بررسی اثرات کودهای آلی کمپوست و ورمی‌کمپوست بر روی صفات کمی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو

محسن اصغری[۱]، مجتبی یوسفی راد[۲]*، ابوالفضل معصومی زواریان[۳]

۱- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران
۲- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران
۳- کارشناس ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ساوه، ایران
*آدرس مکاتبه: ساوه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ساوه، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ساوه، ایران
تلفن: ۰۹۱۲۵۶۸۳۴۴۱، نمابر: ۴۲۴۳۳۰۸۸ (۰۸۶)
پست الکترونیک: m.yousefirad@iau-saveh.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۱۵ **تاریخ تصویب:** ۹۴/۷/۱

چکیده

مقدمه: ورمی‌کمپوست و کمپوست به عنوان جایگزین کودهای شیمیایی در تغذیه گیاهی و بهبود شرایط خاک، یکی از اصول کشاورزی پایدار در حفاظت از محیط زیست و سلامت غذا می‌باشند.

هدف: این تحقیق به منظور ارزیابی اثرات مقادیر متفاوت کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر تغییرات کمی و کیفی گیاه دارویی به‌لیمو انجام گرفت.

روش بررسی: آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و به صورت گلخانه‌ای اجرا شد. در این مطالعه سه نسبت حجمی کمپوست زباله شهری و همچنین ورمی‌کمپوست با خاک لومی شامل صفر: ۱۰۰، ۱۰:۹۰ و ۲۰:۸۰ مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج: اثر کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر کلیه صفات مورد مطالعه معنی‌دار شد ($P< ۰/۰۱$) و سبب افزایش وزن خشک بوته، ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص کلروفیل، فتوسنتز، درصد اسانس و اجزای اسانس شد. با افزایش مقدار کود آلی، صفات مورد مطالعه نیز بهبود یافتند به طوری که سطح ۲۰ درصد برای هر کود، بیشترین تأثیر را بر صفات مورد مطالعه نسبت به شاهد داشت. همچنین اثر متقابل کمپوست با ورمی‌کمپوست بر روی وزن خشک و درصد اسانس ($P< ۰/۰۱$)، فتوسنتز، درصد لیمونن و لینالول اسانس ($P< ۰/۰۵$) معنی‌دار شد، ولی بر ارتفاع بوته، تعداد برگ، شاخص کلروفیل و درصد لینالول اسانس تأثیر معنی‌داری نداشت.

نتیجه‌گیری: اثر کاربرد ورمی کمپوست در تمامی صفات مورد بررسی گیاه به‌لیمو بهتر از کمپوست بود. همچنین مصرف همزمان کمپوست و ورمی‌کمپوست نسبت به مصرف جداگانه آنها در بهبود صفات کمی و کیفی به‌لیمو مؤثرتر بود به طوری که بهترین نتیجه در تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد. بنابراین کودهای آلی مورد مطالعه، اثر یکدیگر را تکمیل می‌کنند.

گل‌واژگان: اجزای اسانس، اسانس، به‌لیمو، کمپوست، ورمی‌کمپوست

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گیاه به‌لیمو با نام علمی *Lippia citriodora* از خانواده شاهپسند (Verbenaceae)، درختچه‌ای به ارتفاع ۱/۵ تا ۲ متر است [۱]. در فرهنگ گیاه‌درمانی ایران، برگ‌های این گیاه به صورت دم‌کردنی به منظور آرام‌بخشی، ضدتشنج و برطرف‌کننده تپش قلب و سرگیجه مصرف دارد [۲]. در یک بررسی مواد عمده موجود در اسانس گیاه را شامل سیترال (ژرانیال، نرال)، ژرانیول، لیمونن و سینئول ذکر کرده‌اند [۳]. در تحقیقی دیگر علاوه بر ترکیبات ذکر شده، حضور لینانول در اسانس گیاه را تأیید نمود [۴].

مدیریت کود، یکی از عوامل اصلی در تولید گیاهان دارویی می‌باشد. مصرف صحیح عناصر غذایی، سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی می‌شود [۵]. کاربرد کودهای آلی در خاک‌های فقیر سبب بهبود وضعیت تغذیه‌ای خاک شده و شرایط کیفی خاک را با بهبود ماده آلی خاک افزایش می‌دهد و می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی محسوب شوند [۶]. رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی به سمت استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار می‌باشد. به کارگیری کودهای بیولوژیک از جمله کمپوست و ورمی‌کمپوست به عنوان یک استراتژی در کشاورزی پایدار می‌تواند علاوه بر افزایش تولید گیاهان دارویی، سبب افزایش میزان ماده مؤثره آنها شود. در سال‌های اخیر به منظور کاهش آلودگی‌های زیست محیطی توجه زیادی به بازیافت زباله و به کارگیری کمپوست حاصل در اراضی کشاورزی شده است [۷]. از محاسن کاربرد و تولید کمپوست زباله شهری می‌توان به عوامل اقتصادی و محیطی همچون کاهش هزینه انتقال و دفن آنها، حمایت از قوانین محیط زیست، کاهش استفاده از کودهای معدنی و بهبود خصوصیات خاک‌های زراعی اشاره کرد [۸]. همچنین مصرف کمپوست زباله شهری غنی شده با کودهای شیمیایی در مزرعه، قابلیت دسترسی به عناصر پرمصرف را توسط گیاهان افزایش داده و موجب افزایش حاصلخیزی و قابلیت تولید خاک می‌شود [۹]. تحقیقات نشان داده است که مصرف کودهای آلی در کشت گیاهان دارویی، بیوماس و ترکیبات استخراج شده از آنها را افزایش می‌دهد [۱۰]. در بررسی اثرات مختلف کمپوست زباله شهری بر گیاه دارویی رزماری، بیان شد تیمار کمپوست زباله شهری عملکرد بیشتری را نسبت به شاهد داشت. دلیل آن را افزایش مقدار نمک در مقادیر بالاتر کمپوست زباله شهری دانستند [۱۱]. محققین نشان دادند که با کاربرد کمپوست، محتوای کلروفیل و پروتئین و ظرفیت روبیسکو در جو به طور معنی‌داری بهبود یافت [۱۲].

ورمی کمپوست یکی دیگر از کودهای آلی می‌باشد که خصوصیاتی مانند تخلخل زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آنها و همچنین ظرفیت بالای نگهداری آب را دارد و استفاده از آن در کشاورزی سبب بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی می‌شود [۱۴، ۱۳]. تهیه ورمی‌کمپوست به منظور تبدیل ضایعات آلی به کود آلی با ارزش و غنی شده‌ای می‌باشد که ارزش غذایی بالایی به دلیل افزایش معدنی شدن و درجه هوموسی شدن دارد [۱۵]. ورمی‌کمپوست مزایای گزارش شده برای کمپوست، از قبیل منبع ماده آلی، بهبود ظرفیت نگهداری رطوبت خاک، افزایش جذب مواد مغذی، افزایش فعالیت شبه هورمونی گیاهان را دارا می‌باشد [۱۷، ۱۶]. از دیگر مزایای ورمی‌کمپوست می‌توان به بالا بودن میزان عناصر غذایی مثل ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در مقایسه با سایر کودهای آلی و به علاوه دارا بودن عناصر میکرو مانند آهن، روی، مس و منگنز را نام برد [۱۸]. مصرف ورمی‌کمپوست سبب بهبود معنی‌دار مقدار اسانس و کیفیت آن در گیاه دارویی ریحان شد، به نحوی که میزان لینالول و متیل کاویکول موجود در اسانس بیشتر از تیمار شاهد بود [۱۹]. در تحقیقی بیان شد کاربرد کودهای آلی حاوی نیتروژن، فسفر، پتاسیم و بر، سبب افزایش وزن توده گیاهی به‌لیمو شد ولی درصد اسانس گیاه را کاهش داد و در برخی تیمارهای کودی نیز افزایش عملکرد اسانس مشاهده شد [۲۰]. در تحقیق دیگر بیان شد مصرف کودهای بیولوژیک افزایش وزن تر و خشک برگ و ساقه و افزایش تعداد شاخه و گل به‌لیمو را سبب شد و کاربرد مخلوط کودها (حل‌کننده‌های فسفات، بیوسولفور و تثبیت‌کننده نیتروژن) درصد اسانس گیاه را نسبت به سایر تیمارها بیشتر افزایش داد [۲۱].

Archive of SID

www.SID.ir

در دهه‌های اخیر کشاورزی متکی به مصرف نهاده‌های شیمیایی به منظور کسب عملکرد بالا بوده که علاوه بر ایجاد مشکلات عمده و آلودگی محیط زیست، مانع بزرگی در دستیابی به تولید پایدار می‌باشند. همجنان که بیان شد ورمی‌کمپوست و کمپوست به عنوان دو کود بیولوژیک، می‌توانند به عنوان دو عامل تغذیه‌ای در کاهش مصرف کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرند. لذا با توجه به تأثیر احتمالی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر خصوصیات خاک، رشد و نمو گیاهان و میزان اسانس آنها و همچنین با در نظر گرفتن اهمیت گسترش کشت گیاهان دارویی، بویژه به روش ارگانیک، این تحقیق با هدف بررسی مقادیر مختلف دو کود بیولوژیک ذکر شده بر عملکرد کمی و کیفی گیاه بەلیمو به اجرا درآمد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت گلدانی در سال ۱۳۹۲ در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. در این مطالعه تأثیر سه نسبت حجمی کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست با خاک لومی شامل ۰:۱۰۰، ۱۰:۹۰ و ۲۰:۸۰ بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه بەلیمو بررسی شد. مشخصات خاک و کودهای مورد مطالعه در جدول شماره ۱ آورده شده است.

آزمایش در شرایط گلخانه‌ای با دمای کنترل شده (۲ ± ۲۵ °C) و رطوبت و نور طبیعی انجام شد. در این آزمایش از قلمه‌های ریشه‌دار گیاه بەلیمو که دارای ارتفاع گیاه ۲۵-۲۰ سانتی‌متر بودند، استفاده شد. مراحل آماده‌سازی خاک و گلدان‌ها در اردیبهشت ۱۳۹۲ صورت پذیرفت. بدین‌منظور گلدان‌هایی ۸ کیلوگرمی به همراه زیر گلدانی تهیه شد و بسترهای کشت با توجه به تیمارها از کمپوست، ورمی‌کمپوست و ماسه پُر شد. آبیاری گلدان‌ها با توجه به نیاز گیاه هفته‌ای سه مرتبه صورت پذیرفت. در شهریور ۱۳۹۲ و در زمان قبل از گل‌دهی نمونه‌ها، عملیات برداشت صورت پذیرفت.

برای محاسبه وزن خشک گیاه، نمونه‌ها در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، سپس نمونه‌های خشک شده با استفاده از ترازوی دقیق (با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم) توزین شدند. برای محاسبه درصد اسانس اندام خشک گیاه، از دستگاه کلونجر استفاده شد. بدین‌منظور پس از خرد شدن اندام‌های خشک گیاه با استفاده از دستگاه کلونجر و به روش تقطیر با آب به مدت ۴ ساعت نمونه‌ها اسانس‌گیری شدند و اسانس به دست آمده با استفاده از سولفات سدیم خشک رطوبت‌زدایی شد. سپس درصد اسانس محاسبه شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری دقیق ترکیبات موجود در آن از دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده شد. بدین‌منظور از دستگاه گاز کروماتوگراف مدل Hewlett-Packard 6890 دارای انژکتور Splitless و ستون موئینه به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت فیلم ۲۵ میلی‌متر مدل DB-WAX (Agilent/J and W Scientific, Folsom, CA, USA) استفاده شد. دتکتور آن از نوع یونیز و اشعه آن با حرارت ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که در آن گاز هیدروژن و هوا با سرعت ۴۰ میلی‌لیتر بر دقیقه عبور داده می‌شود. دمای اولیه در ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و سپس با تغییرات ۱۰ درجه در دقیقه به ۱۴۰ درجه رسید و پس از ۱ دقیقه با تغییرات ۴ درجه در دقیقه به ۱۹۰ درجه رسید و به مدت ۲ دقیقه نگه داشته شد و سپس با تغییرات ۲ درجه در دقیقه به ۲۱۰ درجه رسید. از هلیم فوق خالص با سرعت عبور ۱ میلی‌لیتر در دقیقه به عنوان گاز حامل استفاده شد. پیک‌های خروجی بر اساس زمان بازداری با نمونه‌های استاندارد مقایسه و تعیین هویت شد و بر اساس سطح زیر منحنی تعیین غلظت شدند [۲۲]. میزان کلروفیل برگ‌ها توسط دستگاه SPAD (SPAD-502-Minolta) در برگ‌های به طور کامل توسعه یافته، اندازه‌گیری شد. شدت فتوسنتز خالص با استفاده از دستگاه فتوسنتز متر قابل حمل (HCM-100,Walls, Mess-undergeltechnik, Germany) مورد سنجش قرار گرفت. لازم به ذکر است که اندازه‌گیری میزان فتوسنتز بین ساعت‌های ۱۲ - ۹ صبح انجام

Archive of SID
www.SID.ir

جدول شماره ۱- نتایج حاصل از آنالیز کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و خاک

نمونه	pH	EC (dS/m)	N (%)	P (%)	K (%)
کمپوست زباله شهری	۷	۴/۵	۰/۴	۱/۲۲	۱/۵
ورمی‌کمپوست	۶/۸	۴/۶۷	۰/۶	۱/۵	۱/۷۵
خاک	۷/۶	۶/۹	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۰۵۸

نتایج

وزن خشک بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آنها در سطح احتمال یک درصد بر وزن خشک بوته‌ها معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). با افزایش مقدار کمپوست و ورمی‌کمپوست وزن خشک بوته به طور معنی‌داری افزایش یافت، به طوری که ۲۰ درصد کمپوست، ۴۲/۱۲ و ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست، ۴۹/۲۸ درصد افزایش وزن خشک بوته نسبت به شاهد را باعث شدند (جداول شماره ۳ و ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل کمپوست و ورمی‌کمپوست (جدول شماره ۵)، بیشترین وزن خشک بوته به میزان ۶۶/۵۸ گرم مربوط به تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود.

ارتفاع بوته: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر ارتفاع بوته معنی‌دار شدند، ولی اثر متقابل کمپوست با ورمی‌کمپوست معنی‌دار نشد (جدول شماره ۲). کمپوست سبب افزایش ارتفاع بوته شد، به طوری که تیمار ۲۰ درصد کمپوست زباله شهری موجب افزایش ارتفاع بوته به مقدار ۲۳/۳ درصد نسبت به شاهد شد (جدول شماره ۳). همچنین ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست سبب افزایش ۲۷/۹۶ درصد ارتفاع بوته نسبت به شاهد شد (جدول شماره ۴). مصرف همزمان کمپوست و ورمی‌کمپوست سبب افزایش ارتفاع بوته شد به طوری که بیشترین ارتفاع بوته به میزان ۱۷۵/۱ سانتی‌متر در تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول شماره ۵).

تعداد برگ: نتایج تجزیه واریانس در جدول شماره ۲ نشان می‌دهد اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد بر تعداد برگ معنی‌دار بود اما اثر متقابل کمپوست با ورمی‌کمپوست معنی‌دار نشد. کمپوست به طور معنی‌داری سبب افزایش تعداد برگ در بوته شد و با افزایش مقدار آن، افزایش بیشتری در تعداد برگ در بوته ایجاد شد، به گونه‌ای که سطح ۲۰ درصد کمپوست موجب افزایش ۴۰/۷ درصد در تعداد برگ نسبت به شاهد شد (جدول شماره ۳). ورمی‌کمپوست نیز بر تعداد برگ در بوته تأثیر مثبت گذاشت و موجب افزیش تعداد برگ در سطح ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به میزان ۴۶/۹۷ درصد نسبت به شاهد شد (جدول شماره ۴). بر اساس نتایج مقایسه میانگین تیمارها در جدول شماره ۵، بیشترین تعداد برگ در بوته به میزان ۸۳۳ برگ مربوط به تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود.

شاخص کلروفیل: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست در سطح یک درصد بر روی شاخص کلروفیل معنی‌دار شد اما اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود (جدول شماره ۲). کمپوست موجب افزایش شاخص کلروفیل شد به طوری که سطح سوم کمپوست موجب افزایش ۸ درصد شاخص کلروفیل نسبت به سطح شاهد شد (جدول شماره ۳)، همچنین افزایش ورمی‌کمپوست خاک نیز باعث افزایش شاخص کلروفیل شد و بیشترین افزایش در سطح سوم ورمی‌کمپوست به میزان ۱۶ درصد نسبت به شاهد بود (جدول شماره ۴). نتایج مقایسه میانگین تیمارهای آزمایش نشان داد که بیشترین کلروفیل به میزان ۳۶/۳۷ مربوط به تیمار ۲۰ درصد کمپوست با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود (جدول شماره ۵).

فتوسنتز: اطلاعات به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول شماره ۲ مشخص کرد که کمپوست و ورمی‌کمپوست

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و ترکیبات مؤثره گیاه دارویی بهلیمو

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک	ارتفاع بوته	تعداد برگ	شاخص کلروفیل	فتوسنتز	درصد اسانس	لیمونن	ژرانیال	لینالول
بلوک	۲	۴۳۶/۵۳**	۱۸۲۶/۲۱**	۱۱۸۶۹/۴۸**	۴۵/۹۳**	۲۸/۰۴**	۰/۰۹**	۲/۰۲**	۰/۲۵^{ns}	۰/۰۱**
کمپوست (a)	۲	۶۳۱/۷۲**	۱۹۸۶/۵۲**	۱۱۹۸۲۴/۷**	۱۵/۵۳**	۱۲/۸۳**	۰/۰۶**	۲/۲۹**	۱۱/۶۱**	۰/۰۲**
ورمی‌کمپوست (b)	۲	۷۲۰/۸۳**	۲۶۵۷/۵۲**	۱۲۹۸۹۹/۱۵**	۵۷/۳۶**	۳۱/۶۸**	۰/۱**	۵/۱۲**	۲۵**	۰/۰۴**
a*b	۴	۴۲/۹۸**	۴۳/۳۹^{ns}	۵۳/۰۴^{ns}	۱/۷۵^{ns}	۰/۶۹*	۰/۰۱**	۰/۲۲*	۱/۱۵^{ns}	۰/۰۰۰۰۱*
خطا	۱۶	۷/۴۳	۵۵/۵۲	۱۰۵۱/۷۲	۱/۰۹	۰/۲۳	۰/۰۰۲	۰/۰۶	۱/۹۸	۰/۰۰۰۰۸
%CV		۶/۰۴	۵/۴۱	۵/۱۹	۳/۲	۳/۵۶	۵/۱	۴/۸۶	۳/۹	۳/۳۲

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد ns: عدم تأثیر معنی‌دار

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف کمپوست بر شاخص‌های رشد و ترکیبات مؤثره گیاه دارویی بهلیمو

سطوح کمپوست زباله شهری (درصد)	وزن خشک (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	شاخص کلروفیل	فتوسنتز ($\mu mol\ s^{-1}m^{-2}$)	درصد اسانس	درصد لیمونن	درصد ژرانیال	درصد لینالول
۰	۳۸/۳۴ ^{c}	۱۲۴/۹۶ ^{c}	۵۳۶/۶۷ ^{c}	۳۱/۳۳ ^{c}	۱۲/۴۴ ^{c}	۰/۸ ^{c}	۴/۷۸ ^{c}	۳۵/۰۸ ^{b}	۰/۲۳ ^{c}
۱۰	۴۲/۵۶ ^{b}	۱۳۴/۳۶ ^{b}	۵۸۱/۴۴ ^{b}	۳۲/۶۸ ^{b}	۱۳/۰۷ ^{b}	۰/۸۷ ^{b}	۵/۰۶ ^{b}	۳۵/۷۵ ^{b}	۰/۲۵ ^{b}
۲۰	۵۴/۴۹ ^{a}	۱۵۴/۰۷ ^{a}	۷۵۵/۱۱ ^{a}	۳۳/۹۵ ^{a}	۱۴/۷۵ ^{a}	۰/۹۶ ^{a}	۵/۷۶ ^{a}	۳۷/۳ ^{a}	۰/۳۲ ^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

جدول شماره ۴- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و ترکیبات مؤثره گیاه دارویی بهلیمو

سطوح ورمی‌کمپوست (درصد)	وزن خشک (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	شاخص کلروفیل	فتوسنتز ($\mu mol\ s^{-1}m^{-2}$)	درصد اسانس	درصد لیمونن	درصد ژرانیال	درصد لینالول
۰	۳۶/۳ ^{c}	۱۲۱/۹۸ ^{c}	۵۱۰ ^{c}	۲۹/۹۷ ^{c}	۱۱/۴۱ ^{c}	۰/۷۸ ^{c}	۴/۴۶ ^{c}	۳۴/۴۴ ^{c}	۰/۲۱ ^{c}
۱۰	۴۴/۴۹ ^{b}	۱۳۵/۳۲ ^{b}	۶۱۳/۶۷ ^{b}	۳۳/۰۱ ^{b}	۱۳/۷۳ ^{b}	۰/۸۶ ^{b}	۵/۱۷ ^{b}	۳۵/۹۳ ^{b}	۰/۲۶ ^{b}
۲۰	۵۴/۱۹ ^{a}	۱۵۶/۰۸ ^{a}	۷۴۹/۵۶ ^{a}	۳۴/۹۸ ^{a}	۱۵/۱۳ ^{a}	۰/۹۹ ^{a}	۵/۹۷ ^{a}	۳۷/۷۶ ^{a}	۰/۳۴ ^{a}

حروف مشابه در هر ستون بیانگر فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره ۵- مقایسه میانگین‌های اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر شاخص‌های رشد و ترکیبات مؤثره گیاه دارویی به‌لیمو

سطوح کمپوست زباله شهری (درصد)	سطوح ورمی‌کمپوست (درصد)	وزن خشک (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	تعداد برگ	شاخص کلروفیل	فتوسنتز ($\mu mol\ s^{-1}m^{-2}$)	درصد اسانس	درصد لیمونن	درصد ژرانیال	درصد لینالول
۰	۰	۳۲/۳۳ d	۱۱۳/۷ c	۴۲۲ g	۲۷/۷۶ c	۱۰/۳۸ d	۰/۷۵ c	۴/۲۷ d	۳۲/۷۸ d	۰/۱۸ e
۰	۱۰	۳۵/۸۳ d	۱۱۷/۸۹ c	۴۶۵ ef	۳۰/۳۷ abc	۱۱/۱۱ bcd	۰/۷۷ bc	۴/۴۲ cd	۳۴/۵۲ bcd	۰/۱۹ de
۰	۲۰	۴۰/۷۳ cd	۱۳۴/۳۷ bc	۶۴۳ bc	۳۱/۷۹ ab	۱۲/۷۵ abc	۰/۸۳ bc	۴/۷ bc	۳۶/۰۱ abc	۰/۲۷ bc
۱۰	۰	۳۷/۵۷ cd	۱۲۱/۲ c	۵۲۹/۶۷ fg	۳۲/۰۷ bc	۱۲/۶۱ cd	۰/۷۸ bc	۴/۷۳ cd	۳۵/۰۳ cd	۰/۲۲ e
۱۰	۱۰	۴۰/۹۸ cd	۱۳۲/۰۳ bc	۵۷۲ de	۳۳/۲۵ ab	۱۳/۹ abc	۰/۸۸ bc	۴/۹۸ bcd	۳۵/۸۳ bcd	۰/۲۴ cde
۱۰	۲۰	۵۶/۱۷ ab	۱۵۲/۷۳ ab	۷۳۹/۳۳ bc	۳۳/۷ ab	۱۴/۶۸ abc	۰/۹۲ ab	۵/۸ b	۳۶/۹۳ abc	۰/۳۲ ab
۲۰	۰	۴۵/۱۴ bcd	۱۳۹/۹۷ bc	۶۵۸/۳۳ cd	۳۴/۱۵ abc	۱۴/۳۴ bcd	۰/۸۷ bc	۵/۳۴ cd	۳۷/۴۳ bc	۰/۲۹ bcd
۲۰	۱۰	۵۰/۸۶ bc	۱۵۳/۱۷ ab	۷۰۷/۳۳ b	۳۴/۴۳ ab	۱۴/۲۲ ab	۰/۹۶ bc	۵/۷۸ b	۳۶/۹۲ abc	۰/۳۳ b
۲۰	۲۰	۶۶/۵۸ a	۱۷۵/۱ a	۸۸۳ a	۳۶/۳۷ a	۱۶/۸۳ a	۱/۱۳ a	۶/۷۹ a	۳۸/۹۵ a	۰/۳۸ a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر فاقد اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد.

در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد بر روی فتوسنتز معنی دار بودند سطح سوم کمپوست به میزان ۱۸/۵۷ درصد و سطح سوم ورمی‌کمپوست به میزان ۳۲/۶ درصد سبب افزایش میزان فتوسنتز نسبت به شاهد شدند (جداول شماره ۳ و ۴). بر اساس نتایج تحقیق، مصرف هم‌زمان کمپوست و ورمی‌کمپوست، موجب افزایش معنی‌دار فتوسنتز شد به گونه‌ای که بیشترین میزان فتوسنتز در تیمار ۲۰ درصد کمپوست با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد (جدول شماره ۵).

درصد اسانس: نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آنها بر روی درصد اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول شماره ۲). درصد اسانس تحت تأثیر کمپوست و ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری یافت، به طوری که سطح سوم کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست به ترتیب موجب افزایش ۲۰ درصد و ۲۶/۹۲ درصد، درصدی اسانس شدند (جداول شماره ۳ و ۴). مصرف کمپوست همراه با ورمی‌کمپوست نیز باعث افزایش درصد اسانس شد به طوری که بیشترین درصد اسانس (۱/۱۳ درصد) در تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول شماره ۵).

درصد لیمونن اسانس: نتایج تجزیه واریانس، بیانگر آن بود که تأثیر هر دو عامل کمپوست و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد بر درصد لیمونن اسانس معنی‌دار شد (جدول شماره ۲). مقایسه میانگین سطوح کمپوست نشان داد با افزایش میزان کمپوست، درصد لیمونن نیز افزایش یافت به نحوی که تیمار ۲۰ درصد کمپوست باعث افزایش ۲۰/۵ درصد لیمونن نسبت به شاهد شد (جدول شماره ۳). همچنین مشاهده شد که مصرف ورمی‌کمپوست نیز درصد لیمونن اسانس را افزایش داد، به نحوی که سطح سوم ورمی‌کمپوست درصد لیمونن اسانس را به میزان ۳۳/۸۶ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول شماره ۴). بر اساس نتایج حاصل از اثر متقابل کمپوست و ورمی‌کمپوست، بیشترین درصد لیمونن اسانس به مقدار ۶/۷۹ درصد در تیمار ۲۰ درصد کمپوست با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست دیده شد (جدول شماره ۵).

درصد ژرانیال اسانس: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد (جدول شماره ۲) اثر اصلی کمپوست و ورمی‌کمپوست بر روی درصد ژرانیال اسانس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، ولی اثر متقابل آنها معنی‌دار نبود. با

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش میزان کمپوست و ورمی‌کمپوست، درصد ژرانیال اسانس افزایش یافت به طوری که در سطح سوم کمپوست ۶/۳۳ درصد و در سطح سوم ورمی‌کمپوست ۹/۶۴ درصد نسبت به شاهد درصد ژرانیال افزایش پیدا کرد (جداول شماره ۳ و ۴). بر اساس نتایج تحقیق، مصرف هم‌زمان کمپوست با ورمی‌کمپوست باعث بهبود درصد ژرانیال اسانس شد و بیشترین درصد ژرانیال اسانس به میزان ۳۸/۹۵ درصد مربوط به در تیمار ۲۰ درصد کمپوست همراه با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست بود (جدول شماره ۵).

درصد لینالول اسانس: اطلاعات به دست آمده از نتایج تجزیه واریانس در جدول شماره ۲ مبین این است که اثر کمپوست و ورمی‌کمپوست در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد بر درصد لینالول اسانس معنی‌داری شدند. با افزایش میزان کمپوست و ورمی‌کمپوست، درصد لینالول اسانس نسبت به شاهد افزایش یافت، به گونه‌ای که در سطح سوم کمپوست ۳۹/۱۳ درصد و در سطح سوم ورمی‌کمپوست ۶۱/۹ درصد نسبت به شاهد افزایش درصد لینالول دیده شد (جداول شماره ۳ و ۴). در جدول شماره ۵ دیده می‌شود مصرف کمپوست همراه به ورمی‌کمپوست درصد لینالول اسانس را افزایش داد. به نحوی که بیشترین درصد لینالول به میزان ۰/۳۸ درصد مربوط به تیمار ۲۰ درصد کمپوست با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست و کمترین درصد لینالول اسانس به میزان ۰/۱۸ درصد مربوط به تیمار شاهد بود.

بحث

تحقیق حاضر نشان داد مصرف کمپوست و ورمی‌کمپوست، صفات کمی و کیفی مورد مطالعه در گیاه به‌لیمو را افزایش داد. افزایش ارتفاع گیاه در تیمارهای کود آلی و بیولوژیک می‌تواند ناشی از بهبود ساختمان خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و تأمین عناصر غذایی باشد [۲۳]. با توجه به بالا بودن میزان عناصر غذایی بخصوص نیتروژن در کمپوست و ورمی‌کمپوست، رشد رویشی و ارتفاع بوته‌ها تحریک شده است. نتایج مشابهی در تحقیقات دیگر گزارش شده است [۱۵]. با مصرف کمپوست زباله شهری، ماده خشک میکروبی خاک افزایش می‌یابد و دلیل این افزایش را غنی بودن کمپوست زباله شهری از ماده خشک میکروبی و یا وجود سوبسترای حاوی کربن در کمپوست زباله شهری برشمرده‌اند [۲۴] که در نهایت اثرات مثبتی در افزایش رشد و عملکرد گیاه دارد [۲۵]. با افزایش میزان مواد غذایی موجود در خاک، گیاه سریع‌تر سطح برگ خود را افزایش داده و موجب پوشیده شدن زمین توسط تاج گیاه شده و این امر منجر به افزایش سرعت رشد محصول و در نهایت ماده خشک شده است. از طرف دیگر وجود میزان کافی از مواد غذایی در مراحل انتهایی رشد، منجر به افزایش عمر برگ‌ها و دوام سطح برگ شده، که این امر نیز به نوبه خود باعث می‌شود گیاه سطح فتوسنتز کننده خود را به مدت طولانی‌تر حفظ و با دریافت نور بیشتر و به مدت طولانی‌تر، تولید ماده خشک خود را با سرعت بیشتر و در مدت زمان بیشتری حفظ نماید. در تحقیقات دیگر نتایج مشابه به دست آمده است [۲۶]. در این تحقیق نیز افزایش فتوسنتز تحت تأثیر تیمارهای کودی مشاهده شده است.

کمپوست و ورمی‌کمپوست علاوه بر عناصر غذایی و مواد آلی، دارای مقادیر زیادی مواد هیومیکی می‌باشند که این مواد، از طریق بهبود زیست فراهمی عناصر غذایی خاص، بویژه آهن و روی [۲۷] و اثر مستقیم بر متابولسیم گیاهی [۲۸]، باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند [۲۹]. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت مصرف کود با افزایش میزان نیتروژن در گیاه، باعث افزایش میزان کلروفیل‌ها و کاروتنوئیدها شده که به دنبال آن سبزینه‌گی، توانایی جذب نور خورشید، تولید مواد فتوسنتزی و در نهایت رشد و عملکرد گیاه افزایش یافته است. نتایج تحقیق حاضر نیز افزایش فتوسنتز و کلروفیل تحت تیمارهای کودی را نشان داد.

در تفسیر نتیجه حاصل از بهبود میزان اسانس در اثر مصرف کودهای کمپوست و ورمی‌کمپوست، می‌توان اظهار داشت از آنجایی که اسانس‌ها ترکیب‌هایی ترپنوئیدی بوده که واحدهای سازنده آنها نیاز مبرم به NADPH و ATP دارند و با توجه به این موضوع که حضور عناصری نظیر نیتروژن و

Archive of SID
www.SID.ir

فسفر برای تشکیل ترکیب‌های اخیر ضروری می‌باشند. افزایش مقادیر کمپوست و ورمی‌کمپوست از طریق فراهم نمودن جذب بیشتر فسفر و نیتروژن که در اجزای تشکیل دهنده اسانس حضور دارند موجب افزایش میزان اسانس پیکر رویشی شد [۱۹].

نتیجه‌گیری

به طور کلی از نتایج این آزمایش استنتاج می‌شود کاربرد کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست موجب افزایش شاخص‌های رشد و میزان اسانس اندام رویشی از طریق افزایش کلروفیل و فتوسنتز و افزایش میزان مواد غذایی و عناصر مورد نیاز گیاه دارویی به‌لیمو می‌شود. بالاترین میزان ماده خشک و اسانس از کاربرد توأم ۲۰ درصد کمپوست با ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد. بنابراین مصرف همزمان کودهای کمپوست نسبت به مصرف جداگانه آنها مناسبت‌تر بود. البته در شرایط مشابه، ورمی کمپوست نسبت به کمپوست شرایط بهتری برای رشد و تولید اسانس گیاه به‌لیمو ایجاد کرد.

منابع

1. Mozaffarian M. A Dictionary of Iranian plant names. Farhange Moaser. 2008, 740 p. (In Persian).

2. Amin Gh. Prevalent Traditional Medicinal Plant of Iran. Tehran Medical Science Press. 2009, 300 p.

3. Chavallier A. The Encyclopedia of Medicinal Plants, Dorling Kindersley. London. 1996, p: 227.

4. Sahar Babaei Abrak and Rahele Zhiani. Investigation of Chemical Composition of *Lippia Citriodora:* Essential Oil of *Lippia Citriodora* Promote Survival of PC12 Cells Following Treatment with H2O2. *Research Article* 1392; 2 (1): 31 - 9. (In Persian).

5. Chatterjee S.K. Cultivation of Medicinal and Aromatic Plants in India a Commercial Approach. Proceedings of an International Conference on MAP. *Acta Horticulture (ISHS)*. 2002; 576: 191 -02.

6. Lee, J. Effect of application methods of organic fertilizer on growth, soil chemical properties and microbial densities in organic bulb onion production. *Sciatica Horticulture* 2010; 124: 299 - 305.

7. Mona Y, Kandil AM and Swaefy Hend MF. Effect of three different compost levels on fennel and salvia growth character and their essential oils. *Biol. Sci*. 2008; 4: 34 - 9.

8. Hargreaves JC, Adl MS and Warman PR. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agric. Ecosys. Environ*. 2008; 123: 1 - 14.

9. Ramadass K and Palaniyandi S. Effect of enriched municipal solid waste compost application on soil available macronutrients in the rice field. Archives. *Agron. Soil. Sci*. 2007; 53: 497 - 506.

10. Scheffer MC, Ronzelli PJ, and Koehler HS. Influence of organic fertilization on the biomass, yield and yield composition of the essential oil of *Achillea millefoliom. Acta Hortic*. 1993; 331: 109 - 14.

11. Cala V, Cases MA and Walter I. Biomass production and heavy metal content of *Rosmarinus officinalis* grown on organic waste-amended soil. *J. Arid Environ*. 2005; 62: 401 - 12.

12. Lakhdar A, Rabhi M, Ghnaya T, Montemurro F, Jedidi N and Abdelly C. Effectiveness of compost use in salt-affected soil. *Haz Mat*. 2009; 171: 29 - 37.

13. Arancon N, Edwards CA, Bierman P, Welch C and Metzger JD. Influences of Vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technol*. 2004; 93: 145 - 53.

14. Atiyeh RM, Arancon N, Edwards CA and Metzger JD. The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technol*. 2002; 81: 103 - 8.

Archive of SID

www.SID.ir

15. Jeyabal A and Kupposwamy G. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and it's response in rice-legume cropping system and soil fertility. *Eur. J. Agron*. 2001; 15: 153 - 70.

16. Bachman GR and Metzger JD. Physical and chemical characteristics of a commercial potting substrate amended with vermicompost produced from two different manure sources. *Hort Tech.* 2007; 17: 336 - 40.

17. Campitelli P and Ceppi S. Effects of composting technologies on the chemical and physicochemical properties of humic acids. *Geoderma.* 2008; 14: 325 - 33.

18. Atiyeh RM, Arancon NQ, Edwards CA and Metzger JD. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. *Bioresource Technol*. 2000; 75: 175 - 80.

19. Anwar M, Patra DD, Chand S and Khanuja SPS. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, Nutrient Accumulation, and oil quality of French basil. *Commun. Soil Sci. Plant Anal*. 2005; 36 (13-14): 1737 - 46.

20. Barroso MR, Arrobas M, Rodrigues MÂ and Sousa MJ. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium and boron fertilizers on essential oils yield in Lemon verbena (Aloysia triphylla). *Planta Med*. 2014; 80 - P2F1.

21. Mohammadi M, Tobeh A, Vahidipour HR, Fakhari R. Effects of biological fertilizers on essential oil components and quantitative and qualitative yield of lemon verbena (Lippia citriodora). *Intl. J. Agri. Crop. Sci*. 2013; 5 (12): 1374 - 80.

22. Young-Cheol Y, Hoi-Seon L, Si Hyeock Lee J, Marshall C and Young-Joon A. Ovicidal and adulticidal activities of Cinnamomum zeylanicum bark essential oil compounds and related compounds against Pediculus humanus capitis (Anoplura: Pediculicidae). *Parasitol*. 2005; 35. 1595 - 600.

23. Tahami – Zarandi MK. Assessment of organic, biologic and fertilizer on yield, yield components and essence of basil. MSc. Dissertation, Faculty Agric, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian). 2010.

24. Garcya-Gil JC, Plaza C, Soler-Rovira P and Polo A. Long-term effects of municipal solid waste compost application on soil enzyme activities and microbial biomass. *Soil Biol. and Bioche*. 2000; 32: 1907 - 13.

25. Singh R, Sharma RR, Kumar S, Gupta PK and Patil RT. Vermicompost substitution influences growth, physiological disorders, fruit yield and quality of strawberry (Fragaria×Ananassa Duch). *Bioresour. Technol*. 2008; Article in press.

26. Soumare M, Tack G, and Verloo MG. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresource technol. *Bioresour. Technol*. 2003; 86: 15 - 20.

27. Chen Y, De-Nobili M and Aviad M. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, 2004, pp: 103 - 29.

28. Nardi S, Pizzeghello D, Muscolo A and Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biol. Biochem*. 2002; 34: 1527 - 36.

29. Tartoura AH. Alleviation of oxidative-stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. *American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci*. 2010; 9 (2): 208 - 16.

Archive of SID
www.SID.ir