دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی"
دوره ششم، شماره اول، بهار و تابستان ۹۸
http://arpe.gonbad.ac.ir

کودهای آلی و زیستی بر عملکرد کمی و کیفی آب‌تره (*Nasturtium officinalis*)

مصطفی کوزه‌گر کالجی[1*]، محمد رضا اردکانی[2]
[1]دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
[2]استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد کرج
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۴/۳۰

چکیده

مقدمه: انسان‌ها از دیرباز از گیاهان خوراکی خودرو به منظور مصارف غذایی بهره می‌جسته‌اند اما با پیشرفت بشر در مسیر علوم کشاورزی استفاده از گیاهان وحشی رفته رفته اهمیت کمتری پیدا کرده و از طرفی دیگر با گسترش زندگی شهرنشینی، استفاده از این منابع غذایی که روزگاری تنها منبع غذایی انسان به شمار می آمد به فراموشی سپرده شده است. امروزه با افزایش جمعیت و کمبود مواد غذایی از یک طرف، پرهزینه بودن کشت و کار و تهیه آب و خاک مناسب کشاورزی از طرفی دیگر، جا دارد که بار دیگر این منابع رایگان و خدادای را حداقل به عنوان یک منبع فرعی در کنار سایر منابع غذایی مورد توجه قرار گیرد. این آزمایش با هدف بررسی اثر کودهای آلی (ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش) و همزیستی میکوریزایی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه آب‌تره مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی با ۴ تکرار در شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی۵۳ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی۳۶ درجه و ۸۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۳/۳ متر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. عوامل 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 ورمی‌وارش در دو سطح (صفر و ۱/۵ لیتر در گلدان) بود. صفاتی از قبیل سطح برگ، تعدادبرگ، وزن خشک بوته، قطر، طول و وزن خشک ریشه، ارتفاع بوته، درصد و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند.

*نویسنده مسئول: mostafa.koozehgar@gmail.com

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

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. بر اساس نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها بیشترین میزان ارتفاع (۲۵/۴۷سانتی‌متر) در تیمار عدم کاربرد ورمی‌وارش، کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی، بیشترین تعداد برگ (۶۸/۴۵) در تیمار کاربرد ورمی‌وارش، عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، عدم کاربرد میکوریزا، بیشترین درصد اسانس (۰/۸۵ درصد) در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی، عدم کاربرد ورمی‌وارش، بیشترین عملکرد اسانس (۱/۸۳ گرم در گلدان) در تیمار کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی، عدم کاربرد ورمی‌وارش و بیشترین سطح برگ (۱۷۵/۶۳ سانتی متر) در تیمار کاربرد ورمی‌وارش، کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی حاصل شد.

نتیجه‌گیری: به طور کلی کودهای آلی و زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد آب‌تره اثر مثبت داشته است کاربرد ورمی‌کمپوست، ورمی‌وارش و همزیستی میکوریزایی از طریق در دسترس قرار دادن عناصر غذایی باعث افزایش خصوصیات کمی و کیفی آب‌تره گردید.

واژه‌های کلیدی: آب‌تره، سبزی اندمیک، گیاه خوراکی خودرو، ورمی‌واش، محلول‌پاشی

مقدمه

Nasturtium officinalis با نام فارسی آب‌تره، علف چشمه، از جنس Nasturtium و از خانواده Brassicaceae می‌باشد. گیاهی علفی و پایا است که در کنار چشمه‌ها و آب‌های زلال می‌روید. گیاه علف چشمه به‌طور خودرو در نواحی مختلفی نظیر کرج، گیلان، آذربایجان، فارس، سیستان و بلوچستان، کهگیلویه و بویراحمد و بوشهر می‌روید. این گیاه حاوی بتاکاروتن، اسیداسکوروبیک، کلسیم، اسیدفولیک، آهن، ید، فسفر، اسیدهای آمینه مانند ارجینین، گلیسین، لیزین و تریپتوفان است (Bahramikia *et al*., 2010). علف چشمه یک منبع غنی از ویتامین‌ها، مواد کانی و مواد فیتوشیمیایی مانند لوتئین و زی‌گزانتین است. همچنین میزان زیادی ویتامین C داشته که این ویتامین تأثیر پاداکسندگی (آنتی‌اکسیدانی) دارد و بدین طریق باعث تقویت سامانهٔ ایمنی بدن می‌شود (Rathert *et al*., 2010). علف‌چشمه در درمان دیابت و بیماری‌های لوله گوارش کاربرد دارد و مولکول‌های ضد سرطانی را نیز افزایش می‌دهد (Boligon *et al*., 2013؛ Gill *et al*., 2007). گیاه علف چشمه به عنوان سبزی نیز مصرف شده و استفادهٔ خام یا پختهٔ آن در سالادها، سوپ‌ها برای کم کردن دردهای شکمی، درمان دیابت و برونشیت توصیه شده است (Lee *et al*., 2004).

امروزه استفاده از کودهای شیمیایی به‌عنوان سریع‌ترین راه برای جبران کمبود عناصر غذایی خاک و عملکرد بالا، گسترش چشمگیری یافته است، اما در بسیاری موارد کاربرد این کودها باعث آلودگی‌های زیست محیطی و صدمات اکولوژیکی شده و هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Salehi *et al*., 2014). با توجه به مشکلات زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی، استفاده از ریز جانداران مؤثر در خاک به شکل کودهای زیستی و کودهای آلی می‌تواند جایگزینی برای این نهاده‌های شیمیایی باشد. این نهاده‌های زیستی از جایگاه ویژه‌ای در نظام‌های کشاورزی پایدار، کم

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

نهاده و یا زیستی برخوردارمی‌باشند (Kizilkaya, 2008). از جمله این کودهای آلی و زیستی می‌توان به قارچ میکوریزا، ورمی‌کمپوست و ورمی‌واش اشاره کرد.

قارچ میکوریزا به عنوان جزء کلیدی در بوم نظام اثرات مثبتی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاهان همزیست دارد (Harrier and Watson, 2004؛ Gosling *et al*., 2006). افزایش سطح فعال سیستم ریشه گیاه برای جذب بهتر مواد غذایی از خاک، خصوصاً در شرایط کمبود فسفر (Kapoor *et al*., 2007)، افزایش فتوسنتز (Copetta *et al*., 2006)، افزایش مقاومت به تنش‌های خشکی، شوری و مقاومت به آفات و بیماری‌ها (El-Mougy, and Abdel-Kader, 2007؛ Feng *et al*., 2002؛ Kothamasi *et al*., 2001، Pinior *et al* ., 2005) بهبود ساختمان خاک (Celik *et al*., 2004) و تشدید فعالیت باکتری‌های ریزوبیوم و آزوسپیریلوم (Antunes *et al*., 2005) نمونه‌هایی از نقش این قارچ در بوم نظام‌های زراعی می‌باشد.

ورمی‌کمپوست نیز نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر و تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانوران بوجود می‌آید. 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). در مطالعه‌ای مشاهده شد که کاربرد ورمی‌کمپوست موجب افزایش عملکرد دو گونه از گیاه دارویی بارهنگ شد (Sanchez *et al*., 2008). در تحقیق دیگری نیز که بر روی گیاه دارویی بابونه انجام گردید، ملاحظه شد که مصرف ورمی‌کمپوست، توانست ارتفاع بوته و عملکرد این گیاه را به طرز بارزی افزایش دهد (Azizi *et al*., 2008).

ورمی‌واش به عنوان عصاره ورمی‌کمپوست، مجموعه‌ای از مواد ترشحی و فضولات دفعی کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی عمده و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به صورت اسپری برگی بکار می‌رود (Nemati Darbandi *et al*., 2012). ورمی‌واش موجب تحریک رشد و افزایش عملکرد محصولات زراعی شده و محلول پاشی با آن موجب مقاومت گیاهان در برابر عوامل مختلف می‌شود. این ماده دارای عناصر غذایی محلول و اسیدهای آلی است(Sivasubramanian and Ganeshkumar, 2004). در پژوهشی کاربرد برگی ورمی‌واش در گیاه دارویی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) سبب ارتفاع بوته، عملکرد بوته تر و خشک، عملکرد برگ و محتوای اسانس بالاتر نسبت به تیمارهای شاهد، کاربرد کود کامل شیمیایی و زهآب کمپوست گردید (Ayyobi *et al*., 2013). همچنین در بررسی دیگر مشاهده شد کاربرد کودهای ورمی‌کمپوست، ورمی‌واش و میکوریزا سبب افزایش سطح برگ، وزن خشک بوته، درصد اسانس، عملکرد اسانس، ارتفاع بوته در گیاه اناریجه شد (Koozehgar Kaleji and Ardakani, 2018). هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کودهای آلی (ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست و همزیستی میکوریزایی) بر برخی ویژگی-

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

های ریخت شناختی (مورفولوژیکی)، درصد و عملکرد اسانس گیاه آب تره در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۵ در شهرستان ساری با موقعیت جغرافیایی ۵۳ درجه و ۶۳ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۸۲ دقیقه شمالی و ارتفاع ۴۳/۳ متر از سطح دریا با آب و هوای معتدل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و ۴ تکرار اجرا شد. فاکتورها شامل ۱- میکوریزا (گونه *Glomus mosseae*) در ۲ سطح (صفر و ۲۰۰ اسپور در گلدان)، ۲- ورمی‌کمپوست در ۲ سطح (صفر و ۲۰۰ گرم در گلدان) و ۳- ورمی‌واش در ۲ سطح (صفر و ۱/۵ لیتر در گلدان) در مرحله ۴-۵ برگی روی گلدان‌های مشخص شده اسپری گردید. نتایج تجزیه خاک و تجزیه کودهای آلی در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک مورد آزمایش (از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری)

Table 1- Physicochemical characteristics of the experimental soil (depth of 0–30 cm)

EC (dS/m)	pH	ماده آلی O.M. (%)	فسفر P (ppm)	نیتروژن N (%)	پتاسیم K (ppm)	کربن آلی O.C. (%)	بافت Texture
0.54	7.63	3.27	5.3	0.20	296	2.9	Lomy

جدول ۲- نتایج آنالیز کودهای آلی

Table 2- Result of Analysis of organic fertilizers

pH	EC (dS/m)	O.C. (%)	O.M. (%)	N (%)	K (%)	P (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)	Cu (ppm)
6.35	1.2	11.7	20.17	1.81	0.28	1.16	4.09	0.15	1981	266	79.3	22

برای انجام آزمایش از گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر استفاده شد. ابتدا در هر گلدان ۱۰ عدد بذر آب تره در آبان ماه ۱۳۹۵ کشت گردید و در مرحله ۴-۵ برگی (پس از استقرار کامل گیاه) بوته‌ها تنک و در نهایت در هر گلدان ۴ بوته نگهداری شد. جهت اندازه‌گیری، از هر گلدان ۲ بوته به طور تصادفی انتخاب، ارتفاع و تعداد برگ آن‌ها به صورت جداگانه ثبت گردید. سطح برگ به وسیله نرم‌افزار Image J اندازه‌گیری شد. جهت اندازه گیری شاخص کلروفیل، از هر گلدان ۵ برگ انتخاب و میزان سبزینگی با دستگاه SPAD-502 قرائت شد (Uddling *et al*., 2007). در زمان رسیدگی صفات از جمله: وزن خشک بوته، پارامترهای ریشه، درصد و عملکرد اسانس (Mirza *et al*., 1996) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک نسبت به وزن خشک گیاه محاسبه گردید. میزان اسانس با ترازوی با دقت ۰/۰۰۰۱ توزین و بر حسب درصد و عملکرد اسانس بر حسب گرم در گلدان محاسبه گردید (Dastborhan *et al*., 2011).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

۱۰۰ × وزن خشک ماده اولیه (گرم)/ وزن اسانس (گرم) = میزان اسانس (درصد)

عملکرد ماده خشک × درصد اسانس = عملکرد اسانس

تجزیه داده‌های بدست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS (9.1) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی: با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشاهده گردید که کاربرد توام و به تنهایی کودهای آلی بر ارتفاع بوته، سطح برگ و تعداد برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود ولی تیمار ترکیبی کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی در ارتفاع بوته کاربرد ورمی‌کمپوست و تیمار ترکیبی محلول‌پاشی ورمی‌واش، همزیستی میکوریزایی 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؛ به طوری که بیشترین سطح برگ (۱۷۵/۶۳ سانتی‌متر) از تیمار کاربرد ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی و بیشترین تعداد برگ (۶۸/۴۵) از تیمار کاربرد ورمی واش، عدم کاربرد میکوریزا، عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و بیشترین ارتفاع بوته (۲۵/۴۷ سانتی‌متر) از تیمار عدم کاربرد ورمی‌واش، کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی حاصل شد؛ همچنین در تمام صفات اشاره شده کمترین مقدار در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴).

نتایج این پژوهش با نتایج نعمتی و همکاران (Nemati Drabandi *et al*., 2014) و کوزگر و همکاران (Koozehgar Kaleji *et al*., 2018) که افزایش سطح برگ، ارتفاع بوته، وزن خشک بوته بادرنجبویه و نعنای آبی را در اثر محلول پاشی ورمی‌واش گزارش کردند، مطابقت دارد. کاربرد ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست و میکوریزا، از طریق تسریع در جذب عناصر غذایی و بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاه توسط این موجودات و نیزفراهم کردن و جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی و موجب بهبود ارتفاع بوته، وزن خشک، تعداد برگ، سطح برگ و وزن هزار دانه شد. 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. و 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.

وزن خشک بوته: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که کاربرد توام و به تنهایی میکوریزا، ورمی کمپوست و ورمی‌واش و اثرات متقابل آن‌ها در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد و بیشترین و کمترین وزن خشک بوته مربوط به تیمار عدم کاربرد میکوریزا، عدم کاربرد ورمی کمپوست کاربرد ورمی‌واش (۲/۶۴ گرم) و شاهد (۰/۹۳ گرم) بود (جدول ۴). یوسفی شیاده و همکاران (Yousefi Shyadh *et al*., 2015) گزارش کردند وزن‌تر و خشک برگ تحت تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست گیاه استویا در

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

سطح یک درصد معنی‌دار شد. ورمی‌کمپوست از طریق افزایش قدرت جذب آب و فراهم نمودن مقدار مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف در گیاه دارویی بادرشبی و تأثیر مثبتی بر وزن تر و خشک داشته است (Mafakheri *et al*., 2012).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای آلی بر خصوصیات موفولوژیکی گیاه آب‌تره

Table 3- Analysis of variance (MS) of effect of organic fertilizers on morphological traits of *Nasturtium officinalis*

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	ارتفاع بوته Plant height	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area	وزن خشک بوته Dry plant weight
بلوک Block	3	4.19	26.89	40.81	0.01
ورمی‌وارش Vermi-varsh (T)	1	17.41**	1903.4**	35631.15**	2.08**
ورمی‌کمپوست Vermi-compost (V)	1	23.83**	0.40ns	12433.85**	0.29**
میکوریزا Mycorrhizal (M)	1	53.82**	122.46**	597.71**	0.34**
وارش × کمپوست T × V	1	363.38**	1099.80**	617.23**	1.58**
وارش × میکوریزا T × M	1	47.60**	0.15ns	1776.37**	0.86**
کمپوست× میکوریزا V × M	1	1.38ns	26.28**	980.80**	0.03**
V × T × M	1	7.89*	424.86**	670.51**	1.45**
خطا Error	21	0.42	1.18	12.21	0.002
ضریب تغییرات CV (%)		2.94	2.08	3.14	2.49

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.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی بر خصوصیات موفولوژیکی گیاه آب‌تره

Table 4- Mean comparison of effect of organic fertilizers on morphological traits of *Nasturtium officinalis*

تیمار Treatment	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد برگ Leaf number	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک بوته Dry plant weight (g)
$T_0V_0M_0$	16.72e	34.15h	51.67g	0.93g
$T_0V_0M_1$	20.90d	43.40g	73.29f	1.96f
$T_0V_1M_0$	23.12c	51.12d	80.39e	2.06de
$T_0V_1M_1$	25.47a	49.42e	105.85d	2.10cd
$T_1V_0M_0$	24.27b	68.45a	133.68c	2.64a
$T_1V_0M_1$	24.00bc	63.40b	107.19d	2.16c
$T_1V_1M_0$	20.65d	47.40f	161.66b	2.03ef
$T_1V_1M_1$	21.12d	60.55c	175.63a	2.27b

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

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

(M_0,T_0,V_0: شاهد، V_1: ورمی کمپوست، T_1: ورمی‌وارش و M_1: میکوریزا)

(V_0, T_0, M_0: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Vermivarsh, and M_1: Mycorrhizal)

صفات ریشه: 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 دو گانه ورمی‌وارش و ورمی‌کمپوست در طول ریشه و اثرات متقابل دوگانه ورمی‌وارش و همزیستی میکوریزایی بر قطر ریشه و کاربرد ورمی‌وارش بر وزن خشک ریشه تاثیری نداشت (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل سه گانه نشان داد که بیشترین میزان قطر ریشه (۸/۳۲ میلی متر)، از تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی-کمپوست، ورمی‌وارش و بیشترین طول ریشه (۸/۹۰سانتی‌متر) از تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی-کمپوست، عدم کاربرد ورمی‌وارش و بیشترین وزن خشک ریشه (۱/۴۵ گرم) از تیمار عدم کاربرد ورمی‌وارش، عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، همزیستی میکوریزایی حاصل شد. همچنین در تمام صفات اشاره شده کمترین مقدار در تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۶).

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 گونه-های ذکر شده وزن خشک ریشه را تا ۲/۵ برابر نسبت به تیمارهای غیرمیکوریزایی افزایش داد (Azimi *et al*., 2014) 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 گفت احتمالاً ورمی‌کمپوست به دلیل وجود میکرو اُرگانیسم‌ها و نقش این میکرواُرگانیسم 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.

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای آلی بر خصوصیات ریشه گیاه آب‌تره

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

Table 5- Analysis of variance (MS) of effect of organic fertilizers on root traits of *Nasturtium officinalis*

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	قطر ریشه Root diameter	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول ریشه Root length
بلوک Block	3	0.11	0.001	0.23
ورمی‌وارش Vermi-varsh (T)	1	0.20*	0.001ns	0.42*
ورمی‌کمپوست Vermi-compost (V)	1	22.02**	0.24**	14.71**
میکوریزا Mycorrhizal (M)	1	52.91**	0.34**	27.93**
وارش × کمپوست T × V	1	0.48**	0.01**	0.002ns
وارش × میکوریزا T × M	1	0.002ns	0.06**	1.40**
کمپوست× میکوریزا V × M	1	0.35**	0.18**	5.36**
V × T × M	1	1.47**	0.03**	3.71**
خطا Error	21	0.02	0.001	0.63
ضریب تغییرات CV (%)		2.82	2.93	3.46

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.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی بر خصوصیات ریشه گیاه آب‌تره

Table 6- Mean comparison of effect of organic fertilizers on root traits of *Nasturtium officinalis*

تیمار Treatment	قطر ریشه Root diameter (mm)	وزن خشک ریشه Root dry weight (g)	طول ریشه Root length (cm)
$T_0V_0M_0$	3.82g	0.94e	5.27e
$T_0V_0M_1$	7.05c	1.45a	7.70c
$T_0V_1M_0$	5.87e	1.29c	6.70c
$T_0V_1M_1$	7.28b	1.37b	8.90a
$T_1V_0M_0$	3.86g	1.07	5.27e
$T_1V_0M_1$	6.20d	1.27c	8.17b
$T_1V_1M_0$	5.50f	1.37b	8.10b
$T_1V_1M_1$	8.32a	1.40ab	8.05bc

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

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

(M_0,T_0,V_0: شاهد، V_1: ورمی کمپوست، T_1: ورمی‌وارش و M_1: میکوریزا)

(V_0, T_0, M_0: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Vermivarsh, and M_1: Mycorrhizal)

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

درصد و عملکرد اسانس: نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها نشان داد که میزان درصد و عملکرد اسانس تحت تاثیر کودهای آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۷). مقایسه میانگین اثرات متقابل سه گانه نشان داد بیشترین درصد (۰/۸۵درصد) و عملکرد اسانس (۱/۸۳ گرم در گلدان) به ترتیب از تیمار همزیستی میکوریزایی، کاربرد ورمی‌کمپوست، عدم کاربرد ورمی‌وارش و از تیمار عدم کاربرد ورمی‌وارش، کاربرد ورمی کمپوست، همزیستی میکوریزایی بدست آمد (جدول ۸).

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 آرباسکولار 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.

جدول ۷- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر کودهای آلی بر خصوصیات شیمیایی گیاه آب‌تره

Table 7- Analysis of variance (MS) of effect of organic fertilizers on chemical traits of *Nasturtium officinalis*

منبع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی DF	درصد اسانس Essence present	عملکرد اسانس Essence yield	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
بلوک Block	3	0.003	0.01	8.39
ورمی‌وارش Vermi-varsh (T)	1	0.02**	0.84**	1674.32**
ورمی‌کمپوست Vermi-compost (V)	1	0.16**	1.00**	655.85**
میکوریزا Mycorrhizal (M)	1	0.59**	3.12**	27.50*
وارش × کمپوست T × V	1	0.06**	0.91**	0.88ns
وارش × میکوریزا T × M	1	0.10**	0.60**	133.37**
کمپوست× میکوریزا V × M	1	0.12**	0.15**	36.82**
V × T × M	1	0.05**	0.47**	53.74**
خطا Error	21	0.0004	0.001	3.87
ضریب تغییرات CV (%)		3.11	2.34	4.03

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.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی بر خصوصیات شیمیایی گیاه آب‌تره

Table 8- Mean comparison of effect of organic fertilizers on chemical traits of *Nasturtium officinalis*

تیمار Treatment	درصد اسانس Essence present (%)	عملکرد اسانس Essence yield (g per pot)	شاخص کلروفیل Chlorophyll index
$T_0V_0M_0$	0.23e	0.24f	31.47e
$T_0V_0M_1$	0.83a	1.52c	42.15d
$T_0V_1M_0$	0.68c	1.32e	45.60c
$T_0V_1M_1$	0.85a	1.83a	46.80c
$T_1V_0M_0$	0.57d	1.52c	52.95b
$T_1V_0M_1$	0.77b	1.67b	50.27b
$T_1V_1M_0$	0.67c	1.33e	61.22a
$T_1V_1M_1$	0.79b	1.79a	59.44a

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

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

(M_0,T_0,V_0: شاهد، V_1: ورمی کمپوست، T_1: ورمی‌وارش و M_1: میکوریزا)

(V_0, T_0, M_0: Control, V_1: Vermicompost, T_1: Vermivarsh, and M_1: Mycorrhizal)

در پژوهشی دیگر کوزه گر کالجی و همکاران (Koozehgar Kaleji *et al*., 2018) گزارش کردند گیاه نعنای آبی تحت تاثیر کودهای آلی (ورمی کمپوست و ورمی واش) و همزیستی میکوریزایی میزان اسانس و عملکرد اسانس نسبت به شاهد افزایش داشت. همچنین کاربرد میکوریزا با تولید میسلیوم‌ها باعث افزایش جذب عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کاربرد کودهای آلی (ورمی کمپوست، چای کمپوست) با افزایش قدرت جذب آب و دسترسی عناصر غذایی پر مصرف و کم مصرف، تولید مواد تحریک کننده رشد، افزایش هورمون‌های تنظیم کننده رشد و همچنین افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خاک سبب افزایش میزان قطر، طول و وزن خشک ریشه، درصد و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد.

شاخص کلروفیل: با توجه به نتایج بدست آمده کاربرد توام و به تنهایی میکوریزا، ورمی‌کمپوست و ورمی‌وارش و اثرات متقابل آن‌ها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود ولی و اثرمتقابل گانه محلول‌پاشی ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست بر شاخص کلروفیل تاثیری نداشت (جدول ۷). نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد بیشترین میزان شاخص کلروفیل با میانگین (۶۱/۲۲) از تیمار محلول‌پاشی ورمی‌واش، ورمی‌کمپوست، عدم کاربرد میکوریزا و کمترین میزان با میانگین مربوط (۳۱/۴۷) از شاهد بدست آمد (جدول ۸).

در بررسی روی گیاه ذرت مشاهده کردند که مایه‌زنی ذرت با *G. mossea* سنتز کلروفیل در گیاه را بهبود بخشید و فتوسنتز گیاه را افزایش داد (Tang *et al*., 2009). آن‌ها علت این امر را به افزایش جذب نیتروژن توسط گیاهان میکوریزایی نسبت داده‌اند. همچنین گزارش شده است که تلقیح میکوریزا باعث افزایش محتوای کلروفیل زنجبیل (*Zingiber Officinale*) نسبت به شاهد می‌شود (Bhosale and Shinde, 2011). آقابابائی و رئیسی (Aghababaei and Raysi, 2011) گزارش کردند که همزیستی میکوریزی باعث افزایش ۲۰ درصدی غلظت کلروفیل کل در برگ‌های گیاه بادام گردید غلظت کلروفیل نوع a و کلروفیل کل در گیاهان تلقیح شده با

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

هر یک از گونه‌های قارچ دارای اختلاف معنی‌دار با گیاهان شاهد تلقیح نشده می باشند افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها در اثر هم زیستی میکوریزا می‌تواند به دلیل افزایش جذب فسفر از خاک تو سط این قارچ‌ها باشد.

نتیجه‌گیری: نتایج این بررسی نشان داد که کاربرد تنهایی و توام میکوریزا، ورمی‌وارش (چای کمپوست) و ورمی کمپوست موجب افزایش ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، شاخص کلروفیل، درصد و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شده است. در واقع این افزایش عملکرد و اجزای آن در زمان استفاده از محلول‌پاشی ورمی‌وارش 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 کم مصرف و وجود جمعیت‌های میکروبی در خاک یا ریزوسفر باشد که به وسیله ایجاد چرخه مواد غذایی و قابل دسترس ساختن آن‌ها که از طریق تولید میسیلیوم‌های قارچ که سبب افزایش جذب مواد غذایی توسط ریشه و باعث افزایش رشد گیاه علف چشمه گردید که آن نیز نشان از بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید خاک در شرایط مطالعه دارد. لذا با انجام آزمایش‌های تکمیلی می‌توان تاثیر همزیستی میکوریزایی و کاربرد ورمی‌کمپوست و ورمی‌وارش را در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان دیگر انتظار داشت. به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که ترکیب نظام‌های کم نهاده و اکولوژیک و تلقیح توام میکوریزا و کاربرد ورمی‌کمپوست و ورمی‌وارش 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 (*Lycopersium Esculentom* L.) varieties, Superorbina, Mobil and superorbina. Journal of Horticulture Science (Agriculture, Science and Technology), 27 (4): 383-393.

Aghababaei F, Raysi F. 2011. mycorrhizal biological effect on chlorophyll, photosynthesis and water use efficiency in peanut genotypes in Chaharmahal and Bakhtiari Province Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Soil and Water Sciences, 2 (56): 91.

Antunes P.M., Deaville D., Goss M.J. 2005. Effect of two AMF life strategies on the tripartite symbiosis with *Bradyrhizobium japonicum* and soybean. Mycorrhiza, 16 (3): 167-173.

Arancon N.Q., Edwards C.A., Bierman P., Welch C., Metzeger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology, 93: 145-153

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, F. Rezwanee, M. Hassanzadeh Khayat, A. Lackzian and H. Neamati. 2008. 'The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria Chamomilla* L.) Cv. Goral '. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24: 82-93. (In Persian).

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).

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

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.

Bahramikia S., Yazdanparast R .2010. Antioxidant efficacy of *Nasturtum officinale* extracts using various in vitro assay systems. Journal Acupuncture and Meridian Studies, 3 (4): 283-90.

Bhosle K.S., Shinde B.P. 2011. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on prolineand chlorophyll content in *Zingiber officinale* rosc grown under water stress. Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences, 1 (3): 172-176.

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.

Boligon A.A., Janovik V., Boligon A.A, Pivetta C.R., Pereira RP., da Rocha J.B. 2013. HPLC Analysis of Polyphenolic Compounds and Antioxidant Activity in *Nasturtum officinale*. International Journal of Food Properties, 16 (1): 61-9.

Celik I., Ortas I., Kilic S. 2004. Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil and Tillage Research, 78 (1): 59-67.

Copetta A., Lingua G., Berta G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza, 16: 485-494.

Dastborhan S., Zehtab-Salmasi S., Nasrollahzadeh S., Tavassoli A.R. 2011. Effect of biofertilizers and different amounts of nitrogen on yield of flower and essential oil and nitrogen use efficiency of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranan Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 27: 290-305. (In Persian).

El-Mougy N.S., Abdel-Kader M. 2007. Antifungal effect of powdered spices and their extracts on growth and activity of some fungi in relation to damping-off disease control. Journal of Plant Protection Research, 47 (3): 267- 278.

Engelen-Eigles G., Holden G., Cohen J.D., Gardner G. 2006. The Effect of temperature, photoperiod, and light quality on gluconasturtiin concentration in watercress (*Nasturtium officinale* R.Br.). Journal of Agriculture and Food Chemistry, 54 (2): 328-333.

Feng G., Zhang F.S., Li X.L., Tian C.Y., Tang C., Rengel Z. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza, 12: 185-190.

Gill C.I.R., Haldar S., Boyd L.A., Bennett, R., Whiteford, J., Buler, M. 2007. Water cress supplementation in diet reduces lymphocyte DNA damage and alters blood antioxidant status in healthy adults. American Journal of Clinical Nutrition, 85 (2): 504-10.

Gosling P., Hodge A., Goodlass G., Bending G.D. 2006. Arbuscular mycorrhiza fungi and organic farming.Agriculture, Ecosystems and Environment, 113: 17-35.

Harrier L.A., Watson C.A. 2004. The potential role of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi in the bioprotection of plants against soil-borne pathogens in organic and/or other sustainable farming systems. Pest Management Science, 60 (2): 149-157.

Hecl J., Sustrikova A. 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug- an assurance of quality control. Program and Abstract book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production. 69 p.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

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.

Kothamasi D., Kuhand R.C., Babu C.R. 2001. Arbuscular mycorrhizae in plant survival strategies. Tropical Ecology, 42(1): 1-13.

Koozehgar Kaleji, M., Ardakani, M.R., Khodabandeh, N., Alavi Fazel, M .2018. Effects of Mycorrhizal Symbiosis along with vermicompost and Tea Compost on Quantity and Quality Yield of *Mentha aquatic* L. Journal of crop Ecophysiology,12 (3):461-476.

Koozegar Kaleji M., Ardakani M.R. 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.

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

Kizilkaya R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with Azotobacter chroococcum strains. Ecological Engineering, 33: 150-156

Lee K.W., Everts H., Beynen A.C. (2004). Essential oils in broiler nutrition. International Journal of Poultry Science, 3: 738-752.

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

Mirza M., Sefidkon F., Ahmadi L. 1996. Natural essential oils (extraction, Qualitative &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 S., Besharati H., Feizi Asl V., Nadian H., Karimi E., Golchin A. 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. Pp: 243-244.

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 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, Pp: 411-417. (In Persian).

Pinior A., Grunewaldt-Stocker G., Von Alten H., Strasser R.J. 2005. Mycorrhizal impact on drought stress tolerance of rose plants probed by chlorophyll a fluorescence, praline content and visual scoring. Mycorrhiza, 15 (8): 596-605.

Rathert T. C., Gökmen C., Gürbüz Y. 2010. Effect of watercress (*Nasturtium Officinale*) on egg quality, yolk color and yolk fatty acid composition in laying hens. Archiv fur Geflügelkunde, 74 (3): 178-182.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]

Salehi A., Seifollah F., Iranpour R., Souraki A. 2014. The effect of fertilizer use in combination with cow manure on growth, yield and yield components of Black-caraway (*Nigella sativa* L.). Journal of Agroecology, 6(3): 495-507. (In Persian).

Sanchez G.E., Carballo G.C., Ramos G.S.R. 2008. Influence of organic manures and biofertilizers on the quality of two Plantaginaceae: *Plantago major* L. and *Plantago lanceolata* L. Revista Cubana de Plantas Medicinales, 13 (1): 12- 15.

Sivasubramanian K., Ganeshkumar M. 2004. Influence of vermiwash on the biological productivity of Marigold. Madras Agriculture Journal, 91 (4-6): 221-225.

Tahami Zarandi M.K. 2010. Assessment of organic, biologic and fertilizer on yield, yield components and essence of basil. MSc. dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Tang M., Chen H., Huang J.C., Tian Z.Q. 2009. AM fungi effects on the growth and physiology of *Zea mays* L. seedlings under diesel stress. Soil Biology Biochemistry, 41: 936-940.

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 rebaudiana Bertoni*), Science and Technology, Pp: 38-31.

[Downloaded from arpe.gonbad.ac.ir on 2025-07-12]