Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 49, No 1, Spring 2018 (199-211)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.223494.1149

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۹، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷ (ص ۲۱۱-۱۹۹)

ارزیابی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد مادهٔ خشک و کمیت و کیفیت اسانس ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.) در منطقهٔ فیروزکوه

پرنیا عاشقی[۱]، محمدتقی درزی[۲*] و محمدرضا حاج سید هادی[۲]
۱ و ۲. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار، گروه زراعت، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۲/۹)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای آلی و زیستی (بیولوژیک) بر عملکرد مادهٔ خشک و کمیت و کیفیت اسانس ریحان سبز، آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. عامل اول شامل سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و عامل دوم شامل دو حالت تلقیح بذر و بدون تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین بود. نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد، بیشترین عملکرد خشک پیکرهٔ رویشی (۲۴۰۵/۳ کیلوگرم در هکتار) در کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست و بیشترین درصد اسانس (۰/۴۸٪) و عملکرد اسانس (۹/۸۱ کیلوگرم در هکتار) در کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست به دست آمد. کود زیستی نیتروکسین تأثیر معنی‌داری روی عملکرد خشک پیکرهٔ رویشی و درصد ژرانیال و درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس داشت، به‌طوری‌که بیشترین عملکرد پیکرهٔ رویشی (۲۱۸۱/۲ کیلوگرم در هکتار)، درصد ژرانیال (۲۱/۹۱٪) و کاریوفیلن اکساید (۳/۲۵٪) در اسانس در تیمار کاربرد نیتروکسین (تلقیح با بذر) به دست آمد. همچنین اثر متقابل در بین عامل‌ها روی عملکرد پیکرهٔ رویشی و درصد ژرانیال، کاریوفیلن اکساید و ترانس آلفا برگاموتن در اسانس، معنی‌دار شد. درمجموع بیشترین عملکردهای پیکرهٔ رویشی و اسانس با کاربرد ورمی کمپوست و بیشترین ترکیب‌های اسانس با کاربرد نیتروکسین به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ژرانیال، عملکرد، کود زیستی نیتروکسین، ورمی کمپوست.

Effects of organic and bio-fertilizers on biomass yield and quantity and quality of essential oil of green basil (*Ocimum basilicum* L.) in Firouzkuh region

Parnia Asheghi[1], Mohammad Taghi Darzi[2*] and Mohammad Reza Haj Seyed Hadi[2]
1, 2. Former M. Sc. Student ant Associate Professor, Department of Agronomy, Roudehen Branch, Islamic Azad University, Roudehen, Iran
(Received: Jan. 1, 2017 - Accepted: Apr. 22, 2017)

ABSTRACT

In order to study effects of organic and bio-fertilizers on dry matter yield and quantity and quality of essential oil of green basil, an experiment was conducted as factorial experiment in the base of randomized complete block design. First factor contained three levels 0, 5 and 10 ton/ha vermicompost and second factor contained two cases inoculated seeds and non-inoculated seeds with Nitroxin biofertilizer. Results showed that the highest shoot dry yield was obtained with application of 5 t/ha vermicompost while the highest essential oil percentage and essential oil yield were in applying 10 ton/ha vermicompost. Nitroxin biofertilizer showed significant effects on shoot dry yield, geranial percentage and Caryophyllene oxide percentage in essential oil, as the highest geranial percentage and caryophyllene oxide percentage in treatment of application of Nitroxin (inoculated seeds) were obtained. Also, the intractions effect of factors on shoot dry yield, geranial, caryophyllene oxide and trans alpha bergamotene in essential oil were significant. Generally, the highest shoot and essential oil yields were obtained with application of vermicompost and the highest essential oil compositions with Nitroxin application.

Keywords: Geranial, nitroxin biofertilizer, vermicompost, yield.

* Corresponding author E-mail: darzi@riau.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)، گیاهی است علفی و یک‌ساله از خانوادۀ نعناعیان (Lamiaceae) و از مهم‌ترین گیاهان ادویه‌ای و دارویی در جهان است. پیکرۀ رویشی آن شامل برگ‌ها و سرشاخۀ گل‌دار حاوی مادۀ مؤثرۀ اسانس بوده که میزان آن با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش متفاوت است. از مواد مؤثرۀ این گیاه در صنایع غذایی به‌عنوان عطر و طعم‌دهنده و در صنایع آرایشی و بهداشتی به‌عنوان دهان‌شویه و خمیردندان، استفاده‌های فراوانی به عمل آید. امروزه در صنایع داروسازی از مواد مؤثرۀ ریحان، برای مداوای نفخ شکم و تقویت دستگاه گوارش نیز استفاده می‌شود (Mondello *et al*., 2002; Khalid *et al*., 2006; Omidbaigi, 1997). ترکیب‌های عمدۀ تشکیل‌دهندۀ اسانس ریحان شامل ژرانیال، نرال، متیل کاویکول، ژرانیول و اوژنول است (Mondello *et al*., 2002; Sajjadi, 2006; Ziaei *et al*., 2012; Sundarraju *et al*., 2014). کودهای زیستی (بیولوژیک) مانند باکتری‌های تثبیت‌کنندۀ نیتروژن به‌عنوان جایگزین برای کودهای شیمیایی، به‌منظور افزایش کیفیت محصول و حفظ حاصل‌خیزی خاک در نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک مطرح هستند (Sharma, 2002; Wu *et al*., 2005). از برتری‌های این کودها می‌توان به تأمین عنصرهای کانی مورد نیاز گیاه، ترشح مواد محرک رشد گیاه، بهبود حاصلخیزی خاک و حفظ و پایداری محیط‌زیست اشاره کرد (Saleh Rastin, 2001; Sharma, 2002). همچنین کاربرد کودهای آلی مانند ورمی کمپوست به سبب داشتن تخلخل زیاد و ظرفیت بالای نگه‌داری رطوبت، توان بالا در جذب و نگهداری عنصرهای غذایی، تهویه و زهکشی مناسب و تشدید فعالیت‌های میکروبی، سبب بهبود ویژگی‌های رشدی گیاهان می‌شود (Arancon *et al*., 2005). در رابطه با پژوهش‌های انجام‌گرفته دربارۀ کاربرد کودهای آلی و زیستی روی عملکرد و مادۀ مؤثرۀ گیاهان دارویی، Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale (2016) در نتایج تحقیقی روی گیاه دارویی بابونه نشان دادند، کاربرد ۱۲ تن ورمی کمپوست سبب افزایش عملکرد گل خشک، درصد و عملکرد اسانس شد. همچنین Tahami *et al*. (2010) و Amiri *et al*. (2016) در نتایج تحقیق خود ملاحظه کردند، کاربرد ۷ تن ورمی کمپوست به ترتیب موجب افزایش عملکرد خشک پیکرۀ رویشی ریحان و افزایش عملکرد گل خشک گاوزبان ایرانی شد. یافته‌های Ghazi Manas *et al*. (2013) روی بابونه، Darzi *et al*. (2009) رازیانه، Behzadi *et al*. (2016) و Darzi *et al*. (2013) انیسون و Darzi و Haj Seyed Hadi (2016) بادرشبی، نشان‌دهندۀ بهبود میزان اسانس در نتیجۀ کاربرد ورمی کمپوست بود. در پژوهش‌های Harshavardhan *et al*. (2007) روی بادرنجبویه، Azzaz *et al*. (2009) رازیانه، Darzi *et al*. (2012) شوید و Sharafzadeh *et al*. (2012) آویشن باغی، مشاهده شد، کاربرد باکتری‌های محرک رشد، موجب افزایش کیفیت اسانس شد. همچنین در دو تحقیق دیگر، مشاهده شد، کاربرد کود زیستی (مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، موجب افزایش درصد آنتول اسانس رازیانه و افزایش درصد متیل کاویکول و لینالول اسانس ریحان شد (Sharaf Eldin & Mahfouz, 2007; Makkizadeh *et al*., 2012).

هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی تأثیر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد و کیفیت اسانس ریحان سبز در منطقۀ فیروزکوه است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعۀ تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه واقع در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقۀ شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقۀ شرقی و با ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا، به اجرا در آمد. میانگین بارش سالیانه ۲۹۶/۸ میلی‌متر و میانگین دما حدود ۸ درجۀ سلسیوس است. پیش از کاشت، خاک مزرعه تجزیه شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی انجام گرفت. عامل اول شامل سه سطح ۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و عامل دوم شامل دو حالت تلقیح بذر و بدون تلقیح بذر با کود زیستی نیتروکسین بود. کود نیتروکسین کاربردی، محلولی حاوی باکتری‌های تثبیت‌کنندۀ نیتروژن به نام‌های *Azotobacter chroococcum* و

Archive of SID

www.SID.ir

Azospirillum lipoferum بود که در هر میلی‌لیتر از آن‌ها در حدود 10^8 باکتری فعال وجود داشت. بذر مورد استفاده در این تحقیق که تودهٔ بومی اصفهان بوده از شرکت گیاه ایران واقع در اصفهان تهیه شد.

به‌منظور اجرای آزمایش، اندازهٔ هر کرت به ابعاد ۲/۲۵×۳متر و حاوی ۶ ردیف کاشت (سه پشته دو ردیفه) با فاصلهٔ بین ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر و بین دو بوته ۱۰ سانتی‌متر لحاظ شد (Tahami *et al*., 2010; Tehrani Sharif *et al*., 2015). فاصلهٔ بین کرت‌ها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شدند. کاشت ریحان و اعمال تیمارهای آزمایشی پس از مساعد شدن هوا در بهار در دوازدهم اردیبهشت انجام گرفت. به همین منظور برای اعمال تیمارهای ورمی کمپوست (جدول ۱)، در وسط هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته ایجاد کرده و ورمی کمپوست را درون شیار ریخته و با شن‌کش روی آن خاک داده شد. برای کاشت ریحان، نیمی از بذرهای مورد نیاز با محلول نیتروکسین و به مدت ۱۵ دقیقه تلقیح شدند. پس از آن در سایه و در معرض هوا خشک و در عمق ۲ سانتی‌متری خاک کشت شدند و بی‌درنگ آبیاری صورت گرفت. برای اطمینان از جوانه‌زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، روی هر ردیف بذرها با تراکم بیشتری کشت و سپس در مرحلهٔ پنج برگی تنک شدند. عملیات مبارزه با علف‌های هرز کرت‌های آزمایشی در پنج نوبت به روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به‌صورت سامانهٔ آبیاری قطره‌ای بود، در آغاز هر سه روز یک‌بار و پس از سبز شدن بذرها با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر ۶ تا ۷ روز یک‌بار انجام شد. از هیچ نوع کود و سموم شیمیایی در انجام تحقیق استفاده نشد. برداشت نهایی در مرحلهٔ گلدهی کامل و به مساحت ۱ مترمربع در هر کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه صورت پذیرفت. در این تحقیق صفات عملکرد پیکرهٔ رویشی، درصد، عملکرد و اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس بررسی شدند. برای تعیین عملکرد مادهٔ خشک، بوته‌های موجود در ۱ مترمربع از هر کرت برداشت و پس از خشک شدن، توزین شد. به‌منظور تعیین درصد اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونهٔ ۱۰۰ گرمی پیکرهٔ رویشی خشک‌شده تهیه کرده که پس از خرد کردن به مدت ۲ تا ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر، اسانس‌گیری شد (Sefidkon, 2001; Kapoor *et al*., 2004). درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن با سولفات سدیم خشک، محاسبه شد. عملکرد اسانس نیز بر پایهٔ حاصل‌ضرب عملکرد پیکرهٔ رویشی و درصد اسانس به دست آمد. برای شناسایی اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس و تعیین درصد ترکیب‌های عمدهٔ موجود در آن شامل ژرانیال، متیل کاویکول، نرال، کاریوفیلن اکساید و ترانس آلفا برگاموتن به ترتیب از دستگاه‌های فام‌نگاری (کروماتوگرافی) گازی با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) (مدل Agilent 5973، ساخت کشور آمریکا) و فام نگاری گازی (GC) (مدل Younglin Acme 6000، ساخت کشور کره جنوبی) پژوهشکدهٔ گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج استفاده شد. دستگاه فام‌نگاری گازی با طیف‌سنج جرمی مورد استفاده از مدل Agilent 5973 از ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامهٔ دمایی آون به این صورت تنظیم شد که دمای آغازین آن ۵۰ درجهٔ سلسیوس و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، گرادیان گرمایی ۳ درجهٔ سلسیوس در هر دقیقه تا دمای ۲۴۰ درجهٔ سلسیوس، افزایش دما تا ۳۰۰ درجهٔ سلسیوس با سرعت ۱۵ درجهٔ سلسیوس در هر دقیقه و سه دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاقک تزریق ۲۹۰ درجهٔ سلسیوس بود و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد (Adams, 2001).

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش و ورمی کمپوست

Table 1. Some physical and chemical characteristics of soil in experimental site and vermicompost

	Texture	pH	EC (dS/m)	O.M (%)	N (mg/kg)	P (mg/kg)	K (mg/kg)
Soil	Loamy-Clay	7.6	3.39	0.65	0.055	10	300
Vermicompost	-	7	1.1	65	4.92	6100	31900

Archive of SID

www.SID.ir

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخهٔ ۹/۱) استفاده شد و مقایسهٔ میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، انجام گرفت.

نتایج و بحث

عملکرد پیکرهٔ رویشی

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس داده‌ها، گویای آن بود که تأثیر دو عامل ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین در سطح ۵ درصد و اثر متقابل بین دو عامل در سطح ۱ درصد بر عملکرد پیکرهٔ رویشی معنی‌دار شد (جدول۲).

نتیجهٔ مقایسهٔ میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین نیز مبین اختلاف فراوانی بود به‌گونه‌ای که بیشترین عملکرد پیکرهٔ رویشی در تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و تلقیح با کود زیستی نیتروکسین (۳۰۱۳/۴ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد پیکرهٔ رویشی در تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست و تلقیح با کود زیستی (۱۰۷۹/۳ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول۳). همچنین اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت تلقیح با نیتروکسین و با افزایش میزان ورمی کمپوست تا ۵ تن در هکتار (به ترتیب ۱۰۷۹/۳ و ۳۰۱۳/۴ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد پیکره افزایش می‌یابد و پس از آن با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست (۲۴۵۱/۰ کیلوگرم در هکتار) تا حدودی کاهش (غیر معنی‌دار) می‌یابد، ولی در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش سطوح کاربرد ورمی کمپوست تا ۱۰ تن در هکتار (به ترتیب ۱۴۰۵/۸، ۱۷۹۷/۳ و ۱۶۴۴/۳ کیلوگرم در هکتار) عملکرد پیکرهٔ رویشی تفاوت معنی‌داری نشان نداده و تا حدودی بدون تغییر باقی می‌ماند. احتمال دارد به نظر برسد، در شرایط مزرعهٔ آزمایشی، کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست در کنار کاربرد کود زیستی نیتروکسین، نیاز غذایی گیاه به‌ویژه نیتروژن گیاه را از نظر بهبود وضعیت عملکرد پیکره برطرف کرده و این مسئله گویای افزایش کارایی و تأثیر مثبت باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن موجود در نیتروکسین در یک خاک با بستر آلی مناسب (۵ تن ورمی کمپوست) است. از سوی دیگر کاربرد توأم ۱۰ تن ورمی کمپوست و تلقیح با نیتروکسین، نه تنها تأثیر مثبت و افزایشی نداشته بلکه تا حدودی، تأثیر کاهشی نیز داشته است که علت آن را می‌توان به آزادسازی فراوان عنصرهای غذایی به‌ویژه نیتروژن در نتیجهٔ کاربرد ۱۰ تن ورمی‌کمپوست و در پی آن کاهش فعالیت باکتری‌های موجود در کود زیستی نیتروکسین نسبت داد. در همین رابطه، Razipour *et al.* (2016) در پژوهشی روی بادرنجبویه اذعان داشتند، کاربرد تلفیقی ۲۰ تن کود دامی و کود زیستی نیتروکسین با تأثیرگذاری مثبت این میزان کود دامی بر فعالیت باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن نیتروکسین، به طرز بارزی عملکرد آن را در مقایسه با تیمار کاربرد تلفیقی ۴۰ تن کود دامی و کود زیستی نیتروکسین افزایش داد.

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس عملکرد مادهٔ خشک، درصد، عملکرد و اجزای تشکیل‌دهندهٔ اسانس ریحان تحت تأثیر ورمی کمپوست و نیتروکسین

Table 2. Variance analysis of dry matter yield, percentage, yield and components of essential oil of basil under effect of vermicompost and nitroxin

S. O. V	df	MS							
		Shoot yield	Essential oil percentage	Essential oil yield	Methyl chavicol percent in essential oil	Geranial percent in essential oil	Neral percent in essential oil	Caryophyllene oxide percent in essential oil	Trans alpha bergamotene percent in essential oil
Replications	2	303207.3^{ns}	0.01506^{ns}	4.617^{ns}	8.66^{ns}	2.66^{ns}	1.50^{ns}	0.016^{ns}	0.001^{ns}
Vermicompost	2	2128152.0*	0.03008*	54.75**	2.28^{ns}	0.25^{ns}	0.36^{ns}	0.089^{ns}	0.045^{ns}
Nitroxin	1	1438660.3*	0.0067^{ns}	8.54^{ns}	7.56^{ns}	16.18**	5.05^{ns}	4.70**	0.057^{ns}
Vermicompost × Nitroxin	2	957744.7**	0.0163^{ns}	5.89^{ns}	19.4599^{ns}	3.34*	3.11^{ns}	0.99**	0.157*
Experimental error	10	211910.1	0.0072	1.99	5.25	0.66	1.50	0.051	0.024
C.V. (%)		24.25	21.03	18.47	5.99	3.89	7.76	8.24	8.75

ns، * و **: به ترتیب معنی‌دار نیست و معنی‌دار در سطوح ۵ و ۱ درصد احتمال.

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین بر برخی صفات مورد بررسی در ریحان سبز (*Ocimum basilicum* L.)

Table 3. Means comparison of intraction of vermicompost and Nitroxin on some traits studied in green basil (*Ocimum basilicum* L.)

Treatment		Shoot yield (kg/ha)	Geranial percent in essential oil	Caryophyllene oxide percent in essential oil	Trans alpha bergamotene percent in essential oil
Vermicompost (ton/hectare)	Nitroxin				
0	Non-inoculated	c 1405.8	b 19.02	bc 2.69	a 1.95
	Inoculated seeds	c 1079.3	a 22.46	bc 2.83	bc 1.69
5	Non-inoculated	bc 1797.3	ab 20.78	c 1.99	c 1.51
	Inoculated seeds	a 3013.4	a 21.24	a 3.73	ab 1.83
10	Non-inoculated	bc 1644.3	ab 20.25	c 2.03	bc 1.68
	Inoculated seeds	ab 2451.0	a 22.04	ab 3.21	a 1.96

میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک در هر ستون، بر پایهٔ آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each column followed by at least on letter in common are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test.

در نتایج تحقیقی دیگر نیز نشان داده شد، کاربرد ۱۵ تن کود دامی در کنار کود زیستی حل‌کنندهٔ فسفات، عملکرد گیاه زنیان را به نحو چشمگیری در مقایسه با تیمار کاربرد توأم ۳۰ تن کود دامی و کود زیستی حل‌کنندهٔ فسفات، افزایش داد (Eblagh *et al.*, 2014). آن‌ها در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، آزادسازی فسفر در حد بهینه از منبع کود دامی (۱۵ تن) باعث تسریع فعالیت باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات شده و در نهایت با بهبود جذب عنصرهای غذایی موجب افزایش عملکرد شد. همچنین در دو تحقیق انجام‌گرفته روی بابونه، نتایج گویای بهبود عملکرد گل در تأثیر کاربرد مقادیر مناسب ورمی کمپوست در کنار کود زیستی است (Salehi *et al.*, 2016; Rezaee Ghale & Haj Seyed Hadi, 2016).

درصد اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، گویای آن بود که تأثیر عامل ورمی کمپوست در سطح ۵ درصد بر درصد اسانس معنی‌دار شد، ولی تأثیر کود زیستی نیتروکسین و اثر متقابل بین دو عامل تأثیر معنی‌داری بر درصد اسانس ریحان نداشت (جدول۲). مقایسهٔ میانگین تیمارها، تفاوت بارزی را بین سطوح مختلف ورمی کمپوست نشان داد، به‌گونه‌ای که درصد اسانس در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست (۰/۴۸٪) حدود ۴۱ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۰/۳۴٪) بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵ تن ورمی کمپوست (۰/۳۹٪) نداشت (شکل۱). در تفسیر نتیجهٔ به‌دست‌آمده از بهبود درصد اسانس در نتیجهٔ کاربرد ورمی کمپوست، می‌توان اظهار داشت ازآنجایی‌که ترکیب‌های اولیهٔ سازندهٔ اسانس‌ها نیاز مبرم به ATP و NADPH دارند و با توجه به این موضوع که حضور عنصرهایی مانند نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری است (Loomis & Corteau, 1972)، لذا کاربرد میزان متعادل و مناسب ورمی کمپوست (بر پایهٔ تجزیهٔ ورمی کمپوست کاربردی و تعیین عنصرهای غذایی به‌ویژه درصد نیتروژن آن) با فراهمی جذب مطلوب فسفر و نیتروژن (Arancon *et al.*, 2006; Zaller, 2007)، موجب تولید زیست‌تودهٔ (بیوماس) کافی و در نهایت افزایش میزان اسانس شد. در همین رابطه، Salehi *et al.* (2011) روی بابونه و Behzadi *et al.* (2016) روی انیسون به نتایج همسانی دست یافتند. آنان در نتایج بررسی‌های خود دریافتند، با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در خاک مزرعه، نه تنها فراهمی عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه به‌ویژه نیتروژن و فسفر افزایش یافت بلکه ورمی کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای زیستی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش تولید مادهٔ خشک، عملکرد گل بابونه، عملکرد دانهٔ انیسون و در نهایت درصد اسانس هر دو گیاه شد. در نتایج تحقیقی دیگر، Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale (2016) نشان دادند، کاربرد ۱۲ تن ورمی‌کمپوست موجب افزایش درصد اسانس بابونه شد. آنان در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کاربرد میزان کافی و لازم ورمی کمپوست سبب بهبود فعالیت باکتری‌ها و ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) سودمند خاک شده و شرایط لازم را برای حلالیت فسفر فراهم کرده و در

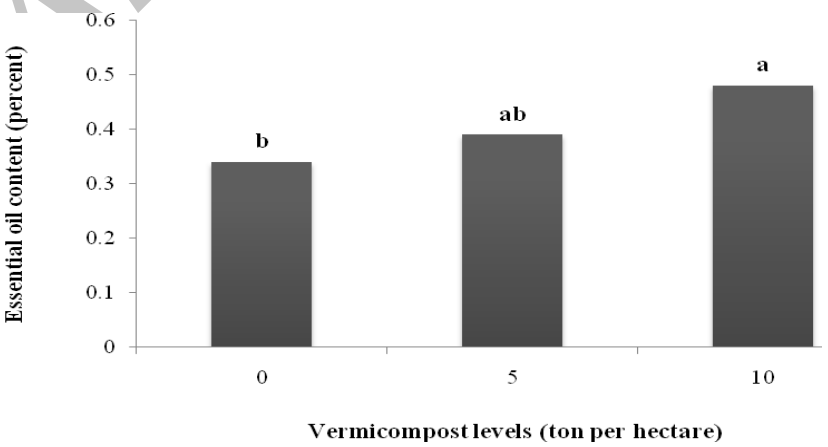
Archive of SID

www.SID.ir

پی آن دسترسی گیاه بابونه به فسفر را افزایش داده و ازآنجاکه فسفر در تشکیل اسانس مؤثر است، بنابراین ورمی کمپوست می‌تواند باعث افزایش میزان اسانس شود. همچنین Anwar *et al.* (2005) نیز در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست همراه با میزان اندکی کود شیمیایی از راه بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای زیستی خاک، ضمن دسترسی مناسب به عنصرهای کانی، موجب بهبود میزان اسانس در گیاه دارویی ریحان شد. نتایج تحقیقات Singh & Ramesh (2002) و Geetha *et al.* (2009) روی ریحان، Ghazi Manas *et al.* (2013) بابونه، Darzi *et al.* (2009, 2012, 2013) رازیانه، شوید و انیسون، Mafakheri *et al.* (2012) و Darzi & Haj Seyed Hadi (2016) بادرشبی و Noorbakhsh *et al.* (2016) اکلیل کوهی، نیز بیانگر بهبود میزان اسانس در نتیجهٔ کاربرد ورمی کمپوست بود.

عملکرد اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، گویای آن بود که تنها تأثیر ورمی کمپوست در سطح ۱ درصد بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسهٔ میانگین تیمارها نشان داد، بین سطوح ورمی کمپوست تفاوت قابل توجهی وجود دارد به‌گونه‌ای که عملکرد اسانس در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست (۹/۸۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (۴/۱۹ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۱۳۴ درصد بیشتر بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۵ تن ورمی کمپوست (۸/۹۲ کیلوگرم در هکتار) نداشت (شکل۲). با توجه به برتری معنی‌دار میزان اسانس در تیمار کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست و نیز قابل‌توجه بودن عملکرد پیکرهٔ رویشی در تیمارهای حاوی ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار بدون کاربرد و با عنایت به این موضوع که عملکرد اسانس، حاصل‌ضرب میزان اسانس در عملکرد پیکره است، لذا می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس به طرز چشمگیری بیشتر باشد. در همین رابطه، Darzi & Haj Seyed Hadi (2016) در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست با توان زیاد جذب آب و تدارک مطلوب عنصرهای غذایی پر و کم‌کاربرد، موجب افزایش عملکرد پیکرهٔ رویشی و میزان اسانس و به دنبال آن عملکرد اسانس بادرشبی شد. در نتایج پژوهشی دیگر مشاهده شد، کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در مقایسه با تیمارهای کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست و بدون کاربرد، موجب افزایش عملکرد اسانس انیسون شد (Khalesro *et al.*, 2011). آنان این افزایش عملکرد اسانس را به تأثیر مثبت ورمی کمپوست کاربردی بر بستر رشد، افزایش سطح ریشه و افزایش فعالیت‌های نورساختی (فتوسنتزی) که به‌طور مستقیم فرایندهای فیزیولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، نسبت دادند.

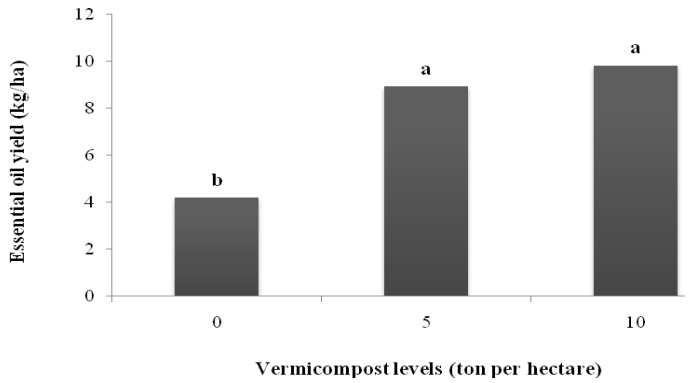


شکل ۱. مقایسهٔ میانگین تأثیر ورمی کمپوست بر میزان اسانس ریحان.

Figure 1. Mean comparison of vermicompost effect on essential oil content of basil

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۲. مقایسهٔ میانگین تأثیر ورمی کمپوست بر عملکرد اسانس ریحان.
Figure 2. Mean comparison of vermicompost effect on essential oil yield of basil

در دو تحقیق دیگر، Akbari & Gholami (2016) و Govahi *et al.* (2016) محققان مشاهده کردند، کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست با بهبود عملکرد محصول و میزان اسانس، موجب افزایش عملکرد اسانس به ترتیب در رازیانه و مریم‌گلی شد. همچنین Noorbakhsh *et al.* (2016) در نتایج بررسی‌های خود دریافتند، کاربرد ورمی کمپوست با دسترسی گیاه به میزان مناسب مواد غذایی، توانسته است که درصد و عملکرد اسانس اکلیل کوهی را بهبود بخشد. آنان اذعان داشتند، جذب عنصرهای غذایی از راه تأثیر بر فعالیت‌های سوخت‌وسازی (متابولیسمی)، برافزایش عملکرد اسانس در گیاه تأثیر می‌گذارد. نتایج همسانی هم در رابطه با تأثیر مثبت کاربرد ورمی کمپوست برافزایش عملکرد اسانس بابونه (Haj Seyed Hadi & Rezaee Ghale, 2016; Salehi *et al.*, 2011)، ریحان (Anwar *et al.*, 2005; Makkizadeh *et al.*, 2012) و شوید (Darzi *et al.*, 2012) گزارش شده است.

درصد متیل کاویکول در اسانس

داده‌های به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش (جدول ۲)، بیانگر آن بود که تأثیر عامل‌های ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین و نیز اثر متقابل میان آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد متیل کاویکول در اسانس نداشتند.

درصد ژرانیال در اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، گویای آن بود که تأثیر عامل کود زیستی نیتروکسین در سطح ۱ درصد و اثر متقابل بین دو عامل ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین در سطح ۵ درصد بر درصد ژرانیال در اسانس معنی‌دار شد ولی ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر درصد ژرانیال در اسانس بر نداشت (جدول ۲). مقایسهٔ میانگین تیمارها، تفاوت آشکاری را بین سطوح مختلف کود زیستی نیتروکسین نشان داد، به‌گونه‌ای که میزان ژرانیال در اسانس در تیمار تلقیح با بذر (۲۱/۹۱٪) ۹/۵ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۲۰/۰۱٪) بود (شکل۳). علت افزایش درصد ژرانیال در تیمار تلقیح بذر با نیتروکسین را می‌توان به‌احتمال به افزایش جذب نیتروژن و تولید مواد محرک رشد مانند سیتوکینین و جیبرلین در نتیجهٔ کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن (Kalyanasundaram *et al.*, 2008) نسبت داد. در همین رابطه، Kazeminasab *et al.* (2016) در نتایج پژوهشی روی بادرنجبویه نشان دادند، کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجب بهبود کیفیت اسانس (سیترونلال) شد. آنان این افزایش کیفیت اسانس را به توانایی ساخت و ترشح مواد زیستی فعال مانند ویتامین ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین و تولید فراوان هورمون‌های تحریک‌کنندهٔ رشد مرتبط دانستند. یافته‌های Sharafzadeh *et al.* (2012) روی آویشن نیز مؤید افزایش تیمول و کارواکرول اسانس در نتیجهٔ کاربرد باکتری ازتوباکتر در مقایسه با شاهد بود. آنان اظهار داشتند، باکتری ازتوباکتر با ترشح هورمون‌های گیاهی

Archive of SID

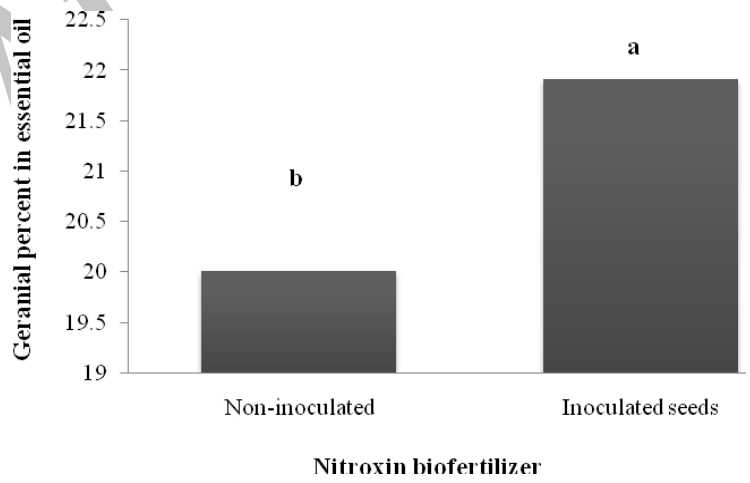
www.SID.ir

مانند اکسین، می‌تواند الگوی تسهیم مواد نورساختی در گیاه را تغییر دهد و موجب اثرگذاری مثبت بر تولید و ترکیب اسانس شود. در نتایج تحقیقی دیگر نیز مشاهده شد، تلقیح بذر شوید با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم سبب بهبود درصد کارون در اسانس شد (Darzi *et al*., 2012). این محققان ضمن اذعان به پیچیده بودن رابطهٔ بین کود زیستی و اجزاء اسانس، تأثیر مثبت احتمالی این باکتری‌ها در بهبود جذب عنصرهای غذایی مانند نیتروژن را دلیل افزایش کیفیت این اسانس (کارون) دانستند. در همین زمینه، Mahfouz & Sharaf Eldin (2007) نیز در پژوهشی روی رازیانه مشاهده کردند، کاربرد مخلوطی از باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به همراه کاربرد ۵۰ درصد از کودهای شیمیایی رایج (NPK) در مقایسه با تیمار تنهای ۵۰ درصد از کودهای شیمیایی رایج، به‌طور بارزی میزان آنتول اسانس را بهبود بخشید. همچنین Makkizadeh *et al*. (2012) نیز در تحقیقی روی ریحان ملاحظه کردند، کاربرد مخلوطی از باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، به طرز چشمگیری درصد متیل کاویکول و لینالول اسانس را در مقایسه با تیمار شاهد (بدون کاربرد) افزایش داد. محققان دلیل این امر را به بهبود جذب تدریجی نیتروژن و افزایش زیست‌توده و اسانس ریحان توسط باکتری‌های یادشده نسبت دادند.

نتیجهٔ مقایسهٔ میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین نیز گویای اختلاف زیادی بود به‌گونه‌ای که بیشترین درصد ژرانیال در تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست و تلقیح با نیتروکسین (۲۲/۴۶٪) و کمترین میزان در تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست و بدون تلقیح با کود زیستی (۱۹/۰۲٪) به دست آمد (جدول۳). اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت تلقیح و با افزایش سطوح ورمی کمپوست (به ترتیب ۲۲/۴۶٪، ۲۱/۲۴٪ و ۲۲/۰۴٪) درصد ژرانیال در اسانس از نظر آماری تفاوتی با هم نداشتند. احتمال دارد به نظر برسد، تلقیح با کود زیستی نیتروکسین به‌تنهایی در این پژوهش، موجب بهبود درصد برخی اجزاء اسانس مانند ژرانیال شده و لذا کاربرد ورمی کمپوست در کنار نیتروکسین، نه تنها تأثیر مثبت و افزایشی بر درصد ژرانیال نداشته، بلکه در مقایسه با تیمار بدون کاربرد ورمی کمپوست، تا حدودی تأثیر کاهشی غیر معنی‌داری نیز داشته است.

درصد نرال در اسانس

اطلاعات به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش (جدول ۲)، بیانگر آن بود، تأثیر عامل‌های ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین و اثر متقابل میان آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد نرال در اسانس نداشتند.



شکل ۳. مقایسهٔ میانگین تأثیر کود زیستی نیتروکسین بر درصد ژرانیال در اسانس ریحان.

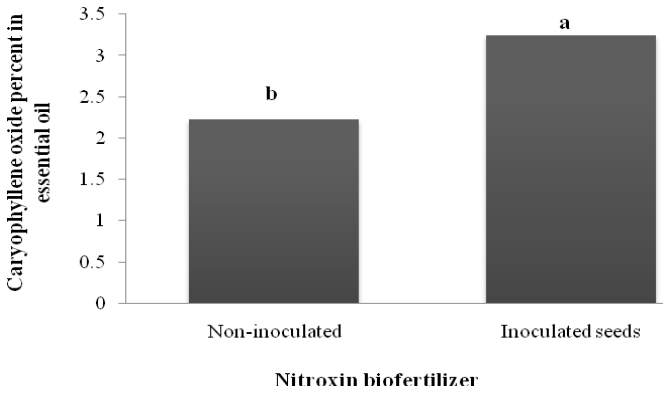
Figure 3. Mean comparison of Nitroxin biofertilizer effect on geranial percent in essential oil of basil

Archive of SID

www.SID.ir

درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، گویای آن بود که تأثیر عامل کود زیستی نیتروکسین و اثر متقابل بین دو عامل ورمی کمپوست و کود زیستی نیتروکسین در سطح ۱ درصد بر درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس معنی‌دار شد، ولی ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس نداشت (جدول۲). مقایسهٔ میانگین تیمارها، تفاوت آشکاری را بین سطوح مختلف کود زیستی نیتروکسین نشان داد، به‌گونه‌ای که میزان کاریوفیلن اکساید در اسانس در تیمار تلقیح با بذر (۳/۲۵٪) حدود ۴۶ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۲/۲۳٪) بود (شکل۴). به نظر می‌رسد تأثیر مثبت احتمالی کاربرد نیتروکسین بر درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس، به دلیل بهبود فعالیت‌های زیستی خاک در نتیجهٔ حضور باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن (ازتوباکتر و آزوسپیریلوم) و در پی آن افزایش جذب عنصرهای کانی پرکاربرد و کم‌کاربرد (Rashmi *et al.*, 2008; Azzaz *et al.*, 2009) که منجر به تولید زیست‌تودهٔ مطلوب می‌شود، باشد. در همین رابطه، Mohammadpour *et al.* (2015) نیز در نتایج بررسی‌های خود مشاهده کردند، کاربرد نیتروکسین همراه با کمی تنش آبی در مقایسه با قارچریشه (میکوریزا) و بیوفسفر به طرز بارزی درصد تیمول در اسانس آویشن را افزایش داد. آن‌ها در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، دست‌یابی به محتوای ترکیب‌های مطلوب اسانس با دست‌کاری روش‌های زراعی مانند کوددهی امکان‌پذیر است به‌طوری‌که کاربرد باکتری‌های محرک رشد می‌تواند با بهبود فراهمی عنصرها و ترشح مواد تحریک‌کنندهٔ رشد، در تعدیل شرایط تنش کم‌آبی و بهبود کیفیت اسانس سودمند واقع شود. در نتایج پژوهشی دیگر روی رازیانه، نیز نشان داده شد، هنگامی‌که از باکتری ازتوباکتر به‌صورت تلقیح با بذر استفاده شد، درصد آنتول در اسانس و کیفیت آن در مقایسه با شاهد افزایش یافت (Moradi *et al.*, 2011). نتایج بررسی‌های این محققان نشان داد، باکتری ازتوباکتر افزون بر تثبیت نیتروژن چندین نقش دیگر هم مانند تولید هورمون‌های گیاهی، تولید دیگر عنصرها و شاید افزایش حلالیت فسفات غیر محلول خاک را بر عهده دارد که به نظر می‌رسد این ویژگی‌ها باعث بهبود رشد، عملکرد و کیفیت اسانس گیاه رازیانه نسبت به تیمار بدون تلقیح با این باکتری شد. در نتایج پژوهش Fallahi *et al.* (2010) روی بابونه مشاهده شد که کاربرد کود زیستی نیتروکسین به طرز چشمگیری درصد کامازولن اسانس را در مقایسه با تیمارهای باکتری حل‌کنندهٔ فسفات و شاهد افزایش داد. آنان در تحقیق خود دلیلی برای این افزایش بیان نکردند. همچنین در نتایج پژوهشی دیگر نشان داده شد، کاربرد نیتروکسین با تولید قابل‌ملاحظهٔ هورمون‌های محرک رشد و بهبود رشد و نمو، موجب افزایش درصد بتاکاریوفیلن در اسانس بادرنجبویه شد (Kazeminasab *et al.*, 2016).



شکل ۴. مقایسهٔ میانگین تأثیر کود زیستی نیتروکسین بر درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس ریحان

Figure 4. Mean comparison of Nitroxin biofertilizer effect on caryophyllene oxide percent in essential oil of basil

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجهٔ مقایسهٔ میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و نیتروکسین نیز گویای اختلاف قابل توجهی بود، به‌گونه‌ای که بیشترین درصد کاریوفیلن اکساید در تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و تلقیح با کود زیستی نیتروکسین (۳/۷۳٪) و کمترین میزان در تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و بدون تلقیح با کود زیستی (۱/۹۹٪) به دست آمد (جدول۳). اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت تلقیح با نیتروکسین و با افزایش میزان ورمی کمپوست تا ۵ تن در هکتار (به ترتیب ۲/۸۳٪ و ۳/۷۳٪)، درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس افزایش می‌یابد و پس از آن با کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست (۳/۲۱٪) تا حدودی کاهش (غیر معنی‌دار) می‌یابد، ولی در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش سطوح کاربرد ورمی کمپوست تا ۱۰ تن در هکتار (به ترتیب ۲/۶۹٪، ۱/۹۹٪ و ۲/۰۳٪) درصد کاریوفیلن اکساید تفاوت معنی‌داری نشان نداده و تا حدودی بدون تغییر باقی می‌ماند. می‌توان اظهار داشت، به‌احتمال در حضور توأم میزان مناسب کودهای آلی و زیستی یک تأثیر مثبت و افزایشی روی بعضی اجزاء اسانس مشاهده و منجر به افزایش درصد کاریوفیلن اکساید در اسانس شد. در همین زمینه در نتایج تحقیقی روی بادرنجبویه ملاحظه شد، اثر متقابل کود دامی و کود زیستی تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن سبب افزایش قابل‌توجه درصد نرال موجود در اسانس شد (Harshavardhan *et al.*, 2007). همچنین Darzi *et al.* (2012) در نتایج پژوهشی روی شوید نشان دادند، کاربرد ۱۲ تن ورمی کمپوست در کنار کاربرد باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به‌صورت تلقیح با بذر و محلول‌پاشی، موجب افزایش معنی‌دار درصد دیل آپیول در اسانس شد. آنان این افزایش ترکیب اسانس را به بهبود فعالیت باکتری‌های یادشده در یک محیط با بستر آلی مناسب (۱۲ تن ورمی کمپوست) نسبت دادند.

درصد ترانس آلفا برگاموتن در اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیهٔ واریانس آزمایش، گویای آن بود که تنها اثر متقابل بین ورمی کمپوست و نیتروکسین در سطح ۵ درصد بر درصد ترانس آلفا برگاموتن در اسانس معنی‌دار شد (جدول۲). مقایسهٔ میانگین اثر متقابل دو عامل ورمی کمپوست و نیتروکسین اختلاف معنی‌داری داشت، به‌طوری‌که بیشترین میزان ترانس آلفا برگاموتن در تیمار تلقیح با بذر و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست (۱/۹۶٪) و کمترین میزان در تیمار بدون تلقیح و کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست (۱/۵۱٪) به دست آمد (جدول۳). اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت تلقیح و با افزایش سطوح ورمی کمپوست (به ترتیب ۱/۶۹٪، ۱/۸۳٪ و ۱/۹۶٪) میزان ترانس آلفا برگاموتن در اسانس افزایش یافت ولی در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش میزان ورمی کمپوست از ۰ به ۵ تن در هکتار (به ترتیب ۱/۹۵٪ و ۱/۵۱٪)، میزان ترانس آلفا برگاموتن به طرز بارزی کاهش یافته و در کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست (۱/۶۸٪)، میزان آن تغییری نمی‌کند. به نظر می‌رسد در این مورد هم، کاربرد توأم ورمی کمپوست و نیتروکسین، یک اثر افزایشی و تشدیدکننده روی درصد ترانس آلفا برگاموتن در اسانس داشته باشد. در همین رابطه، گزارش Darzi & Haj Seyed Hadi (2014) در نتایج بررسی‌های خود هم نشان داد، اثر متقابل کودهای آلی (۵ تن کود دامی) و زیستی (باکتری ازتوباکتر)، موجب افزایش درصد ژرانیل‌استات در اسانس گشنیز شد. آنان اذعان داشتند، کاربرد این میزان کود آلی، بستر آلی مناسبی برای تشدید فعالیت باکتری ازتوباکتر فراهم آورده که احتمال دارد بتواند سبب افزایش ترکیب‌های اسانس مانند ژرانیل استات شود. در نتایج پژوهشی دیگر، Sajjadi Niaki *et al.* (2016) نشان دادند، اثر متقابل کاربرد ورمی کمپوست و نیتروکسین موجب تأثیر مثبت و افزایشی بر برخی اجزاء اسانس بادرشبی مانند ژرانیل استات در شرایط مزرعهٔ آزمایشی شد. همچنین در نتایج پژوهشی روی اکلیل کوهی مشاهده شد، کاربرد ورمی کمپوست همراه تلقیح نیتروکسین موجب افزایش درصد فلاونوئید شد (Noorbakhsh *et al.*, 2016). این پژوهشگران بهبود جذب عنصرهای غذایی و در پی آن بهبود شرایط رشدی گیاه اکلیل کوهی را دلیل اصلی افزایش میزان فلاونوئید موجود در برگ در اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی یادشده دانستند.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد پیکرهٔ رویشی در تیمار ۵ تن ورمی‌کمپوست و تلقیح شده با نیتروکسین و بیشترین درصد و عملکرد اسانس در ریحان در تیمار ۱۰ تن ورمی‌کمپوست به دست آمد. همچنین بیشترین درصد کاریوفیلن اکساید و ترانس آلفا برگاموتن در اسانس در تیمار ۵ تن ورمی کمپوست و تلقیح شده با نیتروکسین و بیشترین درصد ژرانیال در تیمار تلقیح شده با نیتروکسین مشاهده شد. درمجموع بیشترین تأثیر بر درصد و عملکرد اسانس با کاربرد ورمی‌کمپوست و بیشترین تأثیر بر اجزاء اسانس با کاربرد نیتروکسین به دست آمد و با توجه به پاسخ مثبت عملکرد و اسانس در ریحان به کاربرد این منابع غذایی آلی و زیستی، می‌توان انتظار داشت که در این شرایط و بدون کاربرد کود شیمیایی، شاهد دستیابی به محصول اقتصادی سالم و پایدار در این گیاه دارویی در یک نظام کشاورزی پایدار باشیم.

سپاسگزاری

از مدیر و همهٔ کارکنان شرکت کشاورزی و دامپروری ران در شهرستان فیروزکوه که صمیمانه ما را در انجام این پژوهش یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

REFERENCES

1. Adams, R. P. (2001). *Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry*.Allured Publishing Corporation Carol Stream.
2. Akbari, E. & Gholami, A. (2016). Effect of mycorrhizal symbiosis, vermicompost and humic acid on essential oil yield and root colonization of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(4), 840-853.
3. Amiri, M. B., Rezvani Moghaddam, P. & Jahan, M. (2016). Study the morphological characteristics affecting yield of *Echium amoenum* under different organic and chemical fertilizers and plant densities. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(1), 55-69.
4. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S., Alpesh, K., Naqvi, A. A. & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of french basil. *Communications in Soil Science and Plant Analys*, 36(13-14), 1737-1746.
5. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D. & 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.
6. Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Lee, S. & Byrne, R. (2006). Effects of humic acids from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 42, s65-s69.
7. Azzaz, N. A., Hassan, E. A.& Hamad, E. H. (2009). The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 3(2), 579-587.
8. Behzadi, Y., Salehi, A., Balouchi, H. R. & Yadavi, A. R. (2016). Effect of Biological, Organic and Chemical Fertilizers on Yield and Yield Components of Anise (*Pimpinella anisum* L.). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 25(4), 161-175.
9. Darzi, M. T., Ghalavand, A., Sephidkon, F. & 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 Research*, 24(4), 396-413.
10. Darzi, M. T., Haj Seyed Hadi, M. R. & 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 Research*, 6(21), 3793-3799.
11. Darzi, M. T., Hadj Seyed Hadi, M. R. & Rejali, F. (2013). Effects of vermicompost and phosphatic biofertilizer application on quantity and quality of essential oil in anise. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 29(3), 583-594.
12. Darzi, M. T. & Haj Seyed Hadi, M. R. (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.
13. Darzi, M. T. & Haj Seyed Hadi, M. R. (2016). The Role of Separated and Integrated Application of Organic and Biological Inputs on N, P, K Concentration, Essential Oil of Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 26(3), 101-114.

Archive of SID

www.SID.ir

14. Eblagh, N., Fateh, E., Farzane, M. & Osfuri, M. (2014). Effect of Cattle Manure Application, Phosphate Solubilizing Bacteria and Different Phosphrous Levels on Yield and Essence Components of *Trachyspermum ammi* L. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, (4), 1-15.
15. Fallahi, J., Koocheki, A. & 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.
16. Geetha, A., Rao, P. V., Reddy, D. V. & Mohammad, S. (2009). Effect of organic and inorganic fertilizers on macro and micro nutrient uptake, oil content, quality and herbage yield in sweet basil (*Ocimum basilicum*). *Research on Crops*, 10(3), 740-742.
17. Ghazi Manas, M., Banj Shafiee, S., Hadj Seyed Hadi, M.R. & Darzi, M.T. (2013). Effects of vermicompost and nitrogen on qualitative and quantitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 29(2), 269-280.
18. Govahi, M., Ghalavand, A., Nadjafi, F. & Sorooshzadeh, A. (2016). Effects of different soil fertility systems on some physiological characteristics, yield and essential oil of sage (*Salvia officinalis* L.) under different irrigation regimes. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(2), 333-345.
19. Haj Seyed Hadi, M. R. & Rezaee Ghale, H. (2016). Effects of vermicompost and foliar application of amino acids and urea on quantitative and qualitative yield of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(6), 1058-1070.
20. Harshavardhan, P. G., Vasundhara, M., Shetty, G. R., Nataraja, A., Sreeramu, B. S., Gowda, M. C. & Sreenivasappa, K. N. (2007). Influence of spacing and integrated nutrient management on yield and quality of essential oil in lemon balm (*Mellisa officinalis* L). *Biomed*, 2(3): 288-292.
21. Kalyanasundaram, B., Kumar, T. S., Kumar, S. & 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.
22. 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.
23. Kazeminasab A., Yarnia, M., Lebaschi, M. H., Mirshekar B. & Rejali, F. (2016). Effects of vermicompost and biofertilizers on essential oil composition of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) under drought stress. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4), 678-687.
24. Khalesro, S., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzadeh, A. (2011). The effect of biological and organic inputs on quantity and quality of essential oil and some elements content of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(4), 551-560.
25. Khalid, K. H. A., Hendawy, S. F. & El-Gezawy, E. (2006). *Ocimum basilicum* L. Production under Organic Farming. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciecnes*, 2(1), 25-32.
26. Loomis, W. D. & Corteau, R. (1972). Essential oil biosynthesis. *Recently Advance Phytochem*, 6, 147-185.
27. 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 Research*, 27(4), 596-605.
28. Mahfouz, S. A. & Sharaf Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill). *International Agrophisics*, 21(4), 361-366.
29. Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. & 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.
30. Mohammadpour, R., Galavi, M., Ramroodi, M. & Fakheri, B. A. (2015). Effects of drought stress and biofertilizers inoculation on growth, yield and essential oil compositions of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Journal of Agroecology*, 7(2), 237-253.
31. Mondello, L., Zappia, G., Cotroneo, A., Bonaccorsi, I., Chowdhury, J. U., Yusuf, M. & Dugo, G. (2002). Studies on the essential oil-bearing plants of Bangladesh. Part VIII. Composition of some Ocimum oils *O. basilicum* L. var. purpurascens; *O. sanctum* L. green; *O.sanctum* L. purple; *O. americanum* L., citral type; *O. americanum* L., camphor type. *Flavour and Fragrance Journal*, 17, 335-340.
32. 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 and quality of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*). *Journal of Horticultural Science*, 25(1), 25-33.
33. Noorbakhsh, F., Chalavi, V. & Akbarpour, V. (2016). Effects of vermicompost and nitroxin on vegetative growth and some biochemical traits in (*Rosmarinus officinalis* L.). *Journal of Horticultural Science*, 30(2), 178-184.

Archive of SID

www.SID.ir

34. Omidbaigi, R. (1997). *Approaches to production and processing of medicinal plants*. Tarrahane Nashr.
35. Rashmi, K. R., Earanna, N. & Vasundhara, M. (2008). Influence of biofertilizers on growth, biomass and biochemical constituents of *Ocimum gratissimum* L.. *Biomed*, 3(2), 123-130.
36. Razipour, P., Golchin, A. & 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.
37. Sajjadi, S. E. (2006). Analysis of the essential oils of two cultivated basil (*Ocimum basilicum* L.) from Iran. *Daru*. 14(3), 128-130.
38. Sajjadi Niaki, H., Darzi, M. T. & Haj Seyed Hadi, M. R. (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.
39. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzade, A. (2011). The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27(2), 188-201.
40. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Asgharzade, A. & 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.
41. Saleh Rastin, N. (2001). *Biofertilizers and their role in order to reach to sustainable agriculture*. A compilation of papers of necessity for the production of biofertilizers in Iran. pp.1-54.
42. 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.
43. Sharafzadeh, S., Ordookhani, K. & Naseri, S. (2012). Influence of different strains of *Azotobacter* on essential oil components of garden thyme. *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2(9), 301-304.
44. Sharma, A. K. (2002). *Biofertilizers for sustainable agriculture*. Agrobios, India.
45. Singh, M. & Ramesh, S. (2002). Response of sweet basil (Ocimum basilicum) to organic and inorganic fertilizer in semi-arid tropical conditions. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science*, 24(4) 947-950.
46. Sundarraju, D., Anbu, J., Reeta, R., Senthilkumar, K.L. & Anjana, A. (2014). Pharmacognostical and phytochemical investigation of ethanolic extract on leaves of *Ocimum basilicum* Linn. *International Journal of Pharmaceutical, Chemical and Biological Sciences*, 4(1), 194-200.
47. Tahami, S. M. K., Rezvani Moghaddam, P. & Jahan, M. (2010). Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 2(1), 70-82.
48. Tehrani Sharif, H., Sharifi Ashoorabadi, E., Tajali, A. A. & Makkizadeh Tafti, M. (2015). Effect of plant nutrition systems on qualitative and quantitative yield of purple basil (*Ocimum basilicum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 31(2), 283-306.
49. Wu, S. C., Caob, Z. H., Lib, Z. G., Cheunga, K. C. & Wong, M. H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma*, 125, 155-166.
50. Zaller, J. G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientica Horticulturae*, 112, 191-199.
51. Ziaei, M., Sharifi, M., Behmanesh, M. & Razavi, K. (2012). Gene expression and activity of phenyl alanine amonialyase and essential oil composition of *Ocimum basilicum* L. at different growth stages. *Iranian Journal of Biotechnology*, 10(1), 32-39.

Archive of SID

www.SID.ir