دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره چهارم، شماره اول، فروردین و اردیبهشت ۹۶
http://arpe.gonbad.ac.ir

کاربرد کودهای آلی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی نعنای صحرایی (*Mentha spicata* L.)

مصطفی کوزه‌گر کالجی[1*]، محمد رضا اردکانی[2]
[1]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
[2]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۱۹

چکیده

مقدمه: کاربرد روزافزون کودهای شیمیایی باعث بروز خسارت جبران‌ناپذیر زیست محیطی و بهداشتی شده است. هم‌چنین کودهای شیمیایی ازته به‌واسطه بر جای ماندن آن‌ها در طبیعت، باعث آلودگی آب و خاک شده و از این طریق باعث ایجاد بیماری‌های مختلفی از قبیل سرطان در انسان می‌شوند. این معایب کودهای شیمیایی و هزینه بالای تولید آن‌ها باعث شده که تولید کودهای زیستی مورد توجه جدی قرار گیرد. این آزمایش با هدف بررسی اثر کودهای آلی (ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش) و همزیستی میکوریزایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه نعناع صحرایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در شهرستان ساری در سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل میکوریزا (گونه *Glomus moseae*) در دو سطح (صفر و ۲۰۰ اسپور در گلدان)، ورمی‌کمپوست در دو سطح (صفر و ۲۰۰ گرم در گلدان) و چای کمپوست در دو سطح (صفر و ۱/۵ لیتر در گلدان‌های مشخص شده) بود. صفاتی از قبیل سطح برگ، تعداد برگ، عملکرد وزن خشک، قطر و طول ریشه، وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، درصد و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: نتایج نشان داد که استفاده از کودهای آلی و همزیستی میکوریزایی تاثیر معنی‌دار بر تعداد برگ و وزن خشک ریشه داشته و کلیه صفات مورد بررسی را در مقایسه با شاهد افزایش می‌دهند. مطابق نتایج، بیشترین

*نویسنده مسئول: mostafa.koozehgar@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

میزان ارتفاع (۳۳/۲۷ سانتی‌متر) در تیمار کاربرد چای‌کمپوست+عدم کاربرد ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد میکوریزا، بیشترین تعداد برگ (۲۶/۹۵ عدد) در تیمار همزیستی میکوریزایی+کاربرد چای کمپوست+کاربرد ورمی‌کمپوست، بیشترین درصد اسانس (۰/۸۶ درصد) در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست+همزیستی میکوریزایی+عدم کاربرد چای‌کمپوست، بیشترین عملکرد اسانس (۱/۸۰ گرم در گلدان) و بیشترین سطح برگ (۱۲۳/۴۹ سانتی‌متر) در تیمار کاربرد چای کمپوست+کاربرد ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد میکوریزا حاصل شد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی کودهای آلی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد نعناع صحرایی اثر مثبت داشته است کاربرد ورمی‌کمپوست، چای کمپوست و همزیستی میکوریزایی از طریق در دسترس قرار دادن عناصر غذایی باعث افزایش خصوصیات کمی و کیفی نعنای صحرایی گردید.

واژه‌های کلیدی: ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش، همزیستی میکوریزا، خصوصیات، سرسم

مقدمه

نعناع صحرایی معروف به سرسم با نام علمی *Mentha spicata* L. گیاهی چند ساله علفی و پایاست که بومی مدیترانه می‌باشد (Zargari, 1997; Jamshidi *et al*., 2010; Kizil *et al*., 2010; Patra and Kumar, 2006). از جمله کاربردهای این گیاه می‌توان به استفاده از اسانس آن در صنایع غذایی به‌عنوان طعم‌دهنده غذاها و شیرینی‌جات و نیز در زمینه تهیه لوازم آرایشی، تهیه داروهای مسکن، در درمان تب، سردرد، آسم، سرما خوردگی و غیره استفاده می‌شود (Smsam shariat, 2010; Daiz marota *et al*., 2003; Patra and Kumar, 2006).

ورمی‌کمپوست یک ترکیب آلی است که از لحاظ میکروبیولوژیکی فعال و غنی از مواد مغذی است که نتیجه تعامل بین کرم‌های خاکی و میکروارگانیسم‌ها بر اثر تجزیه مواد آلی است. ثابت شده است که، این موادی پیت مانند و همگن، با نسبت C:N پایین، تخلخل زیاد، تهویه و زهکشی مناسب و ظرفیت نگهداری آب بالا هستند وبسیاری از مواد مغذی موجود در فرم قابل جذب توسط گیاهان را در خود دارا می‌باشند (Yanga *et al*., 2015). هم‌چنین در مقایسه با مواد مادری‌شان، دارای املاح کمتر، ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر و محتوای اسید هیومیک زیادتر می‌باشند (Fernández-Bayo *et al*., 2009). ورمی‌واش عصاره‌ی آبی ورمی‌کمپوست محسوب می‌شود که، حاوی عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف، هورمون‌های رشد، آنزیم‌ها و ویتامین‌ها است و اثرات شگرفی بر رشد، عملکرد و مقاومت گیاهان به بیماری‌ها دارد (Nemati *et al*., 2014; Nath and Singh, 2012).

نعمتی دربندی و همکاران (Nemati-Darbandi *et al*., 2012) اظهار داشتند که، محلول‌پاشی عصاره ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری روی صفات کمی و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه دارد. نتایج تحقیق روی گل آهار نشان داد که، کاربرد ورمی‌کمپوست روی بیشتر ویژگی‌های رویشی و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

فتوسنتز اثر معنی‌دار مثبتی دارد (Hamidpor and Amzaje, 2012). رضوی‌نیا و همکاران (*et al*., Razavi Niya 2012) گزارش کردند، مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک گل، ساقه، عملکرد بیولوژیک، تعداد گل در بوته و سبزینگی برگ شد. در پژوهشی مشخص شده است که، کاربرد ورمی‌واش در گیاه دارویی نعناع فلفلی سبب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد بوته تر و خشک، عملکرد برگ و محتوای اسانس نسبت به تیمارهای شاهد گردید (Ayyobi *et al*., 2013).

قارچ میکوریزا *وزیکولا رآربا‌سکولا‌ر* یکی از کودهای زیستی بوده که دارای رابطه همزیستی مسالمت‌آمیز با ریشه گیاهان است (Gogoi and Singh, 2011). قارچ‌های همزیست مواد کربوهیدراتی را عمدتاً به‌شکل ساکارز از گیاه دریافت و عناصر غذایی (عمدتاً فسفر) را در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Marulanda and Barea, 2009). تاثیر مثبت این قارچ روی گیاهان مختلف گزارش شده است (Karagiannidis *et al*., 2012; Moradi *et al*., 2011). در همین راستا اثر دو گونه قارچ میکوریزا *Glomus fasciculatum* و *Glomus macrocarpum* بر روی گیاه دارویی درمنه آزمایش و نتایج نشان داد که، تلقیح قارچ سبب افزایش تولید شاخ و برگ، مقدار عناصر غذایی (فسفر، روی و آهن) در شاخساره و افزایش غلظت اسانس در برگ‌های گیاه درمنه شده است (Chaudhary *et al*., 2008). در پژوهشی دیگر مشخص شده است که، کاربرد ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزایی سبب بهبود صفات کمی و کیفی گیاه نعناع آبی گردیده است (Koozehgar kaleji and Ardakani, 2017).

زراعت گیاهان دارویی با کودهای آلی و زیستی، 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 می‌دهند (Griffe *et al*., 2003). بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کودهای آلی (ورمی‌واش و ورمی‌کمپوست) و همزیستی میکوریزایی بر برخی از ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی)، درصد و عملکرد اسانس گیاه نعنای صحرایی در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی۳۶ 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. فاکتورها شامل قارچ میکوریزا گونه *Glomus moseae* در ۲ سطح (صفر و ۲۰۰ اسپور در گلدان)، ورمی‌کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۲۰۰ گرم در گلدان) و ورمی‌واش در ۲ سطح (صفر و ۱/۵ لیتر) بود. ورمی‌کمپوست و

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

چای کمپوست با پایه کود دامی از شرکت شکوفاسازان خاک شمال تهیه شد. برای انجام آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. قبل از کاشت خاک، و کودهای مورد استفاده آنالیز شد (جدول‌های ۱ و ۲).

عملیات کاشت در آبان ۱۳۹۳ و به‌صورت گلدانی صورت گرفت. عملیات داشت شامل آبیاری، تنک و وجین بود. ابتدا در هر گلدان ۵ نشاء نعناع صحرایی کشت گردید. در مرحله ۴-۵ برگی (پس از استقرار کامل گیاه) تیمارهای مورد نظر روی گلدان‌های مشخص شده اسپری گردید. در انتهای دوره رشد به‌منظور اندازه‌گیری صفات مورد نظر از هر گلدان ۲ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی از جمله ارتفاع بوته، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد وزن خشک بوته، طول و قطر ریشه، وزن خشک ریشه، درصد و عملکرد اسانس اندازه‌گیری گردید. سطح برگ به وسیله نرم‌افزار Image J اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری درصد و عملکرد اسانس، ابتدا بوته‌های جمع آوری شده را در شرایط مناسب به‌صورت طبیعی و به دور از نور خورشید به‌مدت ده روز خشک و سپس توسط آسیاب پودر شدند. بعد 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 ۲ ساعت بود. پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم، درصد و عملکرد اسانس تعیین شد (Mirza *et al*., 1996). تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده گردید که، کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی و بیولوژیک بر ارتفاع بوته، سطح برگ و تعداد برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی کاربرد ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته تاثیری نداشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که، کاربرد توام کودهای آلی و بیولوژیک باعث افزایش سطح برگ، ارتفاع بوته، تعداد برگ نسبت به شاهد شد؛ به‌طوری که بیشترین سطح برگ (۱۲۳/۴۹ سانتی‌متر) از تیمار کاربرد چای‌کمپوست+ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد میکوریزا و بیشترین تعداد برگ (۲۶/۹۵) از تیمار کاربرد چای‌کمپوست+همزیستی میکوریزایی+کاربرد ورمی‌کمپوست و بیشترین ارتفاع بوته (۳۳/۷۲ سانتی‌متر) از تیمار کاربرد چای کمپوست+عدم‌کاربرد ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد میکوریزا حاصل شد (جدول ۴)؛ هم‌چنین در تمام صفات اشاره شده کمترین مقدار در تیمار شاهد به دست آمد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۱- خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک

Table 1- Physical and chemical characteristics of soil

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

جدول ۲ - نتایج تجزیه کود ورمی‌کمپوست و چای کمپوست

Table 2- Analysis of fertilizer vermicompost and compost tea

اسیدته pH	هدایت الکتریکی EC ($ds.m^{-1}$)	کربن آلی OC	ماده آلی OM	نیتروژن Nitrogen	پتاسیم Potasium	فسفر Phosphorus	کلسیم Calcium	منیزیم Maganesium	آهن Iron	روی Zinc	منگنز Manganese	مس Cupper
		(%)							(ppm)			
6.35	1.2	11.7	20.17	1.81	0.28	1.16	4.09	0.15	1981	266	79.3	22

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نعناع صحرایی

Table 3- Analysis of variance (ANOVA) measured traits of *Mentha spicata*

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزدی Df	ارتفاع بوته Plant high	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area	عملکرد وزن خشک Dry weight yield
تکرار Replication	3	3.56	2.60	14.85	0.05
T	1	182.88^{**}	285.00^{**}	3974.95^{**}	1.49^{**}
V	1	0.81^{**}	44.41^{**}	3950.04^{**}	0.11^{ns}
M	1	0.002^{ns}	78.43^{**}	7297.83^{**}	0.005^{ns}
T×V	1	50.25^{**}	79.06^{**}	940.37^{**}	0.28^{ns}
T×M	1	47.77^{**}	56.44^{**}	3044.53^{**}	0.69^{**}
V×M	1	1.75^{**}	0.38^{**}	1428.05^{**}	0.51^{**}
V×T×M	1	23.63^{**}	101.88^{**}	87.88^{**}	0.05^{ns}
خطا Error	21	0.07	0.03	0.48	0.04
ضریب تغییرات (%) CV		0.99	0.93	0.75	10.39

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

T: چای‌کمپوست، V: ورمی کمپوست و M: همزیستی میکوریزایی

V: Vermicompost, T: Compost tea and M: Mycorrhizal symbiosis

نتایج این تحقیق با نتایج نعمتی دربندی و همکاران (Nemati Drabandi *et al*., 2014) که افزایش سطح برگ بادرنجبویه در اثر محلول پاشی ورمی‌واش گزارش کردند، مطابقت دارد. عزیزی و همکاران (Azizi *et al*., 2005) گزارش کردند، کاربرد ورمی‌واش سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته، تعداد برگ و سطح برگ نسبت به شاهد در ریحان شد. انصاری (Ansari, 2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای‌کمپوست و ورمی‌واش را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از این کودها نسبت داد. هم‌چنین بیگناه و همکاران (Bigonah *et al*., 2015) بیان کردند که، تیمارهای کودی اعمال شده نظیر کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گشنیز شد. هم‌چنین در تحقیقی دیگر مشخص گردیده است که، کودهای زیستی تعداد برگ در بوته گوجه‌فرنگی را به‌طور معنی‌دار افزایش دادند (Nemati *et al*., 2013).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که، اثر تیمارهای کاربرد ورمی‌کمپوست، کاربرد مایکوریزا، کاربرد چای‌کمپوست+ورمی‌کمپوست و کاربرد ورمی‌کمپوست+کاربرد چای‌کمپوست+کاربرد مایکوریزا بر عملکرد وزن خشک بوته معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد و بیشترین و کمترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار عدم کاربرد میکوریزا+کاربرد چای‌کمپوست (۲/۳۷ گرم) و شاهد (۱/۶۰ گرم) بود (جدول ۵).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه بر صفات مورد مطالعه نعناع صحرایی

Table 4- Mean comparison of triple interaction effect on evaluated traits of *Mentha spicata*

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant high (cm)	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area (cm)
$T_0V_0M_0$	22.27e	11.95h	46.11h
$T_0V_0M_1$	25.95d	21.50c	105.87d
$T_0V_1M_0$	26.35d	14.92g	67.54g
$T_0V_1M_1$	27.52c	16.92f	107.20c
$T_1V_0M_0$	33.72a	20.97d	73.75f
$T_1V_0M_1$	29.07b	18.10e	101.12e
$T_1V_1M_0$	29.35b	23.12b	123.49a
$T_1V_1M_1$	29.07b	26.95a	117.51b

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means in each column fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

$M_0T_0V_0$: شاهد، V_1: ورمی‌کمپوست، T_1: چای‌کمپوست و M_1: همزیستی میکوریزایی

$M_0T_0V_0$: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Compost tea and M_1: Mycorrhizal symbiosis

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

در پژوهشی کاربرد ورمی‌کمپوست و محلول‌پاشی چای‌کمپوست سبب افزایش وزن خشک گیاه نعناع آبی شده است (Koozehgar kaleji and Ardakani, 2017). یوسفی شیاده و همکاران *et al*., (Yousefi Shyadh 2015) گزارش کردند، وزن‌تر و خشک برگ تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست گیاه استویا در سطح یک درصد معنی‌دار شد. ورمی‌کمپوست از طریق افزایش قدرت جذب آب و فراهم نمودن مقدار مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف در گیاه دارویی بادرشبی و تأثیر مثبتی بر وزن‌تر و خشک گیاه داشته است (Mafakheri *et al*., 2012). در تحقیقی مشخص گردیده است، کاربرد کودهای بیولوژیک و ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن خشک گیاه گشنیز شد (Bigonah *et al*., 2015). 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.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه بر عملکرد وزن خشک نعناع صحرایی

Table 5- Comparison interaction of dual on dry weight yield of *Mentha spicata*

تیمار Treatment	عملکرد وزن خشک Dry weight yield
T_0V_0	1.77c
T_0V_1	2.05ab
T_1V_0	2.15a
T_1V_1	1.92bc
T_0M_0	1.60c
T_0M_1	1.92b
T_1M_0	2.37a
T_1M_1	2.05b
V_0M_0	1.60c
V_0M_1	1.91b
V_1M_0	2.22a
V_1M_1	2.16a

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون LSD).

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

$M_0T_0V_0$: شاهد، V_1: ورمی‌کمپوست، T_1: چای‌کمپوست و M_1: همزیستی میکوریزایی

$M_0T_0V_0$: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Compost tea and M_1: Mycorrhizal symbiosis

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده گردید که، کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی و بیولوژیک بر طول ریشه، وزن خشک ریشه و قطر ریشه در سطح یک درصد معنی‌دار بود؛ ولی اثرات متقابل دوگانه چای‌کمپوست+ورمی‌کمپوست و ورمی‌کمپوست+همزیستی میکوریزایی بر طول ریشه و اثرات متقابل دوگانه چای‌کمپوست+همزیستی میکوریزایی بر قطر ریشه تاثیری نداشت (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه‌گانه نشان داد که، بیشترین میزان قطر ریشه (۶/۵۵ میلی‌متر)، از تیمار همزیستی میکوریزایی+کاربرد ورمی‌کمپوست+چای‌کمپوست، بیشترین طول ریشه (۷/۵۷ سانتی‌متر) از تیمار همزیستی میکوریزایی+کاربرد ورمی‌کمپوست+ عدم کاربرد چای‌کمپوست و بیشترین وزن خشک ریشه (۱/۳۷ گرم) از تیمار عدم کاربرد چای کمپوست+کاربرد ورمی-کمپوست+همزیستی میکوریزایی حاصل شد (جدول ۷). هم‌چنین در تمام صفات اشاره شده کمترین مقدار در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۷).

تلقیح گیاه آویشن با دو گونه قارچ میکوریزا *G. intraradices* و *G. mosseae* سبب افزایش وزن خشک ریشه نسبت به تیمار شاهد شد. نتایج تحقیق بر روی گیاه آویشن باغی میکوریزایی شده حاکی از آن بود که گونه‌های ذکر شده وزن خشک ریشه را تا ۲/۵ برابر نسبت به تیمارهای غیر میکوریزایی افزایش داد (Azimi *et al*., 2014). سیررنبرگ و همکاران (Sirrenberg *et al*., 2007) گزارش کردند که، در گیاهان تلقیح شده با میکوریزا اکسین تولید شده و روی رشد ریشه اثر گذاشت. طبق گزارش سامیران و همکاران (Samiran *et al*., 2010) طول ریشه گیاه لوبیا در حضور ورمی کمپوست افزایش یافت. کوزه‌گر کالجی (Koozehgar Kaleji, 2014) گزارش کرد که، کاربرد میکوریزا از طریق جذب بهتر عناصر معدنی باعث افزایش رشد گیاه، وزن خشک ریشه، قطر ریشه، طول ریشه و اندام هوایی گیاه می‌گردد. در پژوهشی دیگر ابریشم‌چی و همکاران (Abrishamchi *et al*., 2014) عنوان نموده‌اند که، کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی‌دار قطر ریشه و وزن خشک ریشه گیاه گوجه فرنگی شد. در این راستا می‌توان اظهار داشتند که، احتمالاً ورمی‌کمپوست به‌دلیل وجود میکرو اُرگانیسم‌ها و نقش این میکروارگانیسم در افزایش هدایت هیدرولیکی آب در ریشه‌های گیاه، باعث افزایش سطح، قطر و در نتیجه وزن خشک ریشه می‌شود. هم‌چنین ورمی‌کمپوست باعث افزایش فتوسنتز و رشد بخش هوایی شده و متعاقب آن می‌تواند بر روی رشد ریشه تاثیر مثبتی بگذارد.

نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که، درصد و عملکرد اسانس تحت تاثیر کودهای آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۶). مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد، بیشترین درصد اسانس (۰/۸۶درصد) و عملکرد اسانس (۱/۸۰ گرم در گلدان) به‌ترتیب مربوط به تیمار همزیستی میکوریزایی+کاربرد ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد چای‌کمپوست و تیمار چای‌کمپوست+کاربرد ورمی‌کمپوست+عدم کاربرد میکوریزا می‌باشد (جدول ۷). هر چند در این آزمایش محلول‌پاشی چای‌کمپوست درصد اسانس را افزایش نشان نداد؛ ولی در کل این تیمار توانست عملکرد اسانس را افزایش دهد.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۶- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده نعناع صحرایی

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

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	قطر ریشه Root diameter	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول ریشه Root length	عملکرد اسانس Essential yield	درصد اسانس Essential present
تکرار Replication	3	0.03	0.002	0.14	0.011	0.002
T	1	1.44^{**}	0.01^{**}	4.42^{**}	0.58^{**}	0.000003^{ns}
V	1	4.96^{**}	0.04^{**}	4.72^{**}	0.56^{**}	0.08^{**}
M	1	18.30^{**}	0.15^{**}	14.71^{**}	0.68^{**}	0.14^{**}
T×V	1	0.06^{**}	0.001^{*}	0.02^{ns}	0.12^{**}	0.02^{**}
T×M	1	0.001^{ns}	0.003^{**}	2.70^{**}	0.54^{**}	0.03^{**}
V×M	1	0.02^{**}	0.02^{**}	0.0003^{ns}	0.83^{**}	0.08^{**}
V×T×M	1	2.42^{**}	0.002^{**}	4.13^{**}	0.14^{**}	0.01^{**}
خطا Error	21	0.003	0.0001	0.01	0.0002	0.0001
ضریب تغییرات CV (%)		1.13	1.07	1.78	0.98	1.45

ns، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

ns, * and **: non-significant difference, significant difference at the level of five and one percent probability, respectively.

T: چای‌کمپوست، V: ورمی کمپوست و M: همزیستی میکوریزایی

V: Vermicompost, T: Compost tea and M: Mycorrhizal symbiosis

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه بر صفات مورد مطالعه نعناع صحرایی

Table 5- Mean comparison of triple interaction effect on evaluated traits *Mentha spicata*

تیمار Treatment	قطر ریشه Root diameter (mm)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	طول ریشه Root length (cm)	عملکرد اسانس Essential yield (g/pot)	درصد اسانس Essential Present (%)
$T_0V_0M_0$	4.12g	1.13e	4.92e	0.68f	0.50f
$T_0V_0M_1$	6.12b	1.36a	7.57a	1.69b	0.86a
$T_0V_1M_0$	5.50c	1.29c	6.35c	1.53d	0.81b
$T_0V_1M_1$	6.50a	1.37a	7.57a	1.63c	0.86a
$T_1V_0M_0$	4.32f	1.14e	5.42d	1.48e	0.67e
$T_1V_0M_1$	5.25d	1.29c	5.47d	1.69b	0.80c
$T_1V_1M_0$	4.42e	1.24d	5.52d	1.80a	0.77d
$T_1V_1M_1$	6.55a	1.32b	7.02b	1.65c	0.79cd

میانگین‌هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می‌باشند در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون LSD).

Means in each column, fallowed by similar letters are not significantly different at the % 5 probability level (LSD Test).

$M_0T_0V_0$: شاهد، V_1: ورمی‌کمپوست، T_1: چای‌کمپوست و M_1: همزیستی میکوریزایی

$M_0T_0V_0$: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Compost tea and M_1: Mycorrhizal symbiosis

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 نمودند که، ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش بر میزان مواد مؤثره ریحان مؤثر است. در پژوهشی دیگر روی گیاه دارویی رازیانه، ملاحظه شد است که کاربرد ورمی‌کمپوست به‌صورت جداگانه و همراه با دیگر کودهای آلی سبب بهبود عملکرد و کیفیت اسانس این گیاه شد (Moradi *et al*., 2011). هم‌چنین خالص رو و همکاران (Khalesro *et al*., 2012) دریافتند که افزایش سطح ورمی‌کمپوست سبب افزایش درصد و عملکرد اسانس گردید. همزیستی ریشه رازیانه با دو گونه از قارچ‌های میکوریزا *وزیکولار آربواسکولار* VAM باعث افزایش بهبود میزان اسانس و کیفیت آن می‌شود (Kapoor *et al*., 2004). مونا و همکاران (Mona *et al*., 2008) در تحقیقات خود به تاثیر مثبت ورمی‌کمپوست در افزایش اسانس در گیاه رازیانه، دست یافتند. با توجه به اینکه عملکرد اسانس تابعی از درصد اسانس و وزن خشک می‌باشد. لذا، هر گونه افزایش در این دو مورد می‌تواند منجر به افزایش عملکرد اسانس تولیدی گردد.

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان داد که ،کاربرد به تنهایی و توام میکوریزا، چای‌کمپوست و ورمی‌کمپوست موجب افزایش سطح برگ، وزن خشک بوته، درصد اسانس، عملکرد اسانس، ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد. در واقع این افزایش عملکرد و اجزای عملکرد می‌تواند ناشی از افزایش و تسریع در جذب عناصر غذایی کم‌مصرف و پرمصرف 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 نعنای صحرایی شده است. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که، ترکیب نظام‌های کم نهاده و اکولوژیک و تلقیح توام میکوریزا و کاربرد ورمی‌کمپوست و چای‌کمپوست می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی و نظام‌های پر نهاده باشد.

منابع

Abrishamchi P., Ganjali A., Bey K., khurmyzi A., Avan A. 2014. The effect of vermicompost on germination and seedling growth of tomato varieties and Superorbina. Journal of Horticulture Science (Agriculture, Science and Technology), 27 (4): 383-393.

Amzaje H., Hamidpoor M. 2012. Effect of phosphorus, vermicompost and natural zeolite on quantitative and qualitative characteristics of (*Common Zinnia*).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultivation, 10: 79-86. (In Persian).

Ansari A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). World Journal of Agricultural Sciences, 4 (5): 554-557.

Ayyobi H., Peyvast G.A., Olfati J.A. 2013. Effect of vermicompost and vermicompost extract on oil yield and quality of peppermint (*Mentha piperita* L.). Journal of Agricultural Sciences, 58 (1): 51-60.

Azimi R., Jangjo M., 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, 11(4): 666-676.

Azizi M., Baghani M., Lakzian A., Aroei H. 2005. Effect of vermicompost and vermiwash foliar application on morphological characters and active ingredients content basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agricultural Science and Technology, 21 (2): 41-52. (In Persian).

Bigonah R., Rezvani Moghadam P., 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, 12 (4): 574-581.

Chaudhary V., Kapoor R., Bhatnagar A.K. 2008. Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. Applied Soil Ecology, 40 (1): 174-181.

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.

Farzaneh M., Wichmann S., Vierheilig H., Kaul H.P. 2009. The effects of arbuscular mycorrhiza and nitrogen nutrition on growth of chickpea and barley. Pflanzenbauwisschaften (German Journal of Agronomy), 13 (1), 15-22.

Fernández-Bayo J.D., Nogales R., Romero E. 2009. Assessment of three vermicomposts as organic amendments used to enhance diuron sorption in soils with low organic carbon content. European Journal of Soil Science, 60: 935-944.

Gogoi P., Singh R.K. 2011. Different effect of some arbuscular mycorrhizal fungi on growth of *Piper longum* L. (Piperaceae). Indian Journal of Sciences and Technology, 4 (2): 119-125.

Griffe P., Metha S., Shankar D. 2003. Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants (MADPs): Forward, Preface and Introduction, FAO.

Jamshidi M., Ahmadi Ashtiani H., Rezazadeh Sh., Fathi Azad F., Mazandaran M., Khaki A. 2010. Study and comparison of phenolic compounds and antioxidant

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

activity of some native plant species of Mazandaran. Medicinal Plants Quarterly, 2 (4): 177-183.

Jesus D.L. 2003. Effect of artificial polyploidy in transformed roots of *Artemisia annua* L. A Thesis MS.c. in Biotechnology Sciences, Wore-ester Polytechnic Institute, 111 p.

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.

Karagiannidis N., Thomidis T., Panou-Filotheou E., Karagiannidis C.H. 2012. Response of three mint and two Oregano species to *Glomus etunicatum* inoculation. Australian Journal of Crop Sciences, 6(1): 164-169.

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 Medicinal and Aromatic Plants, 27 (4): 551-560.

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.

Koozehgar Kaleji M. 2014. Qualitative and quantitative response of *Eryngium caeruleum* to mycorrhizal symbiosis, Azotobacter and various levels of plant densities. Thesis MS.c. in Agro-ecology, Islamic Azad University Karaj Branch.

Koozehgar Kaleji M., Ardakani M.R .2017. Effects of vermicomposting and compost tea on nitrogen, phosphorus, and potassium yield and uptake of *Mentha aquatic* L. inoculated with mycorrhizal fungi *Glomus moseae*, Journal of Iranian Plant Eco-physiological Research, 11 (44): 10-19.

Mafakheri S., Omidbaigi R., Sefidkon F., Rejali F. 2012. Effect of vermicompost, bio-phosphate and azotobacter on quantity and quality of essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27 (4): 596-605.

Marulanda, A., Barea G.M. 2009. Stimulation of plant growth and drought to clearance by native micro-organisms from dry environments: mechanisms related to bacterial effectiveness. Journal of Plant Growth Regulator, 28: 115-124.

Mirza M., Sefidkon F., Ahmadi L. 1996. Natural essential oils (extraction, qualitative and quantitative identify, application). Research Institute of Forests and Rangelands Press, 175 p.

Mona Y., Kandil A.M., Swaefy Hend M.F. 2008. Effect of three different compost levels on fennel and alvia growth character and their essential oils. Biological Sciences, 4: 34-39.

Moradi R., Nasiri Mahallati M., Rezvani Moghaddam P., Lakzian A., Nejad Ali, A. 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). Journal of Horticultural Science, 25 (1): 25-33.

Moradi R., Rezvani Moghaddam P., Nasiri Mahallati M., Nezhadali A. 2011. Effects of organic and biological fertilizers on fruit yield and essential oil of sweet fennel (*Foeniculum vulgar* Var. Duice). Spanish Journal of Agricultural Research, 9 (2): 546-553.

Nath G., Singh K. 2012. Effect of vermiwash of different vermicomposts on the kharif crops. Journal of Central European Agriculture, 13 (2): 379-402.

Nemati Darbandi H., Azizi M., Mohamadi S., 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. (In Persian)

Nemati H., Azizi M., Mohammadi S., Karim pour S. 2014. The study on the effect of spraying with different concentrations of vermicompost extract (vermiwash) on the morphological traits, yield and percentage of essential oil of lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Journal of Horticulture Science, 27: 411-417. (In Persian).

Nemati, A., Golchin, A., Besharati H. 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.

Patra N.K., Kumar B. 2006. Spearmint, in Handbook of Herbs and Spices. (Editor: K.V. Peter). Cambridge, England, Wood-head Publishing Limited, 3: 502-517.

Razavi Niya S.M., Agha Ali Khani M., Naghdi Abadi H. 2012. Evaloation effects of organic and chemical fertilizer on quality characteristics yield of Purple Coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). Iranian Natural Products and Medicinal Plants Conference. (In Persian).

Samiran R., Kusum A., Biman K.D., Ayyanadar A. 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.

Sirrenberg A., Gobel C., Grond S., Czempinski N., Ratzinger A., Karlovsky P., Santos P., Feussner I., Pawlowski K. 2007. *Piriformospora indica* affects plant growth by auxin production. Physiologia Plantarum, 131: 581-9.

Smsam Shariat H. 2010. Reproduction of Medicinal Plants. Third Book, Manni Publishing, Pp: 408-407.

Yanga L., Zhaoa F., Changa Q., Li T., Li F. 2015. Effects of vermicomposts on tomato yield and quality and soil fertility in greenhouse under different soil water regimes. Agricultural Water Management, 160: 98-105.

Yousefi Shyadh S.M., Chalu F., Zangi S. 2015. Effect of vermicompost and duration of light in the greenhouse production of medicinal plants stevia (*Stevia*

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

rebaudiana Bertoni), science and technology, culture greenhouse / sixth / Number Twenty-One / spring, Pp: 38-31.

Zargari A.S. 1997. Medicinal Plants, Institute of Publications and Printing of Tehran University, 4 (6): 154-1.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-17]