

10.22092/ijmapr.2022.358595.3165

شناسه دیجیتال (DOI):

نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران

20.1001.1.17350905.1402.39.1.6.1

شناسه دیجیتال (DOR):

جلد ۳۹، شماره ۱، صفحه ۹۴-۸۲ (۱۴۰۲)

اثر کود زیستی و ورمی کمپوست بر عملکرد کمی و کیفی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)

سعید علی پور^۱

۱- استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، پست الکترونیک: hokmalipour@yahoo.com

تاریخ پذیرش: آبان ۱۴۰۱

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۴۰۱

تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۱

چکیده

به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* L.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در چهار کیلومتری شهر اردبیل در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ انجام گرفت. ورمی کمپوست در پنج سطح (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار) و کود زیستی در دو سطح (تلقیح و عدم تلقیح) استفاده شد. نتایج نشان داد، عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در کاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، عملکرد سیلی مارین و وزن تر گل تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست قرار داشتند. همچنین کاربرد فسفات بارور ۲ روی کلیه صفات بجز قطر گل آذین اثر معنی‌دار داشت. بیشترین میزان صفات در تیمار ورمی کمپوست در کاربرد ۴۰ تن در هکتار به دست آمد. هر چند تفاوت آماری معنی‌داری برای صفات تعداد دانه در کاپیتول، درصد روغن، درصد سیلی مارین، درصد سیلی بین، عملکرد روغن و تعداد گل آذین در کاربرد ۴۰ و ۳۰ تن ورمی کمپوست در هکتار وجود نداشت. بیشترین میزان صفات در تیمار کود زیستی در تلقیح با این کود به دست آمد. بیشترین درصد سیلی بین (۱۶/۸۱٪) و عملکرد سیلی مارین (۳۷/۶۱ کیلوگرم در هکتار) در کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار و کمترین درصد (به ترتیب ۱۶/۱۲٪ و ۳۰/۵۶ کیلوگرم در هکتار) در سطح شاهد ورمی کمپوست مشاهده شدند.

واژه‌های کلیدی: روغن، سیلی بین، سیلی مارین، عملکرد روغن، کود آلی.

مقدمه

یک محصول پاییزه نیز کشت شود ولی در قسمت‌های سردسیری، مناطق مدیترانه‌ای باید در فصل بهار کشت شود (Omidbeigi, 2006). بذره‌های این گیاه دارای ترکیب‌های فلاوونولیگنانی شامل سیلی بین، سیلیکریستین و سیلیدیانین هستند که تحت عنوان سیلی مارین نامیده می‌شوند (Morazzoni & Bombardelli, 1995). میوه این گیاه حاوی ۲۰-۳۵٪ روغن است که قابل مقایسه با دانه‌های روغنی می‌باشد (Fathi-Achachlouei & Azadmard-Damirchi, 2009). ماده مؤثره این گیاه سیلی مارین نام

خارمریم یا ماریتیغال (Milk thistle) با نام علمی *Silybum marianum* گیاهی علفی، یک‌ساله یا دوساله و متعلق به خانواده کاسنی است. این گیاه به صورت خودرو در کنار جاده‌های متروک و زمین‌های بایر و حاشیه زمین‌های زراعی بیشتر نواحی اروپا، آسیا، آمریکا، مناطق مدیترانه‌ای و بسیاری از نقاط ایران می‌روید (Shokrpour et al., 2007). این گیاه قادر به گذراندن دوره سرمای زمستان است، به همین دلیل در مناطق مدیترانه‌ای می‌تواند به صورت



ویتامین‌ها، آنزیم‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها و بهبوددهنده‌های رشد می‌باشد (Pant *et al.*, 2011). ورمی‌کمپوست حاوی مقادیر زیادی از مواد هیومیکی می‌باشد که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی مانند آهن و روی و بهبود متابولیسم گیاه موجب افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌گردد. در بسیاری از نظام‌های کشاورزی پایدار از کمپوست و کودهای آلی برای بهبود حاصلخیزی خاک و نیز پیشگیری و کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود (Ghorbani *et al.*, 2006). مواد مؤثره گیاهان دارویی هرچند به‌طور اساسی تحت تأثیر ژنتیک گیاه قرار دارد ولی به‌طور متناثر از عوامل محیطی است. معایب ذکر شده کودهای شیمیایی در کنار هزینه‌های بالای تولید آنها موجب ضرورت توجه به استفاده از کودهای آلی و دامی شده است (Yazdani *et al.*, 2010). کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست علاوه بر تأمین نیازهای غذایی موجب بهبود شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز می‌گردد (Hokmalipour *et al.*, 2018). همکاران (۲۰۰۸) با بررسی اثر سیستم‌های تولید رایج و کم‌نهاد روی ماریتیغال نشان داد که استفاده از ورمی‌کمپوست در سیستم تولید کم‌نهاد با بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک موجب افزایش سیلی‌مارین شد. بهبود رشد و عملکرد به‌دنبال کاربرد کمپوست در گیاهان دارویی اسفرزه، بذرالبنج و سداب گزارش شده است (Anwar *et al.*, 2005). کاربرد باکتری‌ها به‌صورت کودهای زیستی نیز نقش مهمی در مدیریت پایدار بوم‌نظام‌های زراعی و افزایش حاصلخیزی خاک دارند. تلقیح با کودهای بیولوژیک می‌تواند موجب بهبود خواص کمی و کیفی گیاه گردد. از توباکتر از جمله کودهای بیولوژیک است که به‌عنوان باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه مطرح بوده و امکان کاربرد گسترده آنها برای انواع گیاهان زراعی مورد توجه و تأکید قرار گرفته است (Hokmalipour *et al.*, 2018). استفاده از کودهای آلی و بیولوژیک علاوه بر افزایش ماده آلی خاک، موجب افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها شده و بدین ترتیب ساختمان خاک به‌طور قابل ملاحظه‌ای بهبود می‌یابد.

دارد که مخلوطی از چند ترکیب فلاونولیگنانی از جمله سیلی‌بین، سیلی‌دیانین، سیلی‌کریستین، ایزوسیلی‌بین و ... است. سیلی‌بین اصلی‌ترین جزء این ترکیب است. روغن این گیاه دارویی قبل از جداسازی سیلی‌مارین، از دانه استخراج می‌شود و به‌عنوان محصول فرعی در تولید سیلی‌مارین محسوب می‌شود. این روغن منبع غنی از اسیدهای چرب غیراشباع و ویتامین E است (Hadolin *et al.*, 2001). سیلی‌مارین موجود در بذر ماریتیغال به‌عنوان یک ماده مؤثره کبد را در برابر انواع مسمومیت‌ها از جمله قارچ امانیتا، استامینوفن و الکل محافظت می‌کند (Rainone, 2005). هرچند از کودهای شیمیایی می‌توان برای افزایش عملکرد در واحد سطح استفاده کرد، اما استفاده بی‌رویه از این کودها به‌دلیل داشتن نمک‌های مخرب موجب تخریب خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری و اشکال در نفوذپذیری ریشه گیاه در درازمدت و در نهایت موجب کاهش عملکرد می‌شود. از سویی کاربرد بی‌رویه کودهای شیمیایی سبب بروز خسارت‌های جبران‌ناپذیر زیست‌محیطی مانند آلودگی منابع آب، کاهش کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش تنوع زیستی، فرسایش ژنتیکی و ایجاد مقاومت در بیماری‌ها و آفات گیاهی و در نهایت آسیب‌های بهداشتی و اقتصادی شده است (Valaii *et al.*, 2015). بنابراین نیاز فوری به تثبیت و افزایش بهره‌وری از طریق استفاده صحیح کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست می‌تواند به غنی‌سازی خاک منطقه ریشه کمک کند (Malathesh, 2005). کودهای آلی موجب افزایش ماده آلی و pH خاک می‌شوند و به‌موجب بهبود ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و دسترسی به مواد غذایی و در نهایت بهبود باروری خاک را دربر دارند. ورمی‌کمپوست به علت داشتن خصوصیاتمانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آنها و نیز ظرفیت بالای نگهداری آب، استفاده از آن در کشاورزی پایدار برای بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول است (Arancon *et al.*, 2004). ورمی‌کمپوست غنی از عناصر غذایی ماکرو، میکرو،

برای اعمال تیمارهای مختلف ورمی کمپوست، در وسط هر خط کاشت شیاری در سراسر پشته به عمق ۵ سانتی متر ایجاد کرده و مقادیر کود ورمی کمپوست را درون شیار ریخته و با شن کش روی آن خاک داده شد (Darzi et al., 2016). آبیاری هر ده روز یک بار به روش نشتی انجام شد.

اندازه گیری صفات

در این تحقیق پس از حذف حاشیه و نیز حذف نیم متر از ابتدا و انتهای هر ردیف کاشت با استفاده از بوته های باقیمانده، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، ارتفاع بوته، وزن تر برگ، وزن تر ساقه، وزن تر گل، وزن تر کل بوته، وزن خشک کل بوته و تعداد شاخه فرعی در بوته اندازه گیری شد. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در مساحتی در حدود شش مترمربع تعیین گردید. از بذره های تولید شده برای اندازه گیری درصد روغن، درصد سیلی مارین، درصد سیلی بین، عملکرد روغن و عملکرد سیلی مارین استفاده گردید. درصد روغن دانه ماریتیغال با استفاده از دستگاه اتومات سوکسله تعیین شد. همچنین درصد سیلی بین و سیلی مارین با استفاده از روش های استخراج، خالص سازی و نمونه (UV اسپکتروفتومتری) از ۱۰۰ گرم دانه ماریتیغال آسیاب شده تهیه شد (Naderi et al., 2007). در این روش اندازه گیری براساس میزان نور جذب شده توسط ترکیب مورد نظر می باشد. این میزان به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری می شود. معمولاً اندازه گیری ها در طیف نور مرئی انجام می شود. به عبارتی طول موج جذبی ماده مورد آزمایش توسط دستگاه قرائت و میزان درصد ماده مشخص می گردد. تجزیه و تحلیل آماری نتایج تحقیق با استفاده از نرم افزار SAS ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین ها در سطح احتمال ۵٪ با آزمون چند دامنه ای دانکن انجام شد.

با توجه به روند رو به رشد استفاده از ضایعات مختلف در کشاورزی و مدیریت پایدار حاصلخیزی خاک، این تحقیق با هدف مطالعه اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ماریتیغال انجام شده است.

مواد و روش ها

مشخصات محل مورد آزمایش

این تحقیق در مزرعه ای واقع در چهار کیلومتری شهرستان اردبیل با عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی و ۴۸ درجه و ۱۸ دقیقه جنوبی و ارتفاع ۱۳۵۰ متری از سطح دریا در بهار ۱۳۹۷ انجام شد. نمونه برداری خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متر انجام شد. خاک آزمایش لوم سیلتی با pH ۷/۶، ماده آلی ۸۵/۰٪ و فسفر و پتاس قابل جذب به ترتیب برابر با ۸ و ۱۶۵ میلی گرم در کیلوگرم و نیتروژن کل برابر با ۱۲/۰٪ بود (جدول ۱). با توجه به آزمون خاک ۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۱۰ کیلوگرم در هکتار کود پتاس به زمین اضافه شد.

اعمال تیمارها و کاشت

کود زیستی فسفات بارور ۲ از مؤسسه زیست فناوری سبز تهیه شد. این کود حاوی باکتری پسودوموناس پوتیدا (*Pseudomonase putida, strain (P13)*) و باسیلوس لنتوس (*Bacillus lentus, strain (P5)*) می باشد که به روش تلقیح بذر در هنگام کاشت استفاده شد. ورمی کمپوست بکار رفته نیز با استفاده از کود دامی و گونه کرم خاکی بنام ایزنیا (*Eisenia foetida*) تولید شده بود (جدول ۲). بذرها از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شده بود. بذرها در داخل هر کرت آزمایش به ابعاد ۳×۴ متر به تعداد سه تا چهار عدد در کپه هایی با عمق سه سانتی متر به روش جوی و پشته در شش ردیف با فاصله ۳۰ سانتی متر روی ردیف و ۵۰ سانتی متر بین ردیف کشت شدند.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزرعه آزمایشی
Table 1. Some physicochemical characteristics of experimental field soil

Soil texture	Silt	Clay	Sand	C/N	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	O.C. (%)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
Loam-silt	32	36	31	0.7	165	8	0.12	0.85	7.6	0.456

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست
Table 2. Some chemical properties of vermicompost

K (ppm)	P (ppm)	N (%)	O.C. (%)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
40	40	21.27	32.35	7.8	1.16

نتایج

عملکرد و اجزای عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد وزن هزاردانه، تعداد کاپیتول در بوته، دانه در کاپیتول و عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، به طور معنی داری تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ قرار گرفته است. هر چند اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد وزن هزاردانه به عنوان یکی از اجزای عملکرد مهم در ماریتیغال با افزایش کاربرد سطوح مختلف ورمی کمپوست و تلقیح بذر با کود زیستی فسفات بارور ۲ افزایش می یابد (شکل ۱-۲). بیشترین وزن هزاردانه (۲۰/۵۶ گرم) در بالاترین سطح کاربرد ورمی کمپوست حاصل شد. کمترین میزان این صفت (۱۷/۴۵ گرم) در سطح شاهد مشاهده شد که نشان دهند افزایش حدود ۱۵ درصدی در وزن هزاردانه به دنبال کاربرد ورمی کمپوست است. در کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، بیشترین (۱۹/۲۶ گرم) و کمترین (۱۸/۷۲ گرم) وزن هزاردانه نیز به ترتیب در تلقیح و عدم تلقیح بدست آمد (شکل ۱-۲). بیشترین تعداد کاپیتول در بوته (۱۱/۵۳) در کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمد. کمترین میزان این صفت (۹/۳۸) در سطح شاهد حاصل شد. بیشترین (۵۸/۹۸) و کمترین (۴۱/۹۹) تعداد دانه در کاپیتول نیز به ترتیب در بالاترین سطح کاربرد ورمی کمپوست و سطح شاهد مشاهده شد (شکل ۱-۳). در ارتباط با کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲، بیشترین تعداد کاپیتول در بوته و دانه در کاپیتول در سطح تلقیح با این کود بدست آمد (شکل ۱-۳). نتایج نشان داد با افزایش میزان کاربرد ورمی کمپوست عملکرد دانه افزایش می یابد

(شکل ۱-۱). به این ترتیب که بیشترین عملکرد دانه (۱۱۵۶ کیلوگرم در هکتار) در بالاترین سطح کاربرد ورمی کمپوست حاصل شد. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت (۷۹۰ کیلوگرم در هکتار) در سطح شاهد ورمی کمپوست مشاهده شد (شکل ۱-۱). به عبارت دیگر کاربرد ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست موجب افزایش حدود ۳۲ درصدی در عملکرد دانه ماریتیغال شده است. مقایسه میانگین اثر کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد دانه نشان داد که کاربرد این کود موجب افزایش معنی داری در عملکرد دانه می گردد (شکل ۱-۲). به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۱۰۰۷ کیلوگرم در هکتار) در کاربرد این کود حاصل شد که در مقایسه با شاهد (۹۱۶ کیلوگرم در هکتار) افزایش عملکرد حدود ۱۰ درصدی را نشان می دهد. عملکرد بیولوژیک نیز با افزایش سطوح ورمی کمپوست و نیز تلقیح با کود زیستی بارور ۲ افزایش یافت. به این ترتیب که بیشترین عملکرد بیولوژیک (۶۰۵۰ کیلوگرم در هکتار) در بالاترین سطح کاربرد ورمی کمپوست بدست آمد. کمترین میزان این صفت (۴۷۷۱ کیلوگرم در هکتار) در سطح شاهد ورمی کمپوست حاصل شد (شکل ۱-۱). به عبارتی کاربرد ۴۰ تن در هکتار از کود ورمی کمپوست در مقایسه با شاهد موجب افزایش حدود ۲۰ درصدی عملکرد بیولوژیک شد. مقایسه میانگین اثر کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که بالاترین میزان این صفت (۵۶۱۸ کیلوگرم در هکتار) در تلقیح بذر با این کود بدست آمد. این در حالی بود که کمترین میزان عملکرد بیولوژیک (۵۳۵۲ کیلوگرم در هکتار) در سطح شاهد حاصل شد (شکل ۱-۲).

وزن تر گل

ورمی کمپوست با کاربرد ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار تفاوت آماری معنی داری نداشت. کمترین عملکرد روغن (۱۶۵/۸۸) کیلوگرم در هکتار) در سطح شاهد بدست آمد.

درصد و عملکرد سیلی مارین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که درصد سیلی مارین تحت تأثیر کاربرد ورمی کمپوست در سطح احتمال ۱٪ معنی دار است. اثر کود زیستی فسفات بارور ۲ و اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد که بیشترین درصد سیلی مارین (۳/۳۲) در کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. هر چند تفاوت آماری معنی داری با کاربرد ۳۰ تن ورمی کمپوست در هکتار نداشت. کمترین درصد سیلی مارین (۳/۲۱) نیز در سطح شاهد بدست آمد که با کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار در گروه مشترک قرار گرفت. نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد همانند درصد سیلی مارین، عملکرد سیلی مارین تحت تأثیر کاربرد ورمی کمپوست در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. البته اثر کود زیستی فسفات بارور ۲ و اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی برای این صفت معنی دار نبود (جدول ۳). بالاترین عملکرد سیلی مارین (۳۷/۶۱) در کاربرد ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. هر چند تفاوت آماری معنی داری با کاربرد ۳۰ و ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار نداشت. کمترین عملکرد سیلی مارین (۳۰/۵۶) نیز در سطح شاهد بدست آمد (جدول ۴).

درصد سیلی بین

نتایج نشان داد همانند درصد روغن، درصد سیلی بین نیز متأثر از کاربرد ورمی کمپوست بود. اثر فسفات بارور ۲ و اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی بر درصد سیلی بین معنی دار نبود (جدول ۳). بالاترین درصد سیلی بین (۱۶/۸۱) در کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. هر چند تفاوت آماری معنی داری با کاربرد ۳۰ تن ورمی کمپوست در هکتار نداشت. کمترین درصد سیلی بین (۱۶/۱۲) نیز در سطح شاهد بدست آمد که با کاربرد ۱۰ و ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار در گروه مشترک قرار گرفت.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد وزن تر گل در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و تلقیح بذر با کود زیستی فسفات بارور ۲ قرار دارد (جدول ۳). با افزایش کاربرد ورمی کمپوست و تلقیح بذر با فسفات بارور ۲ وزن تر گل افزایش یافت. به این ترتیب که بیشترین وزن تر گل (۹۳/۴۵) گرم در بوته، در بالاترین سطح کاربرد کود ورمی کمپوست بدست آمد. این در حالی بود که کمترین میزان این صفت (۷۲/۰۱) گرم در بوته) در سطح شاهد ملاحظه شد (شکل ۱-۲). به عبارتی کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار افزایش حدود ۳۰ درصدی را در وزن تر گل نسبت به شاهد نشان داد. در تلقیح بذر با کود زیستی فسفات بارور ۲ ۸۷/۴۱ گرم در بوته وزن تر گل حاصل شد. این در حالی بود که در عدم تلقیح این میزان به ۸۰/۰۵ گرم در بوته کاهش یافت (شکل ۱-۲).

درصد و عملکرد روغن

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌های آزمایشی نشان داد که درصد روغن در سطح احتمال ۵٪ متأثر از کاربرد کود آلی ورمی کمپوست قرار دارد. اثر کود زیستی فسفات بارور ۲ و اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی برای درصد روغن معنی دار نبود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بالاترین درصد روغن به‌طور مشترک در کاربرد ۲۰، ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار ورمی کمپوست حاصل شد. این در حالی بود که کمترین درصد روغن (۱۷/۴۷)٪ در سطح شاهد کاربرد این کود بدست آمد (جدول ۴).

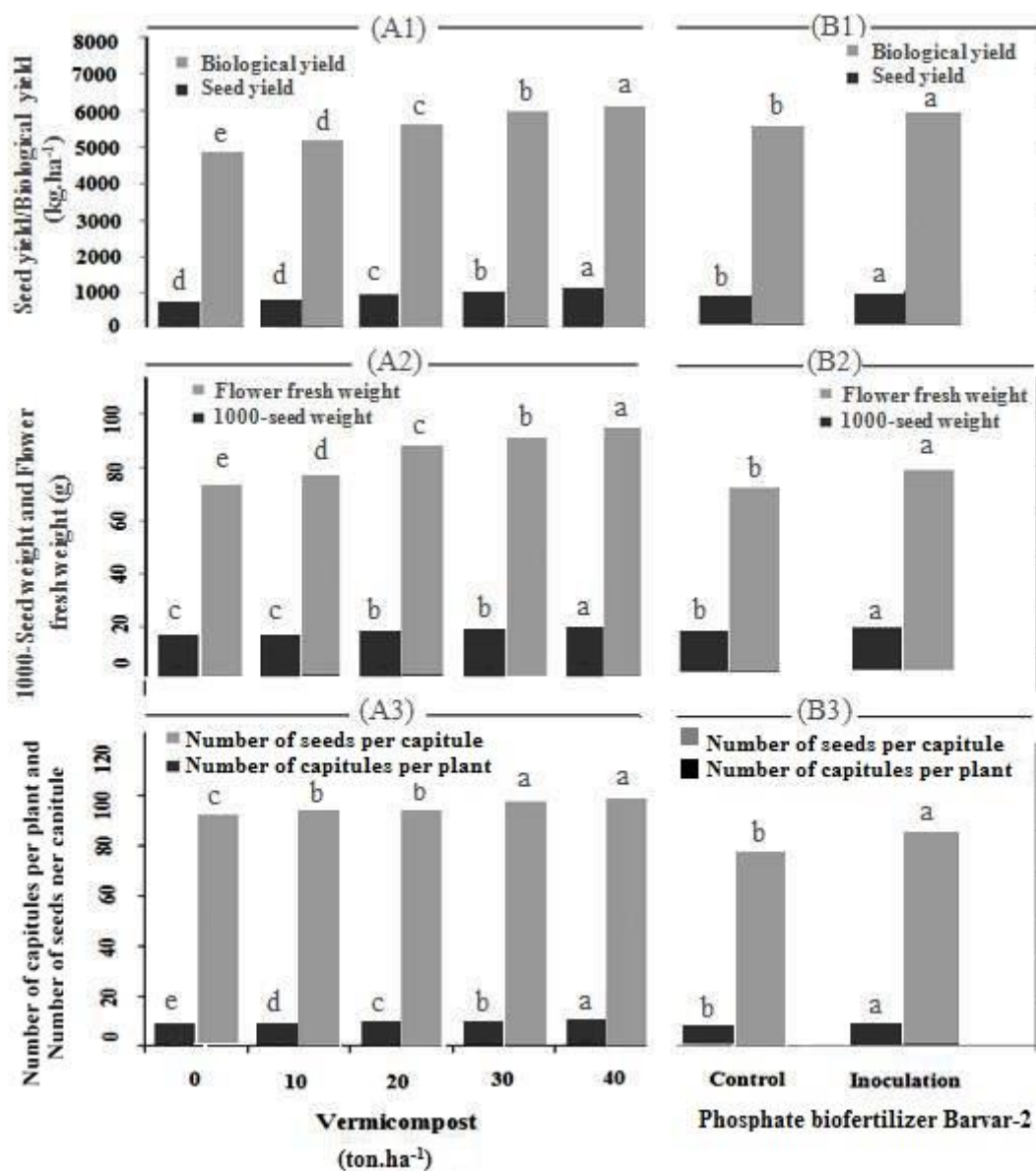
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد روغن به‌طور معنی داری تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ قرار گرفته است. هر چند اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی معنی دار نبود (جدول ۳). با توجه به افزایش حدود ۳۲ درصدی در عملکرد دانه ماریتیغال به‌دنبال کاربرد ورمی کمپوست، در این آزمایش (شکل ۱-۱) افزایش عملکرد روغن نیز مورد انتظار است. بر همین اساس بیشترین عملکرد روغن (۲۱۴/۲۲) کیلوگرم در هکتار) در کاربرد ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. این سطح از کاربرد

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) تحت تأثیر تیمارهای ورمی کمپوست و کود زیستی

Table 3. ANOVA of *Silybum marianum* traits affected by vermicompost and biofertilizer treatments

	df	Seed yield	1000- seed weight	Number of seeds per capitule	Number of capitules per plant	Biological yield	Oil perce ntage	Silymar in percent age	Silybin percenta ge	Oil yield	Silymari n yield	Number of infloresce nces	Infloresc ence diameter	Flower fresh weight
Replication	2	13080	10.08	47.50	0.43	26038.05	0.015	0.0063	0.103	384.45	19.44	0.017	0.014	44.40
Vermicompost (V)	4	132449.5**	10.51**	4571**	4.51**	532400.40**	1.52*	0.107**	4.83**	5889.11**	10.24**	0.203**	0.026	406.27**
Phosphate biofertilizer Barvar-2 (P)	1	62335.20**	2.13**	421.87**	10.80**	1726914.15**	0.017 n.s	0.016 n.s	0.208 n.s	2153.07**	91.03**	0.001 n.s	0.0003 n.s	526.93**
V×P	4	1163.33 n.s	0.02 n.s	3.83 n.s	0.08 n.s	9650.55 n.s	0.068 n.s	0.0038 n.s	0.21 n.s	62.24 n.s	2.83 n.s	0.0020 n.s	0.013 n.s	3.37 n.s
Experimental error	18	2950.27	0.09	2.70	0.05	7840.17	0.045	0.0063	0.304	93.38	3.18	0.0067	0.0124	2.51
C.V. (%)	-	5.64	1.63	1.72	2.32	1.61	1.15	2.41	3.29	5.61	5.76	1.00	3.57	1.89

n.s., *, and **: non-significant, significant at 5%, and 1% probability levels, respectively.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست (A1-3) و کود زیستی فسفات بارور ۲ (B1-3) بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک (A1& B1)، وزن هزاردانه و وزن تر گل (A2&B2) و تعداد کاپیتول در بوته و تعداد دانه در کاپیتول (A3&B3) در گیاه دارویی

ماریتغال (*Silybum marianum*)

Figure 1. Means comparison of vermicompost (A1-3) and phosphate biofertilizer Barvar-2 (B1-3) effects on seed and biological yields (A1&B1), 1000-seed weight and flower fresh weight (A2&B2), and number of capitules per plant and number of seeds per capitule (A3&B3) in *Silybum marianum*

Similar letters on each column indicate the absence of significant differences between treatments (Duncan test).

نتایج ضرایب همبستگی

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری بین درصد روغن با تعداد گل آذین وجود دارد. این در حالی بود که بین درصد روغن با قطر گل آذین، تعداد کاپیتول در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی داری مشاهده گردید (جدول ۵). همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد روغن با قطر گل آذین، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزاردانه مشاهده شد. همبستگی بین عملکرد روغن و تعداد گل آذین منفی و معنی دار بود. بین درصد سیلی بین و عملکرد روغن، قطر گل آذین، تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول، وزن هزاردانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری ملاحظه شد. همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد دانه، از جمله تعداد کاپیتول در بوته، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزاردانه وجود دارد. در این مطالعه همبستگی مثبت و معنی داری بین وزن تر گل و عملکرد بیولوژیک بدست آمد (جدول ۵).

بحث

نتایج نشان داد عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در کاپیتول، تعداد کاپیتول در بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد روغن، عملکرد سیلی مارین و وزن تر گل تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست قرار گرفتند. همچنین کاربرد فسفات بارور ۲ روی کلیه صفات بجز قطر گل آذین اثر معنی داری داشت. اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی روی هیچ یک از صفات معنی دار نبود. بیشترین میزان کلیه صفات در کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بدست آمد. هر چند تفاوت آماری معنی داری برای صفات تعداد دانه در کاپیتول، درصد روغن، درصد سیلی مارین، درصد سیلی بین، عملکرد روغن و تعداد گل آذین در کاربرد ۴۰ و ۳۰ تن ورمی کمپوست در هکتار وجود نداشت. افزایش وزن اندام‌های مختلف گیاهی مانند وزن

تر برگ، وزن تر ساقه، وزن خشک گل و وزن تر کل بوته به دنبال کاربرد ورمی کمپوست و کود زیستی توسط Valaii و همکاران (۲۰۱۵) و Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد ورمی کمپوست محیطی غنی برای رشد گیاه فراهم می‌کند و گیاه با جذب عناصر غذایی موجب رشد و افزایش وزن اندام‌های مختلف خود می‌شود. افزایش شاخص‌های رشدی به دنبال کاربرد کودهای زیستی فسفات توسط Abdelaziz و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد کود زیستی فسفات بارور ۲ با افزایش جذب فسفر موجب بهبود فتوسنتز و رشد بوته ماریتیغال شده است. Kashefi و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که حداکثر عملکرد کمی و کیفی در ماریتیغال به دنبال مصرف کودهای آلی حاصل می‌گردد. به نظر می‌رسد مواد آلی با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شود. از سوی دیگر، برخی از تحقیقات نشان داده‌اند که کودهای آلی موجب افزایش ماده آلی و pH خاک می‌شوند و به دلیل بهبود خصوصیات خاک مانند ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها و میزان دسترسی به مواد غذایی، موجب بهبود باروری خاک می‌شوند (Alipoor & Mohsenzadeh, 2012). بهبود رشد و عملکرد به دنبال کاربرد کمپوست در گیاهان دارویی اسفرزه، بذالینج و سداب نیز گزارش شده است (Anwar et al., 2005). به طور کلی افزایش عملکرد دانه به دنبال کاربرد ورمی کمپوست را می‌توان به بهبود ساختمان خاک، وجود هورمون‌های رشد گیاهی، سطوح بالای آنزیم‌ها و افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها نسبت داد (Poudel et al., 2002). افزایش وزن خشک گل و وزن تر کل بوته به دنبال کاربرد ورمی کمپوست و کود زیستی توسط Valaii و همکاران (۲۰۱۵) و Mahfouz و Sharaf-Eldin (۲۰۰۷) نیز گزارش شده است.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر ورمی کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ بر برخی صفات گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*)

Table 4. Means comparison of vermicompost and phosphate biofertilizer Barvar-2 effects on some *Silybum marianum* traits

Treatment	Oil (%)	Silymarin (%)	Silybin (%)	Oil yield (kg.ha ⁻¹)	Silymarin yield (kg.ha ⁻¹)	Number of inflorescences	
Vermicompost (ton.ha ⁻¹)	0	17.86a	3.32a	16.81a	180.63a	33.35a	8.18a
	10	17.81a	3.27a	16.65a	163.69a	29.87b	8.16a
	20	18.51a	3.25b	16.36b	214.22a	37.61a	8.08c
	30	18.23b	3.21b	16.22b	193.00b	34.04b	8.03c
	40	17.47c	3.21b	16.12b	165.88c	30.56c	8.20b
Phosphate biofertilizer Barvar-2	Inoculation	-	-	-	180.63a	33.38a	-
	Non-inoculation	-	-	-	163.69b	29.87b	-

Similar letters in each column indicate the absence of significant differences between treatments (Duncan test).

بالاترین درصد سیلی بین (۱۶/۸۰) و عملکرد سیلی مارین (۳۷/۶۱) در کاربرد ۴۰ تن ورمی کمپوست در هکتار حاصل شد. پایین ترین میزان این دو صفت در سطح شاهد ورمی کمپوست مشاهده شد. به نظر می رسد مواد آلی با تأثیر بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک موجب افزایش عملکرد گیاه می شود. افزایش درصد سیلی مارین به دنبال کاربرد کود آلی توسط Yazdani Bioki و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش شده است. هرچند Omidbaigi و Nobakht (۲۰۰۱) با بررسی تأثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی مواد مؤثره ماریتیغال نشان دادند که کود نیتروژن موجب کاهش درصد سیلی مارین و سیلی بین شد، به طوری که تیمار شاهد (عدم استفاده از کود نیتروژن) بیشترین مواد مؤثره را داشت و افزایش عملکرد سیلی مارین به دنبال کاربرد کودهای آلی توسط برخی محققان نیز گزارش شده است (Kumawat et al., 2006). Yazdani Bioki و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که کاربرد کودهای آلی تأثیر معنی داری بر افزایش درصد سیلی مارین ماریتیغال ندارد. با وجود این، آنان بیان کردند با توجه به اثرهای منفی کودهای شیمیایی، توصیه می شود که کودهای آلی برای این گیاه استفاده شود.

Hassanzadeh Gort Tape (۲۰۰۴) بیان کرد که کود آلی موجب افزایش نفوذپذیری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، افزایش فعالیت میکروبی و مواد غذایی خاک و در نهایت منجر به افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه می شود. به نظر می رسد دلیل بالا بودن درصد روغن در گیاهان تحت تیمار کود آلی به فراهمی بیشتر عناصر غذایی موجود در این تیمار در تمام مراحل رشد رویشی مربوط باشد. افزایش عملکرد دانه گیاه دارویی ماریتیغال به دنبال تلقیح بذر با کود زیستی فسفات بارور ۲ توسط Valaii و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است. کمترین میزان صفات مورد مطالعه نیز در سطح شاهد کود ورمی کمپوست حاصل شد. بیشترین و کمترین میزان صفات در کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ به ترتیب در تلقیح و عدم تلقیح با این کود بدست آمد. افزایش تعداد کاپیتول به دنبال کاربرد ورمی کمپوست و کود زیستی فسفات بارور ۲ توسط Valaii و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش شده است. به نظر می رسد ورمی کمپوست به دلیل بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت و عناصر غذایی در خاک و نیز افزایش سطح فعالیت میکروبی خاک، موجب افزایش تعداد کاپیتول در بوته شده است.

جدول ۵- همبستگی صفات در گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum*) تحت تأثیر تیمارهای کود زیستی و ورمی کمپوست

Table 5. Traits correlation in *Silybum marianum* affected by biofertilizer and vermicompost treatments

	Oil (%)	Silymarin (%)	Silybin (%)	Oil yield	Silymarin yield	Number of inflorescences	Inflorescence diameter	Number of capitules per plant	Number of seeds per capitule	1000-seed weight	Seed yield	Biological yield
Oil (%)	1											
Silymarin (%)	0.91**	1										
Silybin (%)	-0.64**	-0.76*	1									
Oil yield	-0.51*	-0.58*	0.98**	1								
Silymarin yield	0.65**	0.53*	-0.55*	-0.47*	1							
Number of inflorescences	0.65**	0.66**	-0.45*	-0.36	0.61*	1						
Inflorescence diameter	-0.61*	-0.65**	0.88**	0.85**	-0.76**	-0.54**	1					
Number of capitules per plant	-0.49*	-0.57**	0.69**	0.69**	-0.72**	0.46*	0.60**	1				
Number of seeds per capitule	-0.64*	-0.67**	0.93**	0.91**	-0.49*	-0.52*	0.78**	0.56*	1			
1000-seed weight	-0.65*	-0.70**	0.99**	0.98**	0.54*	-0.45*	0.87**	0.70**	0.93**	1		
Seed yield	-0.75**	-0.74**	0.93**	0.87**	-0.70**	-0.59*	0.90**	0.70**	0.94**	0.92**	1	
Biological yield	0.20	-0.14	0.31	0.31	-0.20	0.20	0.36	0.32	0.36	0.31	0.43	1

* and **: significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

- Hassanzadeh Gort Tape, A.S., 2004. The effect of cattle manure on the concentration and absorption of zinc and iron on sunflower. Summaries of Articles of the Third National Conference, Development of the Application of Biological Materials and Optimal Use of Fertilizers and Poisons in Agriculture, Karaj, March: 191.
- Hokmalipour, S., Panahyan-Kivi, M. and Shiri-Janaghard, M., 2018. The effect of seed inoculation with *Azotobacter* and *Azospirillum* on yield and some qualitative and quantitative characteristics of safflower at different planting date. Journal of Water and Soil, 32(5): 931-942.
- Kashefi, B., Booyeh, B. and Alipour, Z., 2015. Effect of compost and vermicompost on morphological and biochemical characteristics (*Eryngium caucasicum Trautv*). Journal Of Plant Process And Function, 4(13): 143-151.
- Kumawat, P.D., Jat, N.L. and Yadavi, S., 2006. Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley. Indian Journal of Agricultural Science, 76(4): 226-229.
- Mahfouz, S.A. and Sharaf-Eldin, M.A., 2007. Effect of mineral vs. bio-fertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. International Agrophysics, 21(4): 361-366.
- Malathesh, G., 2005. Nutrient Substitution through Organics in Maize. M.Sc. thesis, University of Agricultural Sciences Dharwad.
- Morazzoni, P. and Bombardelli, E., 1995. *Silybum marianum* (*Carduus marianus*). Fitoterapia, 66(1): 3-42.
- Naderi, M., Olia Zadeh, N.A., Jamshidi, H., Ahmadi Ashtiani, M., Jafarzadeh, M., Taheri Boroujerdi, K. and Malchotyani, M., 2007. A key for a thousand locks, a comprehensive overview of the silymarin herbal drug and the introduction of the Milk thistle. Innovative publication, Tehran, 572p.
- Omidbaigi, R. and Nobakht, A., 2001. Nitrogen fertilizer affecting growth, seed yield and active substances of milk thistle (*Silybum marianum*). Pakistan Journal of Biological Sciences, 4(11): 1345-1349.
- Omidbeigi, R., 2006. Plant proceeding (Vol. 1). Astan Quds Razavi Publishing. Mashhad, 283p.

References

- Abdelaziz, M.E., Hanafy, A.H., Ahmed, M.M.S. and Pohluda, R., 2005. Fresh weight and yield of lettuce as affected by organic manure and bio-fertilizers. Conference of Organic Farming, Czech University, Agriculture, Czech Republic, 212-214.
- Alipoor, M. and Mohsenzadeh, S., 2012. Response of *Aloe vera* seedlings to different levels of nitrogen. Journal of Plant Process and Function, 1(1): 88-95.
- Anwar, M., Patra, D.D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A.A. and Khanuja, S.P.S., 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 36(3-4): 1737-1746.
- Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93: 145-153.
- Darzi, M.T., Atapour, R. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2016. The effect of applying different amounts of animal manure and vermicompost on the yield and composition of Lemon balm (*Moldavica dracocephalum* L.). Journal of Crop Plant Sciences of Iran, 46(4): 711-721.
- Fathi-Achachlouei, B. and Azadmard-Damirchi, S., 2009. Milk thistle seed oil constituents from different varieties grown in Iran. Journal of the American Oil Chemists' Society, 86: 643-648.
- Ghorbani, R., Wilcockson, S. and Leifert, C., 2006. Alternative treatments for late blight control in organic potato: Antagonistic micro-organism and compost extract for activity against *Phytophthora infestans*. Potato Research, 48: 171-179.
- Hadolin, M., Skerget, M., Knez, Z. and Bauman, D., 2001. High pressure extraction of vitamin E-rich oil from *Silybum marianum*. Food Chemistry, 74(3): 355-364.
- Haj Seyed Hadi, M.R., Dorzi, M.T. and Sharifi Ashoorabadi, E., 2008. Study the effects of conventional and low input production system on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L. 2nd Conference of the International Society of Organic Agriculture Research ISOFAR, Modena, Italy.

- marianum*) fruits grown in Iran. Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants, 13(4): 1-15.
- Valaie, L., Noormohamadi, Gh., Hasanloo, T. and Haj Seyed Hadi, M.R., 2015. Effect of organic manure and bio-fertilizer on growth traits and quantity yield in milk thistle. Journal of Crop Production Research (Environmental Stresses In Plant Sciences), 7(3): 237-251.
 - Yazdani-Bioki, R., Khazaei, H.R., Rezvani Mogadam, P. and Astarai, A.R., 2010. Effect of chemical and livestock fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of milk thistle (*Silybum marianum*). Iranian Journal of Field Crops Research. 8(5): 738-746.
 - Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V. and Arancon, N., 2011. Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. Compost Science and Utilization, 19(4): 279-292.
 - Poudel, D.D., Hoawath, W.R., Lanini, W.T., Temple, S.R. and Van Bruggen, A.H.C., 2002. Comparison of soil Navailability and conventional farming systems in northern California. Agriculture, Ecosystems and Environment, 90(2): 125-137.
 - Rainone, F., 2005. Milk thistle. American Family Physician, 72(7): 1285-1288.
 - Shokrpour, M., Mohammadi, S.A., Moghaddam, M., Ziai, S.A. and Javanshir, A., 2007. Variation in flavonolignan concentration of Milk thistle (*Silybum*

Effects of biofertilizer and vermicompost on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L.

S. Alipour¹

1- Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran, E-mail: hokmalipour@yahoo.com

Received: June 2022

Revised: November 2022

Accepted: November 2022

Abstract

To investigate the effects of vermicompost and phosphate biofertilizer Barvar-2 on quantitative and qualitative yield of *Silybum marianum* L., a factorial experiment was conducted in a randomized complete block design with three replications in a field near Ardebil city in 2018-2019 crop year. Vermicompost was used at five levels (0, 10, 20, 30, and 40 ton.ha⁻¹) and biofertilizer at two levels (inoculation and non-inoculation). The results showed that seed yield, 1000-seed weight, number of seeds per capitule, number of capitules per plant, biological yield, oil yield, silymarin yield, and flower fresh weight were significantly affected by different levels of vermicompost. Also, the application of phosphate biofertilizer Barvar-2 had a significant effect on all traits except inflorescence diameter. The highest amount of traits in the vermicompost treatment was obtained in the application of 40 tons.ha⁻¹. However, there was no statistically significant difference for the traits including number of seeds per capitule, oil, silymarin, and silybin percentage, oil yield, and number of inflorescences in the application of 40 and 30 tons vermicompost per hectare. In biofertilizer treatment, the highest amount of traits was observed in inoculation with this fertilizer. The highest silybin percentage (16.81) and silymarin yield (37.61 kg.ha⁻¹) were obtained in the application of 40 tons vermicompost per hectare and the lowest one (16.12% and 30.56 kg.ha⁻¹, respectively) at the control level of vermicompost.

Keywords: Oil, silybin, silymarin, oil yield, organic fertilizer.