جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۲، شماره ۳، ۱۳۹۰ (۲۵۴-۲۴۵)

تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*)

سودابه مفاخری[۱]، رضا امید بیگی[۲]، فاطمه سفیدکن[۳]* و فرهاد رجالی[۴]
۱، ۲، دانشجوی دکتری و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ۳، استاد و عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۴، استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب
(تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۱۶ - تاریخ تصویب: ۹۰/۳/۲۲)

چکیده

به منظور بررسی اثر کودهای زیستی بر برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عاملی با استفاده از عامل‌های ورمی‌کمپوست (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد حجم گلدان)، ازتوباکتر (کاربرد و عدم کاربرد) و بیوفسفات (کاربرد و عدم کاربرد) در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با دوازده تیمار و چهار تکرار در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت گلدانی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس به اجرا درآمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بالاترین سرعت سبز شدن (۱۱/۹۴ روز)، سریع‌ترین زمان گلدهی (۸۸/۸۱ روز)، بیشترین ارتفاع بوته (۵۰/۰۵ سانتی‌متر)، بیشترین وزن تر (۴۴/۵۶ گرم)، بیشترین وزن خشک (۱۲/۰۴۹ گرم)، بالاترین میزان اسانس (۰/۷۴ درصد)، و بیشترین عملکرد اسانس (۰/۳۴ میلی‌لیتر در گلدان) در سطح سوم ورمی‌کمپوست (۳۰٪ حجم گلدان) حاصل شد. همچنین بیشترین مقدار بذر در بوته (۴/۴۷ گرم) در تیمار اثر متقابل سطح دوم ورمی‌کمپوست و کاربرد بیوفسفات زیستی، مشاهده شد. تیمار کود بیوفسفات اثر معنی‌داری بر سرعت سبز شدن بذرها و مقدار کلروفیل برگ نشان داد. همچنین اثر متقابل بیوفسفات و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک، وزن بذر در بوته، مقدار فتوسنتز و میزان کلروفیل برگ داشت.

واژه‌های کلیدی: ازتوباکتر، اسانس، بادرشبی، بیوفسفات، ورمی‌کمپوست.

مقدمه

یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در سیستم‌های کشت با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. کودهای زیستی شامل مواد نگهدارنده‌ای با جمعیت متراکم از یک یا چند نوع میکروارگانیسم مفید خاکزی و یا به صورت فرآورده متابولیکی این موجودات می‌باشند که به منظور تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در یک اکوسیستم زراعی به کار می‌روند (Sharma, 2002). امروزه رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استقرار نظام کشاورزی

* نویسنده مسئول: فاطمه سفید کن تلفن: ۰۲۱-۴۴۵۸۰۲۷۶ E-mail: Sefidkon@rifr-ac.ir

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

پایدار و به کارگیری روش‌های مدیریتی آن می‌باشد، یکی از این روش‌ها استفاده از کودهای زیستی است. از میان گیاهان دارویی می‌توان به بادرشبی (*Dracocephalum moldavica*) اشاره کرد که از اهمیت زیادی در ایران و جهان برخوردار بوده و از اسانس حاصل از پیکر رویشی آن در صنایع مختلف داروسازی، غذایی و آرایشی و بهداشتی استفاده می‌شود (Omidbaigi, 2007). از این رو به منظور بهبود عملکرد پیکر رویشی، به کارگیری کودهای زیستی از اهمیت به سزایی برخوردار است.

ورمی‌کمپوست یکی از انواع کودهای زیستی بوده که از طریق فرآوری ضایعات آلی نظیر کود دامی، بقایای گیاهی و غیره توسط کرم‌های خاکی حاصل می‌گردد. این ماده دارای تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی، تهویه و زهکش مناسب، ظرفیت زیاد نگهداری آب و عاری از بو و عوامل بیماریزا می‌باشد و امروزه استفاده از آن در کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول است (Arancon et al., 2004). در پژوهشی که روی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum*) صورت گرفت، مشاهده شد که تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست، به طور چشمگیری عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد افزایش دادند (Azizi et al., 2007). در تحقیقی دیگر که با کاربرد مقادیر ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست بر روی توت‌فرنگی (*Fragaria ananassa*) انجام شد، مشخص گردید که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست به طور معنی‌داری رشد رویشی و زایشی توت‌فرنگی را در مقایسه با شاهد افزایش داد (Arancon et al., 2004). در گیاه دارویی نعناع (*Menta piperita*) کاربرد سطوح مختلف ورمی‌کمپوست در مقایسه با کنترل، به طور قابل توجهی عملکرد زیستی را بهبود بخشید (Anwar et al., 2005). کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*)، سبب افزایش تعداد گل، ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و مقدار اسانس گیاه مورد نظر گردید (Darzi et al., 2006).

میکروارگانیزم‌های حل‌کننده فسفات از دیگر کودهای زیستی محسوب می‌گردند که از طریق افزایش حلالیت فسفر در فسفات‌های معدنی کم محلول نظیر سنگ فسفات، سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌شوند. همچنین بسیاری از آنها با تولید آنزیم‌های فسفاتاز، سبب آزاد شدن فسفر از ترکیب‌های آلی نیز می‌گردند (Sharma, 2002; Toro et al., 1997). در همین رابطه در تحقیقی که روی علف‌لیمو (*Cymbopogon citrates*) انجام شد، مشاهده گردید که کاربرد چندین سوش از باکتری‌های حل کننده فسفات، ارتفاع بوته و بیوماس گیاهی را در مقایسه با شاهد افزایش داد (Ratti et al., 2001). همچنین در پژوهشی دیگر، کاربرد یک سوش از باکتری‌های حل‌کننده فسفات در مقایسه با شاهد، موجب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته در گیاه چای (*Camellia sinensis*) گردید (Hazarika et al., 2000).

یکی دیگر از کودهای زیستی ازتوباکتر می‌باشد که از طریق تثبیت زیستی نیتروژن، سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌شود. در یک پژوهش، اثر تیمارهای مختلف کودی بر درصد اسانس گیاه دارویی نعناع (*Mentha piperita*) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد وزن تر، وزن خشک و ارتفاع بوته در تیمارهای ورمی‌کمپوست، کود گاوی و *Azospirillum sp.* و *Azotobacter sp.* با تیمار شاهد (استفاده از کودهای شیمیایی) برابری می‌کرد (Kalra, 2003). نتایج حاصل از تحقیقی گلخانه‌ای در مصر روی گیاه مرزنجوش (*Majorana hortensis*) حاکی از آن بود که کودهای زیستی شامل ازتوباکتر و باکتری‌های حل‌کننده فسفات روی رشد رویشی، میزان اسانس و نیز روی خاصیت بازدارندگی اسانس بر رشد باکتری‌های گرم مثبت، گرم منفی و قارچها اثر معنی‌داری دارند (Fatma et al., 2006).

هدف از انجام این تحقیق مطالعه تأثیر کاربرد کودهای زیستی بر روی برخی فاکتورهای فیزیولوژیکی، مورفولوژیکی و مقدار اسانس گیاه دارویی بادرشبی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۸-۱۳۸۷ به صورت گلدانی و در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. منطقه انجام تحقیق در فاصله

جهت تهیه فایل WORD این مقاله به سایت DaneshResan.com مراجعه نمایید و عنوان مقاله را جستجو کنید
بیش از ۲ میلیون مقاله فارسی در این سایت موجود میباشد

۲۰ کیلومتری شهر تهران واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۲۱۵ متر و میزان متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۲ میلی‌متر گزارش شده است. این پژوهش با استفاده از آزمایش فاکتوریل سه عاملی شامل عامل ورمی‌کمپوست در سه سطح (صفر، ۱۵ و ۳۰ درصد حجم گلدان)، ازتوباکتر در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد) و بیوفسفات در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد)، در قالب طرح پایه بلوکهای کامل تصادفی با دوازده تیمار و چهار تکرار انجام گرفت. ورمی‌کمپوست به کار رفته در آزمایش دارای منشاء گیاهی بود. کود فسفات زیستی حاوی سنگ فسفات معدنی و یک گونه از باکتری‌های حل‌کننده فسفات به نام *Pseudomonas striata* و ازتوباکتر مورد استفاده نیز از گونه *Azotobacter chroococcum* بود.

به منظور بررسی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست و خاک مورد استفاده، یک نمونه از هر کدام مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات شیمیایی خاک و ورمی‌کمپوست مورد استفاده

نمونه	PH	EC (ds/m)	N (%)	P (%)	K (%)
خاک	۷/۶	۱/۹۷	۰/۰۳	۰/۰۰۱۹۶	۰/۰۰۶۴
ورمی‌کمپوست	۶/۸	۲	۳/۲۹	۰/۵۳	۱/۷۵

بذر بادرشبی مورد استفاده در این تحقیق از رقم SZK-1 اصلاح شده توسط مرکز تحقیقات دانشگاه کروینوس[1] مجارستان بود، گلدان‌هایی پلاستیکی به ارتفاع ۳۲ سانتی‌متر و قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر تهیه و پس از نامگذاری به صورت تصادفی قرار گرفتند و در تاریخ ۲۰ اسفند ۱۳۸۷ تیمار ورمی‌کمپوست اجرا گردید. در تاریخ ۲۰ فروردین ۱۳۸۸ بذرها به صورت کپه‌ای و در ۴ نقطه سطح گلدان کشت گردید، تیمارهای ازتوباکتر و بیوفسفات همزمان با کشت و به صورت تلقیح بذری انجام گرفتند. آبیاری به صورت روزانه صورت گرفت. تیمارهای مورد بررسی در این تحقیق به صورت زیر نامگذاری شدند:

T0= شاهد بدون هیچگونه تیمار کودی، V15= ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، V30= ۳۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، B= بیوفسفات، A= ازتوباکتر، BV15= کاربرد بیوفسفات و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، BV30= کاربرد بیوفسفات و ۳۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، AV15= کاربرد ازتوباکتر و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، AV30= کاربرد ازتوباکتر و ۳۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، AB= کاربرد ازتوباکتر و بیوفسفات، ABV15 = کاربرد ازتوباکتر، بیوفسفات و ۱۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست، ABV30= کاربرد ازتوباکتر، بیوفسفات و ۳۰ درصد حجمی ورمی‌کمپوست.

پس از سبز شدن بذرها و در مرحله دو برگی تنک کردن انجام شد و در هر نقطه کشت فقط یک گیاه نگهداری شد، به طوری که در هر گلدان ۴ گیاه باقی ماند. طی دوره ۱۲۰ روزه رشد، مراقبت‌های زراعی لازم صورت گرفت. در این تحقیق ویژگی‌هایی از قبیل زمان سبز شدن، زمان آغاز گلدهی، ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک پیکر رویشی، مقدار بذر در بوته، میزان فتوسنتز و مقدار کلروفیل برگ مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله گلدهی کامل، از هر گلدان دو بوته به صورت تصادفی انتخاب و پیکر رویشی آنها از پنج سانتی‌متری سطح خاک برداشت گردید و سپس فرایند خشک کردن در دمای اتاق و در شرایط سایه کامل، انجام شد. نمونه‌های خشک شده جهت استخراج اسانس به آزمایشگاه منتقل گردید. اسانس‌گیری به روش تقطیر با آب و توسط دستگاه کلونجر انجام شد. دو بوته باقیمانده در هر گلدان، تا مرحله تشکیل بذر نگهداری شد سپس خوشه‌های رسیده برداشت گردید و به منظور ثبت فاکتورهای مربوط به بذر به آزمایشگاه منتقل شدند.

برای اندازه‌گیری فتوسنتز از دستگاه LCA-4 (Analytical Development Company, Hoddeson, England) و به منظور اندازه‌گیری مقدار کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر مدل CMM 200 استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده از نرم‌افزار آماری Minitab و برای ترسیم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها، آزمون نرمال بودن انجام شد و پس از اطمینان از حالت

1. Corvinusz

توزیع نرمال، نسبت به تجزیه و تحلیل داده‌ها اقدام گردید. مقایسه میانگین‌های به دست آمده توسط روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج

زمان سبز شدن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول۲)، زمان سبز شدن توسط دو فاکتور ورمی‌کمپوست و بیوفسفات در سطح یک درصد معنی‌دار گردید اما سایر فاکتورها و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر زمان سبز شدن نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین V30 (۱۱/۹۴روز) و V0 (۱۶/۳۹ روز) تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که زمان سبز شدن در V30 بیش از ۳۷ درصد کاهش نشان داد، اما بین دو سطح V15 و V30 از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری دیده نشد (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها بیانگر آن بود که بین مصرف و عدم مصرف کود بیوفسفات اختلاف معنی‌داری وجود دارد، به نحوی که زمان سبز شدن در B1 (۱۲/۴۶روز)، در حدود ۱۹ درصد کمتر از B0 (۱۲/۴۶ روز) گردید (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر زمان سبز شدن بذر در جدول ۴ نشان داده شده است.

زمان آغاز گلدهی

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲)، اثر ورمی‌کمپوست بر زمان آغاز گلدهی در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. سایر فاکتورها و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر زمان آغاز گلدهی نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح V30 (۸۸/۸۱ روز) و V0 (۹۲/۷۵ روز) تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که زمان ظهور اولین گل در سطح سوم ورمی‌کمپوست بیش از ۴ درصد کمتر بود، با این وجود از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری بین V0 و V15 مشاهده نشد (جدول۳). مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر زمان ظهور اولین گل در جدول ۴ آمده است.

ارتفاع بوته

همانطور که در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مشاهده می‌شود، اثر فاکتور ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطح V30 (۵۰/۰۵ سانتی‌متر) با V0 (۳۷/۰۲ سانتی‌متر) و V15 (۴۳/۶۷ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری وجود داشت، به طوری که ارتفاع بوته در V30 به ترتیب بیش از ۳۷ و ۱۴ درصد بیشتر از V0 و V15 بود (جدول۳). سایر فاکتورها و اثرات متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند. مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر ارتفاع بوته، در شکل ۱ نشان داده شده است.

وزن تر پیکر رویشی

طبق نتایج تجزیه واریانس مندرج در جدول ۲، وزن تر پیکر رویشی تحت تأثیر فاکتور ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد معنی‌دار گردید، ولی سایر فاکتورها و اثرات متقابل میان آنها، تأثیر معنی‌داری بر وزن تر پیکر رویشی نداشتند. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح ورمی‌کمپوست تفاوت قابل توجهی وجود دارد به طوری که وزن تر پیکر رویشی در سطح V30 (۴۴/۵۶ گرم) در مقایسه با V15 (۳۲/۶۲ گرم) و V0 (۱۴/۲۶گرم) به ترتیب بیش از ۳۶ و ۲۰۰ درصد افزایش داشته است (جدول۳). مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای کودهای زیستی و تیمار شاهد، بر وزن تر پیکر رویشی، در شکل ۲ آمده است.

وزن خشک پیکر رویشی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) مبین آن بود که فاکتورهای ورمی‌کمپوست و اثر متقابل بین فاکتورهای ورمی‌کمپوست و بیوفسفات، بر وزن خشک پیکر رویشی در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح ورمی‌کمپوست تفاوت قابل ملاحظه‌ای وجود دارد به نحوی که وزن خشک پیکر رویشی در سطح V30 (۱۱/۳۷۵ گرم) در مقایسه با V15 (۸/۴۵۳ گرم) در حدود ۳۴ درصد و در مقایسه با V0 (۳/۱۴ گرم) بیش از ۲۶۰ درصد، بیشتر بود. میزان وزن خشک در اثر متقابل فاکتورهای B1V30 (۱۰/۷۰۱ گرم) نسبت به B0V0 (۳/۰۶۹ گرم) افزایش معنی‌داری به میزان بیش از سه برابر نشان داده است (جدول ۳). مقایسه میانگین وزن خشک پیکر رویشی تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد در شکل ۲ نشان داده شده است.

وزن بذر در بوته

با توجه به نتایج تجزیه واریانس جدول ۲، مشخص شد، فاکتورهای ورمی‌کمپوست و اثر متقابل بین ورمی‌کمپوست و بیوفسفات، تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن بذر در بوته داشته اند. همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، وزن بذر در بوته در سطح V30 نسبت به V0 افزایشی به میزان ۹۶ درصد داشته است. با این وجود بین سطوح V30 و V15 به لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. همچنین اثر متقابل فاکتورهای B0V30، B1V15 و B1V30 در مقایسه با B0V0 به ترتیب به میزان ۱۰۰، ۱۱۳ و ۸۵ درصد افزایش در میزان بذر در بوته نشان داده‌اند (جدول ۳). در جدول ۴ میانگین وزن بذر در بوته، بین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد مقایسه گردیده است.

میزان فتوسنتز

میزان فتوسنتز توسط فاکتور ورمی‌کمپوست و اثر متقابل دو فاکتور ورمی‌کمپوست و بیوفسفات در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲)، سایر فاکتورها و اثرات متقابل میان آنها، اثر معنی‌داری بر میزان فتوسنتز نداشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح ورمی‌کمپوست تفاوت قابل توجهی وجود دارد به طوری که میزان فتوسنتز در V30 (۶/۲۴ umol/m^2/s) در مقایسه با V0 (۵/۰۰ umol/m^2/s) بیش از ۲۴ درصد افزایش داشته است اما بین دو سطح V15 و V30 از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در میزان فتوسنتز مشاهده نشد (جدول۳). همچنین بیشترین میزان فتوسنتز (۶/۶۳ umol/m^2/s) در اثر متقابل فاکتورهای B0V30 حاصل شده است که در مقایسه با B0V0 (۴/۵۹ umol/m^2/s) بیش از ۴۴ درصد افزایش نشان داده است (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر میزان فتوسنتز، در جدول ۴ آمده است.

میزان کلروفیل برگ

دو فاکتور ورمی‌کمپوست و بیوفسفات به ترتیب در سطح یک درصد و پنج درصد، تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ نشان دادند (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده وجود تفاوت معنی‌دار بین سطوح مختلف ورمی‌کمپوست است، به نحوی که میزان کلروفیل برگ در V30 (۶/۰۹ mg/cm^2) در مقایسه با V0 (۴/۱۲ mg/cm^2) و V15 (۴/۴۷ mg/cm^2) به ترتیب به میزان ۴۸ و ۳۶ درصد افزایش نشان داده است، همچنین تفاوت معنی‌داری از نظر میزان کلروفیل برگ، بین دو سطح B1 (۴/۲۸ mg/cm^2) و B0 (۳/۸۵ mg/cm^2) وجود دارد (جدول ۳). با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی و تیمار شاهد (جدول ۴)، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده همزمان سطح سوم ورمی‌کمپوست و بیوفسفات بیشترین تأثیر را بر میزان کلروفیل برگ داشته است (۶/۵ mg/cm^2).

درصد اسانس

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده ها، بیانگر آن بود که تأثیر بیوفسفات و ورمی‌کمپوست بر مقدار اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین کاربرد بیوفسفات (۰/۶۸۷۸٪) و عدم کاربرد بیوفسفات (۰/۶۳۳۹٪) تفاوت معنی‌دار وجود دارد به طوری که میزان اسانس در صورت کاربرد بیوفسفات به نسبت عدم کاربرد، ۸ درصد بیشتر بود (جدول۳). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست بود، به طوری که میزان اسانس در V30 (۰/۷۴۲۵٪) در مقایسه با V0 (۰/۵۹۲۵٪) و V15 (۰/۶۴۷۵) به ترتیب ۲۵ و ۱۴ درصد بیشتر بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر روی درصد اسانس در شکل ۳ آمده است.

عملکرد اسانس

تجزیه واریانس داده‌ها، بیانگر آن بود که تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول۲). مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف کود ورمی‌کمپوست بود، به طوری که عملکرد اسانس در V30 (۰/۳۴ میلی‌لیتر در گلدان) در مقایسه با V0 (۰/۰۷۵ میلی‌لیتر در گلدان) و V15 (۰/۲۱۹ میلی‌لیتر در گلدان) به ترتیب بیش از ۳۵۰ و ۵۵ درصد بیشتر بود (جدول ۳). سایر فاکتورها تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس نشان ندادند. مقایسه میانگین تیمارهای کودهای زیستی با تیمار شاهد، بر عملکرد اسانس در شکل ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی بادرشبی، تحت تأثیر کودهای زیستی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		زمان سبز شدن	زمان آغاز گلدهی	ارتفاع بوته	وزن تر پیکر رویشی	وزن خشک پیکر رویشی	وزن بذر در بوته	میزان فتوسنتز	درصد اسانس	عملکرد اسانس
ورمی‌کمپوست	۲	۹۰/۲۷۱**	۶۷/۰۲**	۶۷۹/۳۶**	۳۷۲۵/۶۳**	۲۷۸/۶۰۶**	۱۷/۷۲۴۸**	۶/۵۵۷۷**	۰/۰۶۹۱۰۰**	۰/۲۱۲**
ازتوباکتر	۱	۰/۷۵۰ns	۳۵/۰۲ns	۱/۹۸ns	۲/۸۶ns	۰/۳۹۶ns	۰/۰۷۶۸ns	۰/۲۷۳۰ns	۰/۰۰۰۰۰۳ns	۰/۰۰۰ns
بیوفسفات	۱	۷۰/۰۸۳**	۳۱/۶۹ns	۴/۸۵ns	۰/۰۶ns	۰/۹۵۸ns	۱/۸۸۸۱ns	۰/۰۰۴۴ns	۰/۰۲۶۱۳۶**	۰/۰۰۵ns
ورمی‌کمپوست × ازتوباکتر	۲	۷/۳۱۳ns	۲/۶۵ns	۴/۸۰ns	۱۹/۰۰ns	۰/۲۳۵ns	۱/۰۰۱۴ns	۰/۶۲۸۴ns	۰/۰۰۴۸۱۱ns	۰/۰۰۳ns
ورمی‌کمپوست × بیوفسفات	۲	۷/۱۴۶ns	۳۲/۶۹ns	۵/۷۷ns	۳۶/۷۱ns	۱۱/۵۶۲**	۴/۱۵۳۱**	۲/۵۳۱۸**	۰/۰۰۰۱۴۴ns	۰/۰۰۸*
ازتوباکتر× بیوفسفات	۱	۰/۳۳۳ns	۱/۰۲ns	۰/۴۷ns	۳۳/۵۰ns	۳/۱۲۱ns	۰/۳۹۲۴ns	۰/۰۰۰ns	۰/۰۰۰۳۳۶ns	۰/۰۰۱ns
اثر متقابل هر سه فاکتور	۲	۰/۷۷۱ns	۱۹/۴۰ns	۴۶/۶۵ns	۹۷/۸۲ns	۱/۴۱۷ns	۱/۷۵۴۲ns	۰/۴۸۳۱ns	۰/۰۰۱۰۱۱ns	۰/۰۰۳ns
خطای آزمایش	۳۶	۲/۴۵۸	۱۰/۰۹	۲۲/۸۷	۳۰/۵۸	۲/۱۱۵	۰/۵۵۴۰	۰/۲۰۷۳	۰/۰۰۳۰۴۴	۰/۰۰۱

ns و * و** به ترتیب بی معنی و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفت‌های مورد بررسی بادرشبی در فاکتورهای معنی‌دار

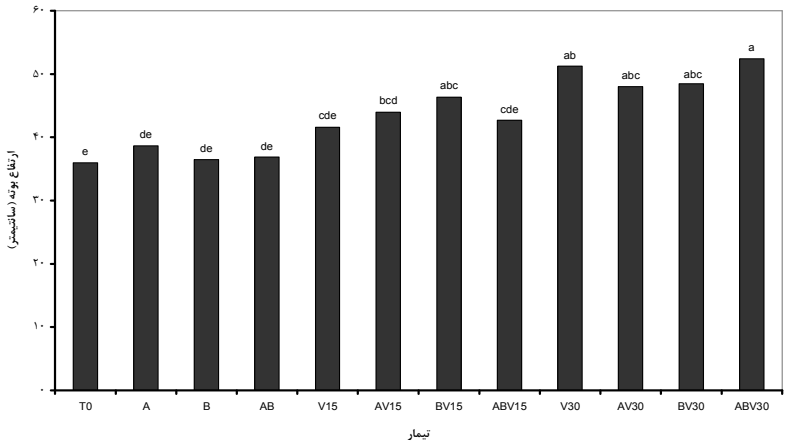
فاکتور	صفت‌های مورد بررسی									
	زمان سبز شدن (روز)	زمان آغاز گلدهی (روز)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن تر پیکر رویشی (گرم)	وزن خشک پیکر رویشی (گرم)	وزن بذر در بوته (گرم)	میزان فتوسنتز (Umol/ m2/s)	میزان کلروفیل برگ (mg/cm^2)	درصد اسانس	عملکرد اسانس (میلی‌لیتر در گلدان)
ورمی‌کمپوست										
V0	۱۶/۳۸b	۹۲/۷۵b	۳۷/۰۲c	۱۴/۲۶c	۳/۱۴c	۲/۰۶b	۵/۰۰b	۴/۱۲۷b	۰/۵۹۲۵b	۰/۰۷۵c
V15	۱۲/۶۹a	۹۱/۷۵b	۴۳/۶۷b	۳۲/۶۲b	۸/۴۵b	۳/۶۹a	۵/۹۰a	۴/۴۷۸b	۰/۶۴۷۵b	۰/۲۱۹b
V30	۱۱/۹۴a	۸۸/۸۱a	۵۰/۰۵a	۴۴/۵۶a	۱۱/۳۷a	۴/۰۴a	۶/۲۴a	۶/۰۹a	۰/۷۴۲۵a	۰/۳۴۰a
بیوفسفات										
B1	۱۴/۸۸b							۴/۲۸a		
B0	۱۲/۴۶a							۳/۸۵b		
ورمی‌کمپوست × بیوفسفات										
B0V0					۳/۰۷d	۲/۰۹c	۴/۵۹d			۰/۰۶۵d
B0V15					۷/۴۳c	۲/۹۰b	۵/۹۴b			۰/۱۸۱c
B0V30					۱۲/۰۵a	۴/۲۰a	۶/۶۳a			۰/۳۵۳a
B1V0					۳/۲۲d	۲/۰۴c	۵/۴۰c			۰/۰۸۵d
B1V15					۹/۴۷b	۴/۴۷a	۵/۸۵bc			۰/۲۵۷b
B1V30					۱۰/۷۰ab	۳/۸۸a	۵/۸۵ bc			۰/۳۲۸a

* میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفت‌های مورد بررسی بادرشبی با تیمار شاهد

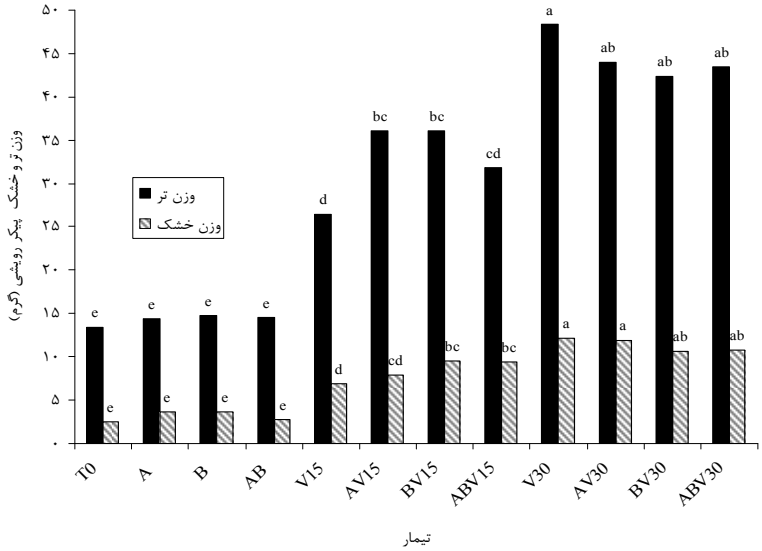
تیمار	صفت‌های مورد بررسی				
	زمان سبز شدن (روز)	زمان آغاز گلدهی (روز)	وزن بذر در بوته (گرم)	میزان فتوسنتز ($umol/m^2/s$)	میزان کلروفیل (mg/cm^2)
T0	۱۶/۲۵cd	۹۳/۷۵c	۲/۲۲ef	۴/۱۱e	۲/۵۵ef
A	۱۷/۷۵d	۹۱/۲۵bc	۱/۹۶ef	۵/۰۸d	۳/۰۲def
B	۱۵/۲۵c	۹۴/۲۵c	۲/۳۲ef	۵/۲۸cd	۳/۵۲de
AB	۱۶/۲۵cd	۹۱/۷۵bc	۱/۷۷f	۵/۵۳cd	۲/۱۷f
V15	۱۵/۰۰c	۹۲/۰۰bc	۳/۰۸cde	۵/۹۸bc	۴/۱۲cd
AV15	۱۴/۲۵bc	۹۲/۰۰bc	۲/۷۴def	۵/۹۱bc	۲/۵۷ef
BV15	۱۱/۰۰a	۹۳/۲۵c	۳/۷۰bcd	۵/۸۷bc	۳/۸cde
ABV15	۱۰/۵۰a	۸۹/۷۵ab	۵/۲۴a	۵/۸۴bc	۴/۱۵cd
V30	۱۴/۰۰bc	۹۳/۰۰c	۴/۰۵bc	۶/۸۵a	۴/۸bc
AV30	۱۲/۰۰ab	۸۹/۵۰ab	۴/۳۶ab	۶/۴۱ab	۶ab
BV30	۱۱/۲۵a	۸۵/۵۰a	۳/۹۹bc	۵/۷۴bcd	۶/۵a
ABV30	۱۰/۵۰a	۸۷/۲۵ab	۳/۷۷bcd	۵/۹۷bc	۵/۵۲ab

* میانگین‌هایی که در هر ستون با حروف مشابه مشخص شده‌اند اختلاف معنی‌دار ندارند.



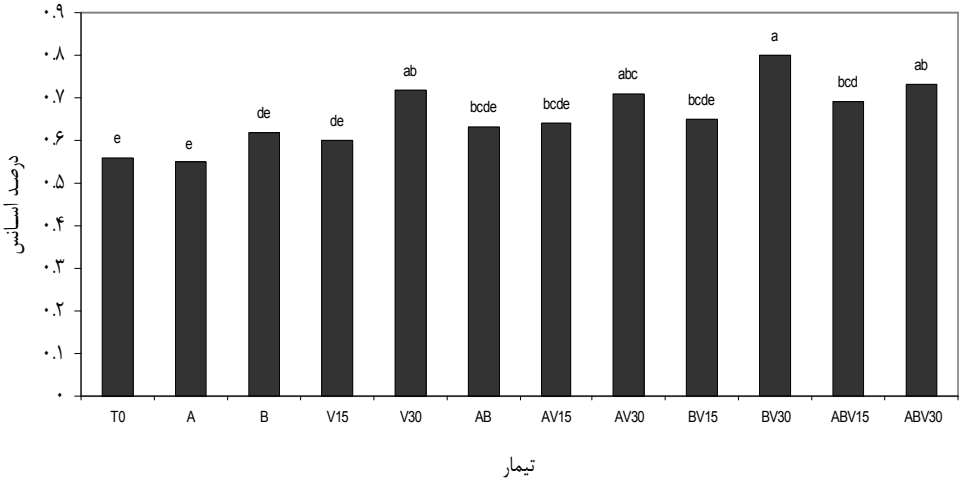
شکل ۱- تأثیر تیمارهای کودهای زیستی بر ارتفاع بوته

* T0: شاهد. A: ازتوباکتر، B: بیوفسفات، V15: ۱۵درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست، V30: ۳۰درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست



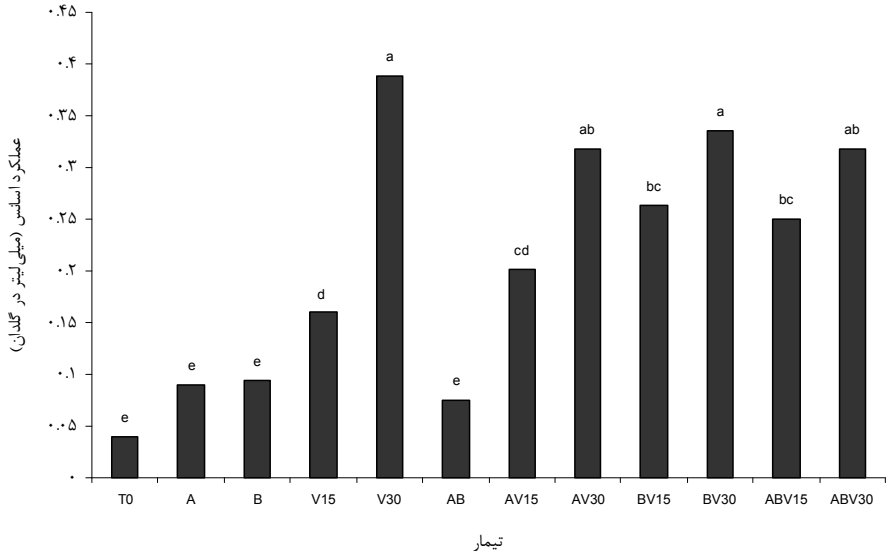
شکل ۲- تأثیر تیمارهای کودهای زیستی بر وزن تر و خشک پیکر رویشی

* T0: شاهد. A: ازتوباکتر، B: بیوفسفات، V15: ۱۵درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست، V30: ۳۰درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست



شکل ۳- تأثیر تیمارهای کودهای زیستی بر درصد اسانس

* T0: شاهد. A: ازتوباکتر، B: بیوفسفات، V15: ۱۵درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست، V30: ۳۰درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست



شکل ۴- تأثیر تیمارهای کودهای زیستی بر عملکرد اسانس

* T0: شاهد. A: ازتوباکتر، B: بیوفسفات، V15: ۱۵درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست، V30: ۳۰ درصد حجم گلدان ورمی‌کمپوست

بحث

ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر صفت‌های اندازه‌گیری شده در این آزمایش نشان داد. به نظر می‌رسد که این کود زیستی از طریق قدرت زیاد جذب آب و تدارک مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف بر فاکتورهای فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی بادرشبی از جمله میزان فتوسنتز، میزان کلروفیل برگ، وزن تر و وزن خشک پیکر رویشی، و ارتفاع گیاه، تأثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود عملکرد اسانس گردید. این موضوع در نتایج تحقیقات انجام شده روی گونه‌ای گیاه فضای سبز شهری (*Sesbania emerus*) و گیاه ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum*) قابل مشاهده می‌باشد (Gardezi et al., 2000; Hameeda et al., 2006). به عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد توسط این میکروارگانیسم‌ها و نیز در دسترس قرار دادن مقدار بیشتری مواد غذایی برای مصرف گیاه، سبب افزایش مقدار کلروفیل برگ، بالا رفتن میزان فتوسنتز و در نتیجه افزایش ماده خشک گیاهی گردید. نتایج به دست آمده در مورد صفات اندازه‌گیری شده با یافته‌های گزارش شده در رازیانه، ریحان، نخود(*Cicer arietinum*) و چای مطابقت دارد (Darzi et al., 2006; Azizi et al., 2007; Jat & Ahlawal, 2004; Hazarika et al., 2000). نتایج این تحقیق در مورد تأثیر ورمی‌کمپوست بر افزایش ارتفاع بوته، با نتایج به دست آمده بر روی همیشه بهار (*Calendula officinalis*)، بابونه رومی (*Anthemis nobilis*) و ریحان مطابقت داشت (Atiyeh et al., 2002; Liuc & Pank, 2005; Mcginnis et al., 2003). نتایج تحقیقات دیگر حاکی از افزایش میزان اسانس و بهبود عملکرد اسانس ریحان (Azizi et al., 2007) و بابونه رومی (Liuc & Pank, 2005) در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست بود که در تحقیق حاضر نیز همین نتیجه به دست آمد. همچنین به نظر می‌رسد تیمارهای کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد، به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های میکروبی مفید در خاک مهیا کرده و از طریق جذب مطلوب عناصر معدنی ماکرو و میکرو توسط ریشه بادرشبی، موجب افزایش رشد و نمو گیاه می‌شوند. در همین رابطه در پژوهشی که روی گیاه دارویی رازیانه انجام گرفته، نتایج مشابهی گزارش شده است (Kapoor et al., 2002). از سوی دیگر کود فسفات زیستی، به وسیله جذب بیشتر فسفر و افزایش میزان کلروفیل برگ و فتوسنتز موجب بهبود عملکرد زیستی و افزایش عملکرد اسانس گردید. این پژوهش با نتیجه حاصل از تحقیقی که روی یکی از گیاهان جنس علف لیمو

(*Cymbopogon martinii*) انجام گرفته مطابقت دارد (Ratti et al., 2001). همچنین برتری تیمارهای مطلوب کودهای زیستی نسبت به تیمار شاهد مبین آن است که استعمال کودهای زیستی در سیستم‌های کشاورزی پایدار ضمن بهبود ساختار و فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید خاک، موجب تأمین مطلوب آب و عناصر غذایی ماکرو و میکرو گردیده که این مساله به افزایش عملکرد گیاهان در مقایسه با سیستم کشت متداول منجر می‌گردد (Ratti et al., 2001).

این تحقیق به خوبی تأثیر مثبت استفاده از ورمی‌کمپوست و میکروارگانیسم‌های حل‌کننده فسفات را بر عملکرد، اجزای عملکرد و مقدار اسانس بادرشبی نشان داد، به طوری که کاربرد همزمان دو کود زیستی ورمی‌کمپوست و بیوفسفات بیشترین تأثیر را بر اکثر فاکتورهای فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی مورد بررسی نشان دادند. این تیمارها بدون کوچک‌ترین صدمات محیطی و با حفظ پایداری و سلامت سیستم کشاورزی می‌توانند نیازهای غذایی گیاه را تا حدود زیادی برطرف کنند و باعث استقرار بهتر میکروارگانیسم‌های خاکزی برای تناوب‌های بعدی می‌شود. حال می‌توان با بکارگیری گونه‌های دیگر از میکروارگانیسم‌ها و مقادیر دیگری از ورمی‌کمپوست نتایج امیدوارکننده‌تری به دست آورد.

REFERENCES

1. Anwar, M., Patra, D. D., Chand, S. & Khanuja, S. P. S. (2005). Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Aanalysis*, 36, 1737-1746.
2. Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Welch, C. & Metzger, J. D. (2004). Influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93, 145-153.
3. Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A. & Metzger, J. D. (2002). Incorporation of earthworm processed organic wastes into greenhouse container media for production of marigolds. *Bioresource Technology*, 81(2), 103-108.
4. Azizi, M., Lakzian, A. & Bagani, M. (2007). Effect of different amount of vermicompost and vermivash on morphological factors and essential oil content of Basil. *Agricultural Sciences*, 2, 5-8.
5. Darzi1, 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), 278-292. (In Farsi).
6. Fatma, E. M., El-Zamik, I., Tomader, T., El-Hadidy, H. I., Abd El-Fattah, L. & Seham Salem, H. (2006). Efficiency of biofertilizers, organic and in organic amendments application on growth and essential oil of marjoram (*Majorana hortensis* L.) plants grown in sandy and calcareous soils. Agriculture and microbiology department, faculty of agriculture, Zagazig University, Desert Research Center, Cairo, Egypt.
7. Gardezi, A. K., Ferrera, R., Acuna, J. L. & saavedra, M. L. (2000). *Sesbania emerus* (Aubi) urban Inoculated with Glomus sp. in the presence of vermicompost. *Mycorrhiza News*, 12(3), 12-15.
8. Hameeda, B., Rupela, O. P., Reddy, G. & Satyavani, K. (2006). Application of plant growth-promoting bacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils*, 43(2), 221-227.
9. Hazarika, D. K., Taluk Dar, N. C., Phookan, A. K., Saikia, U. N., Das, B. C. & Deka, P. C. (2000). Influence of vesicular arbascular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizng bacteria on nursery establishment and growth of tea seedlings in Assam. Symposium no. 12, Assam Agricultural University, Jorhat- Assam, India.
10. Jat, R. S. & Ahlawat, I. P. S. (2004). Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 74(7), 359-361.
11. Kalra, A. (2003). Organic cultivation of Medicinal and aromatic plants. A hope for sustainability and quality enhancement. *Journal of Organic Production of Medicinal, Aromatic and Dye-Yielding Plants* (MADPs), FAO, 198 p.
12. Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2002). *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and Carum (*Trachyspermum ammi* Sprague). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18(5), 459-463.
13. Liuc, J. & Pank, B. (2005). Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. *Scientia Pharmaceutica*, 46, 63-69.
14. Omidbaigi, R. (2007). *Production and processing of medicinal plants*. (4th ed.). Astan Ghods

Publication. Vol. 2, 438 p. (In Farsi).
15. Ratti, N., Kumar, S., Verma, H. N. & Gautam, S. P. (2001). Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martinii* var. Motia by rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. *Microbiological Research*, 156, 145-149.
16. Sharma, A. K. (2002). Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India, 407 p.
17. 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 and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology*, 63(11), 4408-4412.