experiment. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 64(4): 505–519.

17. Feizabadi, A., Noormohammadi, G., and Fatehi, F. 2021. Changes in growth, physiology, and fatty acid profile of rapeseed cultivars treated with vermicompost under drought stress. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(1): 200–208.
18. Fridrihsone, A., Romagnoli, F., and Cabulis, U. 2020. Environmental life cycle assessment of rapeseed and rapeseed oil produced in Northern Europe: A Latvian case study. *Sustainability*, 12(14): 5699. <https://doi.org/10.3390/su12145699>.
19. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. In Klute, A. (ed.), *Method of Soil Analysis*. part 1. 2th Ed: Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA. pp: 383-411.
20. Habteweld, A., Brainard, D., Kravchencko, A., Grewal, P.S., and Melakeberhan, H. 2020. Effects of integrated application of plant-based compost and urea on soil food web, soil properties, and yield and quality of a processing carrot cultivar. *Journal of Nematology*, 52: e2020-111. doi: 10.21307/jofnem-2020-111
21. Hashemzadeh, F., Mirshekari, B., Khoei, F. R., Yarnia, M., and Tarinejad, A. 2013. Effect of bio and chemical fertilizers on seed yield and its components of dill (*Anethum graveolens* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(3): 111–117.
22. Hassan, F.A.S., Ali, E.F., and Mahfouz, S.A. 2012. Comparison between different fertilization sources, irrigation frequency and their combinations on the growth and yield of coriander plant. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3): 600–615.
23. Jackson, M.L. 1967. *Soil Chemical Analysis*. Prentice Hall of India Private Limited, New Delhi. 205p.
24. Kachel-Jakubowska, M., Sujak, A., and Krajewska, M. 2018. Effect of fertilizer and storage period on oxidative stability and color of rapeseed oils. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(2): 699–708.
25. Khadem, S.A., Galavi, M., Ramrodi, M., Mousavi, S.R., Rousta, M.J., and Rezvani-Moghadam, P. 2010. Effect of animal manure and superabsorbent polymer on corn leaf relative water content, cell membrane stability and leaf chlorophyll content under dry condition. *Australian Journal of Crop Science*, 4(8): 642–647.
26. Khan, Z., Zhang, K., Khan, M.N., Fahad, S., Xu, Z., and Hu, L. 2020. Coupling of biochar with nitrogen supplements improve soil fertility, nitrogen utilization efficiency and rapeseed growth. *Agronomy*, 10(11): 1661. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111661>.
27. Knudsen, D., Peterson, G.A., and Pratt, P.F. 1982. Lithium, Sodium and potassium. In Page, A.L. et al (eds.), *Methods of soil analysis Part 2*. American society of agronomy, Madison. WI. pp: 225-246
28. Konuskan, D.B., Arslan, M., and Oksuz, A. 2019. Physicochemical properties of cold pressed sunflower, peanut, rapeseed, mustard and olive oils grown in the Eastern Mediterranean region. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(2): 340–344.
29. Laleh, S., Jami Al-Ahmadi, M., Parsa, S. 2021. Response of hemp (*Cannabis sativa* L.) to integrated application of chemical and manure fertilizers. *Acta Agriculturae Slovenica*, 117(2): 1-15.
30. Li, S., Zhao, X., Ye, X., Zhang, L., Shi, L., Xu, F., and Ding, G. 2020. The effects of condensed molasses soluble on the growth and development of rapeseed through seed germination, hydroponics and field trials. *Agriculture*, 10(7): 260. <https://doi.org/10.3390/agriculture10070260>

31. Lindsay, W.L., and Norvell, W.A. 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese, and copper. *Soil science society of America journal*, 42(3): 421-428.
32. Liu, X., Yang, Y., Deng, X., Li, M., Zhang, W., and Zhao, Z. 2017. Effects of sulfur and sulfate on selenium uptake and quality of seeds in rapeseed (*Brassica napus* L.) treated with selenite and selenate. *Environmental and Experimental Botany*, 135: 13–20.
33. Loeppert, R.H., and Suarez, G.L. 1996. Carbonates and gypsum. In Sparks, D.L. (ed.), *Methods of Soil Analysis Part 3. 2th Ed: Chemical methods*. Madison Wisconsin, USA. pp: 437-474 .
34. Majumder, S., Halder, T.K., and Saha, D. 2017. Integrated nutrient management of rapeseed (*Brassica campestris* L. var. Yellow sarson) grown in a typic haplaquept soil. *Journal of Applied and Natural Science.*, 9(2): 1151-1156 .
35. Mamnabi, S., Nasrollahzadeh, S., Ghassemi-Golezani, K., and Raei, Y. 2020. Improving yield-related physiological characteristics of spring rapeseed by integrated fertilizer management under water deficit conditions. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(3): 797–804.
36. Massoud, H.A.Y., Dawa, K.K., El-Gamal, S., and A Karkash, S.H. 2019. Response of (*Petroselinum sativum* Hoffm.) to organic, bio-fertilizer and some foliar application. *Journal of Plant Production*, 10(12): 1149–1161.
37. McKeivith, B. 2005. Nutritional aspects of oilseeds. *Nutrition Bulletin*, 30(1): 13–26.
38. Naderi, R., Bijanzadeh, E., and Egan, T.P. 2020. The effect of organic and chemical fertilizers on oilseed rape productivity and weed competition in short rotation. *Journal of Plant Nutrition*, 43(16): 2403–2410.
39. Naveed, M., Sajid, H., Mustafa, A., Niamat, B., Ahmad, Z., Yaseen, M., Kamran, M., Rafique, M., Ahmar, S., and Chen, J.T. 2020. Alleviation of salinity-induced oxidative stress, improvement in growth, physiology and mineral nutrition of canola (*Brassica napus* L.) through calcium-fortified composted animal manure. *Sustainability*, 12(3): 846. <https://doi.org/10.3390/su12030846>
40. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In Page, A.L. et al (eds.), *Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and microbiological properties 2nd Edition*. Agronomy Series No. 9, ASA SSSA, Madison. pp: 961-1010.
41. Odunze, A.C., Jinshui, W., Shoulong, L., Hanhua, Z., Tida, G., Yi, W., and Qiao, L. 2012. Soil quality changes and quality status: a case study of the subtropical China Region Ultisol. *British Journal of Environment and Climate Change*, 2: 37–57.
42. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *Circular*, Washington, DC: US Department of Agriculture, 939: 19.
43. Pedraza, R.O., Bellone, C.H., de Bellone, S.C., Sorte, P.M.F.B., and dos Santos Teixeira, K.R. 2009. *Azospirillum* inoculation and nitrogen fertilization effect on grain yield and on the diversity of endophytic bacteria in the phyllosphere of rice rainfed crop. *European Journal of Soil Biology*, 45(1): 36–43.
44. Poblete-Grant, P.V. 2019. Impact of poultry manure application, alone or combined with phosphate rock on biogeochemical cycling of C and P in grassland soils. *Ecology, environment*. Sorbonne Université; Universidad de la Frontera, Temuco, Chili.
45. Rahimi, A., Siavash Moghaddam, S., Ghiyasi, M., Heydarzadeh, S., Ghazizadeh, K., and Popović-Djordjević, J. 2019. The Influence of chemical, organic and biological fertilizers on agrobiological and

- antioxidant properties of Syrian cephalaria (*Cephalaria Syriaca* L.). Agriculture, 9(6): 122 .
<https://doi.org/10.3390/agriculture9060122>
46. Rajasekaran, S., Sundaramoorthy, P., and Sankar Ganesh, K. 2015. Effect of FYM, N, P fertilizers and biofertilizers on germination and growth of paddy (*Oryza sativa* L.). International Letters of Natural Sciences, 8: 59–65.
47. Rameeh, V. 2012. Ions uptake, yield and yield attributes of rapeseed exposed to salinity stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 12(4): 851–861.
48. Rathke, G.W., Christen, O., and Diepenbrock, W. 2005. Effect of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Research, 94: 103 -113.
49. Salehi, A., Tasdighi, H., and Gholamhoseini, M. 2016. Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) under drought stress and organic fertilizer treatments. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, 6(10): 886–891.
50. Scheffer, M.C., Ronzelli Junior, P., and Koehler, H.S. 1992. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and composition of the essential oil of *Achillea millefolium* L. Acta Horticulturae, 331: 109-114.
51. Selvakumari, I.A., Jayamuthunagai, J., Senthilkumar, K., and Bharathiraja, B. 2020. Biofuels Production from Diverse Bioresources: Global Scenario and Future Challenges. In Biofuels Production–Sustainability and Advances in Microbial Bioresources, Springer. pp: 163–184.
52. Siavoshi, M., Nasiri, A., and Laware, S.L. 2011. Effect of organic fertilizer on growth and yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Agricultural Science, 3(3): 217-224.
53. Sun, R., Zhang, X. X., Guo, X., Wang, D., and Chu, H. 2015. Bacterial diversity in soils subjected to long-term chemical fertilization can be more stably maintained with the addition of livestock manure than wheat straw. Soil Biology and Biochemistry, 88: 9–18.
54. Taylor, A.J., Smith, C.J., and Wilson, I.B. 1991. Effect of irrigation and nitrogen fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water use of canola (*Brassica napus* L.). Fertilizer Research, 29: 249 – 260.
55. Woźniak, E., Waszkowska, E., Zimny, T., Sowa, S., and Twardowski, T. 2019. The rapeseed potential in Poland and Germany in the context of production, legislation, and intellectual property rights. Frontiers in Plant Science, 10: 1423. <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01423>
56. Wu, L., Jiang, Y., Zhao, F., He, X., Liu, H., and Yu, K. 2020. Increased organic fertilizer application and reduced chemical fertilizer application affect the soil properties and bacterial communities of grape rhizosphere soil. Scientific Reports, 10(1): 1–10.
57. Xu, H.L. 2001. Effects of a microbial inoculant and organic fertilizers on the growth, photosynthesis and yield of sweet corn. Journal of Crop Production, 3(1): 183–214.
58. Yasari, E., Azadgoleh, M.A., Mozafari, S., and Alashti, M.R. 2009. Enhancement of growth and nutrient uptake of rapeseed (*Brassica napus* L.) by applying mineral nutrients and biofertilizers. Pakistan Journal of Biological Sciences: PJBS, 12(2): 127–133.

59. Zohry, A.A., and Mohamadian, A.A. 2020. Chemical versus nonchemical fertilizer sources to enhance the yield of three edible oil crops in east El-OWINATE region in Egypt. *Journal of Soils and Crops*, 30 (2): 191-199.



© 2022 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).