نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۸۰-۶۹

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 69-80

تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر روی خصوصیات رشدی، مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad.)

ابوذر علیزاده[۱]، فرزاد نجفی[۲*]، جواد هادیان[۲] و پیمان صالحی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۹/۲۱

علیزاده، ا.، نجفی، ف.، هادیان، ج.، و صالحی، پ. ۱۳۹۷. تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر روی خصوصیات رشدی، مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad.)بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۱): ۸۰-۶۹.

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر کودهای آلی (اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست) بر خصوصیات رشدی، مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad.) آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی شرکت دارویی خرمان در شهرستان خرم آباد در بهار ۱۳۹۲ به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل سه غلظت ۵، ۱۰و ۱۵ درصد عصاره ورمی‌کمپوست و مقادیر ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک بودند که به صورت محلول‌پاشی مورد استفاده قرار گرفتند. فاکتورهای مورد بررسی شامل، ارتفاع بوته، تاج بوته، طول و عرض برگ، عملکرد وزن خشک اندام‌های هوایی، عملکرد وزن خشک برگ، بازده اسانس، عملکرد اسانس، محتوای فنل و فلاونوئید کل بودند. تیمارهای مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، تاج بوته، طول و عرض برگ) در طی چهار مرحله نمونه‌برداری قبل از گلدهی تأثیر معنی‌دار نداشتند. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک اندام‌های هوایی (۴۶۰ گرم در مترمربع)، وزن خشک برگ (۱۹۵/۳۳ گرم در مترمربع) و عملکرد اسانس (۶/۳۸ گرم در مترمربع) در تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که با شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بیشترین درصد اسانس (۳/۴۳ درصد) در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست دیده شد. تیمار ۲/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۵ درصد عصاره ورمی‌کمپوست با (۴۶/۵۶ میکروگرم گالیک اسید در میلی‌گرم عصاره خشک) و تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۵ درصد عصاره ورمی‌کمپوست با (۷۴۹/۱۳ میکروگرم روتین در میلی گرم عصاره خشک) به ترتیب بیشترین تأثیر را بر محتوای فنل و فلاونوئید داشتند. به نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب از اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست با افزایش مواد آلی خاک، از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی می‌گردد و در بین تیمارها، تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی-کمپوست به عنوان یکی از بهترین تیمار شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: اسانس، کشاورزی ارگانیک، کودهای آلی، گیاهان دارویی

مقدمه

گیاهان دارویی و عطری گروه بزرگی ازگیاهان مهم اقتصادی را تشکیل می‌دهند که مواد خام اولیه‌ای آن‌ها در صنایع داروسازی، عطرسازی، غذایی و آرایشی-بهداشتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Najafi et al., 2010). گرایش عمومی جوامع به استفاده از داروها و درمان‌های گیاهی و به‌طور کلی، فرآورده‌های طبیعی، به‌ویژه در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده و مهمترین علل آن اثبات آثار مخرب و جانبی داروهای شیمیایی از یک طرف و آلودگی‌های زیست-محیطی که کره زمین را تهدید می‌کند. از سوی دیگر، بوده‌است (Ariapour & Mirzayi, 2010). مصرف روز افزون کودهای

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، استادیار، گروه کشاورزی، استاد، گروه فیتوشیمی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی
(*- نویسنده مسئول: Email: fnadjafi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i1.47161

شیمیایی سبب بروز مسائلی مانند انواع آلودگی‌های زیست‌محیطی از جمله آلودگی منابع آب و خاک، باقی‌مانده سموم شیمیایی، افزایش فلزات سمی در محصولات و کاهش میزان باروری خاک شده است. در فرآیند اهلی‌سازی و کشت گیاهان دارویی با هدف حرکت به سوی نظام‌های کشاورزی پایدار به منظور تولید مواد گیاهی با کیفیت، سالم و با کارایی مطلوب همچنان حفاظت از محیط زیست استفاده از مواد آلی ضروری است (Garbisu & Alkorta, 2001).

با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، اخیراً استفاده از انواع اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج فراوان یافته است (Haghighi et al., 2011). مقادیر بسیار کم اسیدهای آلی، اثرات چشمگیری روی بهبود ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک داشته و به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد. در حال حاضر، کشاورزان و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی به روش دیگری برای استفاده از کودهای آلی وکود دهی به محصولات روی آورده‌اند و آن استفاده از چای ورمی‌کمپوست[1] است که عبارت است از عصاره آبی حاصل از اضافه کردن آب به ورمی-کمپوست در طی مدت زمان خاص و سپس محصول حاصل را فیلتر کرده و به صورت اسپری کردن یا افزودن به خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد (Barker & Bryson, 2006). چای ورمی‌کمپوست به دو روش هوازی[2] و بی هوازی[3] تولید می‌شود. در روش استخراج هوازی، هوا (اکسیژن) از طریق پمپ‌هایی به مخزن حاوی آب و ورمی-کمپوست وارد می‌شود و تا پایان عصاره‌گیری هوا به طور مرتب جریان دارد (Weltzein & Ketterer, 1986). در روش غیر هوازی ورمی‌کمپوست را با مقدار مشخصی، آب مخلوط می‌کنند و به مدت هفت روز در دمای ۲۰ تا ۲۱ درجه نگهداری می‌شود و در روز چهارم یک‌بار به‌هم زده می‌شود (Weltzein, 1991). ترکیباتی که در چای کمپوست وجود دارند و یا از آن قابل استخراج‌اند شامل، میکروارگانیسم‌های فعال، باکتری‌های اولیه، قارچ‌ها و برخی از پروتوزوها، مواد معدنی، اسیدهای آلی و دیگر تولیدات حاصل از میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. اثرات مفیدی که برای چای ورمی‌کمپوست بیان شده، به گونه گیاهی، کیفیت چای ورمی‌کمپوست، روش‌های استخراج و شرایط رشدی گیاهان وابسته است (Ted Radovich et al., 2011).

هیومیک اسید، یک ترکیب تجاری ناهمگن با تعدادی ترکیبات با ویژگی‌های شیمیایی مشابه‌اند، که نقش‌های مختلفی در رشد گیاهان دارد (El-Mohamedy et al., 2009). این ترکیب دارای گروه‌های فعال در زنجیره کربن است (Patil, 2011) و دارای تعدادی از عناصر است که باعث بهبود حاصلخیزی خاک، افزایش دسترسی به مواد غذایی، افزایش مواد آلی خاک و در نتیجه افزایش رشد و عملکرد می‌گردد (Asmaa et al., 2010). ترکیبات هیومیکی، هم به‌طور مستقیم و هم به‌طور غیرمستقیم روی گیاهان تأثیر دارند که اثرات غیر مستقیم آن‌ها روی حاصلخیزی خاک با افزایش جمعیت میکروارگانیزم‌های مفید، بهبود ساختار خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و نیز افزایش ظرفیت بافری خاک می‌باشد، اما اثرات مستقیم آن‌ها مربوط به افزایش فتوسنتز، افزایش تنفس، افزایش سنتز پروتئین‌ها و غیره می‌باشد (Saruhan et al., 2011). مطالعات نشان داده اند که کاربرد اسید هیومیک روی توتون (*Nicotiana tabaccum* L.) و گیاهان دارویی آلکالوئیددار موجب زیاد شدن میزان آلکالوئیدها در برگ‌ها می‌شود. همچنین اسید هیومیک موجب افزایش انتقال گلوکز از بین غشاهای سلولی در گیاهان پیاز (*Allium cepa* L.)، چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)می‌گردد و این مواد باعث افزایش میزان کربوهیدرات در سیب‌زمینی، چغندرقند، هویج (*Daucus carota* L.) و گوجه فرنگی (*Lycopersicum esculentum* L.) می‌شوند (Yang et al., 2004).

تیره نعناعیان بزرگترین تیره گیاهی، شامل حدود ۳۶۰ جنس و بیش از ۱۰۰۰ گونه است. معمولاً گیاهان این تیره به واسطه داشتن اسانس از بوی مطبوع و گاهی تند برخوردارند (Ghahrman, 2009; Omidbaigi, 2009). جنس *Satureja* با نام فارسی مرزه، متعلق به خانواده نعناع، زیر خانواده نپتویده[4] و طایفه منتئا[5] بالغ بر ۳۰ گونه را شامل می‌شود. گونه مرزه خوزستانی (*Satureja hkuzistanica* L.) از گونه‌های بومی ایران بوده که به‌دلیل داشتن کارواکرول[6] بالا در اسانس و اسیدهای فنولی آزاد به‌ویژه رزمارینیک اسید در عصاره (Hadian, 2008)، از نظر تجاری (کاربردهای دارویی، غذایی،

1- Vermicompost tea
2- Aerated vermicompost tea (ACT)
3- Non-aerated vermicompost tea (NCT)

4- Nepetoidea
5- Menthea
6- Carvacrol (5-Isopropyl-2-methylphenol)

آرایشی- بهداشتی) حائز اهمیت می‌باشند. این گونه در مناطق خشک، آفتابی و خاک‌های سنگلاخی آهکی جنوب غرب ایران در استان‌های لرستان، ایلام و خوزستان رشد می‌کند (Jamzad, 2009). این گونه در صنایع داروسازی کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد، ولی تنها راه تأمین آن برداشت از طبیعت بوده که با توجه به بومی بودن و نیز محدودیت رویشگاه‌های آن می‌تواند زمینه انقراض و تخریب گونه را فراهم کند و از طرف دیگر، نیاز صنایع داروسازی، از نظر مقایر مورد نیاز و نیز خصوصیات فیتوشیمیایی نمی‌تواند در درازمدت از طریق برداشت از طبیعت تأمین شود. لذا اهلی‌سازی و کشت این گونه و نیز شناخت نیازهای اکولوژیکی و زراعی این گونه ضروری به‌نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق بررسی اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر خصوصیات رشدی، مورفولوژیک و فیتوشیمیایی گونه دارویی مرزه خوزستانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه تحقیقاتی شرکت دارویی خرمان، در سال ۱۳۹۲ واقع درمنطقه کشکان در جنوب غرب استان لرستان انجام گرفت. طول و عرض جغرافیایی منطقه به‌ترتیب ۳۲ درجه و ۴۵ دقیقه شمالی و ۳۳ درجه و ۱ دقیقه شمالی و میانگین دمای سالیانه ۱۶/۵ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۴۷۵/۹۸ میلی‌متر بود. داده‌های هواشناسی ازایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد تهیه شدند. آزمایش به‌صورت فاکتوریل دو عاملی شامل عامل اسید هیومیک در سه سطح (a_1=۱/۵، a_2= ۲/۵ و a_3= ۳/۵ لیتر در هکتار) و عصاره ورمی-کمپوست (b_1=۵(۵:۱، آب : ورمی‌کمپوست) ، b_2=۱۰ و b_3=۲۰ درصد در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در قطعه زمینی به مساحت ۵۰۰ متر مربع اجراء شد. پس از قلمه‌گیری از بوته‌ها، قلمه‌ها در محیط ریشه‌زایی قرار گرفتند. پس از ریشه‌زایی و رشد مناسب گیاهان و استقرار بوته در اوایل اسفند سال ۱۳۹۱ گیاهان به مزرعه منتقل و کشت شدند. هر تکرار شامل یک کرت به مساحت هشت مترمربع می‌باشد که تعداد ۲۰ بوته به فواصل ۵۰ در ۵۰ سانتی‌متر در آن کشت شد. برای تهیه عصاره ورمی‌کمپوست از ورمی‌کمپوستی با منشاء حیوانی استفاده شد و عصاره‌گیری به روش هوازی (Weltzein & Ketterer, 1986) انجام شد. اسید هیومیک تجاری خریداری شده از شرکت گرین ایتالیا، دارای مواد آلی (۱۹/۵ درصد)، اسید هیومیک (۱۳/۲ درصد) و فالویک اسید (۱/۱ درصد) نیز جهت اعمال تیمارها استفاده شد. پس از رشد گیاهان و ایجاد سطح برگ مناسب، محلول‌پاشی انجام شد. سه بار محلول‌پاشی به فاصله ده روز انجام شد. برای هر تیمار اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست با هم اختلاط شدند و با بیست لیتر آب محلول‌پاشی شد. اولین محلول‌پاشی در تاریخ دهم تیرماه صورت گرفت. به‌منظور تأثیر بهتر تیمارها، یک ماه پس از آخرین محلول‌پاشی، شروع به داده‌برداری شد. چهار بار نمونه‌برداری به فاصله بیست روز تا مرحله گلدهی گیاه در اوایل پاییز، جهت تعیین پارامترهای رشدی و خصوصیات مورفولوژیکی و فیتوشیمیایی انجام شد. نمونه‌برداری جهت تعیین عملکرد در مرحله گلدهی از یک مترمربع انجام شد. پارامترهای مورد بررسی شامل، ارتفاع بوته، تاج بوته، طول و عرض برگ، عملکرد خشک اندام‌های هوایی، عملکرد وزن خشک برگ، درصد اسانس، عملکرد اسانس بر اساس وزن خشک برگ و محتوای فنل و فلاونوئید کل بودند. اسانس‌گیری در آزمایشگاه به روش تقطیر با آب با دستگاه کلونجر طبق دارونامه بریتانیا از ۱۰ گرم از برگ‌های خشک شده گیاه به مدت سه ساعت برای هر تیمار انجام شد (British Pharmacopoeia, 1998). میزان فنل کل گیاه معادل گالیک اسید (Slinkard et al., 1977) اندازه‌گیری شد. برای سنجش فلاونوئیدها از واکنش‌گر کلرید آلومینیوم ($AlCl_3$) استفاده شد (Zhishen et al., 1999). آنالیز آماری و تجزیه واریانس میانگین‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه، 9.1 در سطوح احتمال پنج و یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات رشدی و مورفولوژیکی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر صفات مورفولوژیکی (ارتفاع بوته، تاج بوته، طول و عرض برگ) در طی چهار مرحله نمونه‌برداری قبل از گلدهی تأثیر معنی‌دار نداشتند. نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست و نیز اثر متقابل اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد بر عملکرد وزن خشک اندام هوایی تأثیر معنی‌داری داشت (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر مقادیر مختلف اسید هیومیک و غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر روی خصوصیات عملکردی مرزه خوزستانی

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on yield parameters of *Satureja khozistanica*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	وزن خشک اندام‌های هوایی Dry weight yield of Shoots	عملکرد برگ خشک Leaf dry weight yield	عملکرد اسانس Oil yield	درصد اسانس Oil percent
تکرار Replication	2	3217.5^{ns}	2086.93^{ns}	4.89^{ns}	0.26^{ns}
اسید هیومیک Humic acid	2	5854.43^{ns}	4792.92*	4.53^{ns}	0.18^{ns}
هیومیک عصاره ورمی‌کمپوست Vermicompost extract	2	16877.77*	1858.88^{ns}	6.21*	0.48*
اسید هیومیک*عصاره ورمی‌کمپوست Vermicompost extract* Humic acid	4	14322.22*	4220.14*	3.74^{ns}	0.37*
خطا Error	18	4044.16	1167.72	1.47	0.11

*، ** و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ و ۵ درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

.*, ** and ns :, significant at 5% , 1% of probability levels and Not-significant, respectively.

بیشترین مقدار عملکرد ماده خشک اندام هوایی (۴۶۰ گرم در متر-مربع) در تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست بدست آمد که با شاهد داری اختلاف معنی-داری می‌باشد (جدول‌های ۲ و ۳). کیلینگ و همکاران (Keeling et al., 2003) گزارش دادند که استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست در مراحل اولیه رشد باعث رشد ریشه، افزایش توسعه ریشه و افزایش رشد گیاهان می‌شود، افزایش وزن تر و خشک گیاه ، در اثر تیمار با عصاره ورمی‌کمپوست نتیجه‌ای بود که در این مطالعات نشان داده شد. تأثیر اسید هیومیک بر رشد گیاه ممکن است به صورت مستقیم (افزایش وزن خشک گیاه) و یا به صورت غیر مستقیم (افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشردگی خاک) باشد (Sidari et al., 2006). نتایج نشان داد که اثر عامل اسید هیومیک و اثر متقابل اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد بر عملکرد وزن خشک برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد وزن خشک برگ (۱۹۵/۳۳ گرم در مترمربع) در تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست بدست آمد (جدول‌های ۲ و ۳).

رحیمی و همکاران (Rahimi, et al., 2016) نشان دادند استفاده از چای کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه، تعداد دانه، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی در گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.) شد. در بررسی اثر محلول‌پاشی عصاره کمپوست بر تغذیه و شاخص‌های رشد دیفن باخیا (*Dieffenbachia amoena* Bull.) و آگلونما (*Aglaonema commutatum* Schott.) نشان داده شد که محلول پاشی اثر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد چون ارتفاع، قطر بوته، وزن تر، وزن خشک و محتوای نیتروژن در دیفن باخیا و ارتفاع، تعداد برگ، وزن تر، وزن خشک، محتوای ازت و فسفر در آگلونما داشت، نتایج مقایسه میانگین‌ها در این آزمایش نشان داد که افزایش سطوح محلول‌پاشی باعث بهبود و افزایش شاخص‌های رشد شده (Mahboub Khomami, 2005). عناصر غذایی موجود در ورمی-کمپوست برای گیاه بیشتر قابل‌دسترس بوده و از این طریق، باعث افزایش رشد گیاه می شود. پس بدیهی است که کاربرد ورمی‌کمپوست به صورت ورمی واش باعث جذب سریع و مستقیم عناصر غذایی از طریق اندام‌های هوایی شده و با افزایش فاکتورهای رشد گیاه از جمله سطح برگ در نهایت، عملکرد را افزایش خواهد داد (Parker & Abbot, 1981). طبق نظر ایلان (Ilan, 1971) سیتوکنین‌ها باعث تسریع جذب پتاسیم می‌شوند و از طرفی، گزارش شده است ورمی-کمپوست‌ها و عصاره حاصل از آن دارای مواد تنظیم‌کننده رشد مانند سیتوکنین‌ها هستند که می‌تواند دلیلی برای جذب بیشتر پتاسیم باشد. از آن‌جایی که عنصر پتاسیم از عوامل اساسی در رشد گیاه می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که میزان بالای پتاسیم در عصاره آلی حاصل از

ورمی‌کمپوست (ورمی‌واش) علت افزایش رشدگیاه با افـزایش غلظـت محلول ورمی‌واش باشد (Muscolo et al, 1999).

جدول ۲- تأثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر خصوصیات عملکردی مرزه خوزستانی

Table 2- Effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on yield parameters of *Satureja khozistanica*

تیمار Treatment	عملکرد برگ خشک (گرم در مترمربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد وزن خشک اندام هوایی (گرم در مترمربع) Dry weight yield of shoots ($g.m^{-2}$)	اسانس (درصد) Essential oil (%)	عملکرد اسانس (گرم در مترمربع) Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
a_1b_1	150 ^{abc*}	336.6^{bcd}	2.4^{c}	4.6 ^{bc}
a_1b_2	190^{a}	386.6^{abcd}	2.6 ^{c}	4.9 ^{ab}
a_1b_3	140^{abcd}	333.3^{bcd}	3.33 ^{a}	4.9 ^{ab}
a_2b_1	174.6^{abc}	403.3^{abc}	2.6 ^{c}	4.6^{ab}
a_2b_2	130^{bcd}	290^{d}	2.8^{abc}	3.4^{bc}
a_2b_3	180^{ab}	426.6^{ab}	2.4 ^{c}	4.6 ^{ab}
a_3b_1	116.6^{dc}	303.3^{dc}	2.6 ^{c}	2.1 ^{bc}
a_3b_2	130 ^{dc}	290^{d}	2.7 ^{bc}	3.1^{bc}
a_3b_3	195.3 ^{a}	460 ^{a}	3.2 ^{ab}	6.3 ^{a}
شاهد Control	86.6 ^{d}	285^{d}	2.4^{c}	2.1^{c}

a_1، a_2 و a_3: به‌ترتیب مقادیر ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و b_1، b_2و b_3: به‌ترتیب غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست می‌باشند.

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

a_1, a_2 and a_3: 1.5, 2.5 and 3.5 $L.ha^{-1}$ Humic acid, respectively and b_1, b_2 and b_3 concentration: 5, 10 and 20 percent of vermicompost extract, respectively.

*Means that have the same letters are not significantly different.

جدول ۳- تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک و غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر خصوصیات عملکردی مرزه خوزستانی

Table 3- Effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on yield parameters of *Satureja khozistanica*

تیمار Treatment	عملکرد برگ خشک (گرم در مترمربع) Leaf dry weight ($g.m^{-2}$)	عملکرد خشک اندام‌های هوایی (گرم در مترمربع) Dry weight yield of shoots ($g.m^{-2}$)	درصد اسانس (درصد) Essential oil (%)	عملکرد اسانس (گرم در متر مربع) Essential oil yield ($g.m^{-2}$)
a_1	160^{a*}	352.22^{ab}	2.844^{a}	4.51^{a}
a_2	161.56^{a}	373.33^{a}	2.67^{ab}	4.20^{a}
a_3	144^{a}	351.11^{ab}	2.85^{a}	4.20^{a}
b_1	147.11^{a}	347.78^{ab}	2.89^{b}	3.78^{b}
b_2	146.67^{a}	322.22^{b}	2.73^{ab}	3.87^{ab}
b_3	171.78^{a}	406.67^{a}	3.04^{a}	5.25^{a}
شاهد Control	86.67^{b}	285^{b}	2.43^{b}	2.11^{c}

a_1، a_2 و a_3: به‌ترتیب مقادیر ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و b_1، b_2و b_3 غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست می‌باشند.

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

a_1, a_2 and a_3: 1.5, 2.5 and 3.5 $L.ha^{-1}$ Humic acid, respectively and b_1, b_2 and b_3 concentration: 5, 10 and 20 percent of vermicompost extract, respectively.

*Means that have the same letters are not significantly different.

شریفی و همکـاران (Sharifi et al., 2002) اظهـار کردنـد کـه وزن خشک گیاه ذرت به‌طور معنی‌داری در ۱۵۰ میلی‌گرم اسیدهیومیک در کیلوگرم خاک افزایش یافت. در بررسی تأثیر سطوح مختلـف ورمـی-کمپوست و محلـول‌پاشـی بـا ورمـی‌واش (عصـاره ورمـی‌کمپوسـت) برصـفات مورفولوژیـک و میـزان مـواد مـؤثره ریحـان (*Ocimum basilicum* L.) نشان داده شد که تیمـار ورمـی‌واش باعـث افـزایش معنی‌داری در ارتفاع، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و درصد اسـانس بوته‌ها نسبت به شاهد شد، ولی تعداد گره و وزن خشـک بوتـه تحـت

تأثیر قرار نگرفت (Azizi et al., 2006). نتایج این تحقیق نشان-دهنده این بود که اثر متقابل اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست دارای تأثیر بیشتری بر روی رشد و عملکرد گیاه بودند که نشان‌دهنده اثر سینرژیستی و هم‌افزایی کودهای آلی می‌باشد.

خصوصیات فیتوشیمیایی

نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست و اثر متقابل اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست دارای اثر معنی-داری ($p\leq0.05$) بر روی درصد اسانس بود (جدول ۱). بیشترین مقدار درصد اسانس (۳/۳۳ درصد) در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (جدول ۲). که این نشان‌دهنده این است که کودهای آلی از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی به خصوص ریز مغذی‌ها از یک طرف باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه و از طرف دیگر، موجب سنتز بیشتر اسانس می‌شود. نتایج نشان داد که مقادیر مختلف اسید هیومیک و نیز اثر متقابل اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست اثر معنی‌داری را بر عملکرد اسانس نشان ندادند، اما اثر مقادیر مختلف عصاره ورمی-کمپوست بر این پارامتر معنی‌دار بود ($P\leq0.05$). بیشترین عملکرد اسانس (۶/۳۸ گرم در مترمربع) در تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (جدول ۲). نتایج ما در این خصوص با نتایج عزیزی و همکاران (Azizi al, 2012) و نتایج لیوس و پانک (Liuc & Pank ., 2005)که افزایش میزان اسانس ریحان و بابونه رومی (*Anthemis nobilis* L.)را در اثر کاربرد ورمی‌کمپوست گزارش کردند، مشابه بود. نتایج عزیزی و همکاران (Azza et al., 2010) نشان داد که عصاره ورمی‌کمپوست می‌تواند باعث افزایش عملکرد اندام‌های هوایی، درصد اسانس و عملکرد اسانس در گیاه دارویی انجدان رومی (*Levisticum officinale* Koch.) شود. به اعتقاد فرانز (Franz, 1983) تغذیه به‌طور غیر مستقیم بر ساخت مواد مؤثره اثر می‌گذارد. در بررسی تأثیرغلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر صفات مورفولوژیک، درصد اسانس و عملکرد اسانس در گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.) نشان دادند که غلظت‌های مختلف عصاره ورمی-کمپوست تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه، وزن خشک گیاه، درصد اسانس و عملکرد اسانس دارد. در مطالعات آن‌ها، تیمار ۳۰۰۰ میلی گرم برکیلوگرم، به عنوان بهترین تیمار شناخته شد که حاکی از فعال بودن تنظیم‌کننده‌های رشد در غلظت کم و در شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی در محلول ورمی‌واش می‌باشد (Ne'mati darbandi et al., 2014). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان دادکه غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست ومقادیر مختلف اسید هیومیک در سطح ($p\leq0.05$) بر محتوای فنل کل ومحتوای فلاونوئیدکل تأثیر معنی‌داری دارد اما اثر متقابل آنها تنها بر محتوای فنل کل معنی دار شد. اثر خالص تیمارها نشان داد که بیشترین مقدار فنل کل در تیمارهای ۲/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و ۵ درصد عصاره ورمی‌کمپوست و بیشترین مقدار فلاونویید در تیمارهای ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و ۵ درصد عصاره ورمی کمپوست بدست آمد (جدول ۵).

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای فنل و فلاونوئید کل مرزه خوزستانی

Table 4- Analysis of variance (mean of squares) for the effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on phenol and flavonoid content of *Satureja khuzistanica*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	فنل کل Total phenol	فلاونوئید کل Total flavonoid
تکرار Replication	2	35.4^{ns}	514.9^{ns}
اسید هیومیک Humic acid	2	505.3^{**}	77207.1^{**}
عصاره ورمی‌کمپوست Vermicompost extract	2	356.6^{**}	169903.8^{**}
اسید هیومیک*عصاره ورمی‌کپوست Vermicompost extract* Humic acid	4	116.5^{**}	169903.8^{ns}
خطا Error	18	22.6	4385.8

*، ** و ns: به‌ترتیب اختلاف معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و غیر معنی‌دار می‌باشد.

*, ** and ns: significant in the levle 5 and 1 percent and non-significant, respectively.

مقایسه میانگین‌های اثرات متقابل نشان داد که تیمار ۲/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۱۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین (۴۶/۵۶ میکروگرم گالیک اسید در میلی‌گرم عصاره خشک) محتوای فنل کل و تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت پنج درصد عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین (۷۴۹/۱۳ میکروگرم روتین در میلی‌گرم) محتوای فلاونوئید را داشتند (جدول ۶). ترکیبات فنولی یک گروه از متابولیت‌های ثانویه معطر گیاهی‌اند که به‌طور گسترده در سراسر گیاه پخش شده‌اند و تأثیرات بیولوژیکی متعددی چون فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فعالیت ضدباکتریایی دارند که نقش مهمی در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، احاطه کردن فلزات انتقالی و فرونشاندن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه‌گانه از طریق تغییر مکان یا تجزیه پراکسیدها دارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک و غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست بر محتوای فنل و فلاونوئید کل مرزه خوزستانی

Table 5- Mean comparisons for the effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on phenol and flavonoid content of Satureja khuzistanica

تیمار Treatment	فنل کل (میکروگرم گالیک اسید در میلی‌گرم عصاره خشک) Total Phenol (µg gallic acid/mg dry extract)	فلاونوئید کل (میکروگرم روتین در میلی‌گرم عصاره خشک) Flavonoid (µg routin/mg dry extract) Total
a_1	12.565[b*]	482.38[c]
a_2	36.713[a]	572.09[b]
a_3	32.639[a]	680.57[a]
b_1	39.150[a]	699.29[a]
b_2	27.389[b]	607.28[b]
b_3	29.378[b]	429.04[c]
شاهد Control	12.283[c]	435.38[c]

a_1، a_2 و a_3: به‌ترتیب مقادیر ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و b_1، b_2 و b_3: غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست می‌باشند.

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند.

a_1, a_2 and a_3: 1.5, 2.5 and 3.5 L.ha^{-1} Humic acid respectively and b_1, b_2 and b_3 concentrations: 5, 10 and 20 percent of vermicompost extract, respectively.

جدول ٦- مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای مختلف اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست بر محتوای فنل و فلاونوئید کل مرزه خوزستانی

Table 6- Mean comparisins for the effect of humic acid levels and vermicompost extract concentrations on phenol and flavonoid content of *Satureja khuzistanica*

تیمار Treatment	فنل کل (میکروگرم گالیک اسید در میلی‌گرم عصاره خشک) Total Phenolic (µg gallic acid/mg dry extract)	فلاونوئید کل (میکروگرم روتین در میلی‌گرم عصاره خشک) Total Flavonoid (µg routin/mg dry extract)
a_1b_1	39[ab*]	615.5[b]
a_1b_2	19[de]	526.5[bc]
a_1b_3	21.5[d]	306.7[d]
a_2b_1	46.5[a]	733.2[a]
a_2b_2	32.2[bc]	565.1[b]
a_2b_3	31.3[bc]	417.8[cd]
a_3b_1	31.8[bc]	749.1[a]
a_3b_2	30.8[c]	730[a]
a_3b_3	35.2[bc]	565.5[b]
شاهد Control	12.2[de]	435.5[c]

a_1، a_2 و a_3: به‌ترتیب مقادیر ۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و b_1، b_2 و b_3: غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست می‌باشند.

*میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

a_1, a_2 and a_3: level, 1.5, 2.5 and 3.5 L.ha^{-1} Humic acid, respectively and b_1, b_2 and b_3, concentration 5, 10 and 20 percent of vermicompost extract, respectively.

*Means that have the same letters are not significantly different.

این ویژگی‌ها با تأثیرات مفید آنتی‌اکسیدان‌های فنولیک بر روی سلامت در ارتباط است که به‌دلیل تأثیرات بازدارندگی این ترکیبات در مقابل پیشرفت بسیاری از بیماری‌های وابسته به تنش چون بیماری‌های قلبی عروقی، سندرم روده التهابی و بیماری آلزایمر است. فلاونوئیدها به شکل آزاد و گلیکوزیدی یافت می‌شوند و بزرگ‌ترین گروه فنول‌های موجود در طبیعت را تشکیل می‌دهند (Kumaran & Karunakaran, 2006). بنابراین، می‌توان گفت که استفاده از کودهای آلی از جمله اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست از طریق افزایش ترکیبات فنولی می‌تواند باعث افزایش اثرات دارویی گیاه شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع، نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد مواد آلی و کودهای آلی می‌تواند نقش مؤثری را در افزایش عملکرد گیاهان دارویی ایفا نموده و به‌عنوان یک منبع اصلی افزایش حاصلخیزی خاک در سیستم‌های کشاورزی پایدار عمل نماید و استفاده از روش محلول‌پاشی می‌تواند به‌منظور کاهش مصرف کود-های شیمیایی و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار و حفاظت از محیط‌زیست مورد توجه قرار گیرد، به‌نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب از اسید هیومیک و عصاره ورمی‌کمپوست با افزایش مواد آلی خاک، از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی می‌گردد که این مسئله در نهایت، به بهبود عملکرد کل، عملکرد وزن خشک برگ و عملکرد اسانس مرزه خوزستانی منتهی شد. در بین تیمارهای بررسی شده، تیمار ۳/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست به‌عنوان مناسب-ترین تیمار شناخته شد که بیشترین میزان وزن خشک برگ (۱۹۵/۳۳ گرم در مترمربع)، عملکرد وزن خشک اندام هوایی (۴۶۰ گرم در متر-مربع) و عملکرد اسانس (۶/۳۸ گرم در مترمربع) را داشت، هم چنین تیمار تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست بیشترین درصد اسانس (۳/۴۳ درصد) داشت، این حاکی از فعال بودن تنظیم‌کننده‌های رشد در غلظت کم و در شرایط دسترسی کامل به عناصر غذایی در عصاره ورمی‌کمپوست می‌باشد. با توجه به اهمیت کشت گیاهان دارویی به روش ارگانیک و مزایای استفاده از کودهای آلی و عصاره آن‌ها در جهت بهبود کیفیت و مقدار مواد مؤثره و افزایش عملکرد محصول استفاده از عصاره ورمی‌کمپوست با غلظت ۲۰ درصد و اسید هیومیک به مقدار ۳/۵ لیتر در هکتار در خصوص این گیاه توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور، معاونت محترم علمی و فناوری ریاست جمهوری که این طرح با حمایت مالی آن صندوق (طرح شماره ۸۵۱۲۵/۶۱) انجام شده و نیز شرکت‌های داروسازی خرمان و فن‌آوران طبیعت و صنعت ستایش به خاطر پشتیبانی این طرح و نیز آقای مهندس علی کریمی دانشجویی رشته گیاهان دارویی پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی دانشگاه شهید بهشتی به خاطر همکاری در این طرح تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع

Abbot, I., and Parker, C.A. 1981. Interactions between earthworms and their soil environment. Soil Biology and Biochemistry, Agricultural Sciences 13: 191-197.

Adholeya, A., and Prakash, A. 2004. Effect of different organic manures/composts on the herbage and essential oil yield of *Cymbopogon winterianus* and their influence on the native AM population in a marginal alfisol. Bioresour Technology 92: 311-319.

Akbari Nia, A. 2004. Study yield and essential oil of Ajowan in different agricultural systems, (organic, conventional and integrated). PhD thesis, Faculty of Agriculture, University of Tarbeiat Modarres, Iran. (In Persian with English Summary)

Aryapoor, A., and Mizrahi, R. 2010. Medicinal, Aromatic, Industrial Plants, Forests and Pastures. Agricultural Research and Extension Organization Publication p. 216-226. (In Persian)

Asmaa, R.M., and Magda, H. 2010. Increasing productivity of potato plants (*Solanum tuberosum*, L.) by using potassium fertilizer and humic acid application. International Journal of Academic Research 2(2): 83- 88.

Azizi, M., Baghani, M., Lakziyan, A., and Aroei, H. 2007. Effect of different level of vermicompost and vermiwash sprying on morphological traits and essential oils content of *Ocimum basilicum*. Journal of Horticultural Science 21(2): 41-52 (In Persian with English Summary)

Azza, A., El-Din, E., and Hendaw, S.F. 2010. Effect of dry yeast and compost tea on growth and oil content of *Borago officinalis* .Researcher Journal of Agriculture and Biological Sciences 6(4): 424-430.

Azza, A., El-Din, E., and Hendawy, S.F. 2010. Comparative Efficiency of organic and chemical on herb production and essential oil of lovage plants grows in Egypt. Journal of Agriculture and Environment Science 8(1): 60-66. British Pharmacopoeia, HMSO, London, 1988. 2: 137–138.

Chauhan, R.S., Maheshwari, S.K., and Gandhi, S.K. 2000. Effect of nitrogen, phosphorus and farm yard manure levels on stem rot of cauliflower caused by *Rhizoctonia solani*. Agriculture Sciences Digest 20: 36-38.

Dauda, S.N., Ajayi, F.A., and Ndor, E. 2008. Growth and yield of water melon (*Citrullus lanatus*) as affected by poultry manure application. Journal Agriculture and Social Sciences 4: 121-124.

El Gendy, S.A., Hosni, A.M., Omer, E.A., and Reham, M.S. 2001. Variation in herbage yield, essential oil yield and oil composition on sweet basil (*Ocimum bacilicum*) grown organically in a newly reclaimed land in Egypt. Arab Universities Journal of Agricultural Science 9: 915-933.

El-Mohamedy, R., and Ahmed, M.A. 2009. Effect of biofertilizers and humic acid on control of dry root rot disease and improvement yield quality of mandarin (*Citrus reticulate* Blanco). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 5(2): 127-137.

Food and Agricultural Organization (FAO). 1999. Summary and conclusions. In: 53rd Meeting, Rome, 1-10 June; Rome p. 123-130

Franz, C. 1983. Nutrient and water management for medicinal and aromatic plants. Acta Horticulturae 132: 203-216.

Ghahrman, A. 2009. Basic Botany, Volume 2, Published by Tehran University, Tehran, Iran pp 492. (In Persian)

Hadian, J. 2008. Assessment of genetic diversity of native species of Satureja. PhD thesis of Horticulture, Tehran University, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Hoitink, H., Stone, A., and Han, D.Y. 1997. Suppression of plant diseases by composts. Horticultura Science 32: 184–187.

Ilan, I. 1971. Evidence for hormonal regulation of the selectivity of ion uptake by plant cells. Journal of Physiologia Plantarum 5: 230-233.

Ingham, E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual; Latest Methods and Research. Soil Food Web Institute.

Jamzad, Z. 2009. *Thymus* and *Satureja* species of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands p. 171.

Keeling, A., and McCallum, K.R., 2003. Mature green waste compost enhances growth and nitrogen uptake in wheat (*Triticum aestivum* L.) and oilseed rape (*Brassica napus* L.) through the action of water-extractable factors. Bioresource Technology 90: 127–132.

Kumaran, A., and Karunakaran, R.J. 2006. Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. Food Chemistry 97: 109-114.

Liuc, J., and Pank, B. 2005. Effect of vermicompost and fertility levels on growth and oil yield of Roman chamomile. Scientia Pharmaceutica 46: 63-69.

Mahboub Khomami, A. 2005. Effects of biological liquid fertilizer (vermicompost wash) as foliar sprays on feeding and growth indicators of *Dieffenbachia* and *Aglaonema*. Journal of Agricultural Sciences 4(1): 175-187. (In Persian with English Summary)

Mendez, P., Havel, J., and Patocka, J. 2005. Humic substances-compounds of still unknown structure: applications in agriculture, industry, environment and biomedicine. Journal of Applid Biomedicine 3: 12-24.

Muscolo, A., Bovalo, F., Gionfriddo, F., and Nardi, F. 1999. Earthworm humic matter produces Auxin-like effects Daucus carota cell growth and nitrate metabolism. Soil Biology and Biochemistry 31: 1303-1311.

Najafi, S., SadeghiNejad, B., Deokule, S.S., and Estakhr, J. 2010. Phytochemical screening of *Bidaria khandalense* (Sant.) *Lorantha uscapitellatus* Wall. *Viscumarticula tumburm* F. and *Vitex negundo* Linn. Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences 1: 388-393.

Nehemati darbandi, H., Azizi, M., Mohamadei, S., and Karempor, S. 2012. Study the effect of foliar application of different concentration of vermicompost extract (vermicompost wash) on morphological characteristics, essential oil yield and percentage essential oil of Lemon balm (*Melissa officinalis).* Journal of Horticulture Science 27: 411-417.

Omidbagi, R. 2009. Production and Processing of Medicinal Plants. Volume 1, 5th Edition. Astan Quds Razavi Publications, Mashhad, Iran 348 pp. (In Persian)

Patil, R.B. 2011. Role of potassium humate on growth and yield of soybean and black gram. International Journal of Pharma and Bio Sciences 2: 242-246

Radovich, T., Pant, A., Nguyen, H., Sugano, J., and Norman, A. 2011. Promoting plant growth with compost teas: Journal of The Food Provider (2): 420-430.

Rahimi, A., and Pour Mohammadi, A.A. 2017. Effects of vermicompost fertilizer application and foliar spraying on yield and yield component of isabgol (*Plantago ovata* L.) medicinal plant. Journal of Agroecology 9(3): 834-847.

Sanwal, S.K., Laxminarayana, K., Yadav, D.S., Rai, N., and Yadav, R.K. 2006. Growth, yield, and dietary antioxidants of broccoli as affected by fertilizer type. Journal of Vegetable Science 12: 13-26.

Saruhan, V., Kusvuran, A., and Babat, S. 2011. The effect of different humic acid fertilization on yield and yield components performances of common millet (*Panicum miliaceum* L.). Scientific Research and Essays 6(3): 663-669.

Sebahattin, A., and Necdet, C. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage turnip (*Brassica rapa* L.). Agronomy Journal 4: 130-133.

Sharif, M. 2002. Effect of Lignite colal derived humic acid on growth and yield of wheat and maize in alkaline soil. Political Science 171-183.

Weltzein, H.C. 1991. Biocontrol of Foliar Fungal Disease with Compost Extracts. In: Microbial Ecology of Leaves. Ed. by Andrews J.H., and Hirano S.S. Springer, New York, NY p. 430-450.

Yang, C., Wang, M., Chang, Y.F., and Chou, C.H. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophyllase. Journal of Chemical Ecology 30(5): 1057-1065.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 69-80

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۸۰-۶۹

Effect of Different Levels of Humic-Acid and Vermicompost extract on Growth, Yield, Morphological and Phytochemical Properties of *Satureja khuzistanica* JAMZAD

A. Alizadeh[11], F. Najafi[2*], J. Hadian[2] and P. Salehi[3]
Submitted: 27-05-2015
Accepted: 12-12-2015

Alizadeh, A., Najafi, F., Hadian, J., and Salehi, P. 2018. Effect of different levels of humic-acid and vermicompost extract on growth, yield, morphological and phytochemical properties of *Satureja khuzistanica*. Journal of Agroecology 10(1): 69-80.

Introduction

Vermicompost tea can be extracted under aerated or non-aerated (passive) conditions. This water extractable compound includes: Active microorganisms, primarily Bacteria, Fungi and some Protozoa, Mineral nutrients, Organic acids and other microbial by-products. Considerable variability in the efficacy of compost tea to promote plant growth has been reported in many experiments. The results suggest that the reasons for the beneficial effects of the compound are complex and depend on many factors, including plant species, compost quality, extraction method, and growing conditions. They may have direct and indirect effects on plant growth and development. The indirect effects of humic compounds on soil fertility include: (i) Increase in the soil microbial population including beneficial microorganisms, (ii) Improved soil structure and (iii) Increase in the cation exchange capacity and the pH buffering capacity of the soil. Directly, humic acid compounds may have various biochemical effects either at cell wall and membrane level or in the cytoplasm, including increased photosynthesis and respiration rates in plants, enhanced protein synthesis and hormone-like activities in plants. *Satureja khuzistanica* Jamzad is an endemic species of the genus Satureja in Iran. It is a valuable medicinal plant because of high concentration of Rosmarinic Acid in the extract. This plant also has other unique growth properties such as high growth under calcareous and poor soils of arid region.

Materials and Methods

In order to study the effects of different levels of humic acid and vermicompost tea on growth, yield, morphological and phytochemical characters of *Satureja khuzistanica*, an experiment with factorial arrangement based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2013. Factors included of three levels of humic acid (1.5, 2.5 and 3.5 liter per ha.) and vermicompost tea in concentrations of 5% (5:1, water: vermicompost) 10% and 20% which were sprayed on aerial parts of the plants. Parameters like plant height, plant crown, leaf length, leaf width, shoot dry weight, leaf dry weight, oil content, essential oil yield, content of phenolic and flavonoids compounds were studied in this study to evaluate the effects of the treatments on *Satureja Khuzistanica*.

Results and Discussion

The results showed that treatments of 3.5 $l.ha^{-1}$ humic acid + 20% vermicompost tea had the maximum dry weight (460 $g.m^{-2}$), leaf dry weight (195.33 $g.m^{-2}$) and essential oil yield (6.38 $g.m^{-2}$). The highest essential oil percentage (3.44%) was obtained in the treatment of 1.5 $l.ha^{-1}$ humic acid + 20% vermicompost tea. The maximum content of phenolic and flavonoids compounds were observed in treatments of 2.5 $l.ha^{-1}$ humic acid + 5% vermicompost tea (46.56 µg gallic acid /mg dry extract) and 3.5 $l.ha^{-1}$ humic acid + 5% vermicompost tea (749.13 µg routin /mg dry extract), respectively. The interactions of the humic acid and vermicompost tea effects on plant height, plant crown, leaf length and leaf width were not significant in both years.

1, 2 and 3- Former MSc student, Assistant Professor, Department of Agriculture and Professor, Department of phytochemistery, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti, Tehran, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: fnadjafi@yahoo.com)
DOI:10.22067/jag.v10i1.47161

Conclusion

Results of this experiment showed that mixed application of humic acid and extract of vermicompost (vermicompost tea) has more positive effects on growth and yield parameters of this plant rather than sole application. Results of Azza *et al*, (2010) showed that the extract of vermicompost can increase yield, oil content and essential oil yield in *Levisticum officinalis.* Appropriate amounts of humic acid and vermicompost extract can increase soil organic matter by improving the soil microbial activity and nutrient availability, and this will result in increasing the rate of photosynthesis and plant dry matter so this is a way to ultimately improve the yield, leaf dry weight and the essential oil yield of *Satureja khuzistanica.* Among the treatments, application of 3.5 $l.ha^{-1}$ humic acid + 20% of vermicompost tea, had the best effects on growth and yield.

Acknowledgements

Hereby we appreciate Iran National Science Foundation (Science Deputy of Presidency) for financial support of this project (No.85125.61) and Khoraman and FTSS companies which support this project and Mr. Ali Karimi (graduated student of medicinal plants, Medicinal Plants and Drugs Research Institute of Shahid Beheshti University) who cooperate us in this research.

Keywords: Essential oil, Medicinal plants, Organic farming, Organic fertilizer