نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۱، سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲/صفحات: ۶۶-۵۸

تاثیر باکتری‌های محرک رشد، ورمی کمپوست، کمپوست و زباله شهری بر شاخص‌های رشد، میزان کلروفیل، اسانس و برخی ترکیبات ثانویه گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

حسن گروسی*[۱]، خدایار همتی[۲]، داوود حبیبی[۳]

[۱] کارشناس ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج

[۲] دانشیار، گروه باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۳] استادیار، گروه زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج

تاریخ دریافت: ۹۱/۷/۱۷ تاریخ پذیرش:۹۲/۱/۱۸

چکیده

زوفا گیاهی است از خانواده نعناعیان (*Lamiaceae*) و یکی از مهمترین گیاهان دارویی حاوی اسانس می‌باشد. به منظور بررسی تاثیر باکتری محرک رشد، ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله شهری بر رشد و برخی مواد ثانویه گیاه دارویی زوفا، تحقیقی بصورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل: شاهد، کمپوست زباله شهری در چهار سطح (۰، ۲/۴۰، ۴/۸۰ و ۷/۲۵ درصد وزنی در هر گلدان)، باکتری محرک رشد (۰ و۲۰میلی‌لیتر در گلدان) و ورمی‌کمپوست (۰ و ۲/۴۰ درصد وزنی در هر گلدان) بود. متغیرهای اندازه‌گیری شده شامل وزن تر، وزن خشک اندام‌های هوایی، سطح برگ، میزان کلروفیل، درصد اسانس، درصد پینوکامفون بودند. نتایج نشان داد بیشترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی مربوط به تیمار توام ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه باکتری بود. بالاترین درصد اسانس به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توام ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه باکتری و ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با ورمی‌کمپوست بدست آمد به طوریکه اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌دار بود و همچنین کمترین میزان درصد اسانس مربوط به شاهد و تیمارهای ۲/۴۰ درصد وزنی ورمی‌کمپوست در هر گلدان همراه باکتری و ۴/۸۰ درصد وزنی کمپوست زباله شهر بود. بیشترین درصد پینوکامفون به ترتیب مربوط به تیمارهای ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه باکتری و ورمی‌کمپوست و ۴/۸۰ درصد وزنی کمپوست زباله شهری همراه باکتری و ورمی‌کمپوست بود.

واژگان کلیدی: اسانس، باکتری محرک رشد، زباله شهری زوفا، ورمی‌کمپوست

مقدمه

زوفا گیاهی با نام علمی *Hyssopus officinalis* از خانواده نعناعیان Lamiaceae می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۸۸) و قسمت‌های هوایی آن دارای اسانس و ترکیبات فنولی است. اسانس‌ها از متابولیت‌های ثانویه متعلق به گروهایی نظیر الکل‌ها، استرها، آلدئیدها، فنل‌ها، اترها، پراکسیدها، ترپن‌ها هستند و ممکن است با موادی مانند رزین‌ها و صمغ‌ها همراه شوند (مجنون حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸۶). تحقیقات نشان داده است عملکرد اسانس زوفا بستگی به زیست توده اندام‌های هوایی دارد و مقدار اسانس زوفا بسته به شرایط محیطی محل رویش بین ۰/۸ تا ۰/۹ درصد

*نویسنده مسئول: garousihassan@yahoo.com

متغیر است. اجزای عمده تشکیل‌دهنده اسانس آن پینوکامفون و ایزوپینوکامفون می‌باشد (امیدبیگی، ۱۳۸۸). برای استفاده در صنایع غذایی و دارویی، ارقام همگن زوفا با عملکرد و درصد ماده موثره بالا مورد نیاز می‌باشد. بنابراین شروع برنامه‌های اصلاحی برای رسیدن به اهداف فوق از ضرورت‌های حال حاضر می‌باشد (مجنون‌حسینی و دوازده امامی، ۱۳۸٦).

از جمله مکانیسم‌های مهم باکتری‌های محرک رشد گیاه تولید هورمون‌های گیاهی است که با ساخته شدن و رهاسازی تنظیم کننده‌های رشد گیاهی، مکانیسم‌های موثر در مبارزه بیولوژیکی فراهم می‌نمایند. این باکتری‌ها موادی به نام تنظیم کننده‌های رشد تولید می‌کنند که به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه، تاثیرمستقیم و غیرمستقیم بر مراحل فیزیولوژیکی و رشد گیاهان دارند. این باکتری‌ها با تولید متابولیت‌هایی نظیر مواد تنظیم کننده رشد یا انواع ویتامین‌ها و نیز بهبود دسترسی به عناصر غذایی به‌طور مستقیم سبب افزایش رشد و نمو گیاه می‌گردند (Kloepper, 1993). همچنین حلالیت فسفر توسط این باکتری‌ها از جمله خصوصیات مهم محرک رشد بودن آنها است. این باکتری‌ها از طریق تولید مواد سیدروفورها و سیانید هیدروژن فعالیت ریز موجودات بیماریزای گیاهی یا سایر ریزجانداران خاکزی را کاهش داده و بدین‌ترتیب به‌طور غیرمستقیم اثر محرک بر رشد و نمو گیاه دارند (علیپور و ملکوتی، ۱۳۸۲).

مواد آلی از جمله کمپوست باعث بهبود خواص فیزیکی خاک، تامین عناصر غذایی برای گیاهان و همچنین کاهش مصرف کودهای معدنی می‌گردد (Kloepper, 1993). مقادیر زیاد کمپوست و تجمع آن می‌تواند باعث ایجاد پیوندهای آلی نیتروژن در خاک گردد و شستشوی ازت را بعد از معدنی شدن کاهش دهد (کوچکی،۱۳۸٤). کمپوست زباله شهری به عنوان یک کود آلی مقرون به صرفه با توان مناسب و با ارزش می‌تواند به‌عنوان جایگزینی مناسب در کشاورزی پایدار و کشت آلی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار باشد (Amr et al., 2003). Ateia و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کرد وزن تر و وزن خشک و همچنین ارتفاع بوته این گیاه به‌طور معنی‌داری تحت تاثیر کمپوست قرار گرفت.

با توجه به مطالب فوق هدف از این تحقیق بررسی تاثیر ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله شهری و باکتری محرک بر روی اجزای عملکرد و درصد اسانس زوفا بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۹۰-۱۳۸۹ به‌صورت گلدانی در شرایط گلخانه‌ای و آزمایشگاهی در گروه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تحقیق به صورت طرح فاکتوریل بر پایه با کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت گرفت. تیمارها شامل شاهد، ورمی کمپوست (۰ و ۲/٤ درصد وزنی در هر گلدان)، زباله شهری در چهار سطح (۰، ۲/٤، ٤/۸ و ۷/۲۵ درصد وزنی در هر گلدان)، باکتری محرک رشد (۰ و ۲۰ میلی‌لیتر در هر گلدان) بود. بستر کاشت شامل خاک مزرعه (شاهد)، کمپوست زباله شهری، باکتری محرک رشد، خاک مزرعه همراه با کمپوست زباله شهری، خاک مزرعه همراه با باکتری محرک رشد، خاک مزرعه همراه با ورمی-کمپوست و خاک مزرعه به‌علاوه کمپوست زباله شهری همراه باکتری محرک رشد و ورمی‌کمپوست، در نظر گرفته شد. بذور زوفا (*Hyssopus officinalis*) از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع‌طبیعی اصفهان تهیه و توسط باکتری در دو تیمار شاهد و ۲۰ میلی‌لیتر در هر گلدان تلقیح شدند. بذرها در تاریخ ۱۷ اسفند ۱۳۸۹ در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۷ و ارتفاع ۱۹ سانتی‌متر در هر گلدان کشت و بعد از تنک کردن پنج گیاه نگه داشته شد. قبل از اعمال تیمار در گلدان‌ها تجزیه شیمیایی خاک انجام گرفت. همچنین عملیات به زراعی در طول آزمایش انجام شد. به‌منظور بررسی برخی فاکتورها از جمله اندازه‌گیری، وزن‌تر و وزن خشک اندام‌های هوایی، سطح برگ، میزان کلروفیل با

دستگاه کلروفیل سنج مدل SPAD512، ساخت کشور ایتالیا انجام شد. نمونه‌گیری از هر تیمار در شرایط یکسان طی فواصل ده روز و تا پایان آزمایش انجام گرفت. وزن تر نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ٢٤ ساعت در آون ٤٥ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد، وزن خشک نهایی زمانی حاصل می‌گردد که با گذشت زمان کاهش وزن مشاهده نشود. در پایان عملیات مزرعه‌ای، پیکر رویشی برداشت شده در هر تیمار، به‌منظور تعیین درصد اسانس و پینوکامفون به آزمایشگاه منتقل گردید. اسانس‌گیری با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب، در شرایط کاملاً یکسان به مدت ۳ ساعت انجام شد. برای اسانس گیری ۳۵ گرم از زوفای مربوط به هر تیمار به همراه ۵۰ میلی‌لیتر آب و ۱ گرم کلرید سدیم (افزایش نقطه جوش و خروج کامل اسانس) به بالن ۵۰۰ میلی‌لیتر اضافه گردید (Humphrey, 1992). قطرات اسانس درون آب به‌صورت دو فاز مشخص به طرف لوله مدرج حرکت کرده و در آن‌جا به علت سبک‌تر بودن روی آب تجمع یافت. جهت تعیین درصد اسانس از روش وزنی استفاده شد، به این ترتیب که ابتدا ظرف شیشه‌ای کوچک تمیز که در آون به وزن ثابت رسیده بود، توزین گردید. آنگاه نمونه حاوی اسانس که از دستگاه کلونجر جدا شده بود به دستگاه تبخیر گردان منتقل شد. سپس ظرف حاوی اسانس مجدداً وزن و از تفاوت وزن اولیه (وزن شیشه) و ثانویه (وزن شیشه و اسانس) میزان اسانس به‌دست آمد که به‌صورت درصد وزنی درصد گرم ماده خشک بیان شد (امیدبیگی، ۱۳۷۸). به‌منظور تعیین میزان پینوکامفون از دستگاه کروماتوگرافی گازی مدل TRACE GC به‌منظور گزارشات کمی و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف نگار جرمی مدل TRACE MS، به‌منظور گزارشات کیفی استفاده گردید و شناسایی طیف‌ها به کمک بانک اطلاعات جرمی، زمان بازداری، محاسبه اندیس کواتس، مطالعه طیف‌های جرمی هر یک از اجزاء اسانس و بررسی الگوهای شکست آن‌ها، مقایسه آن‌ها با طیف‌های استاندارد و استفاده از منابع معتبر صورت گرفت (امیدبیگی، ۱۳۷۸).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و ترسیم نمودارها با استفاده از Excel انجام شد.

نتایج

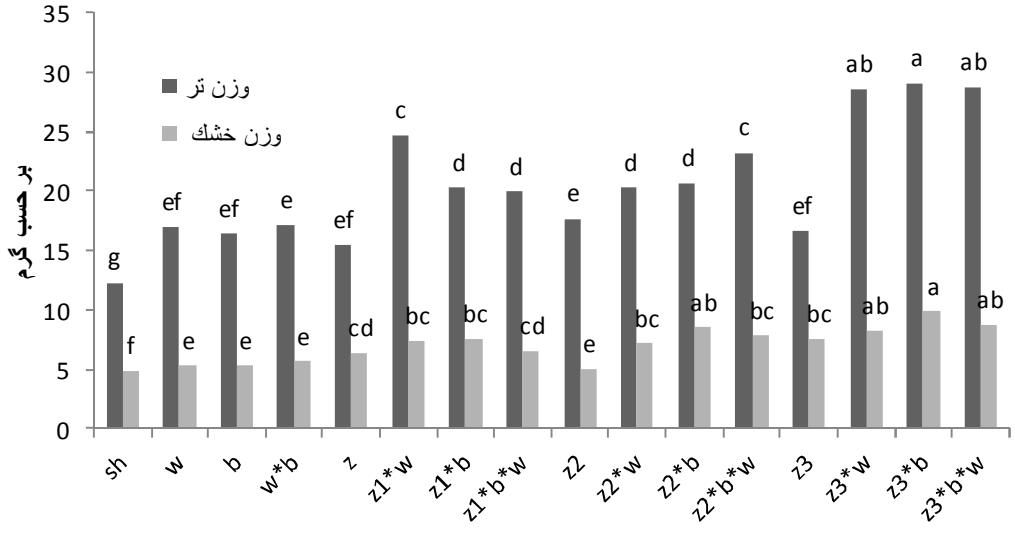
بر اساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تیمارهای همراه با کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و باکتری بر وزن‌تر، وزن خشک و میزان کلروفیل اندام‌های هوایی در بوته در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. همچنین سطح برگ تحت تاثیر تیمارهای اعمال شده در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌دار داشت ولی تیمارهای ورمی کمپوست و تلقیح باکتری روی وزن خشک تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

تاثیر بسترهای آلی و باکتری بر شاخص‌های رشد و میزان کلروفیل گیاه زوفا: همانطور که در نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل ۱) مشاهده می‌شود، بیشترین میزان وزن‌تر (۲۹/۰٤، ۲۸/۷۳ و ۲۸/۵۳ گرم وزن نمونه) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توام ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری، ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ورمی‌کمپوست و ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه ورمی کمپوست بودند. شاهد دارای کمترین میزان وزن تر اندام‌های هوایی (۱۲/۳۳ گرم وزن نمونه) بود که همه تیمارها با آن اختلاف معنی‌داری داشتند.

جدول ۱. تجزیه واریانس تاثیر زباله شهری، ورمی‌کمپوست و باکتری روی اجزای عملکرد گیاه زوفا

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر اندام‌های هوایی (گرم)	وزن‌خشک‌اندام‌های هوایی (گرم)	سطح برگ (سانتی‌متر)	شاخص کلروفیل
کمپوست زباله شهری	۳	۴۳/۷۷*	۶/۳۲*	۲۹/۲۸*	۴/۰۱*
باکتری	۱	۲/۶۸*	۰/۴۱ns	۲/۳۳ns	۴/۶۲*
ورمی کمپوست	۱	۲۵/۶۶*	۲/۲۴ns	۰/۵۷*	۱/۴۸*
کمپوست زباله شهری × باکتری	۳	۱۷/۷۴ *	۲/۱۱ ns	۴/۵۰ ns	۱۲/۶۵ **
کمپوست زباله شهری × ورمی کمپوست	۳	۵/۶۷ **	۰/۲۲ **	۶۳/۹۵ *	۱۲/۷۵ **
باکتری × ورمی کمپوست	۱	۵۵/۹۷ **	۷/۳۵ **	۱۰/۷۱ *	۰/۰۴ **
کمپوست زباله شهری × باکتری × ورمی کمپوست	۳	۵/۱۹ **	۱/۵۴ **	۶۳/۸۱ *	۱۴/۹۱ **
خطا	۹۴	۱۲/۸۱	۱/۷۰	۱۴/۴۷	۱۴/۰۴
ضریب تغییرات		۱۹/۲۲	۱۸/۷۴	۵/۹۰	۸/۸۹

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار شدن در سطح ۱، ۵ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشد.



شکل ۱. مقایسه میانگین تاثیر کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و باکتری، روی وزن خشک و تر گیاه زوفا

گیاه زوفا: تیمارها: Sh= شاهد; W= ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم (۲/۴ درصد وزنی در هر گلدان) B = باکتری ۲۰ میلی‌لیتر; W*b = ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم همراه با باکتری ۲۰ میلی‌لیتر؛ Z= کمپوست زباله شهری ۱۲ گرم (۲/۴ درصد وزنی در هر گلدان); Z1*w =کمپوست زباله شهری ۱۲ گرم همراه با ورمی کمپوست ۱۲ گرم؛ Z1*b = کمپوست زباله شهری ۱۲ گرم همراه با باکتری ۲۰ میلی‌لیتر؛ Z1*b*w= کمپوست زباله شهری ۱۲ گرم همراه با باکتری ۲۰ میلی‌لیتر و ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم؛ Z2= کمپوست زباله شهری ۲۴ گرم (۴/۸ درصد وزنی در هر گلدان) ;Z2*w = کمپوست زباله شهری ۲۴ گرم همراه با ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم; Z2*b= کمپوست زباله شهری ۲۴گرم همراه با باکتری ۲۰ میلی لیتر; Z2*b*w = کمپوست زباله شهری۲۴ گرم همراه با باکتری ۲۰میلی‌لیتر و ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم؛ Z3= کمپوست زباله شهری ۳۶ گرم(۷/۲۵ درصد وزنی در هر گلدان); Z3*w = کمپوست زباله شهری ۳۶ گرم همراه با ورمی‌کمپوست ۱۲ گرم؛ Z3*b = کمپوست زباله شهری ۳۶ گرم همراه با باکتری ۲۰ میلی‌لیتر؛ Z3*b*w= کمپوست زباله شهری۳۶ گرم همراه با باکتری ۲۰میلی‌لیتر و ورمی-کمپوست

جدول ۲. مقایسه میانگین تاثیر کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و باکتری، بر سطح برگ و میزان کلروفیل گیاه زوفا

تیمارها	سطح برگ (سانتی‌متر)	شاخص کلروفیل
شاهد	٤٣/٥٧e	٢٢/٥٥f
١٢ گرم ورمی‌کمپوست(٢/٤ درصد وزنی در هر گلدان)	٤٩/٩٤e	٢٣/٥٤f
٢٠ میلی لیتر باکتری	٤٦/٣٦e	٢٥/٦٠f
٢٠ میلی لیتر باکتری همراه با ١٢ گرم ورمی‌کمپوست	٤٨/٥٣e	٢٨/٢٥ef
١٢ گرم کمپوست زباله شهری(٢/٤ درصد وزنی در هر گلدان)	٤٦/٧١e	٢٣/٤٢f
١٢ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ١٢ گرم ورمی کمپوست	٦٤/٨٠cd	٤٤/٨٦d
١٢ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ٢٠ میلی لیتر باکتری	٥٩/٣١d	٤٠/٤٥d
١٢ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ٢٠ میلی لیتر باکتری و١٢ گرم ورمی کمپوست	٦٨/٩٣cd	٤٢/١٥d
٢٤ گرم کمپوست زباله شهری(٤/٨ درصد وزنی در هر گلدان)	٤٤/٤٠e	٢١/٥٣f
٢٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه باورمی کمپوست	٧٧/٨٠bc	٥٤/٣٢bc
٢٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری	٧٥/١٧c	٥٢/١٧bc
٢٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری و ورمی کمپوست	٧٧/٠٨bc	٥٣/٥٥bc
٣٦ گرم کمپوست زباله شهری(٧/٢٥ درصد وزنی در هر گلدان)	٤٧/٦٧e	٢٣/٣٧f
٣٦ گرم کمپوست زباله شهری همراه باورمی کمپوست	٨٨/٤٨bc	٥٩/٧٤bc
٣٦ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری	٩٨/٣٢a	٦٨/٧٦a
٣٦ کمپوست زباله شهری همراه با باکتری و ورمی کمپوست	٨٦/٨٨ab	٦٥/٥١ab

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند

همانطور که در جدول ١ مشاهده می‌شود اثر تیمارهای مختلف بر وزن خشک اندام‌های هوایی در سطح احتمال ٩٩ درصد معنی‌دار بود. بنا به نتایج مقایسه حاصل از میانگین‌ها بیشترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی (٩/٨٦، ٨/٧٨ و٨/٢٥ گرم وزن نمونه) به‌ترتیب در هر گلدان مربوط به تیمارهای توام ٧/٢٥درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری، ٧/٢٥ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ورمی‌کمپوست و ٧/٢٥ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با ورمی‌کمپوست بود، هر چند سایر کودهای آلی با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد. شاهد کمترین میزان وزن خشک (٤/٨٦ گرم وزن نمونه) را دارا بود.

مقایسه میانگین‌ها (جدول٢)، نشان داد که بیشترین سطح برگ (٩٨/٣٢ و ٨٦/٨٨ سانتی‌متر) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توام ٧/٢٥درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ٧/٢٥درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در تیمار شاهد کمترین سطح برگ (٤٣/٥٧ سانتی‌متر) مشاهده شد که البته با تیمارهای ورمی‌کمپوست همراه با باکتری، ٢/٤ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان، ٤/٨ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان، ٧/٢٥ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان به تنهایی و تیمار توام باکتری همراه با ورمی کمپوست اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین نتایج نشان داد که بالاترین میزان کلروفیل (٦٨/٧٦ و ٦٥/٥١) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توام ٧/٢٥ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ٧/٢٥ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با ورمی‌کمپوست و باکتری بود. به طوری که کمترین میزان کلروفیل هم مربوط به تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، باکتری، ٢/٤درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان، ٤/٨ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان، ٧/٢٥

درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان به تنهایی و تیمار توام باکتری همراه با ورمی‌کمپوست بود.

درصد اسانس: طبق جدول ۳، درصد اسانس زوفا تحت تاثیر بیشتر تیمارها قرار گرفت. با توجه به مقایسه میانگین‌های مربوط به تیمارها، بالاترین درصد اسانس (۰/۹٤، ۰/۸۳ درصد) به‌ترتیب در تیمارهای توام ۷/۲۵ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ۷/۲۵ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با ورمی‌کمپوست بدست آمد به طوری که اختلاف آن با سایر تیمارها معنی‌داری بود و همچنین کمترین میزان درصد اسانس مربوط به تیمارهای شاهد، ورمی‌کمپوست، ورمی‌کمپوست همراه با باکتری و ٤/۸ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان بود.

جدول ۳. مقایسه میانگین تاثیر زباله شهری، ورمی‌کمپوست و باکتری بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه زوفا

تیمارها	اسانس (درصد وزنی درصد گرم ماده خشک)	پینوکامفون (درصد)
شاهد	۰/۲۱fg	۱۹/۳٦g
۱۲ گرم ورمی‌کمپوست(۲/٤ درصد وزنی در هر گلدان)	۰/۲۳fg	۲۱/۸۲g
۲۰ میلی لیتر باکتری	۰/۲۸ef	۲٤/۷۹g
۲۰ میلی لیتر باکتری همراه با ۱۲ گرم ورمی‌کمپوست	۰/۲۲fg	٤۱/٤٤f
۱۲ گرم کمپوست زباله شهری(۲/٤ درصد وزنی در هر گلدان)	۰/۲۸ef	۲۵/۳٤g
۱۲ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ۱۲ گرم ورمی کمپوست	۰/۳۷e	٤۵/۵۵ef
۱۲ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ۲۰ میلی لیتر باکتری	۰/۳۹e	٦۵/۸۱cd
۱۲ گرم کمپوست زباله شهری همراه با ۲۰ میلی لیتر باکتری و۱۲ گرم ورمی کمپوست	۰/۵۵d	۷۱/۵۸bc
۲٤ گرم کمپوست زباله شهری(٤/۸ درصد وزنی در هر گلدان)	۰/۲۱fg	۲٤/۵۳g
۲٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه باورمی کمپوست	۰/٦۵bc	۵٤/۹۷de
۲٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری	۰/۷۲b	۷۲/۸۹bc
۲٤ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری و ورمی کمپوست	۰/۷٤b	۸۸/۲۱a
۳٦ گرم کمپوست زباله شهری(۷/۲۵ درصد وزنی در هر گلدان)	۰/۲۷ef	۲۳/۷٤g
۳٦ گرم کمپوست زباله شهری همراه باورمی کمپوست	۰/۸۳ab	٦۱/۱۵d
۳٦ گرم کمپوست زباله شهری همراه با باکتری	۰/۹٤a	۷۲/۸۹bc
۳٦ کمپوست زباله شهری همراه با باکتری و ورمی کمپوست	۰/۷٤b	۸۸/۵۳a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌دار ندارند.

تاثیر بسترهای آلی و باکتری روی درصد پینوکامفون

همانطور که در جدول ۳ آمده است درصد پینوکامفون در بین تیمارهای مختلف با سطح احتمال ۹۹ درصد معنی‌دار بود. بنا به نتایج مقایسه میانگین‌ها بیشترین درصد پینوکامفون (۸۸/۵۳ و ۸۸/۲۱ درصد) به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۷/۲۵ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ورمی‌کمپوست و ٤/۸ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با باکتری و ورمی‌کمپوست بود. همچنین کمترین میزان درصد پینوکامفون مربوط به تیمارهای شاهد، ورمی کمپوست، باکتری، ۲/٤ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان، ٤/۸ کمپوست زباله شهری و ۷/۲۵ درصد کمپوست زباله شهری در هر گلدان بود. در تحقیق حاضر نیز این ترکیب به عنوان ترکیب غالب شناخته شد.

بحث

تیمارهای توام کمپوست زباله شهری، ورمی کمپوست و اثر متقابل با باکتری بر وزن‌تر، وزن

خشک و میزان کلروفیل اندام‌های هوایی در بوته، میزان اسانس و پینوکامفون اختلاف معنی‌داری را نشان دادند و تاثیر بهتری نسبت به اثر جداگانه آنها داشتند که با نتایج Khalil (۲۰۰۲) در بررسی تاثیر کودهای آلی بر دو گیاه رزماری و یاسمن که حداکثر رشد و اجزای عملکرد را در تیمارهای حاوی کود آلی داشتند مطابقت دارد. در آزمایش حاضر افزایش وزن تر اندام‌های هوایی در تیمارهای کود آلی علاوه بر افزایش رشد توسط این کودها می‌تواند ناشی از اصلاح فیزیکی خاک و نگهداری بیشتر آب خاک باشد که در این حالت گیاه بیشترین بهره‌وری را از آب خاک نموده و با در دسترس داشتن آب بیشتر نسبت به شاهد، شاداب‌تر و دارای تورژسانس سلولی بیشتر و در نتیجه وزن تر بیشتری خواهند داشت.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان اظهار داشت که نیتروژن موجود در کودهای آلی باعث تقویت رشد رویشی و افزایش زیست توده شده و پتاسیم بالای این کودها علاوه بر تسریع تقسیم سلولی و تاثیر مستقیم در رشد رویشی به دلیل نقشی که در ساخت هیدرات‌های کربن و پروتئین‌ها و تغلیظ شیره سلولی دارد، باعث افزایش وزن خشک بوته می‌گردد. گیاهان تحت تاثیر این تیمارها، به‌دلیل داشتن نیتروژن بیشتر نسبت به بقیه بسترها به علت جذب آب بیشتر، از شادابی و رشد سلولی بیشتری برخوردار بودند. از آنجائیکه نیتروژن باعث می‌شود که مواد هیدروکربنه کمتری در گیاه ذخیره شود، بنابراین شیره سلولی رقیق تر و آبکی‌تر گشته و از طرفی دیگر به‌علت اینکه ازت در ساخت دیواره سلولی نقش دارد هر چه میزان ازت جذبی گیاه بیشتر باشد سلول‌های گیاهی بزرگتری ساخته شده که نسبت به سلول‌های کوچک آبکی‌ترند (سالاردینی، ۱۳۸۲). نتایج تحقیق حاضر با یافته‌های احمدلو و همکاران (۱۳۸۸) در رابطه با افزایش وزن خشک ساقه‌های کاج بروسیا و کاج حلب تحت تاثیر تیمارهای کودهای آلی و ورمی‌کمپوست مطابقت دارد.

در ارزیابی اثر کمپوست بر گیاه مرزنجوش، درصد اسانس به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (Edris et al., 2003) در حالی‌که با کاربرد کودهای آلی بر گیاه دارویی مرزنجوش، اسانس این گیاه تحت تاثیر قرار نگرفت (Amr et al., 2003). نتایج پژوهش حاضر با نتایج سایر محققین از جمله Letchamo (۱۹۹۳) و El-Desuki و همکاران (۲۰۰۱) روی سه ژنوتیپ بابونه و رازیانه شیرین، El-Masry و Dahab (۲۰۰۱) در شمعدانی، Khalil (۲۰۰۲) و Naguib (۲۰۰۳) درگل جعفری مطابقت دارد.

عنوان شده است مواد ثانویه هم به اقتضای ساختار طبیعی (وراثتی) و هم تحت تاثیر تنش‌های غیر طبیعی در گیاه ساخته می‌شوند. گیاهان دارویی بر خلاف همه محصولات کشاورزی که در اوضاع تنشی از نظر مقدار تولید لطمه می‌بینند ممکن است در این اوضاع تولید شیمیایی بیشتر و در نتیجه بازدهی اقتصادی بهتری پیدا کنند (امیدبیگی، ۱۳۸٤). لذا به نظر می‌رسد یکی از دلایل افزایش درصد اسانس در بستر کمپوست زباله شهری، تنش شوری ناشی از EC بالای این بستر نسبت به سایر بسترها بود. در واکنش نوعی رازیانه به تنش شوری ناشی از کلرور سدیم مشخص شد که نمک باعث افزایش درصد اسانس این گیاه شده است (خرسندی و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین Ateia و همکاران (۲۰۰۹) افزایش درصد اسانس را تحت تاثیر کمپوست در گیاه دارویی بادرنجویه گزارش کردند و این افزایش درصد اسانس را ناشی از افزایش واکنش‌های متابولیسمی و تحریک آنزیم‌های دخیل در چرخه تولید اسانس اعلام کردند. در یک مطالعه مشابه Hendawy و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی کمیت و کیفیت اسانس آویشن تحت تاثیر کود دامی و کمپوست، دریافتند که این دو کود آلی باعث افزایش میزان پینوکامفون اسانس شده و میزان این

ماده از ۰/۱۸ درصد در تیمار شاهد به ۰/۸۵ درصد در تیمار کود دامی و ۰/٤٦ درصد در تیمار کمپوست ارتقا یافت. همچنین Ateia و همکاران (۲۰۰۹) در مطالعه اثر کمپوست به ترتیب روی بادرشبو و آویشن باغی اظهار داشتند که کمپوست باعث افزایش درصد کارواکرول اسانس شد. Amr و همکاران (۲۰۰۳) اعلام کردند که مصرف کودهای آلی هیچ تاثیری بر ترکیبات اسانس گیاه دارویی مرزنجوش نداشت. از سوی دیگر Hendawy و همکاران (۲۰۱۰) در آزمایشی در این زمینه، عدم تاثیر کاربرد کمپوست و تاثیر منفی کاربرد کود دامی بر درصد گاماترپینن اسانس مرزنجوش را گزارش کردند.

نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داد که کمپوست باعث افزایش گاماترپینن در اسانس گیاه دارویی مرزنجوش شد (Edria et al., 2003). در حالی که نتیجه این آزمایش با نتایج حاضر که کمپوست زباله شهری باعث کاهش معنی‌دار گاماترپینن شد همخوانی ندارد. در مقایسه اثر سیستم تغذیه شیمیایی، ارگانیک و تلفیقی بر گیاه دارویی زنیان نیز مشخص شد که کود دامی باعث افزایش معنی‌دار درصد تیمول اسانس شد در حالی که درصد پاراسیمن تحت تاثیر این تیمار قرار نگرفت (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین در تحقیقی مشابه توسط Hendawy و همکاران (۲۰۱۰) میزان پاراسیمن اسانس آویشن تحت تاثیر کود دامی و کمپوست قرار نگرفت.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این تحقیق نشان داد کلیه تیمارهای به کار گرفته شده در این تحقیق در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اکثر فاکتورهای مورد بررسی دارای اثر معنی‌دار بودند. بیشترین میزان وزن خشک اندام‌های هوایی مربوط به تیمار توام ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان کمپوست زباله شهری همراه باکتری بود. بالاترین درصد اسانس به‌ترتیب مربوط به تیمارهای توام ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه باکتری و ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه با ورمی‌کمپوست بدست آمد. بیشترین درصد پینوکامفون به‌ترتیب مربوط به تیمارهای ۷/۲۵ درصد وزنی کمپوست زباله شهری در هر گلدان همراه باکتری و ورمی‌کمپوست و ٤/۸۰ درصد وزنی کمپوست زباله شهری همراه باکتری و ورمی‌کمپوست بود.

منابع

احمدلو، ف.، طبری کوچک سرابی، م.، رحمانی، ا.، یوسف‌زاده، ح. و کوچ، ی. (۱۳۸۸). بررسی افزایش عملکرد، کیفیت و درصد اسانس گیاه دارویی زیره سبز تحت تاثیر مصرف کود دامی. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ٤. شماره ۲. صفحات ۲۱٦-۲۰۷.

اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، شریفی عاشورآبادی، ا. و بانج شفیعی، ش. (۱۳۸۳). تاثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان و عملکرد آن. پژوهش و سازندگی. جلد ٦۲. صفحات ۱۹-۱۱.

امیدبیگی، ر. (۱۳۷۸). بررسی تیپ‌های شیمیایی بابونه‌های خودروی ایران و مقایسه آن با نوع اصلاح شده. مجله علوم کشاورزی تربیت مدرس. صفحات ٤۵-۵۳.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸٤). تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد ۱. صفحه۳۳۳.

امیدبیگی، ر. (۱۳۸۸). تولید و فراوری گیاهان دارویی. انتشارات آستان قدس رضوی. جلد ۲. صفحات ۱۹۸-۱۹۲.

خرسندی، ا.، حسنی، ع.، سفیدکن، ف.، شیرزاد، ح. و خرسندی، ع. (۱۳۸۹). اثر تنش شوری ناشی از کلرور سدیم بر رشد، عملکرد، میزان و ترکیبات

اسانس *Agastache foeniculum kuntz*. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۶. شماره ۳. صفحات ۴۳۸-۴۵۱.

سالاردینی، ع.ا. (۱۳۸۲). حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران. صفحات ۱۱۸، ۱۱۹ و ۱۵۹.

علیپور، ز. و ملکوتی، م. (۱۳۸۲). نقش باکتری‌های محرک رشد (PGPR) در رشد و سلامت گیاه. نشریه فنی. شماره ۳۰۹. موسسه تحقیقات خاک و آب.

کوچکی، ع. (۱۳۸٤). اصول کشاورزی زیستی (ارگانیک). دانشگاه فردوسی مشهد. صفحه ۳۸۵.

مجنون‌حسینی، ن. و دوازده امامی، س. (۱۳۸٦). زراعت و تولید برخی گیاهان داروئی و ادویه‌ای. انتشارات دانشگاه تهران. صفحه۳۰۰.

Amr, E.E., Ahmad, Sh. and Fodel, H.M. (2003). Effect of organic agriculture practice on the volatile aroma components of some essential oil plants growing in Egypt: sweet Marjoram (*Origanum marjorana* L.) essential oil. Flavor and Fragrance Journal. 18: 345-351.

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 volgaris* L. under north sinai condition. Research Journal of Agriculture and Biological Science. 4(2): 555-565

Edris, A.E., Ahmad, S. and Fadel, H.M. (2003). Effect of organic agriculture practices on the volatile aroma components of some essential oil plant growing in Egypt II: sweet majoram (*Origanum majorana*) essential oil. Flavor and Fragrance Journal. 4: 345-351.

El-Desuki, M., Amer, A.H., Sawan, O.M. and Khattab, M.E. (2001). Effect of irrigation and organic fertilization on the growth, bulb yield and quality of sweet fennel under shark El-owinat conditions. Mansoura University Journal of Agricultural Sciences. 26:465–448.

El-Masry, M.H. and Dahab, A.A. (2001). Response of geranium plants (*Pelargonium graveolens*) grown in sandy soil to different sources of nitrogen Growth .5th Arabian Horticultural Conference.24–28.

Hendawy, S.F., Azza, A., Ezz El Din, E., Aziz, E. and Omer, E.A. (2010). Productivity and oil quality of *Thymus vulgaris* L. under organic fertilization condition. Ozean Journal of Applied Science. 203-215.

Humphrey, A.M. (1992). Observation on essential oil distillation in the laboratory. In the 23rd Intern. Symposium Essential oils. Books of abstract, Ayr, scaotland, OPIV-2. 2: 145-151.

Khalil, M.Y. (2002). Influence of compost and foliar fertilization on growth and chemical composition of *Rosmarinos officinalis*. Egyptian Journal of Applied Sciences. 17: 884-699.

Kloepper, J.W. (1993). Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents. Soil Microbiological. NewYork, USA. 255-274.

Letchamo, W. (1993). Nitrogen application affects yield and content of the active substances in chamomile New Crops. Wiley, New York, 636–639.

Naguib, N.Y. (2003). Impact of mineral nitrogen fertilizer and organic compost on growth, herb and chemical composition of German chamomile (*Chamomilla recutita* L.) Rausch. Egyptian Journal of Applied Sciences. 18: 301–323.