بررسی تأثیر همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی نعناع صحرایی(*Mentha spicata* L.)

مصطفی کوزه‌گر کالجی (نویسنده مسئول) [۱*] و محمدرضا اردکانی [۲]

۱*- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، mostafa.koozehgar@gmail.com

۲- استاد، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران، mohammadreza.ardakani@kiau.ac.ir

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۶

Effects of mycorrhizal symbiosis, the use of vermicompost and compost tea on some morphological characteristics of *Mentha spicata*

Mostafa Koozehgar kaleji (Corresponding author)[1*] and Mohammad Reza Ardakani[2]

1- Ph.D student, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, mostafa.koozehgar@gmail.com*

2- Professor, Department of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran, mohammadreza.ardakani@kiau.ac.ir

Received: July 2017 *Accepted: August 2017*

چکیده

به منظور بررسی اثر چای کمپوست، ورمی کمپوست و همزیستی میکوریزایی بر برخی از خصوصیات مورفولوژیکی نعنای صحرایی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳ در ساری اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل میکوریزا گونه *Glomus moseae*(صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان)، ورمی کمپوست (صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان) و چای کمپوست (صفر و ۱/۵ لیتر) بود. صفاتی از قبیل شاخص سطح برگ و وزن خشک بوته مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد تیمارهای کود آلی و میکوریزا تأثیر معنی‌دار بر وزن خشک و تر و داشتند و کلیه صفات مورد بررسی را در مقایسه با شاهد افزایش دادند. به طوری که وزن تر بوته، عرض برگ از تیمار همزیستی میکوریزایی + چای کمپوست + ورمی کمپوست به دست آمد. اثرات متقابل سه گانه نشان داد کاربرد چای کمپوست × کاربرد ورمی کمپوست × عدم کاربرد میکوریزا شاخص سطح برگ را نسبت به شاهد افزایش داد. کاربرد ورمی کمپوست، چای کمپوست و همزیستی میکوریزایی از طریق در دسترس قرار دادن عناصر غذایی باعث افزایش رشد گیاه، افزایش اجزای عملکرد و بهبود صفات کمی گیاه نعنای صحرایی گردید.

کلمات کلیدی: چای کمپوست، سرسم، شاخص سطح برگ، غذای محلی، محلول‌پاشی

Abstract

The genus Mentha includes 25–30 species that grow under cultivation from tropical to temperate climate of America, Europe, China, Brazil, India, Australia, and South Africa. Cultivation of medicinal plants with organic fertilizers and biological, pharmaceutical and negative effects on the quality of their performance reduces, (Griffe et al., 2003). Sustainable agriculture based on the use of bio-fertilizers for the purpose of eliminating or significantly reducing the use of chemical inputs, the optimal solution for overcoming these problems is comes to. Of biofertilizers contain preservatives densely populated beneficial soil organisms or for one or more metabolic products are available to improve soil fertility and appropriate supply of nutrients needed by plants in a sustainable agricultural system used (Saleh Rastin, 2001). The main aims of this study were the effect of Mycorrhizal symbiosis, use of Vermi compost and Compost tea on growth, yield and quality Melissa officinalis. Field experiment was carried out at Sari (53° 63′ E and 36° 82′ N and a height 43.3 meter from sea level), Mazadaran province, Iran in 2014-2015. The soil chemical characteristics were included 7.30 pH, 2.1% organic carbon, 1.15% total nitrogen, 5.5 ppm phosphorous and 280 ppm potassium. The trial was set up as a factorial experiment in a randomized complete block design with 4 replicates. The experimental factors were included biofertilizer with three levels (inoculation with Mycorrhiza, inoculation with vermi compost and compost tea. For mycorrhiza treatments, Glomus mosseae strain was applied at 10% of each pot time of sowing. vermi compost 10% of each pot with animal origin was applied Compost tea with a volume of 1liters at the 4-5 leaf stage were sprayed on plant leaves. Data analysis All measurements were analyzed of variance with the using of SAS software. Means were evaluated by LSD test. The results showed that The combination of low input and ecological systems and Mycorrhizal symbiosis inoculation and organic fertilizers application such as Compost and vermi compost can substitute chemical fertilizers.The results of the study showed that organic fertilizers and mycorrhizal had significant impact on all measured characteristics and increased dry and fresh weight characteristics when compared with those of the control group So that the fresh weight, Leaf width were obtained from the mycorrhizal, compost tea and vermicomposting treatment. The application of vermicomposting, compost tea and mycorrhizal symbiosis through making the nutrients available increased plant growth, yield components and improve *Mentha spicata* quantitative characteristics.

Keywords: Compost tea, Foliar application, Leaf area index, Local food, Sersem

فصلنامه زیست شناسی سلولی و مولکولی گیاهی

سال ۱۳۹۶، دوره ۱۲، شماره ۲، صص ۶۴-۵۷

مقدمه و کلیات

نعناع صحرایی معروف به سرسم با نام علمی (*Mentha spicata* L.) گیاهی چند ساله علفی و پایا است (جمشیدی و همکاران ۱۳۸۹؛ زرگری، ۱۳۷۶؛ Kizil *et al* ., 2010 ;Patra and Kumar, 2006)و بومی مدیترانه است. از جمله کاربردهای این گیاه می‌توان به استفاده از اسانس آن در صنایع غذایی به عنوان طعم دهنده غذاها و شیرینی جات و نیز در زمینه تهیه لوازم آرایشی، تهیه داروهای مسکن، در درمان تب، سردرد، آسم، سرما خوردگی و غیره استفاده می‌شود (صمصام شریعت، ۱۳۸۹؛ Daiz Patra and Kumar, 2006؛Marota *et al*., 2003). و همچنین در غذاهای محلی مازندران و به عنوان دلال در ماست استفاده می‌شود. *Mentha spicata* به علت فعالیت آنتی اکسیدانی در حذف اکسیداسیون چربی‌ها مؤثر است و در طب سنتی آیورودا و نیز آشپزی هندی به هنگام طبخ گوشت بره که مقادیر چربی بالایی دارد، استفاده می‌شود (Sweetie *et al*., 2007). زراعت گیاهان دارویی با کودهای آلی و بیولوژیک، اثرات منفی روی کیفیت دارویی و عملکرد آنها را کاهش می‌دهد، لذا بسیاری از شرکت‌های تولید کنندهٔ داروهای گیاهی، ترکیبات گیاهی را که از طریق کشت آلی یا بیودینامیک تولید شده باشند، ترجیح می دهند (Griffe *et al*., ۲۰۰۳). در این راستا کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با اهدافی از جمله حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه حل مطلوب برای غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیک این موجودات می‌باشند که به منظور بهبود حاصلخیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار بکار می‌روند (Saleh Rastin, 2001). ورمی کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی (کود دامی، بقایای گیاهی و غیره) در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران بوجود می‌آید. در مطالعه‌ای مشاهده شد که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه از گیاه دارویی بارهنگ شد (Sanchez *et al*., 2008). در تحقیق دیگری نیز که بر روی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla*) انجام گردید، ملاحظه شد که مصرف ورمی‌کمپوست، توانست ارتفاع بوته و عملکرد این گیاه را به طرز بارزی افزایش دهد (Azizi *et al*., 2008). قارچ‌های میکوریزا دارای کارکرد چندمنظوره‌ای در بوم‌نظام های زراعی هستند؛ به طوری که سبب بهبود کیفیت فیزیکی خاک (از طریق گسترش ریسه‌های قارچ)، کیفیت شیمیایی خاک (از طریق افزایش جذب عناصر غذایی) و کیفیت بیولوژیک خاک (از طریق شبکه غذایی خاک) می-گردند (Copetta *et* .Cardoso (and Kuyper, 2006 (*Ocimum* گزارش کردند که تلقیح ریحان (2006 ,.*al*) (*basilicum* L.) با سه گونه قارچ میکوریزا (*Gigaspora rosea* BEG 9*, Glomus mosseae* BEG 12*, Gigaspora margarita* BEG 34)، باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، بیوماس، طول و میزان انشعابات جانبی ریشه و همچنین میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد. ورمی واش به عنوان عصاره ورمی‌کمپوست، مجموعه‌ای از مواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی عمده و مولکول‌های

آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به صورت اسپری برگی بکار می‌رود (Nemati Darbandi *et al*., 2014). نتیجهٔ به دست آمده از محلول پاشی چای کمپوست روی گیاه بادرنجبویه نشان داد محلول پاشی با عصارهٔ ورمی کمپوست روی صفات کمی و عملکرد اسانس اثر معنی‌دار داشت (Nemati-Darbandi *et al*., 2012). این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر خصوصیات مرفولوژیکی گیاه نعناع صحرایی در مقایسه با شاهد و تیمارهای تلفیقی انجام شد.

فرآیند پژوهش

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۳/۳ متر از سطح دریا با آب و هوای معتدل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد، عوامل آزمایش شامل میکوریزا گونه *Glomus moseae* در ۲ سطح (صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان)، ورمی کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان) و چای کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۱/۵ لیتر) به کاربرده شد. چای کمپوست در مرحله ۴-۵ برگی روی گلدان‌های مشخص شده اسپری گردید. برای انجام آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۵ سانتیمتر و ارتفاع ۱۸ سانتیمتر استفاده شد. عملیات کاشت در آبان ۱۳۹۳ و به صورت گلدانی در شرایط طبیعی صورت گرفت ابتدا در هر گلدان ۵ نشاء نعنای صحرایی قرار گرفت و برای حصول تراکم مناسب، در مرحله ۴-۵ برگی (پس از استقرار کامل گیاه) بوته‌ها تنک و در نهایت در هر گلدان ۳ بوته نگهداری شد. پس از رشد بوته‌ها و اطمینان از استقرار آنها، آبیاری به صورت غرقابی و به طور مساوی هر ۲ روز یک بار انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری، تنک و وجین بود و در آذر ۱۳۹۴ گیاه برداشت شد. ورمی کمپوست و چای کمپوست با پایه کود دامی از شرکت شکوفا سازان خاک شمال تهیه شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ و نتایج تجزیه کودهای آلی در جدول ۲ ارائه شده است. به منظور اندازه‌گیری برخی صفات مورفولوژیک، برداشت اندام‌های رویشی صورت گرفت. بدین منظور، از هر گلدان دو بوته به طور تصادفی انتخاب و تعداد انشعابات فرعی، طول و عرض برگ، آن‌ها اندازه-گیری به صورت جداگانه ثبت گردید. سپس بوته‌های انتخاب شده از هر گلدان به صورت دستی برداشت و جداگانه داخل بسته قرار گرفته و شماره‌گذاری شدند. عدد بدست آمده سطح برگ را بر مساحت گلدان تقسیم کرده و شاخص سطح برگ بدست آمد. در انتهای رشد وزن خشک و تر بوته مورد اندازه گیری قرار گرفت. بوته‌های جمع آوری شده، در شرایط مناسب به صورت طبیعی و به دور از نور خورشید به مدت ده روز خشک شدند. تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS(9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ ((LAI: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم‌کنش کودهای آلی و میکوریزا بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد کاربرد کودهای الی و بیولوژیک شاخص سطح برگ برا نسبت به شاهد افزایش دادند در این بین بیشترین و کمترین مقدار شاخص سطح برگ به ترتیب مربوط به

تیمارهای کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد ورمی کمپوست و همزیستی میکوریزایی ۱/۳۸ و شاهد ۰/۵۳ بود (جدول ۵). Khoramdel همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی بیان کردند کاربرد کود بیولوژیک بر روی شاخص سطح برگ روند افزایشی داشته و تیمار دوگانه میکوریزا، ازتوباکتر نسبت به شاهد ۶۸/۲ درصد افزایش داشت.

وزن خشک و تر بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد میکوریزا و چای کمپوست، ورمی کمپوست و اثرات متقابل آنها سبب افزایش وزن تر و خشک نسبت به شاهد شد و در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم کنش سه گانه نشان داد که کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش وزن خشک و تر بوته نسبت به شاهد شد که بیشترین و کمترین وزن خشک و تر بوته به ترتیب مربوط به تیمارهای کاربرد چای کمپوست، ورمی کمپوست، عدم کاربرد میکوریزا ۰/۸۱ گرم و شاهد ۰/۴۳ گرم و کاربرد چای کمپوست، ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۴/۳۳ گرم و شاهد ۱/۴۸ گرم بود (جدول ۵). Bigonah و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند کودهای بیولوژیک و ورمی کمپوست باعث افزایش وزن خشک گیاه گشنیز شد. Azimi و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند میکوریزا*G.mosseae* به میزان ۲۶ درصد وزن خشک برگ گیاه آویشن را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. همچنین Rajabzadeh Motlagh(۲۰۱۱) افزایش وزن خشک اندام هوایی، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و شاخص سطح برگ را در اثر تلقیح بذر لوبیا قرمز (*Phaseolus vulgaris* L.)با میکوریزا گزارش کرد.

قطر ساقه و قطر دمبرگ: نتایج تجزیه واریانس داده-ها نشان داد که اثرات متقابل چای کمپوست، ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی بر قطر ساقه و قطر دمبرگ تأثیر معنی‌دار داشتند (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد بیشترین قطر ساقه و دمبرگ به ترتیب از تیمارهای کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد ورمی کمپوست، عدم کاربرد میکوریزا ۲/۴۲ میلیمتر و عدم کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۱/۶۰ میلیمتر حاصل شد (جدول ۵). کوزه گر کالجی و همکاران (۱۳۹۳) بیان کردند کاربرد میکوریزا و ورمی کمپوست قطر ساقه، قطر دمبرگ گیاه زولنگ را افزایش داد.

طول و عرض برگ: با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشاهد می‌گردد که کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی و بیولوژیک بر طول و عرض برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد توام کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش طول و عرض برگ نسبت به شاهد شد بیشترین طول و عرض برگ به ترتیب مربوط به تیمارهای عدم کاربد چای کمپوست، کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۵/۶۵ سانتی متر و کاربرد چای کمپوست، ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۳/۱۲ سانتی متر بود (جدول ۵). Khoshvakht و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند کودهای زیستی بر میانگین طول برگ‌های گیاه آلوئه-ورا تأثیر معنی‌دار داشتند. در تحقیق کوزه گر کالجی و همکاران (۱۳۹۳) مشخص گردید همزیستی میکوریزایی و کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش طول و عرض برگ گیاه زولنگ شد.

پارامترهای ساقه رونده: با توجه به نتایج تجزیه واریانس مشاهد می‌گردد که کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی و بیولوژیک بر تعداد ساقه رونده، طول ساقه رونده، قطر ساقه رونده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دوگانه و سه گانه نشان داد کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش قطر، طول و تعداد ساقه رونده نسبت به شاهد شد بیشترین طول و قطر و تعداد ساقه رونده از تیمارهای کاربرد چای کمپوست، ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۱۹/۲۶ سانتی متر، عدم کاربرد چای کمپوست، کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی ۵/۳۷ میلیمتر و کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد میکوریزا ۸/۱۰ حاصل شد (جدول ۴ و ۵) کوزه گر کالجی و اردکانی (۱۳۹۵) گزارش کردند کاربرد ورمی کمپوست، محلول پاشی چای کمپوست و همزیستی میکوریزایی سبب افزایش طول، قطر و تعداد ساقه رونده گیاه نعنای آبی نسبت به شاهد شد.

نتیجه گیری کلی

نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد تنهایی و توام میکوریزا، چای کمپوست و ورمی کمپوست موجب افزایش (شاخص سطح برگ، وزن خشک بوته، طول و عرض برگ و...) نسبت به شاهد شده است در واقع این افزایش عملکرد و اجزای آن در زمان استفاده از محلول پاشی چای کمپوست سبب افزایش و تسریع در جذب عناصر غذایی، همزیستی میکوریزایی و کاربرد ورمی کمپوست می‌تواند ناشی از افزایش مواد غذایی نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر غذایی کم مصرف و وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر باشد که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آنها که از طریق تولید میسیلیوم‌های قارچ که سبب افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه و باعث افزایش رشد گیاه نعنای صحرایی شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

هدایت الکتریکی (dS.m-1)	اسیدیته کل اشباع	درصد مواد خنثی شونده (%)	ماده آلی (%)	فسفر (mg/kg)	نیتروژن کل (%)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	کربن آلی (%)	بافت
۰/۵۴	۷/۶۳	۲۷	۳/۲۷	۵/۳	۰/۲۰	۲۹۶	۲/۹	L

جدول ۲ - نتایج تجزیه کود ورمی کمپوست و چای کمپوست

Table 2- Analysis of fertilizer vermicompost and compost tea

pH	هدایت الکتریکی (dS.m-1)	درصد کربن آلی (%)	ماده آلی (%)	نیتروژن (%)	پتاسیم (%)	فسفر (%)	کلسیم (%)	منیزیم (%)	آهن ppm	روی ppm	منگنز ppm	مس (ppm)
۶/۳۵	۱/۲	۱۱/۷	۲۰/۱۷	۱/۵۵	۳/۹	۲/۲	۴/۰۹	۰/۱۵	۱۹۸۱	۲۶۶	۷۹/۳	۲۲

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده نعنای صحرایی

Analysis of variance measured traits in *Mentha spicata*-Table 3

منابع تغیرات	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	طول ساقه رونده	قطر ساقه رونده	تعداد ساقه رونده	قطر ساقه	قطر دمبرگ	طول برگ	عرض برگ
تکرار	۳	۰/۰۰۰۹	۰/۰۳	۰/۰۰۴	۰/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۲۳
T	۱	۰/۴۶**	۱۴/۰۷**	۰/۲۴**	۱۰/۰۸**	۷/۵۸**	۲۵/۲۰**	۰/۲۲**	^{ns}۰/۰۱	۰/۱۳**	۱/۵۷**
V	۱	۰/۴۶**	۳/۱۰**	۰/۰۲**	۷۴/۴۸**	۱۳/۶۲**	۷/۴۱**	۰/۱۱**	۰/۱۲**	۳/۰۶**	۱/۴۰**

M	۱	۰/۸۵**	۵/۰۵**	۰/۰۰۵**	/۵۳** ۱۰۲	۱۷/۹۷**	۲/۳۱**	۰/۱۱**	۰/۳۶**	۲/۲۵**	۱/۵۹**
T.V	۱	۰/۰۹**	۰/۰۶**	۰/۰۰۶**	۴/۱۶**	ns۰/۱۴	۰/۹۱**	۰/۵۷**	۰/۰۶**	۳/۰۶**	ns۰/۰۰۷
T.M	۱	۰/۴۰**	۳/۶۸**	۰/۰۵**	۱۳/۳۶**	ns۰/۱۴	۷/۴۱**	۰/۳۰**	۰/۰۸**	۱/۰۱**	۰/۱۹**
V.M	۱	۰/۱۷**	۰/۲۳**	۰/۰۳**	۱۴/۳۳**	ns۰/۰۸	۳/۶۴**	۰/۳۰**	۰/۳۲**	۶/۰۳**	ns۰/۰۰۰۳
V.T.M	۱	۰/۰۰۹**	۰/۰۹**	۰/۰۰۹**	۲۰/۹۶**	۱۰/۷۱**	ns۰/۰۲	۰/۶۹**	۰/۳۶**	۰/۵۲**	۱/۹۵**
خطا	–	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۱۴	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۰۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۱/۲۴	۱/۲۹	۲/۴۸	۲/۳۳	۴/۶۳	۱/۱۳	۲/۱۶	۴/۲۳	۱/۳۴	۴/۵۱

ns، *و**: به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

(T) چای کمپوست، (V) ورمی کمپوست، (M) همزیستی میکوریزایی، (T.V) چای کمپوست، ورمی کمپوست، (T.M) چای کمپوست، همزیستی میکوریزایی (V.M) ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی، (V.T..M) همزیستی میکوریزایی، چای کمپوست، ورمی کمپوست

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه بر صفات مورد آزمون نعنای صحرایی

Table4- Comparison interaction of dual on evaluated traits *Mentha spicata*

تعداد ساقه رونده	تیمار	تعداد ساقه رونده	تیمار	تعداد ساقه رونده	تیمار
^{c}۵/۹۱	T_0V_0	^{d}۵/۳۶	T_0M_0	۶/۸۶ ^{c}	V_0M_0
^{b}۷/۱۲	T_0V_1	۶/۸۶ ^{c}	T_0M_1	^{c}۶/۷۶	V_0M_1
^{a}۷/۵۵	T_1V_0	^{a}۸/۱۰	T_1M_0	^{b}۷/۵۷	V_1M_0
^{b}۷/۲۰	T_1V_1	۷/۴۶^{b}	T_1M_1	^{a}۷/۹۸	V_1M_1

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمونLSD ، در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری ندارند.

(T_0V_0): شاهد، (T_0V_1): ورمی کمپوست، (T_1V_0): چای کمپوست، (T_1V_1): ورمی کمپوست × چای کمپوست

(T_0M_0): شاهد، (T_0M_1): همزیستی میکوریزا، (T_1M_0): کاربرد چای کمپوست، (T_1M_1): چای کمپوست × همزیستی میکوریزا

(V_0M_0): شاهد، (V_0M_1): همزیستی میکوریزا، (V_1M_0): ورمی کمپوست، (V_1M_1): ورمی کمپوست × همزیستی میکوریزا

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه چای کمپوست، ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزایی بر صفات مورد آزمون نعنای صحرایی

Table5- Mean comparison of triple interaction effect mycorrhizal symbiosis and compost tea and vermi compost on evaluated traits *Mentha spicata*

عرض برگ	طول برگ	قطر دمبرگ	قطر ساقه	قطر ساقه رونده	طول ساقه رونده	وزن خشک	وزن تر	شاخص سطح برگ	تیمار
^{e}۱/۲۷	^{g}۳/۵۲	^{f}۰/۸۶	^{e}۱/۵۰	^{e}۲/۳۰	^{f}۹/۸۹	^{f}۰/۴۳	^{f}۱/۴۸	^{g}۰/۵۳	$T_0V_0M_0$
^{bcd}۲/۱۰	^{d} ۵/۰۲	^{a}۱/۶۰	^{b}۲/۳۰	^{d}۲/۶۷	^{c}۱۷/۷۲	^{d}۰/۶۵	^{d}۳/۲۳	^{c}۱/۱۹	$T_0V_0M_1$
^{bcd}۲/۱۵	^{c} ۵/۳۷	^{b}۱/۵۰	^{a}۲/۳۷	^{de}۲/۴۷	^{d}۱۶/۶۲	^{e}۰/۶۲	^{e}۲/۴۷	^{f}۰/۷۷	$T_0V_1M_0$
^{d}۲/۰	^{a} ۵/۶۵	^{e}۱/۴۰	^{cd}۲/۲۰	^{a}۵/۳۷	^{b}۱۸/۵۴	^{e}۰/۶۲	^{c}۳/۶۶	^{c}۱/۲۱	$T_0V_1M_1$
^{cd}۲/۰۲	^{f} ۴/۳۷	^{e}۱/۲۲	^{a}۲/۴۲	^{e}۲/۳۸	^{e}۱۴/۶۵	^{b}۰/۷۵	^{c}۳/۶۸	^{e}۰/۸۵	$T_1V_0M_0$
^{b}۲/۱۷	^{a} ۵/۶۷	^{cd}۱/۳۲	^{bc}۲/۲۵	^{bc}۴/۸۰	^{d}۱۶/۶۵	^{c}۰/۷۳	^{b}۳/۸۶	^{d}۱/۱۳	$T_1V_0M_1$
^{d}۱/۹۷	^{b}۵/۵۰	^{de}۱/۲۵	^{d}۲/۱۷	^{c}۴/۶۱	^{d}۱۶/۷۰	^{a}۰/۸۱	^{a}۴/۲۸	^{a}۱/۳۸	$T_1V_1M_0$
^{a}۳/۱۲	^{e}۴/۵۵	^{c}۱/۳۷	^{cd}۲/۲۰	^{b}۴/۹۲	^{a}۱۹/۲۶	^{c}۰/۷۲	^{a}۴/۳۳	^{b}۱/۳۰	$T_1V_1M_1$

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمونLSD ، در سطح احتمال 5% اختلاف معنی‌داری ندارند.

($T_0V_0M_0$): شاهد، ($T_0V_0M_1$)، همزیستی میکوریزا، ($T_0V_1M_0$): ورمی کمپوست، ($T_0V_1M_1$): ورمی کمپوست × همزیستی میکوریزا، ($T_1V_0M_0$): چای کمپوست، ($T_1V_0M_1$): چای کمپوست × همزیستی میکوریزا، ($T_1V_1M_0$): چای کمپوست × ورمی کمپوست، ($T_1V_1M_1$): چای کمپوست × ورمی کمپوست × همزیستی میکوریزا

منابع

۱. جمشیدی، م. احمدی‌آشتیانی، ح. رضازاده، ش. فتحی آزاد، ف. مازندرانی، م. خاکی، آ. ۱۳۸۹. بررسی و مقایسه ترکیبات فنلی و فعالیت آنتی اکسیدانی چند گونه گیاهی بومی مازندران. فصلنامه گیاهان دارویی، سال نهم، دوره دوم، شماره مسلسل سی و چهارم ۱۷۷-۱۸۳.

۲. زرگری، ع. ۱۳۷۶. گیاهان دارویی، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، جلد چهارم، چاپ ششم، صفحات ۱-۱۵۴.

۳. صمصام شریعت، ه. ۱۳۸۹. تکثیر و پرورش گیاهان دارویی. چاپ سوم، انتشاراتمانی. صفحات ۴۰۸-۴۰۷.

۴. کوزه گر کالجی، م. اردکانی، م ر. ۱۳۹۵. تأثیر ورمی کمپوست و چای کمپوست بر عملکرد و جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم نعنای آبی Mentha *aquatica*L. تحت تلقیح با قارچ میکوریزا*Glomus moseae* . نشریه فیزیولوژی محیطی گیاهی، سال یازدهم، - شماره ۴۴، زمستان، صفحات ۱۹-۱۰.

۵. کوزه‌گر کالجی، م. اردکانی، م ر. رضوانی، م. زعفریان، ف. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد کمی و کیفی گیاه زولنگ *Eryngium caeruleum*تحت تأثیر همزیستی میکوریزایی و کاربرد ازتوباکتر در تراکم‌های مختلف کاشت. پایان نامه کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی کرج.

6. Azimi,R., Jangjo, M., and Asghari. H.M. 2014. The effect of mycorrhizal fungi inoculation on the establishment of morphological characteristics of primary and thyme herbs in natural areas Iranian Journal of Field Crops Research Vol. 11, No.4, Winter. p. 666-676.
7. Azizi, M., Rezvani, F., Hasan zadeh, M., Lakzian, A., and Nemati, H. 2008. Effects of various vermicompost and irrigation levels on morphological and essence yield of *Matricaria recutita* L. Iranian Medicinal and Aromatic Plant Research 24 (1):82-93. (In Persian).
8. 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 Vol. 12, No. 4, Winter. p. 574-581.
9. Cardoso, I.M., and Kuyper, T.E. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment 116: 72-84.
10. Diaz Marota, M.C., Perez-Coello, M.S., Gonzalez Vinas, M.A., Cabezudo, M.D. 2003. Influence of drying on the flavor quality of spearmint (*Mentha spicata* L.). *Agricultural Food chemistry journal*, 51: 1265–1269.
11. Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.
12. Griffe, P., Metha, S. and Shankar, D. 2003. Organic production of medicinal, Aromatic and Dye-yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction. FAO.
13. Khoramdel, S., Kochaki, A., Nasiri-Mahalati, M., and Gorbani, R. 2010. The effects of biofertilizers on yield and yield components (*Nigella sativa* L.). Journal of Agricultural Research in Iran, 8(5)p, 768-770. (In Persian).
14. Khoshvakht, T., Bahaduri, F., Khalighi, A., Moez Ardalan, M. 2010. The effect of Rhizobacteria stimulus the growth on the macro elements and yield of aloe vera, greenhouse Journal of Crop Physiology, Islamic Azad University of Ahvaz. 45-59.
15. Kizil, S., Hasimi, N., Tolan, V., Kilinc., E., Yuksel,U. 2010. Mineral content, essential oils components and biological activity of two mentha species (*M. piperita* L., *M. spicata* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 15(2): 148-153.
16. Patra, N. K. and Kumar, B. 2006. *Spearmint. in:Handbook of herbs and spices* (Editor: K.V. Peter). Cambridge, England, *Woodhead publishing Limited*, 3: pp. 502-517.
17. Nemati Darbandi, H., Azizi, M., Mohamadi, S., Karim Poor, S. 2014. The effect of spraying with different concentrations of vermicompost (Vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of *Melissa officinalis.* Journal of Horticultural Science Vol. 27, No. 4, Winter, P. 411-417.
18. Nemati Darbandi, H., Azizi, M., Mohamadi, S. and Karim Poor, S. 2012. Study effect solution spraying vermicompost with different concentration morphological characteristics, percentage and oil yield of Lemonbalm (*Melissa officinallis).* Journal of Horticultural Science. 411-417.
19. Rajabzadeh Motlagh, F. 2011. Evaluation application of arbuscular mycorrhiza, nitrogen fixing bacteria and nitrogen fertilizer on yield and yield component of *Phaseolus vulgaris*. MSc Thesis, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, Iran. (In Persian).
20. Saleh Rastin, N. 2001. Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture. A compilation of papers of

necessity for the production of biofertilizers in Iran. 1-54 pp.

21. 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.

22. Sweetie, R., Ramesh, Ch., Arun Sharma. 2007. Antioxidant potential of mint (*Mentha spicata* L.) in radiationprocessed lamb meat". *Food Chem*. 2007; 100 (2): 451 - 8.