به زراعی کشاورزی
دوره ۲۲ ■ شماره ۳ ■ پاییز ۱۳۹۹
صفحه‌های ۴۸۶-۴۷۵

اثر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر برخی صفات کمی و کیفی گل سوسن هیبرید LA

فاطمه غفاری رهبر[۱]، معظم حسن پور اصیل[۲*]، آتوسا وزیری[۳]، سهیلا تالش ساسانی[۴]، جمالعلی الفتی[۵]
۱. دانشجوی دکتری، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز تهران شرق، تهران، ایران.
۲. استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، مرکز تهران شرق، تهران، ایران.
۴. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۵. دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۷/۱۸

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل سوسن (*Lilium longiflorum*) هیبرید LA رقم Dynamix، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل صفر (تیمار شاهد)، ۲۰، ۳۵، ۵۰ و ۶۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست در بستر کشت حاوی ۷۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پرلیت بود که در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. گل‌های شاخه بریدنی تیمارهای مختلف پس از تغییر رنگ غنچه‌ها از سبز پررنگ به سبز کم‌رنگ برداشت شدند و در آزمایشگاه پس از شکوفایی، صفات مختلف موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که وزن تر اندام‌های هوایی گل سوسن در سطوح پایین‌تر ورمی‌کمپوست به‌ویژه تیمار ۲۰ درصد بیش‌تر از سایر تیمارها بود. پارامترهای کیفی اندازه‌گیری‌شده مثل کلروفیل و پروتئین برگ، آنتوسیانین و مواد جامد محلول گلبرگ در کلیه تیمارهای ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. بررسی کلی نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دلیل حفظ رطوبت بهتر اندام‌های هوایی گیاه و تقویت برخی صفات مرفولوژیک مثل تعداد گل و افزایش سطح برگ، جهت پرورش گل‌های سوسن هیبرید LA رقم Dynamix با کیفیت بهتر مناسب می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: پروتئین برگ، تعداد گل، مواد جامد محلول گلبرگ.

Effects of Different Levels of Vermicompost on Some Quantitative and Qualitative Characteristics of *Lilium* LA Hybrid

Fatemeh Qafari Rahbar[1], Moazzam Hassanpour Asil[2*], Atousa Vaziri[3], Soheila Talesh Sasani[4], Jamalali Olfati[5]
1. Ph.D. Candidate, Department of Biology, Payame Noor University, East Tehran Center, Tehran, Iran.
2. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Biology, Payame Noor University, East Tehran Center, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
5. Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
Received: August 15, 2019 Accepted: October 10, 2019

Abstract

The purpose of the present study is to evaluate the effects of different levels of vermicompost on quantity and quality of *Lilium longiflorum* LA hybrid cv. Dynamix, in a completely randomized design with 5 treatments and 3 replications. The treatments include 0 (control), 20%, 35%, 50%, and 65% of vermicompost pot (V/V) in 70% cocopeat and 30% perlite of bed culture under greenhouse conditions. Once the buds' color change from bold green to colorless green, cut flowers are removed from various treatments and the flower's inflorescence is studied in the laboratory. Results show that fresh weight of *Lilium* in low-level vermicompost surpass the other treatments, especially the 20% one. Qualitative parameters such as chlorophyll, protein leaf, anthocyanin, and total soluble solid of the petal have had a significant increase in all vermicompost treatments, compared to the control. Overall result examination of this study indicates the 20% vermicompost treatment has been more suitable, thanks to its superior moisture preservation at plant shoots as well as the improvement of some morphologic traits like the number of flowers as well as addition of leaf area, which contributes to the cultivation of better quality Lilium LA hybrid flower.

Keywords: Number of flower, total soluble solid of petal, protein leaf.

* نویسنده مسئول Email: hassanpurm@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

جنس سوسن از خانواده Liliaceae در باغبانی جایگاه مناسبی در بین گل‌های شاخه بریدنی پیدا کرده است (Armitage, & Laushman, 2003). در بین گیاهان پیازی، سوسن دارای تنوع بیش‌تری نسبت به سایر گیاهان است و استفاده از گونه‌ها و گروه‌های متنوع آن به‌خصوص در کشورهای اروپایی و آمریکای شمالی و به میزان کم‌تری در دیگر کشورها به‌عنوان گیاهان پیازی گلدانی پیش‌رس، گل بریدنی و گیاه زینتی باغچه‌ای در فصول تابستان و پاییز رو به افزایش است (Peterse, 2010). در این میان بیش‌ترین استفاده از سوسن به‌عنوان گل بریدنی بوده است و اصلاح این گیاه به‌عنوان شاخه بریدنی مدیون تلاش‌های متخصصین اصلاح کشور هلند است (Van Tuyl & Arens, 2011). از این‌رو، در طول ۲۰ تا ۲۵ سال گذشته پیشرفت چشم‌گیری در تولید ارقام مختلف این گل حاصل شده است و بسیاری از ارقامی که تا ۱۵ سال گذشته وجود نداشتند، اکنون به‌طور وسیع مورد کشت و کار قرار می‌گیرند (Peterse, 2010; Van Tuyl & Arens, 2011). سوسن یک گل زینتی خاص از بین گل‌های زینتی پیازی است که در رتبه‌بندی بین‌المللی بعد از گل رز، میخک و داوودی در رده چهارم قرار دارد و این گل با توجه به تنوع رنگ و تعداد گل‌ها از ارزش (قیمت) و محبوبیت بالایی برخوردار است. هم‌چنین در بین گونه‌های بسیاری که از این جنس وجود دارد، *Lilium longiflorum* متداول‌ترین و با ارزش‌ترین گونه بوده که بیش‌ترین سطح زیر کشت را به‌خود اختصاص داده است (Seyedi*et al*., 2013). جنس سوسن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گروه گیاهان زینتی جایگاه خود را هم به‌عنوان یک گیاه باغی و هم به‌عنوان یک گل گلدانی و نیز گل شاخه بریدنی حفظ کرده است (Anderson, 2007). در طول چند دهه گذشته افزایش رقابت در بین تولیدکنندگان گیاهان زینتی، تقاضای جهانی را برای تولید گل‌های پیازی با کیفیت بالاتر افزایش داده است (Benschop*et al*., 2010). گل سوسن به‌علت اصلاح گونه‌های جدید با تنوع بسیار بالایی از نظر رنگ، شکل، اندازه و رایحه‌های متفاوت به‌عنوان یک گل شاخه بریدنی از دیدگاه تجاری، جایگاه خاصی دارد تا جایی که در حراج‌های عمده گل در هلند از نظر مرتبه فروش، چهارمین گل شاخه بریدنی است (Parandian & Samavat, 2014).

تغذیه بهینه یکی از مهم‌ترین عوامل در تقویت صفات کمی و کیفی گیاهان محسوب می‌شود. امروزه با توجه به گسترش روزافزون آلودگی‌های زیست‌محیطی، استفاده از کودهای زیستی به‌عنوان جایگزین مطلوب کودهای شیمیایی در افزایش حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاهان بسیار موردتوجه است (Wu *et al*., 2005). کودهای آلی دارای مواد مفیدی مانند هورمون‌های رشد و عناصر غذایی هستند که از دسترسی زیادی برای گیاهان برخوردارند. ورمی‌کمپوست (Vermicompost) یک کود بیوارگانیک شامل مخلوطی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها، بقایای گیاهی، کود حیوانی و کپسول‌های کرم خاکی می‌باشد که سبب ادامه عمل تجزیه مواد آلی خاک و افزایش فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد. ورمی‌کمپوست از موادی شبیه پیت همراه با خلل‌وفرج، ظرفیت هوادهی، زهکشی مطلوب و ظرفیت بالای نگهداری آب ساخته شده است. فعالیت میکروبی بسیار بالایی دارد و برای اصلاح وضعیت خاک و رشد گیاه بسیار مناسب است (Edwards & Arancon, 2004). گزارش‌های پژوهش‌گران نشان می‌دهد که پاسخ‌های رشدی گیاه به‌دلیل توانایی هیومیک‌اسیدهای موجود در ورمی‌کمپوست که به‌عنوان تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه عمل می‌کنند و هم‌چنین به خاطر مواد هوموسی است که پس

از جذب به‌عنوان هورمون‌های رشد در گیاهان فعالیت می‌کنند. در سال ۲۰۰۲، مطالعاتی در گیاه کروساندرا (*Crossandra undulaefolia*) انجام شد و افزایش ارتفاع، تعداد برگ و گل این گیاه را تحت تأثیر ورمی‌کمپوست نشان داد (Gajalakshmi & Abbasi, 2002). هم‌چنین پژوهش‌های مشابهی با حضور ورمی‌کمپوست در سال ۲۰۰۶ انجام گرفت که نتایج نشان داد که افزودن ورمی‌کمپوست به بستر گل جعفری موجب افزایش رشد، قطر ساقه و تعداد جوانه‌های گل این گیاه گردید (Hidlago *et al.*, 2006). مطالعات اثر ورمی‌کمپوست بر گیاهان پیازی به‌صورت محدودتری صورت گرفته است. بیش‌تر این مطالعات در زمینه تأثیر کمپوست‌ها و ورمی‌کمپوست بر بیوماس سیر و پیاز خوراکی بوده است. یک بررسی انجام‌شده توسط Suthar (2009) بر گیاه سیر (*Allium sativum*) نشان داد که تیمار ورمی‌کمپوست (۲۰ تن در هکتار) بر فاکتورهای مختلف رشد و محصول این گیاه در مقایسه با تیمار کودهای شیمیایی اثر مطلوب‌تر و قوی‌تری داشت. هم‌چنین Datta *et al.* (2018) با بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست بر پیاز خوراکی (*Allium cepa*) دریافتند که اضافه کردن ورمی‌کمپوست به خاک‌های کشاورزی، موجب اصلاح شرایط خاک گردیده و نقش بسیار پررنگی در تقسیم سلولی و تکثیر پیاز داشته است و نتیجه آن افزایش محصول و تقویت سلامت گیاه بود. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثرات ورمی‌کمپوست در سطوح مختلف حجمی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل سوسن (*Lilium longiflorum*) هیبرید LA رقم Dynamix و هم‌چنین دستیابی به مناسب‌ترین سطح از ورمی‌کمپوست در بستر کشت بود که توانسته بهترین تأثیر را بر ویژگی‌های کمی و کیفی این گل شاخه بریدنی ارزشمند داشته باشد.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. طراحی آزمایشی و شرایط کشت

این پژوهش به‌منظور بررسی اثرات سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل سوسن (*Lilium longiflorum*) هیبرید LA رقم Dynamix در پاییز و زمستان ۱۳۹۶ در محل گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان با پنج تیمار و سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. برای هر پلات آزمایشی تعداد پنج گلدان با سایز چهار و قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و در هر گلدان یک پیاز کشت گردید. جهت انجام آزمایش از بستر تجاری کوکوپیت و پرلیت (به نسبت ۷۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پرلیت) استفاده شد. تیمارها شامل صفر (تیمار شاهد)، ۲۰، ۳۵، ۵۰ و ۶۵ درصد حجمی ورمی‌کمپوست در بستر کشت کوکوپیت- پرلیت بود. ورمی‌کمپوست مورداستفاده، فرآوری‌شده از سبوس برنج، زباله سبزیجات و صیفی‌جات بود. کود ورمی‌کمپوست قبل از کشت در آزمایشگاه خاک سنجش نوین در آستانه اشرفیه بررسی شد که نتایج آنالیز فیزیکوشیمیایی آن در جدول ۱ آمده است. پیازهای F_1 مورد استفاده، وارداتی بودند که از واردکننده معتبر تهیه شدند. برای کشت از پیازهای با شکل و اندازه یکسان استفاده شد. قبل از کشت، پیازها با محلول قارچ‌کش بنومیل با غلظت یک در هزار (یک گرم پودر قارچ کش بنومیل در یک لیتر آب) به‌مدت دو دقیقه ضدعفونی شدند (Mashahiri & Hassanpour Asil, 2018). نور موردنیاز گیاهان پس از سبزشدن، توسط لامپ‌های سدیمی فشار قوی و نور طبیعی تأمین شد و میزان نور ۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه تنظیم گردید. رطوبت نسبی گلخانه ۵±۷۰ درصد بود. میانگین دمای گلخانه در طول دوره رشد پیازها، ۲±۲۶ درجه سلسیوس در روز و ۲±۱۸ درجه سلسیوس در شب بود. آبیاری در طی دوره رشد، در صورت خشک‌شدن خاک گلدان‌ها انجام شد.

۲. ۲. بررسی شاخص‌های رشدی

به‌منظور بررسی و آنالیز صفات کمی و کیفی، گل‌های شاخه بریدنی در مرحله رنگ‌گیری غنچه برداشت شدند. گل‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در اتاقک مخصوص در درون ارلن‌های حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند. طول دوره روشنایی اتاقک مخصوص ۱۲ ساعت در شبانه روز و دمای آن ۲±۱۸ درجه سلسیوس بود. جهت اندازه‌گیری سطح برگ، سه برگ به‌صورت تصادفی انتخاب و پس از برداشت به‌وسیله دستگاه سطح‌سنج مدل Licore 3100 Area Meter, USA اندازه‌گیری شد و میانگین سطح آنها به‌عنوان سطح برگ آن گیاه در نظر گرفته شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک ساقه‌ها، گل‌ها و برگ‌ها از ترازوی دیجیتالی با دقت یک درصد استفاده شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر ساقه‌ها، گل‌ها و برگ‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ٦٠ درجه سلسیوس قرار گرفتند و سپس وزن خشک آنها توزین شد.

۲. ۳. اندازه‌گیری مواد جامد محلول گلبرگ

برای این منظور از گلبرگ‌های گل شاخه بریدنی هر تیمار در روزهای اول، سوم و ششم استفاده شد. قطعاتی از گلبرگ هر نمونه تهیه و قطره‌ای از عصاره آن روی منشور دستگاه رفراکتومتر مدل CDTI BELGIUM ساخت کشور ژاپن قرار گرفت و عدد مربوطه جهت تعیین میزان مواد جامد محلول که برحسب درصد بیان می‌شود، قرائت شد.

۲. ٤. سنجش رنگیزه‌های فتوسنتزی

میزان سبزینه برگ‌ها (کلروفیل‌های a، b و کلروفیل کل) با روش Lichtenthaler, & Lester Packer (1987) اندازه‌گیری شد. به این منظور ۰/۱ گرم برگ تر با ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌گرم توزین شد و در هاون محتوی دو میلی‌لیتر استن ۸۰٪ به خوبی ساییده شد، به‌طوری که تمام سبزینه برگ در استن حل شده و تفاله‌های آن نیز بی‌رنگ شد. سپس با استن ۸۰٪ به حجم چهار میلی‌لیتر رسانده شد. محتویات به لوله سانتریفوژ منتقل شده و به‌مدت پنج دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شد. سپس جذب روشناورها در طول موج ٦٦٣/٢، ٦٤٦/٨ و ٤٧٠ نانومتر با استفاده از دستگاه طیف سنج نوری اسپکتروفتومتر مدل T80+UV/VIS-PG Instrument Ltd قرائت شد و با استفاده از فرمول‌های زیر غلظت‌ها برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه محاسبه شد.

رابطه (۱) $$\mathrm{Chla}\left(\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{g}}\mathrm{FW}\right) = (12.25A_{663.2} - 2.79A_{646.8})V/1000W$$

رابطه (۲) $$\mathrm{Chlb}\left(\frac{\mathrm{mg}}{\mathrm{g}}\mathrm{FW}\right) = (12.21A_{646.8} - 5.1A_{663.2})V/1000W$$

رابطه (۳) $$\mathrm{ChlT} = \mathrm{Chla} + \mathrm{Chlb}$$

۲. ۵. اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین گلبرگ

غلظت آنتوسیانین گلبرگ‌ها طبق پروتکل Giusti & Wrolstad (2001) انجام شد. از هر نمونه پودرشده گلبرگ با ازت، ۰/٤ گرم توزین شد و به تیوب‌های دو میلی‌لیتری منتقل و به آن یک میلی‌لیتر محلول استخراج (یک درصد اسید کلریدریک غلیظ در متانول) اضافه گردید. سپس نمونه‌ها در مدت زمان ۱۰ دقیقه در دمای چهار درجه سلسیوس با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس روشناورها با استفاده از دو نوع بافر کلریدپتاسیم (KCL, 0.025 M, pH=1) (بافر یک) و استات سدیم ($CH_3CO_2Na_3H_2O$, 0.4 M, pH=4.5) (بافر دو) رقیق شدند میزان جذب نمونه‌ها در دو طول موج ٥٤١ و ۷۰۰ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر قرائت شد و غلظت آنتوسیانین نمونه‌ها با استفاده از فرمول زیر برحسب میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد.

رابطه (٤) $\text{Total Anthocyanin } (mgL^{-1}) =$

$$(A_{541}\ pH_1 - A_{700} pH_1) - (A_{541}\ pH_{4.5} - A_{700}\ pH_{4.5})$$

سنجش پروتئین برگ

میزان پروتئین برگ بر طبق روش Bradford (1976) اندازه‌گیری شدند. عصاره‌گیری پروتئین از نمونه‌های برگ با استفاده از بافر فسفات سدیم (pH=۷/۵) انجام شد. به هر ۰/۵ گرم از برگ پودر شده با ازت ۱/۵ میلی‌لیتر بافراستخراج فسفات سدیم اضافه شد و سپس سانتریفوژ با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۳۰ دقیقه انجام شد. به ۱۰۰ میکرولیتر عصاره پروتئین هر نمونه یک میلی‌لیتر معرف برادفورد اضافه شد و سپس نمونه‌ها ورتکس شدند. میزان جذب هر نمونه در طول موج ۵۹۵ نانومتر با استفاده از اسپکتروفتومتر قرائت شد. با استفاده از منحنی استاندارد سرم آلبومین گاوی (BSA) غلظت‌ها برای هر نمونه برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر محاسبه شد. تجزیه و تحلیل آماری کلیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD استفاده گردید. از ضریب همبستگی پیرسون و روابط رگرسیونی نیز برای بیان ارتباط صفات مورد اندازه‌گیری استفاده شد. نمودارهای مربوطه به‌وسیله نرم‌افزار Excel رسم شد.

۳. نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات (جدول ۲) نشان داد که کلیه صفات کمی و کیفی مربوط به ساقه و برگ در گل سوسن تحت تأثیر تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست افزایش رشد و تولید معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه، میزان کلروفیل a و پروتئین برگ گیاه افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت و این افزایش رشد و تولید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. طبق جدول ۳ مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد در تیمارهای ۳۵ و ۵۰ درصد پاسخ‌های رشد و تولیدات برگی تقریباً مشابه بود، به‌طوری‌که سطح برگ، وزن تر و خشک برگ و میزان پروتئین برگ نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار و در مقایسه با هم اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در تیمار ٦٥ درصد اکثر صفات موردبررسی ساقه و برگ گیاه اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد نداشت و تنها میزان کلروفیل و پروتئین برگ نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان داد که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج بررسی همبستگی صفات ساقه و برگ (جدول٤)، همبستگی مثبتی را بین وزن تر و خشک ساقه نشان داد که در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. علاوه بر این طبق جدول ٤ همبستگی مثبتی بین وزن تر برگ با سطح برگ، وزن خشک برگ و پروتئین برگ وجود داشت که این همبستگی بین وزن تر و خشک برگ و هم‌چنین بین وزن تر برگ و پروتئین برگ بسیار معنی‌دار بود.

تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی و مقایسه میانگین‌های گل آذین (جدول‌های ۵ و ٦)، نشان داد که وزن تر گل و میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها در کلیه تیمارهای ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشت.

جدول ۱. نتایج بررسی برخی از ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کود ورمی‌کمپوست مورد آزمایش

نمونه خاک	کلسیم (%)	پتاسیم (%)	فسفر (%)	نیتروژن (%)	مواد آلی (%)	آهن (ppm)	روی (ppm)	شوری (dS/m)	pH
ورمی‌کمپوست	۱/٦۱	۰/۷۳	۰/٦۰	۱/۳۰	۲۳/۹	۲۹۸٦	۱۱٦	۳/٤٥	٦/۳

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی ساقه و برگ گل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	پروتئین برگ
ورمی‌کمپوست	٤	٤٤١**	٨٦٨**	٥/٤**	١٥٠**	٢/٧٧**	٠/٠١**	٠/٠٠٠٢ns	٠/٠١**	٣/٠٣**
خطا	١٠	٣٩/٤	١٢/٨	٠/٢١	١١/٩	٠/٠٨	٠/٠٠٨	٠/٠٠٠٣	٠/٠٠٠٨	٠/١٧
ضریب تغییرات	–	١٣/٧	٧	٧/٨	٦/٣	٩/٦	٨/١٩	١٦/٩	٧/٤٤	٠/٨
حداقل اختلاف معنی‌دار	–	١٦/٢٥	١٢/٧	١/١	٨/٩	١/٩	٠/٠٧٢	–	٠/٠٧٧	١/٠٧

** و n:s به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و عدم اختلاف معنی‌داری می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر صفات کمی و کیفی ساقه و برگ گل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس

تیمار	سطح برگ (mm^2)	وزن تر برگ (g)	وزن خشک برگ (g)	وزن تر ساقه (g)	وزن خشک ساقه (g)	کلروفیل a ($mg.g^{-1}FW$)	کلروفیل کل ($mg.g^{-1}FW$)	پروتئین برگ ($mg.g^{-1}FW$)
ورمی‌کمپوست (٪٢٠)	٥٤/٨a	٧١/٦a	٧/٩a	٦٦/٥a	٤/٦a	٠/٤ab	٠/٤٢ab	٢٩/٦a
ورمی‌کمپوست (٪٣٥)	٥٥/٢a	٥٧/١b	٥/٩b	٥٣/٤b	٢/٤b	٠/٣٤bc	٠/٣٨ab	٢٧/٣b
ورمی‌کمپوست (٪٥٠)	٥٣/٦a	٥٥/٥b	٦b	٥٣/٣b	٢/٦b	٠/٣٦ab	٠/٣٨ab	٢٨/٨ab
ورمی‌کمپوست (٪٦٥)	٣٦/٧b	٤٠/٢c	٥/٢bc	٤٨/٣b	٢/٢b	٠/٤٣a	٠/٤٨a	٢٧/٦ab
شاهد	٢٨/٩b	٢٩/٢c	٤/٢c	٥٢/٣b	٢/٧b	٠/٢٧c	٠/٣٢b	٢٤/٧c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ٤. نتایج همبستگی صفات کمی و کیفی ساقه و برگ گل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس تحت تیمارهای ورمی‌کمپوست

	سطح برگ	وزن تر برگ	وزن خشک برگ	وزن تر ساقه	وزن خشک ساقه	کلروفیل کل	پروتئین برگ
سطح برگ	١						
وزن تر برگ	٠/٩*	١					
وزن خشک برگ	–٠/٧٨ns	٠/٩٧**	١				
وزن تر ساقه	٠/٥٩ns	٠/٨٥ns	٠/٩٢*	١			
وزن خشک ساقه	٠/٣٦ns	٠/٧١ns	٠/٨٢ns	٠/٩٦**	١		
کلروفیل کل	٠/٢ns	٠/٣٢ns	٠/٣٩ns	٠/١١ns	٠/١٢ns	١	
پروتئین برگ	٠/٩٢*	٠/٩٦**	٠/٩١*	٠/٨١ns	٠/٦٤ns	٠/١٣ns	١

*، ** و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد و هم‌چنین عدم اختلاف معنی‌داری در آزمون همبستگی پیرسون است.

طبق جدول (٦) وزن خشک گل‌ها در سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست (تیمار ٣٥، ٥٠ و ٦٥ درصد) نسبت به شاهد افزایش معنی‌دار نشان داد. از نظر تعداد گل تنها تیمار ٢٠ درصد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد افزایش تولید داشت. میزان مواد جامد محلول گلبرگ در روز اول تنها در تیمار ٢٠ درصد افزایش معنی‌دار نسبت به شاهد نشان داد ولی در روزهای سوم و ششم کلیه سطوح ورمی‌کمپوست افزایش معنی‌داری از نظر مواد جامد گلبرگ نسبت به شاهد داشتند

که در سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست (تیمار ۵۰ و ٦۵ درصد) این اختلاف معنی‌داری پررنگ تر بود. هم‌چنین کلیه تفاوت‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول‌های ۵ و ٦). نتایج بررسی همبستگی صفات گل آذین تنها همبستگی مثبت معنی‌داری را بین وزن تر و خشک گل نشان داد که در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و سایر صفات همبستگی معنی‌داری نداشتند (جدول ۷). شکل ۱ رابطه رگرسیونی برخی صفات موردبررسی گل سوسن را با تیمارهای خاک نشان می‌دهد که این رابطه در مورد وزن تر گل بالاترین میزان همبستگی را نشان می‌دهد. براساس نتایج رگرسیونی هر چند تیمارهای ۳۵ و ۵۰ درصد افزایش وزن تر در برگ و گل نسبت به شاهد داشته‌اند و هم‌چنین در تیمار ٦۵ درصد طراوت و شادابی گل‌ها نسبت به شاهد کاملاً محسوس و معنی‌دار بود، اما صفاتی نظیر پروتئین برگ، مواد جامد محلول گلبرگ و تعداد گل (صفاتی که هیچ رابطه رگرسیونی مثبت و معنی‌دار با افزایش ورمی‌کمپوست نداشته ولی همچنان در شادابی گل تأثیرگذار بودند) در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست نسبت به سایر تیمارها به‌صورت معنی‌داری بالاتر بود، این در حالی است که در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست هم‌چنین هر سه اندام برگ و ساقه و گل افزایش وزن تر معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گل آذین در گل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		وزن تر گل	وزن خشک گل	تعداد گل	مواد جامد محلول گلبرگ (٪)			آنتوسیانین گلبرگ
					روز اول	روز سوم	روز ششم	
ورمی‌کمپوست	٤	**۳/۲۵	**۰/۰۵٤	**۰/۰٤۳	**۰/۷۹	**۱/۳۵	**۱/۵۷	**۱۰/۵٤
خطا	۱۰	۰/۲٦	۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۳۳	۰/۰۲	۰/۰۳۹	۰/۷۷
ضریب تغییرات	–	٤/٦	۷/۰۳	٤/۲	۲/۹۳	۲/۱٤	۳/۳۳	۳/۱۹
حداقل اختلاف معنی‌دار	–	۱/۳۳	۰/۱۸	۰/۲۷	۰/٤۷	۰/۳٦	۰/۵۱	۲/۲۸

**: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد است.

جدول ٦. مقایسه میانگین اثرات ساده سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر صفات کمی و کیفی گل آذین درگل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس

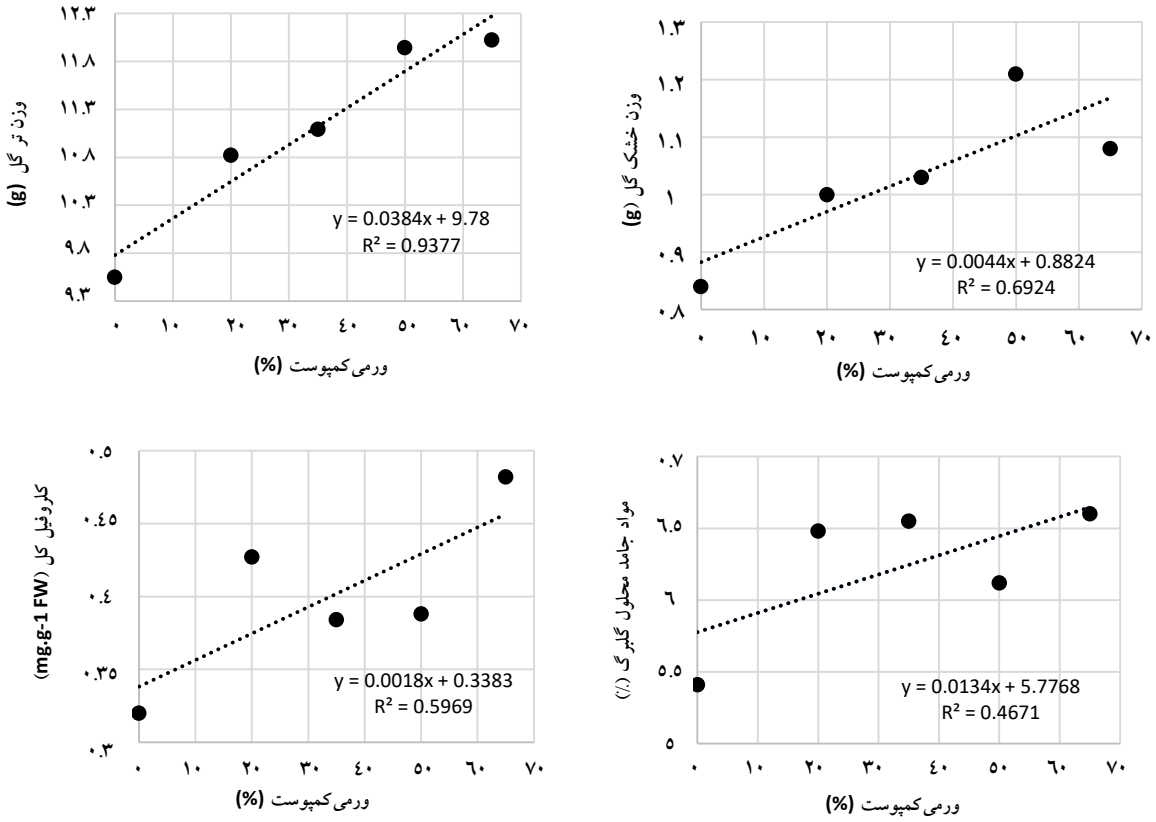
تیمار	وزن تر گل (g)	وزن خشک گل (g)	تعداد گل	مواد جامد محلول گلبرگ (٪)			آنتوسیانین گلبرگ (mg/L)
				روز اول	روز سوم	روز ششم	
ورمی‌کمپوست (۲۰٪)	۱۰/۸a	۱bc	۲/٦۸a	٦/۹a	٦/۷bc	۵/۸b	۲۹/٦a
ورمی‌کمپوست (۳۵٪)	۱۱/۰۹a	۱/۰۳ab	۲/٤۱ab	٦/۲b	۷/۱a	٦/۳ab	۲۷/۳b
ورمی‌کمپوست (۵۰٪)	۱۱/۹a	۱/۲۱a	۲/٤۷ab	۵/۵c	۷ab	۵/۹b	۲۸/۸ab
ورمی‌کمپوست (٦۵٪)	۱۲/۰۲a	۱/۰۸ab	۲/۳۹b	٦/٤b	٦/٦c	٦/۷a	۲۷/٦ab
شاهد	۹/٤b	۰/۸٤c	۲/٤b	٦bc	۵/٤d	٤/۸c	۲٤/۷c

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حروف مشابه هستند، براساس آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷. نتایج همبستگی صفات کمی و کیفی گل آذین در گل سوسن هیبرید LA رقم دینامیکس تحت تیمارهای ورمی‌کمپوست

	وزن تر گل	وزن خشک گل	تعداد گل	مواد جامد محلول گلبرگ	آنتوسیانین گلبرگ
وزن تر گل	۱				
وزن خشک گل	۰/۹۲*	۱			
تعداد گل	−۰/۰۸ns	۰/۰۱ns	۱		
مواد جامد محلول گلبرگ	۰/۷۲ns	۰/۵۵ns	۰/۲۲ns	۱	
آنتوسیانین گلبرگ	۰/۶۵ns	۰/۷ns	۰/۶۸ns	۰/۷۱ns	۱

* و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج درصد و عدم اختلاف معنی‌داری در آزمون همبستگی پیرسون است.



شکل ۱. روابط رگرسیونی برخی صفات گل سوسن هیبرید LA با تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست شامل وزن تر و خشک گل، کلروفیل کل و مواد جامد محلول گلبرگ

٤. بحث

گل سوسن به خاک غنی با زهکش مناسب نیازمند است، هرچه ساختار فیزیکی خاک مطلوب‌تر و هوادهی آن بیش‌تر باشد، فعالیت آنزیم‌های خاک و تنظیم‌کننده‌های رشد به‌دلیل افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های ورمی‌کمپوست بیش‌تر می‌شود (Subler *et al.*, 1998). به‌نظر می‌رسد چنین شرایطی در تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست به‌دلیل کوکوپیت و پرلیت بیش‌تر، بهتر

فراهم بوده است که توانسته اکثر پارامترهای رشد گیاه را تقویت کند. مطالعات Yadav *et al.* (2012) روی بسترهای کشت حاوی کمپوست و ورمی‌کمپوست نشان داد که میزان EC بستر خاک با افزایش میزان این کودها افزایش می‌یابد و قابلیت دسترسی گیاهان به آب و مواد مغذی و هم‌چنین رشد گیاهان تحت تأثیر این ویژگی قرار می‌گیرد. نتایج این پژوهش اثرات مثبت ورمی‌کمپوست بر افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک ساقه و برگ را در تیمارهای ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست نشان داد و این در حالی است که تیمار ٦۵ درصد ورمی‌کمپوست بر اکثر صفات رویشی گیاه تأثیر محسوسی نداشته است. با توجه به نتایج مطالعات Yadav *et al.* (2012) بالاتربودن میزان کود در بستر کشت تیمار ٦۵ درصد احتمالاً بر بالابردن EC مؤثر بوده است. از طرفی مطالعات بسیاری تأثیر مواد هیومیکی را بر فیزیولوژی گیاهان با فعالیت شبه‌اکسینی نشان داده‌اند، در واقع اثرات مواد هیومیکی ورمی‌کمپوست‌ها بر جایگاه هدف اکسین‌ها اعمال می‌گردد (Canellas *et al.*, 2002; Quaggiotti*et al.*, 2004). به‌نظر می‌رسد غلظتی از هیومیک اسیدها و تنظیم‌کننده‌های رشد موجود در تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست به میزانی که جذب اندام‌های هوایی شدند، بر رشد و طویل‌شدن وابسته به اکسین سلول‌های برگ و گسترش سطح برگ اثرگذار بودند (Arancon *et al.*, 2011).

بررسی‌های مختلفی اثر محلول‌پاشی هیومیک اسید را بر افزایش میزان کلروفیل در گیاهانی همچون مارچوبه (Tejada, & Gonzalez, 2003) و گندم (Abou-Aly, & Mady, 2009) نشان داده است. مواد هیومیکی در تولید متابولیت‌های نورساختی فتوسنتز مثل کلروفیل نقش دارند (Salman *et al.*, 2005). مطالعات مولکولی انجام‌شده بر روی گیاه *Chrysanthemum morifolium* رقم Jinba نشان داد مواد هیومیکی موجب افزایش کلروفیل و بهبود ساختار تیلاکوئیدهای کلروپلاست می‌گردند که نتیجه آن تسریع جذب فوتون‌های نور، انتقال و تبدیلات آن و در نهایت افزایش فتوسنتز خالص گیاه بود (Fan *et al.*, 2014). در ضمن، مواد هیومیکی ورمی‌کمپوست مثل تنظیم‌کننده‌های رشد عمل می‌کنند و با خواص شبه سیتوکینینی خود می‌توانند موجب تثبیت سبزینه برگ‌ها و جلوگیری از پیری برگ گردند (Nardi*et al.*, 2002). به‌نظر می‌رسد در پژوهش حاضر هورمون‌های تولیدشده از میکروارگانیسم‌های ورمی‌کمپوست و مواد هیومیکی به میزانی که در اختیار برگ قرار گرفتند، بر تولید کلروفیل و بهبود ساختار کلروپلاست و در نهایت فتوسنتز مؤثر واقع شدند تا جایی که بیش‌ترین غلظت تیمار ورمی‌کمپوست (تیمار ٦۵ درصد) بیش‌ترین مقدار کلروفیل و سرسبزترین برگ‌ها را داشت. در این پژوهش نتایج رگرسیونی مربوط به کلروفیل (شکل ۱)، اثر مثبت افزایش درصد ورمی‌کمپوست خاک را بر افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها تأیید می‌کند.

برگ‌ها محل انجام فرآیندهای فتوسنتزی و تولید کربوهیدرات‌های ضروری از جمله ساکارز هستند که جهت تغذیه بافت‌های غیرفتوسنتزکننده‌ای مثل گلبرگ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند (Van Doorn, 2004). بنابراین تشدید فعالیت‌های متابولیکی، رشد و تولید بیش‌تر برگ می‌تواند انتقال بیش‌تر این مواد را به گل‌ها به‌عنوان یک اندام مصرف‌کننده به‌دنبال داشته باشد. در سال ۲۰۱۵ مطالعات پژوهش‌گران بر روی گل‌های شاخه بریدنی *Chrysanthemum morifolium* تحت تأثیر تیمار هیومیک اسید نشان داد که میزان قندهای محلول و پروتئین‌های برگ این گیاه در اثر تیمار هیومیک اسید افزایش قابل‌توجهی داشته است که مرتبط با افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه تحت این شرایط بوده است (Fan *et al.*,

2015). در این پژوهش افزایش پروتئین و مواد خشک برگ در اکثر تیمارهای ورمی‌کمپوست و افزایش مواد جامد گلبرگ در کلیه تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست به‌خصوص در روزهای سوم و ششم مشاهده شد که می‌تواند مرتبط با افزایش فتوسنتز و انتقال تولیدات برگی در زمان رشد تحت این شرایط باشد. نتایج جدول ٤ که بیانگر همبستگی مثبت میزان پروتئین برگ و وزن خشک برگ است، مؤید این مطلب است. هم‌چنین نتایج بررسی رگرسیونی صفات در این پژوهش (شکل ۱) که نشان‌دهنده وابستگی ماده خشک گل و مواد جامد محلول گلبرگ به افزایش درصد ورمی‌کمپوست خاک است، نیز تأثیر مواد هیومیکی را بر افزایش تولید و انتقال محصولات فتوسنتزی بهتر نشان می‌دهد.

در سال ۲۰۰۸ مطالعات پژوهش‌گران نشان داد که در هر سه نوع ورمی‌کمپوست گاوی، کاغذی و غذایی، تعداد گل‌های اطلسی با کاهش میزان ورمی‌کمپوست بستر کشت افزایش یافته است، به‌طوری‌که در تیمارهای ۲۰ و ۳۰ درصد ورمی‌کمپوست این افزایش تولید گل نسبت به تیمارهای ٦۰ و ۷۰ درصد ورمی‌کمپوست معنی‌دار بوده است (Arancon*et al*., 2008). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش حاضر مبنی بر تولید گل بیش‌تر در غلظت‌های کم‌تر ورمی‌کمپوست خاک (تیمار ۲۰ درصد) نسبت به غلظت‌های بالای آن همخوانی دارد.

مطالعات Fan *et al*. (2015) نشان داد که گل‌های داودی (*Chrysanthemum morifolium*) تحت تیمار با هیومیک اسید وزن تر بیش‌تری نسبت به تیمار با NPK و تیمار شاهد داشتند و هم‌چنین گل‌های تحت تیمار با هیومیک اسید پس از برداشت تأخیر معنی‌داری در کاهش وزن تر خود نسبت به NPK و شاهد نشان دادند. در واقع زمانی‌که گیاه قادر باشد مقادیر قابل‌توجهی از مواد هیومیکی را به اندام‌های هوایی انتقال دهد، این مواد قادرند در حفظ رطوبت و شادابی و هم‌چنین جلوگیری از پژمردگی گل‌ها مؤثر باشند. در این پژوهش افزایش معنی‌دار وزن تر گل در کلیه تیمارهای ورمی‌کمپوست مبین اثر مثبت مواد هیومیکی بر طراوت و شادابی گل‌هاست که با نتایج Fan *et al*. (2015) مطابقت دارد.

Benvenuti *et al*. (2016) با بررسی رابطه بین مقدار آنتوسیانین گلبرگ‌ها و فعالیت آنتی‌اکسیدانی ۱۲ گونه از گیاهان گلدار مشاهده کردند که رنگ گلبرگ‌ها نه تنها معرف میزان آنتوسیانین گلبرگ است، بلکه بیانگر قدرت آنتی‌اکسیدانی آنها نیز می‌باشد، به‌طوری‌که در گل اطلسی (*Petania hybrida*) ارقام با گل‌های قرمز و صورتی فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نسبت به رقم سفید داشتند. در این گیاهان بخشی از فعالیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به آنتوسیانین‌ها بود. با توجه به نقشی که ورمی‌کمپوست در تقویت گیاهان و افزایش مقاومت آنها از طریق تقویت فعالیت آنتی‌کسیدانی ایفا می‌کند، به‌نظر می‌رسد غلظت بالاتر آنتوسیانین گلبرگ‌ها در کلیه تیمارهای ورمی‌کمپوست به‌دلیل شرایط مناسب‌تر گیاهان در این تیمار و فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی‌تر آن برای مقابله با فرآیند پیری باشد (Fan *et al*., 2015).

۵. نتیجه‌گیری

بررسی کلی صفات رویشی و زایشی گل سوسن در تیمارهای مختلف ورمی‌کمپوست، نکاتی را درباره اهمیت کاربردی استفاده از این کود در مطالعات گلخانه‌ای روشن می‌سازد. مقایسه وزن تر اندام ساقه، برگ و گل در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد تأثیر تیمار ۲۰ درصد ورمی‌کمپوست و مواد هیومیکی آن بر حفظ رطوبت، طراوت و شادابی اندام‌های هوایی گل بیش‌تر از سایر

تیمارها بوده است. به‌طوری‌که در این تیمار هر سه اندام برگ و ساقه و گل افزایش وزن تر معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. در تیمارهای ۳۵ و ۵۰ درصد افزایش وزن تر در برگ و گل معنی‌دار بود و در تیمار ٦۵ درصد تنها گل‌ها طراوت و شادابی معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. به‌نظر می‌رسد سطوح پایین تر ورمی‌کمپوست با تقویت برخی صفات مرفولوژیک مثل سطح برگ (تیمار ۲۰، ۳۵ و ۵۰ درصد) و تعداد گل (تیمار ۲۰ درصد) علاوه بر حفظ رطوبت و شادابی گل‌ها جهت پرورش این گل‌های شاخه‌بریده تیمارهای مناسب‌تری باشند. پارامترهای فیزیولوژیک اندازه‌گیری‌شده مثل میزان آنتوسیانین، کلروفیل، مواد جامد محلول گلبرگ در کلیه تیمارهای ورمی‌کمپوست افزایش تولید بیش‌تر این مواد را نسبت به شاهد نشان داد. باتوجه به این‌که کلیه صفات رویشی و زایشی در تیمار ۲۰ درصد افزایش رشد و تولید قابل‌توجهی داشت، به‌نظر می‌رسد تیمار ۲۰ درصد مناسب‌ترین تیمار برای پرورش با کیفیت‌ترین گل‌های شاخه بریدنی سوسن است.

۵. تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان وجود ندارد.

٦. منابع

Abou-Aly, H.E., & Mady, M.A. (2009). Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. *Annals of Agricultural Sciences*. *47*(1), 1-12.

Anderson, N.O. (2007). *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st century.* Springer, Netherlands.

Arancon, N.Q., Edwards, C.A, Babenko, A. Cannon, J. Galvis, P., & Metzger, J.D. (2008). Influences of vermicomposts produced by earthworms and microorganisms from cattle manure, food waste and paper waste, on the germination, growth and flowering of petunias in the greenhouse. *Applied Soil Ecology*. 39, 91-99. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2007.11.010

Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Webster, K.A., & Buckerfield, J.C. (2011). The potential of vermicomposts as plant growth media for greenhouse crop production. In: Edwards, C.A., Arancon, N.Q., Sherman, R. (Eds.) *Vermiculture Technology* (pp. 103-128). CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Armitage, A.M., & Laushman, J.M. (2008). *Specialty Cut Flowers: The Production of Annuals, Perennials, Bulbs and Woody Plants for Fresh and Dried Cut Flowers.* (2nd ed.). Timber Press, USA.

Benschop, M., Kamenetsky, R., Le Nard, M., Okubo, H., & De Hertogh, A. (2010). The global flower bulb industry: Production, utilization, research. *Horticulture Review*, *36*, 1-115. https://doi.org/10.1002/9780470527238.ch1

Benvenuti, S., Bortolotti, E., & Maggini, R. (2016). Antioxidant power, anthocyanin content and organoleptic performance of edible flowers. *Scientia Horticulturae*. *199*, 170-177. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.052

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analitical Biochemistry*, *72*, 284-254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Canellas, L.P., Olivares, F.L., Okorokova-Façanha, A.L., & Façanha, A.R. (2002). Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H^+-ATPase activity in maize roots. *Plant physiology*. *130*(4), 1951-1957. https://doi.org/10.1104/pp.007088

Datta, Sh., Singh, JA., Singh, JO., Sharanpreet Singh, Sh., & Singh, SI. (2018). Assessment of genotoxic effects of pesticide and vermicompost treated soil with *Allium cepa* test. *Sustainable Environment Research*, 28, 171-178. https://doi.org/10.1016/j.serj.2018.01.005

Edwards, C.A., & Arancon, N.Q. (2004). *The use of earthworms in the breakdown of organic wastes to produce vermicomposts and animal feed protein.* In: C.A. Edwards (Ed.), *Earthworm Ecology* (pp. 345-438). CRC Press, Boca Raton, FL, USA.

Fan, H.M., Wang, X.W., Sun., X., & Li, Y.Y. (2014). Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum. *Scientia Horticulturae*, 177, 118-123. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.05.010

Fan, H.M., Li, T., Sun, X., Sun, X.Z., & Zheng, C.S. (2015). Effects of humic acid derived from sediments on the postharvest vase life extension in cut chrysanthemum flowers. *Postharvest Biology and Technology. 101*, 82-87. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.09.019

Gajalakshmi, S., & Abbasi S.A. (2002). Effect of the application of water hyacinth compost and vericompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia* and on several vegetables. *Bioresource Technology*. *85*, 197-199. https://doi.org/10.1016/S0960-8524(02)00096-2

Giusti, M.M., & Wrolstad, R.E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. *1*, F1.2.1-F1.2.13. https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00

Hidlago P.R., Matta, F.B., & Harkess R.L. (2006). Physical and chemical properties of substrates containing earthworm castings and effects on marigold growth. *Horticulture Science*, *41*, 1474-1476. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.416.1474

Lichtenthaler, H.K., & Lester Packer, R.D. (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Method in Enzymology*, *148*, 350-382. https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1

Mashahiri, H., & Hassanpour Asil, M. (2018). Evaluation of gibberellic acid and humic acid on morpho-physiological indices and vase life of cut flower daffodil (*Narcissus pseudonarcissus*). Journal of Plant Production Research, *24*(4), 79-92. https://doi.org/10.22069/JOPP.2018.12763.2149 (In Persian)

Nardi, S.D., Pizzeghello, A., Muscolo, &. Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biochemistry*. *34*(11), 1527-1536. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8

Parandian, F., & Samavat, S. (2012). Effects of fulvic acid and humic acid on anthocyanin soluble sugar, α-amylase enzyme and some micro-nutriant elements in Lilium. *International Research Journal of Applied and Basic Science*. *3*(5), 924-929.

Peterse, A. (2010). *Dutch lily breeding: Past, present and future*. Presentation at Lilytopia. Longwood Gardens, Kennett Square, PA, USA.

Quaggiotti, S., Ruperti, B., Pizzeghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V., & Nardi, S. (2004). Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany*. *55*(398), 803-813. https://doi.org/10.1093/jxb/erh085

Salman, S.R., Abou-hussein, S.D., Abdel-Mawgoud A.M.R., & El-Nemr, M.A. (2005). Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. *Journal of Applied Sciences Research, 1*(1), 51-58.

Seyedi, N., Mohammadi Torkashvand, A., & Allayari, M.S. (2013). Investigating effect of calcium concentration under hydroponic condition on quantitative and qualitative growth of Lilium. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants. 3*(1), 19-24.

Subler, S., Edwards, C.A., & Metzger, J. (1998). Comparing vermicomposts and composts. *Biocycle*, 39, 63-66.

Suthar, S. (2009). Impact of vermicompost and composted farmyard manure on growth and yield of garlic (*Allium sativum* L.) field crop. *International Journal of Plant Production. 3*(1), 27-38.

Tejada, M., & Gonzalez, J.L. (2003). Influence of foliar fertilization with amino acids and humic acids on productivity and quality of asparagus. *Biological Agriculture and Horticulture*, *21*(3), 277-291. https://doi.org/10.1080/01448765.2003.9755270

van Doorm, W.G. (2004). Is petal senescence due to sugar starvation? *Plant Physiology*, *134*, 35-42. https://doi.org/10.1104/pp.103.033084

van Tuyl, J.M., & Arens, P. (2011). Lilium: Breeding history of the modern cultivar assortment. *Acta Horticulture*, *900*, 223-230. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.900.27

Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., & Wong, M.H. (2005). Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*. *125*, 155-166. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.07.003

Yadav, K.D., Tare, V., & Ahammed, M.M. (2012). Integrated composting–vermicomposting process for stabilization of human faecal slurry. *Ecological Engineering*, *47*, 24-29. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.06.039