نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و یکم، شماره چهارم، ۱۳۹۳
http://jopp.gau.ac.ir

اثر کودهای آلی بر شاخص‌های رشد، جذب عناصر غذایی و میزان اسانس در گیاه دارویی نعناع سبز (*Mentha spicata* L)

زهرا کیانی[۱]، *بهروز اسماعیل‌پور[۲]، جواد هادیان[۳]، علی‌اشرف سلطانی طولارود[۴] و سولماز فتح‌العلومی[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناس‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، [۲]دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه محقق اردبیلی، [۳]استادیار پژوهشکده گیاهان دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، [۴]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه محقق اردبیلی، [۵]دانش‌آموخته کارشناس‌ارشد گروه علوم خاک دانشگاه محقق اردبیلی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۱۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۸/٤

چکیده

مصرف کودهای آلی نظیر ورمی‌کمپوست و کمپوست قارچ مصرف شده در یک بوم‌نظام مبتنی‌بر کشاورزی پایدار ضمن حفظ سلامت خاک باعث بهبود رشد و عملکرد گیاهان نیز می‌گردد. به‌همین منظور آزمایشی به‌صورت گلدانی در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه پژوهشی گروه علوم باغبانی دانشگاه محقق اردبیلی روی گیاه دارویی نعناع سبز اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های حجمی صفر (شاهد)، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤۰ و ۵۰ درصد از ورمی‌کمپوست، کمپوست شسته شده و شسته نشده بستر کاشت قارچ بود. محیط کشت پایه در این آزمایش‌ها نیز شامل سه قسمت خاک و یک قسمت ماسه بود. نتایج نشان داد که جایگزین نمودن ورمی‌کمپوست و کمپوست شسته شده و شسته نشده بستر کاشت قارچ در بستر کاشت گیاه بر صفات رویشی از قبیل وزن تر و خشک بوته، ارتفاع بوته، محتوای کلروفیل، سطح برگ و همچنین محتوای عناصر درشت مغذی در بخش هوایی گیاه دارویی نعناع اثر معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار برای شاخص‌های رشد رویشی در تیمارهای ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۳۰ و ٤۰ درصد از کمپوست شسته شده بستر کاشت قارچ حاصل گردید.

*مسئول مکاتبه: behsmaiel@yahoo.com

محتوای عناصر غذایی در گیاه نیز با افزایش نسبت حجمی جایگزینی هر یک از کودهای آلی در بستر کاشت نعناع روند افزایشی نشان داد. کاربرد ورمی‌کمپوست و کمپوست قارچ مصرف شده به‌دلیل غنی بودن از عناصر غذایی موردنیاز و ضروری رشد گیاه، از طریق بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه، سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس در گیاه نعناع نسبت به تیمار شاهد شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس نعناع، صفات رشدی، عناصر غذایی، کمپوست

مقدمه

در حال حاضر یک سوم داروهای مورد استفاده بشر را داروهای با منشا گیاهی تشکیل می‌دهند. نیاز روزافزون کارخانه‌های داروسازی به ماده اولیه و لزوم حفظ منابع طبیعی گیاهی، اهمیت مطالعه روی کشت و فرآوری گیاهان دارویی و معطر را دو چندان کرده است (امیدبیگی، ۲۰۰۳). نعناع سبز (*Mentha spicata* L) گیاهی چندساله، علفی و متعلق به خانواده نعناعیان (*Labiatae*) می‌باشد. این گیاه به‌علت دارا بودن اسیدها فنولیک و فلاونوئیدها به‌عنوان آنتی‌اکسیدهای طبیعی، خاصیت دارویی قابل توجهی دارد. در طب سنتی از آن به‌عنوان اشتهاآور، ضد دل‌پیچه، ضد تشنج، رفع التهاب و نفخ معده، مؤثر در بهبود نفخ شکم و سرگیجه حاصل از سوء هاضمه استفاده شده است. امروزه نیز نعناع سبز به‌عنوان گیاه دارویی و صنعتی دارای استفاده‌های متعددی می‌باشد (چودهاری و همکاران، ۲۰۰٦). اسانس این گیاه در تهیه داروهای مسکن تب، سردرد، سرماخوردگی و همچنین در تولید لوازم آرایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد (یونیس و بشیر، ۲۰۰٤).

تأکید عمده کشاورزی پایدار روی افزایش کیفیت و پایداری عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد و نیز مطالعات انجام شده روی گیاهان دارویی در بوم‌نظام طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و حداکثر عملکرد کمی و کیفی در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (اکبری‌نیا و همکاران، ۲۰۰۳). بنابراین، رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار این سامانه و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها می‌باشد. یکی از کودهای آلی رایج و متداول مورد استفاده در کشاورزی پایدار، ورمی‌کمپوست می‌باشد. این کود زیستی شامل جمعیتی از باکتری‌ها، آنزیم‌ها و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب تداوم تجزیه مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت می‌گردد. این کود آلی سبک، فاقد هرگونه بو و

عاری از بذر علف‌های هرز بوده و فرآوری آن نسبت به سایر کمپوست‌های زیستی آسان‌تر و در مدت زمان کوتاه انجام می‌گیرد (برمنس، ۱۹۹۹). همچنین ورمی‌کمپوست حاوی مقادیر قابل توجهی از شکل قابل جذب عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم می‌باشد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۱). گزارش‌های مختلف بیانگر آن است که افزایش رشد گیاهان پرورش یافته در بسترهای حاوی ورمی‌کمپوست را می‌توان به افزایش سطوح برخی از مواد مؤثر در رشد گیاهی نیز نسبت داد که توسط ریزجانداران موجود در ورمی‌کمپوست در طی فرآیند ورمی‌کمپوست‌سازی صورت می‌گیرد (آرانکون و همکاران، ۲۰۰٤). در همین راستا در بررسی اثر مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست روی گیاه دارویی ریحان گزارش شده است که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیست‌توده نسبت به تیمار شاهد شد (انوار و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین در مطالعه دیگری روی گیاه دارویی درمنه، مشخص شد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل ملاحظه عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید. بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست گزارش شده است (پاندی، ۲۰۰۵). خالص‌رو و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر سطوح ورمی‌کمپوست (۵ و ۱۰ تن در هکتار) و ترکیب سه باکتری ازتوباکتر، سودوموناس و آزوسپریلیوم را بر کمیت و کیفیت اسانس و جذب عناصر پرمصرف در گیاه دارویی آنسیون مورد بررسی قرار دادند، آن‌ها دریافتند که افزایش سطح ورمی‌کمپوست سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس، درصد آنتول و درصد متیل‌کادیکول گردید و بیشترین عملکرد اسانس با کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار حاصل شد.

کمپوست قارچ مصرف شده نوع دیگر از کودهای آلی است که می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به کشاورزی پایدار داشته باشد. این کود آلی حاصل فعالیت‌های پرورش قارچ و شامل اجزای مختلفی از قبیل کاه و کلش گندم، کود دامی، کود مرغی، پوست دانه پنبه و پوست کاکائو بود. در فرآیند تولید قارچ خوراکی، کمپوست قارچ مصرف شده به‌طور معمول به‌صورت ضایعات دور ریخته می‌شود که می‌تواند مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را ایجاد نماید. در حالی‌که این ماده آلی به‌دلیل دارا بودن عناصر غذایی موردنیاز گیاهان، زهکشی مناسب و سایر خواص هیدرولیکی می‌تواند به‌عنوان یک ماده غذایی و افزودنی مناسب به بستر کاشت گیاهان مورد استفاده قرار گیرد (وهابی ماشک و همکاران، ۲۰۰۹). بررسی تأثیر استفاده از کود دامی و کمپوست مصرف شده قارچ به‌صورت جداگانه و یا در تیمارهای ترکیبی در سطوح مختلف آبیاری بر رشد و عملکرد اسانس گیاه دارویی رازیانه (*Foniculum vulgare* Mill) نشان داد که شرایط مناسب آبیاری،

بیشترین عملکرد اسانس با استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ حاصل شد (جمشیدی و همکاران، ۲۰۱۲). مطالعه پژوهش‌های انجام شده در کشور حاکی از آن است که تحقیقات ارزشمندی در زمینه تأثیر کودهای زیستی و آلی در بهبود کمیت و کیفیت محصولات زراعی انجام شده است. اما در خصوص تأثیر این کودها بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی به‌خصوص نعناع سبز تحقیقات زیادی انجام صورت نگرفته است. با توجه به ارزش بالای دارویی و غذایی این گیاه و همچنین اثرات سوء و مخرب زیست‌محیطی و تهدید بهداشت تغذیه‌ای انسان ناشی از مصرف سموم و کودهای شیمیایی در بخش کشاورزی، انجام تحقیقات وسیع و گسترده به‌منظور ارزیابی قابلیت کودهای زیستی و آلی مختلف در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی در کشور امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. به‌همین دلیل این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی روی میزان جذب عناصر غذایی، شاخص‌های رشد و میزان اسانس گیاه دارویی نعناع سبز انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته شده و شسته نشده بر شاخص‌های رشد، جذب عناصر غذایی و میزان اسانس گیاه دارویی نعناع سبز آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ١٦ تیمار در چهار تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه محقق اردبیلی در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نسبت‌های حجمی مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤٠ و ۵۰ درصد) از کودهای آلی ورمی‌کمپوست، کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته نشده، شسته شده و شاهد بود که به‌صورت جایگزینی به بستر کشت پایه شامل خاک و ماسه با نسبت ۱:۳ (سه قسمت خاک و یک قسمت ماسه) اضافه شد. قبل از شروع کشت تجزیه خاک، کمپوست مصرف شده قارچ و ورمی‌کمپوست استفاده شده در این پژوهش از نظر میزان ماده آلی، عناصر غذایی، pH و EC با استفاده از روش‌های معمول انجام شد (جدول ۱). برای برطرف نمودن شوری کمپوست مصرف شده قارچ از روش آبشویی استفاده گردید. به‌این منظور، ابتدا کمپوست قارچ مصرف شده را کاملا خرد کرده سپس به یک ظرف بزرگ منتقل و به نسبت ۱:۲ با آب مخلوط گردید. پس از گذشت ٢٤ ساعت آبکشی نمونه‌ها در معرض تابش نور خورشید قرار داده شد.

جدول ۱- برخی خصوصیات بسترهای کاشت مورد استفاده در این آزمایش.

ترکیب شیمیایی	کربن آلی (درصد)	نیتروژن (درصد)	فسفر (درصد)	پتاسیم (درصد)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	pH	Ec (دسی‌زیمنس بر متر)
خاک	۰/۰٦۸	۰/۰۱٤	۰/۰۸	۰/۰۳	۱۱/٤۸	۱۰	۳/۵	۰/۸۲	۷/۱	۱/۲
ورمی‌کمپوست	۰/۳۵	۰/٦۸	۱/۱۵	۱/۲۵	۵۵۰	۳۰۰	۲۵۰	٤۵	۷	٤/۱
کمپوست مصرف شده قارچ	۰/۷۹	۰/۳۷۸	۱/۵۸	۱/۵۳	۵۹۸	۳۲۰	۳۸۰	۵۲	۷/٦۷	٦/۸

به‌منظور آماده‌سازی بسترهای کاشت، نسبت‌های مختلف ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ به‌صورت حجمی به‌صورت جداگانه با بستر کشت پایه مخلوط و در گلدان‌های پلاستیکی ریخته شد. سپس ریزوم‌های گیاه نعناع که از پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی تهیه شده بود، در گلدان‌ها کشت شد. پس از رشد و نمو گیاهان، در مرحله رویشی شاخص‌های رشد از قبیل ارتفاع گیاه، وزن تر و خشک کل بوته، وزن خشک کل برگ، میزان کلروفیل برگ کامل (با استفاده از دستگاه کلروفیل‌متر مدل SPAD-502 از شرکت Konica Minolta) و سطح برگ گیاهان به‌وسیله دستگاه سطح‌سنج مدل ADC Bioscientific Ltd، اندازه‌گیری شد. برای تعیین غلظت عناصر غذایی فسفر و پتاسیم موجود در اندام هوایی نعناع سبز، ابتدا نمونه‌های گیاهی در آون به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ٦۵ درجه سلسیوس خشک شد. در مرحله بعد با آسیاب به‌صورت پودر در آمد. یک گرم از نمونه‌های گیاهی پودر شده در داخل بوته‌چینی ریخته شد و به‌مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس در داخل کوره خاکستر گردید. سپس ۱۰ میلی‌لیتراسید کلریدریک ۲ نرمال به بوته چینی حاوی خاکستر نمونه گیاهی اضافه شد و بوته‌های چینی روی هیتر و تا شروع جوشش حرارت داده شدند. پس از خنک شدن، محتوای بوته از کاغذ صافی عبور داده شد و به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسید (جونز، ۲۰۰۱). سپس فسفر موجود در عصاره گیاهی تهیه شده با دستگاه اسپکتروفتومتر و در طول موج ٦٦۰ نانومتر قرائت شد (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲). غلظت پتاسیم کل نمونه‌های گیاهی در عصاره‌های تهیه شده با دستگاه فلیم فتومتر قرائت (جونز، ۲۰۰۱) و نیتروژن کل در نمونه‌های گیاهی به روش کجلدال اندازه‌گیری گردید (جونز و کیز، ۱۹۹۰).

به‌منظور تعیین مقدار اسانس اندام هوایی، گیاه پس از برداشت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و در شرایط سایه خشک گردید. اسانس‌گیری به‌وسیله دستگاه کلونجر و با استفاده از روش تقطیر با آب انجام شد. به‌این منظور، ۳۰ گرم نمونه گیاهی پودر شده و به دستگاه کلونجر انتقال داده شد. عمل حرارت‌دهی نمونه‌ها به‌مدت ۲ ساعت تا تشکیل اسانس روغنی صورت پذیرفت. در مرحله بعد، برای محاسبه میزان عملکرد اسانس، وزن و مقدار اسانس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ و درصد و عملکرد اسانس با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (دست برهان و همکاران، ۲۰۱۲).

وزن خشک ماده اولیه (گرم)/ وزن اسانس (گرم)= درصد اسانس

عملکرد زیست‌توده یا عملکرد دارویی × درصد اسانس = عملکرد اسانس

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی بر شاخص‌های رشد و عملکرد اسانس نعناع (جدول ۲) سبز نشان داد که کاربرد کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ بر شاخص‌های رشد، میزان جذب عناصر غذایی پرمصرف، و میزان اسانس در گیاه دارویی نعناع معنی‌دار بود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که گیاهان کشت شده در بسترهای حاوی سطوح مختلف کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته شده و شسته نشده و تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشترین ارتفاع بوته را داشتند، اما با افزایش سطوح کود ورمی‌کمپوست از ارتفاع بوته کاسته شد (جدول ۳) که احتمالاً به‌دلیل افزایش شوری (هدایت‌الکتریکی) و کاهش شدت زهکشی در بستر کاشت می‌باشد. کمترین میزان ارتفاع بوته هم در تیمار شاهد به‌دست آمد. می‌توان نتیجه گرفت که خواص شیمیایی و فیزیکی اسید هیومیک موجود در ورمی‌کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و همچنین افزایش فعالیت ریز جاندارها باعث افزایش رشد و ارتفاع گیاه می‌شود (آرانکون و همکاران، ۲۰۰٤).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورفوفیزیولوژیک، میزان اسانس و غلظت عناصر غذایی پرمصرف گیاه دارویی نعناع سبز تحت تأثیر کودهای آلی مورد استفاده.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		ارتفاع گیاه	سطح برگ	Spad	وزن تر کل	وزن خشک کل	وزن خشک برگ	عملکرد اسانس	درصد اسانس	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
تیمار	۱۵	٤٧/٣٩**	١٨٥٧/٩٩**	١٤٦/٨٩**	٩٠/٨٧**	١٣٣/٦٥*	٦٧/٢٢^{ns}	٣٧/١٦**	٠/٠٥٥**	١/١١**	٠/٠٢**	٩٢/٤١**
خطای آزمایشی	٤٥	٧	٤٢٤/١٨	١٨/٥	١٣/٥٩	٦٧/٩	٢٦/٥٤	٥/٢١	٠/٠٠٥	٠/٠٩٨	٠/٠٠٤	٢٠/١١
ضریب تغییرات (درصد)		١٤/٣٨	٢٨/٩١	٢٧/٢٢	٢٩/٨٩	١٨/٥٦	١٣/٩٤	١٣/٦٩	٣/٠٥	٣/٠٥	١١/٦	١٨/٢٥

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

کمپوست نیز از طریق قدرت زیاد جذب آب و تأمین عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده نعناع تأثیر مثبت داشت. احتمالاً افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نیز نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک و پایداری و حالت بافری در محیط کشت، منجر به افزایش جمعیت میکروبی می‌گردد. افزایش فعالیت‌های آنزیمی و وجود ریزموجودات مفید و مواد هورمونی ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجب افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده و سبب افزایش کارایی ورمی‌کمپوست می‌شود (توماتی و گالی، ۱۹۹۵).

در این آزمایش استفاده از درصدهای مختلف کمپوست مصرف شده قارچ به‌خوبی رشد رویشی و زیست‌توده گیاهان نعناع را افزایش داد به‌طوری که که گیاهان کشت شده در تیمارهای ۳۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته شده به‌دست آمد که با تیمار ٤۰ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). محققان دیگری نیز افزایش تعداد و سطح برگ محصولاتی از قبیل کاهو، گوجه‌فرنگی و خیار را در اثر استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ گزارش کرده و افزایش تعداد و سطح برگ را به غنی بودن این کود از عناصر غذایی ضروری موردنیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم نسبت دادند (ریباس و همکاران، ۲۰۰۹؛ ران- هوآ و همکاران، ۲۰۱۲). فوبارا- مانوئل و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیقی در بررسی تأثیر هم‌زمان مقادیر مختلف کمپوست مصرف شده قارچ (۱۰، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار) و دوره‌های آبیاری (٤، ۷ و ۱۰ روز) روی کدو (*Telfairia occidentalis* Hook) دریافتند که بیشترین سطح برگ در گیاهان رشد کرده در ترکیب تیماری ۲۰ تن در هکتار کمپوست مصرف شده قارچ با فاصله آبیاری هر ٤ روز یکبار به‌دست آمد. در صورتی‌که کمترین سطح برگ از ترکیب تیماری ۱۰ تن در هکتار کمپوست مصرف شده قارچ با فاصله آبیاری هر ۱۰ روز یکبار حاصل شد. افزایش رشد برگ می‌تواند به‌علت وجود مقادیر زیاد عناصر غذایی موجود در آن و همچنین بهبود شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک در اثر افزودن کمپوست مصرف شده قارچ به بسترهای رشد باشد. این کود آلی علاوه بر ایجاد وضعیت تغذیه‌ای مناسب برای گیاه، با تغییر در میزان خلل و فرج خاک و زهکشی بسترها زمینه را برای گسترش ریشه‌ها و جذب بیشتر مواد غذایی فراهم می‌کند. همچنین افزایش تهویه خاک، باعث افزایش فعالیت باکتری‌ها و قارچ‌های مفید موجود در بسترهای رشد می‌شود (پریز پیکورس و همکاران، ۲۰۰٦).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفوفیزیولوژیک، میزان اسانس و غلظت عناصر غذایی پرمصرف گیاه دارویی نعناع سبز تحت تأثیر کودهای آلی مورد استفاده.

تیمار		ارتفاع گیاه	سطح برگ	Spad	وزن تر کل	وزن خشک کل	عملکرد اسانس	اسانس	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
کود آلی	نسبت حجمی	(سانتی‌متر)	(سانتی‌متر مربع)		(گرم)	(گرم در گلدان)	(میلی‌لیتر در گلدان)	(درصد)	(درصد)	(درصد)	(درصد)
	۱۰	۲۰/۲۵^{a}	۳٤/۹۱^{bc}	٤۸/٦۲^{ab}	۷۳/۲۹^{a}	۲۰/٤۹^{abc}	۱۵/٦۵^{b}	۰/٦۲^{b}	۳/٤۹^{ab}	۰/٦۱^{a}	۳/۱٤^{ab}
کمپوست مصرف	۲۰	۲۲/۷۵^{a}	۳۷/۹۳^{bc}	٤۹/۹۲^{ab}	۷۹/۱٤^{a}	۲۳/۰۷^{ab}	۱۰/۸۰^{cde}	۰/٤۳^{def}	۳/۷۷^{a}	۰/٤۲^{bc}	۳/۸۱^{a}
شده قارچ شسته	۳۰	۲۰/۵۰^{a}	۳۵/٦۸^{bc}	٤۷/۱۲^{abc}	۷٤/۸۱^{a}	۲۰/۰۹^{abc}	۸/۳۰^{e}	۰/۳۳^{f}	۲/٤٦^{de}	۰/٤٤^{b}	۳/۱۰^{ab}
نشده	٤۰	۲۰/۲۵^{a}	۳۸/۱۰^{bc}	٤۹/۳۲^{ab}	٤۵/۰٤^{bc}	۱۸/۲۵$^{a-d}$	۱۰/۸۰^{cde}	۰/٤۳^{def}	۲/۳۹^{de}	۰/۳۵^{bcd}	۲/۸۵^{bc}
	۵۰	۲۲^{a}	۳۲/۲۸^{c}	٤۹/۵۷^{ab}	٦۰/۸۹^{ab}	۲۰/۲۵^{abc}	۱۰/٦۳^{de}	۰/٤۲^{ef}	۲/٤۹^{de}	۰/٤۳^{b}	۳/۰۵^{ab}
	۱۰	۱۹^{a}	۳۹/۸۸^{bc}	۵۱/۹۵^{ab}	٤۵/۲۵^{bc}	۱۲/۳۷^{def}	۱۵/٤۰^{b}	۰/٦۱^{b}	۳/۱٤^{bc}	۰/۳۵^{bcd}	۲/۵۲^{d}
کمپوست مصرف	۲۰	۲۱^{a}	۳۹/٦٤^{bc}	٤۰/۷۵^{abc}	٦۳/۳۰^{ab}	۱۷/۲٦$^{b-e}$	۹/۲۲^{de}	۰/٤۹$^{b-e}$	۳/۲۳^{abc}	۰/۳۹^{bcd}	۲/۸۱^{bc}
شده قارچ شسته	۳۰	۱۹/۲۵^{a}	٤۸/٤۳^{a}	٤٦/٤۰^{abc}	۷۰/۳۳^{a}	۱۸/٤٤$^{a-d}$	۱۳/۱٦^{bcd}	۰/۵٦^{bcd}	۲/۰۳^{ef}	۰/٤۱^{bc}	۲/۷۷^{bc}
شده	٤۰	۲۰/۷۵^{a}	٤۱/۱۰^{ab}	۳٤/٦۰^{c}	۷٤/۱۷^{a}	۲٤/۵۹^{a}	۱۱/۵۵$^{b-e}$	۰/٤٦^{def}	۱/۹۵^{ef}	۰/۲۹^{cde}	۲/۷۱^{bc}
	۵۰	۲۰/۷۵^{a}	۳۷/٦۸^{bc}	۳۷/۹۷^{bc}	۷۵/۰۷^{a}	۲۰/۷۷^{abc}	۱۰/۸۵^{cde}	۰/٤۳^{def}	۳/٤۷^{ab}	۰/۳٤^{bcd}	۲/۲٦^{cd}
	۱۰	۱۹/۲۵^{a}	۳٤/۹۸^{bc}	٤۰/۷۲^{abc}	٤۹/۱٦^{bc}	۱۳/۸۲^{cde}	۱۱/۹٦$^{b-e}$	۰/٤۷^{cde}	۳/۰۹^{bc}	۰/۱۸^{e}	۳/۰۱^{ab}
	۲۰	۱٤/۳۷^{b}	۳۵/٤۵^{bc}	٤۱/٤۰^{abc}	۲۵/٤۲^{c}	٦/۷۱^{f}	۱۲/٦۰$^{b-e}$	۰/۵۰$^{b-e}$	۲/۷۸^{cd}	۰/۲٦^{de}	۲/۹۲^{b}
ورمی‌کمپوست	۳۰	۱٤/۲۵^{b}	۳٤/٦۹^{bc}	۳۸/۸۰^{bc}	۳۰/۱۰^{bc}	۱۰/۷۹^{ef}	۲۰/٦۵^{a}	۰/۸۲^{a}	۲/۱۳^{ef}	۰/٤۱^{bc}	۲/٦٦^{bc}
	٤۰	۱۳/۵۰^{b}	۳۳/٦۰^{bc}	٤۰/۹۲^{abc}	۱۸/٦۱^{c}	۵/۹۸^{f}	۱۹/٦۰^{a}	۰/۷۸^{a}	۲/٤۵^{de}	۰/٤۰^{bc}	۲/٦۱^{bcd}
	۵۰	۱۱/۷۵^{b}	۳۲/۰۲^{bc}	۳۸/۵۵^{bc}	۱٦/٤٤^{c}	۵/۹۳^{f}	۱۵/۰۵^{bc}	۰/٦۰^{bc}	۲/٤۷^{de}	۰/۳۷^{bcd}	۲/۵٦^{bcd}
شاهد		۱٤/۷۵^{b}	۳۱/۸۵^{bc}	۳۵/٦۰^{c}	٤۵/۸۹^{bc}	۱۳/۹۹^{cde}	۱۰/۳^{de}	۰/٤۱^{ef}	۱/٦۷^{f}	۰/۳٤^{bcd}	۱/۹٤^{d}

حروف مشترک در هرستون نمایانگر عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد براساس آزمون دانکن می‌باشد.

هدایت الکتریکی (EC) بالای حاصل از افزودن درصدهای بالای کمپوست مصرف شده قارچ احتمالاً دلیل اصلی کاهش سطح برگ گیاهان رشد کرده در این تیمارها می‌باشد. زیرا شوری میزان انرژی لازم برای حفظ حالت طبیعی سلول را افزایش می‌دهد و در نتیجه انرژی کمتری برای نیازهای رویشی باقی می‌ماند که نتیجه آن کاهش تعداد برگ و سطح برگ می‌باشد. نتایج یک پژوهش نشان داد که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک با بهبود شرایط خاک، با تأمین عناصرغذایی موردنیاز گیاه توت‌فرنگی، موجبات افزایش رشد، پیکره رویشی و تولید بیوماس در این گیاه گردید (آرانکون و همکاران، ۲۰۰٤).

در این مطالعه مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ۱۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته شده، بیشترین (۵۱/۹۵) و شاهد، کمترین (۳۵/٦) شاخص‌کلروفیل را داشتند (جدول ۳). کمپوست مصرف شده قارچ حاوی موادی می‌باشد که می‌تواند برای افزایش فتوسنتز گیاهان مفید باشد (جاناتان و همکاران، ۲۰۱۱). در بین عناصر غذایی نیتروژن و منیزیم عناصر خیلی ضروری برای سنتز کلروفیل می‌باشند و تأثیر مستقیمی بر میزان کلروفیل دارند (جواهری و همکاران، ۲۰۱۲). کمپوست مصرف شده قارچ نیز یک منبع غنی از نیتروژن آلی به حساب می‌آید و در طی زمان و با فراهم شدن شرایط نیتریفیکاسیون، نیتروژن آن به فرم معدنی و آزاد درآمده و می‌تواند آن را در اختیار گیاه قرار دهد (مدین و همکاران، ۲۰۱۲). نیتروژن در ساختار بسیاری از مولکول‌های مهم مانند هورمون‌های گیاهی اکسین و سیتوکینین حضور داشته و نقش مهمی در سوخت و ساز گیاه دارد. همچنین وجود نیتروژن جهت ساخت پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک در داخل گیاه بسیار ضروری می‌باشد (جاناتان و همکاران، ۲۰۱۱). در این پژوهش اضافه نمودن ورمی‌کمپوست به بستر کشت باعث افزایش میزان کلروفیل در بسترهای حاوی ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد که با سایر سطوح ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). آرانکون و همکاران (۲۰۰٤) افزایش میزان کلروفیل در گیاهان توت‌فرنگی را به افزایش جذب ترکیبات نیتراته در ورمی‌کمپوست نسبت دادند.

نتایج نشان داد که گیاهان پرورش یافته در بسترهای کشت حاوی کمپوست مصرف شده قارچ در دو حالت شسته شده و شسته نشده بیشترین وزن تر و خشک نعناع سبز را داشتند (جدول ۳). الگوی مشابهی در افزایش وزن تر و خشک گیاهان با اضافه شدن کمپوست قارچ مصرف شده به بسترها در تحقیق ایودوکسی و الکساندر (۲۰۱۱) مشاهده شد. ریباس و همکاران (۲۰۰۹) با انجام آزمایشی وزن خشک بخش هوایی گیاهان کاهو رشد کرده در بسترهای تیمار شده با ۵ و ۱۰ درصد کمپوست قارچ مصرف شده را بیشتر از گیاهان رشد کرده با تیمار کودهای شیمیایی (NPK) گزارش کردند. نتایج

حاصل از تحقیقات حاکی از آن است که کود آلی کمپوست قارچ مصرف شده یک منبع غنی کربن و کاتیون‌های فراوان معدنی نظیر پتاسیم، سدیم، کلسیم و منیزیم و آنیون‌های کلرید، سولفات، فسفات و نیترات است که موجب تقویت رشد گیاه شده و نهایت باعث افزایش تولید می‌شود (گو و چروور، ۲۰۰۱). نتایج یک آزمایش در رابطه با استفاده از کمپوست مصرف شده قارچ به‌عنوان بستری برای تولید نشاء گوجه‌فرنگی و خیار در خزانه نشان داد که ترکیب کمپوست مصرف شده قارچ با نسبت ۲:۱ با پرلیت و نسبت ٤:۱ با ورمی‌کولایت وضعیت فیزیکی و شیمیایی مناسبی برای رشد نشاهای گوجه‌فرنگی و خیار به‌وجود آورد و باعث رشد مناسب این نشاها شد و آن را جایگزین مناسبی برای پیت جهت استفاده در گلخانه‌ها برشمردند (ران- هوآ و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش وزن تر و خشک کل گیاهان نشان‌دهنده تحریک رشد رویشی آن‌ها می‌باشد و با توجه به‌این که نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی می‌شود، می‌توان جذب بیشتر نیتروژن را عامل افزایش رشد محسوب کرد. از سویی دیگر کاربرد کمپوست مصرف شده قارچ احتمالاً تأثیر مثبتی روی ساختمان و فعالیت زیستی خاک گذاشته و باعث افزایش قابلیت دسترسی برخی عناصر برای گیاهان می‌شود. کاربرد ورمی‌کمپوست گیاه دارویی بابونه رومی باعث افزایش شاخص‌های رشد از جمله تعداد گل در بوته گردید (لیوک و پانک، ۲۰۰۵) بررسی‌های صورت گرفته نشان داده است که اثرهای مطلوب ورمی‌کمپوست به‌دلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی محیط کشت (آتیه و همکاران، ۲۰۰۰) و همچنین تنظیم pH و افزایش معنی‌دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت است (مکاینس و همکاران، ۲۰۰۳). آرگلو و همکاران (۲۰۰٦) نیز افزایش قابل توجه عملکرد محصول در گیاه دارویی سیر (*Allium sativum* L.) را در اثر مصرف ورمی‌کمپوست گزارش کردند. افزایش رشد گوجه‌فرنگی حتی در شرایط کاربرد ناچیز ورمی‌کمپوست (۵ درصد) ناشی از عوامل فیزیکی و تغذیه‌ای مانند تنظیم‌کننده‌های رشد تولید شده به‌وسیله ورمی‌کمپوست گزارش شده است که موید نتایج این آزمایش است چون تنظیم‌کننده‌های رشد در غلظت‌های کم و تحت شرایط فراهمی کامل عناصر غذایی، فعال می‌شوند (آتیه و همکاران، ۲۰۰۰).

عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم: تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم اندام هوایی گیاه نعناع سبز معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین میزان نیتروژن در تیمار ۲۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته نشده به‌دست آمد که با تیمارهای ۱۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته

نشده و ۲۰ و ۵۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته شده تفاوت معنی‌دار نداشت. کمترین میزان نیتروژن در تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۳). بیشترین میزان فسفر در تیمار ۱۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته نشده به‌دست آمد که با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌دار داشت. همچنین، بیشترین مقدار پتاسیم قابل جذب در تیمار ۲۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ در حالت شسته نشده به‌دست آمد که با تیمارهای ۱۰، ۳۰ و ٤۰ درصد کمپوست مصرف شده قارچ شسته نشده و تیمار ۱۰ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ تأثیر مثبت و معنی‌داری بر مقدار جذب عناصر غذایی دارند. در همین رابطه هو و بارکر (۲۰۰٤) اظهار داشتند که عناصر غذایی موجود در کمپوست عامل مهمی برای افزایش جذب عناصر غذایی می‌باشد. زالر (۲۰۰۷) نیز تأثیرکودهای آلی را بر افزایش غلظت پتاسیم در گیاه گوجه‌فرنگی مثبت گزارش نموده و بهبود فعالیت میکروبی و افزایش جذب عناصر معدنی نظیر پتاسیم در تیمارهای حاوی کودهای آلی را به‌عنوان دلایل اصلی افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد دانست. مصرف ورمی‌کمپوست در گیاه جعفری زینتی (*Taget espatula* L.) نیز موجب افزایش معنی‌دار غلظت نیتروژن بافت برگ در مقایسه با تیمار شاهد شد (آتیه و همکاران، ۲۰۰۲). ساینز و همکاران (۱۹۹۸) نیز افزایش قابل ملاحظه غلظت فسفر بخش هوایی گیاهان شبدر قرمز و خیار را در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل از ضایعات آلی شهری در مقایسه با شاهد گزارش کردند. والن و چانگ (۲۰۰۲) در آزمایش‌های خود دریافتند که کاربرد دراز مدت مواد آلی باعث گردید که فسفر با پیوندهای کم انرژی نگهداری شده و قابلیت استفاده آن افزایش پیدا کند. لابوسکی و لمب (۲۰۰۳) دلیل این تفاوت را اسیدهای آلی آزاد شده از مواد آلی می‌دانند که از تثبیت فسفر در خاک جلوگیری می‌کنند. این امر از مزایای استفاده از مواد آلی است که باعث تأمین عناصر ضروری گیاه شده و نیاز به استفاده از کود شیمیایی را کاهش می‌دهد. همچنین فسفات کافی، عمق نفوذ ریشه را افزایش داده و به‌این ترتیب جذب آب از اعماق خاک تسهیل و رشد و عملکرد گیاه را بهبود می‌بخشد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۳). مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که افزایش ماده آلی خاک در نتیجه افزودن ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ می‌تواند باعث افزایش فسفر قابل جذب خاک توسط گیاه گردد. چون با افزایش مواد آلی، محیط جهت رشد ریزموجودات خاک مساعدتر شده و بر جمعیت آن‌ها افزوده می‌شود، طوری‌که هر چه مواد آلی خاک افزایش یابد، موجودات زنده آن زیاد شده و خاک شکل زنده‌تری به‌خود گرفته، در نتیجه میکروفلور و میکروفون خاک فعال‌تر شده، سیستم ریشه‌ای توسعه و

تکامل یافته و تولید هوموس، معدنی شدن و گردش عناصر غذایی به‌خصوص فسفر و نیتروژن افزایش می‌یابد (ملکوتی و همکاران، ۲۰۰۳). همچنین به‌نظر می‌رسد که افزایش فعالیت زیستی در محیط رشد حاوی ورمی‌کمپوست و پیامد آن بهبود جذب عناصری نظیر نیتروژن، ضمن افزایش وزن خشک می‌تواند باعث افزایش نیتروژن جذب شده توسط نعناع شود. علاوه‌بر این، در خصوص تأیید تأثیر مصرف ورمی‌کمپوست روی افزایش غلظت پتاسیم در گیاه نعناع، به‌نظر می‌رسد که مصرف ورمی‌کمپوست از طریق افزایش فعالیت ریزجانداران خاک، غلظت فسفر جذب شده توسط گیاه را افزایش دهد که با نتایج موهانتی و همکاران (۲۰۰٦) روی بادام‌زمینی مطابقت داشت. در همین رابطه ملکوتی (۱۹۹۹) گزارش نمود که با اضافه کردن کود آلی به یک سیستم کشت، هوموس موجود در خاک باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیت فسفر می‌گردد. همچنین وجود فسفر در ورمی‌کمپوست که به تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می‌شود در افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه مؤثر است.

درصد و عملکرد اسانس: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها تأثیر ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ در دو حالت بر درصد و عملکرد اسانس در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها داده‌ها نشان داد که بیشترین بازده اسانس (۰/۸۲ و ۰/۸۷ درصد) و بیشترین عملکرد اسانس (۲۰/٦۵ و ۱۹/٦۰ میلی‌لیتر در گلدان) در تیمارهای ۳۰ و ٤۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول ۳). انوار و همکاران (۲۰۰۵) نیز تأثیر ورمی‌کمپوست در افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد زیست‌توده گیاه دارویی ریحان را نسبت به تیمار شاهد گزارش کردند. با توجه به این‌که عملکرد اسانس از حاصل‌ضرب درصد اسانس در عملکرد ماده خشک برگ به‌دست می‌آید، برتری کود آلی را می‌توان به بیشتر بودن عملکرد ماده خشک برگ در مقایسه با تیمار شاهد دانست. پاندی (۲۰۰۵) بهبود عملکرد اسانس در گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens* L.) در اثر مصرف ورمی‌کمپوست را ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست دانست. تأثیر افزایش مقدار ورمی‌کمپوست بر افزایش درصد اسانس در گیاهان، ریحان (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۳) بابونه رومی (لیوک و پانک، ۲۰۰۵)، بادرشبی (حسین و همکاران، ۲۰۰٦)، اسفرزه (خلیل، ۲۰۰٦) و رازیانه (درزی و همکاران، ۱۳۸۷) نیز گزارش شده است. راتی و همکاران (۲۰۰۱) نیز دریافتند که کاربرد کود زیستی باکتری حل کننده فسفات افزایش معنی‌دار درصد ژرانیول در اسانس در گیاه دارویی علف لیمو شد. یکی از هدف‌های اصلی از کشت ارگانیک گیاهان دارویی اسانس‌دار از جمله نعناع، بهبود کمیت و کیفیت اسانس است. افزودن کمپوست و ورمی‌کمپوست به

خاک با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه سبب افزایش رشد، افزایش تولید ماده خشک، عملکرد گل، تسریع واکنش‌های سوخت و سازی، افزایش تولید و تجمع متابولیت‌ها و در نهایت بهبود درصد و عملکرد اسانس می‌شود. نتایج تحقیقات پیشین حاکی از آن است که اسانس‌ها حاوی ترکیب‌های ترپنوئیدی بوده و واحدهای سازنده آن‌ها نیاز ضروری به عناصری نظیر نیتروژن و فسفر دارد. از این‌رو ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ با تأثیر بر روی جذب نیتروژن و فسفر باعث افزایش درصد و عملکرد اسانس می‌گردند (گوپتا و همکاران، ۲۰۰۲).

نتیجه‌گیری

این تحقیق به‌خوبی تأثیر مثبت استفاده از ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ را بر عملکرد، اجزای عملکرد، عناصر غذایی و مقدار اسانس نعناع سبز نشان داد، به‌طوری که کاربرد این دو کود آلی بیشترین تأثیر را بر اکثر متغییرهای مورد بررسی نشان داد. به‌نظر می‌رسد تیمارهای ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ در مقایسه با شاهد، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک را مهیا کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر غذایی معدنی توسط ریشه نعناع سبز، موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که کودهای آلی ورمی‌کمپوست و کمپوست مصرف شده قارچ می‌توانند بدون اثرات مخرب زیست‌محیطی باعث بهبود عملکرد گیاه دارویی نعناع سبز شوند و جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی جهت نیل به کشاورزی پایدار باشند.

منابع

1. Akabarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkan, F., Rezaee, M., and Sharifi Ashurabadi, A. 2003. Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixtures of them on seed yield and main, compositions of essential oil of *Carum copticum*. J. Res. Devel. 61: 32-41. [In Persian].
2. Anwar, M., Parta, D.D., Chand, S., and Khanuja, S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil quality of French basil. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 36: 1373-1746.
3. Arancon, N., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C., and Metzger, J.D. 2004. Influence of vermicomposts on field strawberries: Part 1. Effects on growth and yields. Biores.Technol. 93: 145-153.

4.Arguello, J.A., Ledesma, A., Nunez, S.B., Rodriguez, C.H., and Goldfarb, M.D.D. 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. Hort. Sci. 41(3): 589-592.
5.Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002. The influence of earthworm- processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Biores.Technol. 81: 103-108.
6.Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, G.D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. Pedo Biol. 44: 579-590.
7.Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: Effects on physicochemical properties and plant growth. Biores. Technol. 78(1): 11-20
8.Atiyeh, R.M., Arancon, N., Edwards, C.A., and Metzger, J.D. 2002. The influence of earthworm-processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Biores. Technol. 81(2): 103-108.
9.Bremness, L. 1999. Herbs Eyewitness Handbook, London. 176p.
10.Choudhurry, R.P., Kumar, A., and Gary, A.N. 2006. Analysis of Indian mint (*Mentha spicata*) for essential, trace and toxic elements and its antioxidant behavior. Pharma. Biochem. Anal. PBA: 5715.
11.Darzi, M.T., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and 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 J. Med. Arom. Plants. 24(4): 396- 413. (In Persian)
12.Dastborhan, S., Zehtab-Salmasi, S., Nasrollahzadeh, S., and Tavassoli, A.R. 2011. Effect of biofertilizers and different amounts of nitrogen on yield of flower and essential oil and nitrogen use efficiency of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian J. Med. Arom. Plants. 27(2): 290-305. (In Persian)
13.Gardezi, A.K., Ferrera, R., Acuna, J.L., and Saavedra, M.L. 2000. *Sesbania emerus* (Aubi) urban Inoculated with Glomus sp. in the presence of vermicompost. Mycorr. News. 12(3): 12-15.
14.Gou, M., Chorover, J., Rosario, R., and Fox, R.H. 2001. Leachate chemistry of field-weathered spent mushroom substrate. J. Environ. Qual. 30: 1699-1709.
15.Hameeda, B., Rupela, O.P., Reddy, G., and Satyavani, K. 2006. Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet *(Pennisetum glaucum* L.). Biol. Fertil. Soils. 43(2): 221-227.
16.Hazarika, D.K., Taluk Dar, N.C., Phookan, A.K., Saikia, U.N., Das, B.C., and Deka, P.C. 2000. Influence of vesicular arbascularmycorrhizal fungi and phosphate solubilizng bacteria on nursery establishment and growth of tea

seedlings in assam. Symposium no. 12, Assam Agricultural University, Jorhat-Assam, India.
17. Hu, Y., Barker, and A. 2004. Effects of compost and their combionations with other materials on nutrient accumulation in tomato leaves. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 35: 2809-2823.
18. Hussein, M.S., El-Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y., and Aly, S.M., 2008. Growth charecters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. Sci. Hort. 108(3): 322-331.
19. Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Asgharzadeh, A. 2012. The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). Ir. J. Med. Arom. Plants. 27(4): 551-560.
20. Jamshidi, E., Ghalavand, A., Sefidkon, F., and Goltaph, E.M. 2012. Effects of different nutrition systems (organic and chemical) on quantitative and qualitative characteristics of Fennel (Foeniculum valgare Mill.) under water deficit stress. Ir. J. Med. Arom. Plants. 28(2): 309-323.
21. Jones, J.B. 2001. Laboratory Guide for Conduction Soil Tests and Plant Anal.U. S: CRC press LLC.
22. Jones, J.B., and Case, V.W. 1990. Sampling, handling and analysing plant tissue sample. Pp: 389-429. In: R.L. Westerman (Ed) Soil Testing and Plant Analysis. SSSA, No.3, Madison, WI.
23. Laboski, C.A.M., and Lamb, J.A. 2003. Changes in soil test phosphorus concentration after application of manure or fertilizer. Soil Sci. Soc. Amer. J. 67: 544-554.
24. Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Sci. Pharma. 46: 63-69.
25. Malakouti, M.J. 1996. Sustainable agriculture and yield increase through balanced fertilization. Ministry of Agriculture. Karaj, Iran. 350p.
26. Malakouti, M.J., Keshavarz, P., and Karimian, N. 2003. Comprehensive approach towards identical of nutrient deficiency and optimal fertilization for sustainable agriculture. 3th Edition. Trbiat Modares University. Pub. Tehran. 380p. (In Persian)
27. Mohanty, S., Paikaray, N.K., and Rajan, A.R. 2006. Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea L.*)-corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. Geoderma. 133: 225-230.
28. Olsen, S.R., and Sommers, J.F. 1982. Phosphorus. Pp: 403-430, In: A.L. Page (ed.), Methods of soil Analysis. Agron. No. 9, part 2: Chemical and microbiological properties, 2nd edition, American Society and Agronomy Madison, WI, USA.

29. Omidbaigi, R., Sefidkon, F., and Kazemi, F. 2003. Roamn chamomile oil: Comparison between hydro distillation and supercritical fluid extraction. J. Essen. Oil Bear. Plant. 6(3): 191-194.
30. Pandey, R. 2005. Management of *Meloidogyne incognita* in Artemisia pallens with bio-organics. Phytopara. 33(3): 304-308.
31. Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayraaj, R., and Rao, D.S. 2007. EffectS of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian J. Microb, Biotech. Envir. Sci. 9: 321- 326.
32. Ratti, N., Kumar, S., Verma, H.N., and Gautam, S.P. 2001. Improvement in bioavailability of tricalciumphosphate to Cymbopogonmartinii var. motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microb. Res. 156: 145-149.
33. Sainz, M.J., Taboada-Castro, M.T., and Vilariño, A. 1998. Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. Plant. Soil. 205: 85–92.
34. Tomati, U., and Galli, E. 1995. Earthworms, soil fertility and plant productivity. Acta Zoologica Fennica, 196: 11-14.
35. Tomati, U., Grappelli, A., and Gall, E. 1987. The hormone-like effect of earthworm castson plant growth. Biol. Fertil. Soils. 5: 288-294.
36. Vahabi Mashak, F., Mirseyed Hosseini, H., Shorafa, M., and Hatami, S. 2009. Investigation of the effects of spent mushroom compost (SMC) application on some chemical properties of soil and leachate. J. Water. Soil. 22(2): 394-406. (In Persian)
37. Whalen, J.K., and Chang, C. 2002. Phosphorus sorption capacities of calcareous soil receiving cattle manure application for 25 years. Commun. Soil Sci. and Plant Anal, 23: 1011-1026.
38. Yonis, Y.M., and Beshir, S.M. 2004. Carvone rich essential oil from *Mentha longifolia* (L) Huds. Ssp. Schimperi Briq and *Mentha spicata* L. grown in sudan. J. Essent. Oil Res.16: 539-541.
39. Zaller, J.G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Sci. Hort. 112(2): 191-199.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. Plant Prod. Res. Vol. 21 (4), 2014
http://jopp.gau.ac.ir

Effect of organic fertilizers on growth properties nuterient absorption and essential oil yield of medicinal plant of spearmint (Mentha spicata L)

Z. Kiani[1], *B. Esmaeilpour[2], J. Hadian[3], A.A. Soltani Toolarood[4] and S. Fathololumi[5]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Horticulture Science, University of Mohaghegh Ardabili,
[2]Associate Prof., Dept. of Horticulture Science, University of Mohaghegh Ardabili,
[3]Asistant Prof., Institue of Medicinal Plant, Shahid Beheshti University,
[4]Asistant Prof., Dept. Soil Science, University of Mohaghegh Ardabili,
[5]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, University of Mohaghegh Ardabili
Received: 02/05/2014 ; Accepted: 10/26/2014

Abstract

Consumption of organic manures such as vermicompost and spent mushroom compost in a system based on organic agriculture beside to maintenance soil health improvement and yield of medicinal plant spearmint. Therefore, an completely randomized design experiment with four replications on spearmint (*Mentha spicata* L) was conducted in horticultural department of Mohaghegh Ardabili university. Experimental treatments including different rate (control, 10, 20, 30, 40 and 50%) of cow manure vermicompost and washed and unwashed spent mushroom compost (SMC). The base medium (control treatment) was a mixture of 75% from cultivated farm soil and 25% of sand. Results revealed that replacement of vermicompost and spent mushroom compost in growth medium had significant effect on all vegetable such as fresh and dry weight, height, chlorophyll content and area surface of leaves and macro element of areal sections of spearmint. The highest value for vegetative growth detected in 30% and 40% washed spent mushroom compost and 10% vermicompost. As increase in substitution of organic fertilizer in medium of plant, nutrient content of spearmint increased. substitution of vermicompost and spent mushroom compost improved uptake of nutrient by plant roots and increased of percent and yield of essential oil in spearmint in comparison with control.

Keywords: Essential oil, Nutrition, Spent Mushroom Compost, Vermicompost

*Corresponding author: behsmaiel@yahoo.com