

مقایسه ویژگی‌های رشدی و اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis L*) تحت تأثیر سیستم‌های مدیریت منابع مختلف تغذیه‌ای کودهای آلی و شیمیایی

سمیه بدخشانی^۱، بهاره پارسا مطلق^{۲*} و رستم یزدانی بیوکی^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته اگرواکولوژی دانشگاه جیرفت

۲- نویسنده مسئول: استادیار دانشکده کشاورزی دانشگاه جیرفت

۳- استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی یزد

* bparsam@yahoo.com

چکیده

به منظور مقایسه تأثیر منابع مختلف کودهای آلی و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه جیرفت انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل میکوریزا (*Glomus mosseae*)، کود دامی (گاوی)، ورمی کمپوست، کود شیمیایی (NPK) و شاهد (بدون کود) بود. در این مطالعه صفاتی از جمله ارتفاع گیاه، تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تمامی صفات مورد مطالعه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی قرار گرفتند. گیاهان تیمار شده با منبع تغذیه‌ای ورمی کمپوست از بالاترین تعداد ساقه فرعی، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس برخوردار بود. با وجود مقدار بالاتر ارتفاع در گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست، این گیاهان با گیاهان تیمار شده با کود دامی و کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری نداشتند. کودهای ورمی کمپوست، میکوریزا و تیمار بدون کود (شاهد) به ترتیب با ۱/۶۹، ۱/۶۵ و ۱/۵۶ درصد سبب تولید بالاترین درصد اسانس در بادرنجبویه شدند. همچنین مصرف کود دامی و شیمیایی سبب تولید کمترین درصد اسانس شدند. به طور کلی کود ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارهای کودی از جمله کود شیمیایی تأثیر مطلوبی در افزایش ویژگی‌های رشدی بادرنجبویه داشت. به نظر می‌رسد با توجه به نقش مثبت ورمی کمپوست در بهبود ویژگی‌های رشدی بادرنجبویه می‌توان از این کود در کشت پایدار گیاهان دارویی استفاده نمود.

کلمات کلیدی: نیتروژن، ورمی کمپوست، میکوریزا، کود گاوی، بادرنجبویه

مقدمه

مدیریتی مبتنی بر استفاده از مواد آلی باعث بهبود پایداری سیستم‌های زراعی از طریق بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌گردد (سها و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از مواد آلی یکی از راهکارهای کاهش مصرف کودها و سموم شیمیایی است (بایر و بلک، ۱۹۹۴؛ اقبال و همکاران، ۲۰۰۲). عناصر غذایی و کودهای آلی و دامی، نه تنها در افزایش میزان محصول گیاهان دارویی همانند دیگر گیاهان مؤثرند بلکه کیفیت و میزان مواد مؤثره محصول تولیدی را نیز تغییر می‌دهند. بنابراین توصیه تیمار کودی برای گیاهان دارویی باید با در نظر گرفتن کلیه شرایط مؤثر صورت گیرد. یک تیمار کودی ممکن است ضمن افزایش محصول، باعث کاهش یا تغییر میزان مواد مؤثره گیاهان دارویی شود (بهرامی، ۱۳۸۱).

بادرنجبویه (*Melissa officinalis L.*) از خانواده نعنائیان گیاهی علفی و چندساله که به عنوان یک گیاه معطر و دارویی دارای ویژگی‌های درمانی زیادی می‌باشد (دوازده‌امامی و مجنون حسینی، ۱۳۸۷). دامنه پراکنش جغرافیایی آن، شرق و جنوب اروپا، مدیترانه، عراق، ترکمنستان، پاکستان و ایران است (قاسمی و دهکردی، ۲۰۰۲).

کل اندام‌های هوایی بادرنجبویه دارای اسانس و رایحه مطبوعی است. از خواص درمانی آن می‌توان به اثرات آرام بخشی، درمان ناراحتی‌های عصبی، درمان بیماری آلزایمر، بیماری‌های معده، قلبی، طعم‌دهنده غذا، بهبود هضم، تهیه داروهای نیروزا و ضد تبخال نام برد (امیدبیگی، ۲۰۱۱).

امروزه استفاده از انواع کودهای آلی و دامی به خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر به منظور حفظ کیفیت خاک است (وسی، ۲۰۰۳). عملیات

کاربرد ورمی کمپوست در خاک به دلیل تحریک فعالیت و رشد میکروب‌های خاک، معدنی شدن عناصر غذایی برای گیاهان و در نتیجه افزایش حاصلخیزی و کیفیت تولیدات

قارچ‌های میکوریزیایی یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی اجباری با ریشه اغلب گیاهان دارند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مثل فسفر، نیتروژن و برخی عناصر کم‌مصرف، افزایش جذب آب، تولید هورمون‌های گیاهی، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند. میکوریزا از بااهمیت‌ترین میکروارگانیسم‌های موجود در اغلب خاک‌های تخریب نشده است، به طوری که بر طبق تخمین‌های موجود حدود ۷۰ درصد از توده زنده جامعه میکروبی خاک‌ها را میسلیوم این قارچ‌ها تشکیل می‌دهد. مهم‌ترین و معتبرترین تأثیر رابطه همزیستی میکوریزا آرسکولار افزایش جذب عناصر معدنی و به‌ویژه فسفر در گیاه میزبان است (مزمودار و مجومدار، ۲۰۰۳). درزی و همکاران (۱۳۸۷) با کاربرد کود ورمی کمپوست و میکوریزا بر میزان اسانس گیاه دارویی رازیانه گزارش کردند که مصرف کود میکوریزا و ورمی کمپوست سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس گیاه شد. همچنین در بررسی تحلیل رابطه‌ی عوامل محیطی با درصد همزیستی و فراوانی اسپور قارچ‌های میکوریزی همزیست با درختان بادام در جنگل‌های زاگرس، نتایج نشان داد درصد کلنیزاسیون ریشه و فراوانی اسپور با نیتروژن کل، ماده‌آلی، پتاسیم، عمق لاشبرگ و ارتفاع درخت همبستگی مثبت و با درصد سیلت، فسفر و جرم مخصوص ظاهری همبستگی منفی داشت (میرزایی و حیدری، ۱۳۹۳). این آزمایش با هدف مقایسه و ارزیابی تأثیر کودهای بیولوژیک، دامی و کودهای شیمیایی بر میزان مواد مؤثره، عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی گیاه دارویی بادرنجبویه و انتخاب روش تغذیه‌ای مناسب جهت تولید این گیاه بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اردیبهشت سال ۱۳۹۶ در مزرعه نمونه شهرستان جیرفت واقع در عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۴۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۶۵۰ متری از سطح دریای آزاد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از شاهد، کود دامی، ورمی کمپوست،

محصول یکی از عملیات خوب در هر سیستم تولید کشاورزی است (تجادا و همکاران، ۲۰۰۹). حاج سید هادی و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی اثرات سیستم‌های تولید رایج و کم‌نهاد بر ماریتیغال نشان دادند که استفاده از ورمی کمپوست در سیستم تولید کم‌نهاد با تأثیر مفید بر فعالیت‌های میکروبی خاک، باعث افزایش سیلیمارین و عملکرد سیلیمارین شد. نعمتی دربندی و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد ورمی کمپوست در بادرنجبویه نشان دادند که مصرف آن به‌طور معنی‌داری سبب افزایش ارتفاع بادرنجبویه شد و علت آن را افزایش قابلیت جذب نیتروژن و همچنین تأثیر هورمون‌های رشد حاصل از فعالیت کرم خاکی در بهبود ویژگی‌های رشد بادرنجبویه دانستند. در مطالعه‌ای با مصرف کود ورمی کمپوست و کود زیستی بارور ۲ بر گیاه بادرنجبویه نشان داده شد که بیشترین تعداد ساقه فرعی در گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست حاصل شد (قادری و همکاران، ۱۳۹۳). اثرات مثبت کود ورمی کمپوست بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله کربن آلی خاک گزارش شده است (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰). اصغری و همکاران (۱۳۹۵) با کاربرد ورمی کمپوست بر وزن خشک بوته گیاه دارویی به‌لیمو گزارش کردند که کاربرد این نوع کود آلی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته شد. آن‌ها علت تأثیر ورمی کمپوست را به سبب مقادیر زیاد مواد هیومیکی دانستند که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی به‌ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند. درزی و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه دارویی انیسون گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش میزان عملکرد گیاه دارویی انیسون شد، علت آن را قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف دانستند. ورمی کمپوست مقادیر زیادی مواد هیومیکی تولید می‌کند که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (اصغری و همکاران، ۱۳۹۵).

داده شده است. قارچ مایکوریزا (اسپور مخلوط با خاک) به میزان ۵۰ گرم همزمان با کاشت زیر بستر بذر قرار داده شد. گونه‌ی قارچ مایکوریز مورد استفاده در این آزمایش قارچ *Glomus mosseae* (تعداد ۱۲۰ اسپور در هر گرم خاک) بود که از کلینیک گیاهپزشکی ارگانیک واقع در اسدآباد همدان تهیه گردید.

قبل از برداشت گیاهان تعداد ۵ بوته به صورت تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی، تعداد برگ و وزن برگ خشک در بوته اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری اسانس مقدار ۵۰ گرم از سرشاخه‌های گیاه که در مجاورت هوای آزاد خشک شده بودند از هر کرت برداشت و توسط دستگاه کلونجر با روش تقطیر با آب اسانس گیری شد هر نمونه ابتدا کمی خرد و سپس درون بالن یک لیتری ریخته شد و ۵۰۰ میلی‌لیتر آب به آن اضافه گردید و سپس به مدت شش ساعت در دستگاه کلونجر قرار داده شد و در نهایت، مقدار و درصد اسانس گیاه تعیین شد. پس از حذف اثر حاشیه‌ای، برداشت گیاهان در تاریخ ۱۵ مرداد ۱۳۹۶ جهت تعیین عملکرد بیولوژیک انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری Ver.12.5 SAS، مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن و در سطح معنی‌دار بودن ۵ درصد انجام شد. شکل‌ها نیز توسط نرم‌افزار Excel رسم گردید.

کود زیستی مایکوریزا و کود شیمیایی (NPK). قبل از اجرای آزمایش نمونه‌برداری خاک از عمق ۱-۳۰ سانتی-متری خاک به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی انجام شد. خصوصیات شیمیایی محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. ابعاد هر کرت ۲×۳، فاصله کرت‌ها ۱/۵ متر، فاصله بلوک‌ها ۲ متر، فاصله بین خطوط کشت و بین بوته‌ها به ترتیب ۵۰ و ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات شخم و آماده‌سازی زمین در پاییز سال ۱۳۹۵ انجام گرفت. کشت در تاریخ ۱۵ اردیبهشت سال ۱۳۹۶ به صورت دستی انجام شد. طی فصل رشد به دفعات لازم وجین دستی انجام شد و از هیچ‌گونه سم و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد. عنصر نیتروژن به عنوان معیار تعیین مقدار کود گاوی و ورمی کمپوست مورد نیاز جهت تأمین نیاز غذایی گیاه، انتخاب شد. کود گاوی (۷۳۶۰ کیلوگرم در هکتار) و کود ورمی کمپوست (۱۰۰۰۰ کیلوگرم در هکتار) بیست روز قبل از کاشت توسط بیل دستی تا عمق ۲۰ سانتی‌متری خاک مخلوط شد. بر اساس آزمون خاک، در تیمار NPK، کودهای سولفات پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) قبل از کاشت و کود اوره (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به صورت سرک در دو نوبت همزمان با کاشت و مرحله رشد رویشی گیاه مورد استفاده قرار گرفتند. میزان برخی عناصر غذایی کود گاوی پوسیده شده و کود ورمی کمپوست در جدول ۲ نشان

جدول ۱. خصوصیات فیزیکی شیمیایی خاک مورد آزمایش

pH	هدایت الکتریکی	نیتروژن کل	کربن آلی	فسفر قابل دسترس	پتاسیم قابل دسترس	بافت خاک
XXX	دسی زیمنس بر متر	درصد		میلی‌گرم در کیلوگرم		
۸/۵	۱/۲	۰/۰۸۳	۰/۲۰	۴۳/۸	۲۱۱	Silt loam

جدول ۲. خصوصیات شیمیایی کود گاوی و ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

نوع کود	pH	هدایت الکتریکی	نسبت کربن/نیتروژن	کربن آلی	نیتروژن کل	ماده آلی	فسفر کل	پتاسیم کل
	XXX	دسی زیمنس بر متر	XXX			درصد		
کود گاوی	۷/۵	۹/۶	۴/۰۸	۵/۱	۱/۲۵	۱۰/۲	۰/۲	۰/۷۲
ورمی کمپوست	۶/۳	۷/۳	۷/۷۱	۷/۱	۰/۹۲	۱۴/۲	۰/۸	۱/۱

نتایج و بحث

ارتفاع

کرم‌های خاکی در بهبود ویژگی‌های رشد گیاه دانستند. به نظر می‌رسد در این آزمایش نیز کود ورمی کمپوست با نقش مثبت خود در افزایش ویژگی‌های تغذیه‌ای خاک نسبت به سایر تیمارهای کودی، سبب افزایش بیشتر ارتفاع بادرنجبویه شده است.

تعداد ساقه فرعی در بوته

اثر تیمارهای مختلف کودی بر تعداد ساقه فرعی بادرنجبویه معنی‌دار شد ($p < 0/01$) (جدول ۳). کود ورمی کمپوست با تولید تقریباً دو برابر تعداد ساقه فرعی بیشتر نسبت به عدم مصرف کود، سبب تولید بیشترین تعداد ساقه فرعی در این گیاه شد (شکل ۲). تیمار کودهای شیمیایی بدون اختلاف معنی‌دار با گیاهان تحت تیمار کود دامی، نسبت به گیاهان بدون تیمار، ۶۰ درصد افزایش در تعداد ساقه فرعی داشت (شکل ۲). قادری و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه‌ی کود ورمی کمپوست و کودی زیستی بارور ۲ بر بادرنجبویه نشان دادند که بیشترین تعداد ساقه فرعی در گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست حاصل شد.

نتایج نشان داد که تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه بادرنجبویه دارند ($p < 0/01$) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن بود که گیاهان تیمار شده با کود آلی ورمی کمپوست، کود گاوی و کود شیمیایی (NPK) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل ۱). همچنین تیمار کود میکوریزا و تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بادرنجبویه نداشتند (شکل ۱). بالاترین ارتفاع (۳۵/۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ورمی کمپوست نسبت به تیمار شاهد (۱۷ سانتی‌متر) ۹۸ درصد افزایش داشت (شکل ۱). مطابق با نتایج این تحقیق، قادری و همکاران (۱۳۹۳) با مطالعه تأثیر کود ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد بادرنجبویه گزارش کردند کود ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر صفات رویشی گیاه داشت و نسبت به سایر تیمارها از بالاترین مقدار برخوردار بود. همچنین نعمتی دربندی و همکاران (۱۳۹۲) با کاربرد ورمی کمپوست بر بادرنجبویه نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری سبب افزایش ارتفاع بادرنجبویه شد و علت آن را افزایش قابلیت جذب نیتروژن و همچنین تأثیر هورمون‌های رشد حاصل از فعالیت

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی صفات مرتبط با عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد ساقه فرعی در بوته	تعداد برگ در بوته	وزن خشک بوته	عملکرد بیولوژیک	درصد اسانس	عملکرد اسانس
بلوک	۲	۳۷/۸۰	۱۹/۳۵	۱/۶۳	۱/۴۳	۳۹۹۹/۵۰	۰/۰۳	۸/۲۶
تیمار	۴	۱۸۲/۷۱**	۱۴۱/۱۴**	۱۰/۱۴**	۱۶/۰۷**	۳۱۰۹۴۰/۰۰**	۰/۳۸*	۱۴۷/۳۴**
خطا	۸	۲۲/۴۱	۵/۷۰	۰/۸۵	۰/۶۹	۳۳۶۹۶/۰۰	۰/۰۶	۱۷/۱۶
ضریب تغییرات		۱۷/۲۱	۱۲/۸۰	۱۲/۰۸	۸/۳۹	۱۲/۶۵	۱۸/۷۳	۲۰/۹۰

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



شکل ۱- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر ارتفاع گیاه بادرنجبویه



شکل ۲- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر تعداد ساقه فرعی گیاه بادرنجبویه

تعداد برگ در بوته

همچنین مصرف مایکوریزا و کود دامی تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ گیاه نداشتند (شکل ۳). مطابق با نتایج این تحقیق، قادری و همکاران (۱۳۹۳) نیز تأثیر کود ورمی کمپوست بر تعداد برگ بادرنجبویه را معنی‌دار گزارش کردند. ورمی کمپوست دارای موادی مانند هورمون‌های رشد گیاهی و آنزیم‌هایی است که باعث افزایش جامعه میکروبی خاک و نگهداری عناصر غذایی جهت دوره‌ای طولانی‌تر

اعمال تیمارهای مختلف کودی اعم از آلی و شیمیایی سبب تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ بادرنجبویه شد ($p < 0.01$) (جدول ۳). گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست همانند دو صفت ارتفاع و تعداد ساقه فرعی دارای بالاترین تعداد برگ (۱۰ عدد) نیز بود، هرچند که گیاهان تیمار شده با کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار نسبت به گیاهان تحت تیمار با ورمی کمپوست از لحاظ تعداد برگ در بوته نداشتند (شکل ۳).

کمپوست با افزایش مواد مغذی بیشتر برای بادرنجبویه سبب افزایش فعالیت‌های رشدی این گیاه شده است.

بدون اثرات منفی بر محیط‌زیست، می‌گردد (پادماواتیاما و همکاران، ۲۰۰۸). به نظر می‌رسد در این مطالعه کود ورمی-



شکل ۳- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر تعداد برگ گیاه بادرنجبویه

وزن خشک بوته

اصغری و همکاران (۱۳۹۵) با کاربرد ورمی کمپوست بر وزن خشک بوته گیاه دارویی به‌لیمو گزارش کردند که کاربرد این نوع کود آلی سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته شد. محققان علت تأثیر ورمی کمپوست را به سبب مقادیر زیاد مواد هیومیکی دانستند که این مواد از طریق بهبود زیست‌فراهمی عناصر غذایی خاص، به‌ویژه آهن و روی و اثر مستقیم بر متابولیسم گیاهی باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند. در این مطالعه به نظر می‌رسد کاربرد ورمی کمپوست با افزایش عناصر مغذی خاک و بهبود ساختمان خاک سبب افزایش و تأثیر بیشتر این نوع کود نسبت به سایر کودها بر وزن خشک بوته شده است.

عملکرد بیولوژیک

تیمارهای مختلف کودی سبب اختلاف معنی‌دار بر مقدار عملکرد بیولوژیک بادرنجبویه شد ($p < 0/01$) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد کود ورمی کمپوست با تولید ۱۹۰۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک بود (شکل ۵). عدم مصرف کود سبب تولید ۱۰۸۶ کیلوگرم در هکتار عملکرد بیولوژیک شد که نسبت به

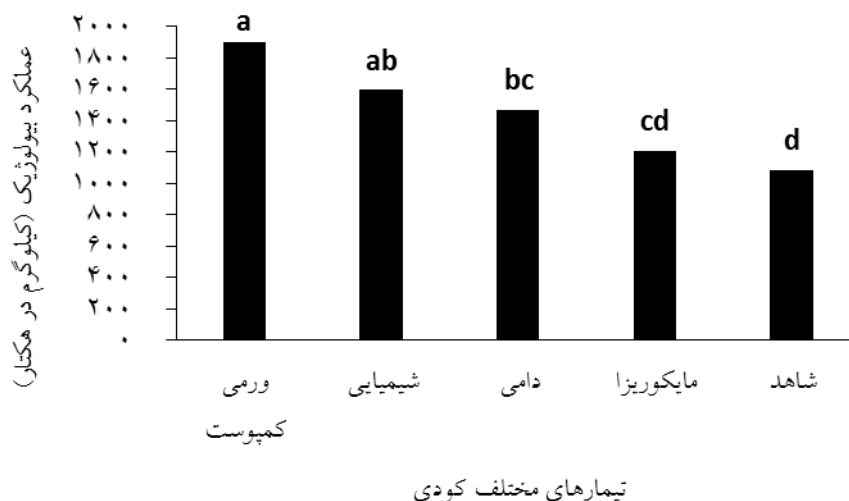
نتایج تجزیه واریانس حاکی از تأثیر معنی‌دار کاربرد تیمارهای مختلف کودی بر وزن خشک بوته بود ($p < 0/01$) (جدول ۳). گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست با تولید ۱۳ گرم در بوته از بالاترین وزن خشک در بوته برخوردار بودند (شکل ۴). تیمارهای کود شیمیایی و دامی بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به ترتیب با کاهش ۱۵ و ۲۲ درصدی از تیمار ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمار کودی برتری داشتند (شکل ۴). کمترین وزن خشک گیاه در بوته مربوط به تیمار شاهد و مایکوریزا بود که به ترتیب با ۳۷ و ۴۴ درصد نسبت به تیمار ورمی کمپوست کاهش معنی‌داری داشتند (شکل ۴). راماداس و پلانیاندی (۲۰۰۷) گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش قابلیت دسترسی به عناصر پرمصرف توسط گیاهان شده و موجب افزایش حاصلخیزی خاک خواهد شد. ورمی کمپوست باعث افزایش میزان عناصر غذایی مثل ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی می‌شود و همچنین ورمی کمپوست دارای عناصر میکرو مثل آهن، روی، مس و منگنز می‌باشد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۰).

اثرات مثبت کود ورمی کمپوست بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از جمله کربن آلی خاک گزارش شده است (احمدآبادی و همکاران، ۱۳۹۰) که احتمالاً در این تحقیق به نظر می‌رسد افزایش کربن آلی خاک و قابلیت نگهداری آب در خاک نقش مؤثری در بهبود ارتفاع، صفات مورفولوژیک و عملکرد بیولوژیک گیاه داشت.

گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست، ۴۲ درصد کاهش داشت (شکل ۵). درزی و همکاران (۱۳۸۹) با مطالعه تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه دارویی انیسون گزارش کردند که کاربرد ورمی کمپوست سبب افزایش میزان عملکرد گیاه دارویی انیسون شد و علت آن را قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف دانسته به طوری که بر روی میزان فتوسنتز و تولید بیوماس انیسون تأثیر مثبت داشته و موجب بهبود این صفات شد.



شکل ۴- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر وزن خشک بوته در گیاه بادرنجبویه



شکل ۵- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد بیولوژیک گیاه بادرنجبویه

درصد اسانس

نیز با افزایش فراهمی عناصر نیتروژن و فسفر موجب افزایش معنی‌دار اسانس این گیاه شد. سایر مطالعات بر روی گیاهان زیره و نعنای حاکی از تأثیر مثبت قارچ‌های مایکوریزا بر میزان اسانس این گیاهان بود (کوپر و همکاران، ۲۰۰۲).

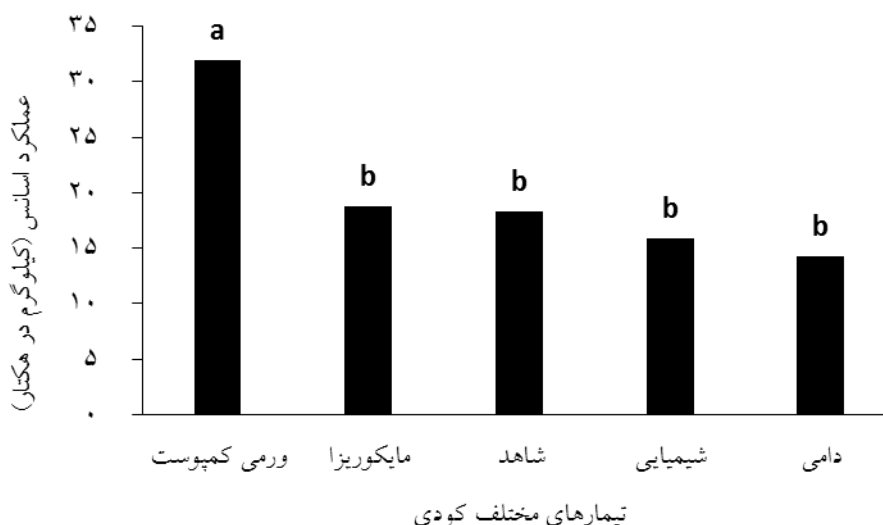
عملکرد اسانس

گیاهان تیمار شده با انواع مختلف تیمارهای کودی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس بادرنجبویه داشتند ($p < 0.01$) (جدول ۳). کود ورمی کمپوست با عملکرد اسانس ۳۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین و سایر تیمارهای کودی بدون اختلاف معنی از یکدیگر دارای کمترین میزان عملکرد اسانس بودند (شکل ۷). باتوجه به اینکه عملکرد گیاه در تیمار ورمی کمپوست از بالاترین مقادیر برخوردار بود لذا بیشترین میزان عملکرد اسانس مربوط به تیمار ورمی کمپوست بود. درزی و همکاران (۱۳۸۷) با کاربرد کود ورمی کمپوست و مایکوریزا بر میزان اسانس گیاه دارویی رازیانه گزارش کردند که مصرف کود مایکوریزا و ورمی کمپوست سبب افزایش میزان اسانس گیاه شد.

تیمارهای مختلف کود بر درصد اسانس بادرنجبویه معنی‌دار بود ($p < 0.05$) (جدول ۳). کودهای ورمی کمپوست و مایکوریزا و تیمار بدون کود به ترتیب ۱/۶۹، ۱/۶۵ و ۱/۵۶ درصد سبب تولید بالاترین درصد اسانس در بادرنجبویه شدند (شکل ۶). همچنین مصرف کود دامی (۰/۹۸ درصد) و شیمیایی (۰/۹۹ درصد) دارای کمترین درصد اسانس بودند (شکل ۶). اصغری و همکاران (۱۳۹۵) تأثیر مثبت کاربرد کود ورمی کمپوست بر میزان اسانس گیاه دارویی به‌لیمو را گزارش کردند. باتوجه به اینکه اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی بوده و اجزای تشکیل‌دهنده آن‌ها نیاز اساسی به NADPH و ATP دارند همچنین وجود عناصری از قبیل نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشند، لذا کاربرد کودهای ورمی کمپوست و کود مایکوریزا سبب فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزای اسانس حضور دارند سبب افزایش میزان اسانس در پیکر رویشی گیاه می‌شود (لومیس و کورتیو، ۱۹۷۲؛ انوار و همکاران، ۲۰۰۵). به نظر می‌رسد در این تحقیق همزیستی مایکوریزایی به‌واسطه جذب کارآمد فسفر و تا حدودی نیتروژن توسط ریشه بادرنجبویه و کاربرد ورمی کمپوست



شکل ۶- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر درصد اسانس گیاه بادرنجبویه



شکل ۷- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف تغذیه‌ای بر عملکرد اسانس گیاه بادرنجبویه

نتیجه‌گیری

نسبت به تیمار ورمی کمپوست نداشتند. به نظر می‌رسد در این پژوهش دلیل عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمار شاهد و کود زیستی مایکوریزا، میزان کم مواد آلی خاک (جدول ۱) که خود می‌تواند کاهش فعالیت قارچ‌های مایکوریزا و کاهش نگهداری آب در خاک را به دنبال داشته باشد. کود آلی ورمی کمپوست نسبت به سایر تیمارهای کودی تأثیر مطلوبی در افزایش ویژگی‌های رشدی بادرنجبویه داشت. باتوجه به نتایج تحقیق حاضر و نقش مثبت ورمی کمپوست در بهبود ویژگی‌های رشدی بادرنجبویه می‌توان از این کود جهت در توسعه پایدار کاشت گیاهان دارویی استفاده شود.

عوامل محیطی و غیر محیطی بسیاری بر شدت و نوع رابطه همزیستی قارچ با گیاه میزبان تأثیرگذارند که از آن جمله می‌توان به نور، درجه حرارت، رطوبت، مقدار و نوع ماده آلی، اسیدیته، شوری، پوشش گیاهی، نوع خاک، عناصر معدنی و همچنین فون میکروبی اشاره کرد (زو و همکاران ۲۰۰۱؛ گرینگ و کانل ۲۰۰۶). به‌طورکلی گیاهان تیمار شده با ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری از بالاترین ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های فرعی، تعداد برگ در بوته، وزن خشک بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد اسانس نسبت به شاهد برخوردار بود. اگرچه تیمار کود شیمیایی و کود دامی در بیشتر صفات مورد مطالعه در این آزمایش تفاوت معنی‌داری

فهرست منابع

- احمدآبادی، ز.، قاجار سپانلو، م. و رحیمی آلاشتی، س. ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی (علوم آب و خاک)، ۱۵ (۵۸): ۱۳۷-۱۲۵.
- اصغری، م.، یوسفی راد، م. و معصومی زواریان، ا. ۱۳۹۵. بررسی اثرات کودهای آلی کمپوست و ورمی کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو. فصلنامه گیاهان دارویی، ۱۵ (۲): ۷۱-۶۳.
- امیدبگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. جلد ۳. انتشارات آستان قدس رضوی. ۳۹۷ صفحه.

- بهرامی، خ. ۱۳۸۱. تأثیر نیتروژن و فسفر بر باروری و کیفیت ماده مؤثره گیاه دارویی فاگوپیروم. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- درزی، م.ت.، حاج سیدهادی، م.ر. و رجالی، ف. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزا عملکرد گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.). فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۶ (۴): ۴۶۵-۴۵۲.
- درزی، م.ت.، قلاوند، ا.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. ۱۳۸۷. تأثیر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کودفسفات زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی رازیانه. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۴ (۴): ۴۱۳-۳۹۶.
- دوازده امامی، س. و مجنون حسینی، ن. ۱۳۸۷. زراعت و تولید برخی گیاهان دارویی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ص.
- قادری، ا.، گماریان، م. و نادری، غ. ۱۳۹۳. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک فسفره و ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) در شرایط آب و هوایی استان تهران. اولین همایش ملی گیاهان دارویی، طب سنتی و کشاورزی ارگانیک. همدان دانشکده شهید مفتح.
- میرزایی، ج. و حیدری، م. ۱۳۹۳. تحلیل رابطه عوامل محیطی با درصد همزیستی و فراوانی اسپور قارچ‌های میکوریزی همزیست با درختان بادام در جنگل‌های زاگرس. مجله جنگل ایران. ۶ (۴): ۴۴۵-۴۵۶.
- نعمتی دربندی، ه.، عزیزی، م.، محمدی، س. و کریم پور. س. ۱۳۹۲. بررسی اثر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف عصاره ورمی کمپوست (ورمی واش) بر صفات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.). نشریه علوم باغبانی. ۲۷ (۴): ۴۱۷-۴۱۱.
- Anwar M, Patra DD, Chand S and Khanuja SPS. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, Nutrient Accumulation, and oil quality of French basil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2005; 36 (13-14): 1737 - 1746.
- Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA and Metzger JD. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresource Technol. 2000; 75: 175 - 80.
- Bauer, A., and Black, A. L. 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America, 58: 185-193.
- Eghball, B. 2002. Soil properties as influenced by phosphorus and nitrogen-based manure and compost applications. Agronomy Journal, 94: 128-135.
- Gehring, C.A., and Connell, J.H. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi in the tree seedlings of two Australian rain forests: occurrence, colonization, and relationships with plant performance, Mycorrhiza, 16: 89-98.
- Ghassemi Dehkordi, N. (2002). Iranian Herbal Pharmacopoeia. Vice-Chancellor in Food and Drugs Affairs Press.p. 795. (In Persian).
- Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K.G., 2002. *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology, 18 (5): 459-463.
- Loomis, W.D. and Croteau, R., 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochem, 6: 147-185.
- Mazumdar, B. C. and Majumder, K. 2003. Methods on physicochemical analysis of fruits. Daya Publishing House, 187p.
- Ramadass K and Palaniyandi S. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. Archives. Agron. Soil. Sci. 2007; 53: 49-506.

- Saha, S., Mina, B. L., Gopinath, K.A., Kundu, S., and Gupta, H.S. 2008. Relative changes in phosphatase activities as influenced by source and application rate of organic composts in field crops. *Bioresource Technology*, 99: 1750-1757.
- Tejada, M., Garcia-Martinez, A. M., and Parrado, J. 2009. Effects of a vermicompost composted with beet vinasse on soil properties, soil losses and soil restoration, 77: 238-247.
- Vessey J. K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255: 571–586.
- Zhu, Y.G., Smith, S.E., Barritt, A.R., and Smith, F.A. 2001. Phosphorus (P) efficiencies and mycorrhizal responsiveness of old and modern wheat cultivars, *Plant and Soil*, 273: 249-255.