مقاله پژوهشی

نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال شانزدهم، شماره ۶۳، پاییز ۱۴۰۰ / صفحات: ۷۱-۶۱
Doi: 10.30495/iper.2021.679516 ***Dor :20.1001.1.76712423.1400.16.63.1.3***

تأثیر کودهای ورمی‌کمپوست و نیتروژن بر صفات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

حسین رضوانی[1]*، نسترن همتی[2]

[1]مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
[2]گروه گیاهان دارویی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی تاثیر کودهای آلی (ورمی‌کمپوست) و شیمیایی (نیتروژن) بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گلستان اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل کود آلی ورمی‌کمپوست در چهار سطح صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار و کودشیمیایی اوره با ٤٦ درصد نیتروژن در چهار سطح شامل صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار بود. نتایج نشان داد که کود ورمی‌کمپوست تاثیر معنی‌داری بر خصوصیات مورفولوژیکی و درصد اسانس بادرنجبویه داشت، به‌طوریکه بیشترین ارتفاع بوته، بیشترین تعداد شاخه فرعی، طول و عرض برگ، وزن تر، وزن خشک و درصد اسانس، در حالت کاربرد ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل گردید. همچنین اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف کود شیمیایی اوره مشاهده شد به نحوی که در هنگام استفاده از کود شیمیایی درصد اسانس نسبت به حالت عدم کاربرد این کود به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار اسانس در تیمار کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست (۷/۵ تن در هکتار) و کود شیمیایی نیتروژن (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌میزان (۰/٤۹ درصد) حاصل گردید که در مقایسه با تیمار شاهد (۰/۳٤ درصد) حدود ۳۸ درصد بیشتر بود. به‌طورکلی، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست به همراه نیتروژن موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت باعث افزایش عملکرد کمی و بهبود معنی‌دار عملکرد اسانس بادرنجبویه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بادرنجبویه، کودهای بیولوژیک، ورمی‌کمپوست، کود اوره

مقدمه

بادرنجبویه[2] با نام علمی *Melissa officinalis*، و نام‌های رایج وارنگ بو، ترنجان، بلسان و ملیس؛ گیاهی علفی و چندساله، متعلق به خانواده نعناییان است (Tahouri, 2010). بادرنجبویه گیاه دارویی است که مصرف زیادی در صنایع داروسازی، غذایی، آرایشی و بهداشتی دارد، چون اسانس این گیاه گران است به جای آن معمولاً از اسانس گونه‌های مختلف علف لیمو که از نظر عطر شباهت زیادی به اسانس بادرنجبویه دارد استفاده می‌شود (Ghayour et al., 2011) اندام هوایی گیاه به خصوص برگ‌ها محتوی اسانس هستند، مقدار اسانس در گونه‌های مختلف بین ۰/۲ تا ۰/۵ درصد متفاوت است. مهم‌ترین ترکیبات تشکیل دهنده اسانس شامل سیترال، سیترونلال، ژرانیول، لینالول و

*نویسنده مسئول: hosinrezvani@ yahoo.com

1. Lemon balm

استات اوژنول می‌باشد. همچنین دارای متابولیت‌های ثانویه دیگری شامل: اسید رزمارینیک، تانن و فلاونوئید می‌باشد (Omidbeigi, 2009).

استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی قدمت زیادی دارد، ولی بهره‌برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی بوجود آورده است، استفاده از آن‌ها در کشاورزی دوباره مطرح شده است (Kouchaki et al., 2008). در کودهای بیولوژیک، سعی بر آن است تا از قابلیت ارگانیسم‌های خاک و مواد آلی، به منظور حداکثر تولید و در ضمن توجه به کیفیت خاک، رعایت بهداشت و ایمنی محیط زیست استفاده گردد. نهاده‌های آلی از جمله ورمی‌کمپوست علاوه بر اثرات مفیدی که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و حاصلخیزی خاک دارند یکی از ارکان مهم باروری خاک محسوب می‌شوند. حاصلخیزکننده‌های خاک تأثیر مناسبی بر افزایش تولید غذا در جهان داشته و از نهاده‌های مهم در توسعه کشاورزی مرسوم هستند (Arancon, 2011).

اگرچه ماده مؤثره موجود در اسانس گیاهان دارویی تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد ولی عوامل اقلیمی محل رویش تأثیر بسزایی در کمیت و کیفیت این مواد دارند (Atiyeh et al., 2012). با وجود این، امکان کنترل کامل این عوامل میسر نبوده ولی با کاربرد صحیح و مناسب عناصر غذایی در طول مراحل کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی نه تنها نقش عمده‌ای در افزایش عملکرد، بلکه در کمیت و کیفیت مواد مؤثره آن‌ها نیز مؤثر خواهند بود (Omidbeigi, 2009). عناصر غذایی از جمله نیتروژن با تأثیری که بر رشد رویشی و زایشی گیاهان دارویی دارند، باعث تغییرات در عملکرد محصول می‌شوند و کمیت و کیفیت ماده مؤثره آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Ameri et al., 2007). این عنصر تأثیر مستقیم در فرایندهای فتوسنتزی و افزایش سطح برگ و اثر غیرمستقیم از طریق نمو و تغییر سرعت تولید برگ و پنجه‌زنی خواهد داشت. تحقیقات متعدد نشان داده است کودهای آلی با اثرهای مطلوبی که در خاک ایجاد می‌نمایند هم باعث افزایش عملکرد کمی در گیاهان دارویی شده و هم درصد اسانس قابل قبولی تولید می‌نماید که بدین شکل عملکرد اسانس را تا حد زیادی بالا می‌برند (Gurav et al, 2010). در بررسی تأثیر نهاده‌های آلی (ورمی‌کمپوست) بر جذب عناصر غذایی در گیاه دارویی انیسون گزارش شده است که ورمی کمپوست بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم دانه تأثیر معنی‌داری داشت (Nikbaght and Kafi, 2007). همچنین گزارش شده است که با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست میزان نیتروژن این عناصر نیز افزایش یافت به‌طوری‌که کاربرد ۱۵ تن ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. همچنین این محققان گزارش کردند که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه سبب افزایش رشد و تسریع واکنش‌های متابولیسمی می‌شود (Gurav et al., 2010). گزارش شده است که اثرات مفید کاربرد ورمی‌کمپوست به عنوان یک سیستم تغذیه ارگانیک در تأمین عناصر عمده و مورد نیاز گیاه دارویی بابونه باعث افزایش بیوماس، درصد اسانس و عملکرد اسانس شد (Khan et al., 2012). در پژوهش دیگری که در مورد تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بابونه آلمانی انجام شد، نتایج حاصل نشان داد که افزایش سطوح ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی‌دار عملکرد اسانس می‌گردد (Azizi et al., 2008). همچنین در مطالعات انجام شده مشخص گردید که نیترات آمونیوم نتیجه

بهتری برای محیط جوانه و ضخامت گل و طول و عرض گلبرگ و تعداد گلبرگ و عملکرد گل و دراز شدن شاخساره‌ها و تعداد بیشتری برگ را در گل محمدی در برداشته است (Gurav et al., 2010).

با وجود گسترش سالانه گیاهان دارویی در استان گلستان و کشور، کنترل و نظارت دقیق علمی برای بهینه کردن مصرف کودها در گیاهان دارویی آنچنان که باید، صورت نمی‌گیرد. به‌همین منظور این مطالعه در راستای مصرف بهینه از کودهای زیستی ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن در بادرنجبویه در شرایط آب و هوائی گرگان طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی گیاهان دارویی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان واقع در شهرستان گرگان با میانگین بارندگی سالیانه ۴۵۰-۴۰۰ میلی‌متر، ارتفاع ۱۶۰ متر از سطح دریا (که بر طبق تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه مرطوب است) و مختصات جغرافیایی با طول ۵۴ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و عرض ۳۶ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی در سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ انجام شد. جهت شناسایی وضعیت خاک محل انجام آزمایش نمونه مرکب از عمق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری تهیه و خواص فیزیکی و شیمیایی خاک در آزمایشگاه تجزیه خاک مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان به شرح جداول ۱ و ۲ ذیل تعیین شد.

جدول ۱: خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک مزرعه آزمایش

هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	منگنز قابل جذب (ppm)
۰/۸	۶/۹	۱/۸۵	۰/۱۵	۱۱	۱۲۰	۳/۹

جدول ۲: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ورمی کمپوست

هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کربن آلی کل (درصد)	ماده آلی کل (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	چگالی (کیلوگرم در مترمربع)
۲/۳۱	۶/۳	۱۸	۴۳/۵	۱۱	۱/۶	۴۹۳

آماده‌سازی زمین و اعمال تیمارها: پس از عملیات آماده سازی شامل شخم، دیسک و تسطیح زمین نقشه آزمایشی تهیه و کاشت نشاء در فروردین ماه سال ۱۳۹۷ انجام شد. در این پروژه عامل اول کود آلی شامل ورمی‌کمپوست در چهار سطح (صفر، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ تن در هکتار) و عامل دوم، کود شیمیایی شامل اوره با ۴۶ درصد نیتروژن در چهار سطح شامل (صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار) می باشند. ابعاد هر کرت ۳×۲ متر و تعداد خطوط در هر کرت شامل ۶ خط با فواصل ۳۰ سانتی‌متر و فاصله دو بوته معادل ۱۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شده و فاصله بین کرت‌ها نیم‌متر و فاصله تکرارها یک متر در نظر گرفته شد. پس از کاشت نشاء، آبیاری و سایر مراقبت‌های زراعی، به‌صورت روزانه صورت گرفت.

اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک: در مرحله شروع گل‌دهی، برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک و سایر صفات از هر کرت سه بوته از بادرنجبویه به‌صورت تصادفی انتخاب و پیکر رویشی آن‌ها از ارتفاع پنج سانتی‌متری سطح خاک برداشت گردید و بلافاصله وزن تر بوته‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱

اندازه‌گیری گردید و میانگین آن در نظر گرفته شد. در همین مرحله فاکتورهـایی ماننـد ارتفـاع بوتـه و تعـداد شاخه فرعی، طول و عرض برگ‌ها نیز تعیین گردیدند (جدول ۳).

جدول ۳: مشخصات و روش اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک

صفات	روش اندازه‌گیری	واحد
طول برگ	اندازه‌گیری طول پهنک برگ با خط‌کش	سانتی‌متر
عرض برگ	اندازه‌گیری عرض برگ	سانتی‌متر
تعداد شاخه‌های فرعی	شمارش ساقه‌های فرعی	-
ارتفاع بوته	اندازه‌گیری از طوقه گیاه تا انتهای ساقه توسط خط‌کش	سانتی‌متر
وزن تر و وزن خشک	توسط ترازو دیجیتال	گرم

درصد و عملکرد اسانس: جهت اندازه‌گیری درصد و عملکرد اسانس، ابتدا بوته‌های جمع‌آوری شـده را در شرایط مناسب بـه‌صـورت طبیعـی و بـه دور از نـور خورشـید بـه‌مـدت ده روز خشـک و سـپس توسـط آسیاب پـودر شـدند. سـپس ۲۰ گـرم از نمونـه‌هـا بـا اسـتفاده از روش تقطیـر بـا آب و بـه‌وسـیله دسـتگاه کلونجر اقدام به استخراج اسانس گردید. مـدت زمـان استخراج اسانس برای تمامی نمونه‌ها بطور یکسان دو سـاعت بـود. پـس از رطوبـت‌زدایـی آب آن، توسـط سولفات سدیم، درصد و عملکرد اسانس تعین شد.

آزمـایش بصـورت فاکتوریـل در قالـب طـرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به اجرا در آمـد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9.1) و مقایسه میانگین داده با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد محاسبه شد، و نمودارهـا در محیط Excel ترسیم گردیدند.

نتایج

ارتفاع بوته: نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌هـای آزمـایش جـدول (۳) نشـان داد کـه فاکتورهـای ورمی‌کمپوست، کود نیتروژن و اثر متقابل این دو کود، در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌داری بر ارتفـاع بوته بادرنجبویه داشتند. مقایسه میانگین تیمارها نشـان داد که بین کاربرد و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار بود. به‌طوری‌که ارتفاع بوته در صورت کاربرد ورمی کمپوست نزدیک بـه ٤٠ درصـد افـزایش یافـت (جدول ٤). مقایسـه میـانگین‌هـا نشـان‌دهنـده وجـود اختلاف معنی‌دار بـین سـطوح مختلـف نیتـروژن بـود، به‌طوری‌که ارتفاع بوته در تیمار بالاترین میزان کـاربرد نیتروژن در مقایسه با عدم کاربرد آن حدود ٤٥ درصد بیشتر بود. کـاربرد همزمـان ورمـی کمپوسـت و کـود نیتروژن نیز سبب افزایش ارتفـاع بوتـه گردیـد کـه در مقایسه با عدم کـاربرد ایـن دو نـوع کـود، حـدود ٦٠ درصـد افـزایش نشـان داد. همچنـین ارتفـاع بوتـه در حالت استفاده از مقدار کم کـود شـیمیایی نسـبت بـه تیمار عدم کاربرد این کود، ۱۰ درصد افـزایش ارتفـاع داشت (جدول ٤).

تعداد ساقه فرعی در بوته: همانگونه که در جدول (۳) آمده است، فاکتورهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن و اثر متقابل آن ها تاثیر معنی‌داری در سـطح احتمال یـک درصـد، بـر تعـداد سـاقه فرعـی داشـتند. مقایسه میانگین تیمارهـا نیـز نشـان داد کـه اسـتفاده از ورمی‌کمپوست در حداکثر مقدار (۷/۵ تـن در هکتـار) در مقایسه با عدم کاربرد این کـود، سـبب افـزایش ۲۷ درصدی تعداد ساقه فرعی در بوته گردیـد. در مقایسـه میانگین اثر کود شیمیایی، بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی

در تیمار حداکثر کود شیمیایی نیتروژن (۱۵۰کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد که در مقایسه با تیمار عدم کاربرد کود، بیش از ۲۲ درصد افزایش یافت (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و کود شیمیایی نیتروزن نیز شاهد وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی بود. بالاترین تعداد ساقه فرعی در تیمار (V4N3) یعنی کاربرد همزمان ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن و ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست (۷۸ گرم) حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد (٤۷ گرم) بیش از ٦۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ٤).

وزن تر بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی نیتروزن و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد، بر وزن تر بوته بادرنجبویه معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست، وزن تر بوته به‌طور معنی‌داری افزایش یافت به‌طوری‌که بیشترین وزن تر پیکر رویشی در تیمار حداکثر کاربرد ورمی کمپوست (۷/۵ تن در هکتار) به میزان ۱۷۹/۲۷ گرم، حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاربرد ورمی کمپوست) ۱۳٤/۲٦ گرم ، نزدیک به ۳۱ درصد بیشتر بود. در مقایسه میانگین تاثیر کود نیتروژن، وزن تر بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. در مقایسه میانگین تاثیر کود شیمیایی نیتروژن نیز مشخص گردید که با افزایش مقدار مصرف کود شیمیایی، وزن تر بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت. با استفاده از سطح بالای کود ازته (۱۵۰ کیلو گرم در هکتار) میزان تولید وزن تر (۱٦۸/٦ گرم) حدود ۱۸ درصد بیشتر از شرایط عدم استفاده از کود نیتروژن (۱٤۷/۱۳گرم) بود (جدول٤). اثر متقابل فاکتورهای آزمایشی نیز بر وزن‌تر بوته معنی‌دار گردید. به‌طوری‌که اثر متقابل ورمی‌کمپوست و کود نیتروژن بالاترین وزن تر بوته در تیمار حداکثر ورمی کمپوست و کود نیتروژن به مقدار ۲۱۲/٤۵ گرم، به دست آمد که در مقایسه با حالت عدم استفاده از این دو کود (۱۳۷گرم) ۵٦ درصد بیشتر بود (جدول ۵).

وزن خشک بوته: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که فاکتورهای ورمی کمپوست و کود شیمیایی نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد، تاثیر معنی‌داری بر وزن خشک بوته داشتند (جدول ۳). در بررسی مقایسه میانگین‌ها نیز مشاهده شد که وزن خشک بوته در حالت استفاده از ورمی‌کمپوست، افزایش پیدا کرد. به‌طوریکه بین تیمارهای کاربرد ورمی‌کمپوست، بیش‌ترین وزن خشک بوته در تیمار حداکثر ورمی‌کمپوست (۵/ ۷تن در هکتار) به میزان ٦۱/۷۵ گرم به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد (٤۸/۵۳ گرم) ۳۰ درصد بیشتر بود. در رابطه با کود شیمیایی نیز، مقایسه میانگین‌ها حاکی از تاثیر معنی‌دار کود نیتروژن در افزایش وزن خشک بوته بود. به‌طوری‌که با کاربرد سطح بالای کود نیتروژن (٤۷/٦٦ گرم)، وزن خشک بوته ۱۸ درصد افزایش یافت. مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی نیتروزن نیز شاهد وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی بود. بالاترین مقدار وزن خشک بوته در تیمار (V4N3) مقدار۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی و ۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با (۷۸ گرم) حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد بدون مصرف هر نوع کود (٤۷ گرم) بیش از ٦۸ درصد افزایش نشان داد (جدول ٤).

طول و عرض برگ: با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشاهده گردید که کاربرد کودهای آلی و شیمیایی و اثر متقابل آن‌ها بر طول و عرض برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد کاربرد توأم کود آلی و شیمیایی باعث افزایش طول و عرض برگ بادرنجبویه نسبت به شاهد شد. به‌طوری‌که بالاترین طول و عرض برگ در تیمار

۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن و ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست بدست آمده که نسبت به شاهد به‌ترتیب ۳۷/۴۳ درصد و ۳۵/۳۸ درصد افزایش داشته است (جدول ۵).

جدول ۳: جدول تجزیه واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده تحت تیمار ورمی کمپوست و کود نیتروژن در گیاه بادرنجبوی

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	وزن تر برگ (کیلو گرم در هکتار)	وزن خشک برگ (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (کیلو گرم در هکتار)
تکرار	۲	۲۵۷۰/۲۲^{ns}	۱۱۳۸/۱۸^{ns}	۰/۰۳۸^{ns}	۰/۰۳۵^{ns}	۱۵۳۱/۱۸^{ns}	۱۸۲۸/۱۸^{ns}	۰/۰۰۰۲^{ns}	۰/۰۱۲^{ns}
ورمی کمپوست	۳	۱۰۱/۵۷**	٤/٤**	۰/۹۲**	۲/۹٤**	٦۳۵۷/۳۹**	٦٦۸/٤۱**	۰/۰۱٤**	۰/۵۷**
کود نیتروژن	۳	۵۵/٦٦**	۰/۷٤**	۳/۳۷**	۳/۲٤**	۱۷٤۱/۱۱**	۳۲۳/۱۱**	۰/۰۱٦**	۰/۵٤**
ورمی کمپوست× نیتروژن	۹	۳۹/۱۸**	۲/۷٤**	۱/۹٤**	۱/۱۲**	٤۷۸۱/۳٦**	۷۹۷/۲۲^{ns}	۰/۰۰۸**	۰/۹۵**
خطا	۳٦	۲۸/۵۱	۱/۵۸	۰/۰۷	۰/۰۵	۵۱۱/٤٦	٦۰/۵۵	۰/۰۰۳	۰/۱٦
ضریب تغییرات (درصد)		۱٤/٤٤	۸/۹۲	۵/۳٦	٤/۹۲	٤/۸۳	۵/۹۳	۱/٤۵	۱/۱۵

ns: غیر معنی‌دار و **، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ٤: مقایسه میانگین تاثیر ورمی‌کمپوست و کود نیتروژن بر صفات مورفولوژیکی و درصد اسانس و عملکرد اسانس بادرنجبویه

تیمار	درجه آزادی	صفات						
		ارتفاع‌بوته (سانتی‌متر)	تعداد شاخه در بوته	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض‌برگ (سانتی‌متر)	وزن تر بوته (گرم)	وزن خشک بوته (گرم)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (لیتر/هکتار)
ورمی-کمپوست (تن در هکتار)	صفر	۳٤/۳۳d	۱۵/۷۸d	۳/۱۱d	۲/۰۱d	۱۳۷/۱۱ d	٤۲/۱٤ d	۰/۳۲c	۲/۲۹c
	۲/۵	٤۸/٦۷/c	۱۷/۲۳c	۳/۷۱c	۲/۷۳c	۱٤۳/۲۵ c	٤۷/۲۵c	۰/۳٦b	۲/۷۷b
	۵	۵٦/۵۵b	۱۹/٤۹b	٤/٤۵b	۳/۱۱b	۱۵۸/۲۹ b	٦۰/۲۱b	۰/۳۹a	۳/۰٦a
	۷/۵	٦۳/۲۵^{a}	۲۱/۸۵a	۵/۱۲a	۳/۹۵a	۱۷۹/٦٦ a	۷۱/۱٦ a	۰/٤۱a	۳/۱۸a
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	صفر	۳۲/۳۱d	۱٤/۲۹c	۳/۱۳c	۲/۰۸a	۱۳۸/۲۳ c	٤۱/۲۲ d	۰/۳۱c	۲/۳۱c
	۵۰	٤۳/٦۷/c	۱٦/۵۳b	۳/۸۵b	۲/٦۳b	۱٤۵/٤۱ b	٤۸/۱۱ c	۰/۳۳b	۲/٤۲b
	۱۰۰	٤۹/۵۵b	۱۸/۱۳a	٤/٦۳a	۳/۳۰c	۱٦۰/۸۱ ab	۵۸/۸۱a b	۰/۳٦a	۳/۳۲a
	۱۵۰	۵۱/۲۵a	۱۸/٤۲a	٤/۸۳a	۳/۳۵c	۱٦٦/۵۷ a	٦۳/۵۷ a	۰/۳۷a	۳/۳٤a

*: اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

درصد اسانس: نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای ورمی‌کمپوست و نیتروژن و اثر متقابل آن‌ها بر میزان درصد اسانس بادرنجبویه در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌دار داشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بود، به‌طوری‌که بیشترین میزان اسانس در تیمار کودی ورمی‌کمپوست ۷/۵ تن در هکتار و کمترین میزان درصد اسانس در تیمار شاهد بدون مصرف ورمی‌کمپوست مشاهده گردید (جدول ٤). همچنین تفاوت معنی‌دار بین

سطوح مختلف کـود شـیمیایی اوره مشـاهده شـد بـه نحوی که در هنگام استفاده از کـود شـیمیایی درصـد اسانس نسبت به حالت عدم کاربرد این کود، بـه طـور معنی‌داری افزایش یافت. در رابطه با اثـر متقابـل بـین ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی اوره با وجـود تفـاوت معنی‌دار بین سطوح مختلـف ایـن کـودهـا، بـالاترین مقدار اسانس از تیمار V4N3 به میزان (۰/۴۹ درصـد) حاصل گردید کـه در مقایسـه بـا تیمـار شـاهد بـدون مصرف کود (V0N0) (۰/۳٤ درصد) حدود ۳۸ درصد بیش‌تر بود.

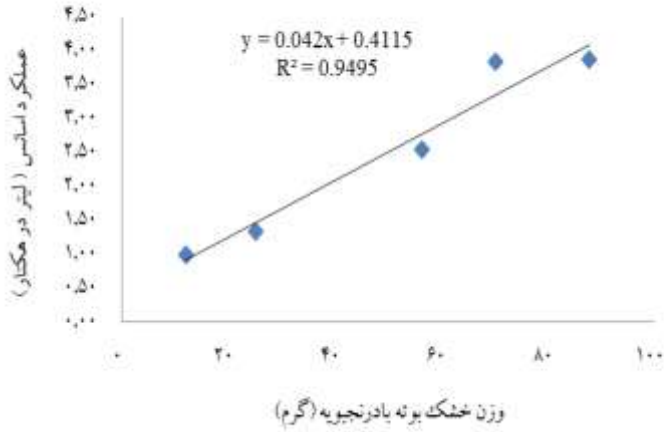
جدول ۵: مقایسه میانگین اثرات متقابل تاثیر کوددهی با سطوح مختلف کودهای شیمیایی بر صفات مورفولوژیکی و درصد اسانس و عملکرد اسانس بادرنجبویه.

ورمی کمپوست (تن در هکتار)	سطوح نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (٪)	وزن خشک بوته(گرم)	وزن تر برگ (گرم)	عرض برگ (سانتی‌متر)	طول برگ (سانتی‌متر)	تعداد ساقه فرعی	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)
صفر (شاهد)	۰	۲/۳۳c	۰/۳۵c	۵۱/۵۵d	۱۳۵/۲۱d	۲/۲۱d	۳/۲۲d	۱٤/۹۸d	۳٤/٤٤d
	۵۰	۲/۷۸b	۰/۳۸b	٦۵/۳۵c	۱٤۸/۲۳ c	۲/٦۳c	۳/۷۵c	۱٦/٤٤c	٤۲/۳۳c
	۱۰۰	۳/۵٦a	۰/٤۳a	۷٤/۲۹ b	۱٦۱/۲۵b	٤/۵۵b	۳/۲۰b	۱۸/٤۹b	۵۱/٤۲b
	۱۵۰	۳/۷۸a	۰/٤٤a	۷۹/٦٦ a	۱۷۵/۲۳ a	۳/۹۷a	۵/۳۲a	۲۰/۸۵a	۵۸/۲۵a
۲/۵	۰	۲/۳٤c	۰/۳٤c	۵۱/۲۳ d	۱۳۹/۲۵c	۲/۱۹a	۳/٤٤c	۱٤/٤۹c	۳٤/۳۱d
	۵۰	۲/۵۱b	۰/۳۹b	۵٤/٤۱ c	۱٤٦/۲۵b	۲/۵۱b	۳/۹۵b	۱٦/۹۳b	٤۳/٦۷c
	۱۰۰	۳/۳٦a	۰/٤۱a	٦٦/۸۱ b	۱٦۳/۹۰ab	۳/۱٤c	٤/۷۱a	۱۹/۱۳a	۵۱/۵۵b
	۱۵۰	۳/۳٦a	۰/٤۲a	۷۱/۵۷ a	۱٦۸/۵۳ a	۳/۲۳c	٤/۷۳a	۲۱/٤۲a	٦۰/۲۵a
۵	۰	۲/۳۱c	۰/۳۳c	۵۱/۵۳ d	۱۳٦/۱۷d	۲/۱۱d	۳/۳۱d	۱۵/۰۸d	۳٤/۳۳d
	۵۰	۲/۸۱b	۰/۳٦b	۵٤/۲۸ c	۱٤۵/۲۳c	۲/۳۵c	۳/۸۲c	۱۸/۱۳c	٤۸/٦۷c
	۱۰۰	۳/٤۹a	۰/٤۱a	٦۲/٤۳ b	۱۹۹/۲۵ b	۳/۱۹b	٤/٤۵b	۲۱/۲۹b	۵٦/۵۵b
	۱۵۰	۳/۵۲a	۰/٤۲a	۷۰/٦۵ a	۲۰۱/٦٦a	۳/۱۸a	۵/۰۲a	۲۳/۵۳a	٦٦/۱۵a
۷/۵	۰	۲/۳٤c	۰/۳٤c	۵۳/۱۷ c	۱۳۸/۲۳ c	۲/۱۸a	۳/۲۳c	۱٤/۵۱c	۳۳/۳۱d
	۵۰	۲/۵۵b	۰/۳۸b	۵٦/۲۵ c	۱۵٤/٤۱ b	۲/۷۳b	۳/۸۵b	۱٦/۳۷b	٤٤/٦۷c
	۱۰۰	۳/۸۵a	۰/٤۹a	۷۰/۱۱ b	۲۰۲/۸۱ab	۳/٤۸c	۵/۰۱a	۲۳/٤۳a	٦٦/۵۵a
	۱۵۰	۳/۸۷a	۰/٤۷a	۷۲/۸۷ a	۲۰۳/۵۷ a	۳/۵۲c	۵/۱۱a	۲۳/۵۷a	٦۷/۳۵a

*:اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ بر اساس آزمون LSD هستند.

عملکرد اسانس: نتایج جدول تجزیه واریـانس نشـان داد کـه تیمارهـای ورمـی‌کمپوسـت و نیتـروژن و اثـر متقابل آن‌ها بر میزان عملکـرد اسـانس بادرنجبویـه در سطح احتمال یک درصد تاثیر معنی‌دار داشتند (جدول ۳). با توجه به اینکه در این آزمایش اسانس گیـری از برگ گیاه انجام شده، عملکرد اسانس برآیند عملکـرد بـرگ و درصـد اسـانس اسـت، لـذا تـاثیر کـود ورمی‌کمپوست که هم از لحـاظ درصـد اسـانس و هـم از لحاظ عملکرد برگ بیشتر از تیمارهـای دیگـر بود، دارای بیشترین عملکرد اسانس نیـز بـود. مقایسـه میانگین‌ها هم نشان داد بیشترین میزان عملکرد اسانس مربوط به تیمار۷/۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوسـت بـود که نسبت به شـاهد ۳۸/٤۵ درصـد افـزایش نشـان داد (جـدول ٤). مقایسـه میـانگین اثـرات متقابـل ورمـی‌کمپوسـت و کـود نیتـروزن نشـان داد بـالاترین عملکرد اسانس در تیمار ۷/۵ تن ورمـی‌کمپوسـت بـا

مصرف ۱۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن مربوط به تیمار V4N3 حاصل گردید که در مقایسه با تیمار شاهد (۲/۲۳ کیلوگرم در هکتار اسانس) حدود ۳٤ درصد بیشتر بود (جدول ۵). با توجه به اینکه عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و وزن خشک می‌باشد، لذا هرگونه افزایش در این دو مورد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد (شکل ۱).



شکل ۱: رابطه بین وزن خشک بوته و عملکرد اسانس بادرنجبویه

بحث

همانگونه که در بخش نتایج نشان داده شد، استفاده از ورمی‌کمپوست بر همه خصوصیات مرفولوژیکی اندازه‌گیری شده و میزان عملکرد اسانس تاتیر معنی‌داری داشت. به‌طوریکه بالاترین ارتفاع بوته، بیشترین تعداد شاخه فرعی، بیشترین وزن تر و خشک بوته و بالاترین طول و عرض برگ بادرنجبویه در شرایط استفاده از حداکثر ورمی‌کمپوست ۷/۵ تن در هکتار به دست آمد. علت این افزایش را می‌توان این چنین توجیه کرد که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک باعث جذب بیشتر نیتروژن توسط ریشه‌ها، افزایش رشد رویشی و تولید بیشتر برگ‌ها می‌شود که این امر به نوبه خود سبب افزایش سطح جذب نوری، سطح فتوسنتزی، ساخته شدن مواد هیدروکربنی در برگ‌ها و افزایش کلروفیل برگ خواهد شد (Sadafi moghadam and Mirzaee, 2008). به نظر می‌رسد وجود هورمون‌های تنظیم کننده رشد در بستر ورمی‌کمپوست باعث افزایش تقسیمات سلولی و بزرگ شدن گیاه گردد (Deh dashtizadeh et al, 2009). در پژوهشی مشاهده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد کمی و کیفی دو گونه گیاه دارویی بارهنگ گردید (Sanchez et al, 2008). Razavi Niya و همکاران (2012) گزارش کردند، مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک گل، ساقه، عملکرد بیولوژیک، تعداد گل در بوته گوجه‌فرنگی شد. همچنین Santos و همکاران (2012) گزارش کردند کاربرد مقادیر مناسب ورمی کمپوست به خاک، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود اسانس را نیز مهیا کرده است. در پژوهشی دیگر مشخص شده است، کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی نعناع فلفلی سبب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بوته تر و خشک، عملکرد برگ و محتوای اسانس نسبت به تیمارهای شاهد گردید (Ayyobi et al, 2013). نتایج

این تحقیق با نتایج Nemati Drabandi و همکاران (2014) که افزایش سطح برگ بادرنجبویه را در اثر محلول‌پاشی ورمی‌واش گزارش کردند، مطابقت دارد. همچنین Bigonah و همکاران (2015) بیان کردند که، تیمارهای کودی اعمال شده نظیر کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گشنیز شد. همچنین در تحقیقی دیگر مشخص گردیده است که، کودهای زیستی تعداد برگ در بوته گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی دار افزایش دادند (Nemati Drabandi et al., 2013). Azizi و همکاران (2005) گزارش کردند سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر میزان مواد موثره ریحان موثر است. در پژوهشی دیگر روی گیاه دارویی رازیانه، ملاحظه شده است که کاربرد ورمی‌کمپوست به صورت جداگانه و همراه با دیگر کودهای آلی سبب بهبود عملکرد و کیفیت اسانس این گیاه شد (Moradi et al, 2011). همچنین khalesro و همکاران (2012) دریافتند که افزایش سطح ورمی‌کمپوست سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس گردید. در پژوهش دیگری مشاهده شد کاربرد کودهای آلی ورمی کمپوست و کمپوست، غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم را در اندام هوایی گیاه نعنا سبز افزایش داد (Kiani et al., 2014). به‌طور کلی کودهای آلی با اثرات مطلوبی که پیشتر ذکر شد هم باعث افزایش عملکرد گیاه شدند و هم درصد اسانس قابل قبولی تولید کردند، و بدین شکل عملکرد اسانس را تا حد مطلوبی بالا بردند. برخی محققین اثر کودهای آلی و شیمیایی را بر عملکرد و درصد اسانس ریحان[1] بررسی و گزارش کردند که گیاهان تحت تیمار ورمی‌کمپوست دارای ارتفاع بوته، عملکرد برگ و عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند (Tahami Zarandi et al., 2010). گزارش مشابه دیگری حاکی از افزایش عملکرد اسانس ریحان در سیستم تولیدی مبتنی بر استفاده تلفیقی از کودهای نیتروژنه آلی و معدنی بود (Yanga et al., 2015). Sifola و Barbieri (2006) گزارش کردند که سطوح مختلف نیتروژن، عملکرد اسانس ریحان را افزایش داد، نامبردگان اثر مثبت نیتروژن، بر عملکرد گیاه و درصد اسانس را دلیل این امر دانستند. نتایج آزمایشی در کدوتنبل[2] نشان داد که کاربرد کودهای دامی مختلف باعث افزایش زیست توده محصول نسبت به تیمار شاهد شد (Azeez et al., 2010). در تحقیقی دیگر مقدار اسانس و نیز مقدار ترکیبات ضروری گیاه دارویی بابونه، در شرایط کشت ارگانیک به مراتب بالاتر از کشت رایج آن بود (Vildova et al., 2006). ورمی‌کمپوست دارای قدرت بالای جذب و نگهداری آب و عناصر غذایی و در نتیجه تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب می‌باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (نظیر قارچ‌های میکوریزا و باکتری‌های موجود در ریزوسفر نظیر میکروارگانیسم‌های حل کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Shafiee Adib et al., 2015). مصرف کودهای زیستی با کاهش مصرف کودهای شیمیایی و در پی آن کاهش هزینه‌های تولید و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، یکی از راهبردهای مهم برای نیل به کشاورزی پایدار است.

نتایج حاصل از مطالعه‌های Mamta و همکاران (2010) در گیاه استویا، Fatma و همکاران (2006) در گیاه مرزنجوش، Mafakheri و همکاران (2010) در

1. *Ocimum basilicum* L.

2. *Cucurbita maxima* L.

گیاه بادرشبی و Namdari و همکاران (2011) درگیاه دارویی نعناع فلفلی نتایج به‌دست آمده در این پژوهش را تایید می‌کنند.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این بررسی نشان داد که، کاربرد به تنهایی و توأم ورمی‌کمپوست با نیتروژن موجب افزایش برخی صفات مورفولوژیک اندازه‌گیری شده و درصد اسانس و عملکرد اسانس بادرنجبویه نسبت به شاهد بدون مصرف هر نوع کود گردید. اما نتایج آزمایش حاکی از برتری کودهای آلی ورمی‌کمپوست نسبت به کود شیمیایی نیتروژن، و نیز پاسخ مثبت بادرنجبویه نسبت به مصرف کود آلی می‌باشد. عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فراورده‌های آن‌ها، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آن‌ها است. بنابراین با توجه به هزینه‌های تامین کود شیمیایی و آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از کاربرد این دسته از کودها؛ جایگزینی آن‌ها با کودهای زیستی توصیه می‌گردد، چرا که علاوه بر تأمین عناصر مورد نیاز بادرنجبویه، سبب کاهش هزینه‌های تولید شده و افزایش کمی و کیفی محصول را نیز در پی خواهند داشت.

References

Ayyobi H., Peyvast, G.A. and Olfati, J.A. (2013). Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences, 58 (1): 51-60.

Azeez, J.O., Van Averbeke, W. and Okorogbona, A.O.M. (2010). Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. Bioresource Technology, 101: 2499-2505.

Azizi, M., Baghani, M., Lakzian, A. and Aroei, H. (2005). Effect of vermicompost and vermiwash foliar application on morphological characters and active ingredients content basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agricultural Science and Technology, 21 (2): 41-52. (In Persian).

Bigonah, R., Rezvani Moghadam, P. and 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.

Deh Dashti Zadeh, B., Arvi, H., Azizi, M. and Davarinejad, Gh. (2009). The effect of different levels of vermicompost and mineral phosphorus on growth, development and absorption of some nutrients in tomato transplant. Iranian Journal of Horticultural Science, 40 (3): 58-49.

Fatma, E. M., EL- Zamik, I., Tomader, T., EL- Hadidy, A., EL- Fattah, L. and Seham Salem, H. (2006). Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil pf marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous. Agric. Microbiology Dept Faculty of Agriculture. Zagazig University and Soil Fertility and Microbiology Dept Desert Research Center Cairo Egypt.

Kiani, Z., Esmaeilpour, B., Hadian, J., Soltani Toolarood, A.A., and Fathololumi, S. (2014). Effect of organic fertilizers on growth properties nuterient absorption and essential oil yield of medicinal plant of spearmint (*Mentha spicata* L). Journal of Plant Production Research. 4: 63-80.

Kouchaki, A.R., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. (2008). Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crops Research, 6 (1): 127-137.

Mafakheri, S., Omidbigi, R., Sefidkeh, F. and Rejali, F. (2010). Effect of Vermicompost, Biophosphate and

Azotobacter Application on the Quantity and Quality of Essential Oil of Herbaceous Herb. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 27 (4): 605-596.

Mamta, B., Rahic, R., Pathaniad, V., Gulatic, B. and Tewaria, R. (2010). Stimulatory effect of phosphate-solubilizing bacteria on plant growth, stevioside and rebaudioside-A contents of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Applied Soil Ecology, 46: 222-229.

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

Namdari, A. (2011). The effect of different levels of compost and vermicompost on yield of peppermint. M.Sc Thesis. Islamic Azad University of Saveh. 110 pages.

Nemati, H., Azizi, M., Mohammadi, S. and Karim pour, S. (2014). The study on the effect of spraying with different concentrations of vermicompost extract (vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Horticulture Science, 27: 411-417. (InPersian).

Nemati, A., Golchin, A. and Besharati H. (2013). The impact of bio-fertilizers on yield, growth and plant macronutrients concentration of tomato under cadmium stress. Journal of Soil Biology, 1 (2): 145-157.

Nemati, A., Golchin, A. and Besharati H. (2013). The impact of bio-fertilizers on yield, growth and plant macronutrients concentration of tomato under cadmium stress. Journal of Soil Biology, 1(2): 145-157.

Razavi Niya, S.M., Agha Ali Khani, M. and Naghdi Abadi, H. (2012). Evaloation effects of organic and chemical fertilizer on quality characteristics yield of Purple Coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). Iranian Natural Products and Medicinal Plants Conference. (In Persian).

Sadeghi Moghaddam, M. and Mirzaei, M. (2008). The effect of municipal waste compost on quantitative and qualitative characteristics of pumpkin. Third National Congress on Recycling and Use of Renewable Organic Resources in Agriculture. Islamic Azad University of Khorasgan Branch. Esfahan.

Sanchez, G.E., Carballo, G.C. and Ramos, G.S.R. (2008). Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 13 (1): 12-15.

Santos, M.F., Mendonca, M.C., Carvalho, F., Dantas, I.B., Silva-Mann, R. and Blank, A.F. (2009). Cattle manure and biofertilizer on the cultivation of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Revista Brasileira de Plantas Medicinais, 11(4):355-359.

Shafiee Adib, Sh., Amini Hehaghi, M. and Modares Sanavi, S.A.M. (2015). Evaluation the effect of phosphorus biological and chemical fertilizers on yield and quality of *Hypericum perforatum*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 31 (1): 1-15.

Tahami Zarandi, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M. (2010). Comparison of effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil (*Ocimum basilicum* L.). Iranian Journal of Agroecology, 2: 63-74. (in Persian)

Vessy, J.K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant and Soil, 225: 571-586.

Yanga, L., Zhaoa, F., Changa, Q., Li, T. and Li, F. (2015). Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management, 160: 98-105.

Yousefi Shyadh S.M., Chalu F. and Zangi S. (2015). Effect of vermicompost and duration of light in the greenhouse production of medicinal plants stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*). Science and Technology, Culture Greenhouse. 6(21): 31-38.

Journal of Plant Environmental Physiology, Serial 63, 16th year, Number 3, Autumn 2021
Doi: 10.30495/iper.2021.679516
Dor: 20.1001.1.76712423.1400.16.63.1.3

Effect of vermicompost and nitrogen fertilizers on morphological traits, percentage and essential oil yield of *Melissa Officinalis*

Hossein Rezvani[1*], Nastaran Hemmati[2]
[1]Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran
[2]Department of Medicinal and Aromatic Plants, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Received date: 2019/07/31 Accepted date: 2020/12/11

Abstract

In order to study the effect of organic (vermicompost) and chemical (nitrogen) fertilizers on the quantitative and qualitative yield of *Melissa Officinalis*, a factorial experiment was conducted based on randomized complete block Design (RCBD) with three replications in the Research Field of Golestan Research and Training Center of Agriculture and Natural Resources. Experimental factors included vermicompost at four levels (0, 2.5, 5, and 7.5 tons ha^{-1}) and urea fertilizer with 46% nitrogen at four levels (0, 50, 100, and 150 kg ha^{-1}). Results showed that vermicompost had a significant effect on morphological characteristics and percentage of essential oil of *Melissa Officinalis*. The highest plant height, number of branches, leaf length and width, fresh weight, dry weight, and percentage of essential oil was obtained in application of 7.5 ton/ha vermicompost. Also, there was a significant difference between different levels of urea fertilizer so that the percentage of essential oil significantly increased when the fertilizer was applied. The highest amount of essential oil (0.49%) was obtained in simultaneous application of vermicompost (7.5 tons ha^{-1}) and nitrogen fertilizer (100 kg ha^{-1}) which was 38% higher than control. In general, the results showed that application of vermicompost with nitrogen increases shoot growth and dry matter production, ultimately increases the yield quantity, and significantly improves the yield of *Melissa Officinalis* essential oil.

***Keywords*:** Biofertilizers, Essential oil, Lemon balm, Urea fertilizer, Vermicompost.

*Corresponding author; hosinrezvani@ yahoo.com