Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 47, No 4, Winter 2017 (607-615)
DOI: 10.22059/ijhs.2017.109885.627

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۵ (ص ۶۱۵-۶۰۷)

بررسی تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر میزان عنصرهای غذایی و آلکالوئیدهای گیاه شاه‌تره (*Fumaria vaillantii*)

احمد رضایی رسا[1*]، محمد آزادبخت[2]، مسعود آزادبخت[3]، پریسا پناهی[4] و مهیار گرامی[5]
۱، ۳ و ۵. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و مربی آموزشی، مؤسسهٔ آموزش عالی غیرانتفاعی سنا
۲. استاد، دانشگاه علوم پزشکی مازندران
٤. استادیار، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۱/۱۹)

چکیده

شاه‌تره گیاهی یک‌ساله و علفی است، از جمله مواد مؤثرهٔ آن آلکالوئیدهای مهمی مانند فومارین و سیناکتین، مواد رزینی و موسیلاژ است. قسمت مورد استفادهٔ کل اندام هوایی آن است. ورمی‌کمپوست یک کود آلی شامل آنزیم‌ها، باکتری‌ها و بقایای گیاهی و کود حیوانی است. این آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار در گلدان‌های با وزن ٤ کیلوگرم در گلخانه صورت گرفت. تیمارها شامل شاهد (بدون کود)، ورمی‌کمپوست ۵ درصد، ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد، ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد، تیمار کود شیمیایی با غلظت (N:P:K, 20:20:20) درصد بودند، پس از به گل رفتن ۵۰ درصد از گیاهان اندازه‌گیری آلکالوئید توسط دستگاه HPLC با استفاده از استاندارد داخلی نوسکاپین و استاندارد خارجی فوماریک اسید صورت گرفت و نتایج گویای تأثیر ورمی‌کمپوست بر میزان آلکالوئید گیاه شاه‌تره بود. که تیمار ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد بیشترین میزان و تیمار شاهد حاوی کمترین میزان آلکالوئید بود. عنصرهای غذایی اندازه‌گیری‌شده شامل عنصرهای پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم)، کم‌مصرف (آهن و روی) بودند، میزان همهٔ عنصرهای غذایی گیاهی مورد آزمایش اختلاف معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد داشتند و نتایج نشان‌دهندهٔ تأثیر مثبت و بیشتر تیمار ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار کود شیمیایی بر همهٔ ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده در این آزمایش بود. استفاده از نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای آلی و شیمیایی تأثیر مطلوبی بر عملکرد و متابولیت‌های ثانویهٔ گیاه دارویی شاه‌تره داشت.

واژه‌های کلیدی: آلکالوئید، شاه‌تره، عنصرهای غذایی، کود شیمیایی، ورمی‌کمپوست.

Effect of different levels of vermicompost and chemical fertilizer on the nutrient elements and alkaloids of fumitory (*Fumaria vaillantii*)

Ahmad Rezaie Rasa[1*], Mohamad Azadbakht[2], Masuod Azadbakht[3], Parisa Panahi[4] and Mahyar Gerami[5]
1, 3, 5. Former M. Sc. Student, Assistant Professor and Instructor, Sana Institute of Higher Education, Iran
2. Professor, Mazandaran University of Medical Sciences, Iran
4. Asistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Organization of Research, Education and Extension, Tehran, Iran
(Received: Dec. 1, 2014 - Accepted: Apr. 8, 2015)

ABSTRACT

Fumitory is an annual and herbaceous plant. Its active substances that mostly exist in aerial parts are including alkaloids such as fumaryn and Synaktyn, and also resins and mucilage. Vermicompost is a bio organic fertilizer which contains enzymes, bacteria, plant residues and animal manure. In this study an experiment was run as completely randomized design in three replications and five treatments. Treatments were including of control (No fertilizer), three levels of vermicompost (5, 15 and 30 percent) and chemical fertilizer (N:P:K, 20:20:20). After flowering of the plants, alkaloids were measured by HPLC using internal standard noscapine and external standard fumaric acid. The results showed significant effect of vermicompost on the amount of Fumitory alkaloids. The vermicompost treatment of 30 percent had the maximum and minimum amount of alkaloids, respectively. All micro and macro elements had significant differences in compared to control plants. The results indicated a positive effect of vermicompost on all the measured traits in this experiment. Totally, the use of agricultural inputs (organic and chemical) and favorable impact on yield and secondary metabolites of in this plant.

Keywords: Alkaloid, chemical fertilizer, fumitory, nutrient elements, vermicompost.

* Corresponding author E-mail: rasa387@gamil.com Tel: +98 935 263 8238

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

از جمله عامل‌های مهمی که می‌تواند در عرصهٔ کشاورزی به افزایش مطلوب سطح زیر کشت و عملکرد محصول در واحد سطح کمک کنند کودهای آلی و شیمیایی هستند. کودهای شیمیایی به‌عنوان یکی از عامل‌های تأثیرگذار روی عملکرد گیاهان زراعی مطرح هستند، ولی استفادهٔ بیش از اندازه از آن‌ها به‌ویژه هنگامی‌که با عملیات مدیریتی نامناسب مانند سوزاندن بقایای گیاهی همراه شوند، میزان مادهٔ آلی خاک را به‌شدت کاهش می‌دهد (Piranoshe *et al*., 2010). ورمی کمپوست یک کود آلی و شامل مخلوط زیستی (بیولوژیکی) بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی است که سبب ادامهٔ عمل تجزیهٔ مواد آلی خاک و پیشرفت فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌شود این کود آلی سبک، بدون هرگونه بو و بذر علف‌های هرز است (Bremness, 1999). از سوی دیگر، حاوی ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) هوازی سودمند مانند ازتوباکترها بوده و از سوی دیگر، بدون باکتری‌های غیرهوازی، قارچ‌ها و ریزجانداران بیمارگر (پاتوژن) است (Atiyeh *et al*., 2002). ورمی کمپوست از موادی پیت مانند همراه با خلل و فرج، ظرفیت هوادهی، زهکشی و ظرفیت نگهداری آب بالا ساخته شده که سطوح زیاد برای جذب بالای مواد غذایی دارند. در مقایسه با مواد مادری اولیه، ورمی‌کمپوست‌ها نمک محلول کم‌تر، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان هیومیک اسید بیشتری دارند (Atiyeh *et al*., 2001). ورمی‌کمپوست‌ها عنصرهای غذایی مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترکیبی که به‌آسانی برای گیاه قابل‌جذب و دسترسی است دارند (Orozco *et al*., 1996). همچنین گزارش شده است که ورمی‌کمپوست‌ها حاوی مواد زیستی فعالی هستند که همانند مواد تنظیم‌کنندهٔ رشد عمل می‌کنند (Tomati *et al*., 1983 & 1987). تیرهٔ شاه‌تره (*Fumariaceae*) به‌طور عمده گیاهانی علفی، بی‌کرک و برگ‌های متناوب با بریدگی‌های بسیار دارند که بیشتر در نواحی مختلف کوهستانی و یا در اماکن مرطوب پراکندگی دارند و شامل پنج جنس و هفتاد گونه هستند. قسمت‌های مورد استفادهٔ گیاه، همهٔ اندام‌های آن به‌ویژه سرشاخه‌های گلدار است که به‌صورت تازه یا خشک مصرف می‌شود (Zargari,1998). مهم‌ترین این آلکالوئیدها شامل فومارین (پروتوپین)، فوماریلین و سیناکتین هستند (Ghahreman, 1995). از دیگر ترکیب‌های شاه‌تره می‌توان به فلاوونوئیدها، اسیدهای گیاهی به‌ویژه اسید فوماریک و موسیلاژ اشاره کرد. در طب سنتی از شاه‌تره به‌عنوان ادرارآور، مسهل و برای رفع ناهنجاری‌های پوستی از جمله اگزما استفاده می‌شود. اثرگذاری اخیر را مربوط به وجود اسید فوماریک در آن می‌دانند. اثرگذاری گزارش‌شدهٔ آن: آنتی‌کلی‌نرژیک، آنتی‌هیستامین، ضد ورم، ضدعفونی‌کننده، ضد اسپاسم، تقویت‌کنندهٔ قوای جنسی، آرام‌بخش، مقوی معده، بی‌حس‌کننده و کاهش‌دهندهٔ صفرا است (Zargari, 1998).

آلکالوئیدها به گروهی از متابولیت‌های ثانویه تعلق دارند که از اسیدهای آمینه ساخت (سنتز) می‌شوند. در ساختمان خود یک یا چند اتم نیتروژن (N) دارند. بسیاری از این آلکالوئیدها به‌عنوان ترکیب‌های دفاعی در مقابل جانوران و ریزجانداران عمل می‌کنند (Clarke, 1970). آلکالوییدها در ۱۵ درصد گیاهان قارچ‌ها، باکتری‌ها و جانوران یافت شده‌اند، در گیاهان بیشتر در انتهای جوان ریشه، ساقه، پوست، گل‌ها، بذر و بافت‌های فعال نورساختی (فتوسنتزی) و زایشی ذخیره می‌شوند (Davazdah Emami & Majnon Hosini, 2008). این گیاه با داشتن خواص دارویی فراوان هنوز در ایران به‌صورت خودرو بوده و کشت و کار (زراعی کردن) آن صورت نگرفته، با توجه به نیازهای تغذیه‌ای این گیاه و نقش عنصرهای غذایی در بهبود رشد و کیفیت ترکیب‌های ثانویه این گیاه، از تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست و کودهای شیمیایی استفاده شد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان انجام آزمایش

این آزمایش در بهار سال ۹۳ در استان تهران و در شهرستان پاکدشت در ۵۱ درجه و ۴۰ دقیقهٔ طول شرقی و ۳۵ درجه و ۲۶ دقیقهٔ عرض شمالی با ارتفاع ۱۰۰۳ متر از سطح دریا در گلخانهٔ تولید گل‌های زینتی صورت گرفت. آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار صورت گرفت. تیمارها

www.SID.ir

Archive of SID

شامل : ۱- شاهد (بدون کود)، ۲- ورمی‌کمپوست ۵ درصد، ۳- ورمی‌کمپوست ۱۵درصد، ۴- ورمی‌کمپوست ۳۰درصد و ۵- تیمار کود کامل شیمیایی با غلظت NPK (۲۰:۲۰:۲۰) درصد بود. پیش از انجام آزمایش، از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک به‌طور تصادفی نمونه‌گیری و به‌منظور تعیین میزان مادهٔ آلی، میزان عنصرهای نیتروژن، فسفر، پتاسیم و هدایت الکتریکی (Ec)، pH به آزمایشگاه ارسال شد. همچنین برای اندازه‌گیری مواد آلی و عنصرهای موجود، ورمی‌کمپوست نیز آزمایش و نتایج در جدول ۱ مشخص شد. گلدان‌های با وزن ۴ کیلوگرم با میزان ۲۰۰ گرم از وزن گلدان برای تیمار ۵درصد ورمی‌کمپوست و ۶۰۰ گرم برای تیمار ۱۵درصد ورمی‌کمپوست و ۱۲۰۰ گرم برای تیمار ۳۰درصد ورمی‌کمپوست و باقی‌ماندهٔ وزن گلدان‌ها با خاک سرندشده پر شد، تیمار شاهد و کود شیمیایی با ۴ کیلوگرم خاک سرندشده پر شد، تیمار کود شیمیایی در مرحلهٔ چهار برگی به‌صورت محلول‌پاشی برگی به فاصلهٔ هر چهار بار آبیاری تا هنگام برداشت اعمال شد. نخستین آبیاری بی‌درنگ پس از کشت نشا گیاه شاه‌تره در مرحلهٔ چهار برگی کامل انجام و پس‌از آن آبیاری با توجه به نیاز گیاه و بافت خاک هر چهار روز تکرار و در هر گلدان چهار نشا هم‌اندازه کشت شد. تجزیهٔ شیمیایی برگ گیاهان در مرحلهٔ گلدهی با روش هضم مرطوب برای تعیین میزان عنصرهای موجود در گیاه و برآورد مواد غذایی مورد نیاز آن‌ها است چراکه نمو گیاهان از غلظت عنصرهای غذایی موجود در بافت‌ها و برگ‌ها تبعیت می‌کند. به این منظور گیاهان برای سنجش عنصرهای موجود در اندام هوایی به آزمایشگاه ارسال شدند که نتایج در جدول دو و سه آمده است.

جدول ۱. نتایج تجزیهٔ خاک و ورمی‌کمپوست

Table 1. Results of soil and vermicompost analysis

	EC	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	pH	Texture
Soil	0.89	0079	14.7	400	7.47	Loamy-Clay
Vermicompost	2.55	1.66	4500	6500	7.1	-

عصاره‌گیری و استخراج آلکالوئید

برای عصاره‌گیری و استخراج آلکالوئید، در آغاز نمونه‌ها را از گلدان درآورده و آلودگی‌ها را پاک و در سایه قرار داده شدند تا خشک شوند، پس‌از آن به‌طور دقیق ۱ گرم از نمونهٔ گیاهی خشک را وزن کرده و با هاون پودر و سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر متانول حاوی ۰/۰۵ مولار اسیدکلریدریک به آن اضافه شد. در مرحلهٔ بعد مخلوط متانول و مادهٔ گیاهی پودر شده را به مدت سه ساعت در دستگاه سوکسله در دمای اتاق قرار داده تا زمان استخراج کامل، عصارهٔ متانولی به‌دست‌آمده از مرحلهٔ سوکسله را گردآوری کرده و ۱۰ میلی‌لیتر هیدرو کلریک اسید ۲/۵ درصد به آن اضافه شود. pH عصاره را با هیدروکسید آمونیوم به ۸ رسانده و استخراج با دی کلرومتان صورت گرفت (میلی‌لیتر ۱۰×۳). عصاره به‌وسیلهٔ سولفات منیزیم تبخیر شد و عصارهٔ خام آلکالوئیدی باقی ماند (Maiza-Benabdesselam *et al*., 2007).

شرایط دستگاه HPLC

از دستگاه مدل PLATINblueبه همراه پمپ PLANTINblue مجهز به آشکارساز[1] آرایهٔ فوتونی (PDA)[2]. ستون مورد استفاده RP-C18 ساخت شرکت KNAUER آلمان با طول ۲۵۰ میلی‌متری و قطر درونی ۴ میلی‌متر بود. فاز متحرک[3] مورد استفاده شامل استونیترل و بافر آمونیوم استات با pH ۵٫۸ با نسبت ثابت ۶۵:۳۵ حلال[4] و سرعت جریان[5] ۱ میلی‌لیتر در دقیقه در دمای ۳۰ درجهٔ سلسیوس و حجم تزریق ۱۵ میکرولیتر بود.

تهیهٔ محلول استاندارد خارجی

۲۸ میلی‌گرم اسید فوماریک (با خلوص ۹۹درصد) با استفاده از حلال باز متحرک دستگاه HPLC به حجم ۱

1. Detector
2. Photodiode array detector
3. Mobile phase
4. Isocratic
5. Flow

www.SID.ir

Archive of SID

میلی‌لیتر رسانده شد و محلول پایهٔ A با غلظت ۲۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر تهیه شد. سپس ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر از محلول A با استفاده از حلال حالت (فاز) متحرک دستگاه HPLC به حجم ۱۰۰۰ میکرولیتر رسانده شد (۰/۰۹۳، ۰/۱۸۶، ۰/۲۷۹ و ۰/۵۵۸ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) تهیه شدند. از هر محلول سه بار (هر بار ۱۵ میکرولیتر) به دستگاه HPLC تزریق شد و منحنی واسنجی (کالیبراسیون) با استفاده از سطح زیر منحنی‌های مربوط به غلظت‌های استاندارد ترسیم شد. پیش از تزریق نمونه و استاندارد با پالایشگر سر سرنگی ۰/۲۲ میکرومتری در ویال ۱/۵ میلی‌لیتری صاف شد و به میزان ۱۵ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق شد (Kursinszki *et al.*, 2006).

تهیهٔ محلول استاندارد داخلی

۳۰ میلی‌گرم از آلکالوئید Nascavine با خلوص (۹۹ درصد) با استفاده از حلال حالت متحرک به حجم ۱,۵ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۵ میکرولیتر از محلول تهیه‌شده با استفاده از نمونه به حجم ۱ میلی‌لیتر رسانده شد (۰/۱ میلی‌گرم در میلی‌لیتر) و به‌خوبی هم زده شد. پیش از تزریق نمونه و استاندارد با پالایشگر سرسورنگی ۰,۲۲ میکرومتری در ویال ۱/۵ میلی‌لیتری صاف شد و به میزان ۱۵ میکرولیتر از آن به دستگاه HPLC تزریق شد (Kursinszki *et al.*, 2006).

روش اندازه‌گیری عنصرهای غذایی

اندازه‌گیری نیتروژن توسط دستگاه کجدال صورت گرفت (Rowell, 1994)، برای اندازه‌گیری فسفر از دستگاه طیف‌سنج نوری (اسپکتروفتومتر) و نمونهٔ مجهول در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد (Cottenie,1980) پتاسیم توسط دستگاه نورسنج شعله‌ای (فلیم فتومتر) PFP7 اندازه‌گیری شد و برای عنصر آهن و روی از دستگاه جذب اتمی استفاده شد (Qupta, 2000; Tandon, 2005)

برای تجزیهٔ واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS و برای رسم نمودارها و جدول‌ها از نرم‌افزار Excel 2013 استفاده شد. مقایسهٔ میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

نیتروژن

نتایج جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد (جدول ۲) که استفاده از ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری روی میزان نیتروژن در گیاه می‌گذارد، که میزان آن در تیمار ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد نسبت به شاهد و تیمار ورمی‌کمپوست ۵درصد معنی‌دار بود اما میزان نیتروژن در ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد با تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ و تیمار کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). در خاک‌هایی که ورمی‌کمپوست دریافت کرده‌اند به دلیل فراهمی بیشتر عنصرهای غذایی به‌ویژه نیتروژن، جذب این عنصر توسط دو گیاه ریحان و توت‌فرنگی افزایش‌یافته و رشد گیاهان از جمله ارتفاع گیاه افزایش می‌یابد. در پژوهشی دیگر مشخص شد نیتروژن بالای ورمی‌کمپوست نسبت به دیگر کودهای آلی و کمپوست‌های رایج به دلیل آزاد کردن بیشتر ترکیب‌های نیتروژنه در ترشح‌های کرم‌های خاکی است (Padamavathiamma *et al.*, 2008). یافته‌های Kumawat *et al.* (2006) نیز مؤید آن است که استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه جو موجب بهبود عملکرد چشمگیر زیست‌توده (بیولوژیک) شد. آنان این تأثیر مثبت را به قابلیت تحریک‌کنندگی فعالیت میکروب‌های سودمند خاک توسط ورمی‌کمپوست و توانایی آن در بهبود جذب عنصرهای کانی پرمصرف به‌ویژه نیتروژن نسبت دادند. بررسی‌های (Cavender *et al.*, 2003) روی سورگم دانه‌ای، (Horst *et al.*, 2006) روی نخود معمولی و (Zaller, 2007) روی گوجه‌فرنگی نیز این نتیجه را تأیید می‌کند.

فسفر

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) مشخص شد که استفاده از تیمارهای کودی سبب افزایش میزان فسفر در گیاه می‌شود به این صورت که بیشترین تأثیر در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد و کمترین میزان آن در شاهد، در این بین تیمار کود شیمیایی و تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست بدون اختلاف معنی‌دار، در جدول مشاهده شدند و هر دو با تیمار ۵ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری داشتند. تیمار شاهد نیز اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست نشان داد (جدول ۳). Mohanti *et al*. (2006) نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست در گیاه بادام‌زمینی باعث افزایش غلظت فسفر در دانه نسبت به تیمار شاهد شد. آنان دریافتند که رهاسازی آهستهٔ فسفر از ورمی‌کمپوست و افزایش فراهم کردن این عنصر در خاک، موجب بهبود میزان فسفر در دانهٔ بادام‌زمینی شده است. فسفر، پس از نیتروژن پرمصرف‌ترین عنصر برای گیاه به شمار می‌رود. این عنصر در همهٔ فرآیندهای شیمیایی، سازوکارهای انتقال انرژی و انتقال پیام‌ها دخالت دارد (Ojaghlo, 2007). در طی آزمایشی روی گیاه دارویی رازیانه گزارش شد که کاربرد ورمی‌کمپوست در کشت این گیاه باعث افزایش جذب عنصرهای غذایی پرمصرف (ماکرو) در این گیاه می‌شود (Darzi, 2008). همچنین در نتایج 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 عنصرهای غذایی رخ می‌دهد (Sains *et al*., 1998). کاربرد کمپوست سبب افزایش غلظت فسفر در اسفناج شد (Mefton *et al*., 2006).

پتاسیم

جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲) و نتایج به‌دست‌آمده از آن گویای آن است که استفاده از تیمارهای کودی نشان‌دهندهٔ افزایش معنی‌داری در میزان پتاسیم موجود در گیاه است. که بیشترین میزان پتاسیم در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست مشاهده شد و کمترین آن در تیمار شاهد بود. تیمارهای کود شیمیایی و ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد و ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد نیز تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند، اما هر سه تیمار یادشده با تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌دار داشتند. تیمار شاهد نیز با تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). در پژوهشی که توسط Zaller (2007) درزمینهٔ تأثیر کاربرد ورمی‌کمپوست روی گیاه گوجه‌فرنگی انجام شد، ملاحظه شد که عملکرد محصول و غلظت نیتروژن و فسفر و پتاسیم، در میوهٔ این گیاه نسبت به تیمار شاهد افزایش چشمگیری داشت. ایشان بهبود فعالیت میکروبی، وجود تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و افزایش جذب عنصرهای کانی مانند پتاسیم در تیمارهای حاوی ورمی‌کمپوست را به‌عنوان دلیل افزایش غلظت پتاسیم در مقایسه با تیمار شاهد دانستند. پتاسیم عنصر دیگری است که وظیفهٔ عمدهٔ آن، فعال‌سازی سامانه‌های آنزیمی مختلف است. بنابراین، پتاسیم در چندین مرحله از ساخته‌شدن پروتئین دخالت دارد و به همین علت گردش نیتروژن و ساخته‌شدن پروتئین در گیاهان بستگی به میزان پتاسیم دارد. با افزایش سطوح کمپوست، غلظت نیتروژن و فسفر جو و خاک نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (Moreno *et al*., 1996). همچنین نتایج آزمایش دیگر که به‌منظور بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر عملکرد گیاه دارویی اسفرزه انجام شد، نشان داد که افزایش عملکرد در خاک‌های تیمارشده با ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد به دلیل فراهمی بیشتر عنصرهای غذایی در ورمی‌کمپوست است (Astaraei , 2006). ورمی‌کمپوست‌ها عنصرهای غذایی به شکل قابل دسترس برای رشد گیاهان دارند که در افزایش آن مؤثر است (Edwards & Burrows, 1998). کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش میزان عنصرهای غذایی مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، آهن، روی، منگنز و مس در اندام هوایی گیاه گوجه‌فرنگی نسبت به تیمار شاهد شد. ورمی کمپوست سطح ویژهٔ بالا دارد که باعث افزایش ظرفیت آن برای نگهداری عنصرهای غذایی می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد که ورمی کمپوست و کمپوست زبالهٔ شهری تأثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد و عملکرد گیاه و میزان جذب عنصرهای غذایی دارند (Shi-wei & Fu-zhen, 1991).

آهن

میزان عنصر آهن در گیاه با توجه به نتایج جدول (جدول۲)، افزایش معنی‌داری را نشان داد به‌این‌ترتیب که بیشترین میزان آن در تیمار۳۰ درصد و کمترین در تیمار شاهد بود. تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست با تیمار ۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

درصد و کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری داشت. تیمار ۱۵درصد ورمی‌کمپوست و تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌دار داشتند، تیمار کود شیمیایی نیز اختلاف معنی‌داری را با تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست نشان داد. تیمار شاهد که کمترین میزان آهن را داشت نیز با تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۳) آهن موجود در بافت گیاه چاودار تحت تیمار ۵۰ و ۱۰۰ تن کمپوست غنی‌شده در هکتار افزایش معنی‌داری را با تیمار تنها کود شیمیایی نشان داد (Soumare & Verloo, 2003). نتایج به‌دست‌آمده از آزمایشی که در آن ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک کود آلی در خاک استفاده شد نشان داد که این کود باعث افزایش شایان‌توجهی از عنصرهای غذایی ضروری به‌صورت قابل‌جذب برای گیاه می‌شود (Senesi, 1989). استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه گل‌گاوزبان تأثیر معنی‌داری بر میزان عنصرهای غذایی کم‌مصرف گیاه و خاک دارد (Ahmad abadi *et al*., 2010). با کاربرد کمپوست غلظت نیتروژن، فسفر و آهن در جو بهاره نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌دار یافت (Le Bayona & Bineta, 2006).

روی

بر پایهٔ نتایج به‌دست‌آمده از جدول تجزیهٔ واریانس (جدول ۲)، تیمار ورمی‌کمپوست ۳۰ درصد بیشترین میزان روی را در گیاه نشان داد و کمترین میزان این عنصر در تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ورمی‌کمپوست ۳۰درصد با تیمار ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد و تیمار کود شیمیایی نیز اختلاف معنی‌داری داشتند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشاهده می‌شود که تیمار ۱۵درصد ورمی‌کمپوست و تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۵ درصد داشتند. تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست و تیمار کود شیمیایی اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند اما هر دو با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول۳). در بررسی تأثیر تیمارهای مختلف کمپوست بر غلظت عنصرهای غذایی کم‌مصرف (آهن، مس، منگنز، روی) اظهار داشتند همهٔ تیمارهای کودی غلظت این عنصرها را در گیاه کلم بروکلی افزایش دادند و بیشترین میزان کمپوست (۵۰ درصد وزنی بستر کشت) بیشترین غلظت عنصرهای آهن و روی را موجب شد ولی غلظت مس در شاخسارهٔ کلم بروکلی در تیمار ۳۰ درصد وزنی بیشترین بود. استفاده از ورمی‌کمپوست در گیاه لوبیای سبز (*Phaseolus vulgaris*) سبب افزایش همهٔ عنصرهای کم‌مصرف در گیاه شد (Perez-Murcia *et al*., 2006). با افزایش میزان کاربرد ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت عنصرهای روی، مس و بُر در خاک افزایش پیدا کرد (Mamo *et al*., 1998; Matos & Arrunda, 2003). بنابر نتایج به‌دست‌آمده از آزمایشی در ترکیه، با کاربرد ورمی‌کمپوست در خاک، غلظت روی و مس قابل‌جذب خاک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد (Ridvan, 2004). کاربرد کمپوست سبب افزایش مس و روی در گیاه شد. اما میزان‌های بالای کمپوست سبب کاهش غلظت آهن موجود در گیاه شد (Countney & Mullen, 2008).

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ واریانس داده‌های عنصرهای غذایی

Table 2. Analysis of variance of nutrients

S.O.V.	df	N	P	K	Fe	Zn
Vermicompost and fertilizer	4	0.0524*	0.0042*	0.132*	1496.43*	629.10*
Error	10	0.0034	0.0001	0.0063	2.6	2.53
C.V.		3.151	2.952	5.099	3.349	6.249

* Significant at 5% probability level.

* نشان‌دهندهٔ معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست

Table 3. Mean comparisons of vermicompost concentrations

Vermicompost rates	N (%)	P (%)	K (%)	Fe (ppm)	Zn (ppm)
0 % (control)	1.64 c	0.280d	1.24 c	22.66 e	10/00 d
Vermicompost 5%	1.83 b	0.326 c	1.43 b	34.66 d	17/00 c
Vermicompost 15%	1.94 a	0.380 b	1.68a	69.00 b	38.66 b
Vermicompost 30%	1.97 a	0.453 a	1.73 a	74.00 a	43.00 a
Fertilizer	1.90 a	0.353 b	1.70 a	40.33 c	18.66 c

در هر ستون میانگین‌هایی که حرف‌های یکسانی دارند در سطح ۵درصد معنی‌دار نیستند.

In each column means with same letters are not significant at probability level of 5%.

www.SID.ir

Archive of SID

آلکالوئید

بر پایهٔ نتایج به‌دست‌آمده از ترکیب همهٔ تکرارها در هر تیمار و اندازه‌گیری میزان آلکالوئید تیمارها مشاهده شد (جدول ۴) که میزان آلکالوئید در تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست بیشتر از دیگر تیمارها بود و تیمار شاهد کمترین میزان آلکالوئید را داشت. تیمار ورمی‌کمپوست ۵ درصد تا حدودی با تیمار شاهد برابر بود و تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست نیز با تیمار کود شیمیایی و تیمار ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست تفاوت زیادی را نشان ندادند (جدول ۴). Barimani (1998)، اعلام کرد عامل‌های محیطی از جمله کود آلی سبب تغییر زیادی در تولید و کیفیت مواد مؤثرهٔ گیاهان دارویی مانند آلکالوئیدها، گلیکوزیدها و استروئیدها می‌شود. افزایش آلکالوئید به دلیل وجود نیتروژن که عنصری ضروری و پایه برای گیاهان به شمار می‌آید، بوده و با عنصرهایی مانند کربن، اکسیژن، هیدروژن و حتی گوگرد ترکیب شده و مواد بسیار ارزشمندی مانند آمینواسیدها، نوکلئیک اسیدها، آلکالوئیدها و بازها پودینی را تولید می‌کنند ورمی‌کمپوست مواد غذایی قابل دسترس بیشتری برای گیاهان به ترکیب‌های نیترات، فسفات، کلسیم قابل‌تبادل و پتاسیم محلول دارد. ورمی‌کمپوست همچنین موجب افزایش جذب مواد غذایی، ظرفیت نگهداری بهتر مواد غذایی، افزایش قابلیت نگهداری رطوبت، بهبود ساختمان خاک و افزایش فعالیت میکروبی می‌شود (Balliu *et al*., 2009). نیترات به‌عنوان منبع نیتروژنی در محیط روی رشد، فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز به‌عنوان یکی از عامل‌های کلیدی در تغذیهٔ نیتروژنی محدودکنندهٔ رشد و نمو و تولید پروتئین در گیاهان و ساخت آلکالوئیدها مؤثر است، اگرچه ساخت آلکالوئید تحت کنترل ژنتیک است، ولی با توجه به میزان آلکالوئید تحت تأثیر محیط‌های کشت متفاوت می‌توان نتیجه گرفت میزان و اجزای آلکالوئید تحت تأثیر عامل‌های محیطی و تغییر آن‌ها قرار می‌گیرد (Delmaghani *et al*., 2007).

جدول ۴. نتایج آزمایش آلکالوئید کل در کودهای مختلف مورد مطالعه

Table 4. Alkaloids content in different studied fertilizers

Sample	Area under the curve	Density (mg/ml)	Dilution effect	Rate (%)
Fertilizer	1826541	5.10	10.20	1.02
Vermicompost 5%	1580589	4.90	9.80	0.98
Vermicompost 15%	1883214	5.40	10.80	1.08
Vermicompost 30%	2009204	6.01	12.00	1.20
Control	1574657	4.70	9.40	0.94
Standard error		0.045		

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق می‌توان دریافت که استفاده از کودهای آلی تأثیر بیشتری نسبت به کود شیمیایی بر صفات اندازه‌گیری‌شده در این تحقیق دارد و در نهایت استفاده از نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای آلی و شیمیایی سبب افزایش میزان آلکالوئید و عنصرهای غذایی نسبت به تیمار شاهد (بدون کود) شد. با اینکه ساخت آلکالوئید توسط ژن‌ها کنترل می‌شود اما عامل‌های محیطی از جمله نهاده‌های کشاورزی و بسترهای کشت بر میزان آن تأثیرگذار است. شاه‌تره از جمله گیاهان دارویی مهم است، که کشت و کار (زراعی کردن) آن شناخته شده نیست. با توجه به یافته‌های این تحقیق می‌توان بهترین تیمار کودی برای بیشترین میزان آلکالوئید و عملکرد شاه‌تره را ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد در نظر گرفت، اما برای عملکرد مناسب این گیاه و تأثیر مطلوب بر میزان متابولیت‌های ثانویه و مقرون به صرفه بودن از لحاظ اقتصادی ورمی‌کمپوست ۵ درصد میزان مناسبی است.

REFERENCES

1. Ahmad Abadi, Z., Ghajar Sepanlo, M. & Bhamanyar, M. H. (2010). The Effect of Sewage Sludge Application on the Amount of Microelements in Soil and Absorption in Medicinal Plant Borage. *Journal of Water and Waste Water*, 24(88). (in Farsi)
2. 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. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

3. Atiyeh, R. M., Arancon, N., Edwards, C. A. & Metzger, J. D. (2001). The influence of earth worm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bio resource Technology*, 33, 13-18.
4. Atiyeh, R. M., Arancon, N. Q., Edwards, C. A. & Metzger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. *Bio resource Technology*, 84, 7- 14.
5. Barimani, M. (1998). *Effect of nitrogen fertilizer at different stages of plant life Dracocephalum moldavica and its oil production*. M.Sc. thesis, Plant Science. Faculty of Science, University of Tarbeit Modares. (in Farsi)
6. Sallaku, G., Babaj, I., Kaciu, S. & Balliu, A. (2009). The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 7(3-4), 869-872.
7. Bremness, L. (1999). *Herbs*. Eyewitness Handbook, London, 176.
8. Cavender, N. D., Atiyeh, R. M. & Knee, M. (2003). Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of Sorghum bicolor at the expense of plant growth. *Pedobiologia*, 47, 85-89.
9. Clarke, E. G. C. (1970). *The forensic chemistry of alkaloids*, in The Alkaloids Vol. XII, Manske, H. F. ed., Academic Press, New York, pp. 514-590.
10. Cottenie, A. (1980). Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendation. *FAO Soil Bulletin*, Rome, 38, 21-32.
11. Countney, R. G. & Mullen, G. J. (2008). Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Biosour Technol*, 99, 2913-2918.
12. Davazdah Emami, S. & Majnon Hosini, H. (2008). *Cultivation and production of medicinal herbs and spices*. (2nd ed.) Publishing and Printing Institute of Tehran University. (in Farsi)
13. Darzi, M., Ghalavand, A. & 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. (in Farsi)
14. Dilmaghani, K. H., Fahimi, R., Khavari Nejad, R. & Hekmat Shoar, H. (2007). Comparison of tropane alkaloids species at different growth stages. (*Hyouscyamos retculates* L.) & (*Hyouscyamos arachnoideus* Pojark). *Journal of Sciences (Islamic Azad University)*, 51-61. (in Farsi)
15. Edwards, C. A. & Burrows, I. (1998). *The potential of earthworm composts as plant growth media*. In: Edwards CA, Neuhauser E (Eds), Earthworms in Wastes and Environmental.21-32.
16. Ghahreman, A. (1995). *Botanical base*. Tehran University, 1: 480. (in Farsi)
17. Graham, A. W. & Mcdonald, G. K. (2001). Effects of zinc on photosynthesis and yield of wheat under heat stress. In: Proceedings of *the Australian agronomy conference*, Australian society of agronomy. 15, 53-69.
18. Horst, W. J., Schenk, M. K., Burkert, A., Classen, N., Flassa, H., Frommer, W. B. & Goldbach, H. (2006). The effect of bio-compost application on crop yield and nitrogen dynamic in soil. *In Plant Nutrition*, 92, 986-989.
19. Kumawat, P. D., Jat, N. L. & Yadavi, S. S. (2006). Effect of organic manure and nitrogen fertilization on growth, yield and economics of barley (*Hordeum vulgare*). *Indian Journal of Agricultural Science*, 76, 226-229.
20. Kursinszki, L., Sárközi, Á., Kéry, Á. & Szöke, É. (2006). Improved RP-HPLC method for analysis of isoquinoline alkaloids in extracts of Chelidonium majus. *Chromatographia*, 63(13), S131-S135.
21. Le Bayon, R. C. & Binet, F. (2006). Earthworms change the distribution and availability of phosphorous in organic substrates. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(2), 235-246.
22. Maftoun, M., Moshiri, F., Karimian, N. & Ronaghi, A. M. (2005). Effects of two organic wastes in combination with phosphorus on growth and chemical composition of spinach and soil properties. *Journal of Plant Nutrition*, 27(9), 1635-1651.
23. Mamo, M., Rosen, C. J., Halbach, T. R. & Moncrief, J. F. (1998). Corn yield and nitrogen uptake in sandy soils amended with vermicompost and municipal solid waste compost. *Production Agriculture*, 11, 460-475.
24. Matos, G. D. & Arrunda, M. (2003). Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry*, 39, 81-88.
25. Maiza-Benabdesselam, F., Chibane, M., Madani, K., Max, H. & Adach, S. (2007). Determination of isoquinoline alkaloids contents in two Algerian species of Fumaria (Fumaria capreolata and Fumaria bastardi). *African Journal of Biotechnology*, 6(21), 2487.
26. Mohanty, S., Paikaray, N. K. & Rajan, A. R. (2006). Availability and uptake of phosphorus from organic manures in groundnut (*Arachis hypogea* L.) and corn (*Zea mays* L.) sequence using radio tracer technique. *Geoderma*, 133, 225-230.
27. Moreno, J. L., Garcia, C., Hernandez, T. & Pascual, J. A. (1996). Transference of heavy metals from a calcareous soil amended with sewage-sludge compost to barley plants. *Bioresource Technology*, 55(3), 251-258.

www.SID.ir

Archive of SID

28. Orozco, F. H., Cegarra, J., Trujillo, L. M. & Roig, A. (1996). Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: Effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and Fertility of Soils*, 22, 162-166.
29. Ojaghlo, F. (2007). Effect of inoculation with biofertilizers (Azotobacter and phosphorus fertilization) on growth, yield on *Carthamus tinctorius* L. MSc Thesis agriculture. *Islamic Azad University of Tabriz*. (in Farsi)
30. Qupta, P.K. (2000). Soil, Plant, Water and Fertilizer Analysis. *Agrobios* (India).
31. Padmavathiamma, P. K., Li, L. Y. & Kumari, U. R. (2008). An experimental study of vermi-biowaste composting for agricultural soil improvement. *Bioresource Technology*, 99(6), 1672-1681.
32. Perez-Murcia, M. D., Moral, R., Moreno-Caselles, J., Perez-Espinosa, A. & Paredes, C. (2006). Use of composted sewage sludge in growth media for broccoli. *Bioresource technology*, 97(1), 123-130.
33. Pirasteh anoshe, H., Emam Y. & Jamali ramin, F. (2010). Comparison of bio-fertilizers and chemical fertilizers on the growth, yield and oil content in different levels of drought stress. (*Helianthus annuss* L.). *Journal of Agricultural Ecology*, 2, 492-501. (in Farsi)
34. Rowell, D. L. (1994). *Soil science: methods and applications*. Department of Soil Science, University of Reading.
35. 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 Science*, 22, 141-145.
36. Sains, J., Tboada-Castro, M.T. & Vilarino, A. (1998). Growth, Mineral nutrition and Mycorrhiza colonization of red clover and cucumber plant grows in a soil amended with vermicompost and composted urban wastes. *Plant and Soil*, 205, 85-92.
37. Senesi, N. (1989). Composted materials as organic fertilizers. *Science of the Total Environment*, 81, 521-542.
38. Soumare, M., Tack, F. M. G. & Verloo, M. G. (2003). Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. *Bioresource technology*, 86(1), 15-20.
39. Shi-Wei, Z. & Fu-Zhen, H. (1991). *The nitrogen uptake efficiency from 15 N labeled chemical fertilizers in the presence of earthworm manure (cast)*. In: Veeresh GK, Rajagopal D, Virkatamath CA (Eds), Advances in Management and Conservation of Soil Fauna. Oxford and IBH Publishing Co, New Delhi, Bombay. Pp. 539-542.
40. Tomati, U., Grappelli, A. & Galli, E. (1983). Fertility factors in earthworm humus. In Proceedings of the International Symposium on Agricultural Environment. Prospects in Earthworm Farming. Publication *Ministerodella Ricerca Scientifica e Technologia*, Rome, pp. 49-56.
41. Tomati, U., Grappelli, A. & Gall, E. (1987). The hormone-like effect of earthworm castson plant growth. *Biology and Fertility of Soils*, 5, 288-294.
42. Tandon, H. L. S. (2005). Methods of analysis of soils, plants, waters, fertilisers & organic manures. Fertiliser Development and Consultation Organisation.
43. Zaller, J. G. (2007). Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*, 112(2), 191-199.
44. Zargari, A. (1998). *Medicinal herbs*. Tehran University Press. 2nd edition. 407. (in Farsi)

www.SID.ir