

Investigation the effects of Manure and Seed Inoculation with *Azospirillum* Lipiform on Yield and Yield Components of Cumin (*Cuminum cyminum* L)

Zohrab Adavi^{1*}, Hmid Dehghanzadeh Jezi¹

Received: 28 January 2022 Accepted: 22 September 2022

1-Department of agricultural sciences, Payame Noor University (PNU), Iran

*Corresponding Author Email: z_adavi@pnu.ac.ir

Abstract

Background & Objective: Nowadays, to have a sustainable agricultural system, the application of inputs that improve the aspects of ecological systems and reduce environmental hazards are necessary.

Materials & Methods: In order to evaluate the effect of application of manure and growth promoting rhizobacteria on Cumin on yield and yield component, a factorial experiment conducted on the basis of completely randomized block design with three replicates at Payam Noor University of Fereydoonshar in the spring of 2020. Experimental treatments were seed inoculation with biofertilizer at two levels (seed inoculation and no inoculation) and nitrogen manure fertilizer at four levels (0, 10, 20 and 30 ton/ha⁻¹).

Results: With increasing manure consumption from 0 to 30 ton/ha⁻¹ of the recommended, significantly increased plant height, number of branches per plant, number of umbellate per umbel, number of seed per umbel, 1000-seed weight, biological yield and seed yield up to respectively. Also, in comparison with non-inoculation treatment, inoculation treatment increased number of branches per plant, number of umbellate per umbel and 1000- seed weight up to respectively. Mean comparisons for interaction of manure × biofertilizer indicated that the treatment of seed inoculation with consumption of 40 kg/ha⁻¹ recommended manure, produced the highest seed yield.

Conclusion: Yield components increased with increasing levels of manure and the presence of bacteria, but it seems that in soil that is in good condition in terms of nutrients (application of manure), there is not much ground for beneficial effects of bacteria.

Keywords: Bacteria, Seed Inoculation, Yield, Biological Fertilizers

بررسی اثرات کود دامی و تلقیح بذر با آزوسپیریلوم لیپوفروم بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L)

ظهرا ب ادوای^{۱*}، حمید دهقان زاده جزی^۱

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۶/۳۱

۱- گروه علوم کشاورزی، دانشگاه پیام نور، ایران

مسئول مکاتبه: Email: z_adavi@pnu.ac.ir

چکیده

اهداف: برای داشتن یک نظام کشاورزی پایدار، استفاده از نهاده‌هایی که جنبه‌های بوم شناختی را بهبود بخشند و مخاطرات محیطی را کاهش دهند، ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: به منظور ارزیابی کاربرد کود نیتروژن و تلقیح بذر با آزوسپیریلوم لیپوفروم بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی زیره سبز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در بهار سال ۱۳۹۹ در دانشگاه پیام نور فریدونشهر اجرا شد. فاکتورهای آزمایش، تلقیح بذر با آزوسپیریلوم لیپوفروم در دو سطح تلقیح و عدم تلقیح بذر و کود دامی چهار سطح صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار بودند.

یافته‌ها: با افزایش مصرف کود دامی تا ۳۰ تن در هکتار، ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، تلقیح با کود آزوسپیریلوم تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد چترک در چتر و وزن هزار دانه را افزایش داد. بررسی میانگین اثر متقابل کودهای آزوسپیریلوم و دامی نشان داد که تیمار تلقیح با کود آزوسپیریلوم و مصرف ۱۰ تن کود دامی، بیشترین عملکرد دانه (۸۱/۳۳ گرم در متر مربع) را تولید کرد.

نتیجه‌گیری: اجزای عملکرد با افزایش سطوح کود دامی و حضور باکتری افزایش یافت اما به نظر می‌رسد در خاکی که به لحاظ عناصر غذایی (کاربرد کود دامی) در وضعیت مناسبی است، اثرات مفید باکتری به خوبی بروز نمی‌کند.

واژه‌های کلیدی: باکتری، تلقیح بذر، عملکرد، کودهای بیولوژیک، کود دامی

مقدمه

مواد مؤثره گیاهی و متابولیت‌های ثانویه با استفاده از روش‌های مصنوعی و نیز اثرات جانبی کمتر در این داروها در مقایسه با داروهای مصنوعی (سنتزی) و شیمیایی اشاره کرد. اگرچه تولید ترکیبات متابولیکی ثانویه عمدتاً توسط خصوصیات ژنتیکی گیاهان کنترل می‌شود، با این حال عوامل محیطی و مدیریتی از جمله مدیریت تغذیه‌ای گیاه در کمیت و کیفیت این مواد تاثیر قابل توجهی دارد (آقا علیخانی و

امروزه تقاضا برای گیاهان دارویی در پزشکی سنتی و مدرن در حال افزایش است. بنابر گزارش سازمان بهداشت جهانی^۱ (WHO) بیش از ۸۰ درصد از مردم جهان برای درمان بیماری‌های مختلف به پزشکی سنتی وابسته می‌باشند. از جمله دلایل مهم اهمیت گیاهان دارویی می‌توان به نبود امکان تولید بسیاری از

¹-World Health Organization

هوایی، عملکرد اسانس بادرشبویه (*Dracocephalum moldavica* L.) می‌شود. باجلی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش عملکرد هوایی، عملکرد اسانس و محتوای منتول نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) می‌شود. ژائو و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی اثر جایگزینی کودهای دامی و کودهای شیمیایی بر خاکدانه و ترکیب نیتروژن و کربن خاک‌های ورتیسول به این نتیجه رسیدند که مصرف کودهای دامی از طریق افزایش خاکدانه‌های بزرگ و افزودن نیتروژن و کربن آلی سبب افزایش کیفیت خاک‌ها می‌شود. علیزاده و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که مقدار نیتروژن آزاد شده از کود دامی در سال اول بخش کوچکی از نیتروژن آن است، از این رو برای تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه بایستی مقادیر زیادی از کود دامی مصرف شود. اهمیت جوامع میکروبی در یک اکوسیستم به دلیل نقش مهمی است که در فرآیندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می‌باشند، ایفا می‌کنند (مندال و همکاران ۲۰۰۷). گروهی از این گونه‌های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنس ازتوباکتر، آزوسپیریولوم، سودوموناس و باسیلوس می‌باشند (تیلک و همکاران ۲۰۰۵). باکتری‌های محرک رشد معمولاً با بهبود شرایط تغذیه‌ای و همچنین تولید ترکیبات محرک رشد گیاه موجب بهبود و تسریع در مراحل مختلف رشدی گیاهان دارویی می‌شوند (ناگاناندا و همکاران ۲۰۱۰). در تحقیق روی گیاه دارویی زیره سبز مشخص شد که استفاده از کودهای زیستی به همراه ۵۰ درصد کود شیمیایی، عملکرد بهتری نسبت به استفاده یکنواخت کودهای معدنی داشته است (محفوظ و شرف‌الدین ۲۰۰۷). نتایج تحقیقات کومار و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد کاربرد آزوسپیریولوم همراه با ۹۳/۷۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فسفر در گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens* L.) سبب افزایش رشد، زیست توده تر و خشک و عملکرد اسانس گیاه شد، همچنین کاربرد کودهای زیستی تاثیری بر اجزای اسانس گیاه نداشت. وینوتا (۲۰۰۹) گزارش نمود که تلقیح گیاه ریحان با

همکاران (۲۰۱۳). زیره سبز با نام علمی (*Cuminum cyminum* L.) به عنوان یک گیاه دارویی مورد استفاده در طب سنتی و نیز گیاه دارویی موثر می‌باشد. زیره سبز از نظر حکمای طب سنتی دارای طبیعت گرم و خشک بوده و دارای اثرات ضد التهاب، ضد اسپاسم، شیرافزا، باد شکن، مدر، خلط آور، ملین و ضد درد بوده و در درمان ناراحتی‌های عصبی مورد استفاده قرار گرفته است (اردکانی و همکاران ۲۰۱۱). استفاده ناکارآمد از کودهای شیمیایی به ویژه در نظام‌های فشرده، بهره‌وری و کارایی مصرف این کودها را به میزان زیادی کاهش داده است. کودهای شیمیایی از اجزای اجتناب ناپذیر کشاورزی کنونی بوده و تأثیرات مهمی در تولید محصولات جهانی دارند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). اگرچه این کودها به طور وسیعی برای افزایش عملکرد محصولات کشاورزی استفاده می‌شوند، اما کاربرد طولانی مدت آنها باعث افزایش شوری، کاهش باروری خاک، آلودگی آب‌ها و عدم تعادل سیستم اکولوژیک خاک می‌شود (امامی بیستگانی و همکاران ۲۰۱۸). افزایش نگرانی در مورد اثرات منفی کودهای شیمیایی بر محیط زیست و هزینه‌هایی مستقیم و غیرمستقیم سبب شده تا حد امکان کودهای آلی برای افزایش بازده محصول جایگزین آنها شوند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). استفاده از کود آلی می‌تواند راه را برای جبران مواد مغذی ضروری و بهبود سلامت خاک و بهره‌وری محصولات هموار کند (برنر و همکاران ۲۰۰۸؛ باجلی و همکاران ۲۰۱۶). مطالعات نشان داده است که استفاده از کودهای آلی باعث افزایش عملکرد اسانس و کیفیت متابولیت‌های ثانویه گیاهان دارویی می‌شود (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). انور و همکاران (۲۰۰۵) و سینگ و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که استفاده از کود آلی باعث افزایش رشد، ماده خشک، محتوای اسانس، عملکرد اسانس و کیفیت اسانس ریحان (*Ocimum basilicum* L.) شد. ابوالمجد و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که افزودن کود آلی باعث افزایش عملکرد دانه رازیانه گردید. فلاح و همکاران (۲۰۱۸) دریافتند که استفاده از کود مرغی باعث افزایش عملکرد

باکتری آزوسپیریولوم لیپوفروم با غلظت‌های CFU/mL^۷ ۱۰ بود که از موسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، تسطیح زمین و ایجاد ردیف‌های کشت در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۸ انجام گرفت. به‌منظور اعمال تیمار کود آزوسپیریولوم، بذور زیره سبز را در زمان کاشت به مدت یک ساعت در مایه تلقیح خیسانده و سپس بذور دور از نور خورشید خشک شدند. بلافاصله پس از خشک شدن بذور تلقیح شده اقدام به کشت بذور شد. کشت بذور زیره سبز به صورت هیرم‌کاری در اواسط فروردین انجام شد. در طول فصل رشد مراقبت‌های لازم برای گیاه مانند وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. اوایل شهریور ماه پس از رسیدگی محصول، جهت تعیین تاثیر تیمارهای مورد بررسی بر صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، تعداد چترک در چتر، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد دانه در چتر و تعداد دانه در چترک، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از دو خط میانی به تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین وزن هزار دانه، ۵ نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و پس از خشک نمودن در هوای آزاد، وزن هزار دانه محاسبه گردید. همچنین به منظور تعیین عملکرد نهایی زمانی که رطوبت بذر ۱۱ درصد بود از خطوط میانی هر کرت معادل دو مترمربع بوته‌ها به روش دستی برداشت شد و پس از خشک شدن کامل بوته‌ها عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تعیین شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و رسم شکل‌ها با نرم افزار EXCEL صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود دامی و آزوسپیریولوم در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر ارتفاع بوته زیره

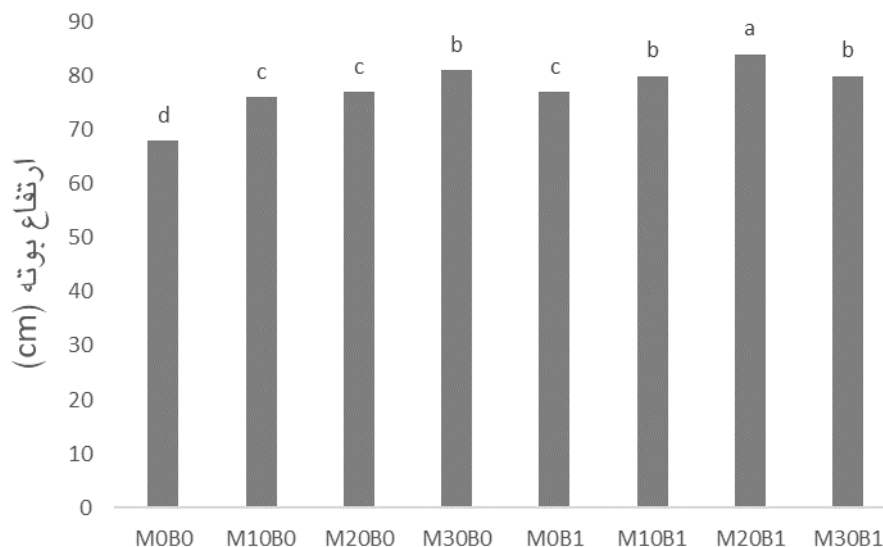
ازتوباکتر سبب افزایش زیست توده، سرعت رشد و میزان اسانس شد. در تحقیقی روی گیاه دارویی مرزنجوش مشاهده گردید که کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریولوم می‌توانند جایگزین کود شیمیایی در زراعت این گیاه شوند و ضمن کاهش هزینه‌های تولید ناشی از مصرف کود شیمیایی، از وارد شدن آسیب به محیط زیست نیز جلوگیری کنند (فاتما و همکاران ۲۰۰۶). در آزمایشی عزز و همکاران (۲۰۰۹) بر روی رازیانه مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش قابل توجه عملکرد و اجزای عملکرد نسبت به تیمار شاهد گردید. رحیمی و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود دریافتند که کاربرد ازتوباکتر و آزوسپیریولوم عملکرد زیست توده در گیاه ریحان را افزایش داد. این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای آزوسپیریولوم و دامی بر عملکرد گیاه دارویی زیره سبز و همچنین یافتن تلفیقی مناسب از کودها به منظور کاهش مصرف و افزایش کارایی مصرف کود انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۹ در دانشگاه پیام نور فریدونشهر اجرا شد. به طوری که، فاکتورهای تلقیح بذر با آزوسپیریولوم لیپوفروم در دو سطح تلقیح و عدم تلقیح بذر و سطوح کود دامی در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه هر کرت به ابعاد ۳×۵ و حاوی ۶ ردیف کاشت لحاظ گردید. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش خاک، بافت خاک محل اجرای آزمایش را لوم رسی سیلتی، اسیدیته آن را ۷/۵، میزان هدایت الکتریکی آن را ۱/۴۱ میلی‌موس بر سانتی‌متر، درصد کربن آلی را ۰/۶۸، میزان نیتروژن، فسفر و پتاس قابل جذب را به ترتیب ۱۲۴، ۸/۱ و ۲۱۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم نشان داد. کود گاوی مورد استفاده دارای کربن آلی ۴۲/۸ درصد، اسیدیته ۱/۷۸ و نیتروژن کل ۲/۴۵ درصد بود. کود آزوسپیریولوم مورد استفاده در این تحقیق،

با کود آزوسپیریلوم تا سطح مصرف ۲۰ تن کود دامی، ارتفاع بوته را افزایش داد و با افزایش مصرف کود از سطح سوم مصرف کود دامی، ارتفاع بوته کاهش یافت (شکل ۱).

سبز معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین‌ها، بیشترین میزان ارتفاع بوته (۸۹/۳۳ سانتی-متر) به تیمار کاربرد ۲۰ تن در هکتار و تلقیح با باکتری و کمترین آن (۶۸/۱۱ سانتی-متر) به تیمار شاهد تعلق گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده از این ویژگی، تلقیح



شکل ۱- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری کود دامی M و باکتری محرک رشد آزوسپیریلوم لیپوفروم B بر ارتفاع بوته زیره سبز

میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

M0B0: تیمار بدون کاربرد کود دامی و بدون تلقیح M1B0: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M2B0: تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و بدون تلقیح MOB1: تیمار بدون کاربرد کود دامی و تلقیح M1B1: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و تلقیح M2B1: تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و تلقیح

شد کودهای دامی اثرات زیادی بر رشد محصول داشته و باعث بهبود شرایط محیطی شده و با تامین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه موجب افزایش سرعت رشد نسبی و عملکرد گیاه می‌شوند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). علاوه بر این، کود دامی حاوی مواد آلی بالا و اسید هیومیک است که باعث تغییر بهتر و مفیدتر کاتیونهای خاک می‌شود. از طرفی افزایش نیتروژن باعث افزایش تولید و کمبود آن سبب کاهش رشد می‌شود. این نتایج تأیید می‌کند که نیتروژن کافی برای رشد و نمو گیاه و همچنین عملکرد پروتئین و ساختار کلروپلاست یک ضرورت دارد. استفاده از کود دامی تعداد برگ، عرض برگ، وزن تر و وزن خشک گیاه را افزایش داد (پورباجنتی و همکاران ۲۰۱۶).

استفاده از کودهای با ساختار نیتروژن در مقادیر بالا سبب افزایش شاخص سطح برگ، تاخیر در پیری برگ، حفظ فتوسنتز برگ و حفظ دوام سطح برگ می‌شود (بردیور و همکاران ۲۰۲۰). نتایج بدست آمده در آزمایش ما حاکی است که دستیابی به حداکثر شاخص سطح برگ نیاز به تأمین عناصر غذایی بالاتر گیاه دارد (بردیور و همکاران ۲۰۲۰). بنابراین استفاده از کود مرغی و حتی مقدار زیاد کود گوسفندی باعث افزایش تعداد برگ در گیاه، توسعه سطح برگ می‌شود که نتیجه آن افزایش شاخص سطح برگ می‌باشد. در مطالعه ای بردیور و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند شاخص سطح برگ گیاه ذرت به طور قابل توجهی تحت تأثیر سطح کود دامی و کود شیمیایی در تمام دوره‌های نمونه برداری قرار گرفت. در مطالعه‌ای دیگر گزارش

مقدار زیاد کود دامی می‌تواند هم ورودی عناصر ریزمغذی به خاک را افزایش دهد و هم دسترسی عناصر ریزمغذی موجود در خاک را بهبود بخشد (فلاح و همکاران ۲۰۲۰) و این عناصر در تولید اسانس نقش بسیار مهمی دارند (فلاح و همکاران ۲۰۱۸). به نظر می‌رسد، اثر هورمونی القا شده در گیاه توسط تیمارهای حاوی کود زیستی (تثبیت کننده‌های نیتروژن) ممکن است به صورت مستقیم تغییراتی در مورفولوژی ساقه گیاهان تلقیح شده، ایجاد کند و با تحریک رشد ریشه و به طبع آن افزایش زمینه دسترسی به آب و عناصر غذایی، موجب افزایش رشد بخش هوایی گیاه شود (عموآقایی و مستاجران، ۱۳۸۶). وینوتا و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، گیاه را در جذب عناصر بیشتر یاری می‌کنند که نتیجه آن رشد اندام هوایی و انشعابات جانبی گیاه افزایش پیدا می‌کند.

تعداد چترک در چتر

تعداد چترک در چتر به طور معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد به ترتیب تحت تأثیر تیمارهای تلقیح با کود آزوسپیریوم و کود دامی قرار گرفت. اما اثر متقابل کود دامی و کود آزوسپیریوم بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح کود دامی نشان داد که با افزایش میزان کود مصرفی، تعداد چترک در چتر افزایش یافت و مصرف ۳۰ تن در هکتار حداکثر تعداد چترک در چتر را به خود اختصاص داد. اما در بین تیمار کاربرد ۳۰ تن در هکتار و ۲۰ تن هکتار و همچنین ۱۰ تن در هکتار از نظر این صفت تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). تلقیح بذر با کود آزوسپیریوم در مقایسه با عدم تلقیح با آن، تعداد چترک در چتر را به طور معنی‌داری و به میزان ۱۵/۵ درصد افزایش داد (جدول ۲). تلقیح با باکتری‌های محرک رشد با تحریک رشد و اختصاص مواد فتوسنتزی تولید اندام‌های زایشی، تعداد تعداد چترک در چتر را افزایش داده است. در این ارتباط برخی مطالعات به تأثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در افزایش تعداد چترک شویید گزارش شده است، اما بر تعداد چتر در بوته اثر قابل توجهی نداشت، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (ویتل و همکاران،

به نظر می‌رسد مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی، اثر منفی بر فعالیت باکتری‌های موجود در کود آزوسپیریوم گذاشته است. بر اساس نتایج بدست آمده از این ویژگی، تلقیح با کود آزوسپیریوم تا سطح مصرف ۲۰ تن کود دامی، ارتفاع بوته را افزایش داد و با مصرف کود از سطح سوم مصرف کود دامی ارتفاع بوته کاهش یافت (شکل ۱). به طور کلی، تیمارهای تلقیح شده با کود آزوسپیریوم در مقایسه با تیمار مشابه بدون تلقیح ارتفاع بوته بیشتری را به خود اختصاص دادند. بهبود ارتفاع بوته سیاهدانه با تلقیح آزوسپیریوم و ازتوباکتر (شالان و همکاران، ۲۰۰۵) و ارتفاع بوته زیره سبز با استفاده از ازتوباکتر (تهلان و همکاران، ۲۰۱۱) گزارش شده است. ویژگی‌های رویشی گیاهان مانند ارتفاع بوته شدیداً تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد و با دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی (مخصوصاً نیتروژن)، از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد (حافظ و همکاران، ۲۰۰۴). از این رو با استناد به مطالعات انجام شده، کودهای زیستی می‌توانند نقش زیادی در افزایش دسترسی به عناصر غذایی و بنابراین افزایش ارتفاع گیاه داشته باشند.

تعداد شاخه فرعی در بوته

اثر کودهای آزوسپیریوم و دامی بر تعداد شاخه فرعی در بوته زیره سبز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، ولی اثر متقابل آن‌ها از نظر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). با بررسی اثر سطوح کود دامی مشخص شد که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته، با مصرف ۳۰ تن کود دامی بدست آمد که با مصرف ۲۰ تن در هکتار اختلاف معنی‌داری ندارد (جدول ۲). نیتروژن نقش موثری در نمو یاخته‌های جدید و افزایش فرآورده‌های فتوسنتزی دارد و باعث افزایش رشد رویشی و تعداد شاخساره‌های فرعی در گیاه می‌شود (امید بیگی، ۲۰۰۷). همچنین، کود آزوسپیریوم تعداد شاخه فرعی در بوته را به طور معنی‌داری افزایش داد و توانست تعداد شاخه فرعی در بوته زیره سبز را به میزان ۱۶/۲ درصد در مقایسه با تیمار عدم تلقیح، افزایش دهد (جدول ۲).

۲۰۰۸). افزایش نبتروژن تا یک حد مشخصی، به جهت افزایش در میزان پروتئین سبب افزایش تعداد چترک در چتر می‌شود که با نتایج عباس‌زاده و همکاران (۲۰۰۷)، با گیاه زنیان مطابقت دارد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر آزوسپیریلوم لیپوفروم و کود دامی بر برخی صفات زراعی گیاه دارویی زیره سبز

میانگین مربعات									
منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد چتر در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر	تعداد دانه هزار دانه	وزن عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	۲	۹۵/۹ ^{ns}	۰/۳۳ ^{ns}	۶/۷۱ ^{ns}	۱۰/۲۱ ^{ns}	۳۰۵/۱۵ ^{ns}	۱۶/۵۴ ^{ns}	۰/۲۳*	۱۳۶۹/۴۹ ^{ns}
کود دامی (M)	۳	۲۱۸/۱۹**	۴/۶۱**	۱/۶۹ ^{ns}	۲۱/۳۵*	۲۰۸/۲۹**	۸/۷۸ ^{ns}	۰/۲۵*	۱۰۵۷۹/۱۱**
آزوسپیریلوم لیپوفروم (B)	۱	۴۴۷/۳۱**	۱۰/۲۱**	۰/۱۸ ^{ns}	۷۳/۱۳**	۲۵/۹۱ ^{ns}	۴۲/۳ ^{ns}	۰/۲۶*	۲۲۳۹۵/۸۹**
M×B	۳	۲۵/۱۹*	۱/۱۹ ^{ns}	۱/۵۹ ^{ns}	۴/۲۸ ^{ns}	۶۰/۴۵ ^{ns}	۱۵/۲۸ ^{ns}	^{ns}	۳۷۶۵/۲۷**
خطای آزمایشی	۱۴	۵/۲۳	۰/۲۳	۲/۴۴	۶/۸۸	۲۱۶/۱۱	۹/۳۳	۰/۰۷	۴۴۴/۲۰
ضریب تغییرات (%)		۳/۲۱	۹/۰۱	۱۳/۴۷	۱۱/۳۳	۸/۲۲	۱۵/۷۷	۱۰/۱۱	۸/۲۶

ns غیرمعنی‌دار؛ * و ** معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشد.

تعداد دانه در چتر

فندقه (میوه) و عملکرد گیاه گردید (رضایی‌چیان و همکاران ۲۰۱۸). صادقی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تعداد کپسول در بوته ختمی تحت تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست ۵۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت. والایی و همکاران (۲۰۱۶) نیز با کاربرد ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌دار تعداد کاپیتول در خارمریم را نسبت به شاهد گزارش و اظهار نمودند که ورمی‌کمپوست به علت افزایش توانایی نگهداری رطوبت، بهبود ظرفیت نگهداری عناصر غذایی، بهبود ساختمان خاک و افزایش سطح فعالیت میکروبی خاک، موجب افزایش تعداد کاپیتول در بوته گردید. کاربرد کودهای زیستی به دلیل توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه باعث بهبود دسترسی و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش تولید مواد فتوسنتزی می‌شود (کوتاری و همکاران ۲۰۰۵). بنابراین چنین به نظر می‌رسد که افزایش تعداد کاپیتول خارمریم در پاسخ به تلقیح با سوپرنیتروپلاس به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی برای بوته‌ها بوده که در نتیجه باعث افزایش تولید مواد فتوسنتزی و افزایش تعداد کاپیتول‌ها شده است. نتایج یساری و پاتوردهان (۲۰۰۷) نشان داد که کاربرد

تعداد دانه در چتر به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود دامی قرار گرفت. کود آزوسپیریلوم و اثر متقابل کود دامی و آزوسپیریلوم بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱) با افزایش مصرف کود دامی از صفر تا سطح ۳۰ تن در هکتار، تعداد دانه در چتر افزایش یافت. به طوری که بیشترین تعداد دانه در چتر (۱۹۳/۱۱) به کاربرد ۳۰ تن در هکتار و کمترین تعداد دانه در چتر (۱۴۵/۳۳) به تیمار شاهد اختصاص یافت. قابل ذکر است که بین تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار از نظر این ویژگی تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۲). اعتقاد بر این است که نیتروژن به دلیل بالا بردن دوام سطح برگ، موجب افزایش راندمان فتوسنتزی در واحد سطح می‌شود و در نتیجه با حفظ جریان مواد غذایی به سوی گل و میوه، موجب افزایش تعداد دانه در چتر و عملکرد در گیاهان می‌شود (گوچار و همکاران ۲۰۰۵). کاربرد کودهای آلی در گیاه بالنگوی شهری نشان داد که ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و حفظ رطوبت خاک به افزایش فعالیت باکتری‌ها و جذب بهتر و بیشتر عناصر غذایی کمک کرده که این امر باعث افزایش تولید

کمترین وزن هزار دانه به میزان ۲/۷۷ گرم، به عدم مصرف کود دامی اختصاص داشت. از نظر این صفت نیز بین تیمارهای ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار از لحاظ آماری تفاوتی وجود نداشت (جدول ۲). رابطه معنی‌دار و مثبتی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در چتر و وزن دانه با مصرف کود آلی وجود دارد (سعید نژاد و رضوانی مقدم ۲۰۱۱). تلقیح با کود آزوسپیریلوم ۱۱/۷ درصد در مقایسه با عدم تلقیح، وزن هزار دانه را افزایش داد (جدول ۲). عنصر نیتروژن به دلیل نقش مهمی که در فرایندهای سوخت و ساز گیاه دارد، با شرکت در متابولیسم گیاه و با افزایش میزان تجمع ماده خشک در اندام‌های گیاهی به‌ویژه دانه، موجب افزایش وزن دانه‌ها می‌گردد (یاساری و همکاران ۲۰۰۸). باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم با افزایش دسترسی گیاه به نیتروژن می‌توانند نقش مهمی در افزایش وزن هزار دانه داشته باشند (محفوظ و شریف‌الدین ۲۰۰۷).

کودهای زیستی محتوای آزوسپیریلوم و ازتوباکتر در تلفیق با کودهای شیمیایی تعداد خورجین در کلزا را در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به‌تنهایی افزایش داده است. فنایی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک (نیتروکارا و نیتروکسین) و کود شیمیایی بر عملکرد دانه و بعضی صفات زراعی گلرنگ اظهار کردند که کاربرد کود زیستی باعث افزایش معنی‌دار تعداد طبق در بوته و عملکرد دانه شد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای تلقیح با کود آزوسپیریلوم و کود دامی بر وزن هزار دانه زیره سبز در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار است، ولی اثر متقابل آن‌ها بر این ویژگی معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های اثر سطوح کود دامی نشان داد، بیشترین وزن هزار دانه زیره سبز به میزان ۴/۱۰ گرم، مربوط به کاربرد ۳۰ تن در هکتار بود و

جدول ۲- مقایسات میانگین‌های اثر باکتری‌های محرک رشد و کود دامی بر صفات مورد بررسی

تیمار	سطوح هر تیمار	تعداد شاخه فرعی در بوته	تعداد چترک در چتر	تعداد دانه در چتر	وزن هزار دانه (g)
	۰	۶/۲۳c	۱۷/۲۸b	۱۴۵/۶۷c	۲/۸۷b
کود دامی (تن)	۱۰	۷/۳۰b	۲۲/۶۱ab	۱۶۱/۴۱b	۳/۲۲b
در هکتار)	۲۰	۷/۰۷a	۲۳/۵۳a	۱۷۰/۸۵ab	۳/۴۰ab
	۳۰	۷/۴۸ a	۲۴/۱۰a	۱۸۳/۲۰a	۴/۳۷a
آزوسپیریلوم	عدم تلقیح	۶/۲۸b	۱۷/۲۶b	۱۴۰/۵۰a	۳/۱۲b
لیپوفروم	تلقیح	۷/۶۵a	۲۴/۳۱a	۱۴۲/۳۴a	۴/۵۸a

میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

عملکرد بیولوژیک

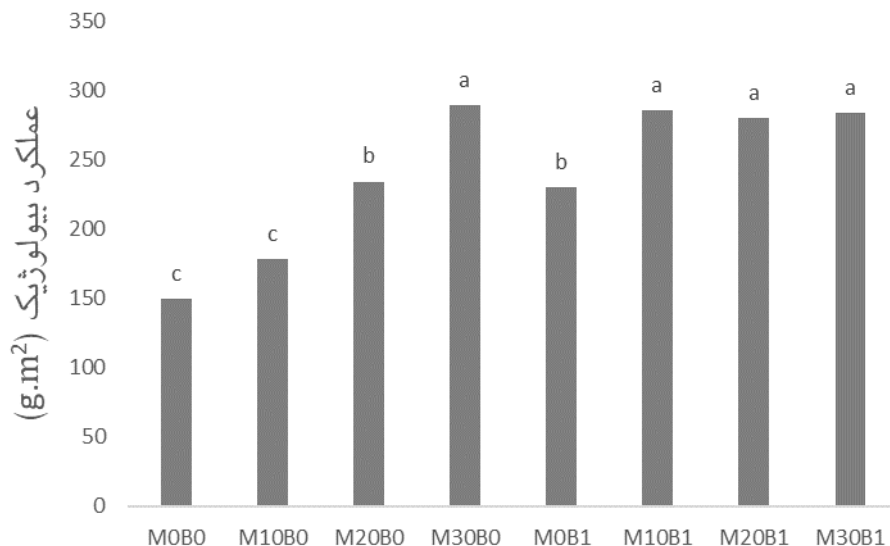
نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر کود دامی و کود آزوسپیریلوم و همچنین اثر متقابل آن‌ها قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک (۲۹۶/۵۴ گرم در متر مربع) و تیمار شاهد کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک (۱۵۰/۲۷ گرم در متر مربع) را به خود اختصاص دادند. قابل ذکر است که

بین تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن در هکتار، تلقیح با باکتری و کاربرد ۲۰ تن در هکتار در هکتار کود دامی و تلقیح با باکتری و کاربرد ۳۰ تن در هکتار از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲). همچنین، با مقایسه سطوح کود دامی (در حالت عدم تلقیح) مشخص گردید که مصرف ۳۰ تن در هکتار، عملکرد بیولوژیک را به طور معنی‌داری افزایش داد. تیمار مصرف ۳۰ تن در هکتار در حالت بدون تلقیح بذر با تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار کود دامی و تلقیح

ریشه موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم می‌نمایند. با توجه به بالاتر بودن عملکرد بیولوژیک در تیمار کاربرد سوپرنیتروپلاس نسبت به شاهد می‌توان نتیجه گرفت که باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن موجود در این کود با تأثیر بر میزان دسترسی گیاه به نیتروژن، موجب بهبود عملکرد بیولوژیک شده‌اند. از آنجایی‌که مقدار نیتروژن قابل-دسترس بر توزیع مواد فتوسنتزی بین اندام‌های رویشی مؤثر است و در اثر کمبود نیتروژن، کاهش سطح برگ و دوام سطح برگ اتفاق می‌افتد، نسبت فتوسنتز گیاه زراعی و همچنین عملکرد بیولوژیک آن نیز کاهش می‌یابد (گیلیک و همکاران ۲۰۰۱). دباغیان و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش عملکرد بیولوژیکی سویا با کاربرد کودهای زیستی حاوی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر و رضایی مؤدب و نبوی‌کلات (۲۰۱۲) افزایش عملکرد بیولوژیکی ریحان با کاربرد کود زیستی نیتروکسین را گزارش نمودند.

بذر، در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین، تلقیح با کود آزوسپیریلوم، موجب شد که ماکزیمم عملکرد بیولوژیک در سطح پایین‌تری از مصرف دامی حاصل شود.

دانشیان و همکاران (۲۰۱۳) افزایش عملکرد بیولوژیکی همیشه‌بهار با کاربرد کود دامی را گزارش و به نقل از اقبال و همکاران (۲۰۰۴) و سینگر و همکاران (۲۰۰۷)، چنین اظهار داشتند که کود دامی در خاک ضمن تأمین عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر و پتاسیم، باعث بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت، امکان آماده‌سازی بستر مناسب‌تر برای رشد ریشه، افزایش رشد سبزیگی و بهبود کیفیت آن شده و موجبات افزایش رشد پیکره رویشی و تولید زیست توده بیشتر را فراهم می‌کند. انور و همکاران (۲۰۰۵) با کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی در ریحان افزایش معنی‌دار وزن خشک ریحان را نسبت به شاهد مشاهده و بیان نمودند که افزودن مواد آلی به خاک منجر به تأمین و فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و همچنین با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک و با ایجاد یک محیط مناسب برای رشد



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های ترکیبات تیماری کود دامی M و باکتری‌های محرک رشد B برای عملکرد بیولوژیک زیره سبز میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.
 M0B0: تیمار بدون کاربرد کود دامی و بدون تلقیح M1B0: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M2B0: تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M0B1: تیمار بدون کاربرد کود دامی و تلقیح M1B1: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و تلقیح M2B1: تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و تلقیح

رشد و در نهایت افزایش درصد روغن دانه گیاه در مقایسه با تیمار عدم تلقیح شده است. حسن‌زاده قورت‌تپه و جوادی (۲۰۱۶) گزارش دادند که کاربرد توأم ازتوباکتر و آزوسپیریوم و مصرف کود می‌تواند با اصلاح ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش جذب گازکربنیک و فتوسنتز در گیاه کلزا مقدار روغن را افزایش دهند. یساری و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد باکتری‌های محرک رشد (ازتوباکتر و آزوسپیریوم) باعث افزایش مقدار روغن بذور کلزا شد. محمودری و همکاران (۲۰۱۱) افزایش درصد روغن آفتابگردان با کاربرد کود زیستی نیتروکسین (دارای ازتوباکتر و آزوسپیریوم) و بیوفسفر (دارای باسیلوس و سودوموناس) را نسبت به تیمار عدم کاربرد گزارش نمودند.

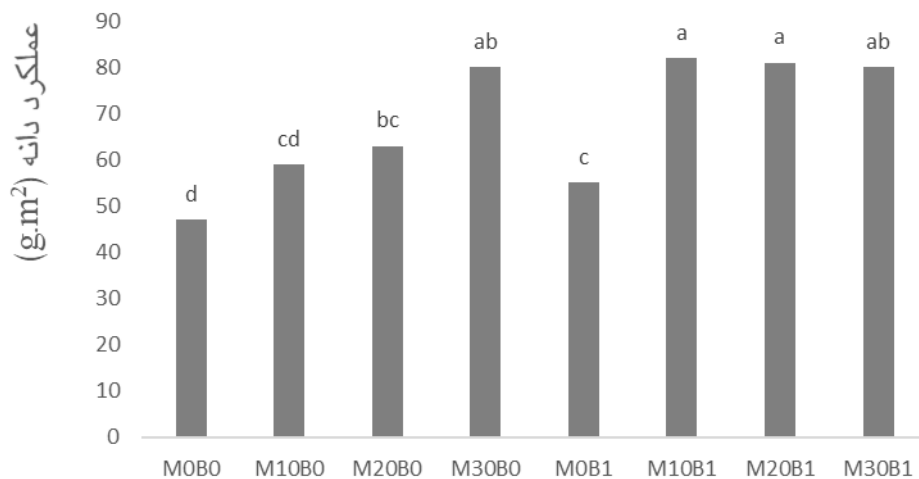
در بررسی اثر سطوح کود دامی در حالت عدم تلقیح، بیشترین میزان عملکرد دانه به سطح چهارم مصرف کود دامی اختصاص یافت (شکل ۳). اکبری نیا (۲۰۰۶) تاثیر مثبت مصرف کود دامی را بر افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی گشنیز گزارش کرد. با وجود آنکه تیمارهای تلقیح با کود آزوسپیریوم تفاوت معنی‌داری در سطح مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی با ۱۰ تن در هکتار نیتروژن کود توصیه شده نداشتند، ولی میزان عملکرد دانه ۶/۴ درصد در تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی در مقایسه با تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن کود دامی در هکتار کاهش یافت. احتمالاً با افزایش دسترسی به نیتروژن، از میزان فعالیت میکروارگانیسم‌های آزوسپیریوم کاسته شده و با تامین ۱۰ تن در هکتار کود دامی به عنوان استراتژ، حداکثر فعالیت این باکتری‌ها بدست آمده است.

مصرف کودهای زیستی ازتوباکتر و آزوسپیریوم می‌تواند عملکرد بیولوژیک و راندمان محصول شوید را افزایش داده و همچنین مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند (سخنگوی و همکاران ۲۰۱۲). به طور کلی، تیمارهای تلقیح شده با کود زیستی میزان بیشتری از عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص دادند. باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جمله ازتوباکتر و آزوسپیریوم از طریق تولید متابولیت‌های محرک رشد مانند اکسین، سیتوکینین، جیبرلین بر رشد رویشی گیاه تأثیر گذاشته و وزن اندام‌های هوایی نعنای فلفلی را افزایش داد (پورهادی ۲۰۱۲).

عملکرد دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۱، اثر تیمارهای کود دامی و کود آزوسپیریوم در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه زیره سبز معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها نیز حاکی از آن است که بیشترین میزان عملکرد دانه (۸۲/۴۵ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار تلقیح با کود آزوسپیریوم و مصرف ۱۰ تن در هکتار کود دامی و کمترین مقدار آن (۴۷/۳۸ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار شاهد بود.

چنین به نظر می‌رسد که افزایش درصد روغن پس از کاربرد کود زیستی با فراهمی فسفر مولکولی ناشی از آزادسازی تدریجی این عنصر به کمک واکنش‌های حیاتی باکتری‌های محرک رشد (*Pseudomonas*، *Bacillus subtilis*، *fluorescens*) موجود در کود زیستی مورد استفاده (سوپرنیتروپلاس) و تأثیر آن بر بیوسنتز روغن و اسیدهای چرب، مرتبط بوده است (مدنی و همکاران ۲۰۱۱). راعی و همکاران (۲۰۱۵) نیز افزایش درصد روغن گلرنگ با کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر و مایکوریزا در شرایط تنش و بدون تنش را نسبت به شاهد گزارش نمودند و بیان نمودند که اثرات مثبت کودهای بیولوژیک از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر، بهبود



شکل ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کود دامی M و باکتری‌های محرک رشد B برای عملکرد دانه زیره سبز میانگین‌های با حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

M0B0: تیمار بدون کاربرد کود دامی و بدون تلقیح M1B0: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M2B0: تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و بدون تلقیح M0B1: تیمار بدون کاربرد کود دامی و تلقیح M1B1: تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی و تلقیح M2B1: تیمار ۲۰ تن کاربرد کود دامی و تلقیح M3B0: تیمار کاربرد ۳۰ تن کود دامی و تلقیح

تامین بخشی از نیتروژن مورد نیاز گیاه تایید می‌کند. به طور کلی، استفاده از کودهای زیستی در سیاهدانه باعث افزایش اجزای عملکرد و به تبع آن عملکرد دانه می‌شود که دلیل آن به وجود باکتری‌های تثبیت کننده عناصر مورد نیاز گیاه در فرایند تثبیت و ترشح هورمون‌های رشد گیاهی بر می‌گردد (خرم دل و همکاران، ۲۰۱۰). کاربرد باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریلوم سبب افزایش عملکرد دانه و زیست توده زنیان شد (گیلاویزاده و همکاران ۲۰۱۳).

نتیجه‌گیری

با افزایش میزان کود دامی مصرفی از صفر تا ۳۰ تن در هکتار، صفات رویشی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه به طور معنی‌داری افزایش یافت. تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن کود دامی در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد. در کل، نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کود آزوسپیریلوم به همراه کود دامی می‌تواند یک راهکاری در جهت کاهش مصرف کود

در آزمایش مزرعه‌ای که با بررسی اثر تلقیح با ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و کود دامی بر روی ذرت انجام شد، مشخص گردید که در شرایطی که تلقیح با کودهای زیستی در حضور ۵۰ درصد از مصرف کود دامی صورت گیرد، بیشترین کارایی و عملکرد ذرت حاصل می‌شود و با مصرف زیاد کود دامی عملکرد دانه ذرت کاهش می‌یابد (بیاری و همکاران ۲۰۰۸). همچنین بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن کود دامی در هکتار و بدون تلقیح با باکتری و کاربرد ۳۰ تن در هکتار در هکتار در یک گروه آماری قرار داشتند، بنابراین به نظر می‌رسد که تیمار تلقیح با باکتری و کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود دامی می‌تواند عملکردی معادل با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی در حالت بدون تلقیح بدون تلقیح با باکتری و کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی تولید کند و مصرف کود دامی را تا ۴۸ درصد کاهش دهد. این نتایج کارایی باکتری‌های موجود در کودهای زیستی را در

محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌تواند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کنند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاکزی برای تناوب‌های بعدی شوند.

سپاسگزاری

از مساعدت و همکاری ریاست محترم دانشگاه پیام نور مرکز فریدونشهر که در انجام این پژوهش مبذول داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌گردد.

شیمیایی باشد، ضمن آن که از تخریب و آلودگی‌های زیستی ناشی از مصرف بالای کود شیمیایی نیز جلوگیری می‌شود. امروزه توجه ویژه‌ای به سامانه تلفیقی تغذیه گیاه می‌شود که در آن از منابع آلی و بیولوژیک منجر به بهبود و حفظ باروری، ساختمان، فعالیت بیولوژیک، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک می‌گردد. لذا می‌توان انتظار داشت که در این شرایط و بدون کاربرد کود شیمیایی، شاهد دستیابی به عملکرد کمی و کیفی قابل قبولی در این گیاه دارویی در یک سامانه کشاورزی پایدار باشیم. این تیمارها بدون کوچکترین صدمات و مخاطرات

منابع مورد استفاده

- Agha Alikhani M, Iranpour A and Cash H. 2012. Changes in agronomic and phytochemical yield of anthrax under the influence of urea and biofertilizer. *Journal of Medicinal Plants*, 12 (1): 136-121. (In Persian).
- Ardakani M, Akbarian Z and Nazarian A. 2011. Effect of cumin (*Cuminum cyminum* L.) oil on serum glucose and lipid levels of rat. *Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences*, 19(3): 388-399. (In Persian).
- Azzaz NA, Hassan RA and Hamad EH. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal Basic and Applied Science*. 27 (3): 579-587.
- Biari A, Gholami A and Rahmani HA. 2008. Growth promotion and enhanced nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria in arid region of Iran. *Journal of Biological Sciences*, 8: 1015-1020.
- Birdane, FM, Cemek M, Birdane YO Gulcin ME. and Buyukokuroglu M. 2007. Beneficial effects of *Foeniculum vulgare* on ethanol-induced acute gastric mucosal injury in rats. *J. Plant Nutrition*, 13:607-11.
- Chatzopoulou P, Koutsos TV, and Katsiotis ST. 2006. Study of nitrogen fertilization rate of fennel cultivars for essential oil yield and composition. *Journal of Vegetation Science*, 12: 85-93.
- Fatma EM, El-Zamik T, Tomader HI, El-Hadidy L. Abd El-Fattah and H. Seham Salem. 2006. Efficiency of biofertilizers, organic and inorganic amendments application on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous. *Agric. Microbiology Dept., Faculty of Agric., Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept., Desert Research Center, Cairo, Egypt*.
- Ghilavizadeh A., M. Taghi Darzi and M. Haj Seyed Hadi. 2013. Effect of biofertilizer and plant density on essential oil content and yield traits of ajowan (*Carum copticum*). *Middle-East Journal of Scientific Research*, 14 (11): 1508-1512.
- Gujar, S.M., A.D. Warade, M. Anjali and D.H. Paltankar. 2005. Effect of dates of sowing and nitrogen levels on growth, seed yield and quality of coriander. *Journal of Crop Research*, 29: 288-291.
- Hafeez, F.Y., M.E. Safdar, A.U. Chaudry, and K.A. Malik. 2004. Rhizobial inoculation improves seedling emergence, nutrient uptake and growth of cotton. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 617-622.

- Kandeel AM, Naglaa SAT, Sadek AA, 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of (*Ocimum basilicum* L). J. Agricultural Science, 47:351–371.
- Khoramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahalati, M., and Ghorbani, R. 2010. Effects of biological manure on yield and component yield of (*Nigella sativa* L.). J. Field Crop. Research, 8: 768-776.
- Kumar, T.S., V. Swaminathan and S. Kumar. 2009. Influence of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on growth, yield and essential oil constituents in ratoon crop of davana (*Artemisia pallens* Wall.). Journal of Agriculture and Food Research, 8:86-95.
- Mahfouz, S.A. and M.A. Sharaf-Eldin, M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.
- Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A. Swarup and R. Ebhin Masto. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Biotechnology, 98: 3585-3592.
- Mohamed, M. and M. Abdu. 2004. Growth and oil production of fennel: effect of irrigation and organic fertilization. Biological Agriculture & Horticulture, 22: 31– 39.
- Nagananda, G.S., A. Das, S. Bhattacharya and T. Kalpana. 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of (*Trigonella foenum-graecum* L). using a novel glass marble containing liquid medium. International Journal of Botany, 6: 394-403.
- Nofal, O.A. and A.L. Rezk. 2009. Role of fertilization in improving quality of some agricultural crops. International Journal of Academic Research and Development, 1: 59-65.
- Patel, B.S., A.U. Amin, K.P. Patel and M.M. Patel. 2003. Influence of organic manures alone or in combination with inorganic fertilizer on productivity of winter drilled fennel (*Foeniculum vulgare*). Indian Journal of Agronomy, 48: 232–234.
- Rahimi, A., A. Mehrafarin, H. Naghdi Badi and F. Khalighi-Sigaroodi. 2013. Effects of bio-stimulators and bio-fertilizers on morphological traits of basil (*Ocimum bacilicum* L.). Journal of Biological Research, 4: 146-151.
- Seran, T.H. and I. Brintha. 2010. Review on maize based intercropping. Journal of Agronomy, 9: 135-145.
- Shaan, M.N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigella sativa* L.) plants. Egyptian Journal of Agricultural Research, 83: 811-828.
- Sokhangoy, S.H., K.H. Ansari and A.D. Eradatmand. 2012. Effect of bio-fertilizers on performance of Dill (*Anethum graveolens* L.). J. Plant Physiology, 4: 552-547.
- Tehlan, S.K., K.K. Thakral and J.K. Nandal. 2011. Effect of Azotobacter on plant growth and seed yield of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Journal of Horticultural Sciences, 33: 287-288.
- Tilak, K.V., N. Ranganayaki, K.K. Pal R.D. Saxena, A.K. Shekhar, C. Nautiyal, S. Mittal, A.K. Tripathi and B.N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science, 89: 136-150.
- Vinutha, T. 2009, Biochemical Studies on *Ocimum* sp. Inoculated with Microbial Inoculants. M.Sc, (Agri.) thesis, University of Agricultural Science, Bangalore, India.
- Vital, W.M., N.T. Teixeira, R. Shigihara and A.F.M. Dias. 2008. Organic manuring with pigbiosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of dill (*Anethum gravolens*). Ecosystema, 27: 69-70.
- Yasari, E. A.M. Esmaeili Azadgoleh, H. Pirdashti and S. Mozafari. 2008. Azotobacter and Azospirillum inoculants as biofertilizers in canola (*Brassica napus* L.) cultivation. Asian Journal of Plant Sciences, 7: 490-494.