مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۳، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۰، ص ۱۲-۱

تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان عناصر غذایی کم‌مصرف در خاک و غلظت آنها در گیاه گاوزبان (*Borago officinalis*)

زهرا احمدآبادی *[۱]، مهدی قاجار سپانلو [۲] و محمدعلی بهمنیار [۳]

(E-mail: z.ahmadabadi@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۸۹/۴/۶ و تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۳

چکیده

به منظور مطالعه اثر کاربرد کود آلی ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر کم‌مصرف خاک و میزان جذب این عناصر در اندام‌های گیاهی گیاه دارویی گاوزبان (*Borago officinalis*)، آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در سه تکرار در سال ۱۳۸۸ انجام شد. تیمارهای کودی شامل دو سطح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار از ورمی‌کمپوست، تلفیقی از ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی، کود شیمیایی شامل سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار، سوپرفسفات ۱۰۰ و اوره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، شاهد (بدون کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست) و سال‌های مصرف به صورت سال ۸۵، ۸۵ و ۸۸، ۵ و ۸۶، ۸۵، ۸۶ و ۸۸، ۸۵ تا ۸۷ و ۸۵ تا ۸۸ کود خورده می‌باشند. طبق نتایج حاصل، مشخص شد که تیمارهای کودی با تأثیر بر شکل قابل جذب این عناصر بر میزان غلظت آنها در خاک و گیاه اثر معنی‌دار داشت. سال‌های مصرف کود نیز در همه موارد به‌جز میزان غلظت مس در برگ و میزان غلظت مس و منگنز در گل دارای اثر معنی‌دار بود. همچنین اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف آنها بر میزان قابل جذب تمامی عناصر کم‌مصرف در خاک اثر معنی‌داری را نشان داد، درصورتی‌که در برگ و گل فقط بر میزان غلظت آهن معنی‌دار بود. درنهایت باتوجه به نتایج حاصل از این آزمایش کاربرد ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: سال‌های مصرف، غلظت عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، مس و منگنز)، کود آلی، کود شیمیایی، گاوزبان

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری - ایران **(نویسنده مسئول مکاتبات *)**

۲ - استادیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری – ایران

۳ - دانشیار گروه مهندسی علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری – ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

امروزه کاربرد سموم و کودهای شیمیایی در زمین‌های زراعی به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافته است علاوه بر هزینه‌های اضافی، اثرات جبران‌ناپذیری بر محیط زیست و سلامتی انسان دارند و آلودگی خاک و آب ناشی از مواد شیمیایی، باعث ایجاد مسائل بغرنج در این زمینه شده است (۱ و ۱۵). استفاده دائم گیاهان از ذخایر غذایی خاک بدون جایگزینی مناسب باعث کاهش توان تولیدی و عناصر غذایی خاک شده است (۱۲). درنتیجه برای رهایی از این مشکلات و مدیریت حاصل‌خیزی خاک، پیشرفت به سمت کشاورزی ارگانیک توصیه می‌شود و بدین‌ترتیب نیاز به مصرف کودهای آلی برای تغذیه گیاه افزایش پیدا می‌کند (۱۱ و ۱۵).

اخیراً فرایند کمپوست با استفاده از کرم‌های خاکی کمپوست‌کننده، برای تهیه ورمی‌کمپوست، به عنوان یک فناوری آسان و یک فرایند حامی طبیعت برای به دست آوردن کودهای آلی از مواد زائد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۷). با افزایش سطوح کاربرد ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت عناصر روی، مس و بور در خاک افزایش پیدا می‌کند (۱۳ و ۱۴). طبق نتایج حاصل از آزمایشی در ترکیه، با کاربرد ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت روی و مس قابل جذب خاک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد (۱۹). از طرف دیگر، امروزه رویکرد روزافزون بشر به استفاده از گیاهان دارویی در سطح جهانی، اهمیت کشت، تولید و فرآوری این گیاهان را افزایش می‌دهد (۱).

درخصوص گیاهان دارویی یکی از نیازهای مهم به منظور حصول عملکرد بالا، ارزیابی سیستم‌های تغذیه گیاه است که با روش صحیح حاصل‌خیزی خاک می‌توان کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. یکی از گیاهان دارویی مهم کشور گیاه گاوزبان می‌باشد. این گیاه از تیره گاوزبان، علفی، یک‌ساله، به ارتفاع ۱۰ تا ۷۰ سانتی‌متر، رنگ گل‌های آن آبی و به‌ندرت سفید یا گلی است. زمان مناسب برای کشت این گیاه اوایل بهار است و همچنین باتوجه به شرایط محیطی امکان کشت آن در پاییز و اواخر زمستان نیز وجود دارد. این گیاه امروزه در غالب نقاط دنیا بیشتر به منظور استفاده‌های درمانی پرورش می‌یابد و مورد توجه قرار می‌گیرد، به این صورت که از گل و برگ این گیاه به عنوان یک ماده معرق، آرام‌کننده و تصفیه‌کننده خون استفاده می‌شود (۲ و ۲۵). تحقیقات در زمینه این گیاهان نشان داد که کودهای آلی در کشت گیاهان دارویی، با فراهم کردن عناصر غذایی مورد نیاز آنها، تولید زیست توده و ترکیب‌های استخراج شده از این گیاهان را افزایش می‌دهند (۲۴). عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاهان دارویی را می‌توان با کاربرد کودهای آلی در خاک تأمین کرد (۱۶). یکی از روشهای افزایش ماده آلی خاک استفاده از کودهای ورمی کمپوست می‌باشد. در تحقیقی مشخص شد که اثر ورمی‌کمپوست در کشت رازیانه باعث افزایش جذب عناصر غذایی و فتوسنتز در این گیاه می‌شود (۸). در مورد گیاه دارویی بابونه نیز کاربرد ورمی‌کمپوست، باعث افزایش شاخص‌های رشدی به دنبال افزایش جذب عناصر غذایی در این گیاه شد (۶).

باتوجه به مطالب فوق و تأثیر مطلوب ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی در میزان قابل جذب عناصر کم‌مصرف خاک و همچنین اثر مثبت این کود در تأمین عناصر غذایی مورد نیاز برای گیاهان دارویی، در این پژوهش اثر سطوح و دفعات مختلف مصرف ورمی‌کمپوست در خاک، میزان افزایش غلظت این عناصر در برگ و گل گیاه دارویی گاوزبان و همچنین خاک تحت کشت این گیاه بررسی شد.

مواد و روشها

این تحقیق در سال ۱۳۸۸، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری با عرض شمالی ۵۳ درجه و ۱۳ دقیقه و طول شرقی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه و در ارتفاع ۱۶ متر از سطح دریا با آب و هوای معتدل، در قالب طرح کرت‌های خرد شده با پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمار کودی به عنوان فاکتور اصلی در شش سطح شامل T_1 شاهد (بدون کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست)، T_2 کود شیمیایی (سولفات پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم، سوپرفسفات ۱۰۰ کیلوگرم و اوره ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار)، T_3 تلفیق ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار و T_2 ۱/۲، T_4 ۲۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار، T_5 تلفیق ۴۰ تن

Archive of SID

www.SID.ir

ورمی‌کمپوست در هکتار و T_2 ۱/۲ و T_6 ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار) و سال‌های مصرف کود به عنوان فاکتور فرعی در شش سطح، A یک سال کوددهی (سال ۸۵)، B دو سال نامتوالی کوددهی (سال‌های ۸۵ و ۸۷)، C دو سال متوالی کوددهی (سال‌های ۸۵ و ۸۶)، D سه سال نامتوالی کوددهی (سال‌های ۸۵، ۸۶ و ۸۸)، E سه سال متوالی کوددهی (سال‌های ۸۵، ۸۶ و ۸۷) و F چهار سال متوالی کوددهی (سال‌های ۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸)، در کرت‌هایی به ابعاد ۱/۵ در سه متر اعمال گردید (ماده خام اولیه برای تهیه ورمی‌کمپوست، زباله شهری بوده است). کود شیمیایی به صورت جامد در کرت‌ها اضافه شد. برخی ویژگی‌های ورمی‌کمپوست مورد استفاده و خاک شاهد در جدول (۱) آمده است. گیاه مورد استفاده در این آزمایش گیاه دارویی گاوزبان گونه *Borago officinalis* بود که پس از اعمال تیمارهای کودی در کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۱/۵ در سه متر و هر کرت شامل سه ردیف کشت شد. فواصل بین خطوط ۵۰ سانتی‌متر بود. در طی فصل رشد، باتوجه به نیاز گیاه و شرایط اقلیمی، آبیاری به صورت بارانی و دستی صورت گرفت. عملیات وجین در زمان‌های لازم به صورت دستی انجام گرفت. در طی اجرای آزمایش میزان آفات در حدی نبود که نیاز به مبارزه مکانیکی داشته باشد. جهت تعیین اثر تیمارهای کودی به‌کارگرفته شده، نمونه‌برداری از گیاه در مرحله شروع گل‌دهی صورت گرفت و نمونه‌ها بعد از شستشو به مدت ۷۲ ساعت در آون خشک شدند. پس از آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی، عصاره‌گیری به روش سوزاندن خشک و هضم با اسید کلریدریک[1] انجام شد و مقدار جذب توسط دستگاه اتمیک[2] مدل Varian-Spectr AA-10 تعیین شد (۱۸ و ۲۳). همچنین، جهت تعیین میزان عناصر میکرو قابل جذب خاک پس از برداشت گیاه گاوزبان، از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری صورت پذیرفت. میزان روی، مس، آهن و منگنز قابل جذب خاک، به روش DTPA[3] تعیین شد. در این روش، مخلوط خاک و عصاره‌گیر DTPA به نسبت دو به یک به مدت دو ساعت تکان داده شدند و بعد میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در محلول بالایی بعد از صاف شدن توسط دستگاه اتمیک خوانده شد (۱۰). درنهایت تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج و بحث

خاک

باتوجه به نتایج به‌دست آمده، کاربرد سطوح و دفعات مختلف ورمی‌کمپوست در خاک بر میزان قابل جذب عناصر کم‌مصرف خاک دارای اثر معنی‌دار بوده است ($P = ۰/۰۱$) (جدول ۲). همچنین، اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های به‌کارگیری کود نیز بر میزان قابل جذب عناصر کم‌مصرف خاک، اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($P = ۰/۰۱$). مقایسه میانگین‌ها در اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف این تیمارها بر میزان قابل جذب عناصر کم‌مصرف خاک نشان می‌دهد بیشترین مقدار قابل جذب عناصر کم‌مصرف خاک در تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار که سه سال یا بیشتر مصرف شده‌اند، مشاهده شد (جدول ۳).

بیشترین مقدار روی، منگنز، آهن و مس قابل جذب خاک در این آزمایش به‌ترتیب ۴/۱۶، ۸/۹۵، ۳۲/۰۳ و ۸/۹۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد. مشابه با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش، در طی آزمایشی با به‌کارگیری ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت روی و مس قابل جذب خاک نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (۱۳). همچنین در طی مطالعه‌ای گزارش شد که تجمع روی و مس در خاک‌های غنی شده با ۴۰۰ گرم ورمی‌کمپوست در کیلوگرم خاک، نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا می‌کند (۱۹). نتایج حاصل از آزمایشی که در آن ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی در خاک استفاده شد نشان داد که این کود باعث افزایش قابل توجهی از عناصر غذایی ضروری به صورت قابل جذب برای گیاه می‌شود (۲۲). همچنین، در طی آزمایشی کاربرد ورمی‌کمپوست حاصل از اختلاط ۸۵ درصد لجن فاضلاب و ۱۵ درصد ماده خام حجیم‌کننده با کرم‌های خاکی کمپوست‌کننده در خاک، به عنوان یک اصلاح‌کننده آلی اثر مطلوبی بر وضعیت عناصر

1 - Dry ashing

2 - Atomic Absurption Spectrophotometer

3 - Diethilenetriamene Pentaacetat

Archive of SID

www.SID.ir

غذایی و حاصل‌خیزی خاک نشان داد (۱۷). به‌طور مشابه، دیگر محققین گزارش کردند که با افزایش سطوح و دفعات به‌کارگیری ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت عناصر روی، مس و بور در خاک افزایش پیدا می‌کند (۱۴). همچنین براساس نتایج حاصل از تحقیق دیگری مشخص شد که با افزایش دفعات مصرف ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت عناصر غذایی به فرمی که به آسانی برای گیاه قابل جذب باشد افزایش می‌یابد که با نتایج به‌دست آمده مطابقت دارد (۵).

جدول ۱ - برخی خصوصیات شیمیایی ورمی‌کمپوست و خاک

پارامتر اندازه‌گیری شده		ورمی‌کمپوست	خاک مورد مطالعه
pH	–	۷/۵۱	۷/۵۵
OC	(٪)	۹/۸۲	۲/۴۱
EC	(mmhos/cm)	۲/۰۵	۱/۱۷
N	(٪)	۰/۸۴	۰/۲۳
P	قابل جذب (mg/kg)	۶۲/۲۱	۱۴/۵۶
K	//	۶۲۲۸/۰۲	۲۶۴/۸۴
Zn	//	۹/۲۳	۱/۰۸
Mn	//	۲۶/۶۶	۳/۲۷
Fe	//	۵۵/۵۶	۱۶/۴۳
Cu	//	۳/۲۶	۳/۶۹
عمق	(cm)	–	۰-۲۰
بافت	–	–	رسی سیلتی
C/N	–	–	۹/۵۷

جدول ۲ - جدول تجزیه واریانس (F) میزان تغییرات غلظت عناصر کم‌مصرف خاک در رابطه با تیمار کود و سال

تیمار	Fe	Zn	Mn	Cu
T	۱۳۷/۳۸**	۲۸۲/۲۸**	۱۳۸/۶۲ **	۸۱/۸۶**
Y	۳۵/۱۱**	۱۸/۸۵**	۳۹/۹۳**	۱۵/۵۱**
T*Y	۳/۰۲**	۱/۶۳**	۱/۷۴**	۲/۳۳**

T: تیمار کودی، Y: سال‌های اعمال تیمار، T*Y: اثرات متقابل تیمار کودی و سال می‌باشد. ** - معنی‌دار در سطح ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳ – مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر کم‌مصرف خاک (mg/kg) در رابطه با اثرات متقابل سال و کود

Zz						
F	E	D	C	B	A	
۱/۰۱^{xy}	۱/۰۴^{y}	۱/۰۲^{xy}	۱/۰۴^{y}	۱/۰۱^{xy}	۱/۰۴^{xy}	T_1
۱/۷۹^{p}	۱/۷۴^{q}	۱/۵۰^{s}	۱/۳۲^{u}	۱/۲۲^{v}	۱/۲۰^{v}	T_2
۱/۹۳^{o}	۱/۹۲^{o}	۱/۶۴^{r}	۱/۳۹^{t}	۱/۱۷^{v}	۱/۰۷^{wx}	T_3
۲/۳۱^{k}	۲/۳۱^{k}	۲/۲۵^{l}	۲/۲۴^{l}	۱/۹۸^{n}	۱/۷۴^{q}	T_4
۲/۹۸^{h}	۲/۸۴^{g}	۲/۷۵^{i}	۲/۴۶^{j}	۲/۰۸^{m}	۲/۰۳^{n}	T_5
۴/۱۶^{a}	۳/۹۸^{b}	۳/۱۲^{c}	۳/۶۸^{d}	۳/۴۴^{e}	۳/۲۰^{f}	T_6
Mn						
۳/۱۸st	۳/۵۱^{s}	۳/۴۲^{s}	۳/۲۲st	۳/۸۴^{s}	۳/۵۲^{s}	T_1
۵/۲۱^{l}	۵/۳۲^{k}	۴/۸۸^{n}	۴/۵۰^{pq}	۴/۴۲^{qr}	۴/۰۸^{t}	T_2
۶/۴۵^{f}	۶/۱۵^{g}	۵/۹۶^{h}	۵/۴۸^{j}	۵/۰۲^{om}	۴/۵۸^{p}	T_3
۵/۶۳^{i}	۵/۳۵^{k}	۵/۳۸^{jk}	۵/۰۸^{m}	۴/۷۲	۴/۳۹^{r}	T_4
۶/۴۹^{f}	۶/۷۷^{e}	۶/۲۹^{g}	۵/۹۰^{h}	۵/۲۱^{l}	۴/۸۸^{n}	T_5
۸/۹۵^{a}	۸/۴۸^{b}	۷/۹۵^{c}	۷/۲۶^{d}	۶/۵۶^{f}	۶/۱۸^{g}	T_6
Fe						
۱۶/۴۳^{u}	۱۶/۹۱^{uv}	۱۶/۵۲^{u}	۱۶/۸۱^{uv}	۱۶/۶۹^{u}	۱۶/۷۷^{u}	T_1
۲۰/۷۹^{no}	۲۱/۰۰^{n}	۲۰/۲۱^{p}	۱۹/۱۳^{rs}	۱۸/۳۳^{t}	۱۶/۸۷^{v}	T_2
۲۱/۴۰^{m}	۲۱/۵۵^{m}	۲۰/۶۱^{o}	۲۰/۶۴^{no}	۱۹/۹۲^{pq}	۱۸/۸۱^{s}	T_3
۲۸/۶۹^{c}	۲۷/۹۱^{de}	۲۶/۵۷^{f}	۲۵/۶۵^{g}	۲۴/۰۰^{i}	۲۱/۹۷^{i}	T_4
۳۱/۹۴^{a}	۲۹/۵۳^{b}	۲۶/۳۹^{f}	۲۷/۷۴^{e}	۲۳/۵۴^{j}	۲۲/۰۰^{i}	T_5
۳۲/۰۳^{a}	۳۱/۷۹^{a}	۲۸/۲۵^{d}	۲۴/۶۱^{h}	۲۳/۶۵^{ij}	۲۲/۷۷^{k}	T_6
Cu						
۳/۹۰^{u}	۳/۹۱^{u}	۳/۶۵^{uv}	۳/۸۹^{u}	۳/۷۴^{uv}	۳/۹۰^{u}	T_1
۵/۵۱^{l}	۵/۳۵^{k}	۴/۸۸^{n}	۴/۵۰^{pq}	۳/۴۲^{qr}	۴/۰۳^{t}	T_2
۶/۴۵^{f}	۶/۲۲^{g}	۵/۹۶^{h}	۵/۴۷^{j}	۵/۰۲^{m}	۴/۵۸^{p}	T_3
۵/۶۳^{i}	۵/۳۵^{k}	۵/۳۸^{jk}	۵/۰۸^{m}	۴/۷۲^{o}	۴/۳۹^{r}	T_4
۶/۴۹^{f}	۶/۷۷^{e}	۶/۲۹^{g}	۵/۹۰^{h}	۵/۲۱^{l}	۴/۸۸^{n}	T_5
۸/۹۶^{a}	۸/۴۸^{b}	۷/۹۵^{c}	۷/۲۶^{d}	۶/۵۶^{f}	۶/۱۸^{g}	T_6

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).

T_1 شاهد، T_2 کود شیمیایی، T_3 تلفیق ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2، T_4 ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار، T_5 تلفیق ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2 و T_6 ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار، A سال ۸۵، B سال ۸۵ و ۸۷، C سال ۸۵ و ۸۶، D سال ۸۵، ۸۶ و ۸۸، E سال ۸۵، ۸۶ و ۸۷ و F سال ۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸ کود خورده می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

گیاه

کاربرد ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر کم‌مصرف (مس، منگنز، آهن و روی) در برگ و گل گاوزبان دارای اثر معنی‌دار بود. تعداد سال‌های به‌کارگیری ورمی‌کمپوست در برگ گیاه بر میزان غلظت روی، منگنز و آهن معنی‌دار بود (P = ۰/۰۱) و در گل گیاه فقط بر میزان غلظت آهن و روی اثر معنی‌دار داشت (P = ۰/۰۵). اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های به‌کارگیری آنها نیز در برگ و گل گیاه فقط در مورد آهن اختلاف معنی‌دار نشان داد (P = ۰/۰۱) (جدول ۴).

برگ

به‌طورکلی طبق نتایج به‌دست آمده، غلظت عناصر کم‌مصرف در برگ گیاه نسبت به گل آن بیشتر بوده است. در واقع برگ‌های گیاه گاوزبان با ظاهر فیزیولوژیکی خشن به میزان زیادی عناصر غذایی را در خود جمع می‌کنند (۲۵). نتایج نشان داد بیشترین مقدار غلظت در تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار صورت پذیرفت (جدول ۵). تعداد دفعات به‌کارگیری ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت تمامی عناصر کم‌مصرف به‌جز مس در برگ گیاه تأثیر معنی‌دار داشت که بیشترین اثر آن در تیمارهایی که سه سال یا بیشتر مصرف شده‌اند، مشاهده گردید (جدول ۶). اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های به‌کارگیری آنها نیز فقط بر میزان غلظت آهن در برگ گیاه دارای اثر معنی‌دار بود، به این صورت که بیشترین غلظت آهن در برگ گیاه ۱۷۴۹/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود که مربوط به تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست است که چهار سال متوالی مصرف شده است (جدول ۷). مشابه با نتایج این آزمایش، طی آزمایشی با مصرف پنج تن ورمی‌کمپوست در هکتار به همراه کود شیمیایی، افزایش عملکرد و رشد گیاه دارویی ریحان نسبت به تیمار شاهد گزارش شد که علت آن را تأثیر مطلوب ورمی‌کمپوست در تأمین عناصر موردنیاز گیاه به صورت قابل جذب دانستند، به این صورت که ذرات این کود به دلیل سطح ویژه بالا و دارا بودن ترکیبات مختلف آلی در سطح خود، با عناصر غذایی موجود در خاک به‌ویژه عناصر فلزی تشکیل کمپلکس‌هایی را می‌دهند که به راحتی برای گیاه قابل جذب هستند (۳). همچنین نتایج آزمایش دیگر که به منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه انجام شد، نشان داد که افزایش عملکرد در خاک‌های تیمار شده با ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی در ورمی‌کمپوست است (۴). طی آزمایشی روی گیاه دارویی بابونه آلمانی، درصدهای وزنی صفر، پنج، ۱۰ و ۱۵ از ورمی‌کمپوست استفاده شد، بیشترین عملکرد (عملکرد گل خشک) به تیمار ۱۵ درصد نسبت داده شد که دارای سطوح زیادی عناصر غذایی قابل جذب بود. همچنین، در طی همین آزمایش در مورد گیاه دارویی بابونه رومی گزارش شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در پرورش این گیاه باعث افزایش غلظت عناصر غذایی و بهبود شاخص‌های رشدی در این گیاه می‌شود (۶). نتایج حاصل از آزمایشی روی گیاه دارویی اسفرزه نیز نشان داد که به‌کارگیری ورمی‌کمپوست با نسبت ۱:۲۰ در خاک باعث افزایش ۲۳/۵ درصدی رشد و عملکرد گیاه می‌شود که در این صورت، عناصر غذایی به صورت قابل جذب به مقدار بیشتری در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (۴).

جدول ۴ – جدول تجزیه واریانس (F) میزان جذب عناصر کم‌مصرف در گل و برگ گاوزبان در رابطه با تیمار کود و سال

تیمارها	گل				برگ			
	Cu	Mn	Fe	Zn	Cu	Mn	Fe	Zn
T	۲۵۱/۰۱**	۲۹۵/۶۸**	۲۷۷/۱۰**	۱۵۳/۸۷**	۲۵۱/۲۵**	۱۱۲۵**	۸۱۹/۶۵**	۳۰۵/۸۶**
Y	۱^{ns}	۰/۷۰^{ns}	۲/۰۳**	۲/۲۰**	۱/۱۱^{ns}	۶/۱۱**	۳/۶۲**	۳/۹۲**
Y*T	۱^{ns}	۱/۰۷^{ns}	۲/۸۳**	۰/۹۱^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۰/۵۴^{ns}	۱/۹۹**	۱/۷۴^{ns}

T تیمار کودی، Y سال‌های اعمال تیمار و T*Y اثرات متقابل تیمار کودی و سال می‌باشد. ** – معنی‌دار در سطح ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵ – مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر کم‌مصرف (mg/kg) در برگ گاوزبان در رابطه با تیمار کودی

T_6	T_5	T_4	T_3	T_2	T_1	
۶۸/۵۸^{a}	۵۳/۶۹^{b}	۵۵/۰۵^{b}	۴۳/۷۵^{c}	۳۹/۴۱^{d}	۳۴/۳۵^{e}	Zn
۵۸/۷۳^{a}	۴۷/۳۰^{b}	۴۶/۵۳^{b}	۴۰/۰۶^{c}	۳۸/۰۶^{d}	۲۰/۷۱^{e}	Mn
۱۷۰۲/۰۲^{a}	۱۱۵۹/۵۰^{b}	۱۳۱۸/۴۰^{c}	۱۱۹۹/۰۱^{d}	۹۶۲/۱۳^{e}	۸۲۷/۷۶^{f}	Fe
۳۹/۱۴^{a}	۳۵/۷۵^{b}	۳۱/۵۰^{c}	۲۴/۷۴^{d}	۲۴/۷۴^{d}	۲۰/۴۹^{e}	Cu

* – در هر ردیف، میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).

T_1 شاهد، T_2 کود شیمیایی، T_3 تلفیق ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2، T_4 ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار، T_5 تلفیق ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2 و T_6 ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار می‌باشد.

جدول ۶ – مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر کم‌مصرف (mg/kg) در برگ گاوزبان در رابطه با سال‌های مصرف کود

F	E	D	C	B	A	
۵۱/۱۴^{a}	۴۹/۷۶^{ab}	۴۹/۹۳^{ab}	۴۸/۹۳ ^{b}	۴۸/۲۷ ^{bc}	۴۷/۳۰^{c}	Zn
۴۳/۱۱^{a}	۴۲/۹۲^{ab}	۴۱/۹۱^{bc}	۴۱/۳۳^{c}	۴۱/۲۹^{c}	۴۰/۸۳^{c}	Mn
۱۲۸۷/۷۰^{a}	۱۲۷۴/۵۰^{ab}	۱۲۵۳/۷۰^{abc}	۱۲۴۱/۵۰ ^{bc}	۱۲۳۸/۱۰^{c}	۱۲۳۲/۹۰^{c}	Fe

* – در هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۱).

A سال ۸۵، B سال ۸۵ و ۸۷، C سال ۸۵ و ۸۶، D سال ۸۵، ۸۶ و ۸۸، E = سال ۸۵، ۸۶ و ۸۷ و F سال ۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸ کود خورده می‌باشد.

جدول ۷ – مقایسه میانگین‌های غلظت آهن (mg/kg) در برگ گاوزبان در رابطه با اثرات متقابل سال و کود

F	E	D	C	B	A	
۸۵۹/۳۴^{uv}	۸۵۱/۵۱^{uv}	۸۸۱/۰۱^{u}	۸۸۱/۵۰^{uv}	۸۸۴/۵۰^{u}	۸۸۶/۹۴^{u}	T_1
۱۰۳۳/۱۰^{p}	۹۹۵/۵۰^{q}	۹۹۵/۵۰^{q}	۹۳۲/۳۰^{r}	۹۱۶/۳۰^{s}	۹۰۰/۳۰^{t}	T_2
۱۲۶۵/۰۰^{m}	۱۲۶۰/۱۰^{m}	۱۱۸۷/۹۵^{n}	۱۱۸۳/۴۰^{n}	۱۱۸۱/۰۰^{n}	۱۱۳۹/۱۰^{o}	T_3
۱۵۵۸/۴۱^{d}	۱۵۴۲/۱۹^{e}	۱۵۳۰/۱۴^{f}	۱۵۲۱/۰۱^{f}	۱۴۹۱/۲۱^{g}	۱۴۷۵/۰۱^{h}	T_4
۱۳۶۷/۴۹^{i}	۱۳۴۵/۱۲ ^{j}	۱۳۰۶/۱۱^{k}	۱۳۰۵/۲۶^{k}	۱۳۰۳/۲۳^{k}	۱۲۸۶/۵۱^{l}	T_5
۱۷۴۹/۲۰^{a}	۱۷۳۶/۴۵^{b}	۱۶۸۷/۱۱^{c}	۱۶۸۰/۹۵^{c}	۱۶۸۱/۲۵^{c}	۱۶۷۱/۱۱^{c}	T_6

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).

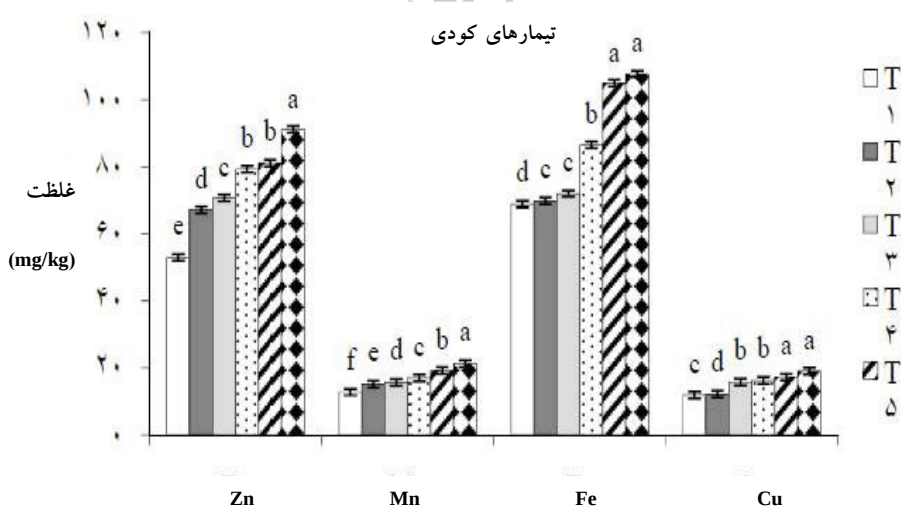
T_1 شاهد، T_2 کود شیمیایی، T_3 تلفیق ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2، T_4 ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار، T_5 تلفیق ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2 و T_6 ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار، A سال ۸۵، B سال ۸۵ و ۸۷، C سال ۸۵ و ۸۶، D سال ۸۵، ۸۶ و ۸۸، E سال ۸۵، ۸۶ و ۸۷ و F سال ۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸ کود خورده می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

گل

کاربرد ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی، بر میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در گل گاوزبان اثر معنی‌داری داشت و با افزایش سطوح کاربرد آن میزان غلظت عناصر غذایی افزایش یافت که بیشترین آن در تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار مشاهده گردید (شکل ۱). همچنین تأثیر تعداد سال‌های به‌کارگیری ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در گل گیاه، فقط در مورد روی و آهن معنی‌دار بود و در مورد مس و منگنز اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل ۲). باتوجه به مقایسه میانگین‌ها می‌توان دریافت که بیشترین میزان غلظت روی و آهن در تیمارهایی که چهار سال متوالی مصرف شده‌اند، مشاهده می‌شود که به‌ترتیب ۷۶/۲ و ۹۵/۸۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (شکل ۲). اثرات متقابل تیمارهای کودی و سال‌های مصرف آنها بر میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در گل گاوزبان، مشابه با برگ گیاه فقط در مورد آهن دارای اثر معنی‌دار بود و بر میزان سایر عناصر کم‌مصرف اثر معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۸). مشابه با نتایج حاصل از این آزمایش، در طی آزمایشی روی گیاه دارویی رازیانه گزارش شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در کشت این گیاه باعث افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو در این گیاه می‌شود (۸). همچنین در طی تحقیق دیگری روی گیاه دارویی شبدر قرمز، محققان اظهار داشتند که به‌کارگیری فضولات کرم خاکی در پرورش این گیاه باعث بهبود وضعیت گل‌دهی و شاخص‌های رشدی این گیاه می‌شود که به دنبال افزایش غلظت عناصر غذایی اتفاق می‌افتد (۲۰). به طور مشابه طی آزمایشی که به بررسی اثر ورمی‌کمپوست بر میزان غلظت عناصر غذایی در یک گیاه علفی آفریقایی اختصاص داشت، مشخص شد که به‌کارگیری پنج تن در هکتار ورمی‌کمپوست، تأثیر به‌سزایی بر میزان جذب غلظت غذایی در گیاه تحت آزمایش دارد که با نتایج به‌دست آمده از این آزمایش مطابقت دارد (۱۹).

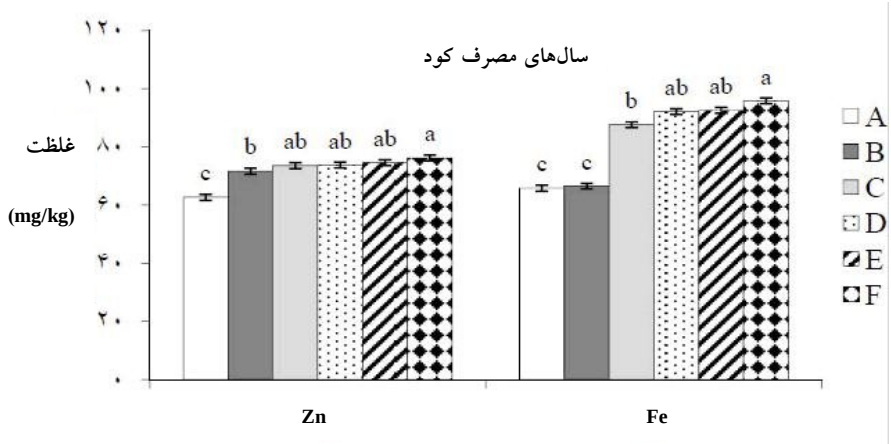


شکل ۱ – مقایسه میانگین‌های غلظت عناصر کم مصرف در گل گاوزبان در رابطه با تیمارهای کودی

*** – در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).**

T_1 شاهد، T_2 کود شیمیایی، T_3 تلفیق ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2، T_4 ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار، T_5 تلفیق ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار و ۱/۲ T_2 و T_6 ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار

www.SID.ir



شکل ۲ – مقایسه میانگین‌های غلظت روی و آهن در گل گاوزبان در رابطه با سال‌های مصرف تیمارهای کودی

در هر دسته، ستون مربوط به هر عنصر میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).

A سال ۸۵، B سال ۸۵ و ۸۷، C سال ۸۵ و ۸۶، D سال ۸۵، ۸۶ و ۸۸، E سال ۸۵، ۸۶ و ۸۷ و F سال (۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸ کود خورده)

جدول ۸ – مقایسه میانگین‌های غلظت عنصر آهن در گل گاوزبان (mg/kg) در رابطه با اثرات متقابل سال و کود

F	E	D	C	B	A	
۶۸/۱۱^{s}	۶۷/۹۵st	۶۸/۱۲^{s}	۶۷/۹۷st	۶۷/۹۱st	۶۸/۰۳^{s}	T_1
۶۹/۶۵^{op}	۶۹/۸۵^{op}	۶۹/۵۱^{op}	۶۸/۲۱^{qr}	۶۸/۹۴^{q}	۶۸/۳۱^{r}	T_2
۷۲/۱۶^{m}	۷۲/۰۱^{m}	۷۱/۴۱^{n}	۶۹/۹۲^{o}	۶۹/۱۰^{p}	۶۸/۵۰^{qr}	T_3
۸۵/۹۲^{h}	۸۶/۰۴^{h}	۸۳/۴۵^{i}	۸۱/۲۵^{j}	۷۹/۵۱^{k}	۷۸/۴۹^{i}	T_4
۱۰۴/۰۲^{d}	۱۰۳/۶۵^{d}	۱۰۱/۹۷^{e}	۱۰۱/۲۶^{f}	۱۰۱/۲۰^{f}	۹۹/۸۱^{g}	T_5
۱۰۸/۲۴^{a}	۱۰۸/۵۴^{a}	۱۰۷/۴۱^{ab}	۱۰۶/۹۵^{b}	۱۰۶/۱۲^{bc}	۱۰۴/۴۰^{c}	T_6

در هر ستون و هر ردیف، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند (P = ۰/۰۵).

T_1 شاهد، T_2 کود شیمیایی، T_3 تلفیق ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار و T_2 ۱/۲، T_4 ورمی‌کمپوست ۲۰ تن در هکتار، T_5 تلفیق ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار و T_2 ۱/۲ و T_6 ورمی‌کمپوست ۴۰ تن در هکتار، A سال ۸۵، B سال ۸۵ و ۸۷، C سال ۸۵ و ۸۶، D سال ۸۵، ۸۶ و ۸۸، E سال ۸۵، ۸۶ و ۸۷ و F سال ۸۵، ۸۶، ۸۷ و ۸۸ کود خورده می‌باشد.

نتیجه‌گیری

ورمی‌کمپوست از نظر مواد مغذی قابلیت مقایسه با سایر کودهای آلی را داشته و میزان عناصر غذایی موردنیاز گیاه و قابلیت جذب این عناصر با اضافه کردن آن به خاک افزایش می‌یابد. در واقع ورمی‌کمپوست با دارا بودن سطوح زیاد برای جذب آب و عناصر غذایی، در جهت فراهم کردن عناصر غذایی موردنیاز گیاه، بهبود رشد و عملکرد گیاهان دارویی مفید می‌باشد. به عبارت دیگر، با اضافه کردن این کود به خاک فرم قابل جذب عناصر غذایی و همچنین تشکیل کمپلکس‌های آلی قابل جذب و قابلیت جذب آنها توسط گیاه را افزایش می‌دهیم. از طرف دیگر، باتوجه به سیستم‌های تغذیه‌ای خاص گیاهان دارویی به لحاظ تولید مواد مؤثره و نیاز به عناصر غذایی برای تولید این مواد، استفاده از ورمی‌کمپوست به عنوان یک کود آلی که می‌تواند عناصر غذایی را برای این دسته از گیاهان فراهم کند، مفید می‌باشد. براساس نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان غلظت عناصر کم‌مصرف در خاک و گیاه، در تیمار ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار در سه سال متوالی مشاهده شد و از آنجا که بین سه و چهار سال متوالی مصرف آن از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، کاربرد سه ساله آن توصیه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

۱ . اکبری‌نیا ا.، قلاوند ا. و شریفی ا (۱۳۸۳) تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان و عملکرد آن. پژوهش و سازندگی ۶۲: ۱۳-۱۱.

۲ زرگری ع (۱۳۶۱) گیاهان دارویی. انتشارات دانشگاه تهران.

3 . Anwar MD, Patra D, Chand S, Alpesh K, Naqvi A and Khanuja S (2005) Effect of organic manure and inorganic fertilizer on growth, herb, oil yield, nutrient accumulation and oil quality of French basil. Communications in Soil Science and Plant Analysis 36: 1737-1746.

4 . Astaraei A (2006) Effect of municipal solid waste compost and vermicompost on yield and yield components of *Plantago ovata*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatocic Plants 3: 180-187.

5 . Atiyeh RM, Edwards CA, Subler S and Metzger JD (2000) Earthworm-Processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing marigold and vegetable seedlings. Compost Science and Utilization 8: 215-223.

6 . Azizi M, Rezwanee F, Hassanzadeh Khayat M, Lackzian A and Neamati H (2008) The effect of different levels of vermicompost and irrigation on morphological properties and essential oil content of German chamomile (*Matricutria vecutitia*). Iranian Journal of Medicinal and Aromatocic Plants 1: 82-93.

7 . Claudio PJ, Raphael B, Alves F, Kamiila LR, Brunade SN and Priscila M (2009) Zn (ll) adsorption from syntheyic solution and kaolin wastewater on vermicompost. The Science of Total Environment 162: 804-811.

8 . Darzi M, Ghalavand A and Rejali F (2008) Effect of mycorrhiza, vermicompost and phpsphate biofertilizer application on flowing, biological yield and root colonization in fenel (*Feoniculum vulgare*). Iranian Journal of Crop Sciences 10(1): 88-109.

9 . Glyn MF (2002) Mineral nutrition, production and artemisin content in *Artemisia annual*. Acta Horticulture 426: 721-728.

10 . Jamali MK, Tasneem G, Arian MB, Afridi HI, Jalbani N, Kandhro GA, Shah A and Jameel AB (2009) Heavy metal accumulation in different variates of wheat (*Tritcum aestivum* L.) grown in soil amended with domestic sewage sludge. Hazardous Materials 164: 1386-1391.

11 . Jeybal H and Kupposwany G (2001) Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its vosponsec in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy 15: 153-170.

12 . Malakouti MJ (1997) The effects of using balabced fertilizers and the role of microelements in qualitative and quantitative improvement of agricultural products and the environment. Proceedings of the second national conference on the effective use of fertilizers and toxins. pp. 48-52.

13 . Mamo M, Rosen CJ, Halbach TR and Moncrief JF (1998) Corn yield and nitrogen uptake in sandy soils amended with vermicompost and municipal solid waste compost. Production Agriculture 11: 460-475.

14 . Matos GD and Arrunda M (2003) Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. Process Biochemistry 39: 81-88.

15 . Mirzaei R, Kambozia J, Sabahi H and Mahdavi A (2009) Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iranian Journal of Crops Researches 7(1): 257-267.

16 . Omid Beigi R (1997) Findings from the production of medicinal plants. Tehran: Tarrahan Nashr Press. 2: 438.

17 . Parvaresh A, Movahedian H and Hamidian L (2003) Servey of chemichal quality and fertilizer value of vermicomposted municipal wastewater sludge. Isfahan Wastewater 50: 29-33.

Archive of SID

www.SID.ir

18 . Planquart P, Bonin G, Prone A and Massiani C (1999) Distribution, movement and plant availability of trace metals in soils amended with sewage sludge composts: application to low metal loadings. The Science of Total Environment 241: 161-179.

19 . Ridvan K (2004) Cu and Zn accumulation in earth worm *Lumbricus terrestrist* in sewag sludge amended soil and fraction of Cu and Zn casts and surrounding. Soil Sci. 22: 141-145.

20 . Sains J, Tboada-Castro MT and Vilarino A (1998) Growth, Mineral nutrition and Mycorrhizal colonization of red clover and cucumber plant grows in a soil amended with vermicompost and composted urban wastes. Plant and Soil 205: 85-92.

21 . Scheffer MC, Ronzelli PJ and Koehler HS (1993) Influence of organic fertilization on the biomass, Yield and yield composition of the essential oil of *Achilles millefoliom*. Acta Horticulture 331: 109-114.

22 . Senesi N (1989) Composted materials as organic fertilizers. Sci. Total Environment 81/82: 521-542.

23 . Warman PR and Termeer W (2005) Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corns and forage: Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn and B content of crop and soils. Bioresource Thechnology 96: 1029-1038.

24 . Wettasinghe M and Shahidi F (2000) Scavenging of reactive oxygen species and DPPt free radicals by extract of Borago and evening primrose meals. Food Chemistry 70: 17-26.

25 . Wettasinghe M and Shahidi F (2005) Fe (III) chelation activity of extract of Borago and evening primrose meals. Food Research International 35: 65-71.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of vermicompost application on amount of micro elements in soil and the content in the medicinal plant of Borage *(Borago officinalis)*

Z. Ahmad Abadi *[1], M. Ghajar Sepanlou [2] and M. A. Bahmanyar [3]

(E-mail: z.ahmadabadi@yahoo.com)

Abstract

In order to investigate the effect of vermicompost (VC) application on amount of micro elements in soil and plant organs of the medicinal plant of Borage (*Borago officinalis*), an experiment was carried out in split plot based on complete randomized block design with three replications in the research farm of the Sari University of Agricultural Science and Natural Resources. fertilizer treatments include two levels (20 and 40 tons per hectare) of VC, mix VC and fertilizers, fertilizers, (fertilizers include 100 kg/hac potassium sulfate, 100 kg/hc super phosphate and 150 kg/hc urea) and control (without fertilizer and vermicompost) and years of consumption: 2006, 2006 and 2008, 2006 and 2007, 2006, 2007 and 2009, 2006, 2007 and 2008 and 2006, 2007, 2008 and 2009. The results showed that fertilizer treatments had a significant effect on the rate of micro-elements in soil and plant. The years of consumption of fertilizer had a significant effect in all cases except the rate of Cu in the leaves and on the rate of Cu and Mn in petal. The interaction between the years of fertilizer consumption and fertilizer treatments on the rate of micro-elements absorbant in the soil were significantly different, where as significantly affected the Fe in the leaves and petals only. In conclusion, using vermicompost is recommended as an organic fertilizer.

Keywords: Borage, Chemical Fertilizer, Micro-element concentration (Fe, Zn, Mn, Cu), Orgnaic matter, Years of consumption

1 - M.Sc. Student, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari – Iran **(Corresponding Author *)**

2 - Assistant Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari - Iran

3 - Associate Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Sari University of Agricultural Science and Natural Resources, Sari - Iran

Archive of SID

www.SID.ir