

اجزای عملکرد و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی خارمریم (*Silybum marianum* L.) تحت کاربرد نهاده‌های آلی و زیستی

یوسف نصیری^{۱*}، عبدالله جوانمرد^۱

تاریخ دریافت ۹۸/۱۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۲۵

۱-دانشیار گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه

*مسئول مکاتبه: ysf_nasiri@maragheh.ac.ir; E-mail: ysf_nasiri@yahoo.com

چکیده

اهداف: این پژوهش به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و سیلیمارین خارمریم انجام گردید.

مواد و روش‌ها: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. عامل اول کود آلی در سه سطح بدون کاربرد (شاهد)، ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و عامل دوم شامل روش کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس در چهار سطح عدم مصرف، بذرمال (تلقیح بذور)، کودآبیاری (سرک) و بذر مال + کودآبیاری بودند.

یافته‌ها: بیشترین عملکرد کاپیتول و عملکرد بیولوژیکی با کاربرد کود دامی به دست آمد. تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزاردانه با کاربرد هر دو نوع کود دامی و ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان دادند. بیشترین عملکرد دانه (۱۶۰/۲ گرم در مترمربع) و درصد روغن (۱۷/۵۲ درصد) با کاربرد ورمی‌کمپوست و بیشترین عملکرد روغن (۲۷/۹ گرم در مترمربع) با کاربرد کود دامی به دست آمد که به ترتیب نسبت به شاهد افزایش‌های ۳۱، ۷/۸ و ۳۹/۷ درصدی داشتند. هر سه روش کاربرد سوپرنیتروپلاس نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری بر درصد روغن دانه داشتند. حداکثر تعداد کاپیتول و وزن هزاردانه با روش تلفیقی کاربرد سوپرنیتروپلاس (بذرمال + کودآبیاری) به دست آمد. بیشترین عملکرد دانه (۱۵۹/۴ گرم در مترمربع)، درصد روغن (۱۷/۷ درصد) و عملکرد روغن (۲۸/۷ گرم در مترمربع) با کاربرد روش تلفیقی بدون تفاوت معنی‌دار با روش کودآبیاری و بذرمال به دست آمد که نسبت به شاهد به ترتیب ۲۴/۹، ۱۲/۵ و ۴۱/۹ درصد افزایش نشان دادند. بیشترین درصد سیلیمارین با کاربرد ورمی‌کمپوست و سطوح مختلف سوپرنیتروپلاس بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر (به طور متوسط ۶/۲ درصد) به دست آمد که نسبت به عدم کاربرد کود آلی و زیستی (شاهد) به طور متوسط ۷۹/۸ درصد افزایش نشان دادند.

نتیجه‌گیری: کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست و کاربرد سوپرنیتروپلاس به صورت بذرمال و یا کودآبیاری باعث بهبود اجزای عملکرد، عملکرد دانه، درصد روغن و سیلیمارین در خارمریم می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خارمریم، درصد روغن، سیلیمارین، سوپرنیتروپلاس، عملکرد دانه، کود دامی، ورمی‌کمپوست

Yield Components and Qualitative and Quantitative Yield of Milk Thistle (*Silybum marianum* L.) Under Organic and Biological Inputs Application

Yousef Nasiri^{1*}, Abdollah Javanmard¹

Received: March 9, 2020 Accepted: July 15, 2020

1- Assoc. Prof., Dept. of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Iran.

*Corresponding Author Email: ysf_nasiri@yahoo.com; ysf_nasiri@maragheh.ac.ir

Abstract

Background and Objective: This research was carried out to investigate the effect of organic and biological fertilizers application on yield, yield components, oil and silymarin percentage of milk thistle.

Materials and Methods: The experiment was conducted as factorial based on randomized complete blocks design (RCBD) at the faculty of Agriculture, University of Maragheh in 2016. The first factor was included organic fertilizer in three levels as without application (control), application of 20 tons per hectare of farmyard manure and application of 15 tons per hectare of vermicompost, and the second factor was included the application methods of Supernitroplas as biological fertilizer in four levels including non-application (control), seed inoculation, fertigation (topdress application) and seed inoculation + fertigation

Results: The highest capitol and biological yield was obtained using farmyard manure. The number of grain per capitols and 1000-kernal weight showed significant increases with application of both farmyard and vermicompost compared to control. The highest grain yield (160.2 g.m^{-2}) and oil percentage (17.52%) were obtained with vermicompost application and the highest oil yield (27.9 g.m^{-2}) obtained using farmyard manure that showed increases of 31, 7.8 and 39.7 % compared to control, respectively. All three methods of Supernitroplas application significantly increased the oil percentage compared to control. The maximum number of capitol and 1000-kernal weight were obtained by combined application of Supernitroplas (inoculation + fertigation). The highest grain yield (159.4 g.m^{-2}), oil percentage (17.7%) and oil yield (28.7 g.m^{-2}) were obtained by using the combined method without significant difference with topdress application and seed inoculation methods that showed increases of 24.9, 12.5 and 41.9% compared to control, respectively. The highest percentage of silymarin was obtained with vermicompost application and Supernitroplas by different methods without significant difference (average: 6.2%), which showed an increase 79.8% on average compared to non-application of organic and biological fertilizers (control).

Conclusion: The application of manure and vermicompost fertilizers and the application of Supernitroplas as seed inoculation or fertigation improve the yield components, grain yield, oil percentage and silymarin in milk thistle.

Keywords: Farmyard Manure, Grain Yield, Milk Thistle, Oil Percentage, Silymarin, Supernitroplas, Vermicompost

مقدمه

خارمریم یا ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) گیاهی یکساله یا دوساله بومی مناطق مدیترانه‌ای است که امروزه در سراسر جهان رشد نموده و یا مورد کشت قرار می‌گیرد (آبنولی و همکاران ۲۰۱۸). از برگ‌های این گیاه در گذشته جهت مداوای بیماری‌های صفراوی و بیماری‌های مربوط به دستگاه گوارش و اکنون از مواد مؤثره موجود در میوه (دانه) های رسیده این گیاه برای معالجه بیماری‌های کبدی و پیشگیری از سرطان کبد استفاده می‌شود. از جمله داروهایی که به این منظور از گیاه خارمریم تهیه شده‌اند می‌توان به لگالون، دوراسیمارین، هگرمارین و ماردین دیستل، اشاره نمود (پست‌وایت و همکاران ۲۰۰۷؛ امیدبیگی ۲۰۱۱). حدود ۲۰۰۰ سال است که از عصاره خارمریم به‌عنوان یک داروی گیاهی استفاده می‌شود و سیلیمارین ماده فعال اصلی عصاره میوه‌های خارمریم بوده و براساس فارماکوپه‌های آمریکا و اروپا، از میوه‌های بالغ این گیاه حداقل ۱/۵ تا دو درصد عصاره سیلیمارین استخراج شده (حاجی‌آقایی و همکاران ۲۰۱۸). عصاره‌های تهیه شده از این گیاه دارویی اهمیت اقتصادی بالایی داشته و در سال ۲۰۱۴ مکمل‌های تهیه شده از این گیاه در بازار فروش مکمل‌های طبیعی با فروش ۹/۲ میلیون دلار رتبه ششم را در میان ۲۰ گیاه پرفروش کسب و در بازار آمریکا نیز مکمل‌های تهیه شده از این گیاه، از بین ۵۰ مکمل گیاهی پرفروش با فروش ۱۶/۴ میلیون دلار در جایگاه دوازدهم قرار گرفت (اسمیت و همکاران ۲۰۱۵). لذا مطالعه و پژوهش در خصوص تهیه عصاره خارمریم و بهبود افزایش تولید سیلیمارین در آن با توجه به گردش مالی قابل توجه و بازار مصرف آن، از نظر اقتصادی جایگاه ویژه‌ای دارد.

افزایش تولید در واحد سطح از طریق کاهش هزینه‌های تولید و افزایش کارایی مصرف نهاده‌ها، بدون آنکه به منابع آب و خاک و محیط زیست و کیفیت محصول آسیب وارد شود از اهداف اصلی یک نظام زراعی پایدار

می‌باشند (منگیستو و همکاران ۲۰۱۷؛ سینگ و همکاران ۲۰۱۰). بر همین اساس، جهت نیل به این اهداف امروزه استفاده از انواع مختلف کودهای آلی و زیستی در نظام‌های تولید پایدار رواج پیدا کرده است. کاربرد انواع کودهای آلی از جمله کودهای دامی و ورمی‌کمپوست به دلیل خواص شیمیایی و فیزیکی مطلوب آنها می‌تواند جایگزینی مناسب برای کاربرد کودهای شیمیایی باشد. کاربرد مواد آلی ابزاری مؤثر برای مدیریت باروری و اصلاح خاک می‌باشد. این مواد نه تنها مواد غذایی ضروری برای گیاه را به مزرعه عرضه می‌کنند، بلکه می‌توانند ظرفیت نگهداری مواد غذایی خاک، دسترسی به عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، فعالیت ریزجانداران خاک، ساختار خاک و رشد گیاه در خاک را بهبود بخشند (نیچ و همکاران ۲۰۱۲؛ ملیس و همکاران ۲۰۱۶). ورمی‌کمپوست از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کودهای دامی و ضایعات گیاهی توسط گروهی از کرم‌های خاکی تولید می‌شود و این ماده آلی دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکشی و ظرفیت بالای نگهداری آب بوده و به همین دلیل امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول شده است (آتیه و همکاران ۲۰۰۰). ورمی‌کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده و باعث افزایش جمعیت میکروبی خاک و نگهداری بلندمدت عناصر غذایی بدون اثرات منفی بر محیط می‌گردد (پادماثیاما و همکاران ۲۰۰۸). گزارش شده است که ورمی‌کمپوست به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک در بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاهان موثر است (سکار و کارمگام ۲۰۱۰). افزودن ورمی‌کمپوست به خاک و بسترهای کشت سبب افزایش نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک شده و حضور تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی در ورمی‌کمپوست و امکان بهبود و افزایش رشد گیاه را به وجود می‌آورد (آتیه و همکاران ۲۰۰۰). کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع

مقدار صفات مورفولوژیکی و همچنین تأثیرپذیری مواد مؤثره، با کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست را گزارش نمودند. نتایج پژوهش عباسزاده و همکاران (۲۰۱۶) حاکی از آن است که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری قطر کانوپی، تعداد ساقه‌های سالانه، عملکرد برگ، عملکرد سالانه ساقه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد اسانس اسطوخدوس را افزایش داد. نتایج پژوهش حاج سیدهادی و درزی (۲۰۱۸) نشان داد که بیشترین مقادیر وزن تر و خشک بوته و درصد اسانس مرزه تابستانه با مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، حاصل و بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار، درصد نیتروژن و فسفر در اندام‌های هوایی با کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. براساس گزارش غریب و همکاران (۲۰۰۸)، کاربرد کودهای زیستی دارای ازتوباکتر، آزوسپیریوم و باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر شاخص‌های رشد و میزان اسانس گیاه مرزنجوش اثرات قابل توجهی نشان دادند. نتایج تحقیق یوسف و همکاران (۲۰۰۴) حاکی از آن است که در گیاه دارویی مریم‌گلی استفاده از کود زیستی حاوی آزوسپیریوم و ازتوباکتر سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه در چین‌های اول و دوم در طی دو فصل زراعی گردید. رضایی‌چیان و همکاران (۲۰۱۸) افزایش ارتفاع بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد موسیلاژ و عملکرد موسیلاژ بالنگو شهری (*Lallemantia iberica*) را با کاربرد کودهای زیستی گزارش نمودند. آنها افزایش در مقادیر صفات مذکور را به کاربرد تلفیقی کودهای زیستی و ورمی‌کمپوست مربوط دانسته‌اند.

با توجه به اهمیت تولید گیاهان دارویی در یک سیستم ارگانیک و پایدار سازگار با محیط زیست و ارزش اقتصادی عصاره خارمریم، این پژوهش به‌منظور بررسی کاربرد کودهای آلی دامی و ورمی‌کمپوست و کود زیستی سوپرنیتروپلاس بر روی تولید محصول

میکروارگانیسم مفید خاکزی بوده و یا به‌صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشند که به‌منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه، در یک سیستم کشاورزی پایدار به‌کار می‌روند (ساریخانی و امینی ۲۰۲۰). باکتری‌های آزادزی و یا همیار تثبیت‌کننده نیتروژن از قبیل *Azotobacter spp.* و *Azospirillum spp.* موجود در کودهای زیستی نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس نه‌تنها باعث تثبیت نیتروژن می‌شوند، بلکه قادر به تولید فیتوهورمون‌هایی مثل جیبرلیک اسید و ایندول استیک اسید، مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتیک، بیوتین و غیره هستند که می‌توانند باعث افزایش رشد ریشه و جذب مواد غذایی و در نتیجه تحریک رشد گیاه و فتوسنتز آن شوند (کادر و همکاران ۲۰۰۲؛ میا و همکاران ۲۰۱۵). نتایج پژوهش‌های متعددی حاکی از بهبود کمیت و کیفیت محصولات تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی می‌باشد. تلقیح گیاه با کودهای زیستی نه‌تنها نقش اساسی در افزایش عملکرد گیاهان دارویی دارد، بلکه بر کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن نیز مؤثر است (امیدبیگی ۲۰۱۱). امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی و معطر در جهت حرکت به سوی کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی پایدار و ارگانیک می‌باشد. گیاهان دارویی و معطر از نظر عملکرد و کیفیت در سیستم کشاورزی ارگانیک بهتر عمل کرده و کودهای آلی با ارائه مواد آلی و مواد غذایی به خاک، سلامت خاک و در نهایت بهبود عملکرد گیاه دارویی را به همراه خواهند داشت (بادالینگاپانور و همکاران ۲۰۱۸).

درزی و همکاران (۲۰۱۲) در رابطه با تأثیر کودهای دامی بر عملکرد و اسانس گیاه دارویی گشنیز گزارش کردند که کاربرد کود دامی منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک، بهبود درصد اسانس، عملکرد اسانس و تعداد دانه گیاه گردید. رحمانیان و همکاران (۲۰۱۷) افزایش درصد و عملکرد اسانس ریحان و افزایش

شامل ۵ ردیف یا پشته با فواصل نیم‌متر از همدیگر بودند. فاصله بین بوته‌ها روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. فاصله بین کرت‌ها نیز ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر لحاظ گردید. بذر خارمریم جهت کاشت از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و عملیات کاشت در ۷ اردیبهشت‌ماه براساس تیمارهای مورد نظر در کرت‌های مربوطه صورت گرفت. در تیمارهای مربوط به تلقیح بذور قبل از کاشت، بذور با کود زیستی سوپرنیتروپلاس تلقیح و در تیمارهای مربوط به کاربرد سرک کود زیستی، در مرحله ۴ برگی بوته‌های سبز شده اقدام به مصرف کود گردید. کاشت به صورت کپه‌ای در محل کمی بالای ناحیه داغ آب پشته‌ها بود که در هر کپه ۳ تا ۴ بذر در عمق ۳ سانتی‌متری خاک قرار داده شد. بلافاصله بعد از کاشت، اولین آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای (نشستی) بود. پس از استقرار کامل بوته‌ها، آبیاری هر ۱۰ روز یک بار تا مرحله گل‌دهی و تشکیل بذر انجام شد. آخرین آبیاری نیز ۲-۳ هفته قبل از ریزش برگ‌ها (قبل از زمان رسیدگی دانه) انجام گرفت. عملیات تنک‌کردن و وجین علف‌های هرز به صورت دستی و خاک‌دهی پای بوته‌ها با رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر انجام شد. صفات تعداد کاپیتول در بوته، عملکرد کاپیتول، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت کاپیتول، شاخص برداشت دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و درصد سیلیمارین نیز برای هر کرت آزمایشی ارزیابی گردیدند. در مرحله رسیدگی کاپیتول‌ها، از هر کرت آزمایشی سطحی معادل یک مترمربع انتخاب و کاپیتول‌های رسیده برداشت و سپس دانه‌های آن جدا و توزین شده و وزن آنها به‌عنوان عملکرد دانه در واحد سطح ثبت شد. عملکرد بیولوژیک از مجموع وزن خشک کاپیتول‌های برداشت شده از هر مترمربع در هر کرت و وزن بقایای گیاهی خارمریم پس از برداشت کاپیتول به‌دست آمد.

گیاه دارویی خارمریم در شرایط آب و هوایی مراغه اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ در مزرعه پژوهشی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. عامل اول شامل کاربرد کود آلی در سه سطح شاهد، ۲۰ تن در هکتار کود دامی و ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و عامل دوم کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس شامل شاهد، بذرمال (تلقیح بذور)، کود آبیاری (مصرف سرک) و بذرمال + کود آبیاری بود. مقادیر مصرف کود آلی با توجه مقادیر نیتروژن موجود در خاک و کودهای دامی و ورمی‌کمپوست در نظر گرفته شد. مقدار مصرف کود زیستی سوپرنیتروپلاس ۴ لیتر در هکتار بود که به صورت تلقیح با بذر و کود آبیاری مصرف شد. سوپرنیتروپلاس شامل مجموعه‌ای از گونه‌های مختلف باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و کنترل‌کننده عوامل بیماری‌زای خاکزی و باکتری‌های محرک رشد^۱ می‌باشد که از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا تهیه شد. قبل از اجرای آزمایش یک نمونه مرکب خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن تهیه گردید. ویژگی‌های خاک، کود دامی و ورمی-کمپوست مورد استفاده در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده‌اند. در فروردین‌ماه، عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، ایجاد جوی و پشته و کرت بندی انجام و قبل از کاشت کرت‌هایی با ابعاد ۳×۲/۵ مترمربع براساس تیمارهای آزمایش و نوع طرح در زمین محل آزمایش تهیه گردید. کودهای آلی مورد نظر (کود دامی و ورمی-کمپوست) با مقادیر مورد نظر در کرت‌های مربوطه مطابق با نقشه کاشت مصرف شدند. هر کرت آزمایش

¹ plant growth-promoting rhizobacteria

۵۰ سی‌سی قرار داده شده و سپس به هر کدام از فالکون‌ها ۲۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد اضافه گردید و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. در طول ۴۸ ساعت مذکور هر چند ساعت یک بار فالکون‌ها با دست به خوبی تکان داده می‌شدند. پس از ۴۸ ساعت محتوای فالکون‌ها با استفاده از کاغذ صافی، صاف شده و محلول متانولی زرد رنگی به دست آمد (حسنلو و همکاران ۲۰۰۴). محلول متانولی حاصل به مدت ۵ ساعت داخل پتری‌دیش‌های پیرکس در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد آون قرار داده شدند و پس از تبخیر متانول پودر زرد رنگی حاصل شد که سیلیمارین می‌باشد. از اختلاف وزن پتری‌دیش‌های خالی و پتری‌دیش‌های محتوای سیلیمارین، وزن سیلیمارین استخراج شده به دست آمد. درصد سیلیمارین نیز با استفاده از فرمول ذیل محاسبه شد:

$$100 \times (\text{وزن بذری} / \text{وزن سیلیمارین}) = \text{درصد سیلیمارین}$$

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند، مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون LSD انجام شد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

جهت روغن‌گیری ۵ گرم نمونه بذری کاملاً پودر شده و داخل فالکون‌های ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شد و سپس ۱۵ میلی‌لیتر هگزان نرمال به آن اضافه گردید و به مدت ۴ ساعت در دمای اتاق به وسیله دستگاه شیکرانکوباتور تکان داده شدند. بعد از آن مجدداً ۱۰ میلی‌لیتر هگزان به نمونه‌ها اضافه گردید و پس از هم‌زدن فالکون‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. هر چند ساعت یک بار فالکون‌ها با دست به خوبی تکان داده می‌شدند تا عمل هموژنیزاسیون (همگن‌سازی) بهتر انجام گیرد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت، محتوای فالکون‌ها با استفاده از قیف بوخزر و کاغذ صافی صاف شدند و محلول صاف شده که حاوی حلال (هگزان) و روغن بود داخل پتری‌دیش‌های تمیزی ریخته و تا تبخیر کامل حلال و ثابت شدن وزن پتری‌دیش‌ها در دمای اتاق قرار داده شدند. اختلاف وزن پتری‌دیش‌های حاوی روغن و وزن اولیه پتری‌دیش‌ها به دست آمد و بر اساس آنها وزن روغن و سپس درصد روغن و عملکرد روغن با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (کوچک زاده و همکاران ۲۰۱۸):

$$100 \times (\text{مقدار بذری} / \text{وزن روغن}) = \text{درصد روغن}$$

$$\text{عملکرد دانه} \times \text{درصد روغن} = \text{عملکرد روغن}$$

به منظور استخراج سیلیمارین (ماده مؤثره خارمریم) از بقایای کاملاً خشک شده بذور روغن‌گیری شده استفاده شد. به این ترتیب که نمونه‌ها داخل فالکون‌های

جدول ۱- ویژگی‌های خاک مورد استفاده در آزمایش

عمق خاک (cm)	EC (dS.m ⁻¹)	pH	کربن آلی (%)	نیترژن فسفر	پتاسیم (Mg.kg ⁻¹)	آهن	روی	منگنز	بافت خاک
۳۰-۰	۰/۶۹	۷/۴۳	۰/۱۹	۰/۰۱۸	۲۱/۴	۵۱۳	۱/۱۶	۲/۱۵	لومی شنی

جدول ۲- ویژگی‌های کودهای آلی (دامی و ورمی‌کمپوست) مورد استفاده در آزمایش

کود آلی	EC (dS.m ⁻¹)	pH	کربن آلی (%)	نیترژن کل	فسفر	پتاسیم
ورمی‌کمپوست	۴/۵	۷	۳/۸	۰/۴	۱/۲۲	۱/۵
کود دامی	۷/۱	۳/۴	۲/۹	۰/۲۸	۰/۸	۱/۰۳

نتایج و بحث

تعداد کاپیتول در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که اثرات کاربرد کودهای آلی و زیستی بر تعداد کاپیتول در بوته در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شدند. بیشترین تعداد کاپیتول در بوته به ترتیب با کاربرد ورمی‌کمپوست (۶ کاپیتول) و کود دامی (۵/۸ کاپیتول) به دست آمد که نسبت به شاهد افزایش‌های ۱۵ و ۱۳ درصدی را نشان دادند (شکل ۱). کاربرد سوپرنیتروپلاس به روش بذر مال و تلفیقی (بذر مال + کودآبیاری) نیز به ترتیب باعث افزایش ۱۶/۷ و ۱۹/۸ درصدی تعداد کاپیتول در مقایسه با شاهد شدند (شکل ۲). 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 فندقه (میوه) و عملکرد گیاه گردید (رضایی‌چپانه و همکاران ۲۰۱۸). صادقی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تعداد کپسول در بوته ختمی (*Altheae officinalis* L.) تحت تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست ۵۲ 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 پاتواردهان (۲۰۰۷) نشان داد که کاربرد کودهای زیستی محتوای آزوسپیریوم و ازتوباکتر در تلفیق با کودهای شیمیایی تعداد خورجین در کلزا را در مقایسه با کاربرد کودهای شیمیایی به تنهایی 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.

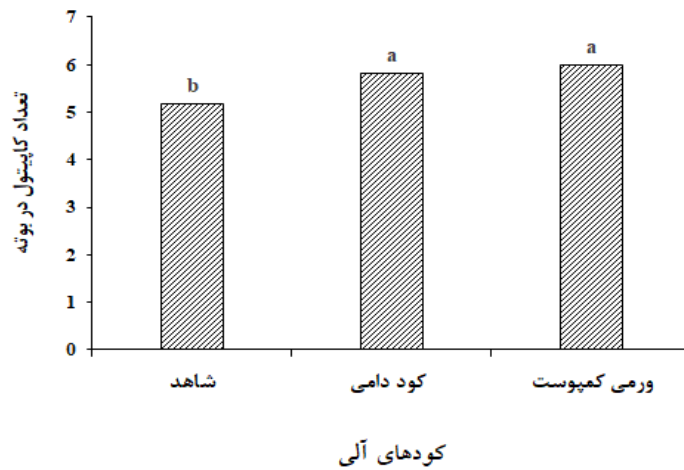
عملکرد کاپیتول

عملکرد کاپیتول در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر کاربرد کود آلی قرار گرفت (جدول ۳). بیشترین عملکرد کاپیتول با کاربرد کود دامی (۳۶۷/۱ گرم در مترمربع) به دست آمد که نسبت به کاربرد ورمی‌کمپوست (۳۴۶/۳ گرم در متر مربع) تفاوت معنی‌داری نداشت ولی نسبت به شاهد باعث افزایش ۲۰/۷ درصدی عملکرد کاپیتول شد (شکل ۳). نتایج پژوهش تصدیقی و همکاران (۲۰۱۵) نیز نشان داد که با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست، عملکرد گل خشک بابونه افزایش یافت به طوری که بیشترین عملکرد گل در تیمار ۵ تن در هکتار و کمترین عملکرد گل در تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست به دست آمد. آنان علت چنین افزایشی را به تأثیر کود آلی در افزایش نگهداری آب در خاک و بهبود جذب عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم ارتباط دادند. در این شرایط کود آلی علاوه بر تأمین عناصر غذایی لازم برای گیاه، باعث بهبود خلل و فرج خاک، تعادل نیتروژن و افزایش کارایی جذب فسفر در گیاه می‌شود. نتایج مشابهی توسط صالحی و همکاران (۲۰۱۱) در بابونه، خیری و همکاران (۲۰۱۶)، در همیشه‌بهار و امیری و همکاران (۲۰۱۶) در گاوزبان ایرانی گزارش شده است.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای آلی و زیستی بر صفات مورد ارزیابی خارمریم

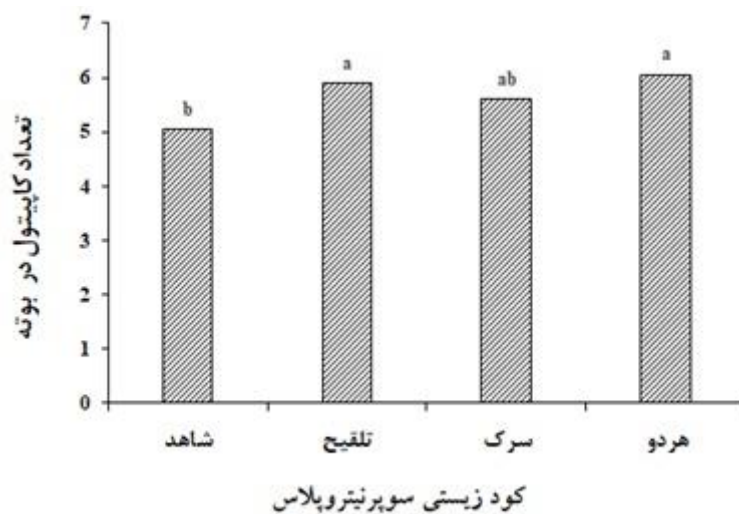
میانگین مربعات											
منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد کاپیتول	عملکرد کاپیتول	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت دانه	شاخص برداشت کاپیتول	درصد روغن	عملکرد روغن	درصد سلیمارین
تکرار	۲	۱/۷۸ *	۸۹۱۲/۱ ^{ns}	۳۲۵۸/۶ **	۳/۵۲ *	۱۴۲۱۱۴/۳ **	۱۶/۲۶ ^{ns}	۱۵/۹۵ ^{ns}	۱۸/۹۳**	۱۵۶/۷ **	۳/۳*
کود آلی (A)	۲	۲/۱۷ *	۱۲۳۸۵/۳ *	۴۹۸۹/۴ **	۱۴/۵۸ **	۱۲۰۷۲۰/۲ **	۹/۸۲ ^{ns}	۱/۸۲ ^{ns}	۵/۸۶*	۲۳۲/۵ **	۰/۲۲ ^{ns}
کود زیستی (B)	۳	۱/۷۵ *	۷۳۳۷/۵ ^{ns}	۱۶۲۶ *	۳/۴۷ *	۷۱۱۳۶/۳ *	۰/۶۲ ^{ns}	۱/۸۵ ^{ns}	۷/۰۳*	۱۱۳/۶*	۵/۳۱ **
A×B	۶	-/۱۳ ^{ns}	۱۱۴۴/۶ ^{ns}	۲۰۷/۱ ^{ns}	-/۱۳ ^{ns}	۱۰۴۹۳/۸ ^{ns}	۲/۱۸ ^{ns}	۱/۵۴ ^{ns}	-/۵۲ ^{ns}	۹/۰۱ ^{ns}	۲/۸۶ *
خطا	۲۲	۰/۴۶	۳۱۸۵/۵	۵۲۹/۶	۰/۹۵	۱۹۴۰۷/۸	۱۰/۵	۸/۳۷	۱/۵۳	۲۳/۷	۱/۹۵
ضریب تغییرات (%)	-	۲۴/۱۱	۱۶/۶۴	۱۵/۸	۴/۳۵	۱۲/۷۷	۲۲/۷۵	۹/۲۹	۷/۲۶	۱۹/۴۴	۲۲/۸۴

ns, * و ** به ترتیب بیانگر غیر معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می باشند.



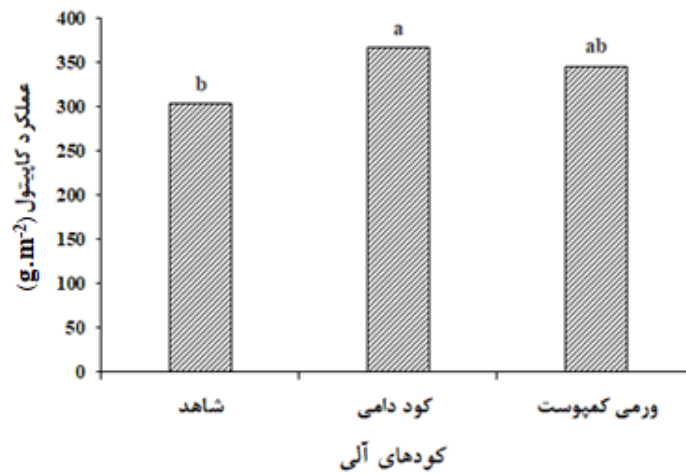
شکل ۱- مقایسه میانگین‌های تعداد کاپیتول در بوته خارمریم در سطوح کود آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی داری (LSD) می باشد



شکل ۲- مقایسه میانگین‌های تعداد کاپیتول در بوته خارمریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی داری (LSD) می باشد



شکل ۳- مقایسه میانگین عملکرد کاپسایین خار مریم در سطوح کود آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد

عملکرد دانه

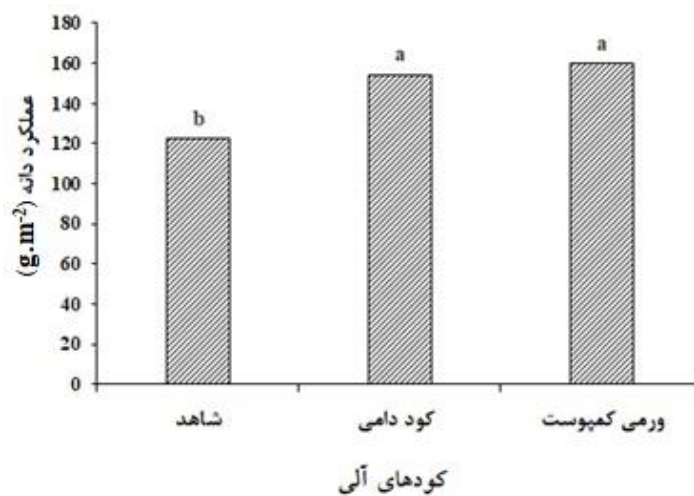
اثر کود آلی در سطح احتمال ۵ درصد و اثر کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه معنی‌دار شدند (جدول ۳). بیشترین عملکرد دانه به ترتیب با کاربرد ورمی کمپوست (۱۶۰/۲ گرم در مترمربع) و کود دامی (۱۵۴/۴ گرم در مترمربع) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به دست آمد که نسبت به شاهد ۳۱ و ۲۶ درصد افزایش نشان دادند (شکل ۴). دو تیمار تلفیقی و بذرمال به ترتیب با افزایش ۲۵ و ۱۸ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد بیشترین مقدار را نشان دادند و تیمار مصرف سرک سوپرنیتروپلاس (کودآبیاری) با وجود افزایش دادن عملکرد دانه، این افزایش نسبت به شاهد از نظر آماری معنی‌دار نبود (شکل ۵). به نظر می‌رسد استفاده از کودهای ورمی کمپوست، دامی و زیستی با بهبود شرایط رشد و طولانی کردن دوره انتقال مواد فتوسنتزی به دانه و افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، امکان تداوم بیشتر دوره پرشدن دانه را فراهم نموده (جهانگیری‌نیا و همکاران ۲۰۱۶) و در نتیجه باعث افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شده است. در این خصوص رضایی چپانه و همکاران (۲۰۱۸) افزایش عملکرد دانه بالنگو شهری را با کاربرد ورمی کمپوست، کود زیستی و کودهای شیمیایی گزارش نمودند. کاربرد کودهای آلی و زیستی تثبیت

کننده، نیتروژن کافی در دسترس گیاهان قرار می‌دهد. در این رابطه سلیمانی و اصغرزاده (۲۰۱۰) عنوان کردند که فراهمی نیتروژن نه تنها به توسعه برگ‌ها کمک می‌کند، بلکه با کمک به حفظ دوام برگ‌ها جهت انجام فعالیت‌های فتوسنتزی در طول دوره رشد، باعث افزایش تعداد گل‌ها، تلقیح بهتر و در نهایت افزایش تعداد دانه، وزن هزاردانه و عملکرد دانه در واحد سطح می‌شود. آنان همچنین اظهار داشتند که آزوسپیریلوم و ازتوباکتر موجود در کودهای زیستی با توان تثبیت زیستی نیتروژن، با گسترش سطح ریشه، جذب بهینه آب و عناصر غذایی، تولید هورمون‌ها و برخی ویتامین‌ها، رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاه را تقویت می‌کند که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد اقتصادی نمایان می‌گردد.

طاهری رحیم‌آبادی و همکاران (۲۰۱۸) افزایش اجزای عملکرد و عملکرد دانه برنج با کاربرد کود دامی و ورمی کمپوست را گزارش نمودند و علت چنین افزایشی را به فراهم نمودن عناصر پرمصرف و کم‌مصرف، متعادل کردن نسبت کربن به نیتروژن، افزایش فعالیت ریزجانداران خاک و همچنین بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک با کاربرد کودهای آلی به ویژه ورمی کمپوست نسبت داده‌اند. دانشیان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که بالاترین عملکرد دانه همیشه بهار با کاربرد ۴۰ تن در

شد. آنان همچنین در توجیه بهبود عملکرد دانه اظهار نمودند که عملکرد بالاتر در تیمارهای دارای ورمی-کمپوست را می‌توان به بهبود ساختمان فیزیکی خاک، وجود هورمون‌های رشد گیاه و سطوح بالای آنزیم‌ها و افزایش جمعیت میکروبی دانست. از طرف دیگر ورمی-کمپوست دارای مواد تنظیم‌کننده و هورمون‌های رشد گیاه مانند اکسین و اسیدهای هومیک می‌باشد که اینها سبب افزایش جوانه‌زنی، رشد و عملکرد گیاه می‌شوند.

هکتار کود دامی و عدم مصرف نیتروژن به دست آمد و دسترسی بهتر گیاه به عناصر غذایی و افزایش مواد آلی خاک که باعث فراهمی شرایط بهتری برای انجام فتوسنتز و در نتیجه رشد گیاه می‌شود را علت تأثیرگذاری کود دامی بر عملکرد دانه بیان کردند. والایی و همکاران (۲۰۱۶) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه خارمریم به دلیل افزایش تعداد کاپیتول، قطر کاپیتول و وزن هزار دانه با مصرف ۲۰ تن ورمی‌کمپوست حاصل



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه خارمریم در سطوح کودهای آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد

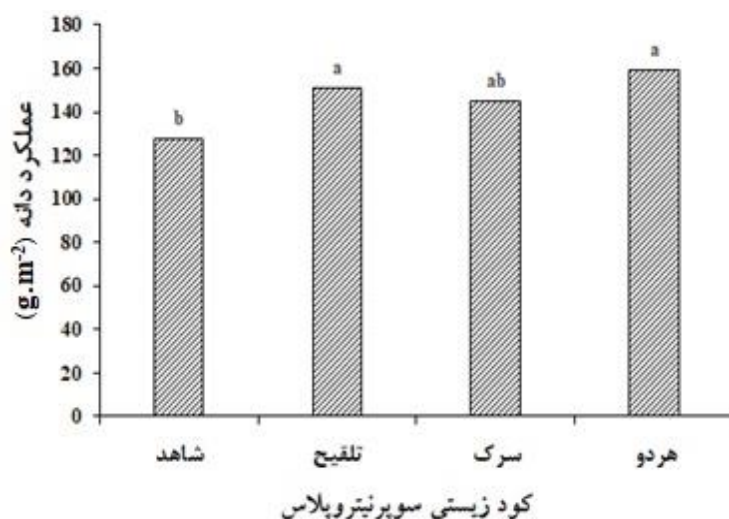
از کود آلی، بهبود فعالیت میکروبی خاک و تثبیت نیتروژن توسط کود زیستی بوده که منجر به بهبود میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده گیاهی شده است و در نتیجه شرایط مناسبی را برای دسترسی به عناصر غذایی در خاک فراهم نموده که منجر به بهبود رشد و دوام پرشدن دانه و نهایتاً افزایش وزن هزاردانه می‌گردد (سارکر و همکاران ۲۰۰۴؛ درزی و همکاران ۲۰۱۲). والایی و همکاران (۲۰۱۶) و فتاحی سیاه کمری و همکاران (۲۰۱۸) نیز افزایش وزن هزاردانه خارمریم را با کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست گزارش نمودند. نوری حسینی و همکاران (۲۰۱۶) در زیره سبز و فروزنده و همکاران (۲۰۱۴) در زیره سیاه، افزایش وزن هزاردانه و عملکرد دانه با کاربرد کود گاوی و ورمی‌کمپوست را گزارش نمودند. در پژوهشی دانشور و خواجه‌نژاد (۲۰۱۴)

وزن هزاردانه

اثر کاربرد کود آلی بر وزن هزاردانه در سطح احتمال یک درصد و اثر کود زیستی بر آن در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). دو تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست و کود دامی بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب باعث افزایش ۱۰ و ۷/۵ درصدی وزن هزاردانه نسبت به شاهد شدند (شکل ۶). از میان روش‌های مختلف کاربرد کود زیستی، روش تلفیقی بیشترین وزن هزاردانه را به خود اختصاص داد که نسبت به شاهد افزایش ۶/۱ درصدی وزن هزاردانه را حاصل نمود و روش‌های بذر مال و کود آبیاری به تنهایی افزایش معنی‌داری در وزن هزاردانه نسبت به شاهد نشان ندادند (شکل ۷). به نظر می‌رسد افزایش وزن هزاردانه با کاربرد کودهای آلی و زیستی ناشی از فراهمی نیتروژن حاصل

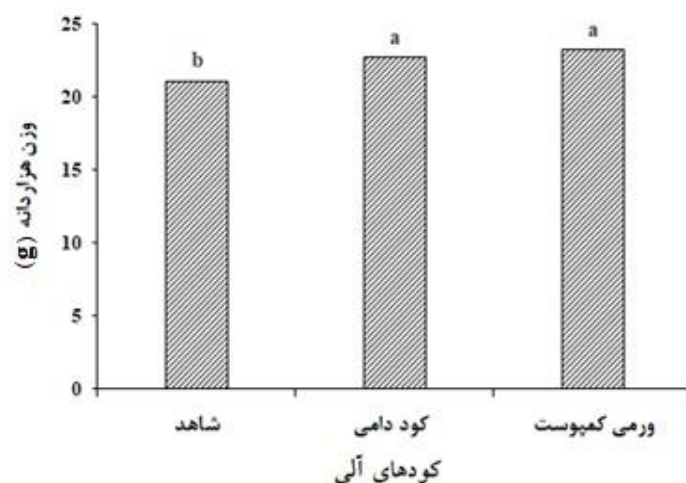
شاگری و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که کاربرد کود زیستی نیتروکسین باعث افزایش وزن هزاردانه کنجد شد و دلیل آن را به افزایش طول دوره پرشدن دانه و تأثیر باکتری‌های افزایش‌دهنده رشد گیاه از طریق افزایش مقدار مواد فتوسنتزی ذخیره شده در طول مدت پرشدن دانه نسبت داده‌اند.

افزایش وزن هزاردانه ارقام مختلف گلرنگ را با کاربرد کودهای زیستی نیتروژنی (آزتوباکتر و آزوسپیریلوم) و فسفات‌ها بارور ۲ گزارش نمودند و اظهار داشتند که استفاده از کودهای زیستی به دلیل افزایش توسعه ریشه و افزایش جذب مواد غذایی سبب افزایش انتقال مواد فتوسنتزی و در نتیجه افزایش وزن هزاردانه شده است.



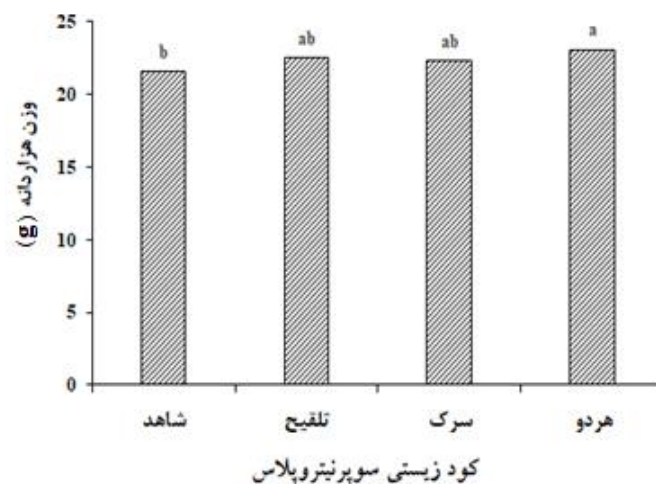
شکل ۵- مقایسه میانگین‌های عملکرد دانه خارمریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد



شکل ۶- مقایسه میانگین‌های اثر کاربرد کودهای آلی بر وزن هزار دانه خارمریم

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد



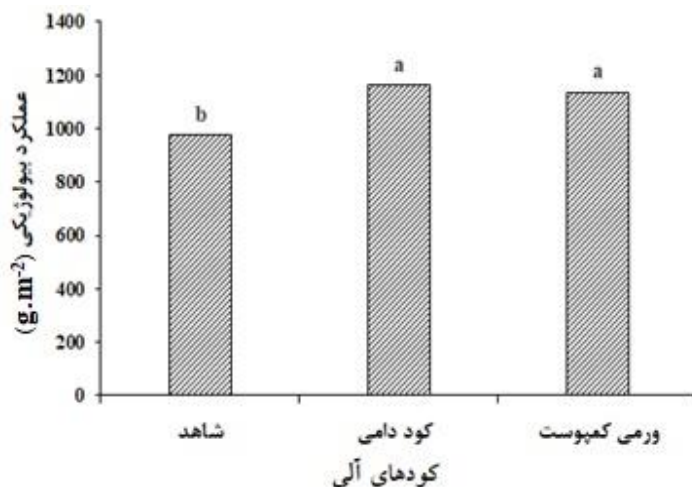
شکل ۷- مقایسه میانگین‌های وزن هزار دانه خارمریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد

عملکرد بیولوژیکی

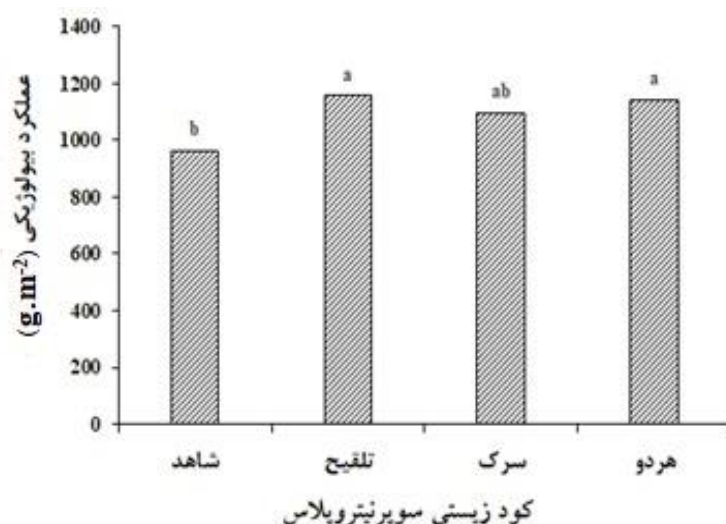
عملکرد بیولوژیکی به ترتیب در سطح احتمال یک و پنج درصد تحت تأثیر کاربرد کود آلی و کود زیستی قرار گرفت (جدول ۳). کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر باعث افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیکی شدند که به‌طور میانگین این صفت را ۱۷/۷ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۸). کاربرد کود زیستی سوپرنیتروپلاس با روش تلقیح و روش تلفیقی نیز بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر عملکرد بیولوژیکی خارمریم را به ترتیب ۲۰ و ۱۸ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۹). از آنجایی‌که عملکرد بیولوژیکی از مجموع وزن تمامی اندامهای هوایی گیاه به دست می‌آید، لذا هر عاملی که باعث افزایش وزن بخش‌های هوایی گیاه از جمله عملکرد کاپیتول و عملکرد دانه گردد، منجر به افزایش عملکرد بیولوژیکی نیز خواهد شد. 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 ورمی-کمپوست 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 ریشه موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را فراهم می‌نمایند. با توجه به بالاتر بودن عملکرد بیولوژیکی 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 بیولوژیکی شده‌اند. از آنجایی‌که مقدار نیتروژن قابل‌دسترس 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 بیولوژیکی 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.



شکل ۸- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی خارمریم در سطوح کودهای آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد



شکل ۹- مقایسه میانگین‌های عملکرد بیولوژیکی خارمریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد

شاخص برداشت

در این پژوهش دو نوع شاخص برداشت یعنی شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت دانه محاسبه گردید که هیچ‌یک تحت تأثیر اثرات ساده و یا برهم‌کنش کودهای آلی و زیستی قرار نگرفتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد از آنجائیکه شاخص برداشت نسبی از دو پارامتر عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی گیاه است و در شرایط این آزمایش هردو این دو پارامترها با

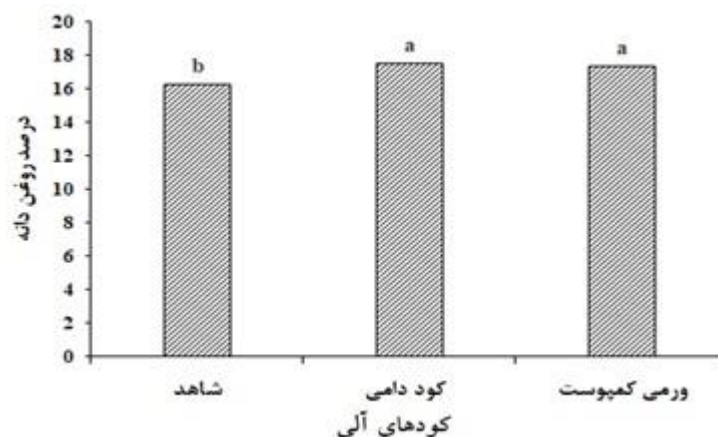
نسبتی مشابه تحت تأثیر تیمارها بوده‌اند لذا شاخص برداشت معنی‌دار نشده است. با این وجود میانگین شاخص برداشت کاپیتول و شاخص برداشت دانه در این آزمایش به ترتیب ۳۱/۲ و ۱۴/۲ درصد برآورد شدند. همسو با نتایج این پژوهش رضوانی مقدم و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که شاخص برداشت کاپیتول، شاخص برداشت گلبرگ و شاخص برداشت دانه در

همیشه بهار تحت تأثیر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی قرار نگرفتند.

درصد روغن دانه

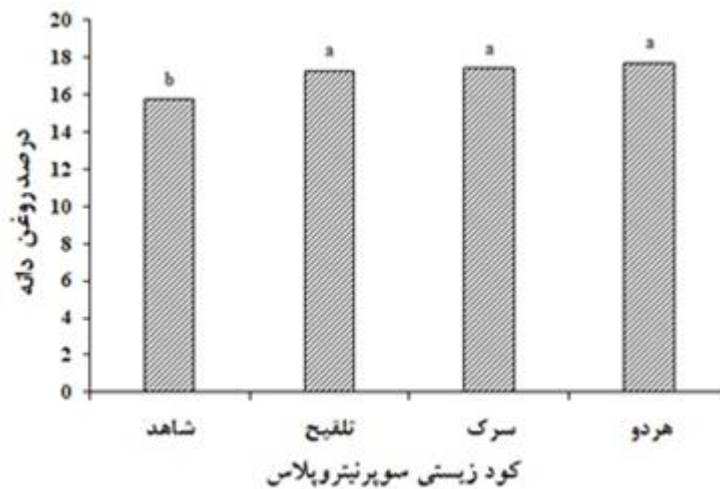
نتایج نشان داد که سطوح مختلف کاربرد کود آلی و کود زیستی سوپرنیتروپلاس در سطح احتمال ۵ درصد بر درصد روغن دانه خارمریم اثر معنی داری داشتند ولی برهم کنش آنها معنی دار نشد (جدول ۳). درصد روغن دانه با کاربرد کود دامی و ورمی کمپوست به ترتیب با مقادیر افزایش‌های ۱۷/۵ و ۱۷/۴ درصد، نسبت به عدم کاربرد کود افزایش‌های ۷/۸ و ۶/۹ درصدی را نشان داد (شکل ۱۰). کاربرد سوپرنیتروپلاس نیز با هر سه روش (بذر مال، کود آبیاری و هردو) به طور میانگین باعث افزایش ۱۰/۳ درصدی محتوای روغن دانه نسبت به شاهد شدند (شکل ۱۱). به نظر می‌رسد که کاربرد ورمی کمپوست و کود دامی از طریق تأمین نیتروژن و فسفر مورد نیاز برای تشکیل روغن در دانه، موجب افزایش درصد روغن دانه خارمریم شده‌اند. چنین استدلالی برای افزایش درصد روغن کلزا با کاربرد ورمی کمپوست و باکتری-های محرک رشد توسط منعم و همکاران (۲۰۱۸) نیز گزارش شده است. 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 (*Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*)

و *Azospirillum*) 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 رشد و در نهایت افزایش درصد روغن دانه گیاه در مقایسه با تیمار عدم تلقیح شده است. حسن‌زاده قوررتپه و جوادی (۲۰۱۶) گزارش دادند که کاربرد توأم ازتوباکتر و آزوسپیریوم و مصرف کود نیتروژنه می‌تواند با اصلاح ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خاک و افزایش جذب عناصر غذایی و در نتیجه افزایش جذب گاز کربنیک 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. محمدورزی 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.



شکل ۱۰- مقایسه میانگین‌های درصد روغن دانه خارمریم در سطوح کودهای آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی داری (LSD) می باشد



شکل ۱۱- مقایسه میانگین‌های درصد روغن دانه خارمریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد

ایجاد نموده‌اند. از طرف دیگر در شکل‌های ۱۰ و ۱۱ نیز مشاهده می‌شود که کاربرد کودهای آلی و زیستی منجر به افزایش درصد روغن دانه شده‌اند و در نتیجه عملکرد روغن نیز افزایش پیدا نمود. همسو با نتایج این پژوهش جهانگیری‌نیا و همکاران (۲۰۱۶) در سویا و سجادی‌نیک و همکاران (۲۰۱۱) در کنجد افزایش عملکرد روغن با کاربرد کودهای آلی و زیستی را به افزایش عملکرد دانه ناشی از تأثیر مثبت کودهای مذکور نسبت داده‌اند. شاکری و همکاران (۲۰۱۳) علت افزایش عملکرد روغن کنجد با تلقیح بذری از طریق کود زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریوم را به این‌صورت توجیه نمودند که باکتری‌های موجود در کود زیستی به‌طور مستقیم می‌توانند روی رشد گیاه به‌وسیله افزایش جذب نیتروژن، سنتز فیتوهورمون‌ها و محلول‌سازی مواد مغذی مفید باشند و در نتیجه آن موجب افزایش عملکرد دانه شده و در نهایت عملکرد روغن نیز افزایش خواهد یافت.

درصد سیلیمارین

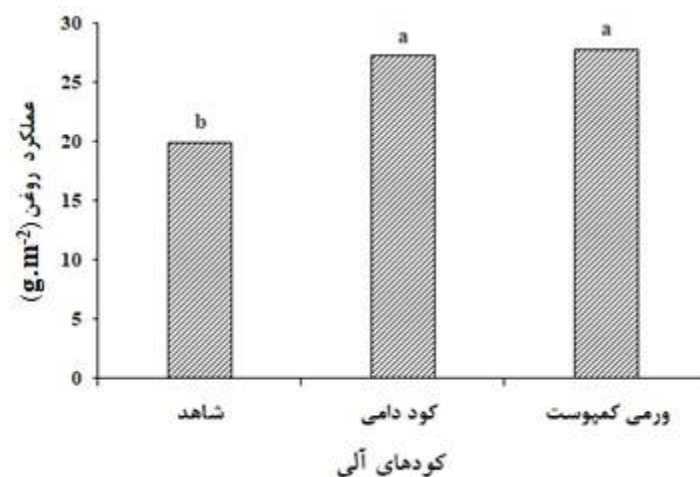
برهم‌کنش اثر کودهای آلی و زیستی بر درصد سیلیمارین دانه خارمریم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین درصد سیلیمارین با کاربرد ورمی‌کمپوست و استفاده از کود زیستی

عملکرد روغن

اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد روغن به‌ترتیب در سطح احتمال یک و ۵ درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). دو تیمار کاربرد کود دامی و ورمی‌کمپوست (با میانگین ۲۷/۶ گرم روغن در مترمربع) بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر به‌طور متوسط باعث افزایش ۳۸/۱ درصدی عملکرد روغن نسبت به شاهد شدند (شکل ۱۲). بیشترین عملکرد روغن نیز با کاربرد کود زیستی به روش تلقیح با مقدار ۲۸/۷ گرم در مترمربع به‌دست آمد که نسبت به روش تلقیح و سرک افزایش معنی‌داری نشان‌دهنده ولی نسبت به شاهد افزایش ۴۱/۹ درصدی داشت (شکل ۱۳). از آنجایی که عملکرد روغن در واحد سطح از حاصل‌ضرب دو پارامتر عملکرد دانه و درصد روغن محاسبه می‌شود، هر شرایطی که باعث بالا رفتن مقدار این دو پارامتر شود افزایش عملکرد روغن را نیز به همراه خواهد داشت. همان‌طور که در بخش مربوط به عملکرد دانه (شکل‌های ۴ و ۵)، اشاره شد کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست، دامی و زیستی از طریق بهبود شرایط رشد گیاه و طولانی کردن دوره انتقال مواد فتوسنتزی به دانه، افزایش قابلیت دسترسی به عناصر غذایی، امکان تداوم دوره پرشدن دانه را فراهم نموده و در نتیجه منجر به افزایش عملکرد دانه در واحد سطح شده و در نهایت موجبات افزایش عملکرد روغن را

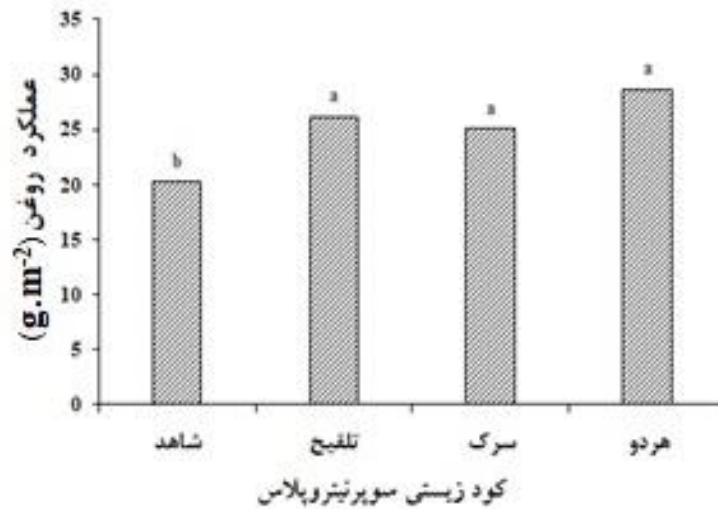
مقادیر قابل ملاحظه هورمون‌های تحریک‌کننده رشد به‌ویژه انواع اکسین، جیبرلین و سیتوکینین، تولید اسیدهای آلی و مواد بازدارنده رشد ریزجانداران بیماری‌زا، افزایش سطح و حجم مؤثر ریشه و در پی آن افزایش جذب آب و مواد غذایی، رشد و نمو گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (وسسی ۲۰۰۳؛ ظاهیر و همکاران ۲۰۰۴) و از این طریق قادر هستند بر روی تولید مواد مؤثره گیاهان دارویی و افزایش ارزش اقتصادی آنها نیز تأثیرگذار باشند. محفوظ و شریف‌الدین (۲۰۰۷) نیز افزایش رشد رویشی، وزن تر و خشک و میزان اسانس رازیانه را با کاربرد کودهای زیستی ازتوباکتر، آزوسپیریوم و باسیلیوس گزارش نمودند. لتی و همکاران (۲۰۰۶) نیز در آزمایشی به تأثیر مثبت کاربرد ازتوباکتر در افزایش اسانس گیاه دارویی رزماری اشاره داشتند.

سوپرنیتروپلاس به روش‌های مختلف بدون تفاوت معنی‌دار با یکدیگر (به طور متوسط ۶/۲ درصد) به‌دست آمد که نسبت به عدم کاربرد کود آلی و زیستی (شاهد) به‌طور میانگین ۷۹/۸ درصد افزایش نشان دادند (شکل ۱۴). حاج سید هادی و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که استفاده از ورمی‌کمپوست در سیستم تولید کم‌نهاد با اثرات مفید آن بر روی فعالیت‌های میکروبی خاک باعث افزایش سیلیمارین خارمریم شد. در حالی که یزدانی بیوکی و همکاران (۲۰۱۰) اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بر درصد سیلیمارین خارمریم را غیر معنی‌دار گزارش نمودند. کودهای زیستی مانند نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس دارای باکتری‌های محرک رشد گیاه از جنس ازتوباکتر، آزوسپیریوم، باسیلیوس و سودوموناس می‌باشند که علاوه بر تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر خاک، با تولید



شکل ۱۲- مقایسه میانگین‌های عملکرد روغن خارمریم در سطوح کودهای آلی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می‌باشد



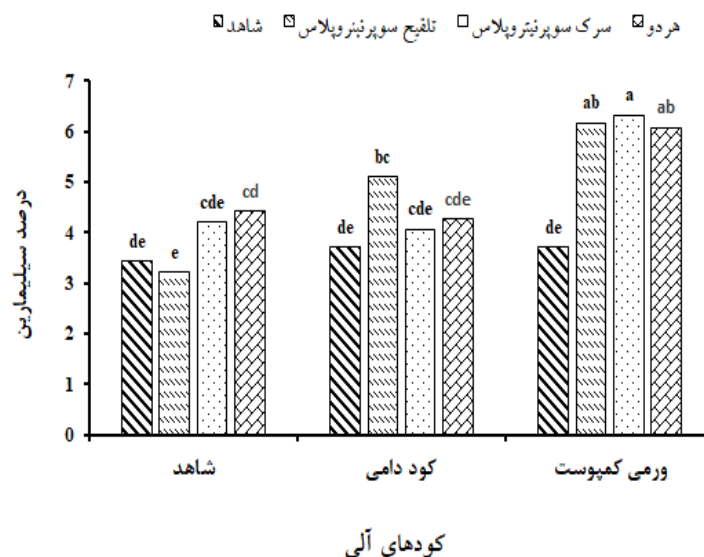
شکل ۱۳- مقایسه میانگین‌های عملکرد روغن خار مریم در سطوح کود زیستی

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد

تحلیل اقتصادی

در جدول‌های ۴ و ۵ هزینه مصرف کودهای آلی و زیستی مورد استفاده و درآمد ناخالص و درآمد خالص فروش دانه بر اساس هزینه تهیه کود آورده شده است. براساس نتایج جدول ۴ بیشترین درآمد خالص حاصل از

فروش دانه تولیدی خار مریم با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به‌دست آمد و بعد از آن کاربرد ۱۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست قرار گرفت که این دو تیمار به ترتیب نسبت به شاهد (عدم مصرف کود) افزایش‌های ۱۶ و ۳ درصدی فروش دانه خار مریم را باعث شدند. درآمد کمتر



شکل ۱۴- مقایسه میانگین‌های برهمکنش کودهای آلی و زیستی برای درصد سیلیمارین دانه خار مریم

حروف غیرمشابه بر روی نمودارها نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) می باشد

جدول ۴- تحلیل اقتصادی عملکرد دانه خارمریم در ارتباط با تیمارهای کود آلی

تیمار کودی	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	درآمد حاصل از فروش دانه خارمریم (toman.ha ⁻¹)	هزینه مصرف کود (toman.ha ⁻¹)	درآمد خالص فروش دانه خارمریم (toman.ha ⁻¹)
شاهد	۱۲۲۳	۲۶۹۰۶۰۰۰	.	۲۶۹۰۶۰۰۰
۲۰ تن در هکتار کود آلی	۱۵۴۴	۳۳۹۶۸۰۰۰	۳۰۰۰۰۰۰	۳۰۹۶۸۰۰۰
۱۵ تن در هکتار ورمی کمپوست	۱۶۰۲	۳۵۲۴۴۰۰۰	۷۵۰۰۰۰۰	۲۷۷۴۴۰۰۰

جدول ۵- تحلیل اقتصادی عملکرد دانه خارمریم در ارتباط با تیمارهای کود زیستی سوپرنیتروپلاس

تیمار کودی	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	درآمد حاصل از فروش دانه خارمریم (toman.ha ⁻¹)	هزینه مصرف کود سوپر نیتروپلاس (toman.ha ⁻¹)	درآمد خالص فروش دانه خارمریم (toman.ha ⁻¹)
شاهد	۱۲۷۶	۳۸۲۸۰۰۰۰	.	۲۸۰۷۲۰۰۰
تلقیح (بذر مال)	۱۵۰۸	۳۳۱۷۶۰۰۰	۲۲۰۰۰۰	۳۲۹۵۶۰۰۰
سرک (کود آبیاری)	۱۴۴۷	۳۱۸۳۴۰۰۰	۲۲۰۰۰۰	۳۱۶۱۴۰۰۰
بذر مال + کود آبیاری	۱۵۹۴	۳۵۰۶۸۰۰۰	۴۴۰۰۰۰	۳۴۶۲۸۰۰۰

همچنین سوپرنیتروپلاس در بهبود اجزای عملکرد و در نهایت افزایش عملکرد دانه، افزایش درصد روغن و درصد ماده مؤثره خارمریم (سیلیمارین) و افزایش درآمد اقتصادی آن مؤثر می‌باشد و کاربرد تلفیقی از کودهای آلی و زیستی کارآیی بیشتری در بهبود کیفیت عملکرد خارمریم دارند. لذا از این نوع کودها می‌توان در سامانه‌های تولید پایدار و یا ارگانیک به جای کودهای شیمیایی و ناسازگار با محیط زیست بهره جست.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از تمامی حمایت‌ها و مساعدت‌های دانشگاه مراغه جهت فراهم نمودن امکانات موردنیاز برای اجرای این پژوهش، تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

حاصل از فروش دانه در تیمار ورمی‌کمپوست به دلیل قیمت بالاتر ورمی‌کمپوست نسبت به کود دامی می‌باشد که بیش از ۳ برابر کود دامی می‌باشد. همچنین نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که بیشترین درآمد حاصل از فروش دانه خارمریم در تیمار تلفیقی (بذر مال + کود آبیاری) سوپر نیتروپلاس به دست آمد که نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود زیستی)، ۲۳ درصد افزایش نشان داد. تیمارهای بذر مال + کود آبیاری نیز با افزایش ۱۷ و ۱۲ درصدی عملکرد نسبت به شاهد بعد از تیمار تلفیقی در رتبه‌های دوم و سوم قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی از نتایج این پژوهش چنین استنباط می‌شود که کاربرد کودهای دامی و ورمی‌کمپوست و

منابع مورد استفاده

Abbaszadeh B, Mavandi P and Mirza M, 2016. Dry matter and essential oil yield changes of *Lavandula officinalis* under cow manure and vermicompost application. Journal of Medicinal Plants and By-products, 1, 97-104.

- Abenavoli L, Izzo AA, Cicala C, Santini A and Capasso R, 2018. Milk thistle (*Silybum marianum*): A concise overview on its chemistry, pharmacological, and nutraceutical uses in liver diseases. *Phytotherapy Research*, 32 (1), 2202-2213.
- Amiri MB, Rezvani Moghaddam P and Jahan M, 2016. Comparison of organic and chemical inputs on different densities of *Echium amoenum* Fisch & Mey. in Mashhad conditions. *Journal of Horticultural Science*, 30 (3), 555-573. (In Persian).
- Anwar M, Patra DD, Chand S and Khanuja SPS, 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 (13-14), 1737 - 46.
- Atiyeh RM, Subler S, Edwards CA, Bachman G, Metzger JD and Shuster W, 2000. Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44, 579-590.
- Badalingappanavar R, Hanumanthappa M, Veeranna HK, Kolakar S and Khidrapure G, 2018. Organic fertilizer management in cultivation of medicinal and aromatic crops: a review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, SP3, 126-129.
- Dabaghian Z, Pirdashti H, Abasian A and Bahari Saravi SH, 2015. The effect of biofertilizers, *Thiobacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum* and organic sulfur on nodulation process and yield of soybean (*Glycine Max* L. Merr). *Agronomy Journal* (Pajouhesh & Sazandegi), 107, 17-25. (In Persian).
- Daneshian J, Rahmani N and Alimohammadi M, 2013. Effects of nitrogen and manure fertilizer application on yield and yield components of calendula (*Calendula officinalis* L.) under water deficit stress conditions. *Journal of Crop Production Research*, 5 (3), 221-260. (In Persian).
- Daneshvar F and Khajoei-Nejad Gh, 2014. Study of bio-fertilizers application effects on yield potential and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivars under different irrigation regimes, *Journal of Irrigation and Water Engineering*. 4 (4), 59-69. (In Persian).
- Darzi MT, Hadj Seyed Hadi MR and Rejali F, 2012. Effects of cattle manure and plant growth promoter bacteria application on some morphological traits and yield in coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(3), 434-446.
- Eghball B, Ginting D and Gilley JE, 2004. Residual effects of manure and compost applications on corn production and soil properties. *Agronomy Journal*, 96(2), 442-447.
- Fanaei HR, Azmal A and Piri I, 2017. Effect of biological and chemical fertilizers on oil, seed yield and some agronomic traits of safflower under different irrigation regimes. *Journal of Agroecology*, 8(4), 551-566. (In Persian).
- Fatahi Siahkamari, S, Babaei Kh, Salehi Sardoei A and Motamedi Sharak H, 2018. Study some of characteristics quantitative Herb milk thistle (*Silybum marianum* L.) in response to organic and biological fertilizer. *Cellular and molecular biology of plants*, 13 (2), 55-64. (In Persian).
- Forouzandeh M, Karimian M and Mohkami Z, 2014. Effect of water stress and different type of organic fertilizers on essential oil content and yield components of *Cuminum cyminum*. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Science*, 4(3), 523-536.
- Gharib FA, Moussa LA and Massoud ON, 2008. Effect of compost and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10(4), 381-387.
- Hajiaghae R, Reza zadeh Sh, Ghafarzadegan R, Mohamadnejad A and Tavakoli M, 2018. Effect of different incoming feeds, defatting procedures and solvents on producing of standard silymarin extract. *Journal of Medicinal Plants*, 2(66): 167-175.
- Gilick BR, Penrose D and Wenbo M, 2001. Bacterial promotion of plant growth. *Biotechnology Advances*, 19, 135-138.

- Haj Seyed Hadi MR and Darzi MT, 2018. Evaluation of vermicompost and nitrogen biofertilizer effects on flowering shoot yield, essential oil and mineral uptake (N, P and K) in summer savory (*Satureja hortensis* L.). Journal of Agroecology, 9 (4), 1149-1167. (In Persian).
- Haj Seyed Hadi MR, Darzi MT and Sharifi Ashoorabadi E, 2008. Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June 16-20, 2008.
- Hasanlou T, Khavarinezhad A, Majidi Heravan E, Ziai SA and Shams Ardakani MR, 2004. Fetaermination of flavolignan of dried of *Silybum marianum* L. gaertn collected from different areas of Iran by spectrophotometer, TLV and HPLC. Journal of Medicinal Plants, 4 (1), 25-32. (In Persian).
- Hasanzadeh Ghorttapeh A and Javadi H, 2016. Study on the effects of inoculation with biofertilizers (*Azotobacter* and *Azospirillum*) and nitrogen application on oil, yield and yield components of spring canola in West Azerbaijan. Journal of Crop Production and Processing Isfahan University of Technology, 5 (18), 39-49.
- Jahangiri Nia E, Siyadat SA, Koochakzadeh A, Moradi Telavat MR and Sayyah far M, 2016. Effect of the usage of vermicompost and mycorrhizal fertilizer on quantity and quality yield of soybean in water deficit stress condition. Journal of crop improvement, 18 (2), 319-331. (In Persian).
- Kader MA, Main MH and Hoque MS, 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences, 2 (4): 259-261.
- Kheiry A, Arghavani M and Khastoo M, 2016. Effects of organic fertilizers application on morphophysiological characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 31(6), 1047-1057. (In Persian).
- Kochekezadeh A, Abdali Mashhadi A, Badavi V, 2018. Response of yield and yield components of safflower cultivars to different densities of plant. Crop Physiology Journal, 10 (38), 5-21. (In Persian).
- Kothari SK, Marschner H and Römheld V, 2005. Contribution of the VA mycorrhizal hyphae in acquisition of phosphorus and zinc by maize grown in a calcareous soil. Plant and Soil, 131(2), 177-185.
- Leithy S, El-Meseiry TA and Abdallah EF, 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Sciences Research, 2(10), 773-779.
- Madani H, Naderi Brojerdi GR and Pazoki A, 2011. Use of phosphorus solublizing bacteria and ammonium phosphate fertilizers in winter rapeseed production. Journal of Crop Ecophysiology, 4 (4), 95-108. (In Persian).
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21(4), 361-366.
- Melese W, 2016. Effect of farmyard yield manure application rate on yield and yield components of lettuce (*Lactuca sativa*) at Jimma Southwestern Ethiopia. International Journal of Research - Granthaalayah, 4(8), 75-83.
- Mengistu T, Gebrekidan H, Kibret KW, Oldetsadik K, Shimelis B and Yadav H, 2017. The integrated use of excreta-based vermicompost and inorganic NP fertilizer on tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit yield, quality and soil fertility. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 6, 63-77.
- Mia MAB, 2015. Nutrition of Crop Plants. New York, Nova Science Publishers, pp. 187.
- Mohamadvarzi R, Habibi D, Vazan S, Pazoki A, Nooralvandi T, 2011. Effect of plants growth promoting rhizobacteria and nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characters of sunflower (*Helianthus annus* L.). New Finding in Agriculture, 5(3), 301-313. (In Persian).
- Monem R, Pazoki A, Abdzad Gohari A, 2018. The effect of combined application of plant growth promoting rhizobacteria and different levels of vermicompost on quantitative and qualitative performance of rapeseed (*Brassica napus* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 615-630. (In Persian)

- Ng'etich OK, Aguyoh JN and Ogweno JO, 2012. Effects of composted farmyard manure on growth and yield of spider plant (*Cleome gynandra*). International journal of Science and Nature, 3(3), 514-520.
- Nourihoseini SM, Khorassani R, Astarai AR, Rezvani Moghadam P and Zabihi HR, 2016. Effect of different fertilizer resources and humic acid on some morphological criteria, yield and antioxidant activity of black zira seed (*Bunium persicum* Boiss.). Applied Field Crops Research, 29 (4), 87-104. (In Persian)
- Omidbaigi R, 2011. Production and Processing of Medicinal Plants. Astane Ghodse Razavi Press. Mashhad, Iran. 347 pp. (In Persian).
- Padmavathiamma PK, Li LY and Kumari UR, 2008. An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. Bioresource Technology, 99(6), 1672-1681.
- Post-White J, Ladas EJ and Kelly KM, 2007. Advances in the use of milk thistle (*Silybum marianum*). Interactive Cancer Threapies, 6(2), 104-109.
- Raei Y, Shariati J and Weisany W, 2015. Effect of biological fertilizers on seed oil, yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) at different irrigation levels. Agricultur Science and Sustainable Production, 25 (1), 65-84. (In Persian).
- Rahmanian M, Esmailpour B, Hadian J and Shahriari MH, 2017. The effect of organic fertilizers on morphological traits, essential oil content and components of basil (*Ocimum basilicum* L.). Agricultur Science and Sustainable Production, 27 (3), 103-118. (In Persian).
- Rezaee Moadab A and Nabavi Kalat SM, 2012. The Effect of vermicompost and biological fertilizer application on seed yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Crop Ecophysiology, 6 (2), 157-170. (In Persian).
- Rezaei-Chiyaneh E, Faridvand Sh, Amirnia R, Mahdavia H and Rahimi A, 2018. Effect of organic and biofertilizers on yield and some qualitative characteristics of the dragon's head (*Lallemantia iberica*) in dryfarming conditions. Agricultur Science and Sustainable Production, 28 (4), 25-40. (In Persian).
- Rezvani moghaddam P, Akbar Abadi M and Hassanzadeh Aval F, 2015. The effect of organic fertilizers and different sowing dates on yield and yield components of flower and grain of Pot Marigold (*Calendula officinalis* L.). Journal of Agroecology, 6 (4), 730-740. (In Persian).
- Sadeghi AA, Bakhsh Kelarestaghi K, Hajmohammadnia Ghalibaf K, 2014. The effects of vermicompost and chemical fertilizers on yield and yield components of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). Journal of Agroecology, 6(1), 42-50. (In Persian).
- Sajadi Nik R, Yadavi A, Balouchi HR 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 (2), 98-101. (In Persian).
- Salehi A, Ghalavand, A, Sefidkon F and Asgharzade A, 2011. The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27(2), 188-201. (In Persian).
- Sarikhani R and Amini R, 2020. Biofertilizer in sustainable agriculture: Review on the researches of biofertilizers in Iran. Agricultur Science and Sustainable Production, 30(1), 329-365. (In Persian).
- Sarker MAR, Pramanik MYA, Faruk GM and Ali MY, 2004. Effect of green manures and levels of nitrogen on some growth attributes of transplant aman rice. Pakistan Journal of Biological Sciences, 7, 739-742.
- Sekar KR and Karmegam N, 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*. Scientia Horticulturae, 124(2), 286-289.
- Shakeri E, Amini Dehaghi M, Tabatabaei SA, Modares Sanavi SAM, 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).

- Singer JW, Logsdon SD and Meek DW, 2007. Tillage and compost effects on corn growth, nutrient accumulation, and grain yield. *Agronomy journal*, 99(1), 80-87.
- Singh BK, Pathak KA, Boopathi T and Deka BC, 2010. Vermicompost and NPK fertilizer effects on morpho-physiological traits of plants, yield and quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.). *Vegetable Crops Research Bulletin*, 73, 77-86.
- Smith MBT, Lynch ME, Johnson J, Kawa K, Bauman H, 2015. Herbal dietary supplement sales in US increase 6.8% in 2014. *HerbalGram*, 107, 52 - 59.
- Soleimani R and Asgharzadeh A, 2010. Effects of Mesorhizobium inoculation and fertilizer application on yield and yield components of rainfed Chickpea. *Iranian Journal of Pulses Research* 1(1): 1-8. (In Persian).
- Taheri Rahimabadi E, Ansari MH and Razavi Nematollahi A, 2018. Influence of cow manure and its vermicomposting on the improvement of grain yield and quality of rice (*Oryza sativa* L.) in field conditions. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(1), 97-110.
- Tasdighi H, Salehi A, Movahhedi Dehnavi M and Behzadi Y, 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L. with application of vermicompost and different irrigation levels. *Agricultur Science and Sustainable Production*, 25(3), 61-78. (In Persian).
- Valaai L, Noormohamadi Gh, Hasanloo T and Haj Seyed Hadi MR, 2016. Effect of organic manure and bio-fertilizer on growth traits and quantity yield in milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaerth). *Journal of Crop Production Research*, 7 (3), 237-251. (In Persian).
- Vessy K, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255: 571-586.
- Yasari, E and Patwardhan AM, 2007. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* inoculations and chemical fertilizers on growth and productivity of canola. *Asian Journal. Plant Science*, 6(1), 77-82.
- Yazdani Biuki R, Rezvani Moghaddam P, Khazaie HR, Astarai AR, 2010. Qualitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum* L.) in response to organic, biological and chemical fertilizers. *Journal of Agroecology*, 2(4), 548-555.
- Youssef AA, Edris AE and Gomaa AM, 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. plants. *Annals of Agricultural Science-Cario*, 49, 299-312.
- Zahir ZA, Arshad M and Frankenberger WT, 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81(1), 98-169.