

اثر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ریحان

(*Ocimum basilicum* L.)

مریم مکی زاده تفتی^{1*}، صفر نصراله زاده²، سعید زهتاب سلماسی²، محمدرضا چایی چی³، کاظم خاوازی⁴

تاریخ دریافت: 90/2/11 تاریخ پذیرش: 90/5/16

1- دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی - دانشگاه تبریز و کارشناس ارشد موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

2- عضو هیات علمی دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

3- عضو هیات علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

4- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات خاک و آب کشور

* مسئول مکاتبه: E-mail: marytafti@yahoo.com

چکیده

ریحان (*Ocimum basilicum* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان دارویی است که اسانس آن در صنایع مختلف داروسازی، آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود. در این تحقیق اثر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی این گیاه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل کود دامی، کود شیمیایی (شامل اوره، سولفات پتاسیم و سوپرفسفات تریپل)، کود زیستی (مخلوطی از دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریوم) به صورت جداگانه و تلفیق با 50 درصد کود شیمیایی، ورمی کمپوست به صورت جداگانه و تلفیق با 50 درصد کود شیمیایی و شاهد بود. برداشت گیاه ریحان در دو چین و در مرحله پیش از گلدهی انجام شد. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف اثر معنی داری بر عملکرد ماده خشک برداشت اول و دوم و عملکرد خشک کل داشته و بالاترین عملکرد ماده خشک برداشت اول (494/70 کیلوگرم در هکتار) و برداشت دوم (474/70 کیلوگرم در هکتار) و عملکرد کل (969/40 کیلوگرم در هکتار) با تلفیق کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی بدست آمد. بر اساس نتایج میزان اسانس نیز بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت و مصرف کود شیمیایی بالاترین میزان اسانس (1/46 درصد) را تولید نمود. تیمارهای مختلف کودی بر ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ریحان تاثیر داشته و با مصرف سطوح مختلف کودی میزان اوژنول و متیل کاییکول نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کودهای زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با کود شیمیایی در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان و همچنین در جهت پایداری تولید و حفظ محیط زیست تاثیر مثبتی داشته و به نظر می‌رسد کودهای زیستی جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشند.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریوم، ازتوباکتر، اسانس، ریحان، کود زیستی.

The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.)

M Makkizadeh^{1*}, S Nasrollahzadeh², S Zehtab Salmasi², M Chaichi³ and K Khavazi⁴

Received: May 1, 2011 Accepted: August 7, 2011

¹Research Institute of Forest and Rangelands and Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

²Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran

³College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran

⁴Soil and Water Research Institute, Tehran, Iran

*Corresponding author: E-mail: marytafti@yahoo.com

Abstract

Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) is one of the most important medicinal plants that its essential oil used in different medicinal industries. In this research, effects of different types of fertilizers were evaluated on quantitative and qualitative characteristics of basil. The research was conducted under field condition in complete randomized block design with three replications. The treatments included vermicompost, livestock manure chemical fertilizer, biofertilizer (*Azospirillum/Azotobacter*), combinations of vermicompost and 50% chemical fertilizer, combinations of biofertilizers and 50% chemical fertilizer, manure and control. The highest dry yield in first and second harvest observed in combinations of biofertilizer and 50% chemical fertilizer. Results showed highest essential oil content obtained in chemical fertilizer and combinations of biofertilizer and 50% chemical fertilizer. According to the results, application of chemical fertilizer, biofertilizer and combinations of biofertilizer and 50% chemical fertilizer increased essential oil yield to 41%, 33% and 38%, respectively. Identification of essential oil components showed that content of Eugenol and Methyl chavicol increased with application of nitrogen fertilizers. It is concluded that application of biofertilizers enhanced quantitative and qualitative characteristics in this plant. Generally, it seems that using of biofertilizers could improve basil performance in addition to reduction of environmental pollution.

Keywords: Sweet basil, *Azospirillum*, *Azotobacter*, essential oil

مقدمه

مواد آلی صرف نظر از فراهم کردن عناصر غذایی، اثرات مختلفی را بر خصوصیات فیزیکی خاک می گذارند (پدرا و همکاران 2006). یک سیستم ریشه ای فعال، ترکیبات آلی را بطور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می کند. این ترکیبات سبب رشد و افزایش جامعه میکروبی خاک می شود. اهمیت جوامع میکروبی در یک اکوسیستم بدلیل نقشی است که در فرایندهای زیستی خاک که مرتبط با تولید و عملکرد گیاه است، ایفا می کنند (مندل و همکاران 2007). گروهی از این گونه های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنس های ازتوباکتر، آزوسپیریوم، سودوموناس و باسیلوس می باشند (تیلک و همکاران 2005). کودهای زیستی به عنوان جایگزین برای کودهای شیمیایی، به منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح می باشند (وو و همکاران 2005). کودهای زیستی در حقیقت ترکیبی شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادی بوده (وسی 2003) که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته و منجر به توسعه سیستم ریشه ای و جوانه زنی بهتر بذرها می گردند (راجندران و دواراج 2004).

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه های ارزشمند، افزایش تولید زیست توده آنها بدون کاربرد نهاده های مضر شیمیایی اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف های هرز می باشد. ریحان (*Ocimum basilicum* L.) گیاهی یکساله و علفی از خانواده نعنائیان می باشد. اندام قابل استفاده گیاه برگها، سرشاخه های گلدار و بذر است که در طب سنتی به عنوان ضد اسپاسم، اشتها آور، ضدنفخ، مدر، شیرافزا و آرامبخش استفاده می شود (یزدانی و همکاران 1383). مقدار اسانس گیاه ریحان با توجه به شرایط اقلیمی محل رویش، بین 0/5 تا 1/5 درصد متغیر است. ترکیبات تشکیل دهنده اسانس نیز متفاوت است،

اما بطور کلی لینالول، متیل کاوایکول، سیترال، اوژنول، سینئول، ژرانیول، کامفور و متیل سینامات از اجزاء مهم اسانس ریحان می باشند (سیمون و همکاران 1990 و اوزک و همکاران، 1995).

اثر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و کودهای زیستی شامل آزوسپیریوم، باکتری های حل کننده فسفات و میکوریزا روی گیاه ریحان نشان داد، بالاترین عملکرد اسانس و عملکرد رویشی در تلفیق 75 درصد کود شیمیایی به همراه کودهای زیستی حاصل می شود (عجیم الدین و همکاران 2005). وینوتا (2005) گزارش نمود تلفیح گیاه ریحان با گونه های مختلف باکتری ازتوباکتر و قارچ گلموس سبب افزایش زیست توده، سرعت رشد و میزان اسانس گیاه می شود. کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست توده ریحان شد و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد. همچنین با کاربرد باکتری، میزان اوژنول و آلفا ترپینئول موجود در اسانس به ترتیب به میزان 10 و دو برابر افزایش نشان داد (بانچیو و همکاران 2009).

بررسی سطوح مختلف تراکم و کود نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی گیاه ریحان نشان داد بالاترین عملکرد ماده خشک، عملکرد اسانس و ارتفاع بوته در کاربرد 100 کیلوگرم در هکتار نیتروژن و فاصله کشت 15×25 سانتی متر حاصل شد (دادوند سراب و همکاران 1387).

با توجه به لزوم مدیریت تغذیه گیاهی در راستای افزایش و پایداری تولید و حفظ محیط زیست، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد گیاه دارویی ریحان و همچنین یافتن تلفیقی مناسب از کودها به منظور کاهش مصرف کودهای شیمیایی انجام شد.

مواد و روش ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی گروه پژوهشی کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی واقع در هلجرد کرج (طول جغرافیایی

(46 درصد نیتروژن) و سولفات پتاسیم (50 درصد پتاسیم) و سوپرفسفات تریپل (23 درصد فسفر) هر یک به میزان 100 کیلوگرم در هکتار، ورمی کمپوست (20 تن در هکتار) به صورت جداگانه و تلفیق با 50 درصد کود شیمیایی، کود زیستی به صورت جداگانه و تلفیق با 50 درصد کود شیمیایی و عدم مصرف کود (شاهد) بود. میزان کود مورد استفاده بر اساس تجزیه خاک و نیاز گیاهان در کشت مخلوط تعیین شد.

منطقه 51 درجه و 5 دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی 35 درجه و 44 دقیقه شمال و ارتفاع از سطح دریا 1500 متر) در سال زراعی 1387 اجرا گردید. میانگین دما و بارندگی سالانه منطقه به ترتیب 13/21 درجه سانتی‌گراد و 263 میلی‌متر می‌باشد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی در جدول 1 آمده است. تیمارهای آزمایش شامل کود دامی (20 تن در هکتار)، کود شیمیایی (شامل 150 کیلوگرم در هکتار) اوره

جدول 1- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه تحقیقاتی

K	P	N	کربن آلی %	شن %	سیلت %	رس %	هدایت الکتریکی	pH
							dS/m	
77	11/9	125	8/09	45/5	27/3	27/2	1/2	7/9

کاملاً پوسیده در همان زمان به کرت‌های مربوطه داده شد و سایر تیمارهای کودی در کرت‌های مربوطه در اول اردیبهشت ماه اعمال گردیدند. برای اعمال تیمارهای کود زیستی، در زمان کاشت بذره‌های ریحان را به مدت یک ساعت در مایه تلقیح خیسانده و پس از تلقیح، اقدام به خشک نمودن بذره‌های تیمار شده در سایه و به دور از نور خورشید شد. بلافاصله پس از خشک شدن بذره‌های تلقیح شده اقدام به کشت شد. کشت بذره‌های ریحان به صورت مستقیم و هیرم کاری در 15 اردیبهشت ماه 1387 انجام شد. آبیاری مزرعه به روش جوی و پشته‌ای و با فاصله هر هفته یک بار انجام شد. مبارزه با علف‌های هرز به صورت دستی صورت گرفت. برداشت گیاه ریحان در دو چین و در مرحله پیش از گلدهی انجام شد، بدین صورت که در هر کرت، نمونه‌گیری از چهار ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت و اندام‌های هوایی از نزدیکی سطح زمین قطع و جهت اندازه‌گیری وزن تر و خشک و تعیین عملکرد اسانس به آزمایشگاه شیمی پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی منتقل شدند. به منظور حفظ

کود زیستی مورد استفاده تلفیقی از دو باکتری ازتوباکتر کروکوکوم (*Azotobacter chroococcum*) و آزوسپیریلوم برازیلنس (*Azospirillum brasilense*) با غلظت‌های 10^7 CFU/mL بود که از موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد. ورمی کمپوست بکار رفته در آزمایش با استفاده از کود دامی و از گونه‌ای کرم‌خاکی به نام *Eisenia foetida* در جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی تولید شده بود. خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست و کود دامی (گاوی کاملاً پوسیده) مورد استفاده در جدول‌های 2 و 3 ارائه شده است.

بذر مورد استفاده مربوط به توده بومی کرج بود که از بانک ژن گروه پژوهشی کشت و توسعه پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی تهیه گردید. کرت‌های آزمایشی دارای ابعادی معادل $4 \times 1/8$ متر مربع شامل شش خط کاشت به طول دو متر بود و فواصل بوته‌ها روی ردیف 20 سانتی‌متر در نظر گرفته شد (240 هزار بوته در هکتار). نحوه کاشت بصورت جوی و پشته‌ای بود. عملیات آماده‌سازی زمین در اوایل بهار انجام شد و کود دامی گاوی

استفاده شده از نوع Hewlet Packard 6890N با ستون به طول 30 متر، قطر داخلی 0/25 میلی‌متر و ضخامت لایه 0/25 میکرومتر از نوع HP-5MS بود. دمای ابتدایی آون 50 درجه سانتیگراد، دمای انتهایی 150 درجه سانتیگراد و گرادیان حرارتی آون 2/5 درجه سانتیگراد بود. افزایش دما تا 260 درجه سانتیگراد با

کمیت و کیفیت اسانس گیاه، نمونه های مذکور در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شدند. استخراج اسانس به روش تقطیر با بخار آب و توسط دستگاه کلونجر به مدت دو ساعت انجام شد. اسانس با استفاده از سولفات سدیم بدون آب، آبگیری شد. اسانس گیاه ریحان پس از آماده‌سازی، به دستگاه گاز کروماتوگرافی تزریق گردید تا نوع ترکیب‌های تشکیل دهنده آن مشخص شود. دستگاه گاز کروماتوگرافی

جدول 2- خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Cu	Zn	Mn	Fe	Mg	Ca	K	P	N	هدایت الکتریکی	اسیدیته
mg/kg									dS/m	
30	125	650	15000	12000	33000	4400	4230	6600	4/9	8/03

جدول 3- خصوصیات شیمیایی کود دامی مورد استفاده

K	P	N	هدایت الکتریکی	اسیدیته
mg/kg	mg/kg	%	dS/m	
3765	932	0/47	4/9	8/03

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری توسط نرم افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای مختلف بر صفات کمی گیاه ریحان

نتایج نشان داد ارتفاع بوته تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار دارد ($P \leq 0/01$) (جدول 4). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین ارتفاع بوته (44/67 سانتی‌متر) مربوط به تیمار تلفیق کود زیستی و 50 درصد کود شیمیایی است، هرچند بین این تیمار و مصرف کود شیمیایی (44/00 سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کاربرد ورمی کمپوست با میانگین ارتفاع 35/33 سانتی‌متر تاثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته-های ریحان نداشته و نسبت به تیمار شاهد (35/00)

سرعت 10 درجه سانتیگراد در هر دقیقه و توقف در این دما به مدت 5 دقیقه و افزایش دما تا 320 درجه سانتیگراد با سرعت 15 درجه سانتیگراد در دقیقه و سه دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاقک تزریق 250 درجه سانتیگراد و گاز حامل هلیوم با سرعت جریان 1/2 میلی‌متر در دقیقه بود. طیف نگار جرمی مورد استفاده مدل Hewlet Packard 5973N، ولتاژ یونیزاسیون 70 الکترون ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون 220 درجه سانتیگراد بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص موجود در کتب مرجع و مقالات و با استفاده از طیف‌های جرمی ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه کامپیوتری صورت گرفت (آدامز 2001). تعیین محتوای اسانس در سه تکرار و شناسایی ترکیبات موجود در اسانس با یک تکرار انجام شد.

نسبت به شاهد (653 کیلوگرم در هکتار) شدند (جدول 4 و 5).

در تحقیقات مختلف نیز به نقش کودهای شیمیایی، آلی و زیستی در افزایش عملکرد گیاهان دارویی اشاره شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کندیل و همکاران (2002) با تلفیق دو نیتروژن آلی و غیر آلی افزایش ارتفاع، عملکرد تر و خشک ریشه و اندام هوایی گیاه ریحان را گزارش نمودند. خرم دل و همکاران (1387) مشاهده کردند کاربرد باکتری‌های آزوسپیریوم و ازتوباکتر و قارچ گلوموس منجر به افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، حداکثر تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول گیاه سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) در مقایسه با شاهد شد و در این میان تلفیق مایکوریزا و آزوسپیریوم بیشترین تاثیر را در افزایش صفات مورد مطالعه داشت. وینوتا (2005) گزارش نمود تلقیح گیاه ریحان با گونه‌های مختلف باکتری ازتوباکتر و قارچ گلوموس سبب افزایش وزن زیست توده گیاه ریحان شد. کاربرد کود زیستی آزوسپیریوم و ازتوباکتر، سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندامهای هوایی گیاه مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) در چین‌های اول و دوم طی دو فصل گردید (یوسف و همکاران 2005). نتایج تحقیق راتی و همکاران (2001) حاکی از آن است که ترکیب قارچ مایکوریزا با باکتریهای محرک رشد باسیلوس و آزوسپیریوم منجر به افزایش بیوماس و میزان فسفر در گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martini*) گردید. سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس روی گیاه رازیانه نشان داد بالاترین میزان زیست توده تر و خشک گیاه در تیمار تلفیق 50 درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس حاصل شد (محمود و شریف‌الدین 2007). ورمی کمپوست حاوی میکروارگانیسم‌های هوازی مفید مانند ازتوباکتر و عاری از باکتری‌های غیرهوازی، قارچ‌ها و پاتوژن‌ها می‌باشد. در مقایسه

سانتی‌متر) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، همچنین کاربرد کود زیستی با میانگین ارتفاع 41/67 سانتی‌متر، کود دامی با میانگین ارتفاع 41/66 سانتی‌متر و تلفیق ورمی کمپوست و 50 درصد کود شیمیایی با میانگین 40/33 سانتی‌متر سبب افزایش ارتفاع بوته ریحان نسبت به شاهد شد (جدول 5).

نتایج نشان داد عملکرد ماده خشک برداشت اول تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار دارد ($P \leq 0/01$)، بطوریکه بالاترین عملکرد ماده خشک برداشت اول (494/70 کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلفیق کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی مشاهده شد، هر چند بین این تیمار و کاربرد کود شیمیایی اوره با میانگین 493/30 کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین سایر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک برداشت اول ریحان نسبت به شاهد (332 کیلوگرم در هکتار) شدند.

نتایج نشان داد عملکرد ماده خشک برداشت دوم نیز تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار دارد ($P \leq 0/01$)، بطوریکه بالاترین عملکرد ماده خشک برداشت دوم (474/70 کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی مشاهده شد. همچنین ملاحظه شد سایر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک برداشت دوم ریحان نسبت به شاهد (321/70 کیلوگرم در هکتار) شدند (جدول 4 و 5).

نتایج نشان داد عملکرد ماده خشک کل تحت تاثیر تیمارهای مختلف کودی قرار دارد ($P \leq 0/01$)، بطوریکه بالاترین عملکرد ماده خشک کل (969/40 کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی مشاهده شد، هر چند بین این تیمار و کاربرد کود شیمیایی با میانگین عملکرد خشک کل 960 کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد سایر تیمارهای کودی نیز سبب افزایش معنی‌دار عملکرد ماده خشک کل ریحان

همچنین گزارش شده است که ورمی کمپوست ها حاوی مواد بیولوژیک فعالی هستند که همانند تنظیم کننده های رشد عمل می کنند (توماتی و همکاران 1987). تحقیقات نشان داده که اثرات مطلوب ورمی کمپوست و کود دامی بدلیل تغییر شرایط فیزیکی، شیمیایی و خصوصیات میکروبی و بیولوژیکی محیط

با مواد مادری اولیه، ورمی کمپوستها دارای نمکهای محلول کمتر و ظرفیت تبادل کاتیونی و اسید هیومیک بیشتری می باشند. از طرفی ورمی کمپوست ها دارای عناصر غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب و دسترسی است می باشند (اتیه و همکاران 2001).

جدول 4- تجزیه واریانس اثر تیمارهای کودی بر صفات کمی و کیفی گیاه ریحان

میانگین مربعات							منابع تغییرات
عملکرد اسانس	درصد اسانس	عملکرد ماده خشک کل	عملکرد ماده خشک برداشت دوم	عملکرد ماده خشک برداشت اول	ارتفاع بوته	درجه آزادی	
0/03	0/002	14/90	9/19	4/33	3/19	2	تکرار
6/50**	0/072**	49205/93**	11640/27**	12981/20**	44/60**	6	تیمارهای کودی
0/04	0/002	25/12	10/41	16/27	0/57	12	خطا
1/84	3/47	0/60	0/79	0/98	1/88		ضریب تغییرات

جدول 5- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در گیاه ریحان تحت تیمارهای کودی

صفات اندازه گیری شده						تیمار
عملکرد اسانس (لیتر در هکتار)	میزان اسانس (درصد)	عملکرد ماده خشک کل (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک برداشت دوم (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ماده خشک برداشت اول (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	
3/51 f	1/00 f	653/00 e	321/70 e	332/00 e	35/00 c	شاهد
4/68 d	1/36 bc	765/00 c	324/00 d	441/00 c	41/66 b	کود دامی
5/96 a	1/46 a	960/00 a	466/70 b	493/30 a	44/00 a	کود شیمیایی
5/26 c	1/26 de	891/70 b	431/70 c	460/00 b	41/67 b	کود زیستی
5/73 b	1/41 ab	969/40 a	474/70 a	494/70 a	44/67 a	کود زیستی +50% کودهای شیمیایی
4/83 d	1/19 e	673/00 d	326/00 e	347/00 d	35/33 c	ورمی کمپوست
4/06 e	1/28 cd	869/00 c	423/70 d	445/30 c	40/33 b	ورمی کمپوست + 50% کود شیمیایی

خاک، تامین عناصر غذایی کم مصرف و پرمصرف و حفظ بیولوژی خاک می تواند کاهش سود حاصله را جبران نموده و استفاده متوالی و بهینه از زمینهای کشاورزی را ممکن سازد (اتیه و همکاران 2001).

کشت، تنظیم pH، افزایش معنی دار ظرفیت نگهداری آب در محیط کشت و همچنین بر خورداری این کودها از عناصر غذایی می باشد (آرانکون و همکاران 2004، بائر و بلک 1994). لازم به ذکر است که استفاده از کودهای آلی نسبت به کودهای معدنی هزینه بیشتری را در پی دارد اما اثرات درازمدت آن بر خصوصیات

داری نشان دادند. نتایج نشان داد کاربرد کودهای شیمیایی و کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی به ترتیب منجر به افزایش 41 و 38 درصدی در عملکرد اسانس در واحد سطح نسبت به شاهد شد. طبق نتایج کاربرد کود زیستی به تنهایی سبب 33 درصد افزایش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد (جدول 4 و 5).

کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست توده ریحان شد و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد (بانچیو و همکاران، 2009). سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کود زیستی شامل آزوسپیریوم، باکتری های حل کننده فسفات و میکوریزا روی گیاه ریحان نشان داد، بالاترین عملکرد اسانس و عملکرد رویشی در تیمار تلفیق 75 درصد کود شیمیایی به همراه کود زیستی حاصل شد (عجیم الدین و همکاران 2005). فلاحی و همکاران (1388) نشان دادند بیشترین عملکرد اسانس در هکتار و همچنین کامازولن گیاه دارویی بابونه آلمانی، به ترتیب در تیمار باکتری حل کننده فسفات و نیتروکسین (تلفیق ازتوباکتر و آزوسپیریوم) مشاهده شد. سطوح مختلف کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و کودهای زیستی آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس روی گیاه رازیانه نشان داد بالاترین عملکرد اسانس در تیمار تلفیقی آزوسپیریوم، ازتوباکتر و باسیلوس و 50 درصد نیتروژن و فسفر حاصل شده همچنین بالاترین میزان آنتول موجود در اسانس مربوط به کاربرد 50 درصد کودهای شیمیایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به همراه باسیلوس بود (محفوظ و شریف‌الدین 2007). کالرا (2003) در تحقیقی روی گیاه نعناع فلفلی مشاهده نمود عملکرد اسانس در تیمارهای مخلوط دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریوم، ورمی کمپوست و کود گاوی با تیمار استفاده از کودهای شیمیایی برابر بوده و با کاربرد مخلوط دو باکتری ازتوباکتر و آزوسپیریوم عملکرد اسانس معادل 85 درصد عملکرد حاصل از کرت هایی بود که در آنها از کود شیمیایی استفاده شده بود. اثر سطوح مختلف کودهای شیمیایی و زیستی بر روی گیاه دارویی پوگوستمون (*Pogostemon*)

اگرچه فراهمی نیترات موجود در انواع کودها در رشد و نمو اندام های هوایی تاثیر بسزایی داشته اما در محیط ریشه گیاه ازتوباکتر و آزوسپیریوم توانایی ساخت و ترشح برخی مواد بیولوژیکی فعال مانند اکسین ها، جیبرلین ها، ویتامین های گروه ب، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین و غیره را دارند که در افزایش رشد، فرآیند فتوسنتز و تولید سطح سبز نقش موثری ایفا می‌کنند. همچنین کودهای زیستی از طریق تولید ترشحات حل کننده و کاهش اسیدیته، عناصر مختلف غذایی را به صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند (ردمیچر، 1994؛ هان و لی 2006، کیدر 2002). باکتری های موجود در کود زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پر مصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسید های آمینه مختلف و انواع آنتی بیوتیک موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی شده که این مساله سبب تولید اسیمیلات بیشتر و انتقال آنها به سایر اندامها می‌شود (هان و لی 2006).

تأثیر تیمارهای مختلف بر صفات کیفی گیاه ریحان

بر اساس نتایج موجود در جدول‌های 4 و 5 میزان اسانس بطور معنی داری ($P \leq 0/01$) تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت. بطوریکه تیمارهای کود شیمیایی با میانگین 1/46 درصد و کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی با میانگین 1/41 درصد و پس از آن به ترتیب کود زیستی، ورمی کمپوست به همراه 50 درصد کود شیمیایی، کود دامی و ورمی کمپوست بیشترین میزان اسانس را تولید نمودند که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف کودی بر عملکرد اسانس ریحان تاثیر معنی داری ($P \leq 0/01$) داشته و بالاترین عملکرد اسانس مربوط به تیمار کود شیمیایی (5/96 لیتر در هکتار) بود و پس از آن به ترتیب کود زیستی به همراه 50 درصد کود شیمیایی، کود زیستی، ورمی کمپوست، کود دامی و ورمی کمپوست به همراه 50 درصد کود شیمیایی بیشترین میزان اسانس را داشتند که نسبت به شاهد (3/51 لیتر در هکتار) اختلاف معنی

که مقدار چهار ترکیب اوژنول، متیل کاویکول، 1 و 8 سینئول و لینالول از بقیه ترکیبات بیشتر است. نتایج نشان داد تیمارهای مختلف کودی بر ترکیبات تشکیل دهنده اسانس ریحان تاثیر داشته و با مصرف سطوح مختلف کودی میزان اوژنول و متیل کاویکول نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (جدول 6).

cablin) نشان داد، بالاترین عملکرد اسانس و زیست توده در تیمار تلفیق آزوسپیریوم، ازتوباکتر، میکوریزا، 75 درصد نیتروژن و فسفر و 100 درصد پتاسیم حاصل می‌شود (مانجوناتا و همکاران 2002). در تولید گیاهان دارویی علاوه بر کمیت، کیفیت تولید نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نتایج حاصل از بررسی طیف های GC/MS و GC نشان داد

جدول 6- ترکیبات عمده اسانس گیاه ریحان تحت تیمارهای مختلف کودی (بر حسب درصد)

نام ترکیب	شاهد	کود دامی	کود شیمیایی	کود زیستی	کود زیستی +50% کودهای شیمیایی	ورمی کمپوست 50% کود شیمیایی	ورمی کمپوست + 50% کود شیمیایی
اوژنول	16/71	19/53	19/11	20/80	19/05	18/18	20/20
متیل کاویکول	2/30	3/25	3/50	4/22	3/00	3/56	3/96
لینالول	38/54	43/56	48/09	45/12	44/18	39/97	35/76
1 و 8 سینئول	0/65	0/82	0/86	0/66	0/91	0/61	0/65

اسانس‌ها ترکیبات ترپنوئیدی بوده و بیوسنتز واحدهای سازنده آنها (ایزوپرنوئیدها) نیازمند ATP و NADPH هستند و با توجه به این مطلب که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل ترکیبات اخیر ضروری می‌باشد (لومیس و کارتو 1972) لذا مصرف کود های شیمیایی و زیستی موجب افزایش اسانس گیاه می‌شود.

بطور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کودهای زیستی به تنهایی و یا در ترکیب با کود شیمیایی و با هدف کاهش مصرف و افزایش کارایی مصرف کودهای شیمیایی، در بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی ریحان و همچنین پایداری تولید و حفظ محیط زیست تاثیر مثبتی داشته است. با توجه به ضرورت تولید گیاهان دارویی در نظام‌های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده، به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این گیاهان باشند.

منابع مختلف نیز به نقش مثبت کودهای شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها در بهبود درصد و عملکرد اسانس گیاهان دارویی اشاره داشته‌اند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. تلفیق دو نیتروژن آلی و غیر آلی، اجزا اسانس ریحان را تحت تاثیر قرار داد و سبب کاهش میزان لینالول و افزایش میزان متیل کاویکول شد (کنديل و همکاران 2002). کاربرد باکتری باسیلوس روی گیاه ریحان سبب افزایش عملکرد اسانس و زیست توده ریحان شد و میزان اسانس گیاه را دو برابر افزایش داد. همچنین مشاهده شد با کاربرد باکتری، میزان اوژنول و آلفا ترپینئول موجود در اسانس به ترتیب به میزان 10 و دو برابر افزایش یافت (بانچیو و همکاران 2009). در بررسی دو نوع سیستم کشت متداول (کاربرد کود و آفت کش های شیمیایی) و سیستم کشت ارگانیک بر روی اسانس و اجزا اسانس پنج رقم ریحان انجام شد، مشاهده شد بین دو سیستم از لحاظ اجزا اسانس اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (کلیمانکوا و همکاران 2008).

با افزایش میزان اسانس در اثر مصرف تیمارهای مختلف کودی می‌توان گفت از آنجا که

منابع مورد استفاده

- خرم دل س، کوچکی ع، نصیری محلاتی م و قربانی ر، 1387. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک بر شاخصهای رشدی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله پژوهشهای زراعی ایران، شماره 6، صفحه های 285 تا 294.
- دادوند سراب م، نقدی بادی ح، نصری م، مکی زاده م و امیدي ح، 1387. تغییرات میزان اسانس و عملکرد گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) تحت تاثیر تراکم و کود نیتروژن. فصلنامه گیاهان دارویی، شماره 27، صفحه های 60 تا 70.
- فلاحی ج، کوچکی ع و رضوانی مقدم پ، 1388. بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی. مجله پژوهشهای زراعی ایران، شماره 7، صفحه های 127 تا 135.
- یزدانی د، شهنازی س و سیفی ح، 1383. کاشت، داشت و برداشت گیاهان دارویی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد شهید بهشتی.
- Adams RP, 2001. Identification of Essential Oil Components by Gas Chromatography/ uadrupole Mass Spectroscopy. Allured: Carol Stream. USA.
- Ajimoddin I, Vasundhara M, Radhakrishna D, Biradar SL and Rao GGE, 2005. Integrated nutrient management studies in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Indian Perfume 49: 95-101.
- Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD, 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. Bioresource Technology 93: 145-153.
- Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzger JD, 2001. The influence of pig manure on the growth earthworm-processed and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.
- Banchio E, Xie X, Zhang H, and Pare PW, 2009. Soil bacteria elevate essential oil accumulation and emissions in sweet basil. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57:653-657.
- Bauer A and Black AL, 1994. Quantification of the effect of soil organic matter content on soil productivity. Soil Science Society of America Journal 58: 185-193.
- Han HS and Lee KD, 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment 52: 130 – 136.
- Kader, M.A., 2002. Effects of *Azotobacter* inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences, 2: 259-261.
- Kalra A, 2003. Organic cultivation of Medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants, FAO. 198 p.

- Kandeel AM, Naglaa SAT, Sadek AA, 2002. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant. *Annals of Agricultural Science* 47:351–371.
- Klimankova E, Holadova K, Hajslova J, Ajka TC, Poustka J and Koudela M, 2008. Aroma profiles of five basil (*Ocimum basilicum* L.) cultivars grown under conventional and organic conditions. *Food Chemistry* 107:464–472.
- Loomis WD and Correau R, 1972. Essential oil biosynthesis. *Recently Advance Phytochem* 6: 147-185.
- 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* 21:361-366.
- Mandal A, Patra AK, Singh D, Swarup A and Ebhin Masto R, 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. *Bioresource Technology* 98: 3585–3592.
- Manjunatha R, Farooqi AA, Vasundhara M and Srinivasappa KN, 2002. Effect of biofertilizers on growth, yield and essential oil content in patchouli (*Pogostemon cablin* Pellet.). *Indian Perfumer* 46: 97-104.
- Ozek T, Beis S, Demircakmak B and Baser KHC, 1995. Composition of the essential oil of *Ocimum basilicum* L. cultivated in Turkey. *Journal of Essential Oil Research* 7: 203 - 205.
- Pedra F, Polo A, Ribero A and Domingues H, 2006. Effect of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Journal of Soil Biology and Biochemistry* 29: 1375-1382.
- Rademacher W, 1994. Gibberellin formation in microorganisms. *Plant Growth Regulation* 15: 303 – 14.
- Rajendran K and Devaraj P, 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. *Biomass and Bioenergy* 26: 235-249.
- Ratti N, Kumar S, Verma HN, and Gautams SP, 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by *Rhizobacteria*, AMF and *Azospirillum* inoculation. *Microbiology Research* 156: 145-149.
- Simon JE, Quinn J and Murray RG, 1990. Basil: A Source of Essential Oils. In: J Janick and JE Simon, (eds). *Advances in New Crops*. Timber Press. Oregon, USA.
- Tilak KVBR, Ranganayaki N, Pal KK, De R, Saxena AK, Shekhar Nautiyal C, Mittal S, Tripathi AK and Johri BN, 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. *Current Science* 89: 136-150.
- Tomati U, Grappelli A and Gall E, 1987. The hormone-like effect of earthworm *castson* plant growth. *Biology and Fertility of Soils* 5:288-294.

- Vessey JK, 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil* 255: 571-586.
- Vinutha T, 2005, Biochemical studies on *Ocimum* sp. inoculated with microbial inoculants. M.Sc, (Agri.) thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- Wu SC, Caob ZH, Lib ZG, Cheunga KC and Wong MH, 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: A greenhouse trial. *Geoderma* 125: 155–166.
- Youssef AA, Edri AE and Gomaa AM, 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. *Plant Annals of Agricultural Science* 49: 299-311.