Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دوازدهم، شماره ۳(۴۷)، پاییز ۱۳۹۷، صفحه ۴۷۶-۴۶۱

اثر همزیستی میکوریزایی همراه با ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بر عملکرد نعناع آبی (*Mentha aquatic* L.)

مصطفی کوزه‌گر کالجی[1*]، محمد رضا اردکانی[2]، ناصر خدابنده[2] و مجتبی علوی فاضل[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۸/۲۰ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۵/۱۰/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۷/۴

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای آلی و همزیستی میکوریزایی بر اجزای عملکرد و درصد اسانس نعناع آبی آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار در سال ۱۳۹۳ در ساری اجرا شد. عوامل شامل کاربرد میکوریزا در دو سطح (صفر و ۱۰درصد حجم گلدان)، ورمی‌کمپوست در دو سطح (صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان) و چای کمپوست در دو سطح (صفر و ۱/۵ لیتر برای هر گلدان) در نظر گرفته شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که استفاده از کودهای آلی و همزیستی میکوریزایی به‌طور معنی‌دار باعث بهبود خصوصیات کمّی و کیفی نعناع آبی می‌شود. تیمارهای کود آلی تاثیر معنی‌دار بر اغلب صفات مورد بررسی داشته و منجر به افزایش کلیه صفات در مقایسه با شاهد شدند. به‌طوری‌که، بیشترین مقادیر ارتفاع بوته، تعداد برگ، تعداد دانه در بوته، وزن خشک بوته، طول ریشه، قطر ریشه، شاخص سطح برگ، درصد و عملکرد اسانس تحت تاثیر تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد چای کمپوست، ورمی‌کمپوست و کمترین آنها در تیمار شاهد حاصل گردیدند. به‌طورکلی، کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک در مقایسه با عدم مصرف آنها منجر به حصول عملکرد بالا در گیاه نعناع آبی گردید. در واقع این افزایش عملکرد در اثر کودهای آلی و بیولوژیک از طریق بهبود فعالیت تنظیم کننده‌های رشد گیاه و کاهش آبشویی عناصر موجود در خاک و فراهمی بیشتر جذب عناصر غذایی منجر به افزایش رشد گیاه شده و در نتیجه سبب افزایش اجزای عملکرد و درصد اسانس نعناع آبی گردیده است.

واژگان کلیدی: شاخص سطح برگ، عملکرد اسانس، کود آلی، کودبیولوژیک، نعناع.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. * نگارنده‌ی مسئول mostafa.koozehgar@gmail.com
۲- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.
۳- دانشیار، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران .

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

در چند دهه اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی عدیده‌ای از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است (Sharma, 2002). کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه‌حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به‌شمار می‌آید. کودهای زیستی حاوی مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم یک یا چند نوع ارگانیسم مفید خاک‌زی و یا به‌صورت فرآورده متابولیک این موجودات می‌باشند که به‌منظور بهبود حاصل‌خیزی خاک و عرضه مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک سیستم کشاورزی پایدار به کار می‌روند (Saleh Rastin, 2001)، که در این بین می‌توان به قارچ‌های میکوریزا، چای کمپوست و ورمی‌کمپوست اشاره کرد. قارچ‌های میکوریزا نقش مهمی در کارکرد پایدار اکوسیستم‌ها، به‌ویژه اکوسیستم‌های کشاورزی، ایفا می‌کنند (Cardoso and Kuyper, 2006). ورمی‌کمپوست دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری عناصر غذایی بالا، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت بالای نگهداری آب می‌باشد و استفاده از آن در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیزم‌های مفید خاک در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (Arancon *et al*., 2004). توجه عمده به کشت و توسعه گیاهان دارویی در سطح جهان از اواسط دهه ۱۹۸۰ آغاز و موجب شد که تقاضای جهانی این محصولات به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته و سپس در کشورهای مختلف تحقیقات گسترده‌ای در زمینه کاشت، داشت و برداشت این دسته از گیاهان شروع شده و سطوح وسیعی از زمین‌های زراعی به کشت این گیاهان اختصاص یافت (Telci *et al*., 2006). *Mentha aquatica* معروف به اوجی متعلق به تیره‌ی *Labiateae* و جنس *Mentha* است. اوجی سبزی محلی بومی مناطق شمال کشور است که در حاشیه جریان آب‌های ملایم و کم عمق یافت می‌شود. برگ‌های این گیاه به‌عنوان سبزی خوراکی و عامل طعم دهنده مواد غذایی در شمال کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد. جنس *Mentha* در فلور ایران، ۶ گونه را به خود اختصاص داده است. گونه‌های این جنس به‌طور کلی تحت نام نعنا و پونه در ایران معروف است. گیاهان تیره‌ی نعنا به‌دلیل غنی بودن از ترکیبات فنولی توجه اکثر محققان را به خود جلب نموده‌اند. عامل اصلی بروز اثرات پاداکسایشی، ضدمیکربی و خواص دارویی گیاهان تیره‌ی نعنا ناشی از اسانس‌ها و اسیدهای فنولی آنها گزارش شده است (Kamkar *et al*., 2010; Sajadi *et al*., 2004). نتایج بررسی روی تأثیر میکوریزا بر رشد و نمو گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نشان داد که کاربرد دو گونه از قارچ میکوریزا به نام‌های (*G.mosseae, G. caledonium*) سبب افزایش چشمگیر غلظت فسفر و عملکرد محصول گیاه شد (Toussaint *et al*., 2007). تحقیقات نشان داده است که افزایش رشد و عملکرد گندم با کاربرد قارچ‌های میکوریزایی (Daei *et al*., 2009) امکان‌پذیر است. عزیزی و همکاران (Azizi *et al* ., 2008) بیان کردند افزایش مصرف

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست باعث بهبود معنی‌دار ارتفاع بوته، عملکرد گل، طول و قطر نهنج گردید. در پژوهشی دیگر روی گیاه دارویی رازیانه، ملاحظه شد که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌صورت جداگانه و همراه با دیگر کودهای آلی، سبب بهبود عملکرد و کیفیت اسانس این گیاه شد (Moradi *et al*., 2011). ورمی‌واش به‌عنوان عصاره ورمی‌کمپوست، مجموعه‌ای از مواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به‌صورت اسپری برگی به‌کار می‌رود (Nemati Darbandi *et al*., 2014). در پژوهشی کاربرد ورمی‌واش (چای‌کمپوست)، ورمی‌کمپوست و میکوریزا در گیاه اناریجه سبب افزایش تعداد برگ، عملکرد اسانس و عملکرد وزن خشک برگ نسبت به تیمار شاهد گردید (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2017).

هدف از این تحقیق بررسی کاربرد ورمی کمپوست، محلول‌پاشی چای کمپوست و همزیستی میکوریزایی بر محتوای عناصر غذایی اندام هوایی، درصد اسانس و اجزای عملکرد در گیاه دارویی نعناع آبی در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها

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 به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد، عوامل شامل میکوریزا گونه*Glomus moseae* در ۲ سطح (صفر و ۱۰درصد حجم گلدان)، ورمی کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۱۰ درصد حجم گلدان) و چای کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۱/۵ لیتر در گلدان) بودند. 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 ۱۰ بذر به‌صورت سطحی روی خاک 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 به‌صورت غرقابی و به‌طور مساوی هر ۲ روز یک بار انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری، تنک و وجین بود و در آذر ۱۳۹۴ گیاه برداشت شد. ورمی‌کمپوست و چای کمپوست با پایه کود دامی از شرکت شکوفاسازان خاک شمال تهیه شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۱ و همچنین، نتایج حاصل از تجزیه کودهای آلی در جدول ۲ آورده شده است. اندازه‌گیری‌ها در ۲ مرحله رویشی و زایشی انجام شد. به‌منظور اندازه‌گیری برخی صفات مورفولوژیک و همچنین درصد اسانس، برداشت اندام‌های رویشی صورت گرفت. بدین منظور، از هر گلدان دو بوته به‌طور تصادفی انتخاب و ارتفاع و تعداد انشعابات فرعی، تعداد برگ و تعداد گل آنها اندازه‌گیری گردید. در زمان رسیدگی صفات نهایی شامل وزن خشک بوته، تعداد دانه در هر بوته و وزن هزار دانه و پارامترهای ریشه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بعد از خارج کردن کامل گیاه و جدا کردن ریشه‌ها، طول و قطر ریشه اندازه‌گیری و پس از خشک شدن ریشه به‌صورت

www.SID.ir

Archive of SID

طبیعی به دور از نور خورشید نمونه‌ها وزن شد. پس از تعیین سطح برگ، شاخص سطح برگ نیز محاسبه گردید. بوته‌های جمع‌آوری شده، در شرایط مناسب به صورت طبیعی و به دور از نور خورشید به مدت ده روز خشک شدند. بعد از خرد کردن بوته‌ها، ۲۰ گرم از نمونه‌ها با استفاده از روش تقطیر با آب و به‌وسیله دستگاه کلونجر اقدام به استخراج اسانس گردید. مدت زمان استخراج اسانس برای تمامی نمونه‌ها به‌طور یکسان ۳ ساعت بود و پس از رطوبت‌زدایی توسط سولفات سدیم، درصد، اسانس تعیین شد. جهت تعیین غلظت عناصر غذایی برگ‌های جمع‌آوری شده، خشک شده و پس از پودر کردن به‌وسیله آسیاب برقی نهایتاً به روش هضم توسط اسید سولفوریک، سالیسیک اسید، آب اکسیژنه و سلنیم، عصاره آنها تهیه شد. میزان درصد نیتروژن با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر و با دستگاه کجلدال اتوآنالیزر (Bremner and Mulvaney, 1982)، مقدار فسفر با استفاده از روش رنگ‌سنجی (رنگ زرد مولیبدات - وانادات) و به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر و عناصر کم مصرف آهن، مس، روی و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی و میزان پتاسیم با استفاده از روش نشر شعله‌ای و با دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شدند (Emami, 1996).

تجزیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS Ver. 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد کودهای آلی و همزیستی میکوریزایی بر شاخص سطح برگ تاثیر معنی‌دار داشت ($P<0.01$). بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها تمام تیمارهای کودی در مقایسه با شاهد شاخص سطح برگ را افزایش دادند. در این بین بیشترین و کمترین مقدار شاخص سطح برگ به ترتیب مربوط به تیمارهای عدم کاربرد چای کمپوست، کاربرد ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزایی معادل ۲/۵۷ و شاهد معادل ۱/۲۲ بود. (جدول ۶). تهامی‌زرندی و همکاران (Tahami Zaranadi *et al*., 2014) بیان کردند کاربرد کودهای آلی باعث افزایش دو برابری شاخص سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شد. خرم‌دل و همکاران (Khoramdel *et al*., 2010) 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.

تعداد گل

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست، چای کمپوست و همزیستی میکوریزایی به تنهایی و به صورت برهم‌کنش‌های دوگانه چای‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و برهم کنش سه گانه اثر معنی‌دار بر تعداد گل داشتند ($P<0.01$) (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین برهم کنش سه گانه نشان داد بیشترین و کمترین تعداد گل مربوط به تیمارهای عدم کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزایی برابر با ۸/۲۵ عدد و شاهد برابر با ۳/۴۰ عدد بود (جدول ۶). تهامی‌زرندی و همکاران (Tahami Zaranadi *et al*., 2010) تأثیر مثبت کودهای آلی و بیولوژیک را در افزایش تعداد گل

www.SID.ir

Archive of SID

آذین و تعداد گل در ریحان را گزارش کردند. افزایش گلدهی در این تحقیق، به بهبود جذب آب و تغذیه گیاه که در اثر همزیستی میکوریزایی حاصل گردیده بود، نسبت داده شد. با مصرف ورمی‌کمپوست تعداد گل در بوته سرخارگل نیز افزایش یافت (Razvinia *et al*., 2015).

اجزای عملکرد

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهد می‌گردد که کاربرد توام و به تنهایی کودهای الی و بیولوژیک بر ارتفاع بوته و تعداد برگ در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی کاربرد ورمی‌کمپوست در ارتفاع بوته تاثیری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد توام کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش ارتفاع بوته و تعداد برگ نسبت به شاهد شد. بیشترین تعداد برگ (۲۴/۸۰) از تیمار کاربرد چای کمپوست، ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و بیشترین ارتفاع بوته (۳۲/۰۵ سانتی‌متر) از تیمار کاربرد چای کمپوست، عدم کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی حاصل شد (جدول ۶). در این دو صفت کمترین مقدار در تیمار شاهد به‌دست آمد. نتایج این پژوهش با نتایج کوزه گر کالجی و اردکانی (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2018) که افزایش تعداد برگ و ارتفاع بوته نعناع صحرایی را در اثر محلول پاشی ورمی واش، کاربرد ورمی کمپوست و میکوریزا گزارش کردند مطابقت دارد. ورمی کمپوست دارای ظرفیت بالای نگهداری آب و مواد غذایی مناسب بوده و از نیتروژن کافی برخوردار است. این موضوع می‌تواند باعث افزایش سطح برگ‌ها و میزان کلروفیل گیاه شود. افزایش سطح برگ باعث افزایش میزان جذب نور و افزایش میزان تولید خواهد شد. این امر باعث افزایش شاخ و برگ و همچنین اندام‌های هوایی گیاه می‌شود که در نتیجه آن ارتفاع بوته افزایش می‌یابد (Nemati Darbandi *et al*., 2014). نتایج گوته‌ریز میسلی و همکاران (Gutie´rrez-Miceli *et al*., 2008) نشان داد که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش تعداد برگ در مقایسه با شاهد شد. نعمتی و همکاران (Nemati *et al*., 2013) نشان دادند کودهای زیستی تعداد برگ در بوته گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌دار افزایش داد.

وزن خشک بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و چای کمپوست و برهم سه گانه بر وزن خشک بوته تاثیر معنی‌دار داشت ($P<0.01$) (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم کنش سه گانه نشان داد که کاربرد کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش وزن خشک بوته نسبت به شاهد شد که بیشترین و کمترین وزن خشک بوته مربوط به تیمارهای کاربرد چای کمپوست، استفاده از ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی به‌میزان ۲/۴۵ گرم و شاهد ۰/۹۰ گرم بود (جدول ۶). بیگناه و همکاران (Bigonah *et al*., 2015) بیان کردند کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن خشک گیاه گشنیز شد. فرزانه و همکاران (Farzaneh *et al*., 2009) گزارش کردند تلقیح بذور نخود با میکوریزا وزن خشک کل را به میزان ۴۳ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. آنان دلیل این موضوع را افزایش طول تارهای کشنده ریشه و هیف‌های قارچ ذکر کردند و با افزایش رشد ریشه، تجمع ماده خشک با تلقیح میکوریزا بهبود می‌یابد.

تعداد دانه در بوته و وزن هزار دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد که کاربرد توام و به تنهایی

www.SID.ir

Archive of SID

میکوریزا، ورمی‌کمپوست و چای کمپوست و اثرات متقابل آنها بر تعداد دانه در بوته در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی تیمار چای کمپوست و اثرمتقابل سه‌گانه بر وزن هزار دانه تاثیری نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین و کمترین تعداد دانه مربوط به تیمارهای همزیستی میکوریزایی، عدم کاربرد چای کمپوست، کاربرد ورمی‌کمپوست (۷۳۳/۲۲) و شاهد (۲۵۲/۴۰) بود (جدول ۶). بیشترین و کمترین وزن هزار دانه مربوط به تیمارهای همزیستی میکوریزایی، عدم کاربرد چای کمپوست (۰/۴۱۳گرم) و شاهد (۰/۳۹ گرم) بود (جدول ۵). خرمدل و همکاران (Khoramdel *et a*l., 2010) بیان کردند تلقیح با باکتری‌های محرک رشد و میکوریزا بر تعداد دانه در گیاه سیاه دانه معنی‌دار بود. بیگناه و همکاران (Bigonah *et al*., 2015) بیان کردند کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه در گیاه گشنیز شد. در آزمایش‌های دیگر، کاربرد انواع کودهای آلی و بیولوژیک تأثیر نسبتاً مشابهی بر وزن کل بذر در گیاه و وزن هزار دانه گیاه ریحان (Tahami-Zarandi, 2010) و رازیانه (Moradi *et al*., 2009) گذاشت.

پارامترهای ریشه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) مشاهده می‌گردد که کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی و بیولوژیک بر طول ریشه، وزن خشک ریشه و قطـر ریشه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود ولی کاربرد چای کمپوست و اثرات متقابل دو گانه چای کمپوست، ورمی‌کمپوست و چای کمپوست، همزیستی میکوریزایی در وزن خشک ریشه و چای کمپوست، ورمی‌کمپوست در طول ریشه و اثـرات متـــقابل سه‌گانه وزن خشک ریشه تاثیـری نداشت (جدول ۴). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل دوگانه و سه گانه نشان داد بیشترین میزان قطر ریشه (۶/۶۷ میلی‌متر)، از تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی‌کمپوست، چای کمپوست (جدول ۶) و بیشترین طول ریشه (۸/۶۲ سانتی‌متر) از تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد چای کمپوست، ورمی‌کمپوست (جدول ۶) و بیشترین وزن خشک ریشه (۱/۲۰ گرم) از تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی (جدول ۵) حاصل شد. در صفات اشاره شده کمترین مقدار در تیمار شاهد به‌دست آمد. عظیمی و همکاران (Azimi *et al*., 2014) بیان کردند تلقیح گیاه آویشن با دو گونه قارچ میکوریزا *G. intraradices* و *G. mosseae* سبب افزایش ۲/۵ برابری وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. طبق گزارش سامیران و همکاران (Samiran *et al*., 2010) طول ریشه گیاه لوبیا در حضور ورمی‌کمپوست افزایش یافت. ابریشمچی و همکاران (Abrishamchi *et al*., 2014) بیان کردند که کاربرد ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار قطر و وزن خشک ریشه گیاه گوجه فرنگی شد.

درصد و عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که که کاربرد میکوریزا و چای کمپوست و ورمی‌کمپوست سبب افزایش میزان اسانس و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شـد و اثرات متقابل آنها در سطح ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد بیشترین و کمترین درصد اسانس و اسانس به‌ترتیب ۰/۸۲درصد و ۴/۸۲ گرم در گلدان و ۰/۵۶ درصد و ۱/۵۱ گرم در گلدان از تیمارهای همزیستی میکوریزایی، عدم کاربرد چای کمپوست، ورمی‌کمپوست و

www.SID.ir

Archive of SID

همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی‌کمپوست، کاربرد چای کمپوست و کمترین مقدار از تیمار شاهد حاصل شد (جدول ۶). کاپور و همکاران (Kapoor *et al*., 2004) بیان کردند که همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزا وزیکولار آرباسکولار VAM باعث بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می‌شود. درزی و همکاران (Darzi *et al*., 2009) گـزارش کـردند که ورمی کمپوست باعث افزایش درصد اسانس رازیانه شد و با افزایش مقدار ورمی‌کمپوست میزان اسانس نیز افزایش نشان داد. مونا و همکاران (Mona *et al*., 2008)، در تحقیقات خود به تاثیر مثبت ورمی کمپوست در افزایش اسانس در گیاه رازیانه، دست یافتند. با توجه به این که عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و وزن خشک می‌باشد لذا هر گونه افزایش در این دو صفت می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد.

عناصر غذایی موجود در نعناع آبی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۷) نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کودی تاثیر معنی‌دار بر عناصر غذایی گیاه نعناع آبی داشت ($P<0.01$). نتایج مقایسه میانگین نشان داد کاربرد کودهای آلی و همزیستی میکوریزایی به طور قابل توجهی باعث افزایش عناصر غذایی در گیاه اوجی شدند. بیشترین و کمترین میزان نیتروژن به ترتیب در تیمار کاربرد چای‌کمپوست ۲/۴۷٪ و میکوریزا ۰/۵۸٪ بود، همچنین بیشترین و کمترین میزان فسفر به‌ترتیب در تیمار میکوریزا ۱۸٪ و شاهد ۱۱٪ بود (جدول ۸). نتایج ساجدی و رجالی (Sajadi and Rejali, 2011) نشان دادند که اثر تلقیح قارچ میکوریزا بر غلظت آهن، منگنز، مس و بر در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. عزیزی و همکاران (Azizi *et al*., 2005) با بررسی تأثیر مثبت سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر بهبود وضعیت جذب عناصر اصلی نیتروژن، فسفر و پتاسیم اظهار نمـودند که ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر میزان مواد مؤثره ریحان مؤثر است. چای کمپوست حاوی اسید هیومیک می‌باشد که باعث بهبود فراهمی عناصر غذایی خاص به‌ویژه روی و آهن می‌شود. عامل اصلی افزایش قابلیت جذب روی در نتیجه مصرف پسماندهای آلی، تشکیل کمپلکس‌های آلی گزارش شده است (Atiyeh *et al*., 2002).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که کاربرد تنهایی و توام میکوریزا، چای‌کمپوست و ورمی‌کمپوست موجب افزایش معنی‌دار شاخص سطح برگ، وزن خشک بوته، عملکرد اسانس، عناصر غذایی موجود در گیاه و اجزای عملکرد نعناع آبی نسبت به تیمار شاهد شده است. در واقع این افزایش عملکرد و اجزای آن در زمان استفاده از محلول‌پاشی چای کمپوست سبب افزایش و تسریع در جذب عناصر غذایی، همزیستی میکوریزایی و کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند ناشی از افزایش مواد غذایی نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر غذایی کم‌مصرف و وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر باشد که به‌وسیله 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 نعناع آبی شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیک وشیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

بافت Texture	کربن آلی OC (%)	پتاسیم Potassium (ppm)	نیتروژن کل Total nitrogen (%)	فسفر Phosphorus (ppm)	ماده آلی OM (%)	درصد مواد خنثی شونده T.N.V (%)	اسیدیته کل اشباع pH Paste	هدایت الکتریکی EC (dS.m-1)
L	2.9	296	0.20	5.3	3.27	27	7.63	0.54

جدول ۲ - نتایج تجزیه کود ورمی کمپوست و چای کمپوست

Table 2- Analysis of fertilizer vermicompost and compost tea

مس Cu ppm	منگنز Mn ppm	روی Zinc ppm	آهن Iron ppm	درصد منیزیم Mg (%)	درصد کلسیم Calcium (%)	درصد فسفر Phosphorus (%)	درصد پتاسیم Potassium (%)	درصد نیتروژن nitrogen (%)	درصد ماده آلی OM (%)	درصد کربن آلی OC (%)	هدایت الکتریکی Ec	اسیدیته pH
22	79.3	266	1981	0.15	4.09	2.2	3.9	1.55	20.17	11.7	1.2	6.35

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده نعنای آبی

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

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	MS						
		تعداد برگ Leaf number	شاخص سطح برگ LAI	وزن خشک بوته dry plant weight	ارتفاع بوته Plant high	تعداد گل Flower number	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	وزن هزار دانه 1000 seed weight
Replication	3	0.29	0.0009	0.07	0.27	0.02	45.76	0.00006
T	1	221.44**	0.02**	4.42**	126.40**	5.95**	62474.05**	0.000003ns
V	1	35.19**	1.57**	2.02**	0.15ns	2.88**	96720.81**	0.0002**
M	1	37.32**	3.03**	2.18**	1.20**	36.12**	267304**	0.0009**
T.V	1	63.90**	0.15**	0.015ns	22.44**	0.08ns	75983.71**	0.0003**
T.M	1	48.46**	0.18**	0.07ns	60.50**	2.64**	66459.28**	0.0001**
V.M	1	1.60**	0.13**	0.14ns	4.06**	6.30**	6823.45**	0.0002**
V.T.M	1	110.93**	0.27**	0.35**	30.42**	12.75**	125766.1**	0. 000003ns
Error	21	0.16	0.001	0.05	0.11	0.01	6.50	0.00001
C.V (%)		2.19	0.74	14.34	1.26	2.50	1.33	0.83

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

ns, * and**:non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

(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

(T): compost tea, (V): vermi compost, (M): mycorrhizal symbiosis, (V.M): vermi compost and mycorrhizal symbiosis, (T.M): compost tea and mycorrhizal symbiosis, (T.V): compost tea and vermi compost, (V.T.M): compost tea and vermi compost and mycorrhizal symbiosis

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده نعنای آبی

Table 4- Analysis of variance measured traits in *Mentha aquatica*

منابع تغییرات S. O. V.	درجه آزادی df	MS				
		طول ریشه Root length	قطر ریشه Root diameter	وزن خشک ریشه Root dry weight	درصد اسانس Essence present	عملکرد اسانس Essence yield
Replication	3	0.03	0.015	0.001	0.0002	0.04
T	1	1.75**	0.94**	0.00002^{ns}	0.033**	12.28**
V	1	7.70**	5.52**	0.02**	0.012**	2.53**
M	1	21.94**	25.74**	0.03**	0.13**	12.23**
T.V	1	0.47**	0.015^{ns}	0.004^{ns}	0.031**	4.50**
T.M	1	0.007^{ns}	0.34**	0.001^{ns}	0.019**	0.07**
V.M	1	1.75**	0.07^{ns}	0.01*	0.012**	2.43**
V.T.M	1	9.32**	3.31**	0.001^{ns}	0.015**	0.61**
Error	21	0.01	0.01	0.001	0.0004	0.006
C.V (%)		1.69	2.62	3.34	2.93	2.66

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

^{ns}, * and**:non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

(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

(T): compost tea, (V): vermi compost, (M): mycorrhizal symbiosis, (V.M): vermi compost and mycorrhizal symbiosis, (T.M): compost tea and mycorrhizal symbiosis, (T.V): compost tea and vermi compost, (V.T.M): compost tea and vermi compost and mycorrhizal symbiosis.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه بر صفات مورد آزمون نعنای آبی

Table 5- Comparison interaction of dual on evaluated traits *Mentha aquatica*

تیمار Treatment	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	تیمار Treatment	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	تیمار Treatment	وزن هزار دانه 1000 seed weight (g)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)
T_0V_0	0.400c	-	T_0M_0	0.398c	-	V_0M_0	0.39c	1.08b
T_0V_1	0.412a	-	T_0M_1	0.413a	-	V_0M_1	0.41a	1.18a
T_1V_0	0.406b	-	T_1M_0	0.402c	-	V_1M_0	0.40b	1.17a
T_1V_1	0.405b	-	T_1M_1	0.408b	-	V_1M_1	0.41a	1.20a

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

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level-using Tukey test

(T_0V_0): شاهد، (T_0V_1): کاربرد ورمی کمپوست، (A_1V_0): کاربرد ورمی کمپوست، (T_1V_1): کاربرد ورمی کمپوست و چای کمپوست،(T_0M_0): شاهد، (T_0M_1): همزیستی میکوریزا، (T_1M_0): کاربرد چای کمپوست، (T_1M_1): کاربرد چای کمپوست و همزیستی میکوریزا، (V_0M_0): شاهد، (V_0M_1): همزیستی میکوریزا، (V_1M_0): کاربرد ورمی کمپوست، (V_1M_1): کاربرد ورمی کمپوست و همزیستی میکوریزا

(V_0M_0): Control, (V_0M_1): mycorrhizal symbiosis, (V_1M_0): use vermi compost, (V_1M_1): use vermi compost and mycorrhizal symbiosis, (T_0M_0): Control, (T_0M_1): mycorrhizal symbiosis, (T_1M_0): use compost tea, (T_1M_1):use compost tea and mycorrhizal symbiosis, (T_0V_0): Control, (T_0V_1):use vermi compost, (T_1V_0): use compost tea, (T_1V_1): use compost tea and vermi compost.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۶- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه کاربردجای کمپوست، ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزا بر صفات مورد آزمون نعنای آبی

Table6- Mean comparison of triple interaction effect mycorrhizal symbiosis and use compost tea and vermi compost on evaluated traits *Mentha aquatica*

تیمار Treatment	تعداد برگ Leaf number	شاخص سطح برگ LAI	وزن خشک بوته Plant dry weight (g)	ارتفاع بوته Plant high (cm)	تعدادگل Flower number	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	درصد اسانس Essence present (%)	قطر ریشه Root diameter (Mm)	طول ریشه Root length (cm)	عملکرد اسانس Essence yield (g at pot)
$T_0V_0M_0$	11.66f	1.22h	0.89d	21.76g	3.40f	251.87g	0.56d	3.75e	5.37e	1.50f
$T_0V_0M_1$	20.35c	1.62e	1.24cd	26.72de	8.25a	680.40c	0.82a	6.30b	7.67b	3.47c
$T_0V_1M_0$	15.00e	1.49f	1.27cd	26.17ef	6.05c	613.87e	0.75b	5.17c	6.72c	2.15e
$T_0V_1M_1$	15.45e	2.57a	1.77bc	25.87f	6.60b	733.22b	0.84a	6.62a	7.80b	2.45d
$T_1V_0M_0$	20.17c	1.35g	1.28d	32.05a	4.27e	654.23d	0.65c	4.30d	5.77d	2.17e
$T_1V_0M_1$	16.60d	1.90c	2.25ab	27.67c	5.45d	649.70d	0.73b	5.15c	5.85d	3.78b
$T_1V_1M_0$	21.82b	1.75d	2.17ab	29.27b	4.60e	570.55f	0.62c	4.35d	5.45e	3.76b
$T_1V_1M_1$	24.80a	2.15b	2.45a	27.35cd	6.52b	758.37a	0.71b	6.67a	8.62a	4.82a

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

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- Tukey test.

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

($T_0V_0M_0$): Control, ($T_0V_0M_1$): mycorrhizal symbiosis, ($T_0V_1M_0$): use vermi compost, ($T_0V_1M_1$): use vermi compost and mycorrhizal symbiosis, ($T_1V_0M_0$): use compost tea, ($T_1V_0M_1$): use compost tea and mycorrhizal symbiosis, ($T_1V_1M_0$): use compost tea and vermi compost, ($T_1V_1M_1$): use compost tea and vermi compost and mycorrhizal symbiosis.

جدول ۷- تجزیه واریانس محتوای مواد مغذی کود بیولوژیک و منبع آلی در گیاه نعنای آبی

Table 7- Analysis of variance of nutrients content of biofertilizers and organic source of *Mentha aquatica*

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی df	نیتروژن N	فسفر P	پتاسیم K	منیزیم Mg	آهن Fe	روی Zn	مس Cu	منگنز Mn	کلسیم Ca
Replication	3	0.06	0.00006	0.03	0.02	65.59	2.53	3.34	6.25	0.31
T	1	2.04^{**}	0.004^{**}	18.36^{**}	2.45^{**}	66696.7^{**}	152.03^{**}	18.72^{**}	106.92^{**}	0.47^{*}
V	1	5.18^{**}	0.001^{**}	14.97^{**}	0.40^{**}	378809.3^{**}	24.74^{**}	271.83^{**}	2436.01^{**}	0.07^{ns}
M	1	0.022^{ns}	0.009^{**}	7.38^{**}	0.10^{*}	106103^{**}	876.12^{**}	47.52^{**}	113.63^{**}	3.77^{**}
Error	8	0.044	0.000006	0.004	0.01	3.04	0.61	0.11	0.37	0.05
C.V (%)		14.63	1.75	2.34	17.76	0.46	4.74	2.61	1.96	14.69

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

^{ns}, * and**:non significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively

(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

(T): compost tea, (V): vermi compost, (M): mycorrhizal symbiosis, (V.M): vermi compost and mycorrhizal symbiosis, (T.M): compost tea and mycorrhizal symbiosis, (T.V): compost tea and vermi compost, (V.T.M): compost tea and vermi compost and mycorrhizal symbiosis.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸ – مقایسه میانگین محتوای مواد مغذی کود بیولوژیک و منبع آلی در گیاه نعنای آبی

Table 8- Mean comparison of nutrients content of biofertilizers and organic source of *Mentha aquatica*

تیمار Treatments	نیتروژن N (%)	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	مس Cu ($mgkg^{-1}$)	روی Zn ($mgkg^{-1}$)	منگنز Mg ($mgkg^{-1}$)	آهن Fe ($mgkg^{-1}$)	منیزیم Mg (%)	کلسیم Ca (%)
V	2.47a	0.13c	3.75b	19.75a	10.52c	55.00a	608.7a	0.72b	1.16c
T	1.81b	0.15b	4.07a	10.25c	16.25b	24.50b	329.5c	1.45a	1.50b
M	0.58d	0.18a	2.85c	12.25b	29.75a	24.75b	382.2b	0.48c	2.47a
Control	0.74c	0.11d	0.76d	7.33d	7.00d	17.00c	129.6d	0.24d	0.93d

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، بر اساس آزمون توکی، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the %5 probability level- using Tukey test.

(V ورمی کمپوست، ۱۰٪ حجم گلدان، 10% of each pot، (T چای کمپوست، ۱/۵ لیتر ، 1.5 liters)، (M همزیستی میکوریزایی، ۱۰٪ حجم گلدان 10% of each pot

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Abrishamchi, P., A. Ganjali, A. Bey Khurmyzi, and A. Avan. 2014. The effect of vermicompost on germination and seedling growth of tomato varieties. *Agriculture, Science and Technology Journal*. 27(4): 393-383.
- Arancon, N.C., A. Edwards., P. Bierman., C. Welch, and J.D. Metzger. 2004. Influences of vermin composts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*. 93: 145-153.
- Atiyeh, R.M., S. Lee, C.A. Edwards, N.Q. Arancon, and J.D. Metzger. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*. 84: 7-14.
- Azimi, R., M. Jangjo, and H.M. Asghari. 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*. 11(4): 666-676.
- Azizi, M., F. Rezvani, M. Hasan zadeh, A. Lakzian, and H. Nemati. 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).
- Azizi, M., M. Baghani, A. Lakzian, and H. Aroei. 2005 .Effect of vermicompost and vermiwash foliar application on morphological characters and active ingredients content basil (*Ocimumbasilicum*). *Journal of Agricultural Science and Technology*. 21(2): 41-52.
- Bigonah, R., P. Rezvani Moghadam, and M. Jahan. 2015. Effect of different fertilizer management on certain quantitative and qualitative properties of medicinal plants *Coriandrum sativum* L. *Iranian Journal of Field Crops Research*. 12(4): 574-581.
- Bremner, J.M., and C.S. Mulvaney. 1982. Methods of soil analysis, part 2 chemical and microbiological properties, 595-624.
- Cardoso, I.M., and T.E. Kuyper. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 116: 72-84.
- Daei. G., M.R. Ardakani, F. Rejali, S. Teimuri, and M. Miransari. 2009. Alleviation of salinity stress on wheat yield, yield components, and nutrient uptake using *Arbuscular mycorrhizal* fungi under field conditions. *Journal of Plant Physiology*. 166: 617-625. (In Persian).
- Darzi, M.T., A. Ghalavand, F. Sefidkon, and F. Rejali. 2009. The effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Medicinal and Aromatic Plant Research*. 24: 396-413. (In Persian).
- Emami, A. 1996. In the description of methods of analysis. Volume I, No. 982 Technical Publications. Soil Research Institute and Water, 91-128 . (In Persian).
- Farzaneh, M., S. Wichmann, H.Vierheilig, and H.P. Kaul. 2009. The effects of arbuscular mycorrhiza and nitrogen nutrition on growth of chickpea and barley. *Pflanzenbauwiss Germany Journal of Agronomy*. 13: 15-22.
- Gutie´rrez-Miceli, F.A., B. Moguel-Zamudio, M. Abud-Archila, and L. Dendooven. 2008. Sheep manure vermin compost supplemented with a native diazotrophic

www.SID.ir

Archive of SID

bacteria and mycorrhizas for maize cultivation. *Bioresource Technology*. 99: 7020–7026.

- Kamkar, A., A. Jebelli Javan, F. Asadi, and M. Kamalinejad. 2010. The antioxidative effect of Iranian *Mentha pulegium* extracts and essential oil in sunflower oil. *Food Chemical Toxicol*ogy. 48: 1796-1800.
- Kapoor, R., B. Giri, and K.G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*. 93: 307–311.
- Khoramdel, S., A. Kochaki, M. Nasiri-Mahalati, and R. Gorbani. 2010. The effects of biofertilizers on yield and yield components (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Agricultural Research in Iran.* 8(5): 768-770. (In Persian).
- Koozehgar Kaleji, M., and M. R. Ardakani .2017. The Application of organic and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of (*Mentha spicata* L.) *Journal Applied Research of plant Ecophysiology*. 4:157- 172.
- Koozehgar Kaleji, M., and M. R. Ardakani. 2018. 'Quantitative and qualitative performance of *Froriepia subpinnata* as affected by mycorrhizal symbiosis, compost tea, and vermicompost'. *Iranian Journal of Plant Physiology* 8: 2457-2467.
- Mona, Y., A.M. Kandil, and M.F. Swaefy Hend. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. *Biological Sciences*. 4: 34-39.
- Moradi R., P. Rezvani Moghaddam, M. Nasiri Mahallati, and A. Nezhadali. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on frut yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgar* var. Duice). *Spanish Journal Agriculture Reserch.* 9(2): 546- 553.
- Moradi, S., H. Besharati, V. Feizi Asl, H. Nadian, E. Karimi, and A. Golchin. 2009. Effect of different levels of humidity, mycorrhiza and Rhizobium in germination, flowering time and morphological traits in chickpea. In: 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan, Iran, 12-15 July. p. 243-244. (In Persian).
- Nemati Darbandi, H., M. Azizi, S. Mohamadi, and S. Karimpor. 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*. 27(4): 411-417.
- Nemati, A., A. Golchin, and H. Besharati. 2013. The impact of bio-fertilizers on yield, growth and plant macronutrients concentration of tomato under cadmium stress. *Journal of Soil Biology*. 1(2): 145-157.
- Razvinia, M.S., M. Agha alikhani, and H.S. Naghadbadi. 2015. The effect of vermicompost manure and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics (*Echinacea purpurea* (L.) Moench). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants.* 31(2): 357-373. (In Persian).
- Sajadi, S.E., G. Naderi, and R. Ziaee .2004. Antioxidant effects of selected medicinal plants of of *Labiatae* family. *Journal of Medicinal Science*. 8(2): 1-12. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Sajdy, N., and F. Rejali. 2011. The use of mycorrhizal inoculation effect of drought stress on the absorption of micronutrients in corn. *Research Journal of Soil* (Soil Science and Water). 25(2): 83-92.
- 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. (In Persian).
- Samiran, R., A. Kusum, K.D. Biman, and A. Ayyanadar. 2010. Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology*. 45:78-84.
- Sharma, A. K. 2002. A handbook of organic farming. Agrobios, India. 627 pp.
- Tahami Zarandi, S.M.K., P. Rezvani Moghaddam, and M. Jahan. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.) *Journal of Agroecology*. 2(1): 70-82. (In Persian).
- Tahami Zarandi, S.M.K., P. Rezvani Moghaddam, and M. Jahan. 2014. Effect of organic and chemical fertilizers on growth indexes basil (*Ocimum basilicum* L.) *Journal of Agroecology*. 5(4): 363-372. (In Persian).
- Telci, I., E. Bayram, G. Yılmaz, and B. Avci. 2006. Variability in essential oil composition of Turkish basils (*Ocimum basilicum* L.). *Biochemical Systematic and Ecology*. 34: 489-497.
- Toussaint, J.P., F.A. Smith, and S.E. Smith. 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi can induce the production of phytochemicals in sweet basil irrespective of phosphorus nutrition. *Mycorrhiza*. 17(4): 291-297.

www.SID.ir

Archive of SID

Effects of Mycorrhizal Symbiosis along with Vermicompost and Tea Compost on Quantity and Quality Yield of *Mentha aquatic* L.

Mostafa Koozehgar Kaleji[1*], Mohammad Reza Ardakani[2], Naser Khodabandeh[2], Mojtaba Alavi Fazel[3]

Received: November 2016 , Revised: 24 December 2016, Accepted: 26 September 2018

Abstract

To evaluate the effect of organic fertilizers and mycorrhizal symbiosis on yield components and percentage of essence of *Mentha aquatica*, a factorial experiment based on a randomized complete block design with 8 treatments and 4 replications was conducted in Sari, in 2014. The experimental treatments were mycorrhizal fuangi (*Glomus mosseae*) with two levels (0 and 10% per pot), vermi-compost with two levels (0 and 10% per pot) and compost of tea with two levels (0 and 1.5 liter per pot). The results showed that use of organic fertilizer and mycorrhizal symbiosis significantly improved the quantity and quality characters *Mentha aquatica*. Use of organic and biological fertilizers had a significant effect on most of the measured traits and increased all of the traits as compared to those of control. Thus, highest plant height, leaf number, seed number per plant, plant dry weight, root length, root diameter, leaf area index, essence present and essence yield were obtained by using mycorrhizal symbiosis and compost tea, vermin-compost as compared to those of control treatment. Generally, the use of organic and biofertilizers, produced optimum quality and quantity of *Mentha aquatica*. In fact, increased performance of organic and biological fertilizers improved the activity of plant growth regulators and reduced elemental leaching and thus resulted in higher absorption of nutrients, increased plant growth, seed yield and essential oil content of *Mentha aquatica.*

Key words: Biofertilizer, Essence yield, Leaf area index, Organic fertilizers.

1- Ph.D. Student, of Agronomy, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
2- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.
3- Associate Professor, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran
* *Corresponding Author: mostafa.koozehgar@gmail.com*

www.SID.ir

www.SID.ir