

The Effect of Biological Fertilizers and Vermicompost on the Morphological Characteristics of Iranian *Echium amoenum*

Fahime Yazarloo¹, Abbas Ali Nourinia², Shabnam Khoshbakht^{3*}

Received: 03 May 2021 Accepted: 21 November 2021

1, 3- MSc. Horticulture Engineering, Medicinal Plants, higher Educational Institution Baharan, Gorgan, Iran.

2- Assist. Prof., Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Gorgan, Iran.

*Corresponding Author Email: sh.khoshbakht92@gmail.com

Abstract

Aims: In this study, the effect of biological fertilizers and vermicompost on the yield of some morphological characteristics of *Echium amoenum* was studied.

Materials and Methods: The present study was conducted in the open field in 2017-2018 as a factorial based on a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Two factors A: biological fertilizer at three levels, a1-control (without fertilizer application), a2- Herban fertilizer a3- Probiotic fertilizer containing *Bacillus Subtilis* UTB 96, and B: vermicompost at three levels, b1-control (without fertilizer application), b2- application of 150 g (15%), and b3- application of 300 g (30%) of vermicompost per kg of soil were investigated. Morphological traits were measured.

Results: The results showed that there was a significant difference between the levels of biological fertilizers and vermicompost in terms of most traits at the levels of 5% ($p \leq 0.05$). In vermicompost treatment 150 g/kg (15%) the values obtained from the measurement of traits such as dry weight (11.12 g) and root length (31.72 cm), dry weight (6.12 g) and The length of the tallest stem (30.33 cm), as well as the number of fresh flowers per plant (19) and flower dry weight (446 mg) increased compared to the treatment without vermicompost.

Conclusion: In order to develop a sustainable agricultural production system and to increase and improve the morphological traits of Iranian *Echium amoenum* medicinal plant, maintain nutrient balance, use organic organic fertilizers of vermicompost up to 15%, natural biological fertilizer containing growth-promoting rhizosphere bacteria And probiotics are recommended.

Keywords: Biological, Morphological Characteristics, Sustainable Agriculture, Vermicompost, *Echium amoenum*

تأثیر کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیکی گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum*)

فهیمة یازلو^۱، عباسعلی نوری نیا^۲، شبنم خوشبخت^{۳*}

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۸/۲۹

۳ و ۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه باغبانی، گرایش گیاهان دارویی، موسسه آموزش عالی بهاران، گرگان، ایران

۲-هیئت علمی (استادیار)، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

* مسئول مکاتبه: Email: sh.khoshbakht92@gmail.com

چکیده

هدف: این آزمایش با هدف بررسی تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه گاو زبان ایرانی اجرا شده است.

مواد و روش‌ها: آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار اجرا شد. دو فاکتور A. کود بیولوژیک در سه سطح a₁- شاهد (بدون مصرف کود)، a₂- کود هر بان، a₃- کود پروبیوتیک حاوی *Bacillus Subtilis* UTB 96 و B. ورمی کمپوست در سه سطح، b₁- شاهد (بدون مصرف کود)، b₂- مصرف ۱۵۰ گرم (۱۵ درصد) و b₃- مصرف ۳۰۰ گرم (۳۰ درصد) ورمی کمپوست به ازای هر کیلوگرم خاک بررسی شدند. صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بین سطوح کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست از نظر بیش‌تر صفات در سطوح پنج درصد (p≤0/05) تفاوت معنی‌داری وجود دارد. در تیمار ورمی کمپوست ۱۵۰ گرم بر کیلوگرم (۱۵ درصد) مقادیر به‌دست آمده از اندازه‌گیری صفاتی مانند وزن خشک (۱۱/۱۲ گرم) و طول ریشه (۳۱/۷۲ سانتی‌متر)، وزن خشک (۶/۱۲ گرم) و طول بلندترین ساقه (۳۰/۳۳ سانتی‌متر)، همچنین صفات تعداد گل‌های تازه روی بوته (۱۹ عدد) و وزن خشک گل (۴۴۶ میلی‌گرم) نسبت به تیمار بدون مصرف ورمی کمپوست افزایش داشتند.

نتیجه‌گیری: به‌منظور توسعه سیستم کشاورزی پایدار تولید و برای افزایش و بهبود صفات مورفولوژیک گیاه دارویی گاو زبان ایرانی، حفظ تعادل مواد مغذی، مصرف کودهای آلی ارگانیک ورمی کمپوست تا مقدار ۱۵ درصد، کود بیولوژیک طبیعی و حاوی باکتری‌های رایزوسفری محرک رشد و پروبیوتیک توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بیولوژیک، خصوصیات مورفولوژیکی، کشاورزی پایدار، ورمی کمپوست، *Echium amoenum*

مقدمه

و محبوب‌ترین گیاهان دارویی در ایران محسوب می‌شود، معمولاً به‌صورت دمنوش مورد استفاده قرار می‌گیرد (سایه و همکاران ۲۰۰۹). از دیرباز گلبرگ‌های آن به‌عنوان مقوی، آرامش‌بخش، درمان سرفه و ذات‌الریه حائز اهمیت بوده است (زرشناس و همکاران ۲۰۱۶).

گاو زبان ایرانی با نام علمی *Echium amoenum* گیاهی یک ساله از خانواده Boraginaceae می‌باشد و در بیشتر مناطق اروپا و مناطق شمالی ایران رشد می‌کند (ابوالحسنی ۲۰۱۰). گاو زبان ایرانی یکی از باارزش‌ترین

با ورمی کمپوست دارای هوادهی، تخلخل بهتری است. همچنین خصوصیات شیمیایی مانند pH، هدایت الکتریکی و محتوای مواد آلی برای عملکرد بهتر محصول بهبود می‌یابد. اگرچه اثبات شده است که ورمی کمپوست رشد گیاه را به طور قابل توجهی بهبود می‌بخشد، اما استفاده از ورمی کمپوست در غلظت‌های بالا به دلیل غلظت بالای نمک‌های محلول موجود در ورمی کمپوست می‌تواند مانع رشد شود، بنابراین برای به دست آوردن حداکثر عملکرد گیاه، باید از ورمی کمپوست با غلظت متوسط استفاده شود (لیم و همکاران ۲۰۱۵). کودهای بیولوژیک دارای میکروارگانیسم‌های کمک کننده به گیاهان می‌باشند، که اغلب به عنوان ریزوباکتریای تقویت کننده رشد گیاه نامیده می‌شوند (گوپتا و همکاران ۲۰۱۵). باکتری‌ها می‌توانند از طریق تثبیت N₂ و حل شدن مواد مغذی کم متحرک، به رشد گیاه کمک کنند. تثبیت بیولوژیکی N₂ توسط انواع مختلف باکتری‌های همزیست و غیر همزیستی انجام می‌شود (شیریدهار ۲۰۱۲).

در همین راستا، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه دارویی بادرنجبویه (دلالت ۲۰۰۰)، مرزه (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۳)، رازیانه (درزی و همکاران ۲۰۰۷)، ریحان (انور و همکاران ۲۰۰۵) تحت تاثیر ورمی کمپوست افزایش چشمگیری داشته است. به کارگیری ورمی کمپوست ۵۰ درصد بر روی فلفل تاثیر قابل توجهی بر طول شاخه، طول گره بین گره، تعداد برگ و تعداد شاخه ها داشت (سینان رخا و همکاران ۲۰۱۸). در بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی، بهترین نتایج در صفات ارتفاع بوته، وزن خشک گل و زود گلدهی در تیمار ۱۵ درصد ورمی کمپوست و آبیاری به مقدار دو میلی لیتر در دو هفته گزارش شد (عزیزی ارانی ۲۰۰۸). نتایج سنگوان و همکاران (۲۰۱۰) نشان داد افزودن ورمی کمپوست، در مقادیر مناسب به محیط گلدان تأثیرات مثبتی بر رشد و گلدهی همیشه بهار از جمله تعداد جوانه‌ها، تعداد گل‌ها، زیست توده شاخه‌های گیاه، زیست توده ریشه، ارتفاع و قطر ریشه آن داشته است. کاربرد ورمی کمپوست بر روی فلفل منجر به افزایش سطح برگ، زیست توده شاخه گیاه، وزن میوه شد

همچنین عصاره اتانولی حاصل از گل گاو زبان ایرانی دارای اثرات ضد استرسی کمتری نسبت به دیازپام است (ربانی و همکاران ۲۰۰۴). طی دو دهه گذشته سطح کشت گیاهان دارویی به دلیل اهمیت آن‌ها به عنوان مواد اصلی اثربخش در صنعت داروسازی، آرایشی و بهداشتی افزایش پیدا کرده است (صالحی و همکاران ۲۰۱۶).

افزایش مداوم جمعیت جهان نیاز به بهره‌وری محصولات را تشدید کرده است، اما اکثر اقدامات کشاورزی نظیر استفاده مداوم از کودهای مصنوعی و سموم دفع آفات (کومار و همکاران ۲۰۱۰)، تأثیرات منفی بر محیط زیست (سینگ و همکاران ۲۰۲۰) و گسترش عوامل ایجاد کننده سرطان را به دنبال داشته است (مهاپاترا و همکاران ۲۰۱۳). بازگشت مواد با ارزش به محیط زیست موثرترین روش مدیریت پسماند است (زاجاس و همکاران ۲۰۱۸). بنابراین تولید و استفاده از کودهای پایه میکروبی، به دلیل اثرات مضر کودهای شیمیایی بر محیط زیست همچنین بالا رفتن سطح دانش در رابطه با همبستگی رشد گیاهان و خاک، در سراسر جهان در حال افزایش است (مالوسا و واسیلو ۲۰۱۴). کودهای زیستی را می‌توان از طریق ضایعات مواد غذایی با هضم بی‌هوازی، کمپوست هوازی و هیدرولیز شیمیایی تولید کرد. ضایعات مختلف کشاورزی (به عنوان مثال کاه گندم) می‌توانند مستقیماً به خاک برگردانده شوند (دو و همکاران ۲۰۱۸). در حقیقت کودهای زیستی یک جاذب موثر آلاینده‌های مختلف هستند. دسترسی بیولوژیکی و تحرک آلودگی‌های خاک مانند آنتی‌بیوتیک‌ها و فلزات سنگین را می‌توان با استفاده از مواد آلی در خاک کاهش داد (تیکسیدو و همکاران ۲۰۱۱).

یکی از کودهای زیستی که به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد، ورمی کمپوست است. که مخلوطی از مواد آلی حاصل از فعل و انفعالات بین میکروارگانیسم‌ها و کرم‌های خاکی می‌باشد و این کود زیستی سرشار از مواد معدنی، جمعیت میکروبی مفید، هورمون‌های رشد گیاهان و اسیدهای هیومیک است (تیونیس و همکاران ۲۰۱۰). ورمی کمپوست می‌تواند حاصلخیزی خاک را از نظر فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی افزایش دهد. از نظر فیزیکی، خاک تیمار شده

منیزیم و تعیین درصد ماده آلی با روش تیتراسیون (پیرا و همکاران، ۲۰۱۱) و میزان فسفر قابل جذب با روش اولسن (کورالاجه و همکاران، ۲۰۱۵) تعیین گردید. شوری با دستگاه هدایت سنج و واکنش خاک با دستگاه pH متر اندازه‌گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده‌است. خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده در جدول ۲ آمده‌است.

نشاءهای گاو زبان در مرحله چهار تا پنج برگی جهت ریشه‌زایی و برگ‌دهی بهتر گیاه به گلدان‌هایی با گنجایش شش کیلوگرم منتقل شدند. در مجموع تعداد ۸۱ گلدان و هر بلوک شامل ۲۷ گلدان بود، هر بلوک ۲۷ تایی شامل سه دسته جداگانه ۹ تایی (شاهد، کود هربان و کود پروبیوتیک) بودند. هربان یکی از کودهای مفید و موثر برای رشد محصولات کشاورزی است. کود ارگانیک هربان اصلاح کننده خاک و تقویت کننده گیاه می‌باشد. این کود در موسسه خاک و آب کشور و وزارت جهاد کشاورزی به‌عنوان یک ماده معدنی به شماره ۹۱۲۵۳ به ثبت رسیده‌است. به‌منظور تیمار گلدان‌های هربان، ابتدا ۲۰۰ گرم کود هربان پودری در ۱۵۰۰ سی‌سی آب حل کرده، سپس ۵۰ سی‌سی از محلول به‌دست آمده در گلدان‌ها ریخته‌شد. همچنین برای تیمار گلدان‌های پروبیوتیک، ۲۰۰ سی‌سی از کود پروبیوتیک در ۱۵۰۰ سی‌سی آب به‌صورت محلول درآمده و در هر گلدان ۵۰ سی‌سی از محلول حاوی پروبیوتیک، اضافه شد. فاصله زمانی کوددهی اول تا دوم ۴۶ روز، و کوددهی دوم تا سوم سه روز بوده‌است. برای نمونه‌برداری از هر کرت، سه گلدان به‌صورت تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. هر کدام حاوی حداقل ۸-۱۰ برگ بودند که جهت جداسازی راحت نمونه‌ها و کمترین آسیب ممکن به آن‌ها نمونه‌برداری با فاصله کمی پس از آخرین آبیاری انجام شد.

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS Ver. 9.1 و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) صورت گرفت. برای رسم نمودارها نیز نرم‌افزار اکسل مورد استفاده قرار گرفت.

(نورمان و همکاران ۲۰۰۵). طی مطالعه‌ی دیگری به کارگیری کود بیولوژیک در مراحل مختلف رویشی گیاه دارویی رزماری منجر به بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه، افزایش میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش تولید ماده خشک و عملکرد اندام هوایی شده‌است (لیتی و همکاران ۲۰۰۶). در زیره سبز کاربرد تیمارهای کود های بیولوژیک، بر تعداد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد اسانس معنی‌دار بود (طلایی ۲۰۱۵). در گیاه دارویی مریم گلی استفاده از کود زیستی حاوی آروسپیریلوم و ازتوباکتر افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه را در چین‌های اول و دوم در طی دو فصل را به‌دنبال داشت (یوسف و همکاران، ۲۰۱۴). با توجه به اینکه مصرف کودهای بیولوژیکی و ورمی‌کمپوست سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌شوند. پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای بیولوژیکی و ورمی کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی گاو زبان ایرانی (*Echium amoenum*) طراحی و انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در نگین شهر از توابع شهرستان آزادشهر واقع در استان گلستان انجام شد. آزمایش در فضای آزاد مزرعه با کشت گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: A. کود بیولوژیک در سه سطح a₁- شاهد (بدون مصرف کود)، a₂- کود هربان، a₃- کود پروبیوتیک حاوی *Bacillus Subtilis UTB 96* (با جمعیت ۱۰ به توان ۸ در میلی‌لیتر) و B. ورمی‌کمپوست در سه سطح، b₁- شاهد (بدون مصرف کود)، b₂- مصرف ۱۵۰ گرم (۱۵ درصد) ورمی‌کمپوست به ازای هر کیلوگرم خاک و b₃- مصرف ۳۰۰ گرم (۳۰ درصد) ورمی‌کمپوست به ازای هر کیلوگرم خاک.

قبل از انجام آزمایشات، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش نمونه‌برداری صورت گرفت. تعیین بافت خاک به روش هیدرومتری انجام شد (گی و بودر، ۱۹۸۶). میزان کلسیم،

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

mg.kg (ppm)						
هدایت الکتریکی	اسیدیته	درصد ماده آلی	فسفر	کلسیم	منیزیم	بافت خاک
EC (dS.m ⁻¹)	pH	Organic carbon (%)	P	Ca	Mg	Soil texture
۱/۸۷	۷/۴۰	۱/۹۲	۱۰/۳	۲۰۰	۳۰	شنی لومی

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

اسیدیته	هدایت الکتریکی	درصد ماده آلی	ازت	فسفر	پتاسیم	آهن	منگنز	روی	مس
pH	EC(dS.m ⁻¹)	mg/kg							
۸/۴	۳/۳	۱۷/۷	۱/۵	۰/۹۴	۱/۴	۳۱۰	۵۵۸	۵۵	۴۷

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۳ نشان داده شده است. همان طوری که مشاهده می‌شود تأثیر مصرف کود ارگانیک ورمی کمپوست بر همه صفات اندازه‌گیری شده به جز طول بلندترین ساقه قابل ملاحظه بود. در این آزمایش بین سطوح کود مصرف شده از نظر صفات مختلف در سطوح یک و پنج درصد تفاوت معنی‌داری وجود دارد. همچنین مقایسه میانگین داده‌های به دست آمده نیز نشان داد در تیمار ورمی کمپوست ۱۵ درصد مقادیر به دست آمده از اندازه‌گیری صفاتی مانند وزن تر، وزن خشک و طول ریشه، وزن تر، وزن خشک و طول بلندترین ساقه، همچنین صفات وزن تر، وزن خشک و سطح برگ، تعداد گل‌های تازه روی بوته، وزن تر و وزن خشک گل نسبت به تیمار بدون مصرف ورمی کمپوست افزایش داشتند (جدول ۴ و شکل‌های ۱ و ۳). در مورد اثرات مصرف کود ارگانیک ورمی کمپوست بر برخی گیاهان تحقیق شده است. از جمله نتایج یافته‌های سوسار (۲۰۰۹) که با نتایج به دست آمده این آزمایش مطابقت دارد نشان می‌دهد، کاربرد مقادیر مختلفی از ورمی کمپوست بر روی صفات طول ریشه، شاخه، برگ، وزن میوه، و تعداد برگ در بوته گیاه سیر اثر معنی‌داری داشته است. همچنین بررسی اثر کاربرد ورمی کمپوست بر گیاه کنجد نیز نشان داده است که مصرف این کود

زیستی عملکرد صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته و ماده خشک را بهبود داده است (رضوانی مقدم و همکاران ۲۰۱۰). نتایج تحقیقات ماککار و همکاران (۲۰۱۷) در گیاه زراعی کتان، کوپتا و همکاران (۲۰۰۶) در گیاه دارویی ریحان نیز با یافته‌های این آزمایش مطابقت دارد. همچنین براساس گزارش‌های دیگری هم اثرات مثبت کاربرد کود ارگانیک ورمی کمپوست مورد تایید قرار گرفته است. از جمله گزارش شده است که در گیاه جعفری بیشترین قطر ساقه، اندازه گل، وزن خشک شاخه و وزن تر شاخه مربوط به مخلوط ۶۰ درصد ورمی کمپوست می‌باشد (شادان‌پور ۲۰۱۱). در بادیان رومی هم تیمار اعمال شده ورمی کمپوست به مقدار ده تن در هکتار حداکثر ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه تایید شده است (درزی و همکاران ۲۰۱۲). در تحقیق دیگری هم تأثیر ورمی کمپوست در افزایش درصد جوانه‌زنی بذر، طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن خشک برگ، طول ریشه، تعداد ریشه، عملکرد گل، تعداد میوه، مواد مغذی، کربوهیدرات و پروتئین و در نهایت کیفیت میوه‌ها و دانه‌ها گزارش شده است (جوشی و همکاران ۲۰۱۵). یافته‌های این آزمایش با نتایج به دست آمده از دیگر آزمایشات مطابقت دارد. براین اساس تأثیر معنی‌دار و قابل ملاحظه

کاربرد دارند شامل سودوموناس، آزوسپیریلوم، هستند (باتچاریاند و جها ۲۰۱۲ و آدسموی و همکاران ۲۰۱۷). از این رو تاثیر مثبت استفاده از آن‌ها در محصولاتی از جمله گندم (گوینداسامی و همکاران ۲۰۱۴)، لوبیا (استفان ۲۰۱۳)، سیب‌زمینی (داوام و همکاران ۲۰۱۳)، ذرت (کری و همکاران ۲۰۱۳)، خیار (اسلام و همکاران ۲۰۱۶) گزارش شده‌است. با توجه به نتایج ارایه شده در جدول ۳، صفات وزن خشک ساقه، تعداد گل‌های خشک ریزش یافته، تعداد گل‌های تازه روی بوته، وزن تر گل و وزن خشک برگ در اثر متقابل ورمی‌کمپوست و کودهای بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. همچنین وزن تر ساقه، وزن خشک گل و سطح برگ گاو زبان ایرانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. سایر صفات نیز با اثر متقابل این دو کود قابل ملاحظه نبود. همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد اثر متقابل ورمی‌کمپوست 150 g/kg (۱۵ درصد) با کودهای بیولوژیک بیشترین مقدار در صفاتی نظیر وزن خشک ریشه، وزن تر ساقه، وزن خشک ساقه، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، سطح برگ، تعداد گل‌های خشک ریزش یافته، وزن تر گل و وزن خشک گل به نسبت سایر تیمارها داشته است (جدول ۵).

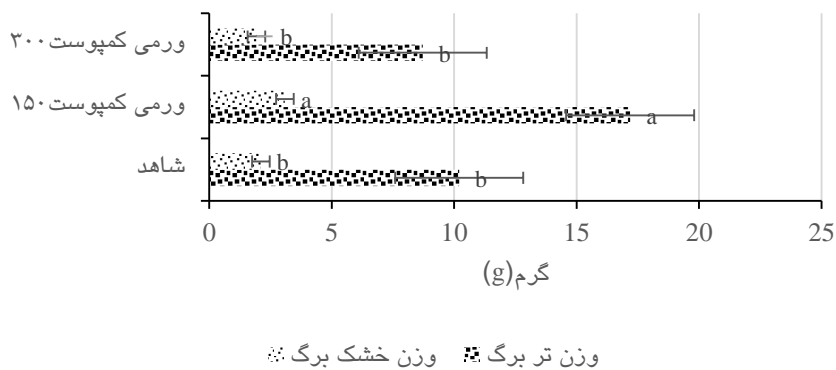
کود ورمی‌کمپوست مورد تایید می‌باشد. با توجه به نتایج تجزیه واریانس بین تیمارهای کود بیولوژیک از نظر صفات وزن خشک و وزن تر ساقه، وزن خشک برگ، سطح برگ، تعداد گل‌های خشک ریزش یافته، وزن تر گل و وزن خشک گل اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد گیاهان تیمار شده با کود پروبیوتیک در برخی صفات مانند وزن تر، وزن خشک، طول ریشه، وزن تر ساقه، وزن تر و سطح برگ و وزن خشک گل بیش‌ترین میزان را به نسبت شاهد به خود اختصاص دادند (جدول ۳ و شکل‌های ۲ و ۴). در پژوهش‌های دیگر تاثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر صفاتی نظیر ارتفاع بوته، عملکرد گل و عملکرد اسانس گیاه گاوزبان کاملاً معنی‌دار بوده است (میرزایی و همکاران ۲۰۱۷). گزارش مشکانی و همکاران (۲۰۱۱) نشان داد مصرف کودهای بیولوژیک بر بابونه شیرازی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی بوته، وزن تر گل آذین و وزن خشک گل آذین در واحد سطح شد. همچنین خصوصیات مورفولوژیک به‌ویژه رشد اندام‌های زایشی گیاه دارویی کدو پوست کاغذی در شرایط کاربرد کود بیولوژیک به طور قابل توجهی افزایش یافت (بادی و همکاران ۲۰۱۲). برخی از ریزوباکتری‌ها که معمولاً در گیاهان زراعی



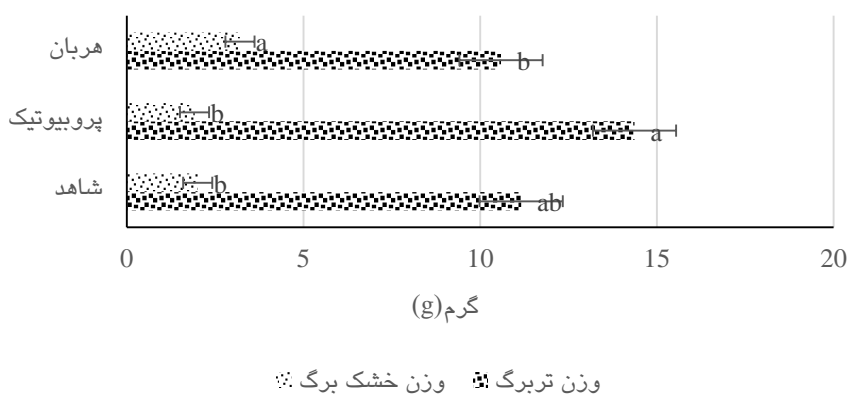
شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای ورمی‌کمپوست برای وزن تر و خشک گل گاوزبان ایرانی



شکل ۲- مقایسه میانگین تیمارهای کودبیولوژیک برای وزن تر و خشک گل گاوزبان ایرانی



شکل ۳- مقایسه میانگین تیمارهای ورمی کمپوست برای وزن تر و خشک برگ گاوزبان ایرانی



شکل ۴- مقایسه میانگین تیمارهای کودبیولوژیک برای وزن تر و خشک برگ گاوزبان ایرانی

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس تاثیر کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر روی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی گاوزبان ایرانی

منابع تغییر	درجه آزادی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	طول ریشه	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	طول بلندترین ساقه	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	سطح برگ	تعداد گل های خشک ریش های تازه روی بوته	تعداد گل های تازه ریش یافته	وزن تر گل	وزن خشک گل
بلوک	۲	۹۴/۰۱ ^{ns}	۱۵/۹۷ ^{ns}	۱۶ ^{ns}	۱۴/۱۸ ^{ns}	۴/۹۵ ^{ns}	۶۹/۲۷ ^{ns}	۲/۲۷ ^{ns}	۰/۰۱۴ ^{ns}	۳۳۱۰/۱ ^{ns}	۲۷۲/۲۵ ^{ns}	۵/۸۱۴ ^{ns}	۰/۰۵*	۰/۰۰۰۰۹ ^{ns}
ورمی کمپوست	۲	۲۸۹/۹ ^{**}	۴۷/۴۷ ^{**}	۱۷۸/۸۹*	۴۱۴/۷۶ ^{**}	۴۱/۷۲ ^{**}	۴/۷۰ ^{ns}	۱۸۲/۹ ^{**}	۲/۵۱ ^{**}	۶۹۲۶۲/۴*	۴۱۱۸/۲۷*	۲۲۹/۸*	۰/۸۷*	۰/۳۷ ^{**}
کودهای بیولوژیک	۲	۵۹/۱۹ ^{ns}	۲۰/۲۰ ^{ns}	۲۱/۱۴ ^{ns}	۲۷۶/۲۴ ^{**}	۱۴/۵۰*	۴۴/۵۹ ^{ns}	۳۷/۴۲ ^{ns}	۴/۵۹ ^{**}	۱۶۹۱۱/۴ ^{**}	۵۸۹/۳۷ ^{**}	۱۸/۸۱ ^{ns}	۰/۱۲ ^{**}	۰/۲۴۶ ^{**}
ورمی کمپوست*	۴	۶۵/۴۹ ^{ns}	۱۲/۱۸۸*	۱۸/۴۵ ^{ns}	۷۴۷/۶۲ ^{**}	۴۶/۵۸۸*	۷۸/۹۴ ^{ns}	۶۰/۸۹*	۰/۷۷۵ ^{**}	۲۷۸۴۰/۸۳*	۹۹۹/۵۵*	۶۶/۶۶ ^{ns}	۶/۵۸۸*	۰/۵۰۲*
خطا	-	۴۴/۷۲	۶/۲۰	۳۲/۱۳	۴/۲۹	۲/۷۹	۳۱/۹۵	۱۱/۸۱	۰/۱۸	۱۹۰۵/۶	۹۱	۱۰/۵۶	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۰۵
ضریب تغییرات (%)	-	۲۲/۴۸	۲۹/۴۰	۱۴/۲۸	۸/۳۶	۲۹/۵۷	۱۸/۶۱	۲۸/۵۴	۸/۳۶	۱۲/۵۶	۱۸/۰۱	۲۲/۰۵	۱۲/۲۶	۲/۶۵

ns: * و **: به ترتیب نمایانگر عدم معنی داری و تفاوت معنی داری در سطح احتمال پنج و یک درصد می باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تاثیر کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست بر روی صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی گاوزبان ایرانی

تیمار	وزن تر ریشه (g)	وزن خشک ریشه (g)	طول ریشه (cm)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	طول بلندترین ساقه (cm)	سطح برگ (cm ²)	تعداد گل های خشک ریش یافته	تعداد گل های تازه روی بوته
شاهد	۲۷/۲۶ ^b	۷/۱۰ ^b	۲۷/۲۹ ^{ab}	۱۸/۱۹ ^c	۲/۲۹ ^b	۲۹/۶۶ ^a	۳۰۶/۷۸ ^b	۲۸/۶۶ ^b	۹ ^b
ورمی کمپوست	۳۷/۲۰ ^a	۱۱/۱۲ ^a	۳۱/۷۶ ^a	۲۲/۴۱ ^a	۶/۱۲ ^a	۳۰/۲۳ ^a	۴۴۸ ^a	۷۷/۵۵ ^a	۱۹ ^a
ورمی ۱۵۰ (g/kg)	۲۴/۷۶ ^b	۷/۱۷ ^b	۲۵/۳ ^b	۲۷/۴۲ ^a	۷/۵۲ ^a	۳۱/۱۱ ^a	۲۸۷/۲۲ ^b	۴۲/۶۶ ^b	۱۶/۲۲ ^a
ورمی ۳۰۰ (g/kg)	۲۸/۴۷ ^a	۸/۸۴ ^{ab}	۴۰/۲۷ ^a	۲۲/۲۱ ^b	۵/۷۷ ^{ab}	۲۲/۶۶ ^a	۳۳۶ ^b	۶۱/۶۶ ^a	۱۴/۶۶ ^a
کود بیولوژیک	۳۲/۶۹ ^a	۹/۷۴ ^a	۴۰/۸۳ ^a	۳۱/۰۱ ^a	۴/۳۲ ^b	۳۰/۲۲ ^a	۳۹۵/۳ ^a	۵۱/۵۵ ^b	۱۳/۲۳ ^a
هربان	۲۸/۰۶ ^a	۶/۸۱ ^b	۳۷/۹۴ ^a	۲۰/۰۳ ^c	۶/۸۵ ^a	۲۸/۲۲ ^a	۳۱۰/۷ ^b	۴۵/۶۶ ^b	۱۶/۲۲ ^a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست برای صفات مورفولوژیکی گیاه دارویی گاوزبان ایرانی

تیمار	وزن خشک ریشه (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	سطح برگ (cm ²)	تعداد گل های خشک ریش یافته	وزن تر گل (g)	وزن خشک گل (g)
شاهد	۵/۸۴ ^{bc}	۱۱/۷۹ ^d	۲/۴ ^e	۸/۱۵ ^{de}	۱/۵ ^{ef}	۲۸۰ ^b	۳۸ ^{ab}	۰/۳۹ ^b	۰/۰۸۶ ^f
شاهد	۵/۵۱ ^{bc}	۲۲/۴ ^{bc}	۴/۱۱ ^{dce}	۵۴/۱۳ ^{bc}	۲/۶۳ ^{bcd}	۲۶۶ ^b	۶۱/۳ ^{ab}	۰/۷ ^b	۰/۱۲۶ ^e
پروبیو	۵/۳ ^{bc}	۲۰/۳ ^c	۳/۰۳ ^{de}	۱۱/۸۱ ^{dc}	۲/۲۱ ^{cde}	۴۱۳ ^{ab}	۱۸/۶ ^b	۱/۲۸ ^b	۰/۱۵۳ ^d
شاهد	۱۲/۹ ^a	۴۵/۵۷ ^a	۸/۶۳ ^b	۱۶/۰۴ ^b	۳/۰۹ ^b	۴۲۷ ^{ab}	۸۱ ^{ab}	۱/۱۱ ^b	۰/۳۷ ^b
ورمی ۱۵۰ g/kg	۱۱/۱۹۷ ^a	۲۵/۸۲ ^b	۵/۳۲ ^c	۲۲/۱۴ ^a	۴/۱۶ ^a	۵۶ ^a	۵۸/۳ ^{ab}	۰/۹۵ ^b	۰/۱۵۳ ^d
پروبیو	۸/۵۲ ^a	۲۳/۹۱ ^{bc}	۴/۵۷ ^{dc}	۱۶/۰۸ ^b	۲/۰۳ ^{def}	۳۵۷ ^b	۶۲ ^{ab}	۰/۹۳۵ ^b	۰/۱۷۶ ^c
شاهد	۵/۷۵ ^{bc}	۱۵/۲۷ ^d	۳/۴۳ ^{dce}	۷/۲۸ ^e	۱/۴۵ ^f	۳۰۱ ^b	۲۲/۶ ^b	۲/۱۷ ^b	۰/۱۱۶ ^e
ورمی ۳۰۰ g/kg	۹/۱۸ ^{ab}	۱۱/۸۸ ^d	۲/۵۲ ^e	۱۱/۵۶ ^{dc}	۲/۸۱ ^{bc}	۲۴۵ ^b	۲۰۷/۳ ^a	۰/۵۷۳ ^b	۰/۱۲۳ ^e
پروبیو	۱/۹۵ ^c	۴۸/۷۴ ^a	۱۲/۷ ^a	۵/۷۶ ^e	۱/۵۲ ^{ef}	۳۲۹ ^b	۴۱/۶ ^{ab}	۵/۸۳ ^a	۱/۳ ^a

در هر ستون میانگین های دارای حروف مشترک تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند.

ارتفاع بوته، چتر در بوته، وزن دانه در بوته و عملکرد بیولوژیکی رازیانه تأثیر معنی داری داشتند. سایر

غلامی و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر متقابل ورمی-کمپوست، اسید هیومیک و میکروریزها گزارش کردند، بر

صفات مورفولوژیکی گاوزبان ایرانی مانند وزن خشک ساقه (۶/۸۵) گرم، وزن خشک برگ (۳/۲) گرم، تعداد گل های تازه روی بوته (۱۶/۲۲) در مقایسه با شاهد بیشترین میزان را داشت و همچنین در وزن تر گل مقادیر بالاتری به نسبت کود پروبیوتیک مشاهده شد (جدول ۴ و شکل های ۲ و ۴). پژوهش های انجام شده بر روی کودهای آلی نشان داد، کودهای آلی حاصل از محصولات جانبی دام و خاک اره سبب تولید گیاهچه در *Liriodendron tulipifera* Lin شد (یان و همکاران ۲۰۱۶). در بادرنجبویه منجر به افزایش سطح برگ و وزن خشک بوته نسبت به شاهد گردید (کالچی و همکاران ۲۰۲۰). همچنین بهره گیری از کودهای آلی و کشت مخلوط سویا با شویید سبب افزایش بهره وری شویید شد (روستایی و همکاران ۲۰۱۸). اثرات افزایشی و مثبت گزارش شده این گیاهان در گیاه دارویی گاو زبان مورد بررسی هم مشاهده شده است. براساس نتایج حاصل از آزمایش می توان اظهار داشت، گیاهانی که تحت تاثیر مصرف کود آلی ورمی کمپوست توام با کود بیولوژیک قرار گرفتند به دلیل حضور و فعالیت میکروارگانیسم های سودمند افزایش عملکرد کمی و کیفی محصول به دست آمده را افزایش می دهند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از جناب آقای مهندس حسین شیخی دانشجوی دکترای دانشگاه تهران نهایت تشکر و قدردانی را داریم.

پژوهشگران نیز تاثیر متقابل کودهای زیستی با سایر کودها را تایید نموده اند. فرمولاسیون های مبتنی بر ریزوباکترها می توانند صفات مختلف رشد گیاه مانند طول شاخه، طول ریشه و زیست توده ریشه، جوانه زنی بذر و اندازه برگ ها را بهبود بخشند (وانگ و همکاران ۲۰۱۶). استفاده از کود بیولوژیکی حاوی قارچ میکوریزا و سه گونه باکتری رشد (ازوتوباکتر کرووکوک، باسیلوس مگاتریوم و باسیلوس موسیلاژن) منجر به بالاترین زیست توده و ارتفاع گیاهچه در ذرت شد (وو و همکاران ۲۰۰۵). به کارگیری کود بیولوژیکی ساخته شده از سنگ با اسیدیتو بیوباسیلوس در ترکیب با باکتری های دیازوتروفیک و قارچ های میکوریزا بر زیست توده شاخه، زیست توده گره و عملکرد دانه لوبیا چشم بلبل (*Vigna unguiculata*) توسط آندراده و همکاران (۲۰۱۳) ارزیابی شد. در آزمایش دیگری گیاهچه های احیا شده استویا در کشت بافت با ریزوباکتری های تقویت کننده رشد (*Bacillus polymixa*, *Pseudomonas putida* و *Azotobacter crocus*) و قارچ میکوریزی آرباسکولار (*Glomus intraradices*) نشان داد در تلقیح با یک میکروارگانیسم، افزایش زیست توده ریشه و شاخساره در مقایسه با شاهد داشت (وفادر و همکاران ۲۰۱۴). تمام این مطالعات اثبات نمودند کودهای بیولوژیکی حاوی ازتوباکتر، باسیلوس، آزوراکوس، آزوسپیریوم و آزوریزوبیوم، افزایش پروتئین با کیفیت بالا و رشد گیاه و تجمع نیتروژن را در طول کشیدگی ساقه گندم را به دنبال داشت (کورتیو و همکاران ۲۰۲۰). نتایج حاصل از مقایسه میانگین نشان داد، کاربرد کود هربان در برخی

منابع مورد استفاده

- Abolhassani M. 2010. Antiviral activity of borage (*Echium amoenum*). Archives of Medical Science, 6(3):366-369.
- Adesemoye AO, Yuen G and Watts DB. 2017. Microbial inoculants for optimized plant nutrient use in integrated pest and input management systems. Probiotics and Plant Health, pp 21-40.
- Albiach R, Canet R, Pomares F and Ingelom F. 2001. Organic matter components and aggregate stability after the application of different amendements to a horticultural soil. Bioresource Technology, 76 (2):125-129.

- Andrade MMM, Stamford NP, Santos CER, Freitas ADS, Sousa CA and Lira JMA. 2013. Effects of biofertilizer with diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungi in soil attribute, cowpea nodulation yield and nutrient uptake in field conditions. *Journal Science Horticulturae*, 162:374-379.
- Anwar M, Patra DD, Chand S, Alpesh K, Naqvi AA and Khanuja SPS .2005. Effects of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*, 36:1737-1746.
- Arancon QN, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD and Lucht C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. *Pedobiologia*, 49(4):297-306.
- Azizi Arani M, Reazvani F, Hassanzade Khayat M, Lagzeian A and Nemati H. 2008. The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*) C.V. Goral. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 24(1):82-93.(in Persian).
- Badi HN, Zeinali Z, Omidi H and Rezazadeh S. 2012. Morphological, agronomical and phytochemical changes in borage (*Borago officinalis* L.) under biological and chemical fertilizers application. *Journal of Medicinal Plants*, 11:145-156.(in Persian).
- Bhattacharyya PN and Jha DK. 2012. Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in Agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28(4):1327-1350.
- Copetta A, Lingua G and Brta G. 2006. Effect of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var Genovese. *Mycorrhiza*, 16(7):485-494.
- Cortivo CD, Ferrari M, Visioli G, Lauro M, Fornasier F, Barion G, Panozzo A and Vamerli T.2020. Effects of Seed-Applied Biofertilizers on Rhizosphere Biodiversity and Growth of Common Wheat (*Triticum aestivum* L) in the Field. *Frontiers in Plant Science*, 11:72.
- Darzi MT, Ghalavand A, Rejali F and Sefidkon F. 2007. Effects of Biofertilizers Application on Yield and Yield Components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4):276-292.(in Persian).
- Darzi MT, Haj S, Hadi MR and Rejali F.2012. Effects of the application of vermicompost and phosphate solubilizing bacterium on the morphological traits and seed yield of anise (*Pimpinella anisum* L). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(2):215-219.
- Dawwam GE, Elbeltagy A, Emara HM, Abbas IH and Hassan MM. 2013. Beneficial effect of plant growth promoting bacteria isolated from the roots of potato plant. *Annals of Agricultural Science*, 58(2):195-201.
- Dehghani Mashkani M, Naghdi Badi H, Darzi M, Mehrafarin A, Rezazadeh S and Kadkhoda Z. 2011. The Effect of Biological and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Yield of Shirazian Baboonch (*Matricaria recutita* L). *Journal of Medicinal Plants*, 10(38):35-48.(In Persian).
- Delate K. 2000. Heenah mahyah student from herb trail. Leopold center for sustainable agriculture. Annual Reports, Iowa State University. Ames, IA.
- Du C, Abdullah JJ, Greetham D, Fu D, Yu M, Ren L, Li S and Lu D. 2018. Valorization of food waste into biofertiliser and its field application. *Journal of Cleaner Production*, 187:273-284.

- Gee GW and Bauder JW. 1986. Particle-size analysis. In Klute, A. (ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. 2nd Edition. Agronomy No. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. pp. 383– 411
- Gholami A, Akbari I and Abbasdokht H. 2015. Study the effects of bio and organic fertilizers on growth characteristics and yield of fennel (*Foeniculum vulgare Mill*). Journal Agroecology, 7(2):215-224.
- Govindasamy V, Senthilkumar M and Annapurna K. 2014. Effect of mustard Rhizobacteria on wheat growth promotion under cadmium stress: characterization of *acdS* gene coding ACC deaminase. Ann Microbiol, 65:1679-1687.
- Gupta G, Parihar SS, Ahirwar NK, Snehi SK and Singh V. 2015. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR): current and future prospects for development of sustainable agriculture. Journal of Microbial & Biochemical Technology, 7:96-102.
- Islam S, Akanda AM, Prova A, Islam MT and Hossain M. 2016. Isolation and identification of plant growth promoting rhizobacteria from cucumber rhizosphere and their effect on plant growth promotion and disease suppression. Frontiers in Microbiology, 6:1360.
- Joshi R, Singh J and Vig AP. 2015. Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. Reviews in Environmental Science and Bio Technology, 14:137-159
- Koralage ISA, Weerasinghe P, Silva PNRN and De Silva CS. 2015. Determination of Available Phosphorus in Soil: A Quick and Simple Method. OUSL Journal, 8:1-17
- Koozehgar kaleji M, Ardakani MR and Alavi Fazel M. 2020. Effects of Mycorrhizal Symbiosis and the Use of Organic Fertilizers, Vermicompost and Tea Compost on Quantitative and Qualitative Yield of *Melissa officinalis*. Journal of Crop Ecophysiology, 14(3):345-360.(In Persian).
- Krey T, Vassilev N, Baum C and Eichler-Lobermann B. 2013. Effects of long-term phosphorus application and plant-growth promoting Rhizobacteria on maize phosphorus nutrition under field conditions. European Journal of Soil Biology, 55:124-130.
- Kumar JIN, Bora A and Amb MK. 2010. Chronic toxicity of the triazole fungicide tebuconazole on a heterocystous, nitrogen-fixing rice paddy field cyanobacterium, *Westiellopsis prolifica* Janet. Journal Microbial Biotechnol, 20(7):1134–1139.
- Leithy S, Meseiry TAE and Abdallah EF. 2006. Effect of biofertilizer, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil quality. Journal of Applied Sciences Research, 2(10):773-779.
- Lim SL, Wu TY, Lim PN and Shak KP. 2015. The use of vermicompost in organic farming: overview, effects on soil and economics. Journal Sciences Food and Agriculture, 95(6):1143-1156.
- Makkar C, Singh J and Parkash C. 2017. Vermicompost and vermiwash as supplement to improve seedling, plant growth and yield in *Linum usitassimum L* for organic agriculture. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 6:203-218
- Malusá E and Vassilev N. 2014. A contribution to set a legal framework for biofertilisers. Appl Microbiol Biotechnol, 98:6599-6607.
- Mirzaei MM, Ghorbani S, Rozbehani A and Ghaderi A. 2017. The effect of Application of bio fertilizer on quantity and quality of borage under Water deficit stress. Agronomic Research in Semi Desert Regions, 13(2):157-172.(In Persian).
- Mohapatra B, Kumar Verma D, Sen A, Bipin , Bihari Panda B and Asthir B. 2013. Bio- fertilizers- A Gateway to Sustainable Agriculture. Special on Organic Farming, 1(4):97-106.

- Pereira CM, Neiverth CA, Maeda S, Guiotoku M and Franciscan L. 2011. Complexometric titration with potentiometric indicator to determination of Calcium and Magnesium in soil extracts. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35(4):1331-1336.
- Rabbani M, Sajjadi S, Vaseghi G and Jafarian A. 2004. Anxiolytic effects of *Echium amoenum* on the elevated plus-maze model of anxiety in mice. *Fitoterapia*, 75(5):457-464.
- Rezvani Moghaddam P, Aminghafuri A, Bakhshae S and Jafari L. 2013. Evaluation of effect of biofertilizer and organic fertilizer on some quantitative characteristics and amount of oil of *Satureja hortensis* L. *Agroecology*, 5:105-112.(In Persian).
- Rezvani Moghaddam P, Mohammadabadi AA and Moradi R. 2010. Effect of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of sesame (*Sesamum indicum* L) in different plant densities. *Agroecology*, 2:256-265.(In Persian).
- Rostaei M, Fallah S, Lorigooini Z and Abbasi Surki A. 2018. The effect of organic manure and chemical fertilizer on essential oil, chemical compositions and antioxidant activity of dill (*Anethum graveolens*) in sole and intercropped with soybean (*Glycine max*). *Journal of Cleaner Production*, 199:18-26
- Salehi A, Tasdighi H and Gholamhosseini M. 2016. Evaluation of proline, chlorophyll, soluble sugar content and uptake of nutrients in the German chamomile (*Matricaria chamomilla* L) under drought stress and organic fertilizer treatments. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 6(10):886-891.
- Sangwan P, Garg VK, and Kaushik CP. 2010. Growth and yield response of marigold to potting media containing vermicompost produced from different wastes. *The Environmentalist*, 30(2):123-130
- Sayyah M, Boostani H, Pakseresht S and Malaieri A. 2009. Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry*, 33(8):1513-1516.
- Seenan Rekha G, Kaleena PK, Elumalai D, Srikumaran MP and Maheswari VN. 2018. Effects of vermicompost and plant growth enhancers on the exo-morphological features of *Capsicum annum* (Linn.) Hepper. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7:83-88.
- Shadanpour F, Mohammadi Torkashvand A and Hashemi Majd K. 2011. The effect of cow manure vermicompost as the planting medium on the growth of Marigold. *Annals of Biological Research*, 2(6):109-115.
- Shridhar BS. 2012. Review: nitrogen fixing microorganisms. *International Journal of Microbiological Research*, 3(1):46-52
- Singh A, Karmegam N, Singh GS, Bhadauria T, Chang SW, Awasthi MK, Sudhakar S, Arunachalam KD, Biruntha M and Ravindran B. 2020. Earthworms and vermicompost: an eco-friendly approach for repaying nature's debt. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(6):1617-1642
- Stefan M, Munteanu N, Stoleru V, Mihasan M and Hritcu L. 2013. Seed inoculation with plant growth promoting Rhizobacteria enhances photosynthesis and yield of runner bean (*Phaseolus coccineus* L). *Scientia Horticulturae*, 151: 22-29.
- Suthar S. 2009. Impact of vermicompost and composted farmyard manure on growth and yield of garlic (*Allium stivum* L) field crop. *International Journal of Plant Production*, 3(1):27-38.

- Talaei GH and Dehaghi MA. 2015. Effects of biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of cumin medicinal plant (*Cuminum cyminum L*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 30(6):932-942.(in Persian).
- Teixido M, Pignatello JJ, Beltran JL, Granados M and Peccia J. 2011. Speciation of the ionizable antibiotic sulfamethazine on black carbon (biochar). Environmental Science & Technology, 45(23):10020-10027.
- Theunissen J, Ndakidemi PA and Laubscher CP. 2010. Potential of vermicompost produced from plant waste on the growth and nutrient status in vegetable production. International Journal of the Physical Sciences, 5(13):1964-1973.
- Vafadar F, Amooaghaie R and Otroshy M. 2014. Effects of plant-growth-promoting rhizobacteria and arbuscular mycorrhizal fungus on plant growth, stevioside, NPK, and chlorophyll content of *Stevia rebaudiana*. Journal of Plant Interactions, 9(1):128-136.
- Wang N, Liu M, Guo L, Yang X and Qiu D. 2016. A novel protein elicitor (PeBA1) from *Bacillus amyloliquefaciens* NC6 induces systemic resistance in tobacco. International Journal of Biological Sciences, 12(6):757-767.
- Wu SC, Cao ZH and Li ZG. Cheung KC and Wong MH. 2005. Effects of biofertilizers containing Nfixer, P and K solubilizer and AM fungi on maize growth: a greenhouse trail. Journal Geoderma, 125(1-2):155-166.
- Han SH, An JY, Hwang J, Kim SB and Park BB. 2016. The effects of organic manure and chemical fertilizer on the growth and nutrient concentrations of yellow poplar (*Liriodendron tulipifera Lin*) in a nursery system. Forest Science and Technology, 12(3):137-143
- Youssef AA, Edri AE and maa 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*. Plant Annals of Agricultural Science, 49:299-311.
- Zajac G, Szyszlak-Bargłowicz J, Gołębowski W, Szczepanik M, Zajac G, Szyszlak- Bargłowicz J, Gołębowski W and Szczepanik M. 2018. Chemical characteristics of biomass ashes Energies, 11:2885.
- Zarshenas M, Dabaghian F and Moein M. 2016. An overview on phytochemical and pharmacological aspects of *Echium amoenum*. The Natural Products Journal, 6(4):285-291.