

کاربرد تلفیقی ورمی کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های کمی و کیفی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.)

مونا حاج علی عراقی^۱، محمدتقی درزی^{۲*}، محمدرضا حاج سیدهدادی^۲

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۹۷/۴/۱۶

۱- کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن

۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن

*مسئول مکاتبه: Email: mt_darzi@yahoo.com

چکیده

برای بررسی اثر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه (*Matricaria chamomilla* L.) آزمایشی به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در مزرعه شرکت کشاورزی و دامپروری ران در فیروزکوه در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارها شامل ۴ تن در هکتار ورمی کمپوست، ۸ تن در هکتار ورمی کمپوست، کود زیستی نیتروکسین، مصرف تلفیقی ۴ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین، مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. نتایج نشان داد که تیمارها تأثیر معنی‌داری بر صفات مورد مطالعه، داشتند به طوری که بیشترین وزن خشک بوته (۱۰۹ گرم بر بوته)، عملکرد خشک گل (۷۲۰ کیلوگرم در هکتار)، میزان اسانس (۴/۴ درصد)، عملکرد اسانس (۲/۹ کیلوگرم در هکتار) و درصد کامازولن در اسانس (۲۴/۷ درصد) در تیمار کاربرد تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین به دست آمد. همچنین بیشترین درصد بیسابولول A در اسانس (۴۴/۴ درصد) در تیمار مصرف ۴ تن ورمی کمپوست و بیشترین درصد بیسابولول B در اسانس (۱۲/۴ درصد) در تیمار مصرف نیتروکسین حاصل گردید. در مجموع، بیشترین عملکرد و کمیت و کیفیت اسانس در تیمار تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، بابونه، کامازولن، کود آلی، کود زیستی

Integrated Application of Vermicompost and Nitroxin and Quantitative and Qualitative Characteristics of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.)

Mona Haj Ali Araghi¹, Mohammad Taghi Darzi^{2*}, Mohammadreza Haj Seyed Hadi²

Received: February 27, 2018 Accepted: July 7, 2018

1-Dept. of Agronomy, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran.

2-Assoc. Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Roudehen Branch, Iran.

*Corresponding Author Email: mt_darzi@yahoo.com

Abstract

In order to study the effects of integrated application of organic and bio-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), an experiment was conducted as randomized complete blocks design with six treatments and three replications at research field of Agriculture Company of Ran in Firouzkuh of Iran in 2013. The treatments were 4 t/ha vermicompost, 8 t/ha vermicompost, nitroxin biofertilizer, integrated application of 4 t/ha vermicompost and nitroxin, integrated application of 8 t/ha vermicompost and nitroxin and control (without fertilizer). The results showed that treatments had significant effects on studied traits, as the highest dry weight of plant (109 g/p), dried yield of flower (720 kg/ha), essential oil content (0.4%), essential oil yield (2.9 kg/ha) and chamazulene percent in essential oil (24.7%) in treatment of integrated application of 8 t/ha vermicompost and nitroxin were obtained. Also, the highest bisabolol A percent in essential oil (44.4%) in treatment of application of 4 t/ha vermicompost and the highest bisabolol B percent in essential oil (12.4%) in treatment of application of nitroxin were obtained. Generally, the highest yield and quantity and quality of essential oil in treatment of integrated application of 8 t/ha vermicompost and nitroxin were obtained.

Keywords: Biofertilizer, Chamazulene, Chamomile, Essential Oil, Organic Fertilizer

مقدمه

بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla* L.) گیاهی است یک ساله از خانواده کاسنی که بومی اروپا است. در طبق های آن دو نوع گل وجود دارد گل‌های زبانه‌ای سفید که در قسمت خارجی طبق و گل‌های لوله‌ای زرد مایل به قهوه‌ای یا زرد که در وسط دایره مرکزی قرار دارند و بسیار معطرند (فلاحی و همکاران ۲۰۱۰). اسانس گل‌های بابونه اثر ضد میکروبی دارد و از آن در صنایع غذایی، دارویی و آرایشی و بهداشتی، استفاده

فراوانی بعمل می‌آید. از گلها و اسانس این گیاه در درمان بیماری‌های مختلف از جمله دل درد، نفخ، نقرس، سیاتیک، بیخوابی، درد دندان، زخم های معده و دستگاه گوارش، تب، سرماخوردگی و آنفلوآنزا استفاده می‌شود (امیدبیگی ۲۰۰۸). امروزه مصرف کودهای شیمیایی در کشاورزی، سبب آلودگی‌های فراوانی در محصولات کشاورزی و محیط زیست گردیده و توجه محققین را به کشاورزی پایدار و ارگانیک به عنوان راه حل اساسی در جهت رفع این معضلات، جلب نموده است. استفاده از

و حاج سیدهدادی ۲۰۱۷ الف). همچنین نتایج پژوهش‌های انجام شده روی بادرشبی، بادرنجبویه و گشنیز، مؤید بهبود چشمگیر کیفیت اسانس به ترتیب در اثر مصرف تلفیقی ۱۰ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین، کاربرد ترکیبی ۹ تن کود دامی و باکتری ازتوباکتر و مصرف توأم ۱۵ تن کود دامی و باکتری ازتوباکتر بود (هارشاواردهان ۲۰۰۷، درزی و حاج سیدهدادی ۲۰۱۴، سجادی نیکی و همکاران ۲۰۱۶). آنان اظهار داشتند که مصرف توأم این کودهای آلی و زیستی دارای یک اثر هم افزایی و تشدید کننده بر روی هم بوده که موجبات افزایش رشد گیاهان نامبرده و متعاقب آن بهبود کیفیت اسانس آنها را فراهم آورده است.

هدف از انجام این پژوهش، مطالعه تأثیر منفرد و تلفیقی مصرف کودهای ورمی کمپوست و نیتروکسین بر ویژگی‌های زراعی گیاه دارویی بابونه و تعیین تیمار مناسب از نظر دستیابی به بیشترین عملکرد گل و کمیت و کیفیت اسانس می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا، به اجرا درآمد. میانگین بارش سالیانه ۲۹۶/۸ میلی متر و متوسط دما حدود ۸ درجه سانتیگراد است. قبل از کاشت، خاک مزرعه آنالیز گردید که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. بافت خاک به روش هیدرومتری، pH و شوری به روش گل اشباع، مواد آلی به روش والکی و بلاک (۱۹۳۴)، نیتروژن کل خاک با دستگاه کج‌دال، فسفر قابل جذب خاک با دستگاه اسپکتروفتومتری و پتاسیم قابل جذب با دستگاه فلیم فتومتری اندازه‌گیری شدند (امامی ۱۹۹۶).

کودهای آلی و زیستی نظیر ورمی کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، می‌تواند از ارکان اصلی کشاورزی پایدار به حساب آید که نقش موثری در افزایش عملکرد و کیفیت گیاهان زراعی و به ویژه گیاهان دارویی دارد (شارما ۲۰۰۲، دلفیه و همکاران ۲۰۱۷). در تحقیقی زراعی روی انیسون نشان داده شد که کاربرد تلفیقی ۷/۵ تن ورمی کمپوست و کود زیستی بارور ۱ و ۲ سبب افزایش عملکرد دانه و اسانس نسبت به تیمار شاهد شد (بهزادی و صالحی ۲۰۱۷). در آزمایشی دیگر روی بادرنجبویه ملاحظه گردید که کاربرد تلفیقی ۲۰ تن کود آلی (گاوی) و کود زیستی نیتروکسین، موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس شد (رضی پور و همکاران ۲۰۱۶). نتایج پژوهشی روی مریم گلی نشان داد که مصرف ترکیبی ۸ تن ورمی کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن موجب افزایش عملکرد خشک گل، میزان اسانس و درصد آلفاتوجون در اسانس گردید (گواهی و همکاران ۲۰۱۷). این پژوهشگران ادعان داشتند که اثرات مثبت و هم افزایی بین ورمی کمپوست و باکتری باعث افزایش جذب عناصر غذایی و به دنبال آن افزایش رشد و عملکرد گیاه و سرانجام بهبود کمیت و کیفیت اسانس می‌گردند. در تحقیقات روی گیاهان رازیانه و مرزه نیز، گزارش شد که به ترتیب مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و قارچ میکوریزا، سبب افزایش عملکرد دانه و کاربرد ترکیبی ۱۰ تن ورمی کمپوست و کود زیستی، سبب افزایش چشمگیر عملکرد خشک محصول گردید (اکبری و غلامی ۲۰۱۶، حاج سیدهدادی و درزی ۲۰۱۷). در پژوهشی روی اکلیل کوهی نیز گزارش شد که مصرف توأم ورمی کمپوست و نیتروکسین موجب افزایش وزن خشک بوته و درصد اسانس گردید (نوربخش و همکاران ۲۰۱۶). در دو پژوهش زراعی روی گیاهان سرخارگل و بادرشبی، مشاهده شد که مصرف تلفیقی ورمی کمپوست و کود زیستی سبب افزایش معنی دار وزن خشک گل گردید (فیاوسی و همکاران ۲۰۱۶، درزی

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش و ورمی‌کمپوست

پتاسیم	فسفر	نیتروژن کل	ماده آلی	هدایت الکتریکی (dS.m ⁻¹)	pH	بافت	
(mg.kg ⁻¹)		(%)					
۳۰۰	۱۰	۰/۰۵۵	۰/۶۵	۳/۳۹	۷/۶	لوم رسی	خاک
۳۱۹۰۰	۶۱۰۰	۴/۹۲	۶۵	۱/۱	۷	-	ورمی‌کمپوست

توسط کود مذکور، محلول پاشی (روی بوته و پای بوته در سطح خاک) شدند. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در پنج نوبت به روش مکانیکی و به وسیله دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به صورت سیستم آبیاری قطره‌ای بود، در ابتدا هر ۳ روز یکبار و پس از سبز شدن بذور با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر ۵ تا ۶ روز یکبار انجام گردید. از هیچ نوع کود و سموم شیمیایی در طی انجام تحقیق استفاده نگردید. برداشت نهایی در مرحله گلدهی کامل و به مساحت یک مترمربع در هر کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه صورت پذیرفت. در این تحقیق صفات تعداد گل در بوته، وزن خشک بوته، وزن خشک گل در بوته، عملکرد خشک گل، میزان اسانس، عملکرد اسانس و درصد بیسابولول A، بیسابولول B و کامازولن در اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری تعداد گل در بوته، از میانگین تعداد گل پنج گیاه در هر کرت در مرحله گلدهی کامل استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک گل و وزن خشک بوته، پنج گیاه در هر کرت برداشت شد به طوری که برای تعیین وزن خشک گلها و بوته، درون آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (کاپور و همکاران ۲۰۰۴). برای تعیین عملکرد خشک گل در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک مترمربع، بوته در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت گردید. سپس گل‌های آنها، جدا و بعد در هوای آزاد و در سایه خشک و توزین شدند و در پایان عملکرد خشک گل در واحد سطح محاسبه گردید. برای تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱۰۰

تحقیق بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۴ تن ورمی-کمپوست در هکتار، ۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، مصرف کود زیستی نیتروکسین، ۴ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + نیتروکسین، ۸ تن ورمی‌کمپوست در هکتار + نیتروکسین و شاهد (بدون مصرف کود) بودند. نیتروکسین مصرفی که از شرکت زیست فناوری مهرآسیا تهیه گردید، محلولی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن به نام‌های *Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بودند که در هر میلی لیتر از آنها در حدود ۱۰^۸ باکتری فعال وجود داشت. بذور بابونه مورد استفاده در این تحقیق نیز، که یک اکوتیپ بوده از شرکت کشاورزی گیاه گستر اصفهان فراهم گردید.

برای اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۲/۱ × ۳ متر و حاوی ۶ ردیف کاشت با فاصله بین ردیف ۳۵ سانتی متر لحاظ گردید. فاصله بین کرتها نیم متر و بین تکرارها دو متر در نظر گرفته شدند. یک هفته قبل از کاشت، جهت اعمال تیمارهای ورمی‌کمپوست (جدول ۱)، در وسط هر خط کشت، شیاری در سراسر پشته ایجاد گردید و مقادیر ورمی‌کمپوست درون شیاری ریخته و به خوبی با خاک مخلوط گردید. کاشت بابونه و اعمال تیمارهای آزمایشی بعد از مساعد شدن هوا در بهار در دوازدهم اردیبهشت انجام شد. برای کاشت بابونه بذرها به نسبت ۱:۵ با ماسه بادی مخلوط شده و بعد به صورت سطحی کشت شدند و بلافاصله پس از کشت آبیاری انجام گردید. کرت‌های حاوی تیمار نیتروکسین (به میزان دو لیتر در هکتار)، نیز قبل از مرحله گلدهی

نیتروکسین (۶۵/۶ گل)، مصرف ۴ تن ورمی کمپوست (۵۰/۶ گل) و شاهد (۳۷/۶ گل) به ترتیب حدود ۶۳، ۱۳۰، ۱۹۸ و ۳۰۱ درصد بیشتر بود (جدول ۳). افزایش تعداد گل در بابونه را می‌توان ناشی از اثرات مطلوب کاربرد مقدار مناسب ورمی کمپوست (۴ تن) در ترکیب با نیتروکسین بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک آزمایشی دانست که از طریق بهبود جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر، موجب بهبود رشد بابونه و متعاقب آن افزایش تعداد گل در بوته گردیده است. در همین رابطه، شیرزادی و همکاران (۲۰۱۴) نشان دادند که کاربرد تلفیقی ورمی-کمپوست، باکتری تثبیت کننده نیتروژن و قارچ میکوریزا، اثر بارز و معنی‌داری بر روی تعداد سرشاخه گلدار در بوته ریحان داشت. آنان اظهار داشتند که مصرف توأم کودهای آلی و زیستی با جذب بهتر عناصر غذایی و تغذیه مناسب و در نتیجه افزایش میزان فتوسنتز و رشد گیاه، در نهایت، باعث بهبود گلدهی و افزایش تعداد سرشاخه گلدار در بوته گردیده است. یافته‌های درزی و حاج سیده‌ادی (۲۰۱۷ الف) روی بادرشبی و امیری و همکاران (۲۰۱۶) روی گاو زبان ایرانی به ترتیب حاکی از افزایش تعداد سرشاخه گلدار در اثر کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست و افزایش تعداد گل در بوته در اثر مصرف ۷ تن ورمی کمپوست بود.

وزن خشک بوته

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر وزن خشک بوته معنی‌دار شد (جدول ۲) و مقایسه میانگین‌ها، تفاوت چشمگیری را بین آن‌ها نشان داد به طوری که وزن خشک بوته در تیمار کاربرد تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱۰۹ گرم) در مقایسه با تیمارهای مصرف نیتروکسین (۹۵/۳ گرم)، مصرف ۸ تن ورمی-کمپوست (۸۲ گرم)، مصرف ۴ تن ورمی کمپوست (۷۴/۳ گرم) و شاهد (۶۳ گرم) به ترتیب حدود ۱۴، ۳۳، ۴۶ و ۷۳ درصد بیشتر بود و با تیمار مصرف تلفیقی ۴

گرمی از گل‌های خشک شده در هوای آزاد، تهیه کرده که بعد از خرد کردن با استفاده از روش تقطیر با آب به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger)، اسانس گیری گردید (سفیدکن ۲۰۰۲، کاپور و همکاران ۲۰۰۴). درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات-سدیم خشک، محاسبه گردید. عملکرد اسانس نیز به کمک حاصل‌ضرب عملکرد خشک گل و درصد اسانس به دست آمد. جهت شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس و تعیین درصد ترکیبات عمده موجود در آن (شامل بیسابولول A، بیسابولن A، بیسابولول B و کامازولن) به ترتیب از دستگاه‌های کروماتوگرافی گازی با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) و کروماتوگرافی گازی (GC) مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور استفاده گردید. ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس با استفاده از زمان بازداری ترکیب‌ها، اندیس بازداری طیف جرمی و مقایسه این پارامترها با ترکیب‌های استاندارد یا اطلاعات موجود در کتابخانه شناسایی شدند (آدامز ۲۰۰۱).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد، انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد گل در بوته

اثر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر تعداد گل در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها، تفاوت قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که تعداد گل در بوته در تیمار کاربرد تلفیقی ۴ تن ورمی-کمپوست و نیتروکسین (۱۵۱/۰ گل) تفاوت آماری با تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱۳۹/۶ گل) نداشت و به صورت معنی‌داری بیشتر از بقیه تیمارها بود، به نحوی که نسبت به تیمارهای مصرف ۸ تن ورمی کمپوست (۹۲/۳ گل)، کود زیستی

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین بر صفات مورد مطالعه در بابونه

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		تعداد گل در بوته	وزن خشک بوته	وزن خشک گل	عملکرد خشک گل	میزان اسانس	عملکرد اسانس	کامازولن	بیسابولول A	بیسابولول B
تکرار	۲	۴۸/۴۶	۵۲/۴۱	۰/۵۴۰	۱۲۳۸/۸	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲۳	۰/۲۳۴	۶/۰۰	۱/۵۰
تیمار	۵	۶۶۴۱/۷	۱۰۴۳/۶	۳۰۹/۳۷	۶۶۴۷۹/۸	۰/۰۲۴	۱/۹۷	۲۱۱/۵۳	۱۰۱/۴	۲۳/۷۴
خطای آزمایش	۱۰	۴۴/۹۳	۴۷/۷۴	۴/۸۳	۴۰۷۲/۲	۰/۰۰۴	۰/۱۶۳	۴/۱۷	۷/۶۰	۱/۵۰
ضریب تغییرات (%)		۷/۵	۷/۸	۱۴/۱	۱۱/۱	۲۵/۱	۲۶/۳	۱۹/۴	۷/۶	۱۸/۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد می باشد.

جدول ۳- مقایسه میانگین های صفات مورد مطالعه برای تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین

تیمارها	تعداد گل در بوته	وزن خشک بوته (گرم بر بوته)	وزن خشک گل (گرم بر بوته)	عملکرد خشک گل (کیلوگرم در هکتار)	میزان اسانس (درصد)	عملکرد اسانس (کیلوگرم در هکتار)	کامازولن در اسانس	درصد بیسابولول A	درصد بیسابولول B	درصد بیسابولول A
۴ تن ورمی کمپوست	۵۰/۶ d	۷۴/۳ cd	۹/۸ b	۶۰۰ ab	۰/۲۶ bc	۱/۵۶ bc	۶/۱ dc	۴۴/۴ a	۵/۸ b	۸/۴ abc
۸ تن ورمی کمپوست	۹۲/۳ b	۸۲/۰ c	۱۰/۵ b	۶۱۴ ab	۰/۱۷ c	۱/۰۳ cd	۲/۳ d	۳۵/۱ bc	۵/۷ b	۵/۵ c
کود زیستی نیتروکسین	۶۵/۶ c	۹۵/۳ b	۱۱/۱ b	۵۹۰ b	۰/۱۶ c	۰/۹۵ cd	۱۵/۹ b	۳۳/۵ c	۱۲/۴ a	۶/۸ bc
۴ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین	۱۵۱/۰ a	۱۰۸/۰ a	۲۸/۶ a	۶۴۰ ab	۰/۳۱ ab	۲/۰۰ b	۹/۴ c	۳۷/۶ bc	۶/۴ b	۱۰/۷ a
۸ تن ورمی کمپوست + نیتروکسین	۱۳۹/۶ a	۱۰۹/۰ a	۲۸/۰ a	۷۲۰ a	۰/۴۰ a	۲/۹۰ a	۲۴/۷ a	۲۷/۵ d	۴/۵ b	۹/۳ ab
شاهد (عدم مصرف کود)	۳۷/۶ e	۶۳/۰ d	۵/۰ c	۲۸۶ c	۰/۲۶ bc	۰/۷۵ d	۴/۷ d	۴۰/۲ ab	۵/۷ b	۱۰/۷ a

حروف لاتین متفاوت در هر ستون بیانگر تفاوت معنی دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد است.

مصرف ۱۲ و ۱۸ تن ورمی کمپوست، دارای تأثیر یکسانی بوده و بین آنها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (مجتبوی و درزی ۲۰۱۸). آنان نیز این نتیجه را به جدید بودن گیاهان دارویی و حفظ ویژگی‌های طبیعی و ذاتی آنها که منجر به کودپذیری پایین می‌گردد، مرتبط دانستند.

وزن خشک گل

تأثیر تیمارهای مختلف ورمی کمپوست و نیتروکسین بر وزن خشک گل در بوته معنی‌دار شد (جدول ۲) به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که وزن خشک گل در تیمار مصرف تلفیقی ۴ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۲۸/۶ گرم)، تفاوت آماری با تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۲۸ گل) نداشت ولی در مقایسه با سایر تیمارها برتری معنی‌داری داشت به طوری که نسبت به تیمارهای مصرف نیتروکسین (۱۱/۱ گرم)، کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست (۱۰/۵ گرم)، کاربرد ۴ تن ورمی کمپوست (۹/۸۶ گرم) و شاهد (۵ گرم) به ترتیب در حدود ۱۷۲، ۱۹۰ و ۴۷۲ درصد بیشتر بود (جدول ۳). در همین رابطه، فیاضی و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گیاه سرخارگل گزارش کردند که کاربرد تلفیقی ۵ تن ورمی کمپوست و کود زیستی (بیوآزوسپیر)، موجب افزایش بارز وزن خشک گل گردید. آنان اظهار داشتند از یک طرف ورمی کمپوست با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی در طول دوره طولانی مدت رشد گیاه سرخارگل و فراهم کردن یک بستر مناسب برای رشد ریشه، و از طرفی دیگر کود زیستی از طریق تثبیت زیستی نیتروژن و محلول کردن فسفر و دیگر عناصر، سرانجام موجب افزایش فتوسنتز و تجمع ماده خشک گیاه از جمله وزن خشک گل می‌شوند. همچنین در تحقیقی روی بادرشبی مشاهده گردید که مصرف ترکیبی ۱۰ تن ورمی کمپوست و کود زیستی (نیتروکسین + بیوسوپرفسفات)، موجب بهبود معنی‌دار

تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۱۰۸/۰ گرم) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در رابطه با افزایش معنی‌دار وزن خشک بوته در تیمارهای مصرف تلفیقی ورمی کمپوست (۴ و ۸ تن در هکتار) و نیتروکسین، می‌توان اظهار داشت که کاربرد ترکیبی کودهای آلی و زیستی از طریق بهبود فعالیت‌های زیستی خاک و تشدید آزادسازی عناصر غذایی، می‌تواند موجب بهبود رشد و به دنبال آن افزایش وزن خشک گردد (آرانکون و همکاران ۲۰۰۵، اکبری و غلامی ۲۰۱۶). در همین راستا رضی پور و همکاران (۲۰۱۶) در پژوهشی روی گیاه بادرنجبویه، شاهد افزایش وزن خشک اندام هوایی با مصرف تلفیقی ۲۰ تن کود دامی و نیتروکسین در مقایسه با کاربرد جداگانه آنها بودند. نتیجه پژوهش انجام شده روی گیاه دارویی زوفا نیز، حاکی از افزایش وزن خشک بوته در اثر مصرف تلفیقی کودهای آلی و زیستی (کمپوست + ورمی کمپوست + ازتوباکتر + آزوسپیریوم) بود (درزی و صادقی نکو ۲۰۱۶). این محققین اظهار داشتند که کاربرد این دو کود آلی در کنار کود زیستی از طریق بهبود مواد آلی و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌تواند موجب بهبود رشد و متعاقب آن افزایش بیوماس گردد. یافته‌های زارع حسینی و همکاران (۲۰۱۵) روی استویا و نوربخش و همکاران (۲۰۱۶) روی اکلیل کوهی به ترتیب حاکی از آن بود که مصرف ترکیبی ورمی کمپوست و میکوریزا موجب افزایش وزن خشک اندام هوایی و مصرف توأم ورمی کمپوست و نیتروکسین سبب افزایش وزن خشک بوته شد. همچنین عدم برتری تیمار مصرف ترکیبی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین در مقایسه با تیمار ترکیبی ۴ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین را می‌توان به جدید بودن گیاهان دارویی نظیر بابونه و تمایل کمتر آنها به کودپذیری (فلاحی و همکاران ۲۰۰۸) نسبت داد. در همین رابطه در پژوهشی روی گیاه همیشه‌بهار مشاهده شد که کاربرد ۶ تن ورمی کمپوست بر وزن خشک بوته در مقایسه با

وزن خشک گل شد (درزی و حاج سیده‌ادی ۲۰۱۷ الف).

عملکرد خشک گل

در این آزمایش، عملکرد خشک گل هم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در بین آن‌ها بود، به نحوی که عملکرد خشک گل در تیمار مصرف توأم ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۷۲۰ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمارهای مصرف نیتروکسین (۶۰۰ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۲۸۶ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود ۲۰ و ۱۵۱ درصد بیشتر بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). تیمار مصرف ترکیبی ۴ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۶۴۰ کیلوگرم در هکتار)، اگرچه دارای عملکرد گل خشک کمتری نسبت به تیمار کاربرد ترکیبی ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین بود ولی تفاوت معنی‌داری با آن نداشت و از نظر اقتصادی (صرفه جویی در هزینه در اثر کاهش مصرف کود آلی) نیز قابل توجهی تر از تیمار مذکور می‌باشد. ورمی‌کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری آب، تأمین عناصر غذایی و تولید هورمون‌های گیاهی رشد و نمو گیاهان را بهبود می‌بخشد و مصرف کود زیستی نیتروکسین در کنار ورمی‌کمپوست، علاوه بر تثبیت نیتروژن با کمک به افزایش جمعیت و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک در جهت فراهمی بیشتر عناصر معدنی عمل کرده و سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شود. لذا با توجه به مزیت‌های برشمرده این کودهای آلی و زیستی، بدیهی به نظر می‌رسد که تیمارهای حاوی مصرف منفرد ورمی‌کمپوست و تیمارهای حاوی مصرف ترکیبی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین به ویژه تیمار مصرف ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین دارای عملکرد خشک گل قابل قبولی باشند. در همین ارتباط، حاج سیده‌ادی و درزی (۲۰۱۷) در پژوهشی بر روی

مرزه تابستانه مشاهده نمودند که مصرف تلفیقی ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و کود زیستی سبب افزایش عملکرد خشک محصول گردید. آنان بیان کردند کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و سوپرنیتروپلاس توانست با تأثیر بر بهبود رشد مرزه، افزایش ماده خشک تولیدی در این گیاه را افزایش دهد. همچنین گواهی و همکاران (۲۰۱۷) نیز در پژوهشی روی مریم گلی نشان دادند که مصرف توأم ۸ تن ورمی‌کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر، آزوسپیریوم و سودوموناس) موجب افزایش عملکرد خشک شد. آنها اظهار داشتند که اثرات مثبت و هم افزایی بین ورمی‌کمپوست و باکتری باعث افزایش فعالیت باکتری‌های موجود در خاک می‌گردد و باکتریها در ناحیه ریزوسفر از طریق مکانیسم‌هایی مانند تولید هورمون‌های محرک رشد سبب افزایش رشد ریشه می‌گردند. علاوه بر این، به دلیل اثر مثبت آنها بر بستر رشد، افزایش سطح ریشه و جذب بیشتر عناصر غذایی، موجب افزایش فعالیت‌های فتوسنتزی، رشد و عملکرد گیاه می‌گردند. در تحقیقات روی گیاهان رازیانه و انیسون نیز، گزارش شد که به ترتیب مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست و قارچ میکوریزا و کاربرد ترکیبی ۷/۵ تن ورمی‌کمپوست و کودهای زیستی بارور ۱ و ۲، سبب افزایش چشمگیر عملکرد دانه گردید (اکبری و غلامی ۲۰۱۶، بهزادی و صالحی ۲۰۱۷). همچنین در پژوهشی روی بابونه، مشاهده شد که کاربرد توأم ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و باکتری‌های محرک رشد گیاه (باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپیریوم و سودوموناس)، سبب افزایش بارز عملکرد گل گردید (صالحی و همکاران ۲۰۱۶). آنان این افزایش عملکرد گل را به اثر هم‌افزایی و تشدیدکننده کودهای آلی و زیستی نسبت دادند.

میزان اسانس

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر میزان اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها،

تن کود گاوی و نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس شد. در تحقیقی روی گشنیز نیز آشکار شد که با مصرف ترکیبی ۱۵ تن کود آلی (دامی) و کود زیستی (باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، میزان اسانس دانه به طرز چشمگیری افزایش یافت (درزی و حاج سیده‌ادی ۲۰۱۴). آنان اظهار داشتند که به نظر می‌رسد یک اثر مثبت و تشدید کننده بین دو کود آلی و زیستی در مزرعه آزمایشی وجود داشت، به طوری که مصرف کود آلی از طریق بهبود فعالیت باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، در نهایت موجب افزایش میزان اسانس گردید.

عملکرد اسانس

تأثیر تیمارهای کود آلی و زیستی بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها، تفاوت قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که عملکرد اسانس در تیمار کاربرد تلفیقی ۸ تن ورمی-کمپوست و نیتروکسین (۲/۹۰ کیلوگرم در هکتار) نسبت به سایر تیمارها برتری بارزی داشت به طوری که در مقایسه با تیمارهای مصرف تلفیقی ۴ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۲/۰۰ کیلوگرم در هکتار)، مصرف ۴ تن ورمی کمپوست (۱/۵۶ کیلوگرم در هکتار)، مصرف ورمی کمپوست (۱/۰۳ کیلوگرم در هکتار)، مصرف نیتروکسین (۰/۹۵ کیلوگرم در هکتار) و شاهد (۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب حدود ۴۵، ۸۶، ۸۱، ۲۰۵ و ۲۸۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳). با توجه به بیشتر بودن عملکرد خشک گل و میزان اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین و با عنایت به این موضوع که عملکرد اسانس، حاصلضرب میزان اسانس در عملکرد خشک گل است، لذا می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس به صورت چشمگیری بیشتر از سایر تیمارها باشد. در همین رابطه، درزی و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که کاربرد تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و مخلوط باکتری‌های ازتوباکتر و

تفاوت قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که میزان اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی-کمپوست و نیتروکسین (۰/۴ درصد) در مقایسه با تیمارهای شاهد (۰/۲۶ درصد)، مصرف ۴ تن ورمی-کمپوست (۰/۲۶ درصد)، مصرف ۸ تن ورمی کمپوست (۰/۱۷ درصد) و کاربرد نیتروکسین (۰/۱۶ درصد) به ترتیب در حدود ۵۴، ۵۴، ۱۳۵ و ۱۵۰ درصد بیشتر بود و با تیمار مصرف توأم ۴ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۰/۳۱ درصد) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). از آنجا که مصرف تلفیقی ورمی کمپوست و نیتروکسین و به ویژه تیمار ترکیبی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین، شرایط مناسبی را برای افزایش جذب عناصر غذایی و متعاقب آن بهبود فتوسنتز و رشد گیاه فراهم کرده و نظر به اینکه بین فتوسنتز و تولید فرآورده‌های فتوسنتزی و تولید اسانس رابطه مستقیمی وجود دارد (کاکینی و همکاران ۱۹۹۴) لذا می‌توان انتظار داشت که میزان اسانس در تیمار مذکور و در شرایط آزمایش حاضر افزایش یابد. در همین رابطه، نوربخش و همکاران (۲۰۱۶) نیز دریافتند که مصرف ترکیبی ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین موجب افزایش درصد اسانس اکلیل کوهی گردید. همچنین گواهی و همکاران (۲۰۱۷) نیز نشان دادند که مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن، موجب افزایش بارز میزان اسانس در گیاه مریم گلی شد. آنان اظهار داشتند که کاربرد ترکیبی کودهای آلی و زیستی مذکور با تأمین عناصر غذایی و تثبیت زیستی نیتروژن سبب سهولت و تسریع انجام واکنشهای شیمیایی جهت تولید ترکیبات ترپنی اسانس و در نهایت میزان اسانس می‌گردند. نتایج پژوهش‌های اکبری و غلامی (۲۰۱۶) روی رازیانه، اقحوانی و همکاران (۲۰۱۴) روی گشنیز و رضی پور و همکاران (۲۰۱۶) روی بادرنجبویه حاکی از آن بود که به ترتیب مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و میکوریزا، کاربرد توأم ۶۰ تن کود گاوی و میکوریزا و مصرف تلفیقی ۲۰

آزوسپیریولوم (به دو روش تلقیح با بذر و محلول پاشی روی بوته)، موجب افزایش قابل توجه عملکرد اسانس شوید گردید. آنان بیان داشتند که کود آلی ورمی-کمپوست، بستر مناسبی برای تشدید فعالیت باکتری‌های مذکور فراهم کرده و از طریق بهبود رشد و وزن خشک گیاه، در نهایت موجب افزایش درصد و عملکرد اسانس می‌شود. پژوهش‌های اکبری و غلامی (۲۰۱۶) روی رازیانه و رضی‌پور و همکاران (۲۰۱۶) روی بادرنجبویه نشان داد که به ترتیب مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک و کاربرد ترکیبی ۲۰ تن کود دامی و نیتروکسین، سبب افزایش عملکرد اسانس گردید. یافته‌های حاصل از پژوهش روی گیاهان رازیانه و انیسون نیز آشکار کرد که مصرف تلفیقی کودهای آلی و زیستی در مقایسه با شاهد، سبب افزایش عملکرد اسانس گردید (مرادی و همکاران ۲۰۱۱، بهزادی و صالحی ۲۰۱۷). همچنین در تحقیقی روی گیاه رزماری، مشاهده شد که مصرف توأم ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، موجب افزایش عملکرد اسانس شد (نوربخش و همکاران ۲۰۱۶). آنان اظهار داشتند که مصرف تلفیقی ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، ممکن است سبب دسترسی مناسب گیاه به مواد غذایی شود و از این طریق توانسته است، درصد و عملکرد اسانس را بهبود ببخشد.

درصد کامازولن در اسانس

در این آزمایش، درصد کامازولن هم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی قرار گرفت (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان دهنده تفاوت معنی‌داری در بین آنها بود، به نحوی که درصد کامازولن در اسانس در تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین (۲۴/۷ درصد) در مقایسه با سایر تیمارها به طرز بارزی برتری داشت و این برتری نسبت به دو تیمار شاهد (۴/۷ درصد) و کاربرد ۸ تن ورمی‌کمپوست (۲/۳ درصد) به مراتب بیشتر بود (جدول ۳). می‌توان

اظهار داشت که مصرف ترکیبی ۸ تن ورمی‌کمپوست و کود زیستی نیتروکسین که غنی از باکتری‌های مفید تثبیت کننده نیتروژن، عناصر غذایی پر و کم مصرف بوده، با آزادسازی تدریجی عناصر غذایی، ضمن بهبود مناسب گلهی بابونه و اسانس آن، سبب افزایش درصد کامازولن در اسانس شده و در نتیجه کیفیت اسانس این گیاه را بهبود بخشید. در همین رابطه، تحقیقات انجام شده روی گیاهان بادرشبی، مریم گلی و رازیانه مبین آن است که به ترتیب مصرف تلفیقی ۱۰ تن ورمی-کمپوست و کود زیستی (نیتروکسین + سوپربیوسفات) موجب افزایش درصد ژرانیال، مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست و باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده نیتروژن، موجب افزایش درصد آلفاتوجون و مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست، میکوریزا و اسید هیومیک موجب افزایش درصد آنتول در اسانس گردید (اکبری و غلامی ۲۰۱۶، گواهی و همکاران ۲۰۱۷، درزی و حاج سیدهادی ۲۰۱۷ ب). همچنین در سه پژوهش دیگر گزارش گردید که کاربرد ترکیبی ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، سبب افزایش درصد ژرانیل استات در اسانس بادرشبی، مصرف تلفیقی ۹ تن کود دامی و باکتری ازتوباکتر، سبب افزایش درصد نرال در اسانس بادرنجبویه و کاربرد تلفیقی ۱۵ تن کود دامی و باکتری ازتوباکتر، سبب افزایش درصد گاماترپین در اسانس گشنیز شد (هارشاوردهان و همکاران ۲۰۰۷، درزی و حاج سیدهادی ۲۰۱۴، سجادی نیاکی و همکاران ۲۰۱۶). این محققین اظهار داشتند که مصرف توأم این کودهای آلی و زیستی دارای یک اثر هم افزایی و تشدید کننده بر روی هم بوده که موجبات افزایش رشد گیاهان نامبرده و متعاقب آن بهبود کیفیت اسانس آنها را فراهم آورده است. در تحقیقی روی گیاه همیشه بهار هم مشاهده شد که مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین، باعث افزایش قابل ملاحظه درصد آلفاکادینول در اسانس در مقایسه با تیمارهای مصرف منفرد ۱۲ و ۱۸ تن ورمی‌کمپوست گردید (مجتبوی و درزی ۲۰۱۸).

شود. همچنین در تحقیقی روی گیاه بابونه کبیر مشاهده شد که مصرف ۳۰ تن کود آلی (دامی) موجب افزایش بارز درصد کامفور در اسانس در مقایسه با شاهد گردید ولی در درصد کامفن در اسانس تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (حمیسی و همکاران ۲۰۱۲). آنان اظهار داشتند که استفاده از کود دامی به دلیل مطابقت داشتن با شرایط رشد طبیعی گیاه، سبب افزایش درصد برخی ترکیب‌های اسانس می‌شود. در پژوهشی دیگر روی رازیانه مشاهده گردید که بیشترین میزان آنتول (۶۹/۷۳ درصد) در تیمار مصرف تلفیقی ۵ تن کمپوست و ۳/۵ تن ورمی کمپوست به دست آمد (مرادی و همکاران ۲۰۱۱). این پژوهشگران اذعان داشتند که آزادسازی تدریجی عناصر غذایی از این منابع آلی که متناسب با مراحل رشدی گیاه می‌باشد باعث افزایش میزان آنتول و بهبود کیفیت اسانس گردید. در پژوهش‌های مرتبط با تأثیر مصرف ورمی کمپوست روی گیاهان رازیانه، ریحان و انیسون، افزایش برخی ترکیبات تشکیل دهنده اسانس (به ترتیب آنتول، بورنیل استات و آنتول) در اثر کاهش دیگر اجزاء آن (به ترتیب لیمونن، بتاپینن و استراگول)، مورد تأیید قرار گرفته است (درزی و همکاران ۲۰۰۹ و ۲۰۱۳، رحمانیان و همکاران ۲۰۱۷).

درصد بیسابولول B در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر درصد بیسابولول B در اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲) به طوری که مقایسه میانگین‌ها نشان داد که درصد بیسابولول B در تیمار مصرف نیتروکسین (۱۲/۴ درصد) در مقایسه با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت و به ویژه نسبت به تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۴/۵ درصد) در حدود ۱۷۲ درصد بیشتر بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد افزایش محسوس درصد بیسابولول B در اسانس در تیمار کاربرد کود زیستی نیتروکسین، می‌تواند به دلیل بهبود

آنان بیان داشتند که بهبود درصد آلفاکادینول در تیمار مصرف تلفیقی ۶ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین، می‌تواند به دلیل تأثیر تغذیه‌ای افزایشی و تشدیدکننده دو کود آلی و زیستی بر فراهم کردن وضعیت مناسب برای آزادسازی و جذب مطلوب عناصر معدنی، باشد.

درصد بیسابولول A در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین بر درصد بیسابولول A در اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها، تفاوت قابل توجهی را بین آن‌ها نشان داد، به نحوی که درصد بیسابولول A در تیمار مصرف ۴ تن ورمی کمپوست (۴۴/۴ درصد)، تفاوت آماری با تیمار شاهد (۴۰/۲ درصد) نداشت ولی در مقایسه با سایر تیمارها برتری معنی‌داری داشت به طوری که به ویژه نسبت به تیمارهای مصرف نیتروکسین (۳۳/۵ درصد) و مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی کمپوست و نیتروکسین (۲۷/۵ درصد) به ترتیب در حدود ۳۲ و ۶۱ درصد بیشتر بود (جدول ۳). افزایش درصد بیسابولول A در تیمار مصرف ۴ تن ورمی کمپوست، علاوه بر تأثیر تغذیه‌ای ورمی کمپوست در تشکیل این ترکیب، می‌تواند به دلیل کاهش محسوس سایر اجزاء مهم اسانس، شامل کامازولن و بیسابولول B در این تیمار باشد. در همین ارتباط، در تحقیقی روی بادرنشبی مشاهده شد که مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست سبب افزایش درصد ژرانیول و متعاقب آن کاهش درصد ژرانیل استات و نریل استات در اسانس گردید (درزی و حاج سیدهادی ۲۰۱۷ ب). گزارش یک پژوهش روی گیاه زنیان نیز حاکی از آن بود که مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست همراه با اسید هیومیک، موجب افزایش درصد تیمول و پاراسیمین در اسانس شد (خالص‌رو و ملکیان ۲۰۱۷). آنان اظهار داشتند که کاربرد نهاده‌های آلی با منشأ طبیعی مانند ورمی کمپوست و اسید هیومیک، علاوه بر سازگاری بالا با محیط زیست، موجب بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی زنیان می‌-

نشان داد، به نحوی که درصد بیسابولن A در تیمار شاهد (۱۰/۷ درصد) نسبت به دو تیمار مصرف کود زیستی نیتروکسین (۶/۸ درصد) و مصرف ۸ تن ورمی-کمپوست (۵/۵ درصد) برتری معنی‌داری داشت و با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌داری نبود (جدول ۳). با توجه به کاهش سایر اجزاء مهم اسانس، نظیر کامازولن و بیسابولول B در تیمار شاهد، محتمل به نظر می‌رسد که این تقلیل، با افزایش درصد بیسابولن A در اسانس جبران شده باشد. در همین رابطه در دو پژوهش روی رازیانه مشخص شد که تیمار شاهد در مقایسه با تیمار حاوی کودهای آلی و زیستی، موجب کاهش درصد آنتول اسانس و افزایش درصد فنکون و استراگول اسانس گردید (اکبری و غلامی ۲۰۱۶). همچنین در تحقیقی روی گیاه به‌لیمو مشاهده شد که مصرف ورمی‌کمپوست (۲۰ درصد حجمی) موجب افزایش بارز درصد گاما‌المن در اسانس و به‌دنبال آن کاهش محسوس درصد لیمونن در اسانس در مقایسه با شاهد گردید (عبادی و همکاران ۲۰۱۶). این مسئله به وضوح در یافته‌های سایر پژوهشگران روی گیاهان مریم‌گلی، شویید و انیسون گزارش شده است (مکی زاده و همکاران ۲۰۱۱، درزی و همکاران ۲۰۱۳، گواهی و همکاران ۲۰۱۷).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این تحقیق، تیمار مصرف تلفیقی ۸ تن ورمی‌کمپوست و نیتروکسین دارای بیشترین عملکرد خشک گل، میزان و عملکرد اسانس و درصد کامازولن در اسانس (معیار کیفیت اسانس) بابونه در مقایسه با سایر تیمارها بود. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد با مصرف توأم مقادیر مناسب کودهای آلی و زیستی در یک نظام کشاورزی پایدار، ضمن تولید محصول سالم و بهبود عملکرد کمی و کیفی آن، همچنین می‌توان با حذف کودهای شیمیایی از مخاطرات زیانبار زیست محیطی در کشاورزی کاست.

جذب عناصر غذایی به ویژه نیتروژن باشد (کالیاناسوندارام و همکاران ۲۰۰۸). در همین رابطه، در تحقیقاتی روی گیاهان رازیانه، ریحان، گشنیز و بادرنشبی مشاهده گردید که مصرف باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپریلوم)، به‌ترتیب سبب افزایش درصد آنتول، متیل‌کاوایکول، لینالول و نریل استات در اسانس شد (محفوظ و شرف‌الدین ۲۰۰۷، مکی زاده و همکاران ۲۰۱۲، درزی و حاج سیدهای ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ ب). همچنین در تحقیقی روی مرزه، آشکار گردید که کاربرد باکتری تثبیت کننده نیتروژن (آزوسپریلوم) دارای اثر مثبتی روی درصد تیمول در اسانس بود (بشیری‌فر و همکاران ۲۰۱۶). آنان بیان داشتند که احتمالاً افزایش میزان هورمون‌های محرک رشد گیاه با افزایش میزان رشد گیاه و جذب عناصر غذایی گیاه و بهبود رشد آن، سبب افزایش کیفیت اسانس مرزه می‌گردد. در پژوهشی روی گیاه بالنگو نیز مشاهده شد که کاربرد کود زیستی نیتروکسین سبب افزایش درصد لیمونن در اسانس گردید (مفاخری و همکاران ۲۰۱۶). در دو پژوهش جداگانه روی شویید نیز مشخص گردید که تلقیح بذر با مخلوط باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلوم، موجب افزایش درصد آلفافلاندن اسانس در یکی و افزایش درصد کارون اسانس در تحقیق دیگر گردید (مکی زاده و همکاران ۲۰۱۱، حبیبی و درزی ۲۰۱۵). این محققین اظهار داشتند که کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از طریق بهبود فعالیت‌های زیستی خاک و متعاقب آن افزایش جذب نیتروژن و مشارکت این عنصر در ساخت اسانس و ترکیبات آن، موجب افزایش اجزاء اسانس شویید شد.

درصد بیسابولن A در اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف کود آلی و زیستی بر درصد بیسابولن A در اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها، تفاوت قابل توجهی را بین آن‌ها

منابع مورد استفاده

- Adams RP, 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, USA.
- Aghhavani M, Rezvani Moghddam P, Ghorbani R and Nasiri Mahallati M, 2014. Effects of organic, bio and chemical fertilizers application on vegetative indexes and essential oil content of coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Agroecology, 6(3): 425-443. (In Persian).
- Akbari I and Gholami A, 2016. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. Iranian Journal of Field Crops Research, 13(4): 840-853. (In Persian).
- Amiri MB, Rezvani Moghaddam P and Jahan M, 2016. Comparison of organic and chemical fertilizers in different densities of *Echium amoenum* under conditions of Mashhad. Journal of Horticultural Science, 30(3): 555-573. (In Persian).
- Arancon NQ, Edwards CA, Bierman P, Metzger JD and Lucht C, 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49(4): 297-306.
- Bashirifar N, Aliasgharzad N and Zehtab Salmasi S, 2016. Elemental composition, essential oil and thymol content of savory (*Satureja hortensis* L.) inoculated with *Azospirillum irakense* and *Pseudomonas putida* at different nitrogen levels. Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 26(2): 133-151. (In Persian).
- Behzadi Y and Salehi A, 2017. Effects of biological, organic, and chemical fertilizers on uptake of N, P, K, grain yield, and essential oil yield in anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 1026-1036. (In Persian).
- Darzi MT, Ghalavand A, Saphidkon F and Rejali F, 2009. Effects of mycorrhiza, vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 24(4): 396-413. (In Persian).
- Darzi MT, Haj Seyed Hadi MR and Rejali F, 2012. Effects of the application of vermicompost and nitrogen fixing bacteria on quantity and quality of the essential oil in dill (*Anethum graveolens*). Journal of Medicinal Plants Reseach, 6(21): 3793-3799.
- Darzi MT, Haj Seyed Hadi MR and Rejali F, 2013. Effects of vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in anise (*Pimpinella anisum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(3): 583-594. (In Persian).
- Darzi MT and Haj Seyed Hadi MR, 2014. Response of concentration and composition of essential oil of coriander (*Coriandrum sativum* L.) to cattle manure and nitrogen fixing bacteria. Ethno-Pharmaceutical Products, 1(2): 35-42.
- Darzi MT and Sadeghi Nekoo B, 2016. Effects of Organic amendments and biofertilizer application on some morphological traits and yield of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Journal of Horticultural Science, 30(3): 491-500. (In Persian).
- Darzi MT and Haj Seyed Hadi MR, 2017a. Effects of organic and bio-fertilizers on some quantitative and qualitative characters of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 1060-1072. (In Persian).
- Darzi MT and Haj Seyed Hadi MR, 2017b. Effects of manure, vermicompost, nitroxin and bio-superphosphat application on quantity and quality of essential oil of dragonhead. Crops Improvement, 19(3): 543-560. (In Persian).
- Delfieh M, Modarres Sanavy AM and Farhoudi R, 2017. Investigating the effects of plant density, seed inoculation with bacteria and different nitrogen fertilizing methods on yield, yield components and essential oil of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). The Plant Production, 40(1): 111-121. (In Persian).

- Ebadi MT, Azizi M, Sefidkon F and Ahmadi N, 2016. Effects of organic and chemical fertilizers on leaf yield, percent and essential oil components of *Lippia citriodora* Kunth. Journal of Horticultural Science, 30(2): 293-302. (In Persian).
- Emami A, 1996. Methods of plant analysis .Vol. 1. Issue 982. Soil and Water Research Institute, Department of Agricultural Research and Education, Ministry of Agriculture, Tehran, 126 pp. (In Persian).
- Fallahi J, Koocheki, A and Rezvani Moghaddam P, 2008. Investigating the effects of organic fertilizers on quantity index and the amount of essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita*). Agriculture Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8(1): 157-168. (In Persian).
- Fallahi J, Koocheki A and Rezvani Moghaddam P, 2010. Effects of biofertilizers on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria recutita*) as a medicinal plant. Iranian Journal of Field Crops Research, 7(1): 127-135. (In Persian).
- Fayazi H, Abdali Mashhadi AR, Koochekzade A, Papzan AH and Arzanesh MH, 2016. The effect of organic and biological fertilizers application on yield and some morphological characteristics in coneflower (*Echinaceae purpurea* L.). Iranian Journal of Filed Crop Science, 47(2): 301-314. (In Persian).
- Govahi M, Ghalavand A, Nadjafi F and Sorooshzadeh A, 2017. Comparing different soil fertility systems on some physiological characteristics, yield and essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.) under different irrigation regimes. Journal of Agroecology, 9(2): 445-457. (In Persian).
- Habibi Y and Darzi MT, 2015. Effects of nitrogen fixing bacteria application and plant density on quantity and quality of essential oil of dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Medicinal Plants Echophytochemi, 3(2): 361-366. (In Persian).
- Haj Seyed Hadi MR and Darzi MT, 2017. Evaluation of biofertilizers effects on growth characteristics and yield of summer savory (*Satureja hortensis* L.). Iranian Journal of Filed Crop Science, 48(1): 121-133. (In Persian).
- Hamisi M, Sefidkon F, Nasri M and Lebaschi MH, 2012. Effects of different amounts of Nitrogen, Phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(3): 399-410. (In Persian).
- Harshavardhan PG, Vasundhara M, Shetty GR, Nataraja A, Sreeramu BS, Gowda MC and Sreenivasappa KN, 2007. Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Melissa officinalis* L.). Biomed, 2(3): 288-292.
- Kalyanasundaram B, Kumar TS, Kumar S and Swaminathan V, 2008. Effect of N, P, with biofertilizers and vermicompost on growth and physiological characteristics of sweet flag (*Acorus calamus* L.). Advances in Plant Science, 21(1): 323-326.
- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG, 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.
- Khalesro S and Malekian M, 2017. Effects of vermicompost and humic acid on morphological traits, yield, essential oil content and component in organic farming of Ajwan (*Trachyspermum ammi* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(6): 968-980. (In Persian).
- Kokkini S, Karousou D and Vokou D, 1994. Pattern of geographic variation of *organum Vulgari* trichumes and essential oil content in Greece. Biochemistry system Ecology. 22: 517-528.
- Mafakheri S, Asghari B and Shaltoolki M, 2016. Effects of biological, chemical and nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(4): 667-677. (In Persian).
- Mahfouz SA and Sharaf Eldin MA, 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). International Agrophysics. 21(4): 361-366.

- Makkizadeh M, Chaichi MR, Nasrollahzadeh S and Khavazi K, 2011. The Effect of biologic and chemical nitrogen fertilizers on growth, yield and essential oil constituents of dill (*Anethum graveolens* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 21(4): 51-62. (In Persian).
- Makkizadeh M, Nasrollahzadeh S, Zehtab Salmasi S, Chaichi M and Khavazi K, 2012. The effect of organic, biologic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22(1): 1-12. (In Persian).
- Mojtabavi K and Darzi MT, 2018. Effects of vermicompost and nitroxin application on flower yield, yield components and essential oil quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 33(6): 1034-1036. (In Persian).
- Moradi R, Nasiri Mahallati M, Rezvani Moghaddam P, Lakzian A and Nejad Ali A, 2011. The effect of application of organic and biological fertilizers on quantity and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). Journal of Horticultural Science, 25(1): 25-33. (In Persian).
- Noorbakhsh F, Chalavi V and Akbarpoor V, 2016. Effects of vermicompost and nitroxin on vegetative growth and some biochemical traits in rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). Journal of Horticultural Science, 30(2): 178-184. (In Persian).
- Omidbaigi R, 2008. Production and processing of medicinal plants. Volume 3, 5th edition, Beh Nashr (Astane Ghodse Razavi Publications), 397 p. (In Persian).
- Rahmanian M, Esmailpour B, Hadian J, Shahriari MH and Fatemi H, 2017. The Effect of organic fertilizers on morphological traits, essential oil content and components of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 27(3): 103-118. (In Persian).
- Razipour P, Golchin A and Daghestani M, 2016. Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(5): 807-823. (In Persian).
- Sajjadi Niaki H, Darzi MT and Haj Seyed Hadi MR, 2016. Effects of vermicompst and nitroxin biofertilizer on quantity and quality of essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). Journal of Agroecology, 8(2): 241-250. (In Persian).
- Salehi A, Ghalavand A, Sefidkon F, Asgharzade A and Saeedi K, 2016. Effects of zeolite, bio and organic fertilizers application on the growth, yield and yield components of German chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) in organic cultivation. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 32(2): 203-215. (In Persian).
- Sefidkon F, 2001. Evaluation of qualitative and quantitative essential oil fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) in different stages of growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 7: 85-104. (In Persian).
- Sharma AK, 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407p.
- Shirzadi F, Ardakani MR and Asadi Rahmani H, 2014. Effects of vermicompost and biofertilizers on some quantitative characters of basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agroecology, 6(3): 542-551. (In Persian).
- Walkly A and Black IA, 1934. An examination of the degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.
- Zare Hosseini R, Mohammadi Goltappe E, Kalate Jari S and Deghani Moshkani MR, 2015. Effects of vermicompost and fungus inoculation on growth characteristics and stevioside content of *Stevia rebaudiana* Bertoni. Journal of Medicinal Plants, 14(4): 179-188. (In Persian).