

تأثیر مقادیر مختلف ورمی کمپوست به همراه کود نیتروژنه بر عملکرد و درصد اسانس شمعدانی معطر (*Pelargonium graveolens* L.)

پروین رستم‌پور^۱، امین صالحی^{۲*}، رضا امیری فهلیانی^۲ و امین میرشکاری^۲

۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱/۳۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۷)

چکیده

به منظور بررسی و ارزیابی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی، آزمایشی صحرایی به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار روی گیاه دارویی شمعدانی معطر (*Pelargonium graveolens*) در منطقه فهلیان، شهرستان نورآباد ممسنی، از توابع استان فارس، اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون کاربرد کود و ورمی کمپوست)، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴ تن ورمی کمپوست به همراه ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۸ تن ورمی کمپوست به همراه ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۲ تن ورمی کمپوست به همراه ۸۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۶ تن ورمی کمپوست به همراه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بودند. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، شمار شاخه جانبی، عملکرد زیستی، عملکرد سرشاخه، درصد اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت بودند. نتایج نشان داد، تأثیر برداشت و کود برای همه صفات به جز شاخص برداشت معنی دار بود. اثر متقابل برداشت و کود تنها بر صفات عملکرد زیستی و عملکرد اسانس معنی دار بود. مقایسه میانگین‌ها نشان داد، برداشت دوم از نظر همه صفات نسبت به برداشت اول برتری داشت و طی دو برداشت آزمایش، کاربرد ورمی کمپوست منجر به افزایش صفات مورد بررسی نسبت به شاهد شد. تیمار ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و پس از آن تیمار تلفیقی ۱۶ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه ۴۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مورد نظر داشتند.

واژه‌های کلیدی: اوره، برداشت، شمعدانی معطر، کودهای آلی، عنصرها (نیتروژن، فسفر و پتاسیم).

Effect of different level of vermicompost and nitrogen fertilizer on yield and essential oil content of geranium (*Pelargonium graveolens*)

Parvin Rostampour¹, Amin Salehi^{2*}, Reza Amiri Fahlani² and Amin Mirshekari²

1, 2. M.Sc. Student and Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant breeding, Faculty of Agriculture, Yasouj University, Yasouj, Iran

(Received: Apr. 19, 2016 - Accepted: Jun. 6, 2016)

ABSTRACT

In order to study the effect of organic and chemical fertilizers, a field experiment was carried out by using of split plot based on randomized complete block design with seven treatment and three replications on geranium (*Pelargonium graveolens*), in Fahljan, Nourabad, Fars province territory. Treatments concluded control (no fertilizer and vermicompost), pure nitrogen (200 kg h⁻¹), vermicompost 4 th⁻¹ with 160 kg h⁻¹ nitrogen, vermicompost 8 th⁻¹ with 120 kg h⁻¹ nitrogen, vermicompost 12 th⁻¹ with 80 kg h⁻¹ nitrogen, vermicompost 16 th⁻¹ with 40 kg h⁻¹ nitrogen and pure vermicompost (20 ton h⁻¹). Traits assessed include: plant height, number of lateral branches, biologic yield, branches yield, essential oil percentage, essential oil yield and harvest time. Results indicated significant effect of fertilizer treatments and harvesting time on all traits except harvest time. The intraction of harvesting time and fertilizer was only significant on biological yield and essential oil yield. The mean comparison showed that all traits were higher in the second harvest compared to the first one. In two harvests organic fertilizer leading to increase studied traits compared to the control treatment. Application of 20 th⁻¹ vermicompost and after that, treatment of 16 th⁻¹ vermicompost with 40 kg h⁻¹ nitrogen had the highest effect in increasing studied traits.

Keywords: Element (N, P, K), geranium, harvest, organic fertilizer, urea.

* Corresponding author E-mail: aminsalehi@yu.ac.ir

مقدمه

امروزه کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی به‌طور فزاینده‌ای افزایش یافته است که افزون بر هزینه‌های اضافی، تأثیر جبران‌ناپذیری بر محیط‌زیست و سلامتی انسان دارند و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی، باعث ایجاد مسائل جدی در این زمینه شده است (Mirzaei *et al.*, 2009). استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب باعث کاهش توان تولیدی و میزان عنصرهای غذایی خاک شده است (Parvaresh *et al.*, 2003). در نتیجه برای رهایی از این مشکلات و مدیریت حاصلخیزی خاک، پیشرفت به سمت کشاورزی ارگانیک توصیه می‌شود و بدین ترتیب نیاز به کاربرد کودهای آلی برای تغذیه گیاه افزایش پیدا می‌کند (Mirzaei *et al.*, 2009). یکی از روش‌های افزایش ماده آلی خاک، استفاده از کودهای ورمی‌کمپوست است. امروزه فرآیند تولید کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست‌کننده برای تهیه ورمی‌کمپوست، به‌عنوان یک فناوری آسان و یک فرآیند حامی طبیعت برای به دست آوردن کودهای آلی از مواد زائد بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Claudio *et al.*, 2009). بررسی‌های انجام‌شده درباره گیاهان دارویی در زیست‌بوم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار به دلیل سازگاری با شرایط طبیعی و اصالت کیفیت محصول، بهترین شرایط را برای تولید این گیاهان فراهم می‌آورد و بیشینه ماده مؤثره در چنین شرایطی تولید می‌شود (Darzi *et al.*, 2006). به‌همین دلیل رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت نظام‌های کشاورزی پایدار و به‌کارگیری روش‌های مدیریتی آن‌ها است. در این میان گیاهان دارویی معطر و دارای اسانس جایگاه ویژه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. از جمله این گیاهان می‌توان به گیاه دارویی شمعدانی معطر اشاره کرد. شمعدانی معطر (*Pelargonium graveolens* L.) یکی از گیاهان دارویی متعلق به تیره شمعدانی بوده که به دلیل اسانس ارزشمند آن بویی تند و شبیه عطر رز دارد و با نام Rose-Scent Geranium مشهور است. اسانس برگ‌های این گیاه با سه جنبه کاربردی طبی، عطری و ادویه‌ای، در

صنایع داروسازی، عطر و ادکلن‌سازی، آرایشی و بهداشتی و صنایع غذایی کاربرد بسیار گسترده‌ای دارد (Lis-balchin, 2002; Mosta, 2006). تحقیقات در زمینه تأثیر کاربرد کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست در سال‌های اخیر رو به افزایش است. در نتایج تحقیقی در گیاه شمعدانی، کاربرد کود زیستی و ورمی‌کمپوست و کودهای آلی منجر به افزایش وزن خشک و فسفر گیاه در مقایسه با نمونه شاهد شده است (Chand *et al.*, 2011). در تحقیقی تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشدی ریحان نشان داد، کاربرد ۵ تن ورمی‌کمپوست در هکتار باعث افزایش عملکرد زیستی شد. پژوهشگران اظهار داشتند، افزودن ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها دسترسی عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و زیستی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش رشد اندام‌های هوایی و تولید ماده خشک و در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز فراهم آورده است (Anwar *et al.*, 2005). در تحقیقی دیگر مشخص شد که تأثیر ورمی‌کمپوست در کشت رازیانه باعث افزایش جذب عنصرهای غذایی و نورساخت (فتوسنتز) در این گیاه می‌شود (Darzi *et al.*, 2008). در مورد گیاه دارویی بابونه نیز کاربرد ورمی‌کمپوست، باعث افزایش شاخص‌های رشدی به دنبال افزایش جذب عنصرهای غذایی در این گیاه می‌شود (Azizi *et al.*, 2008). امروزه توجه ویژه‌ای به ساماندهی مدیریت تلفیقی تغذیه گیاهی معطوف شده است که در آن، منابع آلی و زیستی (بیولوژیک) به همراه کاربرد بهینه کودهای شیمیایی مورد نظر بوده و منجر به بهبود و حفظ حاصلخیزی، ساختمان، فعالیت‌های زیستی، ظرفیت تبادل کاتیونی و ظرفیت نگهداری رطوبت خاک می‌شود (Baranauskiene *et al.*, 2003). بررسی‌های انجام‌شده درباره تأثیر منابع گوناگون کودی و همچنین نسبت‌های مختلف کودی که در بیشتر مواقع کاربرد ۱۰۰ و ۵۰ درصد کود شیمیایی توصیه‌شده به تنهایی یا در ترکیب با دیگر منابع کودی از جمله کودهای دامی، کمپوست و کودهای زیستی به کار رفته‌اند، نشان داده‌اند که در اغلب موارد، ویژگی‌های

بر پایه نیاز کودی شمععدانی معطر و ویژگی‌های خاک تعیین شد. به منظور اجرای طرح، عملیات تهیه زمین هفته آخر فروردین‌ماه ۱۳۹۳ و عملیات آماده‌سازی بستر خاک با استفاده از وسایل مکانیزه (گاوآهن و دیسک) صورت گرفت. کرت‌های آزمایشی در ابعاد ۳×۴ متر و دارای ۵ پشته و فاصله پشته‌ها و فاصله هر گیاه روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر بود. فاصله بین بلوک‌ها ۱ متر و فاصله کرت‌ها یک ردیف نکاشت در نظر گرفته شد. ورمی‌کمپوست پیش از کاشت به زمین اضافه و با خاک تا عمق ۱۵ سانتی‌متر مخلوط شد. ۵۰ درصد کود اوره پیش از کاشت و بقیه پس از برداشت اول و آغاز رشد دوباره گیاه داده شد. در تاریخ ۹۲/۹/۱۵ اقدام به کشت قلمه‌ها در خزانه شد. قلمه‌های علفی به‌طور کلی یکنواخت از گیاهان مادری گرفته‌شده و بی‌درنگ در بستر ماسه کاشته شدند و در ۹۳/۲/۲ قلمه‌های ریشه‌دار که ارتفاع آن‌ها حدود ۲۰ سانتی‌متر بود به زمین اصلی منتقل شد. قلمه‌ها در عمق ۱۵ سانتی‌متری قرار گرفتند.

برداشت اول پس از ۶ ماه و پیش از گلدهی در تاریخ ۱۳۹۳/۸/۱۵ و برداشت دوم نیز پیش از گلدهی در ۹۴/۳/۲۰ آغاز شد. صفات مورد ارزیابی شامل ارتفاع بوته، شمار شاخه جانبی، عملکرد زیستی، عملکرد سرشاخه، درصد اسانس، عملکرد اسانس و شاخص برداشت بودند. برای تعیین اجزای عملکرد در هنگام برداشت، ده بوته به‌طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات ارتفاع بوته و شمار شاخه در بوته، اندازه‌گیری شدند. روش برداشت به‌صورت قطع همه اندام‌های هوایی در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری سطح خاک بود. در زمان برداشت عملکرد پیکره رویشی تر بوته و پس از آن پیکره رویشی خشک گیاه پس از خشک‌کردن پیکر رویشی تر گیاه به روش وزنی اندازه‌گیری شد، اسانس‌گیری از گیاهان خشک‌شده در سایه به روش تقطیر توسط دستگاه اسانس‌گیر با ۵۰ گرم ماده خشک به مدت سه ساعت انجام شد و درصد اسانس نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم بدون آب، رطوبت‌زدایی شد (Kapoor et al., 2004).

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزار آماری (SAS) و برای تجزیه واریانس نتایج هر برداشت

کیفی همانند درصد اسانس، لعاب (موسیلاژ)، سبزینه (کلروفیل) برگ، نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روغن دانه در تیمارهای تلفیقی کود شیمیایی و زیستی و ارگانیک بیشتر از دیگر روش‌های کوددهی بوده‌اند (Maki Zadeh, 1391). در نتایج تحقیقی، پژوهشگران تأثیر انواع کودهای آلی و زیستی در افزایش شمار شاخه‌های اصلی و فرعی گیاه دارویی رازیانه را معنی‌دار گزارش کردند، آنان دلیل این موضوع را به فراهمی بیشتر عنصرهای غذایی برای گیاه در نتیجه کاربرد کودهای آلی و زیستی نسبت دادند (Moradi, 2009).

با توجه به گسترش آلودگی‌های ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی و اثر آن‌ها روی محیط‌زیست، کاربرد کودهای آلی و زیستی برای تأمین نیازهای غذایی گیاهان امری ضروری است. لذا، در این آزمایش اثر کاربرد کودهای آلی و شیمیایی بر برخی شاخص‌های رشدی و عملکرد اندام‌های رویشی گیاه دارویی شمععدانی معطر در طی دو تاریخ برداشت بررسی شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۹۳-۹۲ در منطقه نورآباد ممسنی از توابع استان فارس با طول شمالی ۳۱° ۵۱' و عرض شرقی ۷۱° ۳۰' و ارتفاع از سطح دریا ۹۲۰ متر به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار در سه تکرار و دو برداشت انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون کاربرد کود و ورمی‌کمپوست)، ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن، ۴ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه ۱۶۰ کیلوگرم نیتروژن، ۸ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۲ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه ۸۰ کیلوگرم نیتروژن، ۱۶ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بودند. زمین محل اجرای طرح در سال زراعی پیش‌آیش بود. نمونه خاک به‌صورت تصادفی از زمین محل اجرای آزمایش برداشت و برای تعیین خواص فیزیکوشیمیایی به آزمایشگاه منتقل شد که نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. همچنین میزان عنصرهای غذایی ورمی‌کمپوست مورد استفاده نیز تعیین شد (جدول ۱). مقادیر سطوح ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

(جدول ۳). در نتایج پژوهشی مشاهده شد، کودهای آلی و زیستی ارتفاع گیاه ریحان را افزایش داده و این افزایش ارتفاع با عملکرد تر و خشک از نظر آماری رابطه معنی‌دار و مثبتی داشت. افزایش ارتفاع گیاه در نتیجه کاربرد کودهای آلی و زیستی می‌تواند ناشی از بهبود ساختمان خاک و افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک و تأمین عنصرهای غذایی باشد (Tahami Zarandi, 2010).

درزمینه تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش ارتفاع بوته، باید اظهار داشت، این امر احتمال دارد ناشی از افزایش جذب عنصرهای غذایی، به‌ویژه فسفر و نیتروژن و تأثیر آن بر بهبود نورساخت و در نتیجه افزایش رشد بوته باشد. ارتفاع کمتر گیاهان در نخستین برداشت می‌تواند به دلیل آزادسازی کمتر و تدریجی عنصرهای غذایی توسط کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی و تأثیر تدریجی بر رشد گیاه در برداشت دوم باشد. در برداشت اول بیشتر انرژی گیاه صرف رشد و گسترش شبکه ریشه‌ای و استقرار گیاه می‌شود ولی در برداشت دوم شبکه ریشه‌ای رشد یافته و گیاه استقرار پیدا کرده و بیشتر انرژی خود را صرف افزایش ارتفاع و تولید شاخ و برگ بیشتر می‌کند (Rezvani Moghadam et al., 2014).

استفاده شد. نتایج دو برداشت نیز به‌صورت طرح اسپیلیت در زمان، بررسی شد. همچنین برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، تأثیر تیمارها و برداشت در سطح احتمال ۱ درصد بر ارتفاع بوته شمعدانی معطر معنی‌دار بود ولی اثر متقابل کود و برداشت بر ارتفاع بوته معنی‌دار نبود (جدول ۲). ارتفاع بوته در تیمار کاربرد خالص کودهای آلی (تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار) بیشتر از تیمارهای تلفیقی و تیمارهای تلفیقی بیشتر از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود و کمترین میزان نیز در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) مشاهده شد (جدول ۳). تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بیشترین میزان و در حدود ۲۹/۳۴ درصد بیشتر از تیمار شاهد و ۳/۷۳ درصد بیشتر از تیمار ۱۶ تن ورمی‌کمپوست به‌همراه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را داشت (جدول ۳). تأثیر برداشت بر ارتفاع بوته نیز معنی‌دار شد و میزان این صفت در برداشت دوم بیشتر از برداشت اول بود

جدول ۱. مشخصات فیزیکی و شیمیایی ورمی‌کمپوست و خاک محل آزمایش

Table 1. Physical and chemical properties of vermicompost and soil

	Texture	pH	EC (ds.m ⁻¹)	Potassium (%)	Phosphorus (%)	Nitrogen (%)	Organic carbon (%)
Vermicompost	-	7.1	5.3	1.3	1.4	1.0	12.1
Soil	Silty clay	7.6	0.9	1	0.9	0.07	0.7

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر برداشت و سطوح متفاوت ترکیب کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد شمعدانی معطر

Table 2. Analysis of variance of the effect of harvest time and combining different levels of fertilizer on yield and yield components of geranium

S.O.V	df	Mean Squar						
		Plant height	Number of lateral branches	Shoot yield	Biologic yield	Harvest index	Oil content	Essential oil yield
Blocks	2	6.360 ^{ns}	0.042 ^{ns}	49544.93 ^{ns}	401522.63*	3.597 ^{ns}	0.0086*	21.549*
Fertilizer	6	243.602**	20.180**	1145328.73**	8860841.97**	1.694 ^{ns}	0.0638**	256.746**
Error a	12	21.365	1.539	97492.54	960344.57	2.123	0.0117	28.677
Harvest time	1	1345.722**	92.026**	1266494.28**	9679974.67**	0.326 ^{ns}	0.4884**	996.987**
Fertilizer × harvest time	6	3.038 ^{ns}	0.621 ^{ns}	45613.32 ^{ns}	3433640.22*	0.358 ^{ns}	0.0014 ^{ns}	13.910*
Harvest time × blocks	2	12.303 ^{ns}	0.407 ^{ns}	3746.57 ^{ns}	438303.91*	4.301 ^{ns}	0.0016 ^{ns}	0.836 ^{ns}
Error b	12	9.506	0.8425	25940.98	99683.73	2.094	0.0013	3.874
C.V%		3.99	7.45	5.07	3.42	4.21	4.76	7.97

ns, **, *: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns, **, *: means no significant and significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

شمار شاخه جانبی

داده‌های به‌دست‌آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲)، نشانگر آن بود که تأثیر تیمارها و برداشت در سطح احتمال ۱ درصد بر شمار شاخه معنی‌دار شد، اما اثر متقابل کود و برداشت بر این صفت معنی‌دار نشد. بر پایه داده‌های مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳)، بیشترین شمار شاخه در بوته مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست با افزایش ۵۸/۴۸ درصدی نسبت به تیمار شاهد و ۵/۹۵ درصدی نسبت به تیمار ۱۶ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌همراه ۴۰ کیلوگرم کود نیتروژنه در هکتار بود. کودهای آلی با جذب بهتر عنصرهای غذایی و تغذیه مناسب و در نتیجه افزایش میزان نورساخت و رشد گیاه، در نهایت باعث بهبود شمار شاخه در بوته گیاه شمعدانی معطر شده است. این نتیجه با نتایج Darzi et al. (2006) در مورد گیاه رازیانه، همخوانی دارد. آنان گزارش کردند، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست سبب افزایش شمار شاخه در بوته می‌شود. در مقایسه بین دو تاریخ برداشت، برداشت دوم بیشترین شمار شاخه جانبی در بوته را به خود اختصاص داد. به‌نظر می‌رسد بیشتر بودن شمار شاخه جانبی در بوته در برداشت دوم به این دلیل باشد که در برداشت اول تنها یک ساقه اصلی وجود داشته ولی پس از برداشت چین اول شاخه‌های جانبی تشکیل شد. به‌عبارت دیگر با برداشت اول گیاه دوباره آغاز به رشد کرده و شاخه‌های جانبی بیشتری تولید می‌کند (Rezvani Moghadam et al., 2014).

عملکرد زیستی

کاربرد تیمارهای کودی و برداشت بر عملکرد زیستی شمعدانی معطر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). برهمکنش برداشت و کود نیز بر این صفت در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۱) نشان می‌دهد، بیشترین عملکرد زیستی (۱۱۳۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در برداشت دوم بود و کمترین میزان عملکرد زیست‌توده (بیوماس) مربوط به تیمار شاهد (۷۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در برداشت اول به دست آمد (شکل ۱). در هر دو برداشت آزمایش، عملکرد زیست‌توده در تیمار کاربرد خالص

کودهای آلی (تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار) بیشتر از تیمارهای تلفیقی و تیمارهای تلفیقی بیشتر از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (شکل ۱). از نظر تأثیر بر عملکرد زیست‌توده شمعدانی معطر در این آزمایش به‌نظر می‌رسد که ورمی‌کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت موجود در خاک و افزایش میزان نیتروژن در دسترس گیاه باعث ایجاد شرایط مناسب‌تر برای رشد شده، که خود باعث افزایش درصد ساقه و برگ و در نهایت افزایش عملکرد زیست‌توده می‌شود (Salehi et al., 2011). این نتیجه با یافته Tahami Zarandi (2010) که تأثیر کودهای شیمیایی و آلی را بر ویژگی‌های ریحان بررسی کرد همخوانی دارد. نتیجه این آزمایش با نتایج پژوهش انجام‌شده روی رازیانه همخوانی داشت (Kochehi et al., 2008). نتایج بیانگر آن بود، در دو سال آزمایش، کاربرد کودهای زیستی منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس نسبت به شاهد شدند و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی در مقایسه با سال اول مقادیر بیشتری داشتند.

عملکرد سرشاخه

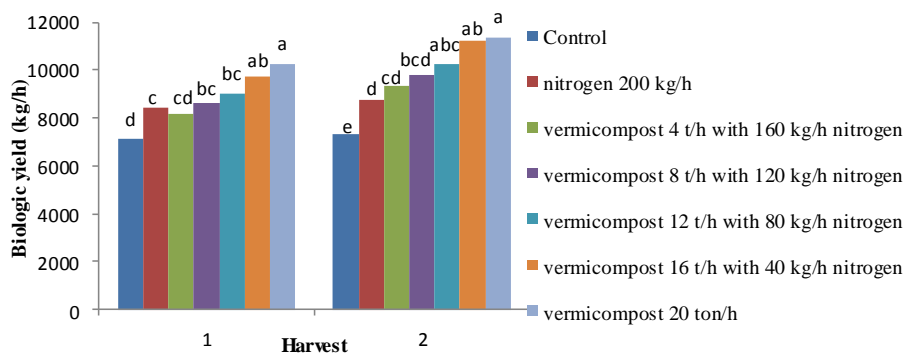
بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) گویای معنی‌دار بودن تأثیر تیمارهای مختلف کودی و برداشت بر صفت عملکرد سرشاخه در سطح احتمال ۱ درصد است. اما اثر متقابل برداشت و کود بر این صفت معنی‌دار نیست. نتایج مقایسه میانگین نشان می‌دهد، بالاترین عملکرد سرشاخه (۳۸۲۲/۲ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کمترین میزان عملکرد سرشاخه مربوط به تیمار شاهد (۲۴۶۱/۱ کیلوگرم در هکتار) بود. در بین تیمارهای تلفیقی با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست عملکرد سرشاخه افزایش یافت. تأثیر برداشت بر عملکرد سرشاخه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود و برداشت دوم نسبت به برداشت اول برتری داشت (جدول ۳). افزایش عملکرد سرشاخه در برداشت دوم می‌تواند به‌دلیل گرایش بیشتر گیاه در نتیجه چین‌برداری و تولید شاخه‌های فرعی بیشتر باشد. تیمار خالص کود شیمیایی نسبت به تیمار خالص کود آلی و تیمارهای تلفیقی آلی و شیمیایی تأثیر کمتری بر

یافت (Arancon *et al.*, 2004) بلکه ورمی‌کمپوست با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای زیستی خاک، ضمن ایجاد یک بستر مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش تولید ماده خشک، عملکرد سرشاخه و درصد اسانس شد که در نهایت بهبود عملکرد اسانس را نیز فراهم کرده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق مبنی بر افزایش درصد اسانس در راستای افزایش میزان ورمی‌کمپوست با نتایج محققان دیگر روی بابونه (Salehi *et al.*, 2011)، ریحان (Azizi *et al.*, 2007) و رازیانه (Darzi *et al.*, 2008) همخوانی دارد. در این پژوهش درصد اسانس گیاه دارویی شمعدانی معطر در دومین برداشت در حدود ۳۳/۱۸ درصد بیشتر از نخستین برداشت بود. به نظر می‌رسد که افزایش درصد ناشی از افزایش دمای محیط در دومین برداشت، پیری گیاه و نیز افزایش حجم رویشی گیاه و افزایش رقابت بین و درون گیاهی بوده که در نتیجه باعث ایجاد شرایط نامساعدتر برای گیاه و در نتیجه تولید بیشتر متابولیت‌های ثانویه به عنوان یک عامل دفاعی گیاه در شرایط نامناسب شده است. نتایج تحقیقی روی بابونه نیز نشان داد، بیشترین درصد و عملکرد اسانس گیاه در برداشت دوم به دست آمد (Ebadi *et al.*, 2010). در نتایج تحقیقی روی گیاه آویشن گزارش شد، بیشترین درصد اسانس گیاه در تاریخ برداشت چهارم به دست آمد (Naghdi Badi *et al.*, 2002). نتایج پژوهش Zarandi Tahami (2010) روی ریحان بیانگر آن بود که درصد اسانس در تیمارهای کود آلی نسبت به شاهد افزایش یافت.

عملکرد سرشاخه شمعدانی معطر داشته است. پژوهشگران افزایش عملکرد در نظام‌های تلفیقی را ناشی از همخوانی بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه در نظام‌های تلفیقی می‌دانند (Vazques *et al.*, 2000). در این رابطه در یک آزمایش شش ساله با کاربرد هر دو سال یک‌بار کود دامی به میزان ۱۵ تن و کاربرد هر ساله ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود شیمیایی کامل، مشاهده شد که کود دامی باعث افزایش عملکرد گندم به میزان ۱۶ درصد شد، در حالی که کود شیمیایی عملکرد گندم را ۹-۸ درصد افزایش داد (Chata *et al.*, 2002).

درصد اسانس

داده‌های به دست آمده از تجزیه واریانس از نظر درصد اسانس، نشانگر آن بود که تأثیر تیمارها و تاریخ برداشت در سطح احتمال ۱ درصد بر درصد اسانس معنی دار شد. ولی اثر متقابل برداشت و کود بر درصد اسانس سرشاخه معنی دار نشد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان دهنده آن بود که میان سطوح مختلف ورمی‌کمپوست اختلاف معنی داری وجود داشت به طوری که درصد اسانس در تیمار ۲۰ تن بیشترین میزان (حدود ۴۹/۱ درصدی بیشتر از تیمار شاهد) را داشت (جدول ۳). در رابطه با افزایش درصد اسانس و عملکرد اسانس در تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست، به نظر می‌رسد با افزایش میزان ورمی‌کمپوست به خاک نه تنها فراهمی عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه به ویژه نیتروژن و فسفر افزایش



شکل ۱. برهمکنش زمان برداشت و کود بر عملکرد زیستی شمعدانی معطر
Figure 1. Intraction of harvest and fertilizer on biological yield of geranium

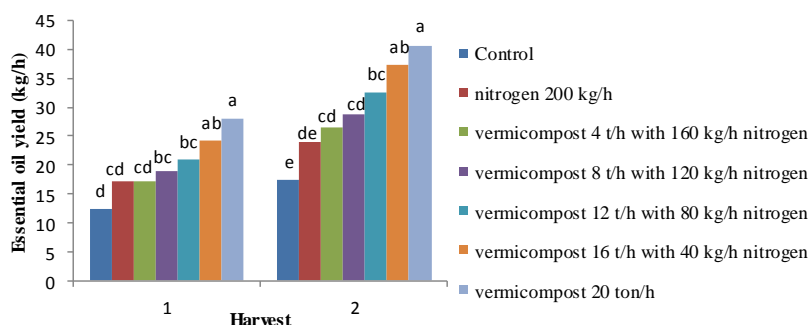
عملکرد اسانس

عملکرد اسانس (Artemisia pallens) انجام شد، نتایج نشان داد، کاربرد ورمی کمپوست موجب بهبود فراوان عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد شد که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده خشک ناشی از مصرف ورمی کمپوست بود (Pandy, 2005). در نتایج تحقیقی روی *P. graveolense* گزارش شد، ترکیب کود آلی ورمی کمپوست و کود شیمیایی باعث افزایش عملکرد محصول و عملکرد بالای اسانس می شود (Singh, 2011). به طور همسان Ram et al. (2003) گزارش کردند، کاربرد کاه و کلش برنج به عنوان کود آلی بالاترین عملکرد اسانس را در گیاه *P. graveolense* نشان داد.

شاخص برداشت

در هیچیک از تیمارها شاخص برداشت اختلاف معنی داری را با دیگر تیمارها نشان نداد که این نتیجه گویای نبود تأثیر ورمی کمپوست و نیتروژن بر شاخص برداشت است. تأثیر برداشت و اثر متقابل برداشت و کود نیز بر شاخص برداشت معنی دار نبود (جدول ۲).

کاربرد تیمارهای کودی، بارهای برداشت و اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد اسانس شمعدانی معطر معنی دار شد (جدول ۲). با توجه به تفاوت معنی دار عملکرد سرشاخه در تیمارهای مختلف و ثبات نسبی درصد اسانس، عملکرد اسانس نیز روندی همسان با عملکرد سرشاخه داشت. بیشترین میزان عملکرد اسانس گیاه شمعدانی معطر (۴۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست و در برداشت دوم بود و کمترین میزان این صفت (۱۲/۴۵ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تیمار شاهد در برداشت اول بود (شکل ۲). از نظر افزایش عملکرد اسانس در برداشت دوم می توان بیان کرد، به دلیل استقرار کامل گیاه پس از برداشت اول و آزادسازی بیشتر عنصرهای غذایی ورمی کمپوست با گذشت زمان، گیاه شمعدانی معطر با جذب این عنصرهای غذایی شاخ و برگ بیشتری تولید کرده و عملکرد سرشاخه و به دنبال آن عملکرد اسانس نیز افزایش می یابد. در بررسی که روی گیاه دارویی درمنه



شکل ۲. اثر متقابل برداشت و کود بر عملکرد اسانس شمعدانی معطر

Figure 2. Intraction of harvest index and fertilizer on essential oil yield of geranium

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر برداشت و سطوح متفاوت ترکیب کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد شمعدانی معطر

Table 3. Mean comparison effect of harvest time and combining different levels of fertilizer on yield and yield components of geranium

Factors	Plant height (cm)	Number of lateral branches	Essential oil yield (kg ha ⁻¹)	Oil content (%)
Harvest				
First harvest	71.70 ^b	10.83 ^b	3001.6 ^b	0.65 ^b
Second harvest	83.02 ^a	13.79 ^a	3348.9 ^a	0.87 ^a
Fertilizer				
Control	66.64 ^d	9.32 ^e	2461.1 ^d	0.96 ^d
nitrogen 200 kg.h ⁻¹	74.23 ^c	11.32 ^d	2980.6 ^c	0.68 ^{cd}
vermicompost 4 t.h ⁻¹ with 160 kg.h ⁻¹ nitrogen	75.03 ^c	11.42 ^d	2987.8 ^c	0.72 ^{bcd}
vermicompost 8 t.h ⁻¹ with 120 kg.h ⁻¹ nitrogen	77.38 ^{bc}	12.23 ^{cd}	3169.4 ^{bc}	0.75 ^{bc}
vermicompost 12 t.h ⁻¹ with 80 kg.h ⁻¹ nitrogen	78.95 ^{bc}	13.18 ^{bc}	3261.1 ^{bc}	0.81 ^{abc}
vermicompost 16 t.h ⁻¹ with 40 kg.h ⁻¹ nitrogen	83.09 ^{ab}	13.94 ^{ab}	3544.4 ^{ab}	0.86 ^{ab}
vermicompost 20 ton.h ⁻¹	86.19 ^a	14.77 ^a	3822.2 ^a	0.90 ^a

در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک بر پایه آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارد.

Averages with same letters on every column are not significantly different at 5% level of probability by LSD Test.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد، نوع کود مصرفی و تأثیر برداشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی شمععدانی معطر تأثیر معنی‌داری داشت و اثر متقابل کود و برداشت تنها بر صفات عملکرد اسانس و عملکرد زیستی معنی‌دار بود. بیشترین میزان ارتفاع (۸۶/۱۹ سانتی‌متر)، شمار شاخه در بوته (۱۴/۷۷ عدد)، درصد اسانس (۰/۹۰ درصد)، عملکرد سرشاخه (۳۸۲۲/۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار مشاهده شد. همچنین بیشترین عملکرد زیست‌توده (۱۱۳۶۶/۷ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد

اسانس (۴۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و برداشت دوم مشاهده شد. کمترین میزان عملکرد سرشاخه (۲۴۶۱/۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد مشاهده شد و کمترین عملکرد اسانس (۱۲/۴۵ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) در برداشت اول به دست آمد. همچنین نتایج نشان داد، اختلاف معنی‌داری بین تیمار ۲۰ تن ورمی‌کمپوست و تیمار تلفیقی ۱۶ تن ورمی‌کمپوست به همراه ۴۰ کیلوگرم نیتروژن روی صفات کلیدی عملکرد سرشاخه و میزان اسانس شمععدانی معطر وجود ندارد.

REFERENCES

- 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 Analysis*, 36(13-14), 1737-1746.
- Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004). Influence of vermicomposts on field strawberries: part 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
- Azizi, M., Lakzian, A. & Bagani, M. (2007). Effect of different amount of vermicompost and vermiwash on morphological factors and essential oil content of Basil. *Agricultural Sciences and Technology Journal*, 2, 5-8. (in Farsi)
- Azizi, M., Rezwaneh, F., Hassanzadeh Khayat, M., Lackzian, A. & Neamati, H. (2008). The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricaria recutita*). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 1, 82-93. (in Farsi)
- Baranauskiene, R., Venskutonis, P. R., Viskelis, P. & Dambrauskiene, E. (2003). Influence of nitrogen fertilizers on the yield and composition of thyme (*Thymus vulgaris*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26(51), 7751-7758.
- Chand, S., Pandey, A., Awar, M. & Patra, D. D. (2011). Influence of integrated supply of vermicompost, biofertilizer, and inorganic fertilizer on productivity and quality of rose scented geranium (*Pelargonium species*). *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 2(3), India, September, pp. 375-382.
- Chatha, T. H., Hayat, R. & Latif, I. (2002). Influence of sewage sludge and organic manures application of wheat yield and heavy metal availability. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2, 79-81.
- Claudio, P.J., Raphael, B., Alves, F., Kamiila, L.R., Brunade, S.N. & Priscila, M. (2009). Zn (II) adsorption from synthetic solution and kaolin wastewater on vermicompost. *The Science of Total Environment*, 162, 804-811.
- Darzi, M. T., Ghalavand, A. & Rejali, F. (2008). Effect of mycorrhiza, vermicompost and phosphate biofertilizer application on flowering, biological yield and root colonization in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 10(1), 88-109. (in Farsi)
- Darzi, M. T., Ghalavand, A., Rejali, F. & Sefidkon, F. (2006). Effects of biofertilizers application on yield and yield components in Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4), 276-292. (in Farsi)
- Ebadi, M., Azizi, M., Omidbaigi, R. & Hassanzadeh Khayat, M. (2010). Effect of sowing date and harvest frequency on flower yield, essential oil percent and composition in chamomile (*Matricaria recutita* L.) cv. Presov. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 26(2), 213-226. (in Farsi)
- Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2004). Improved growth and essential oil yield & quality in *foeniculum vulgare* Mill on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. *Bioresource Technology*, 93, 307-311.
- Kochehi, A., Tabrizi, L. & Ghorbani, R. (2008). Evaluating effect of biofertilizers on growth, yield and quality characteristics of Hyssop. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6(1), 127-137. (in Farsi)

14. Lis-Balchin, M. (2002). *Geranium & Pelargonium*. Published by Taylor & Francis London and New York, 51-223.
15. Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. & Khavazi, K. (1391). The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Sustainable Agricultural Knowledge*. University of Tabriz, Iran, 22(1), 1-12. (in Farsi)
16. Mirzaei, R., Kambozia, J., Sabahi, H. & Mahdavi, A. (2009). Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Crops Researches*, 7(1), 257-267. (in Farsi)
17. Moradi, R. (2009). *Evaluation of biologic and organic fertilizers effects on grain yield, yield components and essence of fennel (Foeniculum vulgare)*. M.Sc. dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
18. Motsa, M. N. (2006). *Essential oil yield and composition of Ros-Scented Geranium (Pelargonium sp) as influenced by harvesting frequency and plant age*. Submitted in partial fulfillment of requirements for the degree M.SC. (Agric) Agronomy. University of Pretoria.
19. Naghdi Badi, H. A., Yazdani, D., Nazari, F. & Mohammad Ali, S. (2002). The seasonal changes of yield and essential oil components in different density of *Thymus vulgaris*. *Journal of Medicinal Plants*, 5, 56-81. (in Farsi)
20. Parvareh, A., Movahedian, H. & Hamidian, L. (2003). Survey of chemical quality and fertilizer value of vermicomposted municipal wastewater sludge. *Isfahan Wastewater*, 50, 29-33. (in Farsi)
21. Pandey, R. (2005). Mangement of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics. *Phytoparasitica*, 33(3), 304-308.
22. Ram, M., Ram, D. & Roy, S. K. (2003). Influence of an organic mulching on fertilizer nitrogen use efficiency and herb and essential oil yields in geranium (*Pelargonium graveolens*). *Bioresour Technol*, 87, 273-278.
23. Rezvani Moghadam, P., Bakhshayi, S., Amin Ghaphori, A. & Jafari, L. (1393). Effect of different fertilizer management on (*Satureja hortensis* L.) production in Mashhad. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 12(1) 27-32. (in Farsi)
24. Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. & Asgharzade, A. (2011). The effect of Zeolite, PGPR and vermicompost application on NPK 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. (in Farsi)
25. Singh, M. (2011). Effect of integrated nutrient management through vermicompost and inorganic fertilizers on growth yield, nutrient uptake and oil quality of geranium (*Pelargonium graveolens* L'Her. ex Ait.) grown on alfisol. *Journal of Spices Aromat Crops*, 20, 55-59.
26. Tahami-Zarandi, S. M. K., Rezavani Moghadam, P. & Jahan, M. (2010). Effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential percentage of basil (*Osimum basilicum* L.). *Journal of Agroecology*, 2(1), 63-74. (in Farsi)
27. Vazques, P., Holguin, G. & Puente, M. (2000). Phosphat solubilizing micro organism associated with the rizospferte of mangroves in semi aird coastalagoon. *Bioligy Firitility of Soils*, 30, 460-468.