نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 30، شماره 3، پاییز 1395، ص. 500-491
شاپا: 4730 - 2008

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 491-500
ISSN: 2008 - 4730

تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)

محمدتقی درزی[1*] - بیژن صادقی نکو[2]

تاریخ دریافت: 1394/01/31
تاریخ پذیرش: 1394/10/15

چکیده

به منظور بررسی تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.)، شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، عملکرد تر پیکره، عملکرد خشک پیکره رویشی و میزان و عملکرد اسانس، آزمایشی به صورت طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تیمار و سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی ران در شهرستان فیروزکوه در سال 1391 انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل 20 تن کمپوست در هکتار، 12 تن ورمی کمپوست در هکتار، کود زیستی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست در هکتار، 20 تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، 12 تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست و کود زیستی و شاهد (عدم مصرف کود) بودند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (42/7 سانتی متر) و تعداد شاخه در بوته (7/2 شاخه) در تیمار مصرف 20 تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی و بیشترین وزن تر بوته (67/1 گرم) و عملکرد تر پیکره رویشی (6396/5 کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف 20 تن کمپوست در هکتار حاصل گردید. همچنین بیشترین وزن خشک بوته (26/5 گرم در بوته) در تیمار مصرف 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست و کود زیستی و نیز بیشترین عملکرد خشک پیکره رویشی (2601/6 کیلوگرم در هکتار)، میزان اسانس (0/200 درصد) و عملکرد اسانس (5/21 کیلوگرم در هکتار) در تیمار مصرف 12 تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی بدست آمد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، مصرف کودهای آلی و زیستی می‌تواند موجب بهبود ویژگی‌های مورفولوژیک و عملکرد گیاه زوفا گردد.

واژه‌های کلیدی: آزوسپیریلوم، ازتوباکتر، اسانس، کمپوست، ورمی کمپوست

مقدمه

گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) گیاهی خشبی و چند ساله از تیره نعناعیان[3] است که منشأ آن آسیای صغیر گزارش شده و در مناطق مختلف آسیا، اروپا و آمریکا کشت می‌شود. برگ‌ها و سرشاخه‌های گلدار این گیاه معطر و حاوی اسانس هستند. این اسانس به عنوان طعم و عطر دهنده در صنایع کنسرو سازی و نوشابه سازی و نیز در صنایع آرایشی و بهداشتی کاربرد فراوانی دارد. همچنین از اسانس زوفا در صنایع داروسازی برای مداوای سرفه و سرماخوردگی استفاده می‌شود (12، 19، 21 و 24). مصرف کودهای آلی نظیر کمپوست و ورمی کمپوست در سیستم‌های کشاورزی پایدار ضمن حذف یا کاهش قابل ملاحظه کودهای شیمیایی، موجب تأمین مناسب عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و بهبود شرایط فیزیکی و میکروبی خاک نیز می گردد (3 و 26). همچنین کاربرد کودهای زیستی نظیر ازتوباکتر و آزوسپیریلوم علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی موجود در اتمسفر از طریق تولید هورمون های رشد گیاهی موجب بهبود وضعیت تغذیه و رشد گیاه می شوند (9، 15 و 26). در رابطه با تحقیقات انجام گرفته درباره کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، آتیا و همکاران (4) در پژوهشی بر روی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.)، نشان دادند که مصرف تلفیقی 40 تن کمپوست و 20 تن کود دامی سبب بهبود وزن خشک و عملکرد اسانس گردید. در تحقیقی بر روی گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.)، مشاهده گردید که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد دانه، میزان اسانس و عملکرد اسانس شد

1 و 2- دانشیار و دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن
(*-نویسنده مسئول: (Email: mtdarzi@gmail.com
3- Lamiaceae

(6 و 7). این پژوهشگران عنوان کردند که مصرف ورمی کمپوست از طریق فراهمی جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزاء متشکله اسانس شوید حضور دارند، موجب افزایش میزان اسانس دانه گردید. یافته های یک پژوهش بر روی رازیانه (*Foeniculum vulgare* .Mill)، آشکار کرد که مصرف توأم کمپوست و ورمی کمپوست سبب افزایش بارز ارتفاع بوته، تعداد شاخه اصلی در بوته، عملکرد دانه و عملکرد اسانس در مقایسه با سایر تیمارهای کود آلی و شاهد گردید (18). همچنین تهامی و همکاران (27) در تحقیقی بر روی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.) ملاحظه نمودند که کاربرد ورمی کمپوست در مقایسه با تیمار شاهد موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد تر و عملکرد خشک پیکره رویشی گردید. آن‌ها اظهار داشتند که بهبود عملکرد، می تواند ناشی از افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک، آزاد شدن تدریجی عناصر، تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و به طور کلی بهبود ساختار شیمیایی و فیزیکی بستر کاشت در اثر مصرف ورمی کمپوست باشد. در تحقیقی بر روی گیاه بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* .L) مشخص گردید که مصرف تلفیقی 50 درصد کمپوست با 50 درصد کود اوره سبب افزایش عملکرد پیکره، میزان اسانس و عملکرد اسانس شد (28). در خصوص تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی، در پژوهشی بر روی ریحان مشاهده گردید که مصرف توأم باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد پیکره رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید (16). در دو تحقیق دیگر محفوظ و شرف الدین (15) بر روی رازیانه و کوچکی و همکاران (13) بر روی زوفا نشان دادند که کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن، سبب بهبود چشمگیر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس شد. همچنین عبدو و همکاران (1) و درزی و همکاران (8) در تحقیق خود به ترتیب بر روی رازیانه و گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مشاهده کردند که کاربرد باکتری های تثبیت کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید.

هدف از انجام این پژوهش، تأثیر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا برای تعیین تیمار مناسب جهت افزایش عملکرد کمی و کیفی می باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال 1391 در مزرعه تحقیقاتی شرکت کشاورزی و دامپروری ران شهرستان فیروزکوه واقع در استان تهران که در عرض 35 درجه و 45 دقیقه شمالی و طول 52 درجه و 44 دقیقه شرقی و با ارتفاع 1930 متر از سطح دریا واقع شده است به اجرا در آمد. میانگین بارش سالیانه 296/8 میلی‌متر و متوسط دما حدود 8 درجه سانتی‌گراد بود. قبل از اجرای آزمایش ابتدا از خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام گرفت و مشخص گردید که بافت خاک لومی رسی و pH آن، 7/6 می باشد (جدول 1).

جدول 1- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- physicochemical soil properties in experimental site

بافت Texture	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m)	کربن آلی Organic Carbon	نیتروژن کل Total N	فسفر P	پتاسیم K
			(%)		(mg/kg)	
لومی رسی Loamy-Clay	7.6	1.55	1.86	0.127	48	720

آزمایش به صورت طرح بلوک های کامل تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل 1) 20 تن کمپوست در هکتار، 2) 12 تن ورمی کمپوست در هکتار، 3) کود زیستی (تلقیح بذر با ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، 4) 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست در هکتار، 5) 20 تن کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، 6) 12 تن ورمی کمپوست در هکتار همراه با کود زیستی، 7) 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست و کود زیستی، 8) شاهد (عدم مصرف کود) بودند. باکتری های مصرفی که از بخش بیولوژی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه گردیده، محلول‌های مجزا حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بنام‌های*Azotobacter chroococcum* و *Azospirillum lipoferum* بودند که در هر میلی‌لیتر از آن‌ها در حدود 10^8 باکتری فعال وجود داشت. مبدأ بذر زوفا مورد استفاده در این تحقیق از کشور آلمان بوده و از شرکت کشاورزی گیاه گستر اصفهان تهیه گردید.

به منظور اجرای آزمایش، اندازه هر کرت به ابعاد 2/28 × 3 متر و حاوی 6 ردیف کاشت با فاصله بین ردیف 38 سانتی متر و بین دو بوته 15 سانتی متر لحاظ گردید. فاصله بین کرتها یک متر و بین تکرارها دو متر درنظر گرفته شدند. در تاریخ چهاردهم اردیبهشت جهت اعمال تیمارهای کمپوست (جدول 2)، ورمی کمپوست (جدول 3) و مخلوط کمپوست و ورمی کمپوست، در وسط هر خط کاشت، شیاری در سراسر پشته به عمق 5 سانتی‌متر ایجاد نموده و مقادیر کودهای آلی را در داخل شیار ریخته و سپس به وسیله شن کش به خوبی با خاک مخلوط شدند. کاشت زوفا در بیستم اردیبهشت انجام گرفت. بدین نحو که ابتدا بخشی از بذور مورد نیاز با دو محلول مجزا حاوی باکتری های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم به صورت منفرد به مدت 15 دقیقه تلقیح شدند. سپس در سایه و در معرض هوا خشک گردیده و به همراه بذور سایر تیمارها (بدون تلقیح) در عمق 2 سانتی‌متری خاک کشت شدند و بلافاصله آبیاری صورت گرفت. برای اطمینان از جوانه زنی و حفظ تراکم در حد مطلوب، در روی هر ردیف بذرها با تراکم بیشتری کشت شده و سپس در مرحله شش برگی تنک شدند. عملیات مبارزه با علف های هرز مزرعه در شش نوبت به وسیله دست صورت گرفت. عملیات آبیاری که به صورت سیستم آبیاری قطره ای بود، در ابتدا هر 3 روز یکبار و پس از سبز شدن بذور با توجه به شرایط اقلیمی منطقه هر 6 تا 7 روز یکبار انجام گردید. برداشت زوفا در مرحله گلدهی کامل در بیست و یکم شهریور انجام گردید. در این تحقیق صفاتی نظیر ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، وزن تر بوته، وزن خشک بوته، عملکرد تر پیکره رویشی، عملکرد خشک پیکره رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس مورد بررسی قرار گرفتند. برای اندازه گیری ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته، از میانگین ارتفاع و تعداد شاخه 5 بوته در هر کرت در مرحله گلدهی استفاده شد. برای اندازه گیری وزن تر و خشک بوته از 5 بوته در مرحله گلدهی در هر کرت استفاده گردید به طوری که ابتدا بوته ها وزن شدند و میانگین وزن تر آن‌ها ثبت شد و سپس برای تعیین وزن خشک بوته، درون آون به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند (5 و 17). به منظور تعیین عملکرد تر و خشک پیکره رویشی در واحد سطح، از خطوط میانی هر کرت معادل یک مترمربع، بوته در مرحله گلدهی کامل به روش دستی برداشت گردید. سپس توزین شدند و بعد در هوای آزاد و در سایه خشک گردیده و مجددا وزن شده و در پایان به کمک آن‌ها، عملکرد تر و عملکرد خشک پیکره رویشی در واحد سطح محاسبه گردید. جهت تعیین میزان اسانس، از هر کرت آزمایشی یک نمونه 100 گرمی از پیکره رویشی خشک شده در هوای آزاد، تهیه کرده که بعد از خرد کردن، به مدت 3 ساعت با استفاده از روش تقطیر با آب و با استفاده از حدود 500 میلی لیتر آب مقطر و به وسیله دستگاه کلونجر (Clevenger)، اسانس گیری گردید (11 و 25). همچنین برای محاسبه عملکرد اسانس، از حاصلضرب عملکرد پیکره رویشی و میزان اسانس استفاده شد.

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری موجود (SAS) استفاده گردید و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد، انجام گرفت.

جدول 2- برخی خصوصیات شیمیایی کمپوست مورد استفاده

Table 2- Some chemical characteristics of used compost

پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کربن آلی Organic Carbon	ماده آلی Organic Material	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH
		(%)			(dS/m)	
1.2	0.35	1.2	30	51	10.9	6.7

جدول 3- برخی خصوصیات شیمیایی ورمی کمپوست مورد استفاده

Table 3- Some chemical characteristics of used vermicompost

پتاسیم K	فسفر P	نیتروژن N	کربن آلی Organic Carbon	ماده آلی Organic Material	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH
		(%)			(dS/m)	
3.9	0.67	2.13	26.1	45	1.8	8.5

نتایج و بحث

ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول 4)، نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته و در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد شاخه در بوته معنی دار بود. مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که در بین

تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی تفاوت معنی‌داری وجود داشت به طوری که ارتفاع بوته در تیمار مصرف 20 تن کمپوست همراه با کود زیستی (42/7 سانتی‌متر) در مقایسه با چهار تیمار مصرف 12 تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (34/4 سانتی‌متر)، کاربرد تلفیقی 10 تن کمپوست و 6 تن ورمی کمپوست (32/4 سانتی‌متر)، کاربرد 20 تن کمپوست (30/8 سانتی متر) و شاهد (26/0 سانتی متر) به ترتیب در حدود 24، 32، 39 و 64 درصد بیشتر بود و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل 1). بین تیمارهای مختلف مصرف کودهای آلی و زیستی از نظر تعداد شاخه در بوته تفاوت قابل توجهی وجود داشت به نحوی که تعداد شاخه در تیمار کاربرد 20 تن کمپوست همراه با کود زیستی (7/2 شاخه) حدود 89 درصد بیشتر از تیمار شاهد (3/8 شاخه) بود اما با سایر تیمارها تفاوت آماری نداشت (شکل 2). به نظر می رسد که مصرف تلفیقی 20 تن کمپوست و کود زیستی (مخلوط ازتوباکتر و آزوسپیریلوم)، از طریق عرضه به موقع و بهبود جذب آب و عناصر غذایی به ویژه نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش مناسب ویژگی های رشد رویشی نظیر ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته گیاه زوفا در شرایط آزمایش حاضر ایفا کرده باشد. در همین رابطه، متقیان و همکاران (20) در تحقیقی بر روی گیاه دارویی ریحان نشان دادند که مصرف 45 تن کمپوست زباله شهری در هکتار، موجب افزایش بارز ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار کود شیمیایی و شاهد گردید. یافته‌های سعید نژاد و رضوانی مقدم (23) بر روی زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)، حاکی از آن است که مصرف 15 تن کمپوست سبب بهبود ارتفاع بوته در مقایسه با تیمار شاهد گردید. همچنین در پژوهشی بر روی گیاه دارویی رازیانه آشکار گردید که مصرف تلفیقی کمپوست و ورمی کمپوست سبب بهبود قابل ملاحظه تعداد شاخه اصلی در بوته شد (18). این محققین اظهار داشتند که کاربرد این کودهای آلی از طریق عرضه کافی عناصر غذایی موجب بهبود این ویژگی گردید. در دو تحقیق دیگر نیز، کوچکی و همکاران (13) بر روی زوفا و رحیم زاده و همکاران (22) بر روی بادرشبی، به ترتیب شاهد بهبود بارز ارتفاع بوته و تعداد سرشاخه گلدار در اثر کاربرد باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن بودند.

وزن تر بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس آزمایش، مبین آن بود که تأثیر تیمارهای مختلف بر وزن تر بوته معنی‌دار نبود (جدول 4).

وزن خشک بوته

تأثیر تیمارهای مختلف حاوی کودهای آلی و زیستی در سطح احتمال پنج درصد بر وزن خشک بوته معنی دار گردید (جدول 4). بین تیمارهای مختلف از نظر وزن خشک بوته تفاوت قابل توجهی وجود داشت به طوری که وزن خشک بوته در تیمار تلفیقی مصرف 10 تن کمپوست همراه با 6 تن ورمی کمپوست و کود زیستی (26/5 گرم در بوته) در مقایسه با تیمار شاهد (11/8 گرم در بوته) در حدود 124 درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارها اختلاف آماری نداشت (شکل 3). در رابطه با افزایش وزن خشک بوته در تیمارهای کاربرد منفرد و توأم کودهای آلی و زیستی به ویژه تیمار مصرف توأم کمپوست، ورمی کمپوست و کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، می‌توان اظهار داشت که کاربرد این دو کود آلی در کنار کود زیستی از طریق بهبود مواد آلی و ویژگی های فیزیکوشیمیایی و بیولوژیکی خاک، می‌تواند موجب بهبود رشد و متعاقب آن افزایش بیوماس گردد. در همین ارتباط مرادی و همکاران (18) در پژوهشی بر روی رازیانه، شاهد افزایش عملکرد بیوماس در تیمار مصرف تلفیقی کمپوست و ورمی کمپوست و نیز سایر تیمارهای تلفیق کود آلی و کود زیستی تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با شاهد بودند. نتیجه مطالعه آتیا و همکاران (4) نیز، مبین بهبود وزن خشک بوته در اثر کاربرد تلفیقی کمپوست و کود دامی در گیاه دارویی آویشن بود. یافته‌های حاصل از تحقیقات انجام شده بر روی گیاهان دارویی رازیانه، زوفا و ریحان با نتیجه تحقیق حاضر همخوانی دارد (13، 15 و 20).

عملکرد تر پیکره رویشی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس آزمایش (جدول 4)، نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف کودهای آلی و زیستی در سطح یک درصد بر عملکرد تر پیکره رویشی معنی‌دار بود. مقایسه میانگین تیمارها نیز، تفاوت محسوسی را بین آنها نشان داد به طوری که عملکرد تر در تیمار کاربرد 20 تن کمپوست (6396/5 کیلوگرم در هکتار) حدود 102 درصد بیشتر از تیمار شاهد (3161/9 کیلوگرم در هکتار) بود (شکل 4). با توجه به بیشتر بودن وزن تر بوته در تیمار مصرف 20 تن کمپوست، لذا طبیعی به نظر می‌رسد که عملکرد تر پیکره رویشی نیز در این تیمار، بالاترین باشد. همچنین به نظر می‌رسد که تأثیر کمپوست بر جذب آب بیشتر بوده که این مسئله موجب افزایش وزن تر تیمار مذکور حاوی کمپوست شده و در نهایت سبب بهبود عملکرد تر گردیده است. در همین خصوص فلاحی و همکاران (10) شاهد افزایش عملکرد تر محصول گیاه بابونه (*Matricaria recutita* L.) در اثر کاربرد کمپوست بودند. آن‌ها اظهار داشتند که مصرف کود آلی از طریق اثر مثبت بر ظرفیت نگهداری آب در خاک و پیامد آن تأمین مناسب نیاز آبی گیاه در مرحله گلدهی، می تواند منجر به افزایش عملکرد تر محصول گردد. تهامی و همکاران (27) نیز در تحقیقی بر روی ریحان نشان دادند که کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد پیکره رویشی این گیاه شد. این پژوهشگران آزاد شدن

تدریجی عناصر از کود آلی، افزایش جذب مواد غذایی توسط گیاه و تقویت فعالیت‌های شبه هورمونی گیاه را از دلایل اصلی بهبود عملکرد تر در اثر مصرف ورمی کمپوست دانستند.

عملکرد خشک پیکره رویشی

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر عملکرد خشک پیکره رویشی معنی دار گردید (جدول 4). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که عملکرد خشک پیکره در تیمار مصرف 12 تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (2601/6 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با تیمار شاهد (988/0 کیلوگرم در هکتار) در حدود 163 درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی اختلاف آماری نداشت که این موضوع می تواند تا حدود زیادی به تأثیر گذاری تقریبا یکسان تیمارهای جداگانه و تلفیقی کودهای آلی و زیستی بر وزن خشک بوته و در نهایت عملکرد خشک پیکره رویشی، مربوط باشد (شکل 5). به نظر می‌رسد که تمامی تیمارهای منفرد و به ویژه ترکیبی کودهای آلی و زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، از طریق تغییر شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، تنظیم اسیدیته، افزایش ظرفیت نگهداری آب و نیز بهبود ویژگی های میکروبی و بیولوژیکی محیط کشت و متعاقب آن جذب عناصر غذایی (16)، سبب بهبود عملکرد خشک پیکره رویشی شده باشند. در همین رابطه، نتایج تحقیقات تهامی و همکاران (27) بر روی ریحان و یوسف زاده و همکاران (28) بر روی بادرشبی نیز، مبین افزایش عملکرد پیکره رویشی به ترتیب در اثر مصرف ورمی کمپوست و کمپوست بود.

همچنین در پژوهشی دیگر مشخص گردید که کاربرد کود زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپیریلوم موجب افزایش عملکرد پیکره رویشی ریحان شد (16).

میزان اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح یک درصد بر میزان اسانس معنی دار گردید (جدول 4). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که میزان اسانس در تیمار مصرف 12 تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (0/200 درصد) در مقایسه با دو تیمار مصرف 20 تن کمپوست (0/123 درصد) و شاهد (0/120 درصد) به ترتیب در حدود 63 و 67 درصد بیشتر بود اما با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی اختلاف آماری نداشت (شکل 6). از آنجائی‌که حضور عناصری نظیر نیتروژن و فسفر برای تشکیل اسانس ضروری می باشد (14)، لذا به نظر می‌رسد که مصرف تلفیقی 12 تن ورمی کمپوست و کود زیستی از طریق فراهمی جذب مطلوب فسفر و نیتروژن، نقش مؤثری در افزایش رشد رویشی و متعاقب آن افزایش میزان اسانس در گیاه زوفا ایفا کرده باشد. در همین رابطه، تحقیقات انور و همکاران (2) بر روی ریحان و درزی و همکاران (7) بر روی شوید بیانگر بهبود میزان اسانس در اثر مصرف ورمی کمپوست بود. همچنین محفوظ و شرف الدین (15) بر روی رازیانه و مکی زاده و همکاران (16) بر روی ریحان، شاهد افزایش میزان اسانس در اثر کاربرد کود زیستی حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بودند.

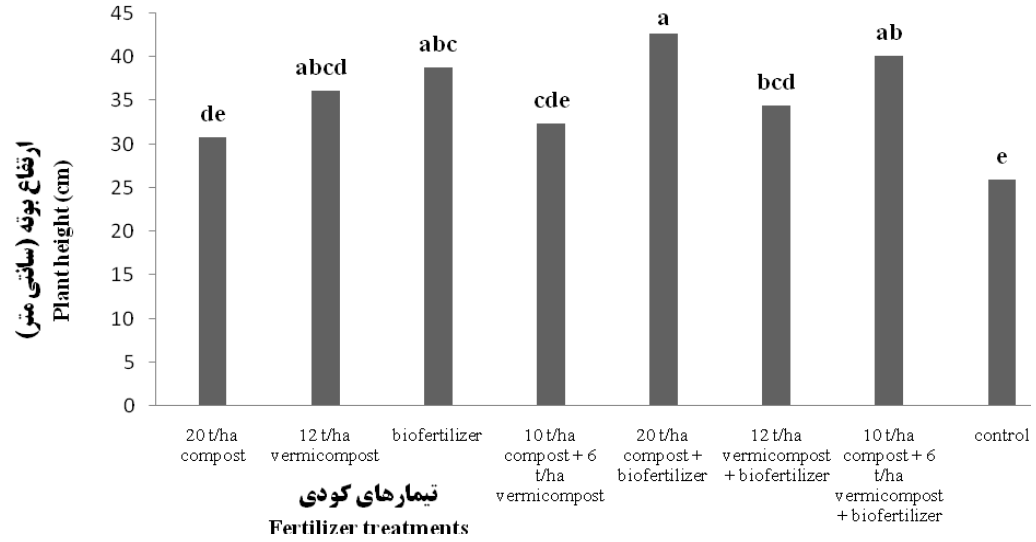
جدول 4- تجزیه واریانس تأثیر کودهای آلی و زیستی بر برخی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه دارویی زوفا

Table 4- Analysis of variance of organic and biofertilizer application effects on some morphological traits and yield of hyssop

منابع تغییرات S. O. V	درجه آزادی df	میانگین مربعات (Means of Squares)							
		ارتفاع بوته Plant height	تعداد شاخه در بوته Number branch per plant	وزن تر بوته Fresh weight of plant	وزن خشک بوته Dry weight of plant	عملکرد تر پیکره رویشی Herb fresh yield	عملکرد خشک پیکره رویشی Herb dry yield	میزان اسانس Essential oil content	عملکرد اسانس Essential oil yield
تکرار Replication	2	7.50501 ns	1.38541 ns	226.117 ns	9.22314 ns	776981.47 ns	136231.4 ns	0.001516 ns	0.526137 ns
تیمار Treatment	7	88.5564 **	3.46994 *	205.797 ns	61.1049 *	3181047.09 **	772283.4 **	0.002321 **	4.55993 *
خطای آزمایش Experimental error	14	14.8868	1.14065	88.6319	21.7394	736036.2	139714.08	0.000764	1.10348

ns ، * و ** : به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح 5 و 1 درصد احتمال

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

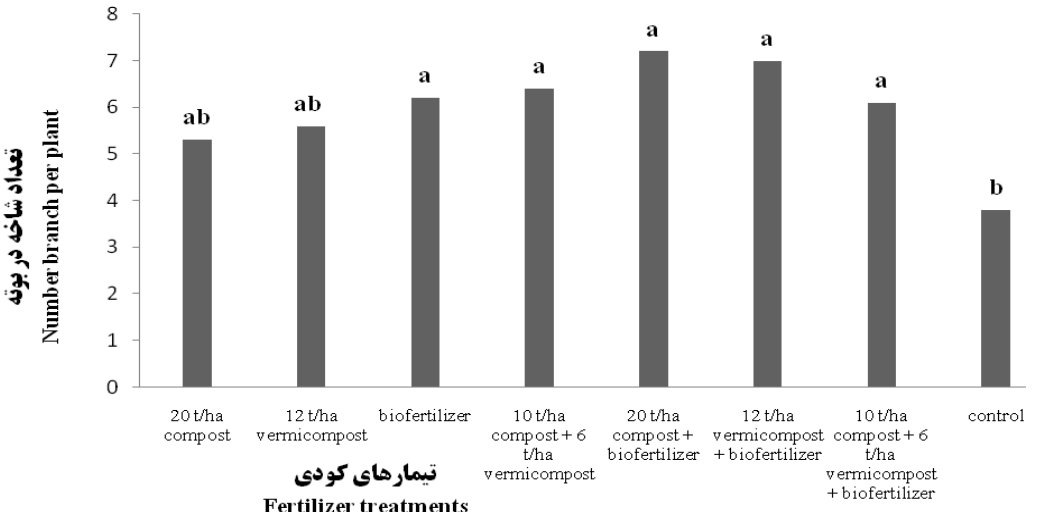


شکل 1- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر ارتفاع بوته در گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 1- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on plant height of hyssop

Means which follow the same letter are not statistically different at 5% probability level based on LSD test



شکل 2- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر تعداد شاخه در بوته گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 2- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on number of branch of hyssop per plant

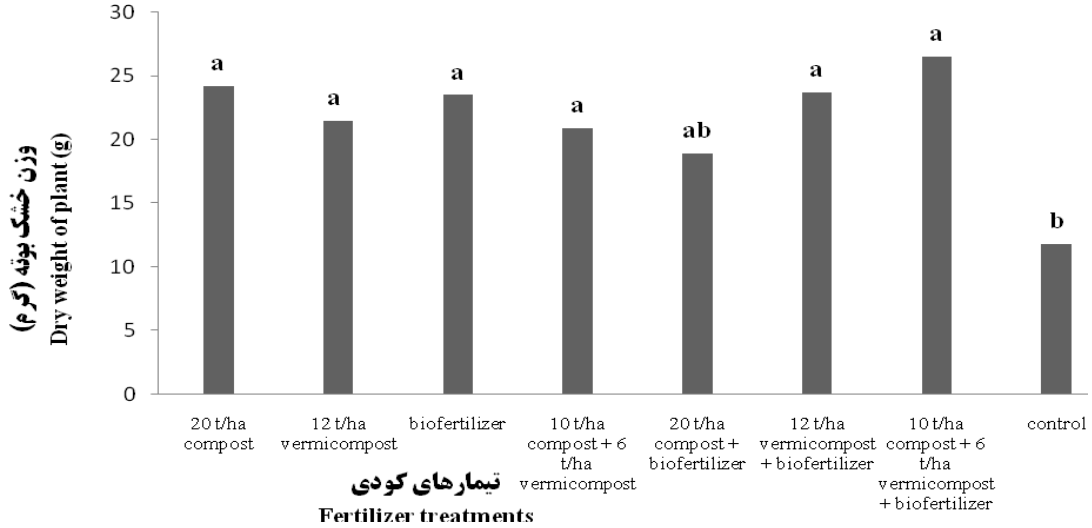
Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

عملکرد اسانس

تأثیر تیمارهای مختلف در سطح پنج درصد بر عملکرد اسانس معنی دار بود (جدول 4). عملکرد اسانس در تیمار مصرف 12 تن ورمی کمپوست همراه با کود زیستی (5/21 کیلوگرم در هکتار) در مقایسه با دو تیمار کاربرد 20 تن کمپوست (2/81 کیلوگرم در هکتار) و شاهد (1/18 کیلوگرم در هکتار) به ترتیب در حدود 85 و 341 درصد بیشتر بود و با سایر تیمارهای کود آلی و زیستی تفاوت آماری نداشت (شکل 7). از آنجائی‌که عملکرد اسانس تحت تأثیر مستقیم عملکرد خشک پیکره رویشی و میزان اسانس قرار دارد و این دو ویژگی نیز در تیمار کاربرد تلفیقی 12 تن ورمی کمپوست و کود زیستی به بیشترین مقدار خود رسید لذا می‌توان انتظار داشت که عملکرد اسانس در این تیمار نیز بیشترین باشد. در خصوص افزایش عملکرد اسانس در اثر کاربرد کودهای آلی و زیستی بر روی گیاهان

دارویی، گزارش‌های متعددی وجود دارد که می‌توان به نتایج یافته‌های عبدو و همکاران (1)، محفوظ و شرف الدین (15) و مرادی و همکاران (18) بر روی رازیانه، آتیا و همکاران (4) بر روی آویشن، کوچکی و همکاران (13) بر روی زوفا، درزی و همکاران (6 و 8) بر روی شوید و گشنیز، مکی زاده و همکاران (16) بر روی ریحان و یوسف زاده و همکاران (28) بر روی بادرشبی اشاره کرد.

به طور کلی یافته‌های حاصل از این پژوهش نشان داد که مصرف جداگانه و تلفیقی کودهای آلی و زیستی در مقایسه با تیمار شاهد به نحو بارزی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه زوفا مؤثر بوده و در بین آن‌ها، دو تیمار مصرف تلفیقی 12 تن ورمی کمپوست و کود زیستی و نیز کاربرد تلفیقی 10 تن کمپوست، 6 تن ورمی کمپوست و کود زیستی بهترین نتیجه را بر روی عملکرد محصول یعنی عملکرد پیکره رویشی و عملکرد اسانس و نیز میزان اسانس زوفا نشان داده‌اند.

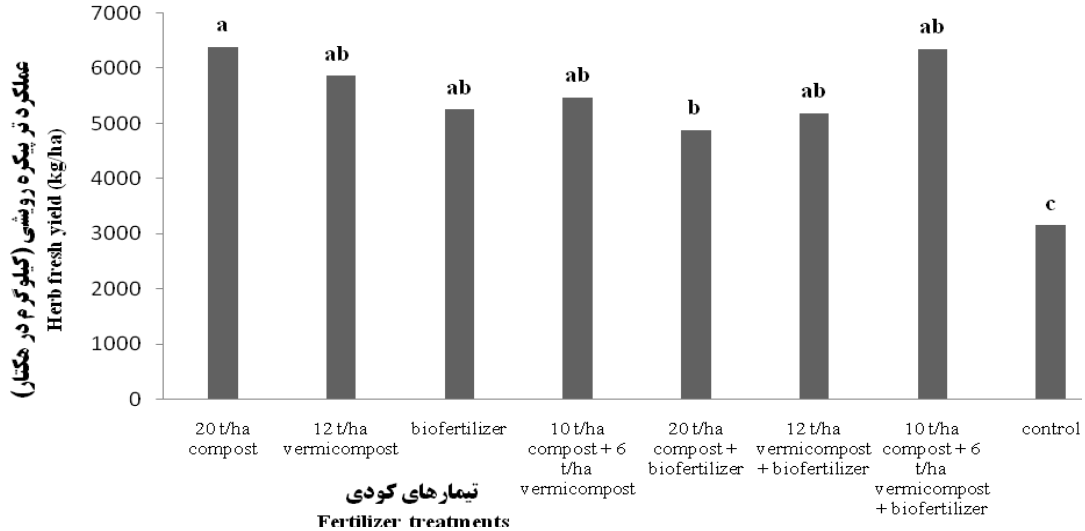


شکل 3- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر وزن خشک بوته گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 3- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on dry weight of hyssop

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

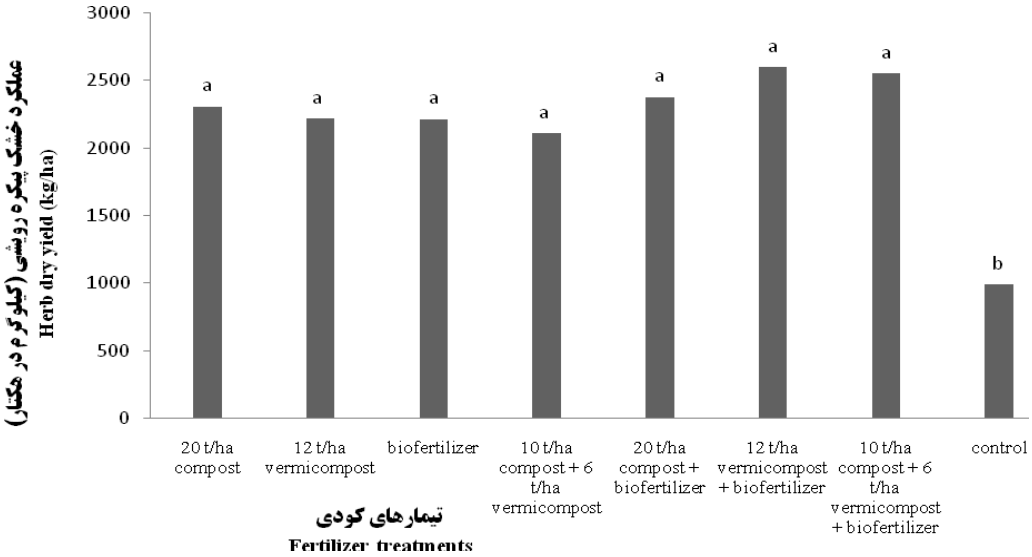


شکل 4- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد تر پیکره رویشی گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 4- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on hyssop fresh yield

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

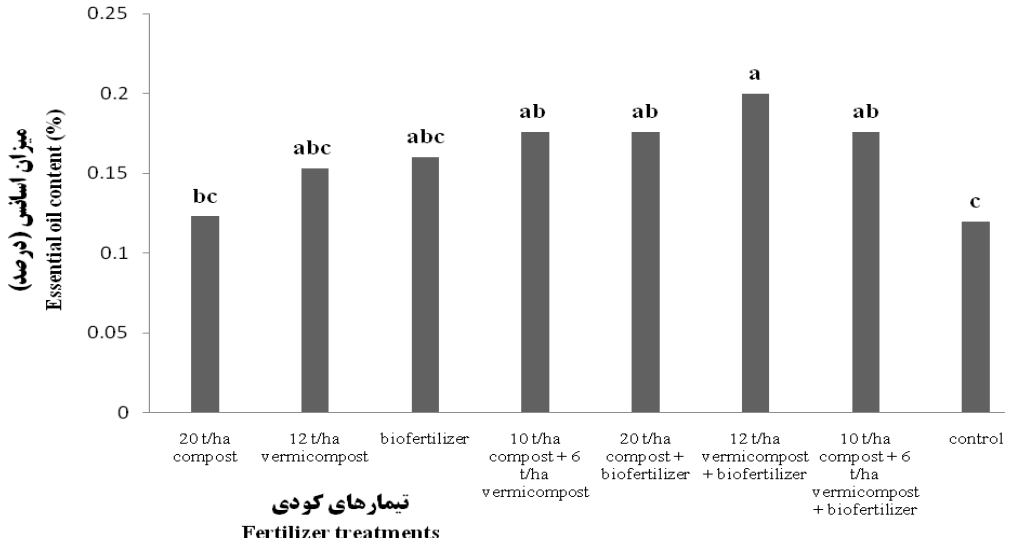


شکل 5- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد خشک پیکره رویشی گیاه زوفا

میانگین های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند

Figure 5- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on hyssop dry yield

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

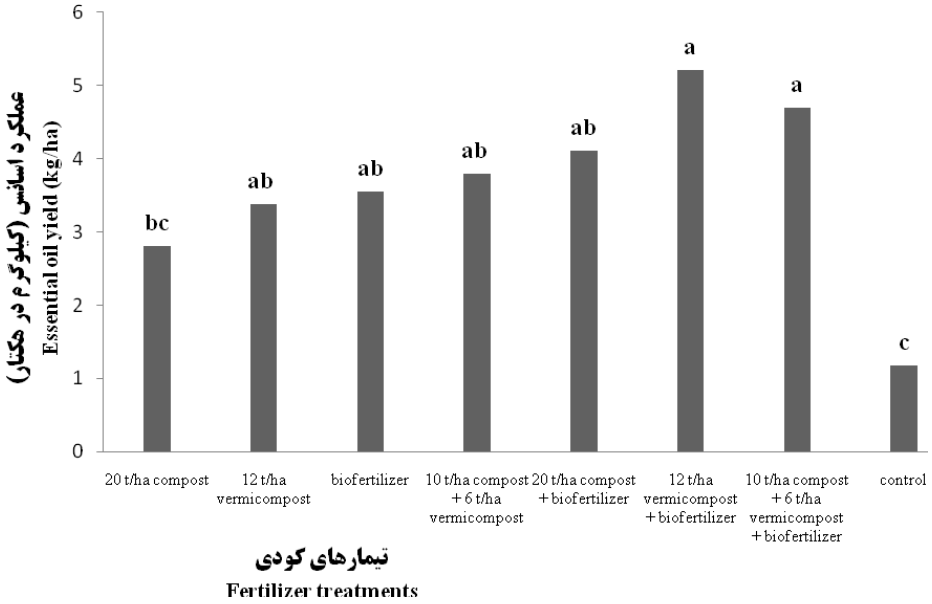


شکل 6- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر میزان اسانس گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 6- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on essential oil content of hyssop

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test



شکل 7- مقایسه میانگین اثر کودهای آلی و زیستی بر عملکرد اسانس گیاه زوفا

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال 5 درصد با یکدیگر تفاوت معنی‌دار ندارند

Figure 7- Mean comparison of organic and biofertilizer effect on essential oil yield of hyssop

Means which follow the same letter , are not statistically different at 5% probability level based on LSD test.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مدیر و کلیه کارکنان شرکت کشاورزی و دامپروری ران در شهرستان فیروزکوه که صمیمانه ما را در انجـام ایـن تحقیـق یاری نموده اند، تشکر می‌کنیم.

منابع

1. Abdou M.A.H., El-Sayed A.A., Badran F.S. and El-Deen R.M.S. 2004. Effect of planting density and chemical and biofertilization on vegetative growth, yield and chemical composition of fennel (Foeniculum vulgare Miller): I-Effect of planting density and some chemical (Nofatrein) and biochemical (Biogen) fertilizers, Annals of Agricultural Science, Moshtohor, 42: 1907-1922.
2. Anwar M., Patra D.D., Chand S., Alpesh K., Naqvi A.A. and Khanuja S.P.S. 2005. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil, Communications in Soil Science and Plant Analys, 36: 1737-1746.
3. Arancon N., Edwards C.A., Bierman P., Welch C. and Metzger J.D. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields, Bioresource Technology, 93: 145-153.
4. Ateia E.M., Osman Y.A.H. and Meawad A.E.A.H. 2009. Effect of organic fertilization on yield and active constituents of Thymus vulgaris L. under North Sinai conditions, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5: 555-565.
5. Badran F.S. and Safwat M.S. 2004. Response of fennel plants to organic manure and bio-fertilizers in replacement of chemical fertilization, Egyptian Journal of Agricultural Research, 82: 247-256.
6. Darzi M.T. and Haj Seyed Hadi M.R. 2012a. Effects of the application of organic manure and biofertilizer on the fruit yield and yield components in dill (*Anethum graveolens* L.), Journal of Medicinal Plants Research, 6: 3266-3271.
7. Darzi M.T., Haj Seyed Hadi M.R. and 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* L.), Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 6: 3793-3799.
8. Darzi M.T., Haj Seyed Hadi M.R. and Rejali F. 2012c. Effects of Cattle Manure and Biofertilizer Application on Biological Yield, Seed Yield and Essential oil in Coriander (*Coriandrum sativum* L.), Journal of Medicinal Plants,

11: 77-90.
9. El Ghadban E.A.E., Shalan M.N. and Abdel L.T.A.T. 2006. Influence of biofertilizers on growth, volatile oil yieldand constituents of fennel (Foeniculum vulgare Mill.), Egyptian Journal of Agricultural Research, 84: 977-992.
10. Fallahi J., Koocheki A. and Rezvani Moghaddam P. 2009. Investigating the effects of organic fertilizer on quantity index and the amount essential oil and chamazulene in chamomile (*Matricaria recutita* L.), Agricultural Research: Water, Soil and Plant in Agriculture, 8: 157-168.
11. Kapoor R., Giri B. and 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.
12. Kizil S., Hasimi N., Tolan V., Kilinc E. and Karatas H. 2010. Chemical Composition, Antimicrobial and Antioxidant Activities of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) Essential Oil, Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 38: 99-103.
13. Koocheki A., Tabrizi L. and Ghorbani R. 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.), Iranian Journal of Agronony Research, 6: 127-137.
14. Loomis W.D. and Corteau R. 1972. Essential oil biosynthesis. Recently Advance Phytochem, 6: 147-185.
15. Mahfouz S.A. and Sharaf Eldin M.A. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (Foeniculum vulgare Mill), International Agrophisics, 21: 361-366.
16. Makkizadeh M., Nasrollahzadeh S., Zehtab Salmasi S., Chaichi M. and Khavazi K. 2012. The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22: 1-12.
17. Migahed H.A., Ahmed A.E. and Abdel Ghany B.F. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of Apium graveolens under calcareous soil, Arab Universities Journal of Agricultural Science, 12: 511-525.
18. Moradi R., Rezvani M.P., Nasiri M.M., Lakzian A. 2010. The effect of application of organic and biological fertilizers on yield, yield components and essential oil of Foeniculum vulgare (Fennel), Iranian Journal of Agronomy Research, 7: 625-635.
19. Moro A., Zalacain A., De Mendoza J.H. and Carmona M. 2011. Effects of Agronomic Practices on Volatile Composition of Hyssopus officinalis L. Essential Oils, Molecules, 16: 4131-4139.
20. Mottaghian A., Pirdashti H., Bahmanyar M.A. and Mottaghian B. 2013. Response of growth characteristics and nutrients uptake of basil (*Ocimum basiilicum* L.) to concomitant use of municipal waste compost and three species of Trichoderma, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 358-372.
21. Omidbaigi R. 2000. Production and processing of medicinal plants, Volume 3, Behnashr Co. 397 p.
22. Rahimzadeh S., Sohrabi Y., Heidary G.R. and Pirzad A.R. 2011. Effect of biofertilizers application on some morphological traits and yield of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.), Journal of Horticultural Science, 25: 335-343.
23. Saeid Nejad A.H. and Rezvani Moghaddam P. 2010. Evaluation of biofertilizer and chemical fertilizer application on morphological traits, yield, yield components and essential oil percent in cumin (*Cuminum cyminum* L.), Journal of Horticultural Science, 24: 38-44.
24. Salehi Surmeghi M.H. 2008. Medicinal plants and Phytotherapy, Volume 2, Doniaye Taghzieh. 377 p.
25. 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.
26. Sharma A.K. 2002. Biofertilizers for sustainable agriculture, Agrobios, India, 407 p.
27. Tahami S.M.K., Rezvani Moghaddam P. and Jahan M. 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.), Journal of Agroecology, 2: 70-82.
28. Yousefzadeh S., Modarres Sanavy S.A.M., Sefidkon F., Asgarzadeh A., Ghalavand A., Roshdi M. and Safaralizadeh A. 2013. Effect of biofertilizer, azocompost and nitrogen on morphologic traits and essential oil content of Dracocephalum moldavica L. in two regions of Iran, Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29: 438-459.