دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

بررسی اثر کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر برخی از خصوصیات بیولوژیکی و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill) در خرم‌آباد

نوشین اصولی[1*]، کاظم طالشی[2]
[2،1]استادیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد خرم‌آباد
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

چکیده

مقدمه: استفاده از کودهای بیولوژیک به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان یک مسئله مهم در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. برای بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک می‌توان از مواد آلی مثل کمپوست و ورمی‌کمپوست و میکروارگانیسم‌های بهبوددهنده رشد گیاه استفاده نمود. برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه‌بر تأمین نیازهای غذایی فعلی گیاه، باعث پایداری سیستم های کشاورزی در دراز مدت نیز منجر شود.

مواد و روش‌ها: این تحقیق به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار در ۳ تکرار طی سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل ۱) شاهد (بدون تیمار کودی)، ۲) باکتری ازتوباکتر (گونه *Azotobacter chroococcum*)، ۳) باکتری سودوموناس (گونه *Pseudomonas putida*)، ۴) ازتوباکتر + سودوموناس، ۵) ترکیب ورمی‌کمپوست (۲ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس، ۶) ترکیب ورمی‌کمپوست (۴ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس، ۷) ترکیب ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس بوده است. صفاتی از قبیل ارتفاع گیاه، وزن ریشه، قطر ساقه، عملکرد اسانس و خصوصیات کیفی اسانس از قبیل آنتول، فنکون، استراگول و لیمونن مورد بررسی قرار گرفتند.

*نویسنده مسئول: noshin_osoli@yahoo.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

نتایج: نتایج نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیکی و ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری شده داشته است. مطابق نتایج، بیشترین ارتفاع گیاه (۱۰۴/۸ سانتی‌متر)، وزن ریشه (۷۶/۶۸ گرم در مترمربع)، قطر ساقه (۳/۶۶ میلی‌متر)، عملکرد اسانس (۱۲/۶۳ کیلوگرم در هکتار) استراگول (۵/۷۶ درصد) و لیمونن (۴/۹۰ درصد) در تیمار ترکیب ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس بدست آمد، در حالی‌که کمترین میزان آن‌ها در تیمار شاهد مشاهده شد. هم‌چنین بیشترین میزان آنتول (۵۶/۳۲ درصد) و فنکون (۷/۷۶ درصد) از تیمار شاهد (بدون استفاده از هیچ کود) بدست آمد.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر بعضی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد اسانس و بعضی خصوصیات کیفی اسانس دانه رازیانه تاثیر مثبت داشته است. کاربرد این تیمارها از طریق مهیا نمودن آب و عناصر غذایی برای گیاه و باعث توسعه ریشه گیاه و در نهایت افزایش خصوصیات ذکر شده می‌شود.

واژه های کلیدی: کودهای بیولوژیک، ورمی‌کمپوست، خصوصیات مورفولوژیکی، اسانس، رازیانه

مقدمه

استفاده از سیستم‌های زراعی کم نهاده و ابداع شیوه‌های نوین مدیریت بهره‌برداری از منابع به‌منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده که استفاده از کودهای بیولوژیک به‌منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی و افزایش عملکرد گیاهان یک مسئله مهم در جهت حرکت به‌سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. برای بهبود خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک می‌توان از مواد آلی مثل کمپوست و ورمی‌کمپوست و میکروارگانیسم‌های بهبوددهنده رشد گیاه استفاده نمود. برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه‌بر تأمین نیازهای فعلی گیاه باعث پایداری سیستم‌های کشاورزی در دراز مدت نیز منجر شود. بنابراین استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکروارگانیسم که بیشترین سازگاری را نسبت به اقلیم منطقه داشته باشد می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید واقع شود (Murty and Ladha, 1988). در بسیاری موارد کاربرد کودهای شیمیایی باعث آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost and Bhat, 1998).

ورمی‌کمپوست حاصل یک فرآیند نیمه‌هوازی است که طی تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم زباله یا کرم خاکی ومیکروارگانیسم های خاکزی تولید می‌شود (Atiyeh *et al.*, 2002). ورمی‌کمپوست غنی از هورمون‌های رشد و ویتامین‌ها بوده و به‌عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است (Martin *et al.*, 1997). ورمی‌کمپوست از طرفی ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک را نیز افزایش می‌دهد و از آبشویی عناصر غذایی جلوگیری می‌کند (Galli *et al.*, 1990). در پژوهشی قلاوند و همکاران (Ghalavand *et al.*, 2006) مشاهده کردند که اثر ترکیب کودهای شیمیایی و آلی

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

به‌عنوان یک منبع تغذیه مناسب برای گیاه و عامل اساسی در اصلاح ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک عمل نموده است. میرزایی تالارپشتی و همکاران (Mirzaei *et al.*, 2009) بیان کردند که کمپوست سبب افزایش ماده آلی خاک و عناصر غذایی پرمصرف در خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی خاک می‌شود.

درزی و همکاران (Darzi *et al.*, 2012) در بررسی باکتری های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم بر گیاه گشنیز اظهار داشت که این باکتری‌ها از طریق افزایش نیتروژن قابل دسترس، فتوسنتز گیاه را سرعت بخشیده و اثر معنی‌داری بر افزایش عملکرد دانه داشتند. در همین رابطه در پژوهشی که با استفاده از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات بر گیاه دارویی مرزنجوش انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف کودهای زیستی باعث افزایش درصد و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد شد (Gharib *et al.*, 2008). ازاز و همکاران (Azzaz *et al.*, 2009) نیز کاربرد کودهای زیستی را عاملی در افزایش رشد رویشی، عملکرد و میزان اسانس گیاه رازیانه گزارش کردند. همچنین در مطالعه‌ای گزارش شده است که کودهای آلی می‌توانند عملکرد و محتوای اسانس را در گیاه دارویی افزایش دهد (Anwar *et al.*, 2005). با آن‌که رویکرد انسان به فرآورده‌های دارویی گیاهان دارویی دیرینه‌ای بلند دارد؛ ولی از حدود نیمه دوم قرن بیستم مسئله افزایش تولید این فرآورده‌ها در سطح مزارع و باغات شکل علمی نو به خود گرفت و بهره‌وری از گیاهان پرورشی مربوطه به (با عنوان محصولات و میوه‌های شیمیایی، دستاوردهای متابولیتی و عناوین دیگر) به‌جای انهدام و مصرف گیاهان رویشی طبیعت، جایگاه تازه و بی‌سابقه‌ای یافت.

رازیانه گیاهست چندساله با نام علمی *Foeniculum vulgare* Mill، از مهمترین و پرمصرف‌ترین گیاهان دارویی خانواده چتریان می‌باشد، که عمدتاً به‌منظور استفاده از اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی، آرایشی و بهداشتی مورد کشت قرار می‌گیرد (Darzi *et al.*, 2012). استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصله از آن نقش این گیاهان را در چرخه اقتصادی جهانی پررنگ‌تر کرده، به‌طوری‌که مصرف رو به تزاید آن‌ها تنها به کشورهای در حال توسعه محدود نبوده بلکه در کشورهای پیشرفته نیز توسعه فراوانی یافته‌اند. صرف‌نظر از ارزش اقتصادی گیاهان دارویی، این گیاهان قابل تطابق با روش‌های کشت ارگانیک هستند که تمایل تولیدکننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها را به‌همراه دارد (Moradi *et al.*, 2009).

زراعت گیاهان دارویی با کوهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست، اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آن‌ها را کاهش می‌دهد، لذا بسیاری از شرکت‌های تولیدکننده داروهای گیاهی، ترکیبات گیاهی را که از طریق کشت آلی یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می‌دهند (Griff *et al.*, 2003). بنابراین با توجه به اهمیت و جایگاه رازیانه به‌عنوان یک گیاه دارویی، این تحقیق به‌منظور بررسی اثر

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، حل‌کننده‌های فسفات و ورمی‌کمپوست بر بعضی خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد اسانس و ترکیبات اسانس به اجرا در آمده تا واکنش این گیاه دارویی در راستای کشاورزی پایدار به کودهای بیولوژیکی مشخص شود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد با طول جغرافیایی ۴۸درجه و ۱۷ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه و با ارتفاع ۱۱۴۷ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی سالانه ۴۹۹ میلی‌متر به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل C) شاهد (بدون تیمار کودی)، N) باکتری ازتوباکتر (گونه *Azotobacter chroococcum*)، P) باکتری سودوموناس (گونه *Pseudomonas putida*)، NP) ازتوباکتر + سودوموناس، V2NP) ترکیب ورمی‌کمپوست (۲ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس، V4Np) ترکیب ورمی‌کمپوست (۴ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس، V6NP) ترکیب ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس بوده است. ازتوباکتر با نام تجاری ازتوباکتربارور۱ (حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر) و سودوموناس با نام تجاری بیوفسفربارور۲ (حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از جنس *باسیلیوس لنتوس* و *سودوموناس پوئید*) بوده و هر کدام دارای جمعیت تقریبی $۱۰^{۸}$ باکتری در هر میلی‌لیتر (10^8 CFU/ml) بوده، که از شرکت زیست فناور سبز تهیه گردید. قبـل از اجرای آزمایش، نمونه خاک تا عمق۳۰ سانتی‌متر به‌صورت تصادفی از زمین محل اجـرای آزمایش برداشت که نتایج آن به‌همراه نتایج آزمایش ورمی‌کمپوست در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (۳۰-۰ سانتی‌متر)

Table 1- Analysis of physical and chemical characteristics of soil

بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	ماده آلی	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
Texture	pH	EC (ds/m)	OM (%)	OC (%)	N (%)	P (%)	K (%)
Loam	7.4	1.21	3.24	2.19	0.16	1.17	0.12

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست

Table 2- Analysis of physical and chemical characteristics of vermicompost

اسیدیته	هدایت الکتریکی	ماده آلی	کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
pH	EC (ds/m)	OM (%)	OC (%)	N (%)	P (%)	K (%)
6.35	1.20	20.16	11.7	1.81	1.16	1.16

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

براساس آزمون خاک مقادیر ۱۵۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب اوره (نیتروژن) و سوپرفسفات‌تریپل (فسفر) به خاک اضافه شد. کل کود فسفر و یک دوم کود نیتروژن در زمان کاشت و مابقی کود نیتروژن در اوایل زمان گلدهی به خاک اضافه شد. براساس نیاز کودی رازیانه و اطلاعات خاک، ورمی‌کمپوست براساس نقشه طرح قبل از کاشت در عمق ۱۵ سانتی متری به خاک مخلوط شد. تلقیح باکتری های ازتوباکتربارور۱ و بیوفسفربارور۲ براساس تیمارها با بذر رازیانه (تهیه شده از شرکت پاکان بذر اصفهان) قبل از کاشت و در شرایط سایه انجام گرفت. بدین منظور، ابتدا میزان بذر مورد نیاز برای هر تیمار انتخاب، و برای تسهیل در چسبیدن مایه تلقیح با بذرها، از مقداری شکر حل شده در آب گرم (۱۰گرم شکر در ۱۰۰ گرم آب) استفاده شد. خیس شدن بذور توسط محلول آب و شکر، مایه تلقیح به بذرها مخلوط شده و سپس بذرها به‌طور جداگانه به مدت دو ساعت در سایه خشک شدند.

کرت‌هایی به ابعاد ۳ × ۴ مترمربع ایجاد شد. در هر کرت ۶ ردیف کاشت به فاصله ۵۰ سانتی‌متر از یکدیگر ایجاد شده و بذرها به فاصله ردیف‌های کشت ۱۵ سانتی‌متر و در عمق ۲-۳ سانتی‌متر، در ۱۰ فروردین ۱۳۹۴ کشت گردید. بعد از کشت نیز برای سبز شدن یکنواخت آبیاری صورت گرفت و در طول دوره رشد نیز هر هفته یک‌بار آبیاری انجام می‌گرفت. فاصله بین کرت‌ها در هر بلوک ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. جهت حصول تراکم مناسب در مرحله ۴ برگی گیاه عمل تنک کردن انجام گرفته و هم‌چنین ۳ مرتبه وجین علف‌های‌هرز در طول رشد گیاه به‌صورت دستی انجام گرفت. در طول رشد گیاه آفت و بیماری خاصی مشاهده نشد. حدود اواسط شهریور کرت‌ها آماده برداشت و نمونه‌برداری خصوصیات مورفولوژیکی انجام گرفت.

جهت اندازه‌گیری درصد و عملکرد اسانس، مقدار ۲۰ گرم از دانه تولید شده در هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و در سایه کاملاً خشک شده و توسط آسیاب پودر شده و سپس به مدت ۲ ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شده و پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات‌سدیم، درصد و مقدار عملکرد اسانس آن اندازه‌گیری شد (Mirza *et al., 1996*). جهت تعیین درصد دقیق ترکیبات اساسی موجود در اسانس مثل آنتول، فنکون، لیمونن و استراگول از دستگاه کروماتوگراف گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/MS) استفاده شد. طیف‌های بدست آمده از طریق مقایسه با طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و به کمک شاخص بازداری (RI) و مقایسه آن با کتب مرجع و مقالات با استفاده از کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت (Adams, 2001). داده‌های توسط نرم‌افزار آماری MSTATC مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD انجام گرفت.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

نتایج و بحث

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که صفات ارتفاع گیاه، عملکرد اسانس و وزن ریشه در سطح یک درصد و قطر ساقه در سطح پنج درصد تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست قرار گرفته است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، کاربرد توام کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد اسانس، ارتفاع گیاه، وزن ریشه و قطر ساقه نسبت به شاهد شده است؛ به‌طوری‌که بیشترین عملکرد اسانس (۱۲/۶۳ درصد)، ارتفاع گیاه (۱۰۴/۸ سانتی‌متر) و وزن ریشه (۷۶/۶۸ گرم در مترمربع) در تیمار کود بیولوژیک ازتوباکتر + سودوموناس به همراه ۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و بیشترین قطر ساقه (۴/۵۰ میلی‌متر) در تیمار کود بیولوژیک ازتوباکتر + سودوموناس به همراه ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. هم‌چنین کمترین این صفات در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴).

حسینی و همکاران (Hoseyni *et al*., 2006) نشان دادند که کودهای آلی مثل ورمی‌کمپوست می‌تواند ساختمان خاک را توسعه داده که این امر باعث رشد و ریشه گیاهان، باعث مهیا نمودن و جذب بهتر مواد غذایی توسط گیاهان می‌شود. علاوه‌بر این کودهای آلی باعث تسهیل در جذب و نگهداری آب در خاک می‌شود که این امر باعث تاثیر مطلوبی در رشد گیاه و تولید ترکیبات اسانس گیاه می‌شود. تحقیق انجام گرفته شده بر روی ریحان نشان داد که مصرف کودهای بیولوژیک سوپرنیتروپلاس و بیوسوپرفسفات سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن تر و وزن خشک ساقه و وزن تر و خشک ریشه شده است (Rahi, 2013).

نتایج این تحقیق با نتایج کوزه‌گر کانجی و اردکانی (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2017) که استفاده از میکوریزا و ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک ریشه، قطر ریشه و طول ریشه شده است، مطابقت دارد. هم‌چنین بیگناه و همکاران (Bigonah *et al*., 2015) اظهار داشتند که، تیمارهای کودی اعمال شده نظیر کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گشنیز شد. انصاری (Ansari, 2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای کمپوست و ورمی‌واش را آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه آکسین و جیبرلین ناشی از این کودها نسبت داد. زارع دوست و همکاران (Zaredost *et al*., 2012) گزارش نمودند که کود بیولوژیک فسفاته می‌تواند موجب افزایش اندام‌های هوایی گیاه گل جعفری شود. گرگینی شبانکاره و خراسانی‌نژاد (Gargini and Khorasani nejhad, 2017) گزارش کردند که مصرف کودهای زیستی و اسیدسالیسیلیک بر روی صفات مورد مطالعه گیاه دارویی اکلیل کوهی تاثیر معنی‌داری داشته و سبب افزایش ارتفاع گیاه وزن خشک گیاه تعداد شاخه جانبی شده است.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر برخی از صفات مورد مطالعه رازیانه

Table 3- Analyses of variance (MS) of the effect of biological fertilizer and vermicompost on some of studied characteristics of *Foeniculum vulgare*

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	وزن ریشه Root weight	قطر ساقه Stem diameter	عملکرد اسانس Essential oil yield
بلوک Block	2	2.89^{ns}	57.14^{ns}	0.32^{ns}	0.001^{ns}
تیمار Treatment	6	216.36^{**}	628.77^{**}	0.78^{*}	0.044^{**}
خطا Error	12	11.78	18.35	0.119	0.005
ضریب تغییرات CV (%)		3.88	7.16	12.13	5.4

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر برخی از صفات مورد مطالعه رازیانه

Table 3- Comparison of the mean of the effect of biological fertilizer and vermicompost on some of studied characteristics of *Foeniculum vulgare*

تیمارها Treatments	ارتفاع گیاه Plant height (cm)	وزن ریشه Root weight (g/m^{-2})	قطر ساقه Stem Diameter (mm)	عملکرد اسانس Essential oil yield (kg/ha)
C	76.43f	43.86e	3.03d	5.78e
N	88.31d	57.63c	3.03d	7.34d
P	84.06e	46.16d	3.10d	9.23b
NP	85.31de	48.13d	3.53bc	10.47b
V2NP	92.31c	68.26b	3.83b	8.62c
V4NP	96.53b	71.25b	4.50a	8.05c
V6NP	104.8a	76.68a	3.66b	12.63a

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

عملکرد اسانس برآیندی از عملکرد دانه و درصد اسانس دانه می‌باشد؛ لذا هر گونه افزایش در این دو مورد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد. رضایی چیانه و همکاران (Rezaei *et al.*, 2014) نشان داد که عملکرد اسانس بذر زیره سبز در تیمار ترکیبی سه‌گانه ازتوباکتر + فسفر بارور۲ + بیوسولفور به‌دلیل بالا بودن عملکرد دانه درصد اسانس در این تیمار را داشته است. محفوظ و شرف‌الدین (Mahfoz and Sharafdin, 2007) با بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپیریلوم روی گیاه رازیانه بیان کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش عملکرد آن شده است.

تحقیقی در خصوص بررسی تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست، کودهای آلی و باکتری همزیستی میکوریزایی بر روی خاک نشان دادن که تیمارهای ترکیبی ذکر شده سبب افزایش عملکرد اسانس بذر نعنای صحرایی (*Mentha spicata* L.) شده است (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2017). در تحقیقی بیشترین عملکرد اسانس در هکتار و هم‌چنین کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی، به‌ترتیب در تیمار باکتری حل‌کننده فسفات و نیتروکسین (تلفیق ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) مشاهده شد (Falahi *et al.*, 2009). سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی آزسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس روی گیاه رازیانه نشان داد بالاترین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی آزسپیریلوم، ازتوباکتر و باسیلوس و ۵۰ درصد نیتروژن و فسفر می‌شود.

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس ترکیبات اسانس دانه رازیانه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست قرار گرفته است (جدول ۵)؛ به‌طوری‌که استفاده از کود زیستی ازتوباکتر + سودوموناس سبب افزایش استراگول (۵/۱۶ درصد) نسبت به شاهد شده داشته است و کمترین میزان استراگول در شاهد (۳/۸۶ درصد) بدست آمده است (جدول ۶)؛ ولی اثر ورمی‌کمپوست، کود زیستی ازتوباکتر + سودوموناس بر روی آنتول و فنکون اثر افزایش نداشته؛ به‌طوری که میزان آنتول و فنکون در شاهد به‌ترتیب ۷۵/۰۷ و ۱۳/۱۶ درصد نسبت به بقیه تیمارها بیشتر بوده است و کمترین میزان آنتول به میزان ۵۹/۳۲ درصد در تیمار ورمی کمپوست (۶ تن در هکتار) + ازتوباکتر+ سودوموناس و فنکون به میزان ۸/۶۳ درصد در تیمار ازتوباکتر به تنهایی بوده است (جدول ۶). هم‌چنین بیشترین میزان لیمونن در تیمار ورمی کمپوست (۴ تن در هکتار) + ازتوباکتر + سودوموناس به میزان ۴/۹۰ درصد و کمترین آن در تیمار ازتوباکتر به میزان ۳/۷۳ درصد بوده است (جدول ۶).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر برخی از صفات مورد مطالعه رازیانه

Table 5- Analyses of variance (MS) of the effect of biological fertilizer and vermicompost on some of studied characteristics of *Foeniculum vulgare*

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	استراگول Estragole	لیمونن Limonene	فنکون Fenchone	آنتول Anethole
بلوک Block	2	0.051^{ns}	0.08^{ns}	0.18^{ns}	36.36^{*}
تیمار Treatment	6	1.82^{**}	0.83^{**}	11.14^{**}	75.62^{**}
خطا Error	12	0.23	0.19	26.51	26.51
ضریب تغییرات CV (%)	-	10	10.88	7.73	7.73

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود بیولوژیک و ورمی‌کمپوست بر برخی از صفات مورد مطالعه رازیانه

Table 6- Comparison of the mean of the effect of biological fertilizer and vermicompost on some of studied characteristics of *Foeniculum vulgare*

تیمارها Treatments	استراگول Estragole (%)	لیمونن Limonene (%)	آنتول Anethole (%)	فنکون Fenchone (%)
C	3.86c	3.36cd	75.7a	13.16a
N	5.16a	4.26b	64.39b	9.43c
P	3.50c	7.73c	70.84b	8.64d
NP	4.10ab	3.80c	65.81c	8.82d
V2NP	4.26b	3.96c	65.30cd	11.26b
V4NP	4.53b	4.56a	65.46c	8.23dc
V6NP	5.76a	4.90a	59.32d	7.76c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

ارزش دارویی گیاهان دارویی بستگی به ترکیبات متابولیت‌های ثانویه آن‌ها دارد (*Groos et al.*, 2002). مشاهده شده است که تولید اسانس می‌تواند یک وسیله دفاعی گیاه در مقابل کلونیزاسیون توسط میکرواورگانسیم در نظر گرفته شود حتی چندین اسانس دارای خواص ضد میکروبی نیز هستند

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

(*Banchio et al.*, 2008). آزمایشات مختلفی نشان داده است که کاربرد کودهای بیولوژیک باعث تغییر در میزان ترکیبات اسانس گیاهان مختلف می‌شود (Darzi *et al.*, 2009). در تحقیقی روی گیاه دارویی رازیانه، نتیجه گرفتند که کاربرد ورمی‌کمپوست به صورت جداگانه یا به‌صورت ترکیب با کودهای آلی سبب بهبود عملکرد و کیفیت اسانس این گیاه شده است (*Moradi et al.*, 2011). درزی و همکاران (Darzi *et al.*, 2009) گزارش کردند که ورمی‌کمپوست به‌طور موثری میزان اسانس و عملکرد بذر رازیانه را افزایش داده است.

محفوظی و شرف‌الدین (Mahfoz and Sharafdin, 2007) گزارش کردند که باکتری ای آزادزی مثل ازتوباکتر کروکوکوم نه تنها توانایی تثبیت نیتروژن هوا را دارند؛ بلکه باعث تولید فیتوهورمون‌ها از قبیل اسیدجیبرلین و ایندول‌استیک اسید نموده که این مواد سبب تحریک رشد گیاهان، جذب مواد غذایی و فتوسنتز و به دنبال آن باعث بهبود عملکرد و افزایش ترکیبات اسانس گیاهان می‌شوند. درزی و همکاران (Darzi *et al.*, 2002) گـزارش کردنـد استفاده از کودهای زیستی باعث بهبود میزان آنتول اسانس و در نتیجه کیفیت اسانس گیاه رازیانه شد. ایشان بیان کردند که تیمارهای کودهای زیستی مطلوب در مقایسه با تیمار کود شیمیایی، به مراتب شرایط مناسب‌تری برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده و ضمن فراهم نمودن مطلوب عناصر معدنی ماکرو و میکرو برای رازیانه، باعث افزایش کیفیت اسانس این گیاه شد. برعکس یافته‌های این تحقیق، درزی و همکاران (Darzi *et al.*, 2009) گزارش کردند که با مصرف کودهای مختلف آلی و بیولوژیک، میزان آنتول که یک ترکیب مهم در اسانس رازیانه می‌باشد افزایش یافته است. ایشان نیز گزارش دادند که ارتقای عملکرد کود بیولوژیکی بر روی این ویژگی ممکن است به‌دلیل توانایی آن‌ها در افزایش خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک باشد. علاوه‌بر این، این ممکن است مربوط به تعادل خوبی از مواد مغذی و آب در منطقه ریشه است (*Gharib et al.*, 2008).

انوار و همکاران (Anwar *et al*, 2005) گزارش کردند که مصرف ورمی‌کمپوست در رشد گیاه ریحان میزان لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس این گیاه را افزایش داد که خود باعث بهبود کیفیت اسانس آن شد. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2009) در تحقیق بر روی رازیانه گزارش کردند که میزان آنتول (۶۹/۷ درصد) و کمترین میزان لیمونن (۴/۸۴ درصد)، فنکون (۶/۱۴ درصد) و استراگول (۲/۷۸ درصد) در اسانس در تیمار مخلوط کمپوست و ورمی‌کمپوست بدست آمد. هم‌چنین بالاترین میزان آنتول موجود در اسانس مربوط به کاربرد ۵۰ درصد، کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌همراه باسیلوس می‌باشد (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007). هم‌چنین اظهار شده است که کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و ترکیب آن‌ها سبب افزایش آنتول و کاهش لیمونن در رازیانه شده است (Darzi *et al.*, 2009).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که آنتول ۵۰ تا ۷۰ درصد از ترکیبات اسانس رازیانه را تشکیل می‌دهد. قابل پیش‌بینی است که افزایش محتوای آنتول باعث کاهش سایر اجزای اساسی اسانس مانند فنکون، استراگول و لیمونن می‌شود (*Mordi et al., 2001*). در این تحقیق میزان ترکیبات اصلی موجود اسانس به‌جز لیمونن و استراگل با کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و کودهای بیولوژیک تقریبا روند کاهشی داشتند؛ به‌طوری‌که بیشترین آنتول، استراگل و فنکون در تیمار شاهد و بیشترین لیمونن در تیمار ۶ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + ازتوباکتر + بیوفسفرباور۲ بدست آمد. این بدین معنی است که روند افزایش استراگول و فنکون به‌شدت بستگی به روند افزایش آنتول دارد؛ ولی میزان لیمونن با افزایش بقیه ترکیبات اسانس کاهش یافته است.

شناسایی و مطالعه‌ی عوامل تاثیرگذار محیطی و زراعی و بر اعتلای کمیت و کیفیت متابولیت‌های تانویه گیاهان دارویی بسیار حائز اهمیت است (Hornok, 1992). از آنجا که اسانس‌ها ترکیباتی ترپنوئیدی هستند، واحدهای سازنده آن‌ها نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع برای تشکیل ترکیبات‌های اخیر ضروری می‌باشد، از این رو باکتری‌های حل‌کننده فسفات و تثبیت‌کننده نیتروژن در باکتری‌های تیوباسیلوس از طریق کاهش اسیدیته خاک (pH) و فراهم نمودن شرایط مناسب جذب عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن، فسفر و عناصر کم‌مصرف (آهن، منگنز، روی و مس) موجب افزایش اسانس گیاه دارویی می‌شود (Rezaei *et al*., 2014). باکتری‌های حل‌کننده فسفات کـه روی مواد آلی آزاد شده از ریشه زندگی می‌کنند با ترشح اسیدهای مختلف و کاهش pH محیط ریشه باعث افـزایش غلظـت فسـفات قابل جذب توسط گیاه می‌شوند (Martin *et al*., 1997).

مصرف ورمی‌کمپوست بـه خاک ممکن است نـه تنها باعث فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افـزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و حالت اسفنجی دادن به خاک و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد و توسعه ریشـه و موجبات افزایش رشد اندام‌های گیاهی نظیر ارتفاع و افزایش سطح برگ در بوته و متعاقب آن تولید ماده خشک را نیز فـراهم می‌کند.

کودهای بیولوژیک ازتوباکتر و آزوسپریلوم به تنهایی و به‌همراه ورمی‌کمپوست سبب افزایش شرایط رشد و توسعه رازیانه، مهیا نموده مواد غذایی لازم و نگهداری آب برای گیاه گشته که در این شرایط میزان آنتول، فنکون و استراگول نسبت به تیمار شاهد کاهش یافته و فقط لیمونن با کاربرد این تیمارها افزایش یافته است. در خصوص این تغییرات ترکیبات اسانس می‌توان این‌طور توجیه نمود که، کودهای بیولوژیکی و ورمی‌کمپوست سبب افزایش نیتروژن و فسفات در خاک شده و با آنتول و استراگول و فنکون رابطه عکس داشته باشد. هم‌چنین در نتیجه ترکیب باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم و ورمی‌کمپوست باعث تولید منابعی از مواد غذایی و ترشع بعضی از مواد بازدارنده تولید ترکیبات اسانس شده باشد که جلوی تولید ترکیبات اسانس را نسبت به شاهد گرفته باشد. ظاهراً استفاده از کودهای

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

بیولوژیک و ورمی‌کمپوست در گیاهان دارویی مثل رازیانه نه تنها ثبات و سلامت سیستم‌های تولید را حفظ می‌کند؛ بلکه باعث افزایش در دسترس بودن مواد مغذی مختلف برای محصولات می شود. به‌نظر می‌رسد که کمپوست و ورمی‌کمپوست مواد غذایی مورد نیاز گیاه را با آزاد کردن تدریج عناصر در خاک باعث افزایش محتوای آنتول و کیفیت اسانس رازیانه می‌شود (Darzi *et al*., 2009).

نتیجه‌گیری

این تحقیق نشان داد که کوهای بیولوژیک ازتوباکتر + سودوموناس به‌همراه ورمی‌کمپوست هرچند که بر روی رشد گیاه تاثیر بسیار مثبتی داشته و باعث افزایش ارتفاع گیاه، وزن ریشه و قطر ساقه شده و هم‌چنین کمیت و کیفیت محصولات به‌ویژه عملکرد اسانس، آنتول و فنکون می‌شوند؛ ولی این تیمارها باعث کاهش لیمونن و استراگول شده است. هم‌چنین تیمار ازتوباکتر + سودوموناس به‌همراه ورمی‌کمپوست (۶ تن در هکتار) به‌علت تولید عملکرد دانه بیشتر دارای بیشترین میزان عملکرد اسانس بوده است. کاربرد کودی‌ها زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با ورمی‌کمپوست علاوه‌بر بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی در پایداری تولید و حفظ محیط زیست تاثیر مثبتی داشته و با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی از یک طرف و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده به‌نظر می‌رسد کودهای زیستی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این گیاهان باشند. حال می‌توان با بکارگیری گونه‌های دیگر از میکروارگانیسم‌ها و مقادیر دیگری از ورمی‌کمپوست نتایج امیدوارکننده‌تری بدست آورد.

منابع

Adams R.P. 2001. Identification of Essential Oil Ccomponents by Gas Chromatography Quadrupole Mass Spectroscopy. Allured (Carol Stream) Publication Corp, USA, 804 p.

Ansari A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences, 4 (5): 554-557.

Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A., 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: 1737-1746.

Atiyeh R.M., Arancon N., Edwards C.A., Metzger J.D. 2002. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology, 81: 103-108.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

Azzaz N.A., Hassan E.A., Hamad E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and biofertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3 (2): 579-587.

Banchio E., Bogino P.C., Zygadlo J., Giordano W. 2008. Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in (*Origanum majorana* L.) Biochemical Systematics and Ecology, 36: 766-771.

Bigonah R., Rezvani Moghadam P., Jahan M. 2015. Effect of different fertilizer management on certain quantitative and qualitative properties of medicinal plants (*Coriandrum sativum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 12 (4): 574-581.

Darzi M.T., Ghalavand A., Rejali F. 2008. Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Crop Sciences, 10 (1): 88-109. (In Persian).

Darzi M.T., Ghlavand A., Sefidkon F., Rejali F. 2009. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal Aromatic Plants, 24: 396-413. (In Persian).

Darzi M.T., Hag Sayed-Hadi M., Rajaei F. 2012. Effect of application of manure and stimulating bacteria on some morphological characteristic and yield of (*Coriandrun sativum* L.). Iranian Journal of Medicinal Aromatic Plants, 3 (24): 434-446. (In Persian).

Galli E., Tomati U., Grappelli A., Di Lena G. 1990. Effect of earthworm casts on protein synthesis in *Agaricus bisporus*. Biology and Fertility of Soils, 9: 290-291.

Gargini Shabankareh H., Khorasani Nejad S. 2016. The effect of biological fertilizer and salicylic acid on yield and quality of rosemary in drought stress. Journal of Crop Improvement, 19 (2): 475-491. (In Persian).

Ghalavand A., Deghan-Shoar M., Malakoti M., Asgharzadeh A., Chogan R. 2006. The application of biotic fertilizer a strategy for sustainable crop system management. Key paper in 9th Breeding and Cultivation Congress, Aboreyhan Pardis, Tehran University, 5-6 September, 35 p. (In Persian).

Gharib F.A., Moussa L.A., Massoud O.N. 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.

Ghost B.C., Bhat R. 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. Environmental Pollution, 102: 123-126.

Griffe P., Metha S., Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs). Forward, Preface and Introduction, FAO.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

Hornok L. 1992. Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Akademia Kiado, Budapest, Hungary, Pp: 200-205.

Hussein M.S., El-Sherbeny S.E., Khalil M.Y., Naguib N.Y., Aly S.M. 2006. Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Scientia Horticulturae, 108: 322-331.

Koozehgar Kaleji M., Ardakani M.R. 2017. The application of organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of spear mint (*Mentha spicata* L.). Journal of Applied Research Plant Ecophysiology, 4 (1): 157-172. (In Persian).

Mahfouz S.A., Sharaf-Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics, 21: 361-366.

Martin J.P., Black J.H., Hawthorne R.M. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technology, 75: 175-180.

Mirza M., Sefidkon F., Ahmadi L. 1996. Natural essential oils (extraction, qualitative and quantitative identify application). Research Institute of Forests and Rangelands Press, 175 p.

Mirzaei Talar Poshti R., Sabahi H., Mahdavi Damghani A., 2009. The effect of the application of organic fertilizer on soil physio-chemical characteristic, crop production and dry mater of (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of Field Crops Research, 7 (1): 259-270. (In Persian).

Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M., Lakzian A. 2009. The study the effect of biological and organic fertilizer on yield, yield component and the continent of essence of (*Foeniculum vulgare* Mill). Iranian Journal of Field Crops Research, 7 (2): 625-635. (In Persian).

Moradi R., Rezvani Moghaddam1 P., Nasiri Mahallati M., Nezhadali A. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* var. Dulce). Spanish Journal of Agricultural Research, 9 (2): 546-553.

Murty M.G., Ladha J.K. 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. Plant and Soil, 108: 281-285.

Rahi A.R. 2013. The effect of super nitro plas and bio super phosphors on morphologic characteristic of *(Ocimum basilicum* L.) . Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture Soilless Culture Research Center, 7 (26): 125-135. (In Persian).

Rezaei chaneh A., Pirzad A., Farjami A. 2014. The effect of nitrogen bacteria fixation seed yield and essence of (*Cuminum cyminum* L.). Journal of Agricultural Science and Sustainable Production, 24 (4): 71-83. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]

Younesian A., Taheri S., Rezvani Moghaddam P. 2013. The effect of organic and biological fertilizers on essential oil content of *Foeniculum vulgare* Mill. (Sweet Fennel). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 5 (18): 2141-2146.

Zaredost F., Hashem Abad D., Darabi Jadid M. 2012. The effect of bio-phosphorus on *Tagetes erect*. First National Sustainable Agricultural Development and Health Environment Conferences, 8 February, Islamic Azad University Hamadan. (In Persian).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-09-06]