

اثر ورمی کمپوست و هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشدی و ترکیب اسانس مورد (*Myrtus communis* L.)^۱

Effect of Vermicompost and Humic Acid on Growth Characteristics and Essential Oil Composition of *Myrtus communis* L.

بهلول عباس‌زاده*، فاطمه سفیدکن، معصومه لایق حقیقی و سمیه فکری قمی^۲

چکیده

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی، استفاده از سیستم‌های مختلف تغذیه غیرشیمیایی است. به منظور بررسی اثر ورمی کمپوست و هیومیک اسید بر گیاه مورد (*Myrtus communis* L.) آزمایشی در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و سه تکرار در موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور اجرا شد. تیمارها شامل ورمی کمپوست در سطح‌های ۹، ۱۸، ۲۷، ۳۶ و ۴۵ تن در هکتار، هیومیک اسید در سطح‌های ۵، ۷/۵، ۱۰، ۱۲/۵ و ۱۵ لیتر در هکتار و پنج سطح تلفیقی از آن‌ها (V9+H15, V18+H12.5, V27+H10, V27+H7.5) به همراه شاهد بود. بین تیمارها از لحاظ عملکرد برگ، سرشاخه، اسانس و درصد اسانس در سطح ۱٪ اختلاف آماری وجود داشت. بیشترین عملکرد برگ (۳۵۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد سرشاخه (۷۷۳ کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس (۱/۸۶٪) و عملکرد اسانس (۱۴ کیلوگرم در هکتار) با مصرف ۴۵ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد. ترکیب‌های عمده اسانس مورد α -pinene (۴۸/۵-۵۰/۶۳)، limonene (۳-/۴۰) و α -trans carveol (۲/۰-۵/۱) و myrtenol (۱۹/۲-۲۳/۱)، linalool (۲۶/۷-۷/۹۶)، 1,8-cineole (۱۸/۲-۷/۲۰)، terpinyl acetate (۷/۱-۷/۸۳) بودند. با توجه به اهمیت گیاه مورد در صنایع داروسازی و تولید اسانس بالا در کشت متراکم، کشت یک‌ساله آن در مناطق سرد توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسانس، کود آلی، سرشاخه، کمپوست، هیومیک اسید، مورد.

مقدمه

مورد با نام علمی *Myrtus communis* L. از تیره Myrtaceae درختچه کوچکی است به ارتفاع یک تا سه متر که در اقلیم مساعد به ارتفاع بیشتر نیز می‌رسد. برگ‌ها همیشه سبز، متقابل و ساده، گل‌ها درشت و سفید رنگ و میوه سته و بیضوی می‌باشد. به دلیل کاربرد این گیاه در صنایع غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی و همچنین اهمیت زیست‌محیطی آن به دلیل کنترل روان‌آب‌ها، از ارزش ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (۹). یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به منظور دستیابی به عملکرد بالا و کیفیت مطلوب، به‌ویژه در مورد گیاهان دارویی، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است (۱۶). استفاده از کودهای آلی نه تنها مقدار مصرف کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط نیز کمک خواهد نمود (۳). ورمی کمپوست یکی از کودهای آلی است که مزایای گزارش شده برای آن عبارت از منبع ماده آلی، بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، افزایش جذب ماده‌های غذایی و افزایش فعالیت شبه هورمونی گیاه می‌باشد (۱۸). هیومیک اسید نوعی کود آلی دیگر است که کاربرد آن در گیاه به صورت محلول‌پاشی و خاکی باعث افزایش هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شود (۱). همچنین با تولید بیشتر اسیدهای نوکلئیک و اسیدهای آمینه تکثیر

تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۲۶

۱- تاریخ دریافت: ۹۷/۴/۱۶

۲- به ترتیب استادیار، استاد، دکتری تخصصی و دانشجوی دکتری، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (babaszadeh@rifr-ac.ir).

یاخته‌ای را در کل گیاه و به ویژه در ریشه افزایش می‌دهد (۶). در آزمایشی Fatemi و همکاران (۷) تاثیر سطح‌های صفر، ۲/۵، ۵، ۱۰ و ۱۵ گرم در لیتر هیومیک‌اسید را بر گیاه ریحان بررسی کردند. آن‌ها مشاهده نمودند که بالاترین میزان عملکرد، ماده خشک، طول ریشه، وزن خشک و تر برگ مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر بود هر چند که اسانس زیر تاثیر مقادیر هیومیک‌اسید قرار نگرفت. هم‌چنین Kiani و همکاران (۱۴) گزارش کردند که اعمال چهار سطح تیمار ترکیبی هیومیک‌اسید و فولویک‌اسید به مقدار صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر شامل ۸۰٪ هیومیک و ۲۰ درصد فولویک باعث افزایش ویژگی‌های شمار گل، عملکرد گل تازه و گل خشک در گیاه بابونه‌اگردید. بیشترین افزایش در ویژگی‌های بیان شده، در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد (۱۴). نتیجه‌های پژوهشی نشان داد که وزن تر و خشک برگ و ساقه فلفل زیر تاثیر هیومیک‌اسید افزایش یافت (۱۱). در مورد اثر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاهان دارویی نیز گزارش‌های زیادی وجود دارد. در آزمایشی روی گیاه رازیانه^۲ Darzi و همکاران (۵) مشاهده کردند که ورمی‌کمپوست در سه سطح صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار به‌همراه کود فسفات زیستی روی ارتفاع بوته، شمار چتر در بوته و عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت. بیشترین تاثیر در تیمار ۱۰ تن در هکتار مشاهده گردید. اما در ویژگی وزن هزار دانه اثر معنی‌داری مشاهده نشد. در مطالعه‌ای کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد گیاه دارویی بارهنگ گردید (۲۱). در پژوهش دیگری Ghazi Manas و همکاران (۱۰) چهار سطح ورمی‌کمپوست (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) و هم‌چنین چهار سطح نیتروژن را (۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار) بر گیاه بابونه آزمایش کردند. نتیجه‌ها حاکی از این بود که ورمی‌کمپوست بر وزن خشک گل و درصد اسانس در سطح ۱٪ و بر عملکرد گل خشک و تازه و ترکیب کامازولن در سطح ۵٪ معنی‌دار بود (۱۰). هم‌چنین در مطالعه دیگری که روی گیاه دارویی درمنه^۳ انجام شد، نتیجه‌ها نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود چشمگیر عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک به‌دست‌آمده از مصرف ورمی‌کمپوست بود (۱۵). گیاه مورد دارای ویژگی‌های ضد باکتری، ضد ویروس، ضد قارچ، ضد التهاب و آنتی‌اکسیدان می‌باشد (۲، ۲۰)، هم‌چنین کاهنده میزان کلسترول خون می‌باشد (۲، ۲۰). در پژوهشی AL-Hadeethi و همکاران (۲) ۶ ترکیب مهم ۸۰۱-سینئول، آلفا-پینن، آلفا-ترپینئول، اکالیپتول، ژرانیال استات، لیمونن و لینالول را با روش HPLC از برگ‌های مورد در مرحله گلدهی جداسازی نمود (۲). در اسانس برگ‌های مورد جمع‌آوری شده از منطقه ساردینیا ایتالیا، آلفا-پینن، ۸۰۱-سینئول و لیمونن شناسایی شد (۲۳). با توجه به دارویی بودن گیاه مورد، هدف از این پژوهش، تغذیه آن با ماده‌های آلی جهت بهبود عملکرد، بدون مصرف مواد شیمیایی مضر بود. افزون بر این، بررسی اثر ورمی‌کمپوست و هیومیک‌اسید و تلفیق آن‌ها بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عملکرد گیاه و نیز بررسی اثر تیمارها بر اسانس گیاه مورد برای تولید یک ساله از دیگر اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها

محل اجرای آزمایش

آزمایش در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقات البرز، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و در شرایط مزرعه اجرا شد.

ویژگی جغرافیایی محل انجام آزمایش

ایستگاه تحقیقاتی البرز در پنج کیلومتری جنوب شرقی شهرستان کرج در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۸ دقیقه شمالی و ۵۱ درجه شرقی، در ارتفاع ۱۳۲۰ متری از سطح دریا قرار گرفته است. میانگین بارندگی منطقه حدود ۲۳۵ میلی‌متر، کمینه دما در سال‌های ۹۱، ۹۲، ۹۳ به‌ترتیب ۸/۸-، ۱۲/۲-، ۴/۶- و بیشینه دما در سال‌های یاد شده به‌ترتیب ۳۸/۴، ۴۰ و ۴۱/۴ درجه سلسیوس بوده است (۱۲). جهت باد غالب منطقه از شرق و جنوب شرقی می‌باشد.

شیوه نمونه‌برداری از خاک و ویژگی‌های آن

به‌منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، شماری نمونه به‌طور تصادفی از عمق صفر تا ۵۰ سانتی‌متری برداشت و پس از آمیختن آن‌ها یک نمونه مرکب تهیه و به آزمایشگاه خاک و آب بخش بیابان موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ارسال گردید. نتیجه‌های به‌دست‌آمده از تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده.

Table 1. Physical and chemical properties of the used soil.

ماده آلی خاک		خصوصیات شیمیایی				بافت خاک			عنصرهای پرمصرف		
soil organic matter		Chemical characters				soil texture			macro elements		
OM	OC	TNV	EC	pH		Clay	Silt	Sand	P	K	N
	(%)					(%)			(mg/kg)		(%)
1.51	0.87	11.5	0.7	7.57		26	29	45	9.5	181	0.07

OM=Organic matter, OC=Organic carbon, TNV= Total neutralizing value

قالب آماری و تیمارها

این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۶ تیمار و در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل مقادیر ورمی کمپوست، هیومیک اسید و تلفیقی از آن‌ها به همراه شاهد بود (جدول ۲).

جدول ۲- مشخصات تیمارهای استفاده شده در تحقیق حاضر

Table 2. Detail of experiment treatments used in this research

تیمارهای کودی Fertilizer treatments	شاهد Control	ورمی کمپوست Vermicompost (tons per hectare)						کودهای تلفیقی Compound fertilizers					اسید هیومیک Humic acid (liter per hectare)				
		control	V1	V2	V3	V4	V5	V1+H5	V2+H4	V3+H3	V4+H2	V5+H1	H5	H4	H3	H2	H1
ورمی کمپوست Vermicompost	0	9	18	27	36	45	9	18	27	36	45	0	0	0	0	0	0
هیومیک اسید Humic Acid	0	0	0	0	0	0	15	12.5	10	7.5	5	15	12.5	10	7.5	5	5

روش اجرای آزمایش

نهال‌های یک ساله مورد از شهر ممسنی در اسفند سال ۹۱ تهیه و تا زمان کاشت در گلدان در هوای آزاد نگهداری گردید. در اواخر تابستان سال ۹۲ پس از آماده‌سازی زمین، کشت نهال‌ها در چاله‌هایی با فاصله ۷۰*۷۰ سانتی‌متر و به قطر ۵۰ سانتی‌متر و به عمق ۵۰ سانتی‌متر انجام شد. در حین کشت، ورمی کمپوست هر پایه بر اساس تراکم یاد شده برای هر نهال محاسبه و با توجه به تیمار تعریف شده با خاک مخلوط شد و در چاله‌ها ریخته شدند. نتیجه آزمایش آنالیز ورمی کمپوست مصرفی به شرح جدول ۳ بود.

جدول ۳- نتایج آنالیز کود ورمی کمپوست استفاده شده در این تحقیق.

Table 3. Analysis results of used vermicompost in this research.

مس	منگنز	روی	آهن	منیزیم	کلسیم	فسفر	پتاسیم	نیترژن
Cu	Mn	Zn	Fe	Mg	Ca	P	K	N
	(ppm)				(%)			
22	496	150	1022	0.22	1.31	0.3	1.05	1.08

هیومیک اسید با آنالیز مشروح در جدول ۴، دو بار در فصل رشد در هفته سوم فروردین و هفته سوم خرداد، با توجه به تیمارهای تعریف شده، به تشتک‌های آبیاری افزوده شد. بعد از پر شدن تشتک اطراف نهال، هیومیک اسید مایع به مقدار

مشخص شده در آب تشنگ افزوده شد. همچنین در روزهای اعمال تیمار هیومیک اسید، به منظور جلوگیری از تبخیر آب، آبیاری ساعت ۶ صبح انجام شد.

جدول ۴- نتایج آنالیز هیومیک اسید استفاده شده در این تحقیق.

Table 4. Analysis results of used humic acid in this research.

فولویک اسید Fulvic Acid	هیومیک اسید Humic Acid	ماده آلی OM	کربن آلی OC	نسبت کربن به نیتروژن C/N	منیزیم Mg	کلسیم Ca	منگنز Mn	روی Zn	مس Cu	آهن Fe	پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N
	(%)												
12	15	64.82	8.5	10.24	300	2100	4216.5	13.33	558.27	1096.51	18700	59900	8300

OM=Organic matter, OC=Organic carbon, TNV= Total neutralizing value, C/N=ratio of carbon/nitrogen

در اسفند ۱۳۹۲ همه ساقه‌ها از ۵ سانتی متری از سطح خاک کفبر شدند و در ۱۵ آبان ماه ۱۳۹۳ برداشت سرشاخه‌ها به صورت کف بر از ارتفاع ۵ سانتی متری خاک انجام شد. سرشاخه‌ها در سایه و با جریان هوای طبیعی خشک شدند.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده عبارت از ارتفاع گیاه، قطر ساقه، شمار شاخه فرعی، شمار شاخه فرعی فرعی، عملکرد برگ در هکتار، عملکرد ساقه در هکتار، عملکرد سرشاخه در هکتار، عملکرد و درصد اسانس و ترکیب‌های اسانس بودند.

روش استخراج اسانس و تعیین عملکرد آن

اسانس‌گیری از برگ‌ها، به روش تقطیر با آب، توسط دستگاه شیشه‌ای کلونجر به مدت ۲ ساعت، از شروع خروج اولین قطره‌های اسانس تا خاموش کردن کلونجر انجام شد. نسبت آب به ماده خشک گیاهی ۲۰ به ۱ بود. بازده اسانس، با در نظر گرفتن درصد رطوبت، برحسب وزن خشک نمونه محاسبه شد. در نهایت عملکرد اسانس با ضرب کردن درصد اسانس در عملکرد برگ محاسبه شد.

تعیین درصد ترکیب‌ها و شناسایی آن‌ها

جداسازی و شناسایی همه ترکیب‌های اسانس با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی^۱ و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی^۲ انجام شد، اما به دلیل اهمیت ترکیب‌های عمده، از بین ۲۵ ترکیب شناسایی شده (α -thujene، cis، trans pinocarveol، linalool، γ -terpinene، 1,8- cineole، limonene، α -terpinene، myrcene، sabinene، pinene، geranyl، α -terpinyl acetate، E-anethol، linalool acetate، trans carveol، myrtenol، α -terpineol، terpinen-4-ol، sabino، (myrtenyl acetate، P- cymene، humulene epoxide، caryophyllene oxide، α -homolon، methyl eugenol، acetate فقط ۸ ترکیب در مقاله ارائه شده است. مقدار ۰/۲ میکرولیتر از هر اسانس به دستگاه کروماتوگراف گازی تزریق شد و درصد ترکیب‌های تشکیل دهنده هر اسانس پس از جداسازی به همراه شاخص بازدارنده محاسبه شد. همچنین مقدار یک میکرولیتر از هر اسانس در دو میلی‌لیتر دیکلرومتان رقیق شد و به دستگاه گاز کروماتوگراف متصل به طیف‌سنج جرمی تزریق و طیف‌های جرمی مربوط به ترکیب‌های موجود در اسانس به منظور بررسی کیفی (شناسایی) به دست آمد.

ویژگی‌های دستگاه‌های مورد استفاده

دستگاه کروماتوگرافی گازی: گاز کروماتوگراف فوق سریع Thermo مدل UFM دارای ستون ۵ DB-پر شده با سیلیکای گداخته به طول ۱۰ متر، قطر ۰/۱ میلی‌متر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۴ میکرومتر مورد استفاده قرار گرفت.

^۲ GC/MS (Gas chromatography-mass spectrometry)

^۱ GC (Gas chromatography)
^۲ Retention Index

برنامه ریزی دمایی ستون از ۶۰ تا ۲۸۵ درجه سلسیوس با افزایش دمای ۸۰ درجه سلسیوس در دقیقه و توقف به مدت ۳ دقیقه در دمای نهایی تنظیم شد.

دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف سنج جرمی: دستگاه گاز کروماتوگراف واریان مدل ۳۴۰۰ متصل شده به طیف سنجی جرمی با ستون DB-5 به طول ۳۰ متر، قطر ۰/۲۵ میلیمتر و ضخامت لایه فاز ساکن ۰/۲۵ میکرون مورد استفاده قرار گرفت. برنامه ریزی دمایی از ۶۰ تا ۲۷۰ درجه سلسیوس با افزایش دمای ۳ درجه سلسیوس در دقیقه بود. دمای محفظه تزریق ۲۸۰ درجه سلسیوس و دمای ترانسفرلاین ۲۹۰ درجه سلسیوس تنظیم شد. گاز هلیوم با خلوص ۰/۹۹۹ به عنوان گاز حامل مورد استفاده قرار گرفت. زمان اسکن برابر با یک ثانیه، انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت و محدوده جرمی از ۳۵۰-۴۰۰ بود.

واکاوای آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS, 9.1 انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد به کار برده شد.

نتایج

نتیجه‌های به دست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که سطح‌های مختلف هیومیک/اسید، ورمی کمپوست و تلفیق آن‌ها بر ارتفاع گیاه، قطر ساقه، شمار شاخه فرعی، شمار شاخه فرعی فرعی، عملکرد برگ، عملکرد ساقه، عملکرد سرشاخه، درصد اسانس و عملکرد اسانس در سطح یک درصد معنی دار گردید.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میانگین قطر ساقه (۱۲/۷ میلی‌متر) متعلق به تیمار V5+H1 (۴۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۵ لیتر در هکتار هیومیک/اسید) بود، بیشینه ارتفاع گیاه (۴۹ سانتی‌متر)، شمار شاخه فرعی (۳۵ عدد)، عملکرد برگ (۳۵۶ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد سرشاخه (۷۷۳ کیلوگرم در هکتار)، بالاترین درصد اسانس (۱/۱۸۶) و حداکثر عملکرد اسانس در هکتار (۱۴ کیلوگرم) در تیمار V5 (۴۵ تن در هکتار ورمی کمپوست) به دست آمد. بیشترین شمار ساقه فرعی (۳۳ عدد بر روی ساقه اصلی) از تیمار V2+H4 (۱۸ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۲/۵ لیتر در هکتار هیومیک/اسید) به دست آمد. بیشترین عملکرد ساقه (۲۸۰ کیلوگرم در هکتار) از V3+H3 (۲۷ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۰ لیتر در هکتار هیومیک/اسید) تولید شد. همچنین مشاهده شد که افزون بر تیمارهای یاد شده در بالا، تیمار H5 (۱۵ لیتر هیومیک/اسید در هکتار) در سه ویژگی عملکرد برگ (۴۶۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد ساقه (۳۲۳ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد سرشاخه (۷۸۸ کیلوگرم در هکتار) در دسته تیمارهای برتر قرار داشت. (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی بر میانگین ویژگی‌های ریخت‌شناسی و عملکرد اندام‌های مختلف مورد.

Table 5. Comparison of means of the effect of organic fertilizers on morphological traits and yield of of *Myrtus communis*.

تیمار	قطر ساقه (میلی متر)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	شمار شاخه‌ها (عدد در ساقه)	شمار شاخه‌های فرعی (عدد در ساقه اصلی)	عملکرد برگ (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد سرشاخه (کیلوگرم در هکتار)	درصد اسانس (%)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)
Treatment	Stem diameter mm	Plant height cm	Number of branches n./stem	Number of sub branches n./main stem	Yield of leaves kg ha ⁻¹	Yield of stem kg ha ⁻¹	Yield of shoot kg ha ⁻¹	essential oil percentage %	essential oil yield kg ha ⁻¹
control	11.3a-c	29de	11.70e	11.23e-g	247.83f-h	174.73fg	422.57fg	1.06d-f	4.46de
V1	9.26b-d	39.33bc	23.10bc	7fg	380.43c-e	180.3e-g	560.73de	0.80e-g	4.50de
V2	13.10a	40bc	18.66c-e	22.33bc	395.60b-d	195.57d-f	591.17cd	0.80e-g	4.66de
V3	7.33de	40.73bc	22.23b-d	16.43c-e	333.03d-f	151.60fg	484.63ef	0.90e-g	4.30e
V4	7.50c-e	46.06ab	14.66de	14def	266.17f-h	137.57g	403.73fg	1.53a-c	6.20c-e
V5	6.56de	49.33a	18.66c-e	35.33a	536.60a	237.07b-d	773.7ab	1.86a	14.20a
V1+H5	7.40de	27.33de	14.33e	13def	225.5gh	134.80g	360.30g	1.20c-e	4.26e
V2+H4	9.26b-d	26e	33a	28.33b	302.43e-g	135.30g	437.73fg	1.13c-f	4.86c-e
V3+H3	8.66c-e	26.10e	35.16a	20.50cd	471.93ab	280.37ab	752.30ab	0.90e-g	6.83cd
V4+H2	6.86de	27.53de	22b-d	5g	200.67h	152.30fg	352.97g	1.76ab	6.06c-e
V5+H1	6.50de	32c-e	18.33c-e	6.66fg	214.57gh	150.87fg	365.40g	1.03ef	3.80e
H1	12.66ab	28.33de	11.16e	18.33c-e	397.87b-d	223.83c-e	621.73cd	0.96e-g	6.13c-e
H2	5.16e	28.50de	11.50e	17.33c-e	385b-e	225.93c-e	610.97cd	1.16c-e	7.16c
H3	6.66de	35.66cd	11.66e	11.76e-g	333.2d-f	249.23bc	582.47c-e	0.73fg	4.33e
H4	6.03de	35.16c-e	18.83c-e	12.50e-g	400.27b-d	274.60b	674.87bc	0.60g	4.20e
H5	6.63de	33.10c-e	28.16ab	35.66a	464.57a-c	323.73a	788.30a	1.46b-d	11.53b

Means in a column followed by the same letter are not significantly different. Similar letters in each column indicate that there is no significant difference between the means. V= Vermicompost (V1: 9, V2: 18, V3: 27, V4: 36 & V5: 45 ton/ha) H= Humic acid (H1: 5, H2: 7.5, H3: 10, H4: 12.5 & V5: 15 l/ha).

حرف‌های مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست. V= ورمی کمپوست (V1: ۹، V2: ۱۸، V3: ۲۷، V4: ۳۶ و V5: ۴۵ تن در هکتار) H= هیومیک‌اسید (H1: ۵، H2: ۷/۵، H3: ۱۰، H4: ۱۲/۵ و H5: ۱۵ لیتر در هکتار).

نتیجه‌های به‌دست‌آمده از تجزیه ترکیب‌های اسانس نشان داد که بین تیمارها در 1,8- cineole, limonene, α -pinene در trans carveol, myrtenol, linalool در سطح یک درصد و α -terpinyl acetate در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار α -pinene به‌ترتیب مربوط به تیمارهای V1 (مصرف ۹ تن ورمی کمپوست در هکتار با ۴۸/۵٪)، V1+H5 (مصرف ۹ تن ورمی کمپوست در هکتار به‌همراه ۱۵ لیتر در هکتار هیومیک‌اسید با ۴۱/۲٪) و H1 (مصرف ۹ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید با ۴۱/۱٪) به‌دست آمد. بالاترین درصد ترکیب limonene در ۵ تیمار شاهد، V4، V2+H4، V3+H3 و نیز H1 مشاهده شد. بیشینه 1,8- cineole با ۱۶٪ در تیمار V1 (مصرف ۹ تن ورمی کمپوست در هکتار) تولید شد. بیشترین ترکیب linalool در تیمارهای V2، V3، V1+H5، V3+H3، H2، H3 و H4 و H5 مشاهده شد. بررسی میانگین‌ها نشان داد که بالاترین میزان انباشت myrtenol در دو تیمار V3 (مصرف ۲۷ تن ورمی کمپوست در هکتار) و H2 (مصرف ۷/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید) به‌ترتیب با میانگین ۱۴/۳۳ و ۱۹/۲۳٪ بود (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه درصد میانگین ترکیب‌های اساسی مورد.

Table 6. Comparison of percentage of essential oil compounds means of *Myrtus communis*.

تیمار	آلفا-پینن	لیمونن	۱،۸-سینئول	لینالول	ترپین-۴-آل	میرتنول	ترانس کارونول	آلفا-ترپینیل استات
Treatment	α -pinene	limonene	1,8- cineole	linalool	terpinen-4-ol	myrtenol	trans carveol	α -terpinyl acetate
control	34.03b-d	22.10a	12.20b-e	13.56d-g	2.56a	3.56ef	0.83b-d	2.23c
V1	48.50a	11.76b-d	16.06ab	9.76fg	2.83a	2.10f	0.70cd	2c
V2	24.43c-f	8.10d-f	9.06c-e	23.56a-c	2.90a	9.10b-e	1.30b-d	2.90bc
V3	5.63g	3.86f	2.20f	23.46a-c	3.20a	14.33ab	1.26b-d	3.20bc
V4	14.36fg	18.76ab	8.86c-e	11.13e-g	2.66a	11.26bc	1.16b-d	4.46bc
V5	21.60ef	4.10ef	18.70a	13.96c-g	3.10a	11.60bc	1bcd	5.96ab
V1+H5	41.20ab	11.26c-e	10c-e	20.40a-e	3.30a	10.56b-d	0.70cd	2c
V2+H4	22.83d-f	22.63a	8.66c-e	24ab	3.50a	7.03c-f	1.60a-c	3.10bc
V3+H3	31.70bc-e	22.36a	10.66c-e	16.73b-g	2.16a	5.13d-f	1b-d	2.10c
V4+H2	33.20b-e	5.63d-f	12.26b-d	18.60a-f	3.23a	7.03c-f	0.80b-d	2.33c
V5+H1	30.56b-e	3.40f	7e	7.96g	2.46a	3.86ef	0.70dc	1.83c
H1	41.10ab	16.13a-c	13.46bc	14.50b-g	2.63a	7.66c-f	0.10d	2.10c
H2	17.06f	5.16d-f	7.96de	20.73a-d	3.60a	19.23a	2.50a	7.70a
H3	29.73b-e	12.2b-d	12b-e	26.70a	2.60a	11.33bc	1.20b-d	2.30c
H4	29.83b-e	12.2b-d	9.03c-e	23.10a-c	3a	13.20bc	2.03ab	4.80a-c
H5	35.16bc	9c-f	10.20c-e	23.60a-c	2.96a	12.60bc	1b-d	3.80bc

Means in a column followed by the same letter are not significantly different. Similar letters in each column indicate that there is no significant difference between the means. V= Vermicompost (V1: 9, V2: 18, V3: 27, V4: 36 & V5: 45 ton/ha). H= Humic acid (H1: 5, H2: 7.5, H3: 10, H4: 12.5 & V5: 15 l/ha).

حرف‌های مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین میانگین‌هاست. V= ورمی کمپوست (V1: ۹، V2: ۱۸، V3: ۲۷، V4: ۳۶ و V5: ۴۵ تن در هکتار). H= هیومیک اسید (H1: ۵، H2: ۷/۵، H3: ۱۰، H4: ۱۲/۵ و H5: ۱۵ لیتر در هکتار).

بررسی همبستگی ویژگی‌ها نشان داد که بین قطر تنه با درصد لیمونن در سطح یک درصد همبستگی مثبت معنی‌دار و با درصد میرتنول در سطح پنج درصد همبستگی منفی معنی‌دار وجود داشت. (جدول ۷). همچنین نتیجه‌ها نشان داد که بین ارتفاع گیاه با درصد آلفا پینن در سطح پنج درصد همبستگی منفی معنی‌دار وجود دارد، همچنین بین ارتفاع گیاه با درصد آلفا ترپینیل در سطح پنج درصد همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد.

بین عملکرد برگ با شمار ساقه فرعی روی ساقه اصلی و عملکرد ساقه همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. عملکرد اندام هوایی با عملکرد برگ و ساقه رابطه مثبت معنی‌دار داشت. درصد اسانس و درصد آلفا ترپینیل استات با عملکرد برگ همبستگی مثبت معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد داشتند. رابطه بین آلفا پینن با ۱،۸-سینئول مثبت معنی‌دار و با ترکیب‌های میرتنول، ترانس کارواکرول و آلفا ترپینیل استات منفی معنی‌دار بود (جدول ۷). نتیجه‌ها نشان داد بین میرتنول با ترانس کارواکرول و آلفا ترپینیل استات همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد.

جدول ۷- همبستگی ساده اثر کودهای آلی بر ویژگی‌های ریخت‌شناسی، عملکرد اندام‌های مختلف و درصد ترکیب‌های اسانس مورد.

Table 7. Simple correlation of the effects of organic fertilizers on morphological traits, yield of different organs, and essential oil compounds of *Myrtus communis*.

ویژگی‌ها	قطر ساقه	ارتفاع گیاه	شمار شاخه‌ها	شمار شاخه‌های فرعی	عملکرد برگ	عملکرد ساقه	عملکرد سرشاخه	درصد اسانس	عملکرد اسانس	آلفا-پینن	لیمونن	۱،۸-سینئول	لینالول	ترپین-۴-آل	میرتنول	ترانس کارونول	آلفا-ترپینل استات
Traits	Diameter trunk	Plant height	Number of branches	Number of sub branches	Yield of leaves	Yield of stem	Yield of shoot	Percent of essential oil	Yield of essential oil	α -pinene	limonene	1,8-cineole	linalool	terpinen-4-ol	myrtenol	trans carveol	α -terpinyl acetate
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1																
2	-0.13ns	1															
3	-0.05ns	-0.05ns	1														
4	0.005ns	0.19ns	0.31*	1													
5	0.06ns	0.25ns	0.26ns	0.65**	1												
6	-0.09ns	-0.01ns	0.17ns	0.37**	0.68**	1											
7	0.004ns	0.16ns	0.25ns	0.59**	0.95**	0.86**	1										
8	-0.20ns	0.13ns	0.03ns	0.23ns	-0.05ns	-0.09ns	-0.07ns	1									
9	-0.14ns	0.25ns	0.16ns	0.65**	0.63**	0.49**	0.63**	0.69**	1								
10	0.17ns	-0.29*	0.005ns	-0.21ns	-0.03ns	0.16ns	0.04ns	-0.07ns	-0.04ns	1							
11	0.41**	-0.26ns	0.19ns	0.03ns	-0.05ns	-0.03ns	-0.04ns	-0.15ns	-0.17ns	0.25ns	1						
12	0.12ns	0.13ns	-0.07ns	0.14ns	0.27ns	0.20ns	0.26ns	0.30*	0.40**	0.56**	0.15ns	1					
13	-0.02ns	-0.12ns	0.11ns	0.22ns	0.10ns	0.19ns	0.15ns	-0.12ns	-0.03ns	-0.17ns	0.05ns	-0.17ns	1				
14	0.05ns	0.13ns	0.04ns	0.07ns	0.006ns	-0.14ns	-0.05ns	0.06ns	0.007ns	0.005ns	0.06ns	0.10ns	0.40**	1			
15	-0.30*	0.20ns	-0.21ns	0.22ns	0.16ns	0.19ns	0.19ns	0.13ns	0.20ns	-0.45**	-0.25ns	-0.20ns	0.57**	0.37**	1		
16	-0.15ns	0.09ns	0.04ns	0.09ns	0.13ns	0.07ns	0.12ns	-0.12ns	-0.03ns	-0.33*	0.04ns	-0.13ns	0.48**	0.69**	0.60**	1	
17	-0.21ns	0.29*	-0.10ns	0.29*	0.32*	0.16ns	0.28*	0.21ns	0.36*	-0.32*	-0.09ns	0.10ns	0.29*	0.67**	0.69**	0.83**	1

ns, non significant correlation, *, significant correlation at $p \leq 0.05\%$ and ** significant correlation at 0.01%.

ns، عدم معنی داری،* معنی داری در سطح ۵ درصد و ** معنی داری در سطح ۱ درصد.

بحث

نتیجه‌ها نشان داد که بین سطح‌های مختلف تیمارها در ویژگی‌های ریخت‌شناسی، عملکرد اندام‌های مختلف درصد و عملکرد اسانس و ترکیب‌های اسانس شامل α -pinene, 1,8-cineole, limonene, linalool, myrtenol, trans carveol, α -terpinyl acetate اختلاف معنی‌دار وجود داشت، وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها نشان‌دهنده موثر بودن تیمارهای استفاده شده در رشد، عملکرد و تولید ماده موثره در گیاه مورد بوده است. با نگاهی کلی به ویژگی‌ها و نقش کودهای مورد استفاده در این پژوهش می‌توان علت این تغییرها را تا حدودی متوجه شد به طوری که هیومیک اسید به دلیل تولید هورمون‌های مختلف باعث افزایش عملکرد قسمت هوایی گیاه می‌گردد (۴). در جدول ۵ مشاهده گردید که تیمار H5 (۱۵ لیتر هیومیک اسید در هکتار) در سه ویژگی عملکرد برگ، عملکرد ساقه و عملکرد سرشاخه در دسته تیمارهای برتر قرار داشت. هیومیک اسید باعث تولید هورمون‌های اکسین، سیتوکنین و جیبرلین در گیاه می‌شود (۱). یکی از کارایی‌های اکسین، طولیل شدن یاخته گیاهی و به دنبال آن طولیل شدن ساقه گیاه و در پی آن افزایش عملکرد ساقه می‌باشد، در جدول ۵ و ۶ اختلاف معنی‌دار و افزایش عملکرد ساقه در گیاه مورد مشاهده شد. نتیجه‌های این پژوهش نشان دهنده تاثیر مثبت کودهای استفاده شده بر ارتفاع گیاه و شاخه‌های جانبی بود، اما این که این تاثیر به خاطر افزایش طولی یاخته‌ها یا افزایش شمار یاخته‌ها یا هر دو توأم باشد، نیاز به بررسی بیشتری دارد. زمانی که کولتوپتیل و بافت‌های ریشه‌ای در تماس با اکسین قرار می‌گیرند افزایش رشدی در آن‌ها مشاهده می‌شود (۸)، از سویی کاربرد هیومیک اسید باعث بهبود ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد که به گسترش بیشتر و راحت‌تر ریشه کمک می‌کند و باعث جذب بیشتر ماده‌های غذایی و توسعه بیشتر گیاه می‌شود (۱۹) و جیبرلین‌ها به عنوان بخشی از ترکیب هیومیک اسید با افزایش تقسیم یاخته‌ای و رشد طولی ساقه (۸) باعث افزایش طول ریشه و قسمت هوایی می‌شود که در این پژوهش افزایش طولی اندام‌ها با مصرف کودهای آلی مشاهده شد (جدول ۶). هم‌چنین سابتوکنین‌های هیومیک اسید در تقسیم یاخته‌ای و بزرگ شدن یاخته‌ها نقش داشته و با توجه به غلظت مصرفی می‌تواند اثر محرک یا بازدارنده (در غلظت‌های بالا اثر بازدارندگی دارد) بر رشد ریشه داشته باشد و از راه تأثیر بر رشد جوانه‌های جانبی باعث کاهش غالبیت انتهایی و در نتیجه رشد بیشتر ساقه‌های جانبی و قسمت هوایی گیاه می‌شوند (۸)، موضوع کاهش غالبیت انتهایی و افزایش شمار شاخه‌های فرعی در این پژوهش مشاهده شد (جدول ۵ و ۶). نتایج پژوهشی درباره اثر هیومیک اسید روی چند باریک‌برگ، نشان داد که کاربرد هیومیک اسید موجب افزایش شاخه و برگ گیاهان می‌شود (۲۴). در پژوهش دیگری اثر هیومیک اسید بر گیاه ریحان^۲ بالاترین عملکرد، شمار گره، ماده خشک، طول ریشه، وزن خشک و تر برگ مربوط به بیشترین مقدار هیومیک اسید مصرفی بود اما مقدار اسانس گیاه تحت تاثیر مقادیر هیومیک اسید قرار نگرفت (۷) که از این نظر متفاوت از نتیجه‌های پژوهش ما بود. علت تاثیر کاهشی بر عملکرد اسانس می‌تواند به دلایل تاثیر مثبت این کود در خاک و کاهش اثرهای تنش خشکی باشد، زیرا هیومیک اسید تبادل کاتیونی (۱۷، ۲۲) و حاصلخیزی خاک را افزایش داده، موجب افزایش جذب عناصر می‌شود (۱۹، ۴) و در نتیجه گیاه با تنش محیطی کمتری مواجه شده و تولید متابولیت‌های ثانویه کاهش می‌یابد و بالعکس هیومیک اسید موجب افزایش رشد ریشه و اندام‌های هوایی گیاه می‌شود. افزایش شمار گل و عملکرد گل بابونه^۲ با مصرف هیومیک اسید نیز گزارش شده است (۱۴).

مقایسه میانگین‌های مربوط به ورمی کمپوست نشان داد که این تیمار موثرتر از هیومیک اسید بر اندام‌های کمی بوده است به طوری که بیشینه ارتفاع گیاه، شمار شاخه فرعی، عملکرد برگ، عملکرد سرشاخه، بالاترین درصد اسانس و عملکرد اسانس از تیمار V5 (۴۵ تن در هکتار ورمی کمپوست) به دست آمد (جدول ۵). استفاده از کود آلی ورمی کمپوست افزون بر کاهش آلودگی محیط (۳)، منبع ماده آلی بوده، موجب بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، افزایش جذب ماده‌های مغذی و افزایش فعالیت شبه هورمونی گیاه گزارش شده است (۱۸). ورمی کمپوست دارای خاصیت افزایش قابلیت نگهداری آب می‌باشد، هم‌چنین عنصرهای غذایی موجود در خاک به خصوص عنصرهای کم‌مصرف مانند آهن را با کمپلکس نمودن به صورت محلول درآورده و در اختیار گیاه قرار دهد و در نتیجه موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌شود. نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های پژوهش‌های انجام شده روی رازیانه (۵)، بارهنگ^۳ (۲۱)، بابونه (۱۰) و درمنه همخوانی داشت (۱۵). اما مهمترین هدف از تولید گیاهان دارویی نوع و میزان ماده موثره می‌باشد، به طوری که در جدول ۶ مشاهده شد بیشترین مقدار ترکیب‌های اسانس برگ آلفا پینن، لیمونن، ۱، ۸-سینئول، لینالول و میرتنول بود که از این نظر با نتیجه‌های دیگر گزارش‌ها همخوانی داشت (۲).

آلفا پنین از دسته مونوترپن هیدروکربن ها بوده و پیش ساز شماری از ترکیب های دیگر می باشد، بنابراین اگر هدف از تولید، به دست آوردن گیاهانی با آلفا پنین بالا باشد، بهتر است از سطح های پایین کودهای آلی استفاده شود. در ترکیب limonene و linalool نیز نوسان شدیدی بین تیمارهای مختلف مشاهده شد که البته به لحاظ واکنش به کودها مصرف روند یکسانی را نداشته و نیاز به بررسی های تکمیلی دارد. یکی از مهمترین ترکیب ها در گیاه مورد، myrtenol می باشد که مقدار آن در دو تیمار V3 (مصرف ۲۷ تن ورمی کمپوست در هکتار) و H2 (مصرف ۷/۵ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید) بیشترین مقدار بود (جدول ۸)، بنابراین استفاده از مقادیر متوسط از هر یک از کودهای ورمی کمپوست (۲۷ تن در هکتار) و ۷/۵ کیلوگرم هیومیک اسید در هکتار مناسبترین تیمارها خواهند بود. هم چنین ترکیب ۸۰۱-سینئول یکی از ترکیب های عمده بود که از این نظر با نتیجه های پژوهش های دیگر پژوهشگران همخوانی دارد (۲۳)، شناسایی ترکیب های یکسان، نشان دهنده موروثی بودن تولید ترکیب ها در این گیاه بوده و نوسان درصد ترکیب ها زیر تاثیر عوامل محیطی می باشد. بنابراین می توان از رابطه همبستگی بین ترکیب ها به خوبی بهره برد، به طوری که بررسی همبستگی ویژگی ها نشان داد که بین قطر ساقه با درصد لیمون در سطح یک درصد همبستگی مثبت معنی دار و با درصد میرتنول در سطح پنج درصد همبستگی منفی معنی دار وجود داشت (جدول ۷)، بین درصد اسانس و درصد آلفا ترپنین استات با عملکرد برگ همبستگی مثبت معنی دار مشاهده شد و رابطه بین آلفا پنین با ۱۰۸-سینئول مثبت معنی دار و با ترکیب های میرتنول، ترانس کارواکرول و آلفا ترپنین استات منفی معنی دار بود (جدول ۷) که به نظر می رسد تولید میرتنول در شرایط تنش بیشتر اتفاق می افتد و یا به عبارتی در شرایط رشد بهینه برگ، تولید این ماده کاهش می یابد، از آن جایی که برخی از ترکیب های تولیدی مانند ۱، ۸-سینئول و لینالول در دسته مونوترپن های اکسیژنی قرار دارند و ترکیب هایی مانند آلفا ترپنین و میرتنول در دسته مونوترپن های دی هیدروکربنی قرار دارند، بنابراین به نظر می رسد می توان با اعمال تیمارهای به زراعی نسبت به تولید هدفمند گیاه مورد اقدام کرد. از آن جایی که فاصله کشت مورد در مزرعه با توجه به هدف کشت آن، می تواند متغیر بوده و از ۷۰*۷۰ سانتیمتر استفاده شده در پژوهش حاضر الی ۳*۳ متر می باشد، بنابراین اگر هدف اصلی کشت گیاه مورد، جنبه دارویی آن و اسانس گیری باشد، به دلیل بالاتر بودن ماده مؤثره در قسمت های جوان گیاه و به ویژه برگ های آن می توان گیاه مورد را به صورت یکساله کشت نمود و یا به عبارتی کل سرشاخه گیاه را سالانه کف بر کرد که در این صورت شاخص برداشت ماده مؤثره افزایش یافته (۱۳) و هزینه های تولید به ویژه هزینه برداشت برگ که در ایران با دست و از درختچه ها برداشت می شود، به شدت کاهش خواهد یافت. با توجه به کم شدن شدت سرما در مناطق مختلف کشور، در صورت مساعد بودن هوای زمستان، امکان زنده مانگی گیاهان برای سال های بعد نیز وجود دارد که در چنین شرایطی باز هزینه های تولید اعم از آماده سازی زمین، کاشت و وجین به شدت کاهش خواهد یافت و به دلیل تولید شمار شاخه زیاد از محل طوقه، عملکرد خیلی افزایش خواهد یافت، هم چنین در مناطق به نسبت سرد می توان بعد از برداشت گیاهان، با پاشیدن کود دامی در خاک یا در صورت بالا بودن شدت سرما با کشیدن پلاستیک و غیره از پایه های موجود در زمین محافظت کرد.

نتیجه گیری

با توجه به وجود حدود ۱ درصد نیتروژن در ورمی کمپوست و در نظر گرفتن حدود ۳ سال دوره تجزیه برای ورمی کمپوست در خاک، بنابراین نیاز کودی این گیاه برای زراعت به صورت یک ساله و با استفاده از حدود ۲۷ تن ورمی کمپوست برای یک دوره سه ساله یا مصرف حدود ۱۰ کیلوگرم هیومیک اسید در سال با تولید سالانه حدود ۱۴ کیلوگرم اسانس در هکتار به طور کامل مقرون به صرفه می باشد.

References

1. Abdel-Mawgoud, A.M.R., N.H.M. El-Greadly, Y.I. Helmy and S.M. Singer. 2007. Responses of tomato plants to different rates of humic based Fertilizer and NPK Fertilization. J. Appl. Sci. Res., 3(2): 169-174.
2. AL-Hadeethi, M.A., A.K. AL-Anbari and S.A. AL-Dulimi. 2015. Identify the essential oil in *Myrtus communis* L. leaves. Int'l J. Adv. Chem. Engg. Biol. Sci. 2(2): 116-118.
3. Belde, M., A. Matteis, B. Sprengle, B. Albrecht and H. Hurlle. 2000. Long-term development of yield affecting weeds after the change from conventional to integrated and organic farming. In Proceeding 20 German Conference on weed Biology and Weed Control. 17: 291-301.

منابع

4. Bulent Asik, B., A. Turan, H. Celik and A. Vahap Katkat. 2009. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. Asian J. Crop. Sci. 1:87-95.
5. Darzi, M.T., A. Ghalavand and F. Rejali. 2009. The effects of biofertilizers application on N, P, K assimilation and seed yield in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). IJMAPR. 25(1):1-19.
6. Dursun, A., I. Guvenc, and M. Turan. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. Acta Agrobot. 56:81-88.
7. Fatemi, H., A. Ameri, M.H. Amini Fard and H. Arooie. 2011. The effect of humic acid on essences and vegetative properties in basil. Proceedings of First National Conference on Modern Topics in Agriculture, 29 Oct, Azad Islamic University, Saveh, Iran.
8. Fathi, Gh. and M. Ismailpour. 2000. Plant growth regulator: principles and application (Translate). University Jihad (University of Mashhad). Mashhad. Iran. 288p.
9. Ghahreman, A. 1993. Iranian Crimp (systematic vegetable) (Vol 2). Academic Publishing Center, Tehran.
10. Ghazi Manas, M., Sh. Banj Shafiee, M.R. Hajseyd Hadi and M.T. Darzi. 2013. Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian J. Med. Aroma. Plants, 29(2):269-280.
11. Gulser, F., F. Sonmez, and S. Boysan. 2010. Effects of calcium nitrate and humic acid on pepper seedling growth under saline condition. J. Environ. Biol. 31(5): 873-876.
12. IRMO, 2012. 2013, 2014. Islamic, Republic of Iran Meterological Organization Climatology Methodes, [Http/ www.IRMO.IR](http://www.IRMO.IR).
13. Ismaili, A., H.R. Eisvand, A. Rezaeinejad, K. Sameey and S.M. Zabeti. 2012. Study of germination indices and characters and seed establishment of *Myrtus communis* L. Yafteh. 14(2): 71-80.
14. Kiani, M., M. Nabavi Kalat and K. Kelarestaghe. 2012. Effect of humic acid and phosphorus on flower yield in *Matricaria chamomilla*. The 6th National Conference on New Ideas in Agriculture, 1-2 March, Islamic Azad University, Khorasgan, Iran.
15. Pandey, R. 2005. Management of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics. Phytoparasitica, 33(3): 304-308.
16. Poudel, D.D., W.R. Horwath, W.T. Lanini, S.R. Temple and A.H.C. Van Bruggen. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional systems in California. Agr. Ecosyst. Environ. 90: 125-137.
17. Rahi, A., M. Davoodi Fard, F. Azizi and D. Habibi. 2012. The study examined the effects of different amounts of humic acid and response curves in the *Dactylis glomerata* J. Plant Breed. 8(3): 15-28.
18. Rezaee Moadab, A. and S.M. Nabavi Kalat. 2012. The effect of vermicompost and biological fertilizer application on seed yield and yield components of basil (*Ocimum basilicum* L.). J. Crop Ecophy. 6(2):157-170.
19. Sabzevari, S., H.R. Khazaie and M. Kafi. 2009. Effect of humic acid on root and shoot growth of two wheat cultivars (*Triticum aestivum*. L). J Water Soil. 23(2). 87-94.
20. Salahi Ardakani, A. S.A. Hosyninejad and A. Pourshirzad. 2013. Killing effects of *Myrtus communis* L. essential oil on Meloidogyne incognita: Research article. Intl J Agri Crop Sci. 5(8): 806-810.
21. Sanchez, G.E., G.C. Carballo and G.S.R. Ramos. 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

22. Sardashti. A.R. and S. Mohammadian Moghadam. 2007. Determination of cationic exchange capacity of extracted humic acid from naharkhoran forest gorgan's soil for the PB^{+2} , CD^{+2} and NI^{+2} by using batch method. J. Iran. Chem. Soc. 26(3): 9-17.
23. Tuberoso, C.I.G., A. Barra and A. Angioni. 2006. Chemical composition of volatiles in Sardinian myrtle (*Myrtus communis* L.) alcoholic extracts and essential oils. J. Agr. Food. Chem. 54: 1420-1426.
24. Verlinden, G., T. Coussens, A. De Vlieghe and G. Baert. 2010. Effect of humic substances on nutrient uptake by herbage and on production and nutritive value of herbage from sown grass pastures. Grass Forage Sci. 65. 133-144.

Effect of Vermicompost and Humic Acid on Growth Characteristics and Essential Oil Composition of *Myrtus communis* L.

B. Abbaszadeh*, F. Sefidkon, M. Layeghhaghighi and S. Fekri Qomi¹

One of the important requirements in agronomic planning is the use of various non-chemical plant systems. In order to investigate the effects of vermicompost and humic acid on *Myrtus communis*, an experiment was conducted in a factorial experiment in a randomized complete block design with 16 treatments and 3 replications at the Alborz Research Station, Research Institute of Forests and Rangelands of Iran. Treatments included vermicompost (9, 18, 27, 36 and 45 t/ha), Humic acid (5, 7.5, 10, 12.5 and 15 l/ha), five combinations of them (V9+H15, V18+H12.5, V27+H10, V27+H7.5) and control. There was significant difference between treatments in shoot, leaf, essential oil yields and essential oil percentage. The highest leaf yield (356 kg ha⁻¹), shoot yield (773kg/ha) essential oil percent (1.86%) and essential oil yield (14kg/ha) achieved in treatment of 45 tons per hectare vermicompost. The main components of the essential oil were α -pinene (5.63-48.5%), limonene (3.4-22.6%), 1,8-cineole (2.2-18.7%), linalool (7.96-26.7%), myrtenol (2.1-19.2%), trans- carveol (0.1-2.5%) and α -terpinyl acetate (1.8-7.7%). Considering the importance of this plant in pharmaceutical industries, the accumulation of essential oils in the leaves and high essential oil production in intensive cultivation, annually cultivation is recommended in cold regions.

Keywords: Essential oil, Organic Fertilizer, Shoot, Compost, Humic acid, *Myrtus communis*.

1. Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Professor, Ph.D. and Ph.D. Candidate, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran, respectively.

* Corresponding author, Email: (babaszadeh@rifr-ac.ir).