

تأثیر کود دامی و زیستی حل کننده فسفات بر رشد، عملکرد و کیفیت اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) در منطقه فیروزکوه

حسام میری^۱ و محمدتقی درزی^{۲*}

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد گروه زراعت واحد رودهن - دانشگاه آزاد اسلامی رودهن، ایران. ۲. دانشیار گروه زراعت واحد

رودهن - دانشگاه آزاد اسلامی رودهن، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۰۸)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای دامی و زیستی حل کننده فسفات بر رشد، عملکرد و کیفیت اسانس بادرشبی، آزمایشی به صورت فاکتوریل شامل کود دامی (۰، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) و کود زیستی بیوسوپرفسفات (بدون تلقیح و تلقیح با بذر) در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی شرکت کشاورزی ران در شهرستان فیروزکوه در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد، بیشترین وزن خشک بوته (۷/۸۳ گرم) و عملکرد اسانس (۹/۱۱ کیلوگرم در هکتار) در کاربرد ۲۰ تن کود دامی به دست آمد. کود زیستی بیوسوپرفسفات نیز تأثیر معنی داری روی غالب صفات داشت، به طوری که بیشترین شمار سرشاخه گلدار در بوته (۷/۵)، وزن خشک بوته (۶/۶۵ گرم)، عملکرد اسانس (۸/۸۱ کیلوگرم در هکتار) و درصد ژرانیول (۰/۶۰۱) و درصد لینالول (۰/۹۳) در اسانس در تیمار کاربرد بیوسوپرفسفات (تلقیح با بذر) به دست آمد. همچنین اثر متقابل در بین عامل ها بر عملکرد سرشاخه گلدار، میزان اسانس و درصد ژرانیول اسانس در اسانس معنی دار شد، به طوری که بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار (۳۰۷۵/۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۰ تن کود دامی و بدون کاربرد بیوسوپرفسفات و بیشترین میزان اسانس (۰/۳۶۶) در تیمار ۱۰ تن کود دامی و کاربرد بیوسوپرفسفات و نیز بیشترین درصد ژرانیول اسانس در تیمار اسانس (۰/۲۷/۹۹) در تیمار ۲۰ تن کود دامی و کاربرد بیوسوپرفسفات به دست آمد. در مجموع بیشترین عملکردهای سرشاخه گلدار و اسانس با کاربرد کود دامی و بیوسوپرفسفات و بیشترین کیفیت اسانس با کاربرد بیوسوپرفسفات به دست آمد.

واژه های کلیدی: اسانس، بیوسوپرفسفات، ژرانیول اسانس، سرشاخه گلدار، کود آلی.

Effects of manure and phosphate solubilizing biofertilizer on growth, yield and essential oil quality of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in Firouzkoh region

Hesam Miri¹ and Mohammad Taghi Darzi^{2*}

1. Graduate Student of Department of Agriculture, Department of Agriculture, Roodehen Branch, Islamic Azad University, Roodehen, Iran. 2. Associate Professor, Department of Agriculture, Department of Agriculture, Islamic Azad University, Roodehen Branch, Iran

(Received: July 19, 2017- Accepted: October 30, 2017)

ABSTRACT

In order to study the effects of manure and phosphate solubilizing biofertilizer on growth, yield and essential oil quality of dragonhead, an experiment was conducted as factorial experiment include manure (0, 10 and 20 ton/ha) and biosuperphosphat biofertilizer (non-inoculated and inoculated seeds), in the base of randomized complete blocks design with three replications at research field of Agriculture Company of Ran in Firouzkoh of Iran in 2015. The results showed that the highest dry weight of plant (7.83 g) and essential oil yield (9.11 kg/ha) were obtained in application of 20 t/ha manure. Biosuperphosphat biofertilizer showed significant effects on studied traits, as the highest flowering shoot No./plant (7.5), dry weight of plant (6.65 g), essential oil yield (8.81 kg/ha) and geraniol percent (6.01%) and linalool percent (0.93%) in essential oil in treatment of application of biosuperphosphat (inoculated seeds) were obtained. Also, the interactions effect of factors on yield of flowering shoot, essential oil content and geranyl acetate percent in essential oil were significant, as the highest yield of flowering shoot (3075.0 kg/ha) in treatment of 20 t/ha manure and without application of biosuperphosphat and the maximum essential oil content (0.366%) in treatment of 10 t/ha manure and application of biosuperphosphat and the highest geranyl acetate percent in essential oil (27.99%) in treatment of 20 t/ha manure and application of biosuperphosphat were obtained. Generally, the highest flowering shoot and essential oil yields with application of manure and biosuperphosphat the highest essential oil quality with biosuperphosphat application were obtained.

Key words: Essential oil, Organic fertilizer, Biosuperphosphat, Flowering shoot, Geranyl acetate.

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

مقدمه

یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای آلی و زیستی در نظام‌های زراعی با هدف حذف یا کاهش فراوان کاربرد نهاده‌های شیمیایی است (Sharma, 2002). در بین کودهای آلی، کود دامی نیز به‌عنوان جایگزینی طبیعی برای کودهای شیمیایی استفاده می‌شوند. این کودها از نظر اقتصادی به صرفه بوده و در بازچرخش عنصرهای غذایی و مواد آلی در بوم‌نظام (اکوسیستم)‌های کشاورزی نقش ویژه دارند و می‌توانند سبب پایداری نظام‌های کشاورزی و بهبود ساختمان خاک، افزایش نگهداری رطوبت، بهبود فعالیت زیستی خاک و افزایش عملکرد گیاهان زراعی شوند (Kamayestani *et al.*, 2015).

ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) حل‌کننده فسفات نیز یکی از انواع کودهای زیستی به شمار می‌آیند که با افزایش حلالیت فسفر در فسفات‌های کانی کم محلول مانند سنگ فسفات و یا با تولید آنزیم فسفاتاز و آزادسازی فسفر از مواد آلی، سبب بهبود رشد و عملکرد گیاهان زراعی می‌شوند (Toro *et al.*, 1997; Gyaneshwar *et al.*, 2002).

در بین گیاهان دارویی، بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) گیاهی علفی و یک‌ساله از خانواده نعناعیان بوده که منشأ آن جنوب سیریری است. برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار این گیاه معطر و حاوی اسانس هستند. اسانس بادرشبی خاصیت ضد باکتریایی دارد و از آن در صنایع داروسازی برای درمان دل‌درد و نفخ شکم استفاده می‌شود. همچنین از اسانس آن در صنایع غذایی، نوشابه‌سازی و آرایشی و بهداشتی استفاده‌های فراوانی به عمل می‌آید (Omidbaigi, 1997; Hussein *et al.*, 2006; Abdel Baky, 1997; Maham *et al.*, 2013; and El Baroty, 2008).

ترکیب‌های عمده شناخته‌شده در اسانس بادرشبی شامل ژرانیال، نرال، ژرانیل‌استات، ژرانیول و نریل‌استات هستند (Omidbaigi, 1997; Abdel Baky & El Baroty, 2008).

در رابطه با پژوهش‌های انجام‌گرفته درباره کاربرد کودهای آلی و زیستی روی گیاهان دارویی، Tarafi *et al.* (2016) در تحقیقی روی گیاه دارویی بادرشبی نشان دادند، کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات (*Bacillus* sp.) سبب افزایش شمار سرشاخه گلدار و وزن خشک گیاه شد. آنان در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، تلقیح گیاهان با این باکتری‌ها سبب افزایش جذب فسفر در گیاه شده

به‌طوری‌که این عنصر، این امکان را فراهم می‌کند که گیاه بتواند انرژی بیشتری را صرف تولید اندام‌های زایشی کند. همچنین پژوهش‌های Bashirifar *et al.* (2016) روی مرزه و Mafakheri *et al.* (2016) روی بالنگوی شهری به ترتیب مبین افزایش عملکرد اسانس و درصد اسانس در اثر کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات بود. یافته‌های Darzi *et al.* (2013) روی انیسون و Nikoupour *et al.* (2014) روی زنیان، نشان‌دهنده بهبود کیفیت اسانس در نتیجه کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات بود. در دو تحقیق دیگر نیز مشاهده شد، کاربرد کود زیستی فسفره، سبب افزایش بارز درصد تیمول اسانس آویشن باغی و درصد مورولول اسانس همیشه‌بهار شد (Hosseini & Hadipour, 2014; Mohammadpour *et al.*, 2015). در پژوهش Razipour *et al.* (2016) روی بادرنجبویه، مشاهده شد که کاربرد ۲۰ تن کود دامی، موجب افزایش شاخه فرعی، وزن خشک بوته، درصد و عملکرد اسانس شد. در پژوهشی روی گاوزبان ایرانی مشاهده شد که کاربرد ۳۰ تن کود دامی، موجب افزایش بارز شمار گل در بوته و عملکرد گل شد (Amiri *et al.*, 2016). آنان در نتایج بررسی‌های خود بیان داشتند، کاربرد کود دامی به‌احتمال با افزایش آزادسازی عنصرهای غذایی به‌ویژه نیتروژن در خاک، شمار گل در بوته و در پی آن عملکرد گل خشک را به میزان قابل‌توجهی افزایش داد. همچنین در دو تحقیق دیگر که در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفت، مشاهده شد که به ترتیب کاربرد ۷/۵ و ۱۵ تن کود دامی، موجب افزایش درصد اسانس سیاه‌دانه و زنیان شد (Eblagh *et al.*, 2014; Ghanepasand & Haj Seyed Hadi, 2016).

با توجه به جایگاه و نقش گیاهان دارویی در سلامت جامعه و لزوم جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی به‌منظور حفظ سلامت منابع آب‌و‌خاک و نیز تولید ماده مؤثره سالم و باکیفیت در گیاهان دارویی، هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی تأثیر کاربرد کودهای دامی و زیستی حل‌کننده فسفات بر رشد، عملکرد و کیفیت اسانس بادرشبی در منطقه فیروزکوه است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در بهار سال ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقاتی

نهایی سرشاخه گلدار در مرحله گلدهی کامل و به مساحت ۱ مترمربع در هر کرت آزمایشی و با در نظر گرفتن اثر حاشیه صورت پذیرفت.

در این تحقیق صفات شمار سرشاخه گلدار، وزن خشک بوته، عملکرد سرشاخه گلدار، میزان و عملکرد اسانس و ترکیب‌های آن شامل درصد ژرانیال، ژرانیل استات، نرال، ژرانیول، نریل استات و لینالول در اسانس بررسی شدند. برای تعیین عملکرد خشک سرشاخه گلدار در واحد سطح از ۱ مترمربع، بوته در هر کرت در مرحله گلدهی کامل استفاده شد. به منظور تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه ۱۰۰ گرمی پیکره رویشی خشک شده تهیه کرده که پس از خرد کردن به مدت ۲ تا ۳ ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر، اسانس-گیری شد (Sefidkon, 2001; Kapoor *et al.*, 2004). میزان اسانس (درصد) نیز پس از رطوبت‌زدایی آب آن توسط سولفات سدیم خشک، محاسبه شد. عملکرد اسانس نیز به کمک حاصل ضرب عملکرد سرشاخه گلدار و میزان اسانس به دست آمد.

برای شناسایی اجزای تشکیل‌دهنده اسانس و تعیین درصد ترکیب‌های عمده موجود در آن شامل ژرانیال، ژرانیل استات، نرال، ژرانیول، نریل استات و لینالول به ترتیب از دستگاه‌های فام‌نگاری (کروماتوگرافی) گازی با طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) (مدل 5973 Agilent، ساخت کشور آمریکا) و فام‌نگاری گازی (GC) (مدل 6000 Younglin Acme، ساخت کشور کره جنوبی) پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی کرج استفاده شد. دستگاه فام‌نگاری گازی با طیف‌سنج جرمی مورد استفاده از مدل 5973 Agilent از ستونی به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-5MS بود. برنامه دمایی آن به این صورت تنظیم شد که دمای آغازین آن ۵۰ درجه سلسیوس و توقف در این دما به مدت ۵ دقیقه، گرادیان گرمایی ۳ درجه سلسیوس در هر دقیقه تا دمای ۲۴۰ درجه سلسیوس، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه و سه دقیقه توقف در این دما بود. دمای اتاناک تزریق ۲۹۰ درجه سلسیوس بود و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل با سرعت جریان ۰/۸ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد (Adams, 2001).

شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه واقع در عرض ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و طول ۵۲ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱۹۳۰ متر از سطح دریا، به اجرا درآمد. میانگین بارش سالیانه ۲۹۶/۸ میلی‌متر و میانگین دما حدود ۸ درجه سلسیوس است. در آغاز از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام گرفت و مشخص شد که بافت خاک لومی رسی و pH آن، ۸/۰۲ است (جدول ۱). پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل دو عاملی شامل عامل کود دامی در سه سطح (۰، ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار) و عامل کود زیستی بیوسوپرفسفات در دو سطح (بدون تلقیح و تلقیح با بذر) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و سه تکرار انجام گرفت. کود بیوسوپرفسفات مصرفی، محلولی حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفات از جنس باسیلوس بودند که در هر میلی‌لیتر از آن‌ها در حدود ۱۰^۸ باکتری فعال وجود داشت. بذر بادرشبی مورد استفاده در این تحقیق نیز، که یک بوم‌جور (اکوتیپ) از منطقه خراسان رضوی بود و از شرکت گیاه ایران واقع در اصفهان فراهم شد.

به‌منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد ۲/۲۵ × ۳ متر و حاوی شش ردیف کاشت (سه پشته دو ردیفه) با فاصله بین ردیف ۳۷/۵ سانتی‌متر و بین دو بوته ۱۰ سانتی‌متر لحاظ شد. فاصله بین کرت‌ها ۱ متر و بین تکرارها ۲ متر در نظر گرفته شدند. کاشت بادرشبی و اعمال تیمارهای آزمایشی پس از مساعد شدن هوا در بهار در اواخر اردیبهشت انجام گرفت. به همین منظور برای اعمال تیمارهای کود دامی (جدول ۱)، در وسط هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته ایجاد کرده و کود دامی را درون شیاری ریخته و با شن‌کش روی آن خاک داده شد. برای کاشت بادرشبی، نیمی از بذرهای مورد نیاز با محلول بیوسوپرفسفات و به مدت ۱۵ دقیقه تلقیح شدند. پس از آن در سایه و در معرض هوا خشک و در عمق ۲ سانتی-متری خاک کشت شدند و بی‌درنگ آبیاری صورت گرفت. عملیات مبارزه با علف‌های هرز مزرعه در پنج نوبت به روش مکانیکی و با دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به‌صورت جوی پشته‌ای 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 سم شیمیایی در مدت انجام تحقیق استفاده نشد. برداشت

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

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش و کود دامی.

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

	Texture	pH	EC (dS/m)	O.M (%)	N	P (mg/kg)	K
Soil	Loamy-Clay	8.02	1.13	1.5	0.07	8.8	304
Manure	-	7.4	1.2	72.6	3	18500	32000

سرشاخه گلدار در بوته معنی‌دار شد ولی اثر متقابل بین دو عامل تأثیر معنی‌داری بر شمار سرشاخه گلدار نداشت (جدول ۲).

نتایج و بحث

شمار سرشاخه گلدار در بوته

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تأثیر عامل کود دامی در سطح ۱ درصد و تأثیر عامل کود زیستی بیوسوپرفسفات در سطح ۵ درصد بر شمار

جدول ۲. تجزیه واریانس تأثیر کود دامی و کود زیستی حل‌کننده فسفات بر صفات مورد بررسی در گیاه بادرشی.

Table 2. Analysis of variance of effect of manure and phosphate solubilizing biofertilizer on studied traits in dragonhead

S. O. V	df	MS										
		Flowering shoot No./plant	Dry weight of plant	Yield of flowering shoot	Essential oil percentage	Essential oil yield	Geranial percent in essential oil	Geranyl acetate percent in essential oil	Neral percent in essential oil	Geraniol percent in essential oil	Neryl acetate percent in essential oil	linalool percent in essential oil
Replication	2	3.083 <i>ns</i>	3.457 <i>ns</i>	134651.3 <i>ns</i>	0.0105 *	10.60 <i>ns</i>	0.166 <i>ns</i>	1.166 <i>ns</i>	0.166 <i>ns</i>	0.166 <i>ns</i>	0.060 <i>ns</i>	0.006 <i>ns</i>
Manure	2	29.22 **	25.83 **	1523335.7 **	0.0005 <i>ns</i>	13.70 *	0.108 <i>ns</i>	5.741 <i>ns</i>	0.837 <i>ns</i>	0.397 <i>ns</i>	0.114 <i>ns</i>	0.048 <i>ns</i>
Biofertilizer	1	10.73 *	6.845 *	716404.5 *	0.005 <i>ns</i>	23.07 *	12.45 <i>ns</i>	0.583 <i>ns</i>	0.145 <i>ns</i>	3.354 **	0.009 <i>ns</i>	0.204 *
Manure × Biofertilizer	2	3.607 <i>ns</i>	0.945 <i>ns</i>	822483.1 **	0.011 *	0.599 <i>ns</i>	3.163 <i>ns</i>	39.40 **	7.920 <i>ns</i>	0.266 <i>ns</i>	0.051 <i>ns</i>	0.029 <i>ns</i>
Experimental error	10	2.133	1.290	92773.0	0.002	2.692	5.766	2.766	2.966	0.266	0.096	0.022
C.V. (%)		21.65	18.81	12.94	15.42	21.34	7.44	6.62	7.09	9.26	12.57	18.21

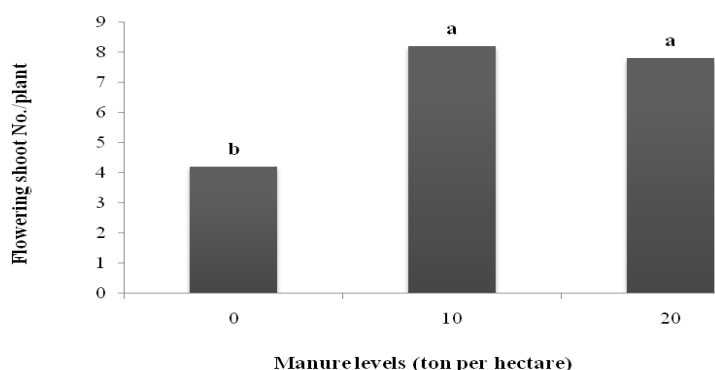
ns, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

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

بادرشی در شرایط این آزمایش داشته باشد. در همین رابطه، پژوهش Razipour *et al.* (2016) روی گیاه دارویی بادرنجبویه نشان داد، کاربرد ۲۰ تن کود دامی با فراهم کردن عنصرهای غذایی برای گیاه، باعث افزایش رشد و در پی آن افزایش شاخه فرعی شد. همچنین محققان در تحقیقی روی گاوزبان ایرانی مشاهده کردند، کاربرد ۳۰ تن کود دامی سبب افزایش شمار گل در بوته شد (Amiri *et al.*, 2016). این محققان در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کاربرد این کود آلی احتمال دارد با تأمین

مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت بارزی را بین سطوح مختلف کود دامی نشان داد، به گونه‌ای که شمار سرشاخه گلدار در تیمار ۱۰ تن کود دامی (۸/۲) حدود ۹۵ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۴/۲) بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۲۰ تن کود دامی (۷/۸) نداشت (شکل ۱). به نظر می‌رسد که تیمار کاربرد ۱۰ تن کود دامی، از راه فراهمی به‌هنگام و بهبود جذب آب و عنصرهای غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر، نقش مؤثری در افزایش مناسب ویژگی‌های رشد رویشی مانند شمار سرشاخه گلدار در بوته

عنصرهای غذایی مورد نیاز گیاه، منجر به افزایش شمار گل در بوته شود.



شکل ۱. مقایسه میانگین تأثیر کود دامی بر شمار سرشاخه گلدار در بوته.

Figure 1. Mean comparison of manure effect on flowering shoot No./Plant

تلقیح گیاهان با این باکتری‌ها سبب افزایش جذب فسفر در گیاه شده به طوری که این عنصر افزون بر نقش مستقیم بر گلدهی و رشد اندام‌های زایشی گیاه، به دلیل نقشی که در ذخیره و انتقال انرژی دارد، این امکان را فراهم می‌کند که گیاه بتواند انرژی بیشتری را صرف تولید اندام‌های زایشی کند. همچنین گزارش Rezaei & Baradaran (2013) نیز مبین بهبود شمار ساقه فرعی همیشه‌بهار در نتیجه کاربرد کود فسفات زیستی بود.

مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده آن بود، بین سطوح کود زیستی بیوسوپرفسفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد به گونه‌ای که شمار سرشاخه گلدار در تیمار تلقیح با بذر (۷/۵) حدود ۲۷ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۵/۹) بود (جدول ۳). یافته‌های Tarafi *et al.* (2016) روی بادرشبی، گویای بهبود شمار سرشاخه گلدار در بوته با کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات (*Bacillus sp.*) در مقایسه با دیگر تیمارهای تلقیحی و شاهد بود. آنان اظهار داشتند،

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر کود زیستی حل‌کننده فسفات بر برخی صفات مورد بررسی.

Table 3. Mean comparison of phosphate solubilizing biofertilizer effect on some traits studied

Treatment	Flowering shoot No./plant	Dry weight of plant (g)	Essential oil yield (kg/ha)	Geraniol percent in essential oil	Linalool percent in essential oil
Phosphate solubilizing biofertilizer					
Non-inoculated	5.9 ^b	5.42 ^b	6.55 ^b	5.14 ^b	0.72 ^b
Inoculated seeds	7.5 ^a	6.65 ^a	8.81 ^a	6.01 ^a	0.93 ^a

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

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

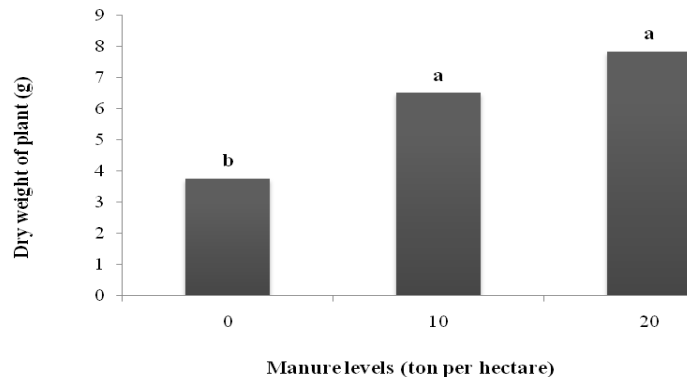
کود دامی نشان داد، به گونه‌ای که وزن خشک بوته در تیمار ۲۰ تن کود دامی (۷/۸۳ گرم) حدود ۱۰۸ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۳/۷۶ گرم) بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰ تن کود دامی (۶/۵۱ گرم) نداشت (شکل ۲). به نظر می‌رسد که علت این امر را بتوان به تأثیر مثبت کود دامی بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک و بهبود جذب عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف توسط گیاه و

وزن خشک بوته

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تأثیر عامل کود دامی در سطح ۱ درصد و تأثیر عامل کود زیستی بیوسوپرفسفات در سطح ۵ درصد بر وزن خشک بوته معنی‌دار شد ولی اثر متقابل بین دو عامل تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک بوته نداشت (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت محسوسی را بین سطوح مختلف

ترتیب گویای افزایش وزن خشک بوته و وزن خشک اندام هوایی در نتیجه کاربرد کود دامی بود.

افزایش رشد نسبت داد. نتایج Kaplan *et al.* (2009) روی مریم‌گلی، و Razipour *et al.* (2016) روی بادرنجبویه به



شکل ۲. مقایسه میانگین تأثیر کود دامی بر وزن خشک بوته بادرشبی.

Figure 1. Mean comparison of manure effect on dry weight of plant of dragonhead

بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار در تیمار ۲۰ تن کود دامی و بدون تلقیح با کود زیستی بیوسوپرفسفات (۳۰۷۵/۰ کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد سرشاخه گلدار در تیمار بدون کاربرد کود دامی و بدون تلقیح با بیوسوپرفسفات (۱۳۳۶/۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول ۴). همچنین اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش میزان کود دامی تا ۲۰ تن در هکتار (به ترتیب ۱۳۳۶/۰، ۲۰۵۱/۶ و ۳۰۷۵/۰ کیلوگرم در هکتار)، عملکرد سرشاخه گلدار به طرز چشمگیری افزایش می‌یابد، ولی در وضعیت تلقیح با بیوسوپرفسفات و با افزایش سطوح کود دامی (به ترتیب ۲۴۳۶/۶، ۲۵۲۳/۰ و ۲۷۰۰/۰ کیلوگرم در هکتار) میزان عملکرد سرشاخه گلدار افزایش زیاد و معنی‌داری نشان نداده است. این موضوع مبین اثرگذاری مثبت ولی غیر معنی‌دار کاربرد توأم عامل‌های مورد بررسی بر عملکرد سرشاخه گلدار بادرشبی در شرایط مزرعه آزمایشی است. در همین رابطه، در پژوهشی روی بابونه آشکار شد که کاربرد توأم کود آلی (ورمی کمپوست) و کود زیستی (ترکیبی از باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفات)، موجب افزایش عملکرد گل شد (Salehi *et al.*, 2016). این پژوهشگران در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کودهای آلی و از جمله ورمی کمپوست محیط مناسبی را برای افزونش باکتری‌ها فراهم می‌کنند که در

مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت آشکاری را بین سطوح مختلف کود زیستی بیوسوپرفسفات نشان داد، به‌گونه‌ای که وزن خشک بوته در تیمار تلقیح با بذر (۶/۶۵ گرم) ۲۲/۷ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۵/۴۲ گرم) بود (جدول ۳). در همین رابطه، در پژوهشی روی بادرشبی مشخص شد، کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات (تلقیح با بذر) موجب افزایش وزن خشک برگ و ساقه شد (Tarafi *et al.*, 2016). آنان در نتایج بررسی‌های خود احتمال دادند، تیمار تلقیح باکتریایی با تولید مقادیر بالای اکسین می‌تواند تولید بیشتر جیبرلین را نیز تحریک کند، لذا سبب افزایش تولید برگ و اندام هوایی و در نتیجه افزایش زیست‌توده می‌شود. Boveiri *et al.* (2017) نشان دادند، کاربرد کود زیستی فسفات بارور-۲، سبب افزایش وزن خشک اندام هوایی ریحان در مقایسه با تیمار شاهد شد.

عملکرد سرشاخه گلدار

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تأثیر عامل کود دامی و اثر متقابل بین کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات در سطح ۱ درصد و تأثیر کود زیستی (بیولوژیک) بیوسوپرفسفات در سطح ۵ درصد بر عملکرد سرشاخه گلدار معنی‌دار شد (جدول ۲). نتیجه مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات نیز مبین اختلاف فراوانی بود به‌گونه‌ای که

عملکرد گیاه می‌شود.

نتیجه این تأثیر تشدیدکننده و مثبت، سبب دسترسی به عنصرهای غذایی شده و در نهایت باعث افزایش رشد و

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود زیستی حل‌کننده فسفات بر برخی صفات مورد بررسی.

Table 4. Means comparison of interaction of manure and phosphate solubilizing biofertilizer on some traits studied

Treatment		Yield of flowering shoot (kg/ha)	Essential oil percentage	Geranyl acetate percent in essential oil
Manure (ton/hectare)	Biofertilizer			
0	Non-inoculated	1336.0 ^c	0.366 ^a	26.81 ^{ab}
	Inoculated seeds	2436.6 ^b	0.300 ^{ab}	21.31 ^c
10	Non-inoculated	2051.6 ^b	0.300 ^{ab}	24.04 ^{bc}
	Inoculated seeds	2523.0 ^{ab}	0.366 ^a	26.61 ^{ab}
20	Non-inoculated	3075.0 ^a	0.266 ^b	23.98 ^{bc}
	Inoculated seeds	2700.0 ^{ab}	0.366 ^a	27.99 ^a

میانگین‌های دارای دست‌کم یک حرف مشترک در هر ستون، بر پایه آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد 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

میزان اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تنها اثر متقابل بین دو عامل کود دامی و بیوسوپرفسفات در سطح ۵ درصد بر میزان اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). نتیجه مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات نیز مبین اختلاف فراوانی بود به‌گونه‌ای که بیشترین میزان اسانس در تیمار ۲۰ تن کود دامی و تلقیح با بیوسوپرفسفات (۰/۳۶۶ درصد) و کمترین میزان اسانس در تیمار ۲۰ تن کود دامی و بدون تلقیح با بیوسوپرفسفات (۰/۲۶۶ درصد) به دست آمد (جدول ۴). همچنین اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش میزان کود دامی تا ۲۰ تن در هکتار (به ترتیب ۰/۳۰۰، ۰/۳۶۶ و ۰/۲۶۶ درصد)، میزان اسانس به طرز چشمگیری کاهش می‌یابد، ولی در وضعیت تلقیح با بیوسوپرفسفات و با افزایش سطوح کود دامی (به ترتیب ۰/۳۰۰، ۰/۳۶۶ و ۰/۲۶۶ درصد) میزان اسانس تا حدود زیادی ثابت باقی می‌ماند.

به نظر می‌رسد که افزایش میزان کود دامی به‌تنهایی در این پژوهش، نه تنها تأثیر مثبت و افزایشی بر میزان اسانس نداشته بلکه در مقایسه با تیمارهای کاربرد توأم کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات (به‌ویژه کاربرد توأم ۲۰ تن کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات)، تأثیر کاهش‌دهنده نیز داشته است. در همین رابطه، در نتیجه‌ای به‌ظاهر مغایر با این تحقیق، Eblagh *et al.* (2014) در نتایج پژوهشی روی گیاه زنیان نشان دادند، کاربرد ۱۵ تن کود دامی

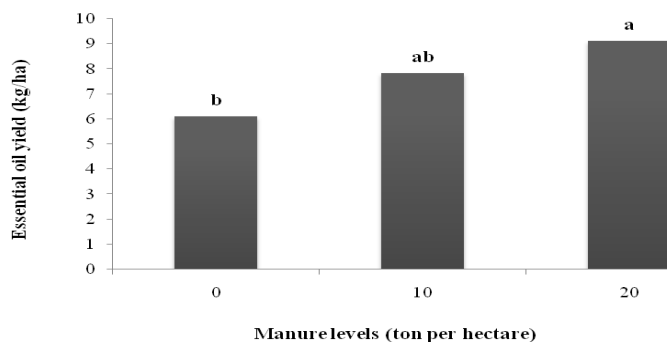
(بدون کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات) موجب افزایش اسانس و کاربرد توأم ۳۰ تن کود دامی و کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات سبب کاهش میزان اسانس شد. آنان در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، در مقادیر بالای کود دامی به دلیل رهاسازی عنصرهای مختلف از جمله فسفر فعالیت باکتری حل‌کننده فسفات کاهش پیدا کرده که خود باعث کاهش درصد اسانس گیاه شده است. نتایج برخی پژوهش‌ها هم گویای آن است که اثر متقابل بین کودهای آلی و زیستی منجر به افزایش میزان اسانس در گیاهان دارویی می‌شود به‌طوری‌که بررسی‌های Razipour *et al.* (2016) روی بادرنجبویه و Ghanepasand و Haj Seyed Hadi (2016) روی سیاه‌دانه بیانگر بهبود میزان اسانس به ترتیب در نتیجه کاربرد توأم ۲۰ تن کود دامی و کود زیستی نیتروکسین و کاربرد ۷/۵ تن کود دامی و تلقیح با باکتری ازتوباکتر بود. به‌طور کلی به نظر می‌رسد که اثر متقابل بین کودهای آلی و زیستی و به‌طور مشخص کود دامی و کود زیستی حل‌کننده فسفات، تحت تأثیر فراسنجه (پارامتر)های مختلفی مانند منبع و میزان کود دامی، شرایط اقلیمی، طول دوره رشد گیاه و اندام حاوی اسانس می‌تواند باشد.

عملکرد اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود، تأثیر دو عامل کود دامی و بیوسوپرفسفات در سطح ۵ درصد بر عملکرد اسانس معنی‌دار شد و اثر متقابل میان

موجب افزایش عملکرد اسانس شد. در نتایج تحقیقی دیگر نیز نشان داده شد، افزایش کاربرد کود دامی تا ۴۰ تن در هکتار، سبب بهبود بارز عملکرد اسانس در زیره سیاه ایرانی شد (Khorrandel *et al.*, 2015). این پژوهشگران در نتایج بررسی‌های خود اظهار داشتند، کاربرد کود دامی با افزایش دسترسی به عنصرهای غذایی تحت تأثیر بهبود توسعه شبکه ریشه که متأثر از بهبود شرایط خاک در منطقه فراریشه (ریزوسفر) است، افزایش میزان تولید مواد پرورده (اسیمیلات) را موجب شده که این امر در نتیجه افزایش عملکرد و در پی آن بهبود تولید اسانس را به دنبال داشت. نتایج همسانی در رابطه با تأثیر مثبت کاربرد کود دامی بر افزایش عملکرد اسانس زنیان (Akbarinia *et al.*, 2004)، شوید (Khalid & Shafei, 2005)، بادرشی (Rahbarian *et al.*, 2010)، گشنیز (Darzi *et al.*, 2012a) گزارش شده است.

آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نداشت. (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد، بین سطوح کود دامی تفاوت قابل‌توجهی وجود دارد به‌گونه‌ای که عملکرد اسانس در تیمار ۲۰ تن کود دامی (۹/۱۱ کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (۶/۱۰ کیلوگرم در هکتار) در حدود ۴۹ درصد بیشتر بود و تفاوت معنی‌داری با تیمار ۱۰ تن کود دامی (۷/۸۴ کیلوگرم در هکتار) نداشت (شکل ۳). با توجه به بیشتر بودن عملکرد سرشاخه‌گلدار در تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و با عنایت به این موضوع که عملکرد اسانس، حاصل‌ضرب میزان اسانس در عملکرد سرشاخه‌گلدار است، لذا می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس به‌صورت قابل‌توجهی بیشتر باشد. در همین رابطه، پژوهش‌های Razipour *et al.* (2016) روی بادرنجبویه و Ghanepasand و Haj Seyed Hadi (2016) روی سیاه‌دانه آشکار کرد که به ترتیب کاربرد ۲۰ و ۷/۵ تن کود دامی،



شکل ۳. مقایسه میانگین تأثیر کود دامی بر عملکرد اسانس.

Figure 3. Mean comparison of manure effect on essential oil yield

شد (Zand *et al.*, 2017).

درصد ژرانیال، نرال و نریل استات در اسانس

اطلاعات به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول ۲)، بیانگر آن بود که تأثیر عامل‌های کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات و اثر متقابل میان آن‌ها تأثیر معنی‌داری بر درصد ژرانیال، نرال و نریل استات در اسانس نداشتند.

درصد ژرانیل استات در اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تنها اثر متقابل بین دو عامل کود دامی و کود زیستی

مقایسه میانگین تیمارها، اختلاف آشکاری را بین سطوح مختلف کود زیستی بیوسوپرفسفات نشان داد، به‌گونه‌ای که عملکرد اسانس در تیمار تلقیح بذر (۸/۸۱ کیلوگرم در هکتار) ۳۴/۵ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۶/۵۵ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۳). در همین ارتباط، Bashirifar *et al.* (2016) مشاهده کردند، تلقیح بذر مرزه با باکتری حل‌کننده فسفات (*Pseudomonas putida*)، موجب افزایش عملکرد اسانس در مقایسه با تیمار بدون تلقیح شد. همچنین در پژوهشی دیگر، ملاحظه شد که کاربرد کود زیستی (ترکیبی از ازتوباکتر، سودوموناس و قارچ‌ریشه یا میکوریزا) موجب افزایش عملکرد اسانس نعنای

موجب افزایش درصد تیمول اسانس شد (Eblagh *et al.*, 2014). آن‌ها این بهبود بارز درصد تیمول را به افزایش فسفر دانه در نتیجه کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات، نسبت دادند. در همین رابطه، در دو پژوهش Darzi *et al.* (2013) روی انیسون و Nikoupour *et al.* (2014) روی زنیان به ترتیب شاهد افزایش آنتول و تیمول اسانس در اثر کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات بودند. همچنین Mohammadpour *et al.* (2015) نیز مشاهده کردند، کاربرد کود زیستی بیوفسفر که حاوی دو گونه باکتری حل‌کننده فسفات بنام‌های *Bacillus lentus* و *Pseudomonas putida* است موجب افزایش قابل‌ملاحظه درصد تیمول اسانس در آویشن باغی شد. در نتایج پژوهشی دیگر نیز گزارش شد، کاربرد کود زیستی فسفره (میکوریزا) موجب افزایش کیفیت اسانس (درصد مورولول) گیاه همیشه‌بهار شد (Hosseini & Hadipour, 2014).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد اسانس در تیمارهای کاربرد ۲۰ تن کود دامی و کاربرد بیوسوپرفسفات در گیاه بادرشبی به دست آمد. بیشترین درصد ترکیب‌های اسانس (درصد ژرانیول و لینالول) نیز در تیمار کاربرد کود زیستی حل‌کننده فسفات (بیوسوپرفسفات) به دست آمد. همچنین در اثر متقابل دو عامل، بیشترین عملکرد سرشاخه گلدار در تیمار کاربرد ۲۰ تن کود دامی و بدون کاربرد بیوسوپرفسفات و بیشترین درصد اسانس و ژرانیل استات در اسانس به ترتیب در تیمارهای کاربرد ۱۰ تن کود دامی و کاربرد بیوسوپرفسفات و ۲۰ تن کود دامی و کاربرد بیوسوپرفسفات مشاهده شد. در مجموع بیشترین عملکردهای سرشاخه گلدار و اسانس با کاربرد کود دامی و بیوسوپرفسفات و بیشترین کیفیت اسانس با کاربرد بیوسوپرفسفات به دست آمد. از این رو می‌توان انتظار داشت با کاربرد این منابع غذایی آلی و زیستی و بدون کاربرد کود شیمیایی، شاهد دستیابی به عملکرد کمی و کیفی پایدار در این گیاه دارویی در یک نظام کشاورزی پایدار باشیم.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیر و همه کارکنان شرکت کشاورزی و

بیوسوپرفسفات در سطح ۱ درصد بر درصد ژرانیل استات در اسانس معنی‌دار شد (جدول ۲). نتیجه مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود زیستی بیوسوپرفسفات نیز مبین اختلاف زیادی بود، به‌گونه‌ای که بیشترین درصد ژرانیل استات در تیمار ۲۰ تن کود دامی و تلقیح با بیوسوپرفسفات (۲۷/۹۹ درصد) و کمترین میزان در تیمار بدون کاربرد کود دامی و تلقیح با بیوسوپرفسفات (۲۱/۳۱ درصد) به دست آمد (جدول ۴). همچنین اثر متقابل دو عامل نشان داد، در وضعیت تلقیح با بیوسوپرفسفات و با افزایش میزان کود دامی تا ۲۰ تن در هکتار (به ترتیب ۲۱/۳۱، ۲۶/۶۱ و ۲۷/۹۹ درصد)، درصد ژرانیل استات به طرز قابل‌ملاحظه‌ای افزایش می‌یابد ولی در وضعیت بدون تلقیح و با افزایش سطوح کود دامی (به ترتیب ۲۶/۸۱، ۲۴/۰۴ و ۲۳/۹۸ درصد) درصد ژرانیل استات کاهش غیر معنی‌داری داشت. این موضوع نشان‌دهنده تأثیر مثبت و افزایش‌دهنده عامل‌های مورد بررسی بر برخی ترکیب‌های اسانس مانند ژرانیل استات در شرایط مزرعه آزمایشی است. برخی بررسی‌ها هم گویای آن است که اثر متقابل بین کودهای آلی و زیستی منجر به بهبود کیفیت اسانس در گیاهان بادرنجبویه و شوید می‌شود (Harshavardhan *et al.*, 2007; Darzi *et al.*, 2012b).

درصد ژرانیول و لینالول در اسانس

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تنها تأثیر عامل کود زیستی بیوسوپرفسفات بر درصد ژرانیول و لینالول در اسانس به ترتیب در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها، تفاوت آشکاری را بین سطوح مختلف کود زیستی بیوسوپرفسفات نشان داد، به‌گونه‌ای که میزان ژرانیول در اسانس در تیمار تلقیح بذر (۰/۶۱٪) حدود ۱۷ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۰/۵۱٪) بود و نیز درصد لینالول در اسانس در تیمار تلقیح بذر (۰/۹۳٪) حدود ۲۹ درصد بیشتر از تیمار بدون تلقیح (۰/۷۲٪) بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد تأثیر مثبت احتمالی کاربرد کود زیستی بیوسوپرفسفات بر درصد ژرانیول لینالول در اسانس، به دلیل بهبود فعالیت‌های زیستی خاک و در پی آن افزایش جذب عنصرهای کانی به‌ویژه فسفر باشد. در پژوهشی روی زنیان نیز مشاهده شد که کاربرد باکتری حل‌کننده فسفات

دام‌پروری ران در شهرستان فیروزکوه که صمیمانه ما را در انجام این پژوهش یاری کرده‌اند، تشکر می‌کنیم.

REFERENCES

1. Abdel Baky, H.H. & El Baroty, G.S. (2008). Chemical and biological evaluation of the essential oil of Egyptian moldavian balm (*Dracocephalum moldavica* L.). *International Journal of Integrative Biology*, (3), 202-208.
2. Adams, R.P. (2001). *Identification of essential oil components by gas chromatography / mass spectrometry*. Allured Publishing Corporation Carol Stream.
3. Akbarinia, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F., Rezaee, M.B. & Sharifi Ashoorabadi, E. (2004). Study on the effect of different rates of chemical fertilizer, manure and mixture of them on seed yield and main, compositions of essential oil of Ajowan (*Trachyspermum copticum*). *Pajouhesh & Sazandegi*, 61, 32-41. (In Farsi)
4. 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.
5. Bashirifar, N., Aliasgharzad, N. & Zehtab Salmasi, S. (2016). Elemental composition, essential oil and thymol content of cavyry (*Satureja hortensis* L.) inoculated with *Azospirillum irakense* and *Pseudomonas putida* at different nitrogen levels. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 26(2), 133-151.
6. Boveiri Dehsheikh, A., Mahmoodi Sourestani, M., Zolfaghari, M. & Enayatizamir, N. (2017). The effect of plant growth promoting rhizobacteria, chemical fertilizer and humic acid on morpho-physiological characteristics of basil (*Ocimum basilicum* var. thyriflorum). *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, 26(4), 129-142.
7. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. & Rejali, F. (2012a). Effects of cattle manure and biofertilizer application on biological yield, seed yield and essential oil in coriander (*Coriandrum sativum*). *Journal of Medicinal Plants*, 11(9), 77-90.
8. Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. & Rejali, F. (2012b). 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.
9. 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. (In Farsi)
10. Eblagh, N., Fateh, E., Farzane, M. & Osfuri, M. (2014). Effect of cattle Manure application, phosphate solubilizing bacteria and different phosphorous levels on yield and essence components of *Trachyspermum ammi* L.. *Journal of Agriculture Science and Sustainable Production*, (4), 1-15.
11. Ghanepasand F. & Haj Seyed Hadi, M.R. (2016). Effects of nitrogen fixing bacteria and manure application on seed yield and essential oil content of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4), 716-727. (In Farsi)
12. Gyaneshwar, P., Naresh Kumar, G., Parekh, L.J. & Poole, P.S. (2002). Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. *Plant and Soil*, (245), 83-93.
13. 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.
14. Hosseini, M. & Hadipour, A.R. (2014). Improvement of quantitative and qualitative yield pot marigold (*Calendula officinalis* L.) with biofertilizers application. *Journal of Medicinal Plants*, 13(2), 83-91.
15. Hussein, M.S., El Sherbeny, S.E., Khalil, M.Y., Naguib, N.Y. & Aly, S.M. (2006). Growth characters and chemical constituents of *Dracocephalum moldavica* L. plants in relation to compost fertilizer and planting distance. *Scientia Horticulturae*, (108), 322-331.
16. Kamayestani, N., Rezvani Moghaddam, P., Jahan, M. & Rejali, F. (2015). Effects of separated and integrated application of bio and organic fertilizers on some quantitative and qualitative characteristics of anise (*Pimpinella anisum* L.). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(1), 62-70. (In Farsi)
17. Kaplan, M., Kocabas, I., Sonmez, I. & Kalkan, H. (2009). The effects of different organic manure applications on the dry weight and the essential oil quantity of sage (*Salvia fruticosa* Mill.) . *Acta Horticulturae*, (826), 147-152.
18. 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.
19. Khalid, K. A. & Shafei, A. M. (2005). Productivity of dill (*Anethum graveolens* L.) as influenced by different organic manure rates and sources *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*.13(3), 901-913.
20. Khorramdel, S., Rezvani Moghaddam, P., Asadi, G.A., Seyedi, M. & Azizi, H. (2015). Effect of cattle manure levels and tuber weight on yield, yield components and essential oil content (*Bunium persicum* Bioss.).

- Journal of Plant Production Researches*, 22(4), 133-155.
21. Mafakheri, S., Asghari, B. & Shalтоoki, M. (2016). Effects of biological, chemical and nano-fertilizers on quantitative and qualitative characteristics of *Lallemantia iberica* (M.B.) Fischer & Meyer. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(4), 667-677. (In Farsi)
 22. Maham, M., Akbari, H. & Delazar, A. (2013). Chemical composition and antinociceptive effect of the essential oil of *Dracocephalum moldavica* L. *Pharmaceutical Sciences*, (18), 187-192.
 23. 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.
 24. Nikoupour, A., Jaimand, K., Darzi, M.T. & Rejali, F. (2014). Biological effects of phosphorus fertilizer application and plant density on the quantity and quality of medicinal plant essential oils in Ajowan (*Trachyspermum copticum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 30(3), 496-509. (In Farsi)
 25. Omidbaigi, R. (1997). Approaches to production and processing of medicinal plants. Tarrahane Nashr, Tehran.
 26. Rahbarian, P., Afsharmanesh, G.R. & Shirzadi, M.H. (2010). Effects of low irrigation and cattle manure on dry herb yield and essential oil of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in Jiroft. *Journal of Agricultural Sciences*, 3(11), 55-64.
 27. 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. (In Farsi)
 28. Rezaei, M. & Baradaran, R. (2013). Effects of bio fertilizers on the yield and yield components of pot marigold (*Calendula officinalis* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(3), 635-650. (In Farsi)
 29. 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. (In Farsi)
 30. 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.
 31. Sharma, A.K. (2002). *Biofertilizers for sustainable agriculture*. Agrobios, India.
 32. Tarafi V., Danesh Shahraki, A. & Saeidi, K. (2016). Effects of plant growth promoter bacteria on morphological traits and essential oil content of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.). *Iranian Plant Productions*, 39(2), 57-70. (In Farsi)
 33. Toro, M., Azcon, R. & Barea, J.M. (1997). Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate- solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability (32p) and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(11), 4408-4412.
 34. Zand, A., Aroiee, A., Chaichi, M.R. & Nemati, S.H. (2017). Effects of bio-fertilizers on some physiological characteristics, essential oil percentage and yield of spearmint (*Mentha spicata* L.) under deficit irrigation. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 33(1), 112-125.