Plant Production and Genetics
Vol. 3, No. 1, Spring & Summer 2022, p. 85-94

تولید و ژنتیک گیاهی
جلد ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۹۴-۸۵

مقاله پژوهشی

DOI: 10.34785/J020.2022.357

بررسی خصوصیات کمی و ترکیبات اسانس گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) تحت تأثیر ورمی‌کمپوست و هیومیک اسید

مهتاب صالحی*[۱]، فائزه سیاهوشی[۲]، فاطمه داوودی[۲]

۱*. استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند، همدان، ایران

۲. دانش‌آموخته کارشناسی، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی سینا، مجتمع آموزش عالی نهاوند، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

چکیده

کاربرد کودهای آلی، نقش مهمی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان دارویی دارد. همیشه‌بهار با نام علمی (*Calendula officinalis* L.) یکی از گیاهان دارویی مهم و متعلق به خانواده کاسنی (Asteraceae) است. عصاره همیشه‌بهار، در درمان التهاب‌های پوستی، اگزما و خشکی پوست کاربرد دارد و دارای اسانس، کاروتنوئید و اسیدهای آمینه است. این پژوهش به منظور بررسی کاربرد ورمی‌کمپوست و هیومیک‌اسید، بر برخی خصوصیات کمی و ترکیبات اسانس گل همیشه‌بهار با شش تیمار و سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه نهاوند در سال ۱۳۹۸ انجام شد. تیمارها شامل شاهد، کود ورمی‌کمپوست در دو سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم و هیومیک‌اسید در دو سطح ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر و تیمار تلفیقی ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک‌اسید بودند. نتایج نشان داد بیشترین میزان فنل کل (۰/۱۳۷ میلی‌گرم گالیک‌اسید بر گرم عصاره) در تیمار تلفیقی ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک‌اسید به دست آمد. بالاترین درصد اسانس (۰/۳۲ درصد) نیز در تیمار تلفیقی هیومیک‌اسید و ورمی‌کمپوست به دست آمد. ۲۸ ترکیب در اسانس مشاهده گردید که آلفا-کادینول بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد. بالاترین میزان آلفا-کادینول در تیمار تلفیقی ورمی‌کمپوست و هیومیک‌اسید به دست آمد. می‌توان گفت کاربرد کودهای آلی، می‌تواند در بهبود خصوصیات کمی گل همیشه‌بهار مؤثر باشد.

کلیدواژگان: آلفا-کادینول، اسانس، فنل، همیشه‌بهار

* ایمیل نویسنده مسئول: mhtb.salehi@gmail.com

مقدمه

گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) از خانواده Asteraceae، یکی از معروف‌ترین و پرکاربردترین گیاهان دارویی است. از عصاره این گیاه به طور وسیعی در طب سنتی و گیاه‌درمانی استفاده می‌شود (Butnariu and Coradini, 2012; Muley *et al.*, 2009). عصاره‌ی همیشه‌بهار، دارای اثرات دارویی مانند التیام زخم، ضدالتهاب، تصفیه‌کننده‌ی خون و ضدباکتری است. در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر مزایای بوم‌شناختی و حداقل مضرات زیست‌محیطی را داشته باشند، امری ضروری است. از جمله‌ی این منابع تجدیدپذیر می‌توان به نهاده‌های بوم‌سازگار مانند اسیدهای آلی و کودهای زیستی اشاره کرد (Amiri *et al.*, 2017). به همین دلیل، سیستم‌های کشاورزی ارگانیک می‌توانند به‌عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج کشاورزی برای تولید پایدار در نظر گرفته شوند (Mardani and Amuaghayi, 2016). مطالعات انجام‌شده روی گیاهان دارویی در بوم‌نظام‌های طبیعی و زراعی، گویای آن است که استفاده از نظام‌های کشاورزی پایدار، بهترین شرایط را برای تولید کمی و کیفیِ این گیاهان فراهم می‌آورد. هرچند، استفاده از کودهای معدنی، ظاهراً سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین نیازهای غذایی گیاه محسوب می‌شود (Mostafa and Abo-Baker, 2010)، اما استفاده از کودهای شیمیایی در بوم‌نظام‌های زراعی، باعث تخریب ساختار فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک شده و کیفیت محصولات تولیدشده را نیز به‌شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Black, 2013). با توجه به اینکه کودهای آلی هیچ آسیب زیست‌محیطی یا تغذیه‌ای ندارند، به نظر می‌رسد امکان مصرف توأم این کودها، یک راه‌حل مناسب برای رسیدن به حداکثر عملکرد پایدار باشد (Shahbazi *et al.*, 2015). ورمی‌کمپوست یکی از منابع آلی با پتانسیل بالاست که از فرآوری ضایعات آلی مانند کود دامی، بقایای گیاهی، ضایعات کارخانجات و پودر استخوان توسط برهم‌کنش بین کرم خاکی (*Eisenia Fetida*) و میکروارگانیسم‌ها تولید می‌شود (Arancon *et al.*, 2005). امروزه، کاربرد انواع کمپوست (ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله‌های شهری) و کودهای حیوانی را به‌عنوان عاملی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، افزایش حاصلخیزی خاک (به دلیل نمک محلول کمتر)، ظرفیت تبادل کاتیونی بیشتر و میزان اسید هیومیک بیشتر، تشدید فعالیت ریزموجودات و بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط زیست می‌دانند (Pirasteh Anooshe *et al.*, 2010؛Azizi *et al.*, 2007). ورمی‌کمپوست به دلیل سرعت بالای معدنی‌شدن و میزان هوموس فراوان، شرایط مناسب‌تری را برای رشد و نمو گیاه فراهم می‌کند و اثرات مثبت زیست‌محیطی دارد (Chand *et al.*, 2007; Jeyabal and Kuppuswamy, 2001). اسید هیومیک در اثر تجزیه‌ی مواد آلی به‌ویژه مواد با منشأ گیاهی به وجود می‌آید و سبب تشکیل کمپلکس پایدار و نامحلول با عناصر میکرو می‌گردد. اثرات آن در ارتباط مستقیم با افزایش جذب عناصر غذایی ماکرو و میکرو می‌باشد. اسید هیومیک و اسید فولویک به دلیل قابلیت انحلال در آب از اهمیت بالایی برخوردار هستند (Tufail *et al.*, 2014) و رشد گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهند و سبب افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌گردند (Rabie *et al.*, 2014). اسید هیومیک به‌عنوان کود آلی دوستدار طبیعت نام برده می‌شود که مقادیر بسیار کم آن، به دلیل داشتن ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی دارد (Samavat and Malakuti, 2005؛ Albayrak and Çamaş, 2005). اسید هیومیک، نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق، ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه‌ی آن، افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر، افزایش انرژی در داخل سلول، منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد و به دنبال آن، یک عامل مهم در رشد (یعنی جذب نیتروژن به درون سلول) تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت، این اثرات منجر به افزایش تولید می‌شود (Giasuddin *et al.*, 2007).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مصرف مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد و میزان اسانس گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تیمار و سه تکرار در گلخانه دانشگاه نهاوند در بهار ۱۳۹۸ انجام شد. بذرهای گل همیشه‌بهار از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه و در هر گلدان ۱۰ عدد بذر کشت شد. از گلدان‌هایی به ابعاد ۳۰ سانتی‌متر (قطر دهانه) × ۲۲ سانتی‌متر (ارتفاع) استفاده گردید. برای اطلاع از وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در

گلدان‌ها، نتایج آزمون خاک در جدول ۱ آمده است. مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست وزن گردید و به خاک گلدان‌های موردنظر اضافه و با آن مخلوط گردید. محلول اسید هیومیک ۰/۵ و یک گرم در لیتر در آزمایشگاه تهیه و در سه مرحله‌ی دو برگی، چهار برگی و شش برگی گیاهان، به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در مرحله دو برگی، تعداد گیاهان در هر گلدان، به پنج بوته کاهش یافت. بعد از گلدهی در اوایل تیرماه، طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش و قطر ساقه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و نیز تعداد گل‌ها در هر بوته شمارش گردید. سپس گل‌ها، برداشت و وزن آن‌ها با ترازوی دو رقمی اندازه‌گیری شد. گل‌ها در سایه در دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. برای اسانس‌گیری، ۵۰ گرم از گل‌ها، آسیاب و سپس به روش تقطیر با آب و با استفاده از دستگاه کلونجر به مدت سه ساعت، اسانس‌گیری شد (British pharmacopoeia, 1988). آبگیری نمونه‌ها با استفاده از سولفات سدیم خشک انجام شد. درصد اسانس، به‌صورت حجمی / وزنی تعیین شد. جهت تجزیه نمونه‌های اسانس و اندازه‌گیری ترکیبات موجود در آن، از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) و کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنج جرمی (GC/Mass) استفاده شد. دمای ابتدایی آون، ۶۰ درجه سانتی‌گراد و توقف در این دما، به مدت ۳۸ دقیقه، گرادیان حرارتی ۳ درجه سانتی‌گراد در هر دقیقه، افزایش دما تا ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و سپس با سرعت ۱۵ درجه در هر دقیقه، افزایش دما تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد و ۳ دقیقه توقف در این دما و زمان پاسخ ۴۰ دقیقه بود. دمای اتاقک تزریق، ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌صورت split ۱ به ۳۵ بود و از گاز هلیوم به‌عنوان حامل با سرعت جریان ۱/۱ میلی‌متر در دقیقه استفاده گردید. ورودی دستگاه به مدت سه دقیقه در ۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و سپس طی دو مرحله، با سرعت‌های ۳۸ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه، به ۲۰۰ و ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد رسانده و به مدت سه دقیقه در این دما نگه‌داری شد. طیف‌نگار جرمی مورد استفاده، مدل Agilent 5973 با ولتاژ یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت، روش یونیزاسیون EI و دمای منبع یونیزاسیون، ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز کروماتوگرافی استفاده‌شده از نوع Agilent 6890 با ستون به طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه ۰/۲۵ میکرومتر از نوع HP-DB5 بود. شناسایی طیف‌ها به کمک شاخص بازداری آن‌ها و مقایسه آن با شاخص‌های موجود در کتب مرجع و با استفاده از طیف‌های جرمی و ترکیبات استاندارد و استفاده از اطلاعات موجود در کتابخانه دیجیتال دستگاهی صورت گرفت (Adams, 2001; McLafferty and Stauffer, 1989). جهت بررسی محتوای فنل کل، غلظت‌های مختلف از اسیدگالیک (استاندارد)، عصاره گیاه و آب مقطر (شاهد) در سه تکرار تهیه شد و به آن‌ها به ترتیب، آب مقطر، معرف فولین - سیوکالتو و سدیم کربنات اضافه گردید. بعد از ۹۰ دقیقه، جذب نمونه‌ها در برابر شاهد، توسط اسپکتروفتومتر UV در طول موج ۷۲۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. در پایان، محتوای فنل کل، برحسب مقدار معادل اسید گالیک (میلی‌گرم) در عصاره محاسبه شد (Kim *et al.*, 2003; Khalighi *et al.*, 2012). داده‌های این مطالعه، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS در سطح احتمال پنج و یک درصد، تجزیه آماری شدند. برای مقایسه میانگین‌ها، از آزمون LSD استفاده گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان‌ها

بافت خاک	شن	سیلت	رس	کربن آلی	نیتروژن کل	کربنات کلسیم معادل	پتاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی
	(درصد)						(ppm)		(pH)	(dS/m)
لومی	۳۳	۴۸	۱۹	۱/۷	۰/۱۴	۳۰/۱	۲۱۰	۵۵/۸	۷/۴	۰/۷

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گل همیشه‌بهار

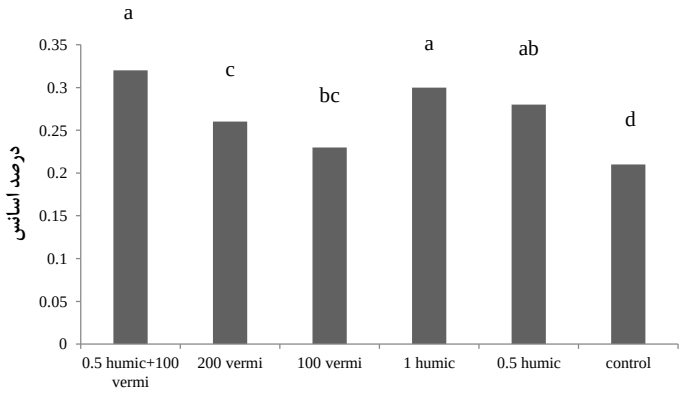
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول برگ	عرض برگ	ارتفاع بوته	تعداد گل در بوته	قطر ساقه	درصد اسانس	محتوای فنل کل
تیمار	۵	۷۵/۲۰*	۵/۷۵*	۸۶۳/۲۹^{ns}	۳۷۹۳/۱۱^{ns}	۱۳//۵۵^{ns}	۱/۰۸**	۰/۰۰۵۶**
خطا	۱۲	۲۷/۵۱	۱/۷۷	۳۹۴/۳۶	۱۷۱۵/۸۷	۵/۳۳	۰/۰۶	۰/۰۰۰۰۰۱۲

^{ns} ، ** و * به ترتیب: غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح یک و پنج درصد

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر درصد اسانس و محتوای فنل کل، بسیار معنی‌دار و بر طول و عرض برگ، معنی‌دار بوده است (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین میزان اسانس با کاربرد تیمار تلفیقی اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست (۰/۳۲ درصد) به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۱ و ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۱). در تمام تیمارهای مورد استفاده، ۲۸ ترکیب در اسانس همیشه‌بهار شناسایی گردید (جدول ۳). از بین ترکیبات شناسایی‌شده، آلفا کادینول در تمام تیمارها، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد. به‌طوری‌که میزان این ترکیب در تیمار شاهد ۲۹ درصد، در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک ۳۱/۵۵ درصد، در تیمار ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک ۴۳/۶۱ درصد، در تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست ۳۴/۳۴ درصد، در تیمار ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست ۳۵/۰۳ و در تیمار تلفیقی اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست ۶۱/۹۳ درصد آلفا کادینول موجود بود. محلول‌پاشی با اسید هیومیک با غلظت ۶ میلی‌گرم در لیتر، دارای تأثیر معنی‌داری بر عملکرد اسانس گیاه دارویی سیاهدانه بود (Azizi and Safaie, 2017). محققان دیگری نیز گزارش کردند که درصد اسانس زیره سبز، با کاربرد هم‌زمان اسیدهیومیک به‌صورت محلول‌پاشی به میزان ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار به همراه ورمی‌کمپوست ۱۰ تن در هکتار در مقایسه با تیمار شاهد، ۲۰ درصد افزایش یافت (Nasiri Dehsorkhi *et al*., 2018). پژوهشگران دیگر نیز اعلام کردند که استفاده از تیمار ورمی‌کمپوست در گیاه نعناع فلفلی باعث افزایش عملکرد اسانس، سطح برگ، شاخه‌های جانبی و وزن خشک می‌شود (Ayyobi *et al*., 2014). در مطالعه دیگری که روی گونه‌ای درمنه انجام شد، نتایج نشان داد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل ملاحظه‌ی عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید که بهبود عملکرد اسانس در این گیاه ناشی از افزایش ماده‌خشک حاصل از مصرف ورمی‌کمپوست بود (Pandy, 2005).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر سطوح ورمی‌کمپوست و هیومیک‌اسید بر درصد اسانس گل همیشه‌بهار

جدول ۳- ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس گل همیشه‌بهار

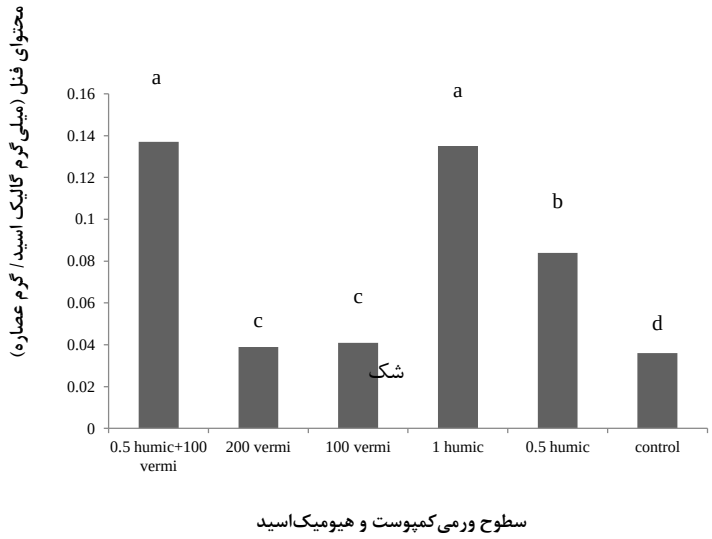
ردیف	زمان بازداری	شاخص کوآتس	ترکیبات تشکیل‌دهنده اسانس	شاهد	اسید هیومیک (۰/۵ گرم در لیتر)	اسید هیومیک (۱ گرم در لیتر)	ورمی‌کمپوست (۱۰۰ گرم)	ورمی‌کمپوست (۲۰۰ گرم)	۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست
				درصد					
۱	۴/۲۲	۹۲۴	آلفا ـ توجن	ـ	۲/۵۳	۱/۵۹	۱/۰۲	۱/۲۰	ـ
۲	۴/۳۸	۹۳۳	آلفا ـ پینن	ـ	۱/۵۵	۱/۴۸	۰/۶۴	۰/۳	ـ
۳	۵/۱۳	۹۷۲	سابینن	ـ	۰/۱۹	۱/۷۷	۰/۱۲	۰/۱۵	۲/۶۴
۴	۱۵/۳۹	۱۳۷۵	آلفا ـ کوپائن	۰/۵	۱/۱۴	ـ	۰/۹۷	-	۱/۰۶
۵	۱۶/۵۵	۱۴۲۰	ترانس ـ کاریوفیلن	ـ	۰/۴۳	ـ	۰/۴۰	-	۴/۶۳
۶	۱۷/۲۹	۱۴۴۹	سیس - بتا ـ فارنسن	ـ	۱/۱۶	۰/۶۳	۱/۲۰	۰/۹۱	۰/۲۵
۷	۱۷/۴۸	۱۴۵۶	آلفا ـ هومولن	ـ	۰/۰۵	ـ	۰/۸۳	ـ	ـ
۸	۱۷/۹۴	۱۴۷۴	گاما - مورولن	۰/۶	۱/۴۳	ـ	۱/۳۴	ـ	ـ
۹	۱۸/۱۲	۱۴۸۱	ژرماکرن دی	۱/۹	۰/۴۸	۰/۲۴	۱/۲۶	۰/۴	۰/۱۳
۱۰	۱۸/۳۷	۱۴۹۱	لدن	۴/۹	۱/۷۴	۰/۸۴	۰/۸۲	۱/۱۰	۰/۸۶
۱۱	۱۸/۵۷	۱۴۹۵	آلفا ـ مورولن	۴/۸	۲/۴۳	ـ	۳/۲۵	ـ	۰/۱۰
۱۲	۱۸/۹۶	۱۵۱۵	گاما ـ کادینن	۸/۶	۳/۳۵	۰/۰۲	۴/۰۱	۰/۰۷	-
۱۳	۱۹/۱۴	۱۵۲۳	دلتا ـ کادینن	۱۰/۹	۲۸/۶۴	ـ	۲۴/۴۹	ـ	-
۱۴	۱۹/۲	۱۵۲۵	ترانس ـ کالامنن	ـ	۰/۶۶	ـ	۰/۵۴	ـ	۰/۹۸
۱۵	۱۹/۵	۱۵۳۸	آلفا ـ کادینن	۱/۸	۰/۸۴	۰/۹	۰/۹۹	۱/۳۸	۰/۴۰
۱۶	۱۹/۶۴	۱۵۴۴	آلفا ـ کالاکورن	۰/۶	۰/۹۷	۱/۱۳	۰/۱۹	۱/۳۱	۰/۶۰
۱۷	۲۰/۱۵	۱۵۶۵	بتا ـ کالاکورن	۴/۷	۰/۴۸	۳/۹۷	۰/۳۳	۳/۴۷	۰/۰۵
۱۸	۲۰/۵۴	۱۵۸۲	کاریوفیلن اکسید	ـ	ـ	۱۳/۶۷	۰/۰۷	۴/۳۱	۶/۱۲
۱۹	۲۱/۰۳	۱۶۰۲	ویریدیفلورول	ـ	۰/۰۲	۰/۳۷	۱/۵۰	۲۳/۸۰	ـ
۲۰	۲۱/۲	۱۶۱۰	لدول	۱/۵	۰/۰۲	۰/۵۲	۱/۸۶	۱/۰۱	۰/۱۱
۲۱	۲۱/۷	۱۶۳۲	۱و۱۰ـ دی ـ اپکوبنول	۱/۸	۴/۵۲	۰/۱۳	۱/۳۹	۰/۳۴	۰/۰۹
۲۲	۲۲/۱۹	۱۶۵۳	۱ ـ اپی ـ کوبنول	۱/۵	۳/۹۴	۴/۶۳	۳/۷۵	۵/۹	۱/۳۸
۲۳	۲۲/۵۶	۱۶۷۰	اپی ـ آلفا ـ مورولول	۱/۲	۹/۹۲	۱۰/۵۰	۱۰/۳۳	۱۱/۱۳	۰/۶۰
۲۴	۲۲/۵۹	۱۶۷۱	آلفا ـ کادینول	۲۹	۳۱/۵۵	۴۳/۶۱	۳۴/۳۴	۳۵/۰۳	۶۱/۹۳
۲۵	۲۷/۳۸	۱۸۸۴	ان ـ نونادکان	۲/۹	۰/۵۶	۰/۲۳	۰/۶۲	۰/۹۲	۱/۶۷
۲۶	۳۱/۲۸	۲۱۱۳	ان ـ هنیکوزان	۰/۷	۰/۹۰	۰/۵۲	۱/۷۴	۲/۰۸	۱۰/۱۲
۲۷	۳۴/۸۳	۲۲۹۷	ان ـ تریکوزان	ـ	۰/۴۹	۱۲/۳۳	۱/۳۱	۲/۰۱	ـ
۲۸	۳۶/۴۸	۲۳۹۵	ان ـ تتراکوزان	ـ	ـ	۰/۱۰	۰/۶۸	۱/۲۵	ـ

نتایج مطالعات حسینی مزینانی و هادی‌پور (۱۳۹۳) نشان داد که کودهای زیستی، بر عملکرد کیفی گل همیشه‌بهار و همچنین اغلب پارامترهای مورد بررسی در عملکرد کمی، تأثیر معنی‌داری داشتند. مصرف کود زیستی، بر عملکرد کمی شامل وزن خشک تک‌گل و عملکرد تر در هکتار و وزن تر تک‌گل و عملکرد اسانس در هکتار نیز تأثیر معنی‌داری داشت.

همچنین کودهای زیستی، بر درصد مورولول و آلفا کادینول نیز تأثیر معنی‌داری داشتند. نتایج بررسی روی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نیز نشان داد که در گیاهان کشت‌شده در بسترهای حاوی درصدهای مختلف کمپوست، بیشترین درصد ترکیبات میرسین، گاما مورولن، بتا پینن و یوجینال در اسانس حاصل شد (Rahmanian *et al*, 2017). Chand و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که کاربرد ورمی‌کمپوست، باعث بهبود رشد رویشی و افزایش محتوای اسانس در گل‌های گیاه شمعدانی عطری (*Pelargonium graveolens* L.) شد. یکی از راه‌حل‌ها برای افزایش مقدار مواد آلی خاک، استفاده از کودهای آلی از قبیل کود حیوانی، کود سبز و ورمی‌کمپوست است (Johri *et al.*, 1991). ورمی‌کمپوست منبع غنی از عناصر پرمصرف، کم‌مصرف، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و هورمون‌های محرک رشد گیاه است (Prabha *et al.*, 2007).

نتایج نشان داد که بیشترین میزان فنل کل (۰/۱۳۷ میلی‌گرم گالیک اسید بر گرم عصاره) در تیمار تلفیقی ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و ۰/۵ گرم در لیتر هیومیک‌اسید به دست آمد که از نظر آماری با تیمار ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک، تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲).

افزایش فنل با کاربرد اسید هیومیک در مطالعات دیگر نیز گزارش گردیده است. اصلانی و همکاران گزارش کردند که با کاربرد ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک، میزان فنل میوه گوجه‌فرنگی افزایش یافت. ترکیب‌های فنلی شامل گروه بزرگی از متابولیت‌های ثانویه هستند که بسیاری از ترکیب‌های حلقوی مثل فنل، فلاون‌ها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و لیگنین‌ها و حتی اسیدهای آمینه حلقوی، مثل تریپتوفان، تیروزین و پرولین را شامل می‌شوند. این ترکیب‌ها دارای نقش‌های متعدد اکولوژیکی و فیزیولوژیکی نظیر نقش‌های دفاعی و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند (Andre *et al.*, 2009). نتایج تحقیقات نشان داده است که استفاده از کودهای آلی میزان قند و کربن را در گیاه افزایش می‌دهد، لذا این قند اضافی که در گیاه تولید می‌شود در ساختار متابولیت‌های ثانویه و مواد مؤثره استفاده می‌گردد و در نهایت باعث افزایش میزان این ترکیبات می‌شود (Toor *et al.*, 2006).



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح ورمی‌کمپوست و هیومیک‌اسید بر محتوای فنل گل همیشه‌بهار

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج این مطالعه، کاربرد اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست، باعث افزایش درصد اسانس در گیاه همیشه‌بهار گردید. همچنین، آلفا کادینول که به‌عنوان اصلی‌ترین جزء اسانس شناخته شد، در تیمار مخلوط ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. بیشترین میزان فنل نیز با کاربرد تلفیقی اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست به دست آمد.

سپاسگزاری

هزینه‌های این پژوهش از محل گرنت شماره ۱۶۱۹-۹۸ تأمین شده است، لذا از معاونت پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه نهاوند تقدیر می‌شود. همچنین از زحمات کارشناس آزمایشگاه قدردانی می‌گردد.

منابع

Adams, R.P. 2001. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectroscopy. Allured Publishing Corporation, Carol Stream, Australia.

Albayrak, S. and Çamaş, N. 2005. Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). Journal of Agronomy, 4(2): 130-133.

Amiri, M.B. Rezvani Moghadam, P., Jahan, M. 2017. Effect of organic acids Mycorrhiza and Rhizobacteria on yield and some phytochemical characteristics on Echinum amoenum in low input cropping systems. Agricultural science and sustainable production, 27(1): 45-61.

Andre, C.M., Schafleitner, R., Legay, S., Lefevre, I., Aliaga, C.A.A., Nomberto, G., Hoffmann, L., Hausman, J.F., Larondelle, Y. and Evers. D. 2009. Gene expression changes related to the production of phenolic compounds in potato tubers grown under drought stress. Phytochemistry, 70(90): 1107-1116.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Metzger, J.D. and Lucht, C. 2005. Effects of vermicompost produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia, 49 (4): 297-306.

Aslani, S., Barzegar, T. and Nikbakht, J. 2019. Effect of foliar application of humic acid on growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon pimpinellifolium* (L.) Mill) under irrigation deficit stress, Journal of Plant Process and Function, 8(32): 69-83.

Ayyobi, H., olfati, J.A. and Peyvast, G.A. 2014. The effects of cow manure vermicompost and municipal solid waste compost on peppermint (*Mentha piperita* L.) in Torbat-e-Jam and Rasht regions of Iran. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 3: 147–153.

Azizi M, Baghani, M., Lakzian, A. and Aroei, H. 2007. Effect of vermicompost and vermiwash foliar application on morphological characters and active ingredients content basil (*Ocimum basilicum*). Journal of Agricultural Science and Technology, 21: 41-52.

Azizi, M. and Safaei, Z. 2017. Effect of foliar application of Humic Acid and Nano fertilizer Pharmks on morphological traits, yield, Essential Oil content of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Horticultural science, 30(4): 671-680.

Black, C.A. 2013. Soil fertility evaluation and control. CRC Press, London, 768 pages.

British pharmacopoeia. 1988. Vol. 2, London, HMSO Pp: A137-A138.

Butnariu, M. and Coradini, C.Z. 2012. Evaluation of biologically active compounds from *Calendula officinalis* flowers using spectrophotometry, Chemistry Central Journal 6 (35): 1-7.

Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M. and Patra, D.D. 2007. Influence of integrated supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two graded levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Communication in Soil Science and Plant Analysis, 38: 2581-2599.

Giasuddin, A.B.M., Kanel, S.R. and Choi, H. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Environmental Science and Technology, 41(6): 2022-2027.

Hosseini Mazinani, M. and Hadipour, A. 2014. Improving the quality and quantity of calendula plants with the use of bio-fertilizers. Journal of Medicinal Plants, 50(2): 83-91.

Jeyabal, A. and Kuppuswamy, G. 2001. Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy, 15: 153-170.

Johri, A.K, Srivastava, L.J., Singh, J.M. and Rana, R.C. 1991. Effect of row spacings and nitrogen levels of flower and essential oil yield in German chamomile. Indian Perfumer, 35: 93-96.

Khalighi-Sigaroodi, F., Ahvazi, M., Hadjiakhoondi, A., Taghizadeh, M., Yazdani, D., Khalighi-Sigaroodi, S. and Bidel, S. 2012. Cytotoxicity and antioxidant activity of 23 plant species of Leguminosae family. Iran. J. Pharm. Res, 11(1): 295-302.

Kim, D.O., Jeong, S.W., and Lee, C.Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. Food Chem. 81(3): 321-326.

Mardani, F. and Amuaghayi, R. 2016. Effect of vermicompost extract and solid vermicompost on Plantago psyllium growth parameters. Journal of Soil and Plant Interactions, 7(25): 1-13.

McLafferty, F.W. and Stauffer, D.B. 1989. Wiley / NBS Registry of Mass Spectral Data. 7 Volume Set. Wiley, New York.

Mostafa, G.G. and Abo-Baker, A.A. 2010. Effect of bio- and chemical fertilization on growth of sunflower (*Helianthus annuus* L.) at South Valley area. Asian Journal of Crop Science, 2(3): 137-146.

Muley, B.P., Khadabadi, S.S. and Banarase, N.B. 2009. Phytochemical constituents and pharmacological activities of *Calendula officinalis* Linn (Asteraceae): A review. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 8(5): 455-65.

Nasiri dehsorkhi, A., Makarian, H., Varnaseri Ghandali, V. and Salari, N. 2018. Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Applied research in Field Crops, 31(1): 93-116.

Pandey, R. 2005. Management of Meloidogyne incognita in Artemisia pallens with bio-organics. Nematology, 33(3): 304-308.

Pirasteh Anooshe, H., Emam, Y. and Jamali Ramin, F. 2010. Effects of bio and chemical fertilizers on sunflower (*Helianthus annuss* L.) growth, yield, and oil percentage under different levels of salt stress. Agroecology, 2(3): 492-501.

Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayaraj R. and Rao, D.S. 2007. Effect of vermicompost and compost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences Paper, 9(2): 321-326.

Rabie, A.E, Manaf, H.H, Ashour, H.M. and Shahhat, I. 2014. Response of safflower active ingredients to foliar application with ascorbic acid, humic substances and active dry yeast. Agronomy, 4(1): 261-271.

Rahmanian, M., Esmaielpour, B., The Hadian, J., Shahriari, M.H. and Fatemi, H. 2017. Effect of Organic Fertilizers on Morphological Traits, Essential Oil Content and Components of Basil (*Ocimum basilicum* L.). Agricultural science and sustainable production, 27(3): 103-118.

Samavat, S. and Malakuti, M. 2005. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality of agriculture productions. Water and Soil Research, 463: 1-13.

Shahbazi, S., Fateh, E. and Aynehband, A. 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompos on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. Journal of Plant Production, 38(2): 99-110.

Toor, N.K., Savage, G.P. and Heeb, A. 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of food composition and analysis, 19: 20-27.

Tufail, M., Nawaz, K.H. and Usman, M. 2014. Impact of humic acid on the morphology and yield of Wheat (*Triticum aestivum* L.). World Applied Sciences, 30(4): 475-480.

Plant Production and Genetics **تولید و ژنتیک گیاهی**

Vol. 3, No. 1, Spring & Summer 2022, p. 85-94 **جلد ۳، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۴۰۱، صفحه ۹۴-۸۵**

Research Article DOI: 10.34785/J020.2022.357

The evaluation of quantitative characteristics and essential oil composition of *Calendula officinalis* L. affected vermicompost and humic acid

Mahtab Salehi*[1], Faezeh Siahvashi[2], Fatemeh Davoodi[2]

1*. Assistant professor, Horticultural Sciences and Engineering Department,, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2. BSc. graduate, Horticultural Sciences and Engineering Department, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: 04-12-2021

Accepted: 30-01-2022

Abstract

The application of organic fertilizers has a vital role in improving the quantitative and qualitative characteristics of medicinal plants. *Calendula officinalis* L. is an important medicinal plant from the Asteraceae family. Its extract has medicinal effects such as wound healing, anti-inflammatory, blood purifying, and antibacterial and contains essential oils, carotenoids, and amino acids. This experiment was conducted in a completely randomized design with six treatments and three replications to investigate the effect of humic acid and vermicompost on some quantitative characteristics and essential oil composition of *Calendula officinalis* L. in the research greenhouse of the University of Nahavand in 2019. Treatments include control, vermicompost fertilizer in two levels of 100 and 200 g and humic acid in two levels of 0.5 and 1 $g.L^{-1}$, and integrated treatment of 100 g vermicompost and 0.5 $g.L^{-1}$ humic acids. The results showed that the highest amount of phenol was produced in the integrated treatment of humic acid and vermicompost. The highest percentage of essential oil (0.32%) was obtained in the integrated treatment of humic acid and vermicompost. Twenty-eight compounds were observed in essential oil, in which alpha-Cadinol had the highest amount. Also, the highest level of alpha-Cadinol was obtained in the integrated treatment of vermicompost and humic acid. It can be said that the use of organic fertilizers can be effective in improving the quantitative characteristics of marigold flowers.

Keywords: Alpha-Cadinol, essential oil, phenol, *Calendula officinalis* L.

*Corresponding Author Email: mhtb.salehi@gmail.com