Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 2, Summer 2019 (325-335)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.243998.1335

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۸ (ص ۳۳۵-۳۲۵)

ارزیابی اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و قارچ‌های مایکوریزا بر عملکرد دانه و تولید اسانس انیسون (*Pimpinella anisum* L.)

ستار غلامی گنجه[۱]، امین صالحی[۲*]، صادق شهراسبی[۳] و امیر مختار امیری نسب[۴]

۱و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

۳. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴. عضو سازمان بسیج مهندسین کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۸/۱۷ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱/۱۸)

چکیده

یکی از ارکان کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی به‌منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با هدف حذف یا کاهش قابل‌ملاحظه در مصرف نهاده‌های شیمیایی است، لذا در این راستا با هدف بررسی اثر قارچ مایکوریزا و ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه و تولید اسانس انیسون، آزمایشی مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه یاسوج اجرا شد. تیمارها شامل ورمی‌کمپوست در سه سطح (۰ ، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و قارچ مایکوریزا در چهار سطح (شاهد، کاربرد *Glomus mosseae*، کاربرد *Glomus intraradices* و کاربرد تلفیقی هر دو گونه) بود. نتایج نشان داد که کاربرد منابع مختلف تغذیه‌ای اثر معنی‌داری بر اکثر صفات مورد مطالعه در گیاه دارویی انیسون داشت. با توجه به نتایج، بیشترین ارتفاع بوته (۵۳/۴۶ سانتی‌متر)، تعداد چتر در بوته (۳۵/۴۴ عدد)، عملکرد دانه (۲۹۶۸/۲۶ کیلوگرم در هکتار)، درصد اسانس (۳/۴۰) و عملکرد اسانس (۱۰۱/۲۱ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست حاصل شد. بیشترین وزن هزار دانه (۲/۸۶ گرم) و عملکرد بیولوژیک (۸۹۸۹/۴۳ کیلوگرم در هکتار) در اثر کاربرد تلفیقی ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و برهمکنش دوگونه *G. mosseae* و *G. intraradices* و بیشترین شاخص برداشت (۴۲/۰۳ درصد) در تیمار کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای زیستی مایکوریزا و ورمی‌کمپوست نقش چشمگیری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی انیسون داشتند.

واژه‌های کلیدی: انیسون، درصد اسانس، عملکرد اقتصادی، کودهای زیستی.

Evaluation the effect of vermicompost different levels and mycorrhiza fungi on yield and essential oil production of Anise (*Pimpinella anisum* L.)

Satar Gholami-Ganje[1], Amin Salehi[2*], Sadegh Shahrasbi[3] and Amirmokhtar Amirinasab[4]

1, 2. Former M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

3. Former M.Sc. Student, Department of Crop Production and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

4. Member of the Basij Organization of Agriculture and Natural Resources Engineers, Yasouj, Iran

(Received: Nov. 8, 2017 - Accepted: Apr. 7, 2018)

ABSTRACT

One of the pillars of sustainable agriculture systems, is using biological fertilizers to meet the nutrient requirements of the plant with the aim to eliminate or substantially reduce the use of chemical inputs. Therefore, to investigate effects of mycorrhiza and vermicompost on grain yield and essential oil production of anise, a field experiment was conducted at College of Agriculture, University of Yasouj during 2013-2014 growing season. The experiment was conducted as factorial based on complete randomized block design with three replications.Treatments included vermicompost levels (including control, 5 and 10 ton. ha^{-1}) and mycorrhiza (including control, application of *Glumus mosseae*, application of *Glumus intraradices* and integrated application of *G. mosseae*× *G. intraradices*). Results showed that use of different nutritional resources had a significant effect on the most studied traits in the medicinal herb Anise. So, the highest plant height (53.46 cm), number of umbels per plant (35.44), grain yield (2968.26 $kg.ha^{-1}$), essential oil perentage (3.40) and oil yield (101.21 $kg.ha^{-1}$) were obtained in 10 $ton.ha^{-1}$ vermicompost. Results also showed that the highest 1000-grain weight (2.86gr) and biological yield (8989.43 $kg.ha^{-1}$) were obtained in the interaction of 10 $ton.ha^{-1}$ vermicompost+integrated use of *G.mosseae* and *G. intraradices*. Also, the highest harvest index (42.03%) was obtained in 5 $ton.ha^{-1}$ vermicompost. In general, results showed that the use of bio-fertilizers of mycorrhiza and vermicompost had significant role in increasing yield and quality in Anise.

Keywords: Anise, bio fertilizers, essential oil perentage, economic performance.

* Corresponding author E-mail: Aminsalehi@yu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انیسون (*Pimpinella anisum* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم، علفی، یکساله و از خانواده چتریان می‌باشد که دارای استفاده‌های مختلفی در صنایع دارویی- غذایی و آرایشی و بهداشتی است و میوه‌های آن حاوی یک و نیم تا شش درصد روغن اسانسی، ۱۱-۸ درصد اسیدهای چرب از جمله پالمیتیک و اولئیک‌اسید، ۴ درصد کربوهیدرات و ۱۸درصد پروتئین می‌باشد و در ایران در مناطق غرب، کردستان و آذربایجان می‌روید (Omidbaigi, 2011).

قارچ‌های مایکوریزا یکی از انواع کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان می‌باشند و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی (مانند فسفر، نیتروژن و برخی عناصر ریزمغذی)، افزایش جذب آب، افزایش مقاومت در برابر تنش‌های زنده (عوامل بیماری‌زا) و غیرزنده (خشکی، شوری و ...) سبب بهبود رشد، نمو و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (Khalvati *et al*., 2005). از مهم‌ترین عناصری که توسط مایکوریزا به‌طور فعال و در سطح وسیع جذب می‌شود فسفر است که نتایج بعضی پژوهش‌ها نشان داده که سرعت جریان این عنصر به درون گیاه مایکوریزایی، سه الی شش مرتبه بیشتر از گیاهان غیر مایکوریزایی است (Khalvati *et al*., 2005). تأثیر رابطه همزیستی با قارچ‌های مایکوریزا، به‌خصوص در اراضی که فسفر محلول در خاک کم بوده یا در اثر خشکی ضریب پخشیدگی عنصر فسفر بسیار کاهش یافته است مشهودتر می‌باشد (Sainz *et al*., 1998). هیف‌های قارچ مایکوریزا می‌توانند به منافذ بسیار ریزی که حتی تارهای کشنده قادر به نفوذ در آنها نیستند وارد شده و باعث افزایش میزان جذب آب گردند (Sylvia & Williams, 1992).

علاوه بر فسفر، نیتروژن نیز جزو عناصری است که تحقیقات نشان داده، گیاهان مایکوریزایی جذب آن را بالا برده است (Darzi *et al*., 2011). بیش از ۹۵ درصد از گیاهان، همزیستی مایکوریزایی تشکیل می‌دهند که در این تجمعات معمولاً رابطه دو جانبه بین قارچ و ریشه‌های گیاه وجود دارد، به‌طوری که قارچ، کربن مورد نیاز خود را از ریشه‌های گیاه میزبان تأمین کرده و به نوبه خود متعاقباً سبب افزایش جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر توسط گیاه میزبان می‌گردد (Gupta *et al*., 2002). افزایش جذب عناصر غذایی در گیاهان مایکوریزایی می‌تواند میزان فتوسنتز گیاه را نیز افزایش داده و باعث تولید ماده خشک بیشتر توسط گیاه گردد. علاوه بر این، اثرات قارچ‌های مایکوریزا بر بهبود روابط آبی گیاه می‌تواند مستقل از وضعیت تغذیه گیاه باشد (Arjmand Alavi *et al*., 2014).

قارچ‌های مایکوریزا به‌دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیله گیاهان می‌شوند. علاوه بر این، به‌علت تأثیر مایکوریز روی هدایت روزنه‌ای، میزان فتوسنتز گیاهان مایکوریزی نسبت به گیاهان تلقیح‌نشده با مایکوریز بیشترمی‌باشد (Esmaielpour & Amin, 2013).

بنابر گزارش Gupta *et al*. (2002) تلقیح گیاه نعناع با قارچ مایکوریزا به‌طور قابل‌توجهی ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیکی را افزایش داد. در مطالعه Kapoor *et al*. (2002) ملاحظه گردید که تلقیح ریشه‌های شوید و زنیان با دو گونه قارچ مایکوریزا سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک اندام هوایی آنها می‌گردد. در بررسی دیگری نشان داده شده که مخلوط قارچ‌های *G. mosseae* و *G. fasiculatum* میزان رشد و بیوماس را در گیاهان میزبان پیاز، گشنیز و ریحان افزایش می‌دهد (Basu & Srivastava, 1998).

کاربرد ورمی‌کمپوست در کشاورزی پایدار، علاوه بر افزایش حمایت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک (مانند قارچ‌های مایکوریزا و میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات) در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه زراعی می‌شود (Gholami Ganjeh & Salehi, 2015). مزیت کاربرد ورمی‌کمپوست در رابطه با سایر کمپوست‌های آلی به‌دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی است که آن را تبدیل به کودی ایده‌آل برای رشد و بالندگی گیاهان کرده است؛ به‌طوری که ارزش غذایی آن در مقایسه با سایر کمپوست‌های تولیدشده به مراتب بیشتر گزارش

www.SID.ir

Archive of SID

شده است (Pandey, 2005). در پژوهش Darzi *et al.* (2008) روی گیاه رازیانه و Behzadi *et al.* (2016) روی انیسون مشاهده شد که مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش کمیت و کیفیت اسانس، عملکرد اسانس و عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد گردید. همچنین در مطالعه Pandey (2005) که روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) انجام گردید، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل‌ملاحظه عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود. با توجه به لزوم انجام تحقیقات بیشتر در زمینه کاربرد موادآلی و نیز اهمیت انیسون به‌عنوان یک گیاه دارویی، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر ورمی-کمپوست و مایکوریزا بر عملکرد و تولید اسانس انیسون انجام شد.

مواد و روش‌ها

برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مزرعه آزمایشی در جدول ۱ آمده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب بلوک‌های کامل تصادفی شامل عامل ورمی‌کمپوست در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و قارچ مایکوریزا در چهار سطح (بدون کاربرد، کاربرد گونه *Glomus mosseae*، کاربرد گونه *Glomus intraradices* و کاربرد تلفیقی هر دو گونه) با سه تکرار انجام شد. قارچ مایکوریزای مورد استفاده در این پژوهش با توجه به نبود شرکت تولیدکننده در منطقه، از کلینیک گیاهپزشکی شرکت ارگانیکی واقع در شهرستان اسدآباد همدان تهیه شد و جهت استخراج قارچ از ذرت به‌عنوان گیاه تله استفاده گردید.

به‌منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد یک و نیم در سه متر و حاوی پنج ردیف کاشت لحاظ گردید. فاصله بین کرت‌ها یک متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. عملیات کاشت و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعدشدن هوا در بهار انجام گردید. به‌منظور اعمال تیمارها، در کنار هر خط کاشت، در سراسر پشته، شیاری به عمق پنج سانتی‌متر ایجاد و ورمی‌کمپوست در داخل شیار ریخته و به‌وسیله شن‌کش روی آن خاک داده شد و قارچ مایکوریزا نیز در شیاری روی ردیف‌ها زیر بذرها قرار گرفت و سپس عملیات کاشت انجام شد و بلافاصله آبیاری انجام گردید. در مرحله ظهور چهارمین برگ، تراکم کاشت براساس حدود سیصد و سی هزار بوته در هکتار (۱۰×۳۰ سانتی‌متر) تنظیم شد. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در طول دوره رشد به‌روش مکانیکی و به‌وسیله دست انجام و آبیاری نیز در طول دوره رشد، هر هفت روز یک‌بار انجام گردید. در این پژوهش ویژگی‌هایی از قبیل ارتفاع بوته، تعداد چتر در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند.

جهت تعیین تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر اجزای عملکرد، دو خط کناری هر کرت آزمایشی به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و از دو خط میانی ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تعیین وزن هزاردانه، پنج نمونه ۱۰۰ تایی از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و پس از خشک‌نمودن در هوای آزاد، وزن هزاردانه محاسبه شد. جهت تعیین وزن خشک، بوته‌هایی از هر کرت نیز در داخل آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل دو مترمربع، بوته‌ها به‌روش دستی برداشت و پس از خشک‌شدن در هوای آزاد و در سایه، در گونی‌های دربسته کوبیده شده و دانه آن‌ها جدا گردید. به‌منظور تعیین مقدار اسانس در دانه، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۵۰ گرمی تهیه کرده که بعد ازآسیاب‌نمودن به‌مدت سه ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب به‌وسیله دستگاه *Clevenger*، اسانس‌گیری به‌عمل آمد (Hosseinpour *et al.*, 2012). بازده اسانس (درصد) نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات‌سدیم محاسبه شد (Pandey, 2005). جهت تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS 9.1 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه (عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متر) و ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش
Table 1. Physico-chemical properties of the soil of field (0-30 cm soil depth) and vermicompost used for the experiment

Texture	P	K	N	OC	pH	EC
	mg kg^{-1}		%			dS m^{-1}
Clay loam	0.01	0.042	0.124	1.21	7.6	1.2
Vermicompost	0.48	0.026	1.2	10.2	7.3	3.63

نتایج و بحث

نتایج تجزیه آماری نشان داد که از بین صفات اندازه‌گیری‌شده، تنها وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر برهمکنش ورمی‌کمپوست و مایکوریزا معنی‌دار شدند (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اثر سطوح مختلف مایکوریزا اختلاف معنی‌داری بین هر کدام از صفات ارتفاع بوته، تعداد چتر، درصد اسانس و عملکرد اسانس وجود دارد. اما برای صفات شاخص برداشت و عملکرد دانه تنها بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست تفاوت وجود داشت (شکل ۱).

بیشترین ارتفاع بوته (۵۳/۴۶cm) تحت شرایط کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست مشاهده گردید این در حالی است که در تیمار شاهد (عدم کاربرد ورمی‌کمپوست) کمترین ارتفاع بوته (۴۳/۴۸ cm) به‌دست آمد. همچنین ارتفاع بوته در تیمار کاربرد مایکوریزا گونه *G. mosseae* دارای بیشترین مقدار (۴۹/۵۷cm) و در تیمار شاهد (عدم تلقیح) کمترین مقدار (۴۴/۰۳cm) بود (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد ورمی‌کمپوست توانسته است با کمک به جذب فراوان آب و دسترسی مطلوب به عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف روی میزان فتوسنتز و تولید زیست‌توده گیاه دارویی انیسون تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته شده باشد (Darzi *et al*., 2011).

در مطالعه‌ای دیگر روی گیاه دارویی سیر، استفاده از ورمی‌کمپوست موجب بهبود چشمگیری در ارتفاع بوته گردید (Arguello *et al*., 2006). اثرات سولفات‌روی بر مایکوریزا و همچنین ازتوباکتر بر بخش‌های زایشی و پرشدن دانه گیاه شنبلیله و میزان اسانس مثبت و مؤثر بوده و موجب افزایش عملکرد دانه و عملکرد اسانس این محصول شده‌اند. بنابراین در کشاورزی متداول که عمدتاً عناصر پرمصرف به‌عنوان کود مورد استفاده قرار می‌گیرد، تلقیح ازتوباکتر به‌علاوه استفاده از کود اوره و یا اضافه‌کردن سولفات‌روی به‌همراه تلقیح مایکوریزایی می‌تواند گامی مؤثر در افزایش کمیت و کیفیت محصول باشد و به کارآمدی بهتر سیستم تولید کمک نماید (Nazari & Fallah, 2013). کاربرد توام مایکوریزا و کود زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن در شرایط مصرف مقادیر کاهش‌یافته کودهای شیمیایی و عدم مصرف کود شیمیایی موجب افزایش چشمگیر درصد همزیستی ریشه با مایکوریزا شده است که آن نیز نشان از بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک در شرایط مطالعه دارد (Hashemzadeh *et al*., 2014). این تأثیر مثبت نیز به قابلیت تحریک‌کنندگی فعالیت میکروب‌های مفید خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در افزایش جذب عناصر معدنی پرمصرف و کم‌مصرف و پیامد آن بهبود در فرایند فتوسنتز، نسبت داده شد (Arguello *et al*., 2006) که این موضوع می‌تواند زمینه‌ساز تحریک رشد رویشی گیاه و در نتیجه بهبود ارتفاع بوته شود که با نتایج Khalesro *et al*. (2012) و Darzi *et al*. (2011) مطابقت دارد. همزیستی با قارچ‌های مایکوریزا نیز باعث افزایش ارتفاع بوته گردید که از این نظر با نتایج به‌دست‌آمده در *Artemisia annua* مطابقت دارد (Raparini *et al*., 2008).

مصرف کود ورمی‌کمپوست و قارچ مایکوریزا اثر معنی‌داری در تعداد چتر در بوته داشت (شکل ۱). به‌نحوی که تعداد چتر در بوته در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست (۳۵/۴۴ عدد) بیشتر از تیمار پنج تن (۲۹/۹۰ عدد) و تیمار شاهد (۱۸/۷۳ عدد) بود (شکل ۱). همچنین، در تیمار کاربرد تلفیقی دو قارچ *Glomus mosseae* و *Glomus intraradices* بیشترین تعداد چتر در بوته (۲۷/۹۳ عدد) و در تیمار شاهد (۲۵/۶ عدد) کمترین تعداد به‌دست آمد (شکل۱).

با توجه به این که استفاده از ورمی‌کمپوست و قارچ‌های مایکوریزا در کشاورزی پایدار در جهت فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم محلول و برخی عناصر ریزمغذی عمل نموده و سبب بهبودی رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Arancon *et al*., 2004)، می‌توان گفت که

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست و مایکوریزا با قرار دادن نیتروژن در اختیار گیاه انیسون، باعث افزایش تعداد چتر در بوته شده که این با نتایج آزمایش شیواپوترا و همکاران (Shivaputra *et al*., 2004) نیز مطابقت دارد. از طرفی می‌توان استنباط کرد که هم‌زیستی مایکوریزایی از طریق تغذیه مناسب و افزایش بیوماس گیاه انیسون، موجبات تسریع در گلدهی و بهبود تعداد چتر در بوته را فراهم می‌آورد. این موضوع با نتیجه پژوهش Tosen (2007) مطابقت دارد. آنها تعداد چتر بیشتر در بوته رازیانه را به بهبود تغذیه معدنی، به‌ویژه فسفر و افزایش عملکرد بیولوژیک در تیمار تلقیح مایکوریزایی نسبت دادند. محققان طی پژوهشی نشان دادند که تلقیح رازیانه (*Foeniculum vulgare*) با مایکوریزا سبب افزایش معنی‌دار تعداد چتر در بوته و درصد همزیستی ریشه آن گردید (Darzi *et al*., 2008).

El- و Mahfouz & Sharaf-Eldin (2007) Ghadban *et al.* (2006) در تحقیقات جداگانه خود گزارش کردند که تعداد چتر در رازیانه تحت شرایط استفاده از کودهای زیستی، افزایش معنی‌داری یافت. همچنین Kapoor *et al.* (2004) نیز در مطالعه خود، تعداد چتر بیشتر در بوته رازیانه را در شرایط تلقیح مایکوریزایی به بهبود تغذیه معدنی به‌ویژه فسفر نسبت دادند. همچنین تأثیر ورمی‌کمپوست روی میزان گلدهی و تعداد چتر در انیسون نیز مثبت ارزیابی می‌گردد. به‌عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست، احتمالاً از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می‌انجامد (Darzi *et al*., 2011).

Pandey (2005) نیز در مطالعه خود که روی گیاه دارویی درمنه (*Artemisia pallens*) انجام داد، نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست حاصل از بقایای گیاهی موجب بهبود قابل‌ملاحظه گلدهی این گیاه دارویی در مقایسه با شاهد گردید. آنها اظهار داشتند که به‌کارگیری ورمی‌کمپوست از طریق کنترل آفات و بیماری‌های خاکزی و بهبود واکنش‌های حیاتی مفید در خاک و نیز احتمالاً جذب آب و عناصر غذایی، باعث افزایش رشد و نمو و گلدهی گیاه می‌شود. همچنین Darzi *et al*. (2008) مشاهده نمودند که کاربرد ورمی‌کمپوست سبب افزایش بارز ارتفاع بوته، تعداد چتر، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر ورمی‌کمپوست بر درصد اسانس در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها بیانگر آنست که بیشترین بازده اسانس (۳/۴۰ درصد) با کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار حاصل شد که نسبت به عدم کاربرد آن ۲۹ درصد افزایش نشان داد (شکل ۱). تلقیح با قارچ‌های مایکوریزا نیز درصد اسانس را در سطح پنج درصد به‌طور معنی‌داری افزایش داد (جدول ۲) به‌طوری‌که بیشترین بازده اسانس در کاربرد گونه *G. mossae* (۳/۲۴ درصد) و برهمکنش دو گونه (۳/۲۴ درصد) به‌دست آمد که نسبت به تیمار عدم تلقیح (شاهد) افزایش ۲۰ درصدی نشان دادند (شکل ۱)؛ اما در مورد اثر متقابل ورمی‌کمپوست و مایکوریزا، اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد (جدول ۲).

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر ورمی‌کمپوست و مایکوریزا بر صفات مورد مطالعه انیسون

Table 2. Analysis of variance for effects of vermicompost and Mycorrhiza on the studied traits of Anise

S.O.V	df	Mean of Squares							
		Plant height (cm)	No. of umbles	1000-grain weight (gr)	Biological yield ($kg.ha^{-1}$)	Grain yield ($kg.ha^{-1}$)	Harvest index	Essential oil (%)	Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
Replication	2	3.06^{ns}	1.88^{ns}	0.003^{ns}	30553.0^{ns}	37513.63^{ns}	15.34^{ns}	0.0008^{ns}	51.57^{ns}
Vermicompost	2	342.36^{**}	843.14^{**}	0.802^{**}	55448369.9^{**}	6486890.58^{**}	150.68^{**}	0.6850^{**}	9814.19^{**}
Mycorrhiza	3	52.21^{**}	11.41^{**}	0.139^{**}	929947.3^{**}	33913.94^{ns}	12.53^{ns}	0.0938^{*}	154.37^{*}
Vermi × Myco	6	7.04^{ns}	1.82^{ns}	0.016^{**}	273320.6^{**}	6187.86^{ns}	9.34^{ns}	0.0181^{ns}	16.39^{ns}
Error	22	5.91	1.98	0.003	81653.5	12989.39	10.17	0.012	30.54
C.V (%)		5.13	5.27	2.35	4.75	5.027	8.36	3.56	7.59

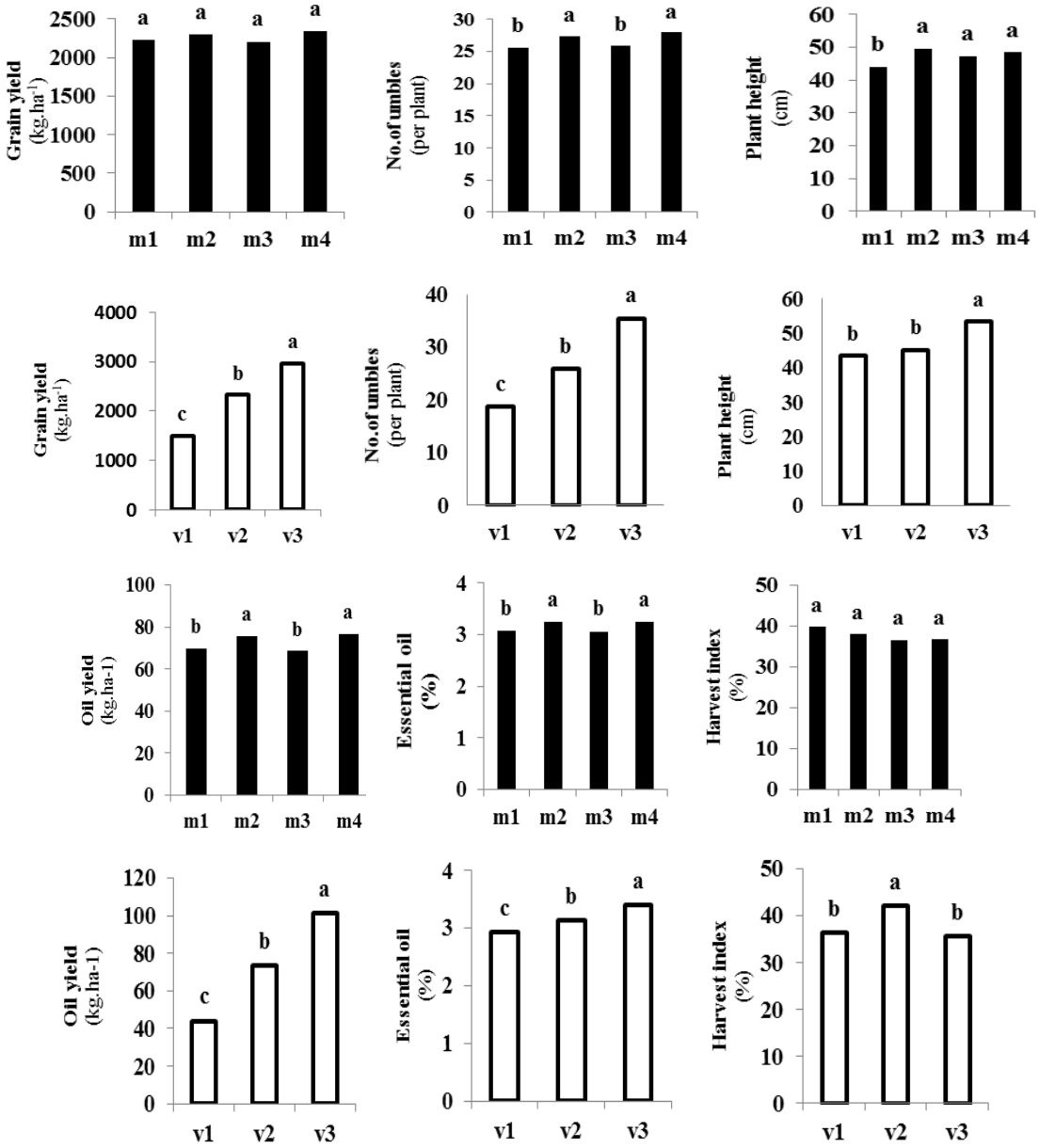
ns، * و **: نبود اختلاف معنی‌دار و وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست، عملکرد اسانس را به‌صورت معنی‌داری افزایش داد و بیشترین عملکرد اسانس (۱۰۱/۲۱ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار به‌دست آمد که نسبت به عدم کاربرد آن (تیمار شاهد) ۶۴/۴ درصد افزایش یافته است. در مورد قارچ‌های مایکوریزا نیز بیشترین عملکرد اسانس در کاربرد گونه *G. mossae* (۷۵/۸۵ کیلوگرم در هکتار) و برهمکنش دو گونه (۷۶/۸۳ کیلوگرم در هکتار) به‌دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱. مقایسه‌میانگین اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و مایکوریزا بر برخی صفات مورد مطالعه در انیسون. V سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (v1: ۰، v2: ۵، v3: ۱۰ تن در هکتار) ؛ M سطوح مختلف مایکوریزا (m1: شاهد، m2: کاربرد *Glomus mosseae*، m3: کاربرد *Glomus intraradices* و m4: کاربرد تلفیقی هر دو قارچ). میانگین‌های با حروف یکسان برای هر صفت بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارد.

Figure 1. Mean comparison for interaction of different levels of vermicompost and mycorrhiza on the studied traits in Anise [V: different levels of vermicompost (V1= control, V2= 5 ton/ha and V3= 10 ton/ha); M: different levels of mycorrhiza (m1=control, m2= application *Glumus mosseae*, m3= application *Glumus intraradices* and m4= integrated application *G. mosseae*× *G. intraradices*)].
Means with similar letters in each trait are not significantly different (Duncan ≤ 0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد مواد آلی نسبت به مواد شیمیایی شرایط بهتری را برای تولید اسانس در گیاه ایجاد می‌کنند (Arancon *et al*., 2004). به‌طوری‌که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهم‌نمودن عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش می‌دهد، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه سبب افزایش رشد، تسریع واکنش‌های متابولیسمی، افزایش سنتز و تجمع متابولیت‌ها و در نهایت بهبود میزان اسانس می‌شود (Arancon *et al*., 2004). افزایش درصد اسانس تحت تأثیر ورمی‌کمپوست در انجام آزمایشی روی گیاه دارویی انیسون گزارش شده است Behzadi *et al*. (2016). همچنین ورمی‌کمپوست باعث بهبود میزان و کیفیت اسانس در گیاه دارویی بابونه آلمانی (Salehi *et al*., 2011) و رازیانه (Darzi *et al*., 2011) گردید.

تلقیح بذر رازیانه با مایکوریزا، به‌دلیل افزایش فسفر قابل‌دسترس در خاک باعث افزایش معنی‌دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس گیاه رازیانه شده است (Kapoor *et al*., 2004). این موضوع با نتیجه پژوهش Gupta *et al*. (2002) مطابقت دارد. در پژوهش آنها، جذب بیشتر فسفر معدنی توسط گیاهان مایکوریزایی که عنصری ضروری در بیوسنتز اسانس می‌باشد، به‌عنوان عامل تأثیرگذار در افزایش مقدار اسانس شناخته شد. در همین رابطه در مطالعه دیگری که روی گیاه دارویی نعناع انجام گرفت، Gupta *et al*. (2002) گزارش کردند که تلقیح گیاه نعناع با گونه‌ای قارچ VAM به نام *Glomus fasiculatum* به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای میزان اسانس را افزایش داد. آن‌ها دریافتند که همزیستی قارچ مایکوریزا با ریشه گیاه نعناع از طریق افزایش جذب آب و عناصر پر مصرف در بهبود میزان اسانس مؤثر بوده است.

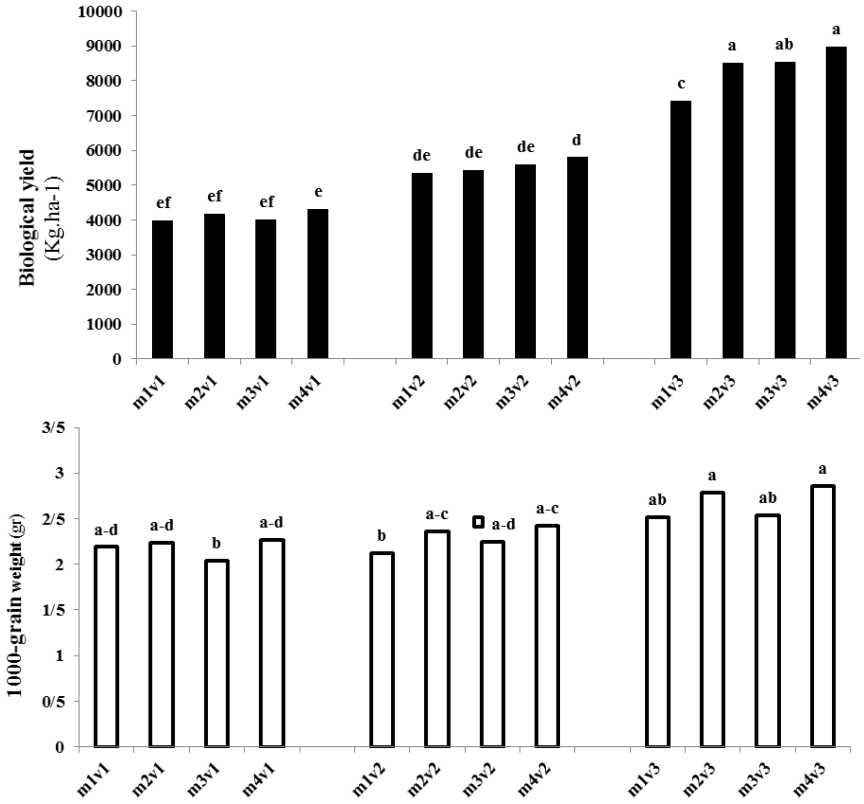
بیشترین وزن هزاردانه (۲/۶۸ گرم) در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و کاربرد تلفیقی دو قارچ *G. mosseae* و *G. intraradices* (۲/۵۲ گرم) بود (جدول ۴). در خصوص تفسیر اثر متقابل دو عامل بر روی وزن هزاردانه (شکل ۲) می‌توان اظهار داشت که بین سطوح ورمی‌کمپوست و قارچ‌های مایکوریزا یک رابطه هم‌افزایی و تشدیدکننده وجود داشته که موجب مشارکت و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک شده و سپس از طریق افزایش جذب عناصر معدنی و میزان فتوسنتز گیاه، می‌تواند موجب بهبود وزن دانه گردد (Darzi *et al*., 2011). یافته‌های بسیاری از پژوهشگران مؤید این حقیقت است که حضور کودهای زیستی در نظام‌های مختلف کشاورزی پایدار به‌ویژه از طریق اثرهای هم‌افزایی و تشدیدکننده‌ای که میان آنها بوجود می‌آید، می‌تواند با ایجاد یک بستر مناسب و پیامد آن دسترسی مطلوب گیاه به عناصر غذایی، موجبات بهبود رشد و افزایش بیوماس گیاه را فراهم آورد (Sharma, 2002).

نتایج این پژوهش با یافته‌های Darzi *et al*. (2011) بر روی انیسون و Saleh *et al*. (2011) بر روی بابونه همخوانی دارد؛ آنها نشان دادند مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه می‌شود و همچنین Gupta *et al*. (2002) گزارش کردند استفاده از ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجود در نوعی کود زیستی، موجب افزایش وزن هزار دانه نعناع شده است، که علت آن را افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه، بر اثر تلقیح با نیتروکسین دانستند. Darzi *et al*. (2011) در طی تحقیقات خود اظهار داشتند که به‌دنبال افزایش عملکرد اندام هوایی، مقدار فسفر اندام هوایی و عملکرد اندام زمینی در شرایط کاربرد قارچ مایکوریزا افزایش نشان دادند. همچنین از یافته‌های آنها چنین بر می‌آید که افزایش عملکرد اندام هوایی با افزایش شاخ و برگ و افزایش عملکرد اندام زمینی با افزایش جذب مواد همراه می‌باشد؛ بنابراین تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافته و انتقال این مواد به سمت مخازن (بذرها) افزایش می‌یابد که موجب افزایش وزن هزاردانه در شرایط کاربرد قارچ مایکوریزا می‌گردد (شکل۱). چنین نتایجی در تحقیقات Darzi *et al*. (2011) و Salehi *et al*. (2011) نیز به‌دست آمده است.

کاربرد کودهای زیستی به‌خصوص کاربرد ورمی‌کمپوست و مایکوریزا سبب بالا رفتن میزان وزن هزاردانه به‌دلیل بهبود شرایط تغذیه‌ای می‌گردد (Darzi *et al*., 2008).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲. مقایسه میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و مایکوریزا بر وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک انیسون.
V سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (v1: ۰، v2: ۵، v3: ۱۰ تن در هکتار)؛ M سطوح مختلف مایکوریزا (m1: شاهد، m2: کاربرد *Glomus mosseae*، m3: کاربرد *Glomus intraradices* و m4: کاربرد تلفیقی هر دو قارچ). میانگین‌های با حروف یکسان برای هر صفت بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارد.

Figure 2. Mean comparison for interaction of different levels of vermicompost and mycorrhiza on 1000-grain weight and biological yield in Anise [V: different levels of vermicompost (V1= control, V2= 5 ton/ha and V3= 10 ton/ha); M: different levels of mycorrhiza (m1=control, m2=application of *Glumus mosseae*, m3= application of *Glumus intraradices* and m4= integrated application of *G. mosseae*× *G. intraradices*)].
Means with similar letters in each trait are not significantly different (Duncan ≤ 0.05).

ایجاد شرایط بهتر تغذیه‌ای با اعمال تیمارهای کود زیستی منجر به افزایش عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه و در نتیجه سبب افزایش میزان شاخص برداشت گیاه شد، به‌طوری‌که بالاترین شاخص برداشت گیاه (۴۲/۰۳ درصد) در کاربرد تیمار پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش گویای این مطلب است که شاخص برداشت بیش از سایر صفات اندازه‌گیری‌شده تحت تأثیر اعمال ورمی‌کمپوست بود، به‌طوری‌که کاربرد ورمی‌کمپوست با ایجاد شرایط بهتر تغذیه‌ی ضمن بالا بردن میزان بیوماس کلی و عملکرد دانه‌ای میزان شاخص برداشت را نیز افزایش داد (Arancon *et al*., 2004).

در تمامی تیمارها بین عملکرد زیستی به‌دست‌آمده با عملکرد زیستی تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری وجود داشت؛ به‌طوری‌که بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در سطح سوم (۸۳۴۷/۶ کیلوگرم در هکتار) ۵۰/۶ درصد بیشتر از سطح دوم (۵۵۴۳/۵ کیلوگرم در هکتار) و ۱۰۲/۴ درصد بیشتر از سطح اول (۴۱۲۳/۴ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). همچنین در بین تیمارهای مختلف مایکوریزایی عملکرد زیستی در کاربرد تلفیقی گونه‌های *G.mosseae* و *G. intraradices* (۶۳۶۸/۸ کیلوگرم در هکتار) ۵/۲ درصد بیشتر از گونه *G. mosseae* (۶۰۵۵/۷ کیلوگرم در هکتار)، ۵/۷ درصد بیشتر از گونه *G. intraradices* (۶۰۲۴/۳ کیلوگرم در هکتار) و ۱۴ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۵۵۸۵/۵ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ۱). مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین اثر متقابل دو عامل ورمی‌کمپوست و قارچ مایکوریزا نیز دارای اختلاف معنی‌داری بود (شکل ۲)، به نحوی که عملکرد زیستی در تیمار حاوی مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست همراه با کاربرد تلفیقی دو قارچ *G. mosseae* و *G. intraradices* (۸۹۸۹/۴۳ کیلوگرم در هکتار) دارای بیشترین میزان بود.

در خصوص تأثیر ورمی‌کمپوست روی عملکرد زیستی انیسون، می‌توان اظهار کرد که افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه‌تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است، بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات افزایش رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است؛ به‌طوری‌که نتایج پژوهش Behzadi *et al.* (2016) روی گیاه دارویی انیسون مؤید این نکته است. از طرفی به‌نظر می‌رسد قارچ‌های مایکوریزا نیز با نفوذ به منافذ ریز خاک و قرار دادن حجم بیشتری از خاک در اختیار ریشه گیاه و جذب بیشتر عناصر غذایی از جمله فسفر باعث افزایش رشد گیاه و میزان زیست-توده تولیدی شده باشد (Khalesro *et al.*, 2012). زیرا فسفر با تنظیم هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در تقسیم سلولی دارد و از طرفی نقش مهمی در تولید مواد فتوسنتزی داشته و سبب تولید انرژی در گیاه نیز می‌شود که این امر سبب افزایش عملکرد اندام هوایی و وزن هزاردانه گردید (Kirchner *et al.*, 1993). این نتیجه با نتایج Khalvati *et al.* (2005) در یک راستا قرار داشت. در ارتباط با اثر متقابل دو عامل روی عملکرد زیستی به‌نظر می‌رسد که مصرف ورمی-کمپوست از طریق تأثیر مثبتی که از طریق فراهمی مواد آلی روی فعالیت قارچ‌های مایکوریزا اعمال نموده است و متعاقب آن تأثیری که هر دو کود زیستی روی گسترش و افزایش رشد ریشه گیاه میزبان داشته اند، همگی موجب بهبود رشد و نمو و سرانجام افزایش عملکرد زیستی انیسون گردیده است. این موضوع در نتایج پژوهش Behzadi *et al.* (2016) بر روی گیاه دارویی انیسون و Darzi *et al.* (2008) بر روی گیاه دارویی رازیانه قابل‌مشاهده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) این در حالی است که کاربرد قارچ‌های مایکوریزا تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. عملکرد دانه در سطح سوم ورمی‌کمپوست (۲۹۶۸/۲۶ کیلوگرم در هکتار) ۲۷/۳ درصد بیشتر از سطح دوم (۲۳۳۰/۳۴ کیلوگرم در هکتار) و ۹۷/۶ درصد بیشتر از سطح اول (۱۵۰۱/۹۳ کیلوگرم در هکتار) گردید (شکل ۱). در انیسون اجزای عملکرد دانه شامل تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزاردانه و تعداد بوته در واحد سطح می‌باشند. میزان عملکرد دانه تولیدی در واحد سطح نیز به‌عنوان یک متغیر وابسته تابعی از این اجزاء محسوب می‌شود. افزایش در اجزاء عملکرد گیاه در تیمارهای مختلف باعث افزایش عملکرد دانه تولیدی گردید و ثبات نسبی شاخص برداشت در تیمارهای مختلف و افزایش در عملکرد زیستی باعث افزایش در عملکرد دانه نیز شد. نتایج این پژوهش با یافته‌های Akbariniya *et al.* (2016) در مورد افزایش عملکرد دانه مشاهده‌شده ناشی از مصرف کود دامی در سامانه کشت آلی گیاه دارویی زنیان مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که استفاده از ورمی‌کمپوست و قارچ‌های مایکوریزا می‌تواند نقش مؤثری در افزایش کارایی تولید در گیاه انیسون داشته باشد و به‌عنوان یک منبع اصلی افزایش حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی پایدار عمل نماید. درکاربرد تلفیقی دو سویه *G. mosseae* و سویه *G. interaradices* با گیاه انیسون، اکثر صفات مورد بررسی وضعیت بهتری نسبت به کاربرد هر کدام از آنها به‌تنهایی داشتند. به‌طورکلی برای دست‌یابی به بهترین عملکرد دانه، عملکرد اسانس و درصد اسانس انیسون، تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست نتایج بهتری را نشان داد. عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان دارویی و فرآورده‌های آنها، شرط اصلی سالم و طبیعی‌بودن آنها است، بنابراین، با توجه به پاسخ مثبت گیاه دارویی انیسون به کاربرد کودهای آلی، به‌نظر می‌آید که به‌کارگیری این کودها

www.SID.ir

Archive of SID

ضمن کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیز نداشتن عواقب سوء زیست‌محیطی، روش مناسبی برای تولید سالم و پایدار این گونه محصولات باشد و می‌تواند نقش چشمگیری در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه داشته باشد. در همین رابطه محققان در مورد گیاهان دیگر مانند زیره سبز، Gholami *et al.* (2015) و انیسون Behzadi *et al.* (2016) نیز چنین نتایجی به‌دست آورده بودند.

REFERENCES

1. Akbariniya, A. (2003). *Investigation of yield and effective material of Ajwain (Carum copticum L.) in conventional, organic and integrated farming systems*. Ph.D. thesis in Crop Production. College of Agriculture, Tarbiat Modares University, Iran.
2. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004). Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
3. Arguello, J. A., Ledesma, A., Nunez, S. B., Rodriguez, C. H. & Goldfarb, M. D. D. (2006). Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield and quality of 'Rosado Paraguayo' garlic bulbs. *HortScience*, 41(3), 589-592.
4. Arjmand Alavi, M., Hatamzadeh, A. & Ehteshami, M. R. (2014) Effect of bulb inoculation with four species mycorrhizal fungi on quantitative and qualitative yield of two lily species. Iranian Journal of Seed Science and Research, 1(2), 57-69.
5. Basu, M. & Srivastava, N. K. (1998). Root endophytes in medicinal plants: Their population and effects. Abstract of the *7th International Congress of Plant Pathology*, Edinburgh, Scotland, 9-16 August: 19.
6. Behzadi, Y., Salehi, A., Balouchi, H. R. & Yadavi, A. (2016). Effect of biological, organic and chemical fertilizers on yield and yield components of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian J. Sustainable Agriculture Production Sci*ence, 25 (4), 161-175. (in Farsi)
7. Darzi, M. T., Ghalavand, A. & Rejali, F. (2008). Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Crop Science*, 10(1), 88-109. (in Farsi)
8. Darzi, M. T., Hadjseyed Hadi, M. R. & Rejali, F. (2011). Effects of vermicompost and phosphate biofertilizer application on yield and yield components in Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26 (4), 452-465. (in Farsi with English Summary)
9. El-Ghadban, E. A. E., Shalan, M. N. & Abdel-Latif, T. A. T. (2006). Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yield and constituents of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 84, 977-992.
10. Esmaielpour, B. & Amani, N. (2013). Investigating the effect of mycorrhizal inoculation on growth and uptake of nutrients in *Lactuca sativa* cv. Syaho. *Iranian Journal of Soil Management and Sustainable Product*, 4(2), 49-69. (in Farsi)
11. Gholami Ganjeh, S. & Salehi, A. (2015). Effects of different levels of vermicompost and biofertilizers on essential oil content and uptake of some elements in cumin (*Cuminum cyminum* L.). *Iranian J. Medicinal and Aromic Plants*, 31 (5), 822-830. (in Farsi)
12. Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M. & Kumar, S. (2002) Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasiculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis* L.) under field conditions. *Bioresource Tech*, 81, 77-79.
13. Hashemzadeh, F., Mirshekari, B., Yarnia, M., Rahimzadeh Khoei, F. & Tarinejhad, A. (2014) Effect of bio and chemical fertilizers on seed yield and its components of dill (*Anethum graveolens*). *Journal of Medical Plants Research*, 7(3), 111-117
14. Hosseinpour, M., Habibi, H. & Fotokian, M. H. (2012) Effect of chemical and biological nitrogen on quality and quantity of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 28(3), 551-566. (in Farsi)
15. Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2002). *Glomus macrocarpum*: A potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum graveolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18(5), 459-463.
16. Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (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.
17. Kirchner, M. J., Wollum, A. G. & King, L. D. (1993). Soil microbial population and ativities in reduced chemical input agroecosystems. *Soil Science Society of America Journal*, 57, 1289-1295.
18. Khalesro, Sh., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzadeh, A. (2012). The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 27(4), 551-560. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

19. Khalvati, M. A., Mozafar, A. & Schmidhalter, U. (2005). Quantification of water uptake by arbuscular mycorrhizal hyphae and its significance for leaf growth, water relations, and gas exchange of barley subjected to drought stress. *Plant Biology Stuttgart*, 7, 706-712
20. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21, 361-366.
21. Nazari, M. & Fallah, S. (2013). Effects of biofertilizers and chemical fertilizer combination on the quantity and quality of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) medicinal plant. *Iranian Journal of Plant Producution Technology*, 14 (2), 77-88. (in Farsi)
22. Omidbaigi, R. (2011). *Production and Processing of Medicinal Plants*. (Vol. III). Astan Quds Razavi. Press, 397pp. (in Farsi)
23. Pandey, R. (2005). Mangement of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. *Phytoparasitica*, 33(3), 304-308
24. Rapparini, F., Liusia, J. & Penuelas, J. (2008). Effect of arbuscular mycorrhiza colonization on terpen emission and content of *Artemisia annua* L.. *Plant Biology*, 10(1), 108-122.
25. Sainz, M. J., Taboada-Castro, M. T. & Vilarino, A. (1998). Growth, mineral nutrition and mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plants grown in a soil amended with composted urban wastes. *Plant and Soil*, 205(1), 85-92.
26. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzade, A. (2011). The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 27 (2), 188-201. (in Farsi)
27. Sharma, A. K. (2002). *Biofertilizers for Sustainable Agriculture*. Agrobios, India, (407p.)
28. Shivaputra, S. S., Patil, C. P., Swamy, G. S. K. & Patil, P. B. (2004). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi and vermicompost on drought tolerance in papaya. *Mycorrhiza News*, 16(3), 12-13.
29. Sylvia, D. M. & Williams, S. E. (1992). Vesicular arbuscular mycorrhizae and environmental stress. In: Bethlenfalvay, G.J. and Linderman, R.G., (Eds.). *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. Pp 101-124, American Society of Agronomy, Medison Wisconsin.

www.SID.ir