

**تأثیر محلول‌های غذایی و ورمی کمپوست بر رشد و گلدهی گل شیپوری
(*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure) در کشت بدون خاک**

نیلوفر رجایی^۱، معظم حسن پور اصیل^{۲*}، جمالعلی الفتی^۳ و اکبر نورسته نیا^۴
 ۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 ۴. دانشیار، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
 (تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۹/۱۶ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۲۹)

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر محلول‌های مختلف غذایی و ورمی کمپوست بر رشد و گلدهی گل شیپوری گلدانی به صورت طرح اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در بسترهای کشت بدون خاک انجام شد. آزمایش با ۱۶ تیمار شامل ۴ نوع محلول غذایی کوئیک تغییر یافته و ۴ نوع بستر کشت حاوی ورمی کمپوست بود که در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۴ گلدان انجام شد. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای مختلف از نظر طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ، تعداد گل، طول و عرض چمچه، طول ریشه، طول دوره گلدهی، ماندگاری گلدانی، میزان کلروفیل‌های a، b و کل و آنتوسیانین چمچه وجود داشت. بیشترین تعداد برگ و میزان سبزینه‌های برگ در اثر محلول غذایی یک و ورمی کمپوست ۵ درصد به دست آمد. بیشترین طول ریشه در اثر محلول غذایی ۲ و ورمی کمپوست ۵ درصد مشاهده شد. تیمار با محلول غذایی ۲ و ورمی کمپوست ۱۵ درصد بیشترین طول دوره گلدهی را نشان داد. ماندگاری گلدانی گل در اثر محلول غذایی ۱ و بدون ورمی کمپوست بیشتر از سایر تیمارها بود. بیشترین تعداد گل در اثر محلول غذایی ۴ و ورمی کمپوست ۵ درصد مشاهده شد. میزان آنتوسیانین در اثر محلول غذایی ۴ و ورمی کمپوست ۱۰ درصد بالاتر از تیمارهای دیگر بود. بیشترین قطر ساقه نیز در اثر تیمار محلول غذایی ۲ و ورمی کمپوست ۱۵ درصد ایجاد شد. همچنین نتیجه‌گیری شد که محلول غذایی ۱ به دلیل دارا بودن بیشترین نیترات آمونیم نسبت به سایر محلول‌ها، بر صفات رویشی برگ‌ها تأثیر گذار بود و محلول غذایی ۲ به دلیل دارا بودن بیشترین نیترات پتاسیم نسبت به دیگر محلول‌ها، بر صفات زایشی تأثیر معنی‌داری داشت.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، چمچه، عناصر غذایی، کلسیم نیترات، کلروفیل.

**Effect of nutrient solutions and vermicompost on growth and flowering of calla lily
(*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure) in soilless culture**

Niloufar Rajaei¹, Moazzam Hassanpour Asil^{2*}, Jamal-Ali Olfati³ and Akbar Norastehnia⁴

1, 2, 3. Ph. D. Candidate, Professor and Associate Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

4. Associate Professor, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(Received: Dec. 07, 2019- Accepted: Dec. 19, 2020)

ABSTRACT

The effect of nutrient solutions on the growth, development and flowering of calla lily was studied in a split plot design with completely randomized blocks design in soilless media cultures. The experiment was conducted with 16 treatments including four kinds of changed Quick nutrient solutions and four media cultures containing vermicompost and three replications and every replication included four pots. Results showed significant differences among different treatments regarding stem length, number of leaves, leaf area, number of flowers, spathe length, spathe width, root length, flowering period, pot life, amount of chlorophylls a, b, total and spathe anthocyanins. The highest number of leaves and the most amount of leaf chlorophylls resulted under the influence of nutrient solution 1 and vermicompost 5%. The highest root length resulted under the effect of nutrient solution 2 and vermicompost 5%. Treatment with nutrient solution 2 and vermicompost 15% showed the longest flowering period. Pot life of flower was longer than other treatments under the influence of nutrient solution 1 and without vermicompost. The highest number of flowers were seen as a result of nutrient solution 4 with vermicompost 5%. The amount of anthocyanins under the effect of nutrient solution 4 and vermicompost 10% was higher than other treatments. The largest stem diameter was obtained from nutrient solution 2 and vermicompost 15%. Also, it was concluded that nutrient solution 1 was more effective on vegetative characteristics of leaves because of having the most ammonium nitrate compared to other solutions and nutrient solution 2 had a significant effect on producing characteristics because of having the most potassium nitrate compared to other solutions.

Keywords: Anthocyanin, chlorophyll, calcium nitrate, nutrient elements, spathe.

* Corresponding author E-mail: hassanpour1@gmail.com

مقدمه

گل شیپوری (*Zantedeschia pentlandii*) گیاهی بسیار جذاب از تیره آراسه (Aracea) است که بومی آفریقای جنوبی بوده و به عنوان گیاه گلدانی در آب و هوای معتدل تا نیمه گرمسیری رشد کرده و بسیار پر طرفدار می‌باشد. این گونه شیپوری‌ها رنگی‌اند که در طول تابستان گل می‌دهند و در زمستان شاخه و برگ آن‌ها به طور کامل پیر می‌شوند (Dole, 2003) اندام ذخیره به صورت یک ساقه زیر زمینی فشرده و به شکل ژوخه (Tuber) است، در صورتی‌که در شیپوری‌های سفیدرنگ (*Zantedeschia aethiopica*)، اندام ذخیره به صورت نیساک (Rhizome) است (Funnell et al., 2002). کشت بدون خاک، در چند دهه اخیر به طور چشمگیری پیشرفت کرده و مسایل مربوط به کیفیت تولیدات کشاورزی خارج از فصل را برطرف نموده است (Savvas et al., 2013). تامین محلول غذایی برای گیاهان به جهت بهینه کردن تغذیه محصول، نه تنها در کشت بدون خاک، بلکه در کشت حاکی گلخانه‌ای به صورت یک کار معمول در آمده است. از مزایای این سیستم، یکنواختی کاربرد مواد غذایی و آب برای گیاه است، بنابراین هدر رفت کاهش یافته و شرایطی نزدیک به حالت رشد ایده آل برای گیاه فراهم می‌آید (Savvas et al., 2013).

در تغذیه گیاه نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس باشد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تناسب میان همه عنصرهای غذایی اهمیت زیادی دارد. نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی پرمصرف است که گیاهان به آن پاسخ متفاوت می‌دهند و کنترل نیتروژن در محلول‌های غذایی به دو عامل غلظت و نوع منبع نیتروژن بستگی دارد (Babalar et al., 2018). طول دوره رشد رویشی در گیاه شیپوری به شدت تحت تأثیر کوددهی قرار می‌گیرد. با تامین میزان کود کم نیتروژن و پتاسیم، برگ‌های کمتر و کوچک‌تر با وزن خشک کمتر تولید می‌شود که نیاز به زمان بیشتری برای توسعه و گلدهی دارد. همچنین با افزایش نسبت آمونیوم به تیترا، زمان جوانی کوتاه‌تر و اندازه برگ‌ها بزرگ‌تر می‌شود و در پی آن گلدهی در شیپوری سریع‌تر رخ می‌دهد و امروزه بررسی کمی برای تعیین

نسبت‌های دقیق عنصرها صورت گرفته است (Carneiro et al., 2015). در نتایج تحقیق گزارش گردید که با کاربرد آمونیوم و تیترا به ویژه با نسبت ۸:۱ در محلول‌های غذایی ویژگی‌های رشد و گلدهی گیاه آنتوریم گلدانی (*Anthurium andreanum*. cv.) (Lentini Red) نسبت به دیگر محلول‌های غذایی بهتر است (Fathollahi et al., 2017).

کیفیت گل، یکی از مهمترین خصوصیات در صنعت گل گلدانی است که با کاربرد مواد غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و برای حضور در بازار رقابت جهانی کیفیت، نقش حیاتی را ایفاء می‌کند. همچنین تامین تلفیقی درشت مغذی‌ها به همراه عناصر کم مصرف در مقادیر کافی و استفاده در زمان‌های مناسب یکی از مهمترین فاکتورهایی است که رشد گیاه را در محصولات گل‌دار کنترل می‌کند (Ganesh & Kannan, 2013). کمبود مواد غذایی سبب اختلالات متابولیکی مانند کاهش رشد و زرد شدن گیاه می‌گردد، تولید و کیفیت ساقه گل‌دهنده در گل شیپوری هدف اصلی کاربرد کوددهی متعادل می‌باشد (Almeida et al., 2012). جذب عناصر غذایی تحت تأثیر عوامل مختلفی مثل شرایط محیطی، آبیاری، نوع کود مصرفی و روش‌های کاربرد کود قرار می‌گیرند. بنابراین ضروری است تا اطلاعات کاملی در مورد نیازهای تغذیه‌ای گیاهان به منظور اجتناب از هدر رفت عناصر غذایی داشته باشیم، زیرا تطابق تقاضای عناصر غذایی توسط گیاه و تامین آن، هزینه تولید و نیز خطر آلودگی آب و محیط را کاهش می‌دهد (Nabavi Mohajer et al., 2019). تغذیه گیاهان با آمونیوم یا ترکیب آن با نیترا منجر به تولید بیشتر سبزینه (کلروفیل) برگ و انباشته شدن میزان بیشتر نیتروژن و همچنین کاهش میزان کاتیون‌های کانی موجود در برگ نسبت به تغذیه با نیترا به تنهایی شد (Fathollahi et al., 2017).

نیتروژن اصلی‌ترین عنصر مورد نیاز گیاهان هست که با دو فرم نیترا و آمونیومی در اختیار گیاهان قرار می‌گیرد. مقدار بهینه نیتروژن برای گیاه با استفاده بهینه از این دو منبع ایجاد می‌شود و با توجه به اینکه آمونیوم مستقیماً وارد چرخه ساخت پروتئین‌ها می‌شود و به انرژی متابولیسمی کمتری نیاز دارد بهینه بودن مقدار آن می‌تواند در راندمان استفاده از نیتروژن

نتایج تحقیق قبلی نشان داد که استفاده از مقادیر مختلف ورمی کمپوست، سبب افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر برگ، طول ریشه، محتوای کلروفیل و مواد جامد محلول گردید (Mohammadi *et al.*, 2014). برای بررسی تأثیر الگوهای مختلف تغذیه‌ای بر رشد و گلدهی شیپوری گلدانی در شرایط بدون خاک، الگوهای اندکی آزمایش شده است و محققان توصیه کردند که عنصرهای غذایی مختلف با نسبت‌های متفاوت برای افزایش عملکرد و کیفیت گیاه یاد شده و کاهش میزان کودهای مصرفی با افزایش کارایی مصرف، آزمایش شود (Carneiro *et al.*, 2015). در حال حاضر تولیدکنندگان شیپوری گلدانی، برخی از فرمول‌های غذایی را استفاده می‌کنند که برای افزایش کارایی تولید محصول نیاز است ولی باید مناسب بودن این فرمول غذایی مورد بررسی قرار گیرد تا فرمول مناسب برای تولید کنندگان این گل با ارزش توصیه گردد. بنابراین آزمایش حاضر با هدف مطالعه چهار نوع محلول غذایی مختلف و چهار مقدار ورمی کمپوست بر رشد و گلدهی گل شیپوری گلدانی در کشت بدون خاک انجام شد تا بهترین نوع تغذیه این گل ارزشمند در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش از دی‌ماه ۱۳۹۶ تا خردادماه ۱۳۹۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان انجام شد. ژوخه‌های F₁ گل شیپوری رقم Allure با گل‌های قرمز رنگ از وارد کننده قابل اعتماد تهیه شدند و در گلدان‌های با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر که حاوی مخلوطی از کوکوپیت و پرلیت به نسبت ۲:۱ و با صفر (شاهد)، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد از ورمی کمپوست غنی شده بودند و کشت یک ژوخه در هر گلدان انجام شد. طراحی محلول‌های غذایی بر پایه محلول غذایی کوئیک و بررسی منابع مربوط به تغذیه شیپوری بود (Carneiro *et al.*, 2015). این آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور محلول‌های غذایی و ورمی کمپوست در بسترهای کشت بدون خاک و با ۱۶ تیمار (چهار نوع

تأثیر زیادی داشته باشد (Ebrahimzadeh., 2011). در خاک‌های خشک، به دلیل فرآیند نیتراته شدن (نیتریفیکاسیون)، آمونیوم کمتر یافت میشود که عکس این پدیده در خاکهای مرطوب صادق است (Kronzucker *et al.*, 1997). از سوی دیگر گیاه با مصرف انرژی کمتری نسبت به نیترات، آمونیم جذب می‌کند (Gerendas *et al.*, 1997). برای اغلب گیاهان، تغذیه با مخلوطی از این دو شکل نیتروژن کانی بهتر از کاربرد جداگانه آنهاست، اما نسبت‌های بهینه میزان نیترات به آمونیوم بستگی به گونه گیاهی، شرایط محیطی، مرحله نمو و میزان نیتروژن فراهم شده دارد (Zou *et al.*, 2005).

Wang (2008) در آزمایشی با کاربرد نسبت‌های مختلف نیترات به آمونیوم در محلول‌های غذایی گیاهچه‌های ارکیدۀ فالنوپسیس *Phalaenopsis blume* در بستر بدون خاک نشان داد که چنانچه نسبت نیترات به آمونیوم ۵۰ درصد یا بیشتر باشد، دوره رشد رویشی این گیاه کوتاهتر میشود و همچنین طول و عرض پهنک برگ و سطح برگ افزایش می‌یابد. در تحقیقی (Konnerup *et al.*, 2009) با کاربرد منابع مختلف نیتروژن کانی در تغذیه گیاه اختر (*Canna indica*) نشان دادند، تغذیه گیاهان با آمونیوم یا ترکیب آن با نیترات، منجر به تولید بیشتر سبزینه برگ و انباشته شدن میزان بیشتر نیتروژن، همچنین کاهش میزان کاتیون‌های کانی موجود در برگ نسبت به تغذیه با نیترات به تنهایی شد.

ورمی کمپوست یک کود بیوارگانیک شامل مخلوطی بسیار فعال از باکتری‌ها، آنزیم‌ها و بقایای گیاهی می‌باشد که سبب ادامه عمل تجزیه مواد آلی و افزایش فعالیت‌های میکروبی در بستر کشت گیاه می‌گردد (Rakesh *et al.*, 2014). ورمی کمپوست دارای عناصر مختلف کم‌مصرف و پرمصرف مورد نیاز گیاه است و همه عناصر موجود در ورمی کمپوست به شکل قابل استفاده و محلول در آب هستند. یکی از دلایل قابلیت جذب بیشتر عناصر غذایی توسط گیاه در ورمی کمپوست به دلیل خاصیت تامپونی این ماده است که از تغییرات بیش از حد pH در خلال جذب عناصر توسط گیاه جلوگیری می‌کند (Arancon *et al.*,

آبیاری با محلول‌های غذایی به مدت حدود شش ماه صورت گرفت. با توجه به اینکه از سیستم باز استفاده شد میزان زه‌آب اندازه‌گیری نشد، زیرا این خطر وجود داشت در صورت جمع‌آوری زه‌آب در زیر گلدانی پوسیدگی ژوخه‌ها اتفاق افتد. صفات مورفولوژیکی شامل طول ساقه و طول و عرض برگ و طول و عرض چمچه گل و طول بلندترین ریشه توسط خط کش اندازه‌گیری شد. قطر ساقه به وسیله کولیس ورنیه به دست آمد. تعداد برگ و تعداد گل شمارش شد. همچنین سطح برگ به وسیله دستگاه سطح سنج (Leaf area meter) اندازه‌گیری شد و طول دوره گلدهی و ماندگاری گلدانی گل بر اساس شمارش روز اندازه‌گیری شد.

صفات فیزیولوژیکی شامل میزان کلروفیل برگ با استفاده از روش Arnon (1967) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۱ گرم برگ از هر نمونه با ازت مایع ساییده شد و ۱ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به آن اضافه گردید و با دور ۱۲۰۰۰ سانتریفیوژ شد. سپس عصاره حاصل از هر نمونه را داخل لوله آزمایش جداگانه ریخته شد و با ۱ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد.

محلول غذایی مختلف و چهار مقدار ورمی‌کمپوست) در ۳ تکرار انجام شد و هر تکرار شامل چهار گلدان بود. تغذیه ژوخه‌ها با چهار نوع محلول غذایی مختلف تا پایان دوره رشد گیاهان که ۶ ماه بود، صورت گرفت. غلظت عناصر غذایی ماکرو در چهار نوع محلول غذایی، ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست و میزان عناصر موجود در ورمی‌کمپوست و بسترهای کشت مورد استفاده در جدول‌های ۱ تا ۳ نشان داده شده است. محلول‌های غذایی از نظر میزان نیترات و پتاسیم متفاوت هستند (Fathollahi *et al.*, 2017). محلول شماره ۱ به محلول پایه کوئیک نزدیک تر است و متناسب با اطلاعات پایه‌ای کمی تغییر یافت و به عنوان شاهد استفاده شد.

پیش از استفاده از بستر کشت خصوصیات آن تعیین شد دو هفته بعد از کشت زمانی که ژوخه‌های کشت شده در گلدان‌ها به اندازه ۱۰ سانتی‌متر رشد کردند محلول‌دهی بر پایه نیاز آبی گیاه و به صورت دستی انجام گرفت. در ابتدای دوره رشد ۱۰۰ سی سی و در زمان گلدهی ۲۰۰ سی سی محلول به گیاهان داده شد. از ابتدای رشد گیاه تا پژمردگی گل‌ها،

جدول ۱. غلظت عناصر غذایی در چهار نوع محلول غذایی.

Table 1. Mineral concentrations in four kinds of nutrition solution.

Salt type (mg/l)	Ammonium nitrate	Sodium chloride	Magnesium sulfate	Di potassium hydrogen phosphate	potassium di hydrogen phosphate	Calcium nitrate	Potassium nitrate	Nitrate: total nitrogen	Ammonium: total nitrogen	pH	EC (dS/m)
Nutritional solution 1	80	11.6	153.6	141.3	285.6	492	489	7/8	1/8	6.79	1.68
Nutritional solution 2	8	11.6	153.6	141.3	285.6	492	635.7	7/7.1	0.1/7.1	6.74	1.76
Nutritional solution 3	40	5.8	76.8	70.65	142.8	246	244.5	3.5/4	0.5/4	6.96	1.24
Nutritional solution 4	4	5.8	76.8	70.65	142.8	246	317.85	3.5/3.55	0.05/3.55	6.98	1.23

جدول ۲. ویژگی‌های شیمیایی ورمی‌کمپوست.

Table 2. Chemical characteristics of vermicompost.

P (%)	K (%)	N (%)	Mg (%)	Ca (%)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	OM (%)	OC (%)	pH	EC (dS/m)
0.61	0.73	1.3	0.26	1.61	39	636	116	2986	41.35	23.98	6.6	2.45

جدول ۳. میزان عناصر غذایی بسترهای کشت.

Table 3. Amount of nutritional elements of media cultures.

Samples	Fe (mg/kg)	Mg (%)	Ca (%)	K (%)	P (%)	N (%)
Vermicompost 5%	646	0.46	0.17	1.01	0.37	0.26
Vermicompost 10%	889	0.49	0.19	1.04	0.37	0.81
Vermicompost 15%	863	0.45	0.17	1.07	1.25	0.79
Cocopeat + perlite	330	0.64	0.23	0.98	0.12	0.41

از شوفاژ در هوای سرد و کولر در هوای گرم استفاده شد. رطوبت نسبی 70 ± 5 درصد بود. برای حفظ رطوبت نسبی محیط گلخانه در هوای گرم، آب پاشی کف گلخانه صورت گرفت. برای تامین نیاز نوری در گلخانه، نور فلورسنت با شدت ۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه تنظیم گردید (Carneiro et al., 2015).

روش اندازه‌گیری هیومیک اسید

ابتدا ۱۰ گرم از ورمی‌کمپوست مورد آزمایش را وزن کرده به آن ۵۰ سی‌سی سود (NaOH) اضافه گردید و در ارلن ریخته و به مدت ۲۴ ساعت تکان داده شد و سپس در دو فالکون ریخته و در دور ۷۰۰۰ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ گردید و سطح رویی را در ارلن ریخته و دوباره با ۵۰ سی‌سی آب مقطر بالانس گردید و برای ۱۰ دقیقه با ۵۰۰۰ دور در دقیقه تکان داده شد. اسیدیته محلول را با کمک اسید کلریدریک ۶ نرمال به ۲ رسید. دوباره محلول بالانس شده، سانتریفیوژ گردید و محلول رویی دور ریخته شده و رسوبی که باقیمانده هیومیک اسید است. رسوب در کاغذ صافی، صاف گردیده و در آن در دمای ۴۰ درجه سلسیوس قرار گرفت تا خشک گردد و سپس وزن کاغذ صافی از رسوب کم شد و وزن حاصل میزان هیومیک اسید را نشان داد (Tan, 2014).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

در این تحقیق نتایج و بحث در دو گروه دسته‌بندی شده است.

تأثیر محلول‌های غذایی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل‌شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure)

نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۴) نشان داد که هر دو فاکتور محلول‌های غذایی و درصد‌های مختلف ورمی‌کمپوست بر صفات رویشی و گلدهی گیاه شیپوری در سطوح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد تأثیر معنی‌داری گذاشتند همچنین اثر متقابل محلول غذایی و ورمی‌کمپوست نیز معنی‌دار شد.

مخلوط به‌دست‌آمده به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید و عصاره استونی شفاف رویی جدا شد و پس از قرار گرفتن در تاریکی به مدت نیم ساعت اندازه‌گیری کلروفیل به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در دو طول موج ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر اعداد جذب به دست آمد و در فرمول قرار گرفت تا میزان کلروفیل برگ بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ به دست آید.

= کلروفیل a

$$[12/7 D_{663} - 2/69 D_{645}] \times V/1000 \times W$$

= کلروفیل b

$$[22/9 D_{645} - 4/68 D_{663}] \times V/1000 \times W$$

= کلروفیل کل

$$[20/2 D_{645} + 8/02 D_{663}] \times V/1000 \times W$$

مقدار جذب نور در طول موج ۶۶۳ نانومتر = D_{663}

مقدار جذب نور در طول موج ۶۴۵ نانومتر = D_{645}

V: حجم نهایی عصاره بر حسب میلی لیتر

W: وزن تر بافت مورد استفاده بر حسب گرم

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین‌ها پس از شکوفایی گل ابتدا نیم گرم از چمچه‌های گل‌ها با استفاده از نیتروژن مایع ساییده شدند و حلال مورد استفاده جهت استخراج آنتوسیانین متانول اسیدی بود. برای این منظور از دو بافر با pH متفاوت استفاده گردید. بافر ۱ با pH=1 حاوی کلرید پتاسیم ۰/۲ مولار و اسید کلریدریک ۰/۲ مولار بود و بافر ۲ با pH=4.5 که حاوی استیک اسید ۰/۲ مولار و استات سدیم ۰/۲ مولار بودند. پس از تهیه بافرها، نمونه چمچه‌های گل به مقدار ۰/۲ گرم از نمونه وزن شد و در داخل لوله آزمایش ریخته شد و ۱۰۰۰ میکرولیتر از محلول استخراج به هر لوله اضافه گردید و با دور ۱۰۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. برای هر نمونه، محلول روشن‌آور جدا شده و به صورت جداگانه با بافرهای ۱ و ۲ در لوله آزمایش ترکیب شدند و اعداد جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument T80 در دو طول موج ۵۴۱ و ۷۰۰ نانومتر قرائت گردید و میزان آنتوسیانین کل چمچه گل محاسبه شد (Wrolstad, 1976). تعداد واحدهای آزمایشی برای هر آزمایش ۴۸ عدد بود و طول دوره رشد ۶ ماه به طول انجامید. در طول دوره پرورش گیاهان دما 20 ± 5 درجه سلسیوس در روز و 16 ± 4 درجه سلسیوس در شب بود.

مختلف ورمی‌کمپوست بر قطر ساقه گیاه شیپوری نیز تأثیر معنی‌داری گذاشتند، همچنین اثر متقابل محلول غذایی و ورمی‌کمپوست نیز معنی‌دار شد. بیشترین قطر ساقه گل با محلول غذایی دو و ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد با میانگین ۱۸/۱۳ میلی‌متر به دست آمد. بیشترین تعداد برگ در اثر متقابل محلول غذایی ۴ و ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد با میانگین ۴۰/۶۲ مشاهده شد. در گل شب بو تیمار با سولفات پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر تعداد برگ داشت (Salehi et al., 2019). نتایج تحقیق قبلی نشان داد که بیشترین تعداد برگ در محلول غذایی که دارای میزان پتاسیم و نترات به آمونیوم بیشتری نسبت به دیگر محلول‌ها بود مشاهده گردید (Fathollahi et al., 2017). همچنین بیشترین تعداد برگ (۱۲/۳) برگ در گیاه) در گیاه ژبررا رقم استانزا توسط محلول غذایی با میزان نترات بیشتری نسبت به دیگر محلول‌های غذایی مورد استفاده به دست آمد (Khalaj et al., 2016). در گیاه عروسک پشت پرده بیشترین تعداد برگ در ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد مشاهده شد (Mohammadi et al., 2014). در مورد طول دوره گلدهی نیز هر دو فاکتور محلول غذایی و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۴). اثر متقابل محلول غذایی دو و ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد با میانگین ۳۱/۹۰ روز بیشترین طول دوره گلدهی را نشان داد (جدول ۶). در گل لاله با افزایش مقدار آمونیوم، تعداد روز لازم تا به گل رفتن پيازها کاهش یافت و پیش‌رس‌ترین گل‌ها در تیمار محلول غذایی اتفاق افتاد که فسفر بیشتری داشت (Abbasi et al., 2016). ورمی‌کمپوست به دلیل داشتن مواد غذایی و هورمون‌های رشد و هیومیک اسید نقش زیادی در رشد و گلدهی گیاهان دارد و سبب تداوم گلدهی گونه‌های مختلف گیاهان زینتی می‌شود. به نظر می‌رسد با افزایش درصد ورمی‌کمپوست میزان هیومیک اسید نیز افزایش یافته و به این دلیل تیمار ۱۵ درصد ورمی‌کمپوست، طول دوره گلدهی بیشتری را نشان داده است. در صفت ماندگاری گلدهی گل هر دو فاکتور محلول غذایی و ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری داشتند، همچنین اثر متقابل محلول غذایی و ورمی‌کمپوست نیز بر مدت زمان ماندگاری گلدهی مؤثر بود و محلول غذایی یک و ورمی‌کمپوست صفر درصد با میانگین ۳۲/۳۳ روز

تیمارهای مختلف محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر سطح برگ نیز تأثیر معنی‌داری داشتند و اثر متقابل محلول غذایی سه و ورمی‌کمپوست ۵ درصد با میانگین ۶۳/۴۳ میلی‌متر مربع، بیشترین سطح برگ را در بین سایر تیمارها دارا بود (جدول ۵). تأثیر مواد غذایی بر سطح برگ در گل‌های ژبررا (Khosha et al., 2011)، در لیلیوم رقم Navona (Marine et al., 2010) و کوکب رقم رد اسکین (Younis et al., 2014) معنی‌داری بوده است. در پژوهشی دیگر محققان بیان کردند که سطح برگ با کاربرد عناصر غذایی پرمصرف در محلول‌های غذایی مرتبط بوده که احتمالاً به دلیل نقش عنصر پتاسیم در روابط آبی، حفظ تورژسانس و توسعه سلول، به غلظت این عنصر در محلول غذایی وابسته است (Marin et al., 2010; Mengel & Kirby, 2001). بالای درشت مغذی‌ها (نیترژن، پتاسیم و فسفر) سطح برگ را در گیاه ژبررا افزایش می‌دهد (Khosha et al., 2011). بیشترین عرض برگ نیز در اثر متقابل محلول غذایی یک و ورمی‌کمپوست صفر درصد با میانگین ۵/۰۸ سانتی‌متر دیده شد (جدول ۵). بیشترین طول برگ در اثر متقابل محلول غذایی شماره یک و ورمی‌کمپوست صفر درصد با میانگین ۱۳/۶۳ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول ۵). ورمی‌کمپوست بر طول برگ تأثیر معنی‌داری نداشت. محلول غذایی یک به دلیل داشتن میزان نیترژن بیشتری نسبت به سایر محلول‌های غذایی سبب رشد بیشتر برگ و افزایش طول و عرض برگ گردید. با توجه به جدول شماره ۵، بیشترین طول ریشه در اثر متقابل محلول غذایی ۲ و ورمی‌کمپوست ۵ درصد با میانگین ۳۰/۹۰ سانتی‌متر مشاهده شد (جدول شماره ۵). در تحقیقی، بستر ترکیب پرلیت و کوکوپیت باعث ایجاد ریشه‌های طویل شد (Nikrazm et al., 2012). در گیاه عروسک پشت پرده طول ریشه در بستر کوکوپیت-پرلیت افزایش پیدا کرد و در بستر حاوی ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد طول ریشه ۲۴۵/۳ میلی‌متر بیشتر از سایر تیمارها بود (Mohammadi et al., 2014). بر اساس جدول ۵ بیشترین طول ساقه گل در ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد و محلول غذایی یک با مقدار ۱۷/۳۷ سانتی‌متر به دست آمد. با توجه به نتایج حاصل از داده‌های جدول ۵ درمی‌یابیم که محلول‌های مختلف غذایی و درصدهای

بیشترین ماندگاری گلدانی گل را دارا بود (جدول ۴). محلول غذایی یک به دلیل دارا بودن میزان کلسیم بیشتر نسبت به دیگر محلول‌ها سبب ماندگاری بیشتر گل گردیده است. کلسیم نقش مهمی در پایداری و شادابی غشای یاخته ای دارد و فعالیت ای تی پی از گلبرگ‌های مسن را کاهش می‌دهد (Broadley *et al.*, 2012). محلول‌های غذایی بر تعداد گل‌ها تأثیر معنی‌داری داشتند ولی ورمی‌کمپوست بر تعداد گل‌های تولید شده تأثیری نداشت (جدول ۴). اثر متقابل محلول غذایی چهار ورمی‌کمپوست ۵ درصد با میانگین ۶/۱۰ بیشترین تعداد گل را دارا بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد که فسفر حاصل از فسفات پتاسیم در محلول شماره چهار در گلدهی گیاهان تأثیر زیادی دارد. در گل آنتوریوم بیشترین تعداد گل در محلول غذایی ۳ که دارای میزان پتاسیم و نیترات به آمونیوم بیشتری نسبت به دیگر محلول‌ها بود مشاهده گردید (Fathollahi *et al.*, 2017). نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر صفات طول و عرض

چمچه‌های گل اثر معنی‌داری داشتند (جدول ۴). همچنین اثر متقابل محلول غذایی یک و ورمی‌کمپوست پنج درصد با میانگین ۴/۳۱ سانتی‌متر بیشترین عرض چمچه و اثر متقابل محلول غذایی سه و ورمی‌کمپوست ۵ درصد با میانگین ۷/۷۲ سانتی‌متر بیشترین طول چمچه گل را دارا بودند (جدول ۴). سطوح بالای درشت مغذی‌ها (نیتروژن، پتاسیم و فسفر)، قطر گل را در گل سوسن *Lilium LA Hybrid Fangio* افزایش داد (Nabavi Mohajer *et al.*, 2019). در نتایج ما نیز غلظت درشت مغذی‌ها در محلول یک بیشتر است که سبب افزایش عرض چمچه شده است در مورد طول چمچه نیز غلظت نیتروژن بیشتر بوده و وجود مواد غذایی بیشتر در ورمی‌کمپوست نیز سبب افزایش طول چمچه یا چمچه گل شده است. در گل شیپوری افزایش غلظت پتاسیم تأثیر منفی بر طول و عرض چمچه گل داشت در حالی که افزایش نیتروژن و کاهش پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر طول و عرض چمچه گل گذاشت و اثر منفی نداشت (Devecchi *et al.*, 2003).

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد و گلدهی شیپوری گلدانی

(*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure)

Table 4. Results of variance analysis effect of nutrition solutions and vermicompost on growth and flowering characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia aethiopica* cv. Allure).

Source of variation	df	Mean of squares						
		Leaf area	Leaf width	Leaf length	Root length	Stem length	Stem diameter	Number of leaves
Replication(R)	2	0.00 ^{ns}	0.025 ^{ns}	0.87 ^{ns}	0.18 ^{ns}	0.179 ^{ns}	0.49 ^{ns}	0.40 ^{ns}
Nutrition solution(N)	3	491.45 ^{**}	0.93 ^{**}	9.50 ^{**}	41.82 ^{**}	77.40 ^{**}	17.80 ^{**}	97.65 ^{**}
R×N	6	0.24 ^{ns}	0.15 ^{ns}	0.73 [*]	0.26 ^{ns}	0.08 ^{ns}	0.42 ^{ns}	1.53 ^{ns}
Vermicompost (V)	3	129.83 ^{**}	0.43 ^{**}	0.30 ^{ns}	18.62 ^{**}	0.32 ^{**}	3.24 ^{**}	102.33 ^{**}
N×V	9	79.46 ^{**}	0.15 ^{**}	0.615 ^{**}	34.43 ^{**}	7.54 ^{**}	5.12 ^{**}	37.72 ^{**}
Error	24	0.12	0.03	0.26	1.26	1.81	8.01	29.00
CV%	-	0.67	4.06	4.12	4.53	1.96	3.94	3.35

***, **, * ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

***, **, ns: Significantly difference at 1 and 5% of probability level and non-significantly differences, respectively.

ادامه جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد و گلدهی شیپوری گلدانی

(*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure)

Continued table 4. Results variance analysis effect of nutrition solutions and vermicompost on growth and flowering characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia aethiopica* cv. Allure).

Source of variations	df	Mean of squares				
		Flowering Period	Pot life of flower	Number of flowers	Spathe width	Spathe length
Replication(R)	2	0.70 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.19 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.0005 ^{ns}
Nutrition solutions(N)	3	197.69 ^{**}	58.94 ^{**}	4.33 ^{**}	0.16 ^{**}	1.22 ^{**}
R×N	6	0.33 ^{ns}	0.20 ^{ns}	0.07 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.002 ^{ns}
Vermicompost (V)	3	96.93 ^{**}	4.97 ^{**}	0.16 ^{ns}	0.05 ^{**}	0.050 ^{**}
N×V	9	33.65 ^{**}	11.47 ^{**}	2.85 ^{**}	0.07 ^{**}	0.42 ^{**}
Error	24	1.03	0.12	0.30	0.0005	0.002
CV%	-	5.15	1.29	13.83	0.59	0.66

***, **, ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

***, **, ns: Significantly difference at 1 and 5% of probability level and non-significantly differences, respectively.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد گل شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Table 5. Mean comparison effect of nutrition solutions and vermicompost on growth characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Nutrient solutions	Vermicompost (%)	Leaf area (mm ²)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Root length (cm)
Nutrient solution 1	0	50.04 i	5.08 a	13.63 a	17.40 O
Nutrient solution 1	5	59.32 e	4.49 k	12.96 f	24j
Nutrient solution 1	10	50 j	4.11 p	10.82 p	27.10d
Nutrient solution 1	15	41.53 n	4.50 j	11.06 o	22.10m
Nutrient solution 2	0	47.40 k	4.51 i	12.95 e	25.15i
Nutrient solution 2	5	63.05 b	4.36 n	13.31 b	30.90a
Nutrient solution 2	10	55.50	4.77 c	11.86 k	28.25c
Nutrient solution 2	15	47.10 l	4.68 g	11.60 m	22.80
Nutrient solution 3	0	54.53 g	4.11 p	12.80 h	25.30h
Nutrient solution 3	5	63.43 a	4.63 h	13.04 d	25.95g
Nutrient solution 3	10	60.22 d	4.72 f	12.25 i	26f
Nutrient solution 3	15	50.58 h	4.83 b	11.76 l	26.43e
Nutrient solution 4	0	60.48 c	4.50 j	12.92 g	29.03b
Nutrient solution 4	5	57.24 f	4.28 o	13.10 c	22.25l
Nutrient solution 4	10	42.09 m	4.46 l	11.14 n	22.46k
Nutrient solution 4	15	41.35 o	4.43 m	11.87 j	22.15m

* حرف‌های مختلف در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

* Different letters in each column indicate a significant difference at the 5% of probability level.

ادامه جدول ۵. مقایسه میانگین اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد گل شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Continued table 5. Mean comparisons effect of nutrition solutions and vermicompost on growth characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Nutrient solution	Vermicompost (%)	Stem length (cm)	Stem diameter (mm)	Number of leaves
Nutrient solution1	0	16.37 d	13.60 i	30.25 k
Nutrient solution1	5	16.68 c	14.96 f	30.50 j
Nutrient solution1	10	17.37 a	15.53 e	34.62 g
Nutrient solution1	15	16.99 b	14.37 h	31.58 hi
Nutrient solution2	0	14.75 f	15.55 d	25.41
Nutrient solution2	5	16.04 e	15.32 g	37.25 c
Nutrient solution2	10	16 f	15.35 f	33.00 h
Nutrient solution2	15	13.37 h	18.13 a	26.59 n
Nutrient solution3	0	14.49 g	13.56 j	26.75 m
Nutrient solution3	5	11.62 m	16.91 b	27.87 l
Nutrient solution3	10	10.50 n	16 c	37.87 b
Nutrient solution3	15	11.71 l	12.98 n	35.66 f
Nutrient solution4	0	9.21 o	13.24 l	35.16 g
Nutrient solution4	5	12.44 j	13.18 m	36.00 e
Nutrient solution4	10	12.31 k	13.36 k	40.62 a
Nutrient solution4	15	13.14 i	12.70 o	36.25 d

* حرف‌های مختلف در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

* Different letters in each column indicate a significant difference at the 5% of probability level.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های رشد گل شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Table 6. Mean comparison effect of nutrition solutions and vermicompost on growth characteristics of potted calla (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Nutrient solution	Vermicompost (%)	Flowering period (day)	Number of flowers	Pot life (day)	Spathe width (cm)	Spathe length (cm)
Nutrient solution1	0	21.58 e	4.50 e	32.33 a	4.25 c	7 h j
Nutrient solution1	5	23.58 d	3.50 i	26.75 i	4.31 a	7.48 c
Nutrient solution1	10	14.50 o	4.75 d	25.75 k	3.84 m	7.05 i
Nutrient solution1	15	24.60 c	2.75 o	23.87 n	4.03 i	6.10 p
Nutrient solution2	0	19.91 i	5.33 b	29.75 b	4.27 b	6.81 l
Nutrient solution2	5	20.58 f	4.00 e	25.63 k	3.83 n	7.62 b
Nutrient solution2	10	25.25 b	3.16 n	27.25 g	4.23 d	6.97 k
Nutrient solution2	15	31.90 a	3.19 l	22.83 o	4 h	6.62 n
Nutrient solution3	0	14.66 n	3.42 j	28.66 d	4.22 e	6.97 k
Nutrient solution3	5	18.58 j	5.16 c	24.08 l	3.89 k	7.72 a
Nutrient solution3	10	20.50 h	3.81 g	28.50 e	4 h	7.01 g
Nutrient solution3	15	21.19 g	3.97 f	24 m	3.87 l	6.56 o
Nutrient solution4	0	11.23 p	3.78 h	28.33 f	4.25 c	7.29 d
Nutrient solution4	5	15.06 m	6.10 a	29.50 c	4.21 f	6.64 m
Nutrient solution4	10	15.83 l	3.17 m	25.87 j	4.12 g	7.04 f
Nutrient solution4	15	16.90 k	3.38 k	26.83 h	4.01 j	7.06 e

* حرف‌های مختلف در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

* Different letters in each column indicate a significant difference at the 5% of probability level.

برای ساخت سبزینه لازم هستند، می‌تواند منجر به افزایش محتوای سبزینه برگ شود و نیز با افزایش میزان سطح نورساخت، منجر به تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر گردد.

نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد در میان ۴ تیمار مختلف غذایی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و همچنین اثر متقابل آن‌ها از نظر میزان آنتوسیانین چمچه گل شیپوری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. تیمار متقابل محلول غذایی ۴ و ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد با میانگین ۳۹/۹۱ میلی گرم بر گرم وزن تر بیشترین میزان آنتوسیانین را داشت. میزان آنتوسیانین تحت تأثیر مقدار آمونیوم محلول غذایی قرا ر می‌گیرد و محلول غذایی ۴ به دلیل اینکه کمترین میزان نیترات آمونیوم را دارد سبب افزایش میزان آنتوسیانین‌های گلبرگ شد. در گل آنتوریوم میزان آنتوسیانین‌ها در چمچه گل تغذیه شده با محلول غذایی که فاقد آمونیوم بود، بیشتر از باقی تیمارها بود (Fathollahi *et al.*, 2017) هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست باعث افزایش رنگ گل‌ها گردید. ورمی‌کمپوست ۱۵ درصد به دلیل داشتن میزان هیومیک اسید بیشتر نیز سبب بروز میزان آنتوسیانین بیشتری در چمچه‌های گل‌ها گردیده است. همچنین مقدار آنتوسیانین می‌تواند از طریق فاکتورهای مختلفی مانند نور دما و pH تحت تأثیر قرار گیرد. در محلول غذایی ۴، pH از دیگر محلول‌های غذایی بیشتر بود. میزان هیومیک اسید موجود در ورمی‌کمپوست ۵ گرم هیومیک اسید در یک کیلوگرم ورمی‌کمپوست بود.

تأثیر محلول‌های مختلف غذایی و سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure)

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که مقادیر کلروفیل‌های a، b و کل تحت تأثیر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست قرار گرفت و در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داد. اثر متقابل محلول ۲ و ورمی‌کمپوست صفر درصد به ترتیب با میانگین‌های ۰/۳۷، ۰/۲۵ و ۰/۶۱ میکروگرم بر گرم وزن تر بیشترین میزان کلروفیل‌های a، b و کل را بودند (جدول ۸). محلول غذایی ۲ به دلیل دارا بودن میزان نیتروژن کل بیشتر نسبت به دیگر محلول‌های غذایی بر میزان کلروفیل‌های برگ تأثیر مثبت گذاشت و سبب افزایش آنها گردید. در گل سوسن شاخص کلروفیل به طور عمده تحت تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌های غذایی قرار گرفت و افزایش مقدار نیتروژن باعث افزایش این شاخص شده است که با نتایج این آزمایش هماهنگی دارد (Marin *et al.*, 2014). می‌توان بیان کرد که غلظت‌های بیشتر نیتروژن در برگ باعث افزایش سطح برگ در گیاه شده و در ادامه به تولید بیشتر کلروفیل منتهی شده است. در گل آنتوریوم افزایش غلظت پتاسیم محلول‌های غذایی (تیمارهای یک و سه) منجر به افزایش میزان سبزینه‌ها و کاروتنوئیدهای برگ شد (Fathollahi *et al.*, 2017) که این نتیجه با یافته‌های (Veberic *et al.*, 2005) همخوانی دارد. آنها نشان دادند که با افزایش غلظت پتاسیم، شرایط ساخت بیشتر سبزینه و سطح نورساخت افزایش می‌یابد. در واقع پتاسیم با تأثیری که بر جذب آهن و منیزیم دارد که

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شیپوری گلدانی (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Table 7. Results of variance analysis effect of nutrition solutions and vermicompost concentration on biochemical characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Source of variations	df	Mean of squares			
		Chlorophylls a	Chlorophylls b	Total chlorophylls	Anthocyanins concentration
Replication	2	0.001 ^{ns}	0.00005 ^{ns}	0.001 ^{ns}	1.63 ^{ns}
Nutrition solutions(N)	3	0.0073 ^{**}	0.003 ^{**}	0.02 ^{**}	337.73 ^{**}
R×N	6	0.0004 ^{ns}	0.0006 ^{ns}	0.0007 ^{ns}	11.11 ^{ns}
Vermicompost (V)	3	0.012 ^{**}	0.002 ^{**}	0.019 ^{**}	147.02 ^{**}
N×V	9	0.018 ^{**}	0.005 ^{**}	0.04 ^{**}	91.87 ^{**}
Error	24	0.0004	0.0003	0.0009	4.79
CV		7.98	10.67	7.28	9.43

***، *، ns به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

***، *، ns: Significantly difference at 1 and 5% of probability level and non-significantly differences, respectively.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر محلول‌های غذایی و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شیپوری گلدانی.

Table 8. Mean comparison effect of nutrition solutions and vermicompost on biochemical characteristics of potted calla lily (*Zantedeschia pentlandii* cv. Allure).

Nutrient solution	Vermicompost (%)	Chlorophyll a	Chlorophyll b	Total chlorophyll	Anthocyanin
		($\mu\text{g/g}$ FW)	($\mu\text{g/g}$ FW)	($\mu\text{g/g}$ FW)	(mg/g FW)
Nutrient solution1	0	0.35 c	0.21 b	0.56 c	19.17 k
Nutrient solution1	5	0.20 j	0.18 e	0.38 g	24.26 f
Nutrient solution1	10	0.19 j	0.15	0.35 j	25.83 e
Nutrient solution1	15	0.21 i	0.18 e	0.38 g	18.05 m
Nutrient solution2	0	0.37 a	0.25 a	0.61 a	19.30 j
Nutrient solution2	5	0.20 j	0.12 j	0.32 l	20.09 h
Nutrient solution2	10	0.16 k	0.11 k	0.27 n	28.76 c
Nutrient solution2	15	0.30 e	0.16 g	0.46 e	17.96 n
Nutrient solution3	0	0.20 j	0.17 f	0.37 h	14.40 p
Nutrient solution3	5	0.16 k	0.15 h	0.31 m	15.40 o
Nutrient solution3	10	0.28 g	0.13 l	0.42 f	26.82 g
Nutrient solution3	15	0.22 h	0.14 i	0.36 i	27.44 d
Nutrient solution4	0	0.36 b	0.11 k	0.33 k	19.11 l
Nutrient solution4	5	0.22 h	0.20 c	0.57 b	35.30 b
Nutrient solution4	10	0.29 f	0.17 f	0.46 e	39.91 a
Nutrient solution4	15	0.31 d	0.19 d	0.50 d	19.38 i

* حرف‌های مختلف در هر ستون، نشان دهنده تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد می باشد.

* Different letters in each column indicate a significant difference at the 5% of probability level.

ورمی‌کمپوست ۵ درصد بیشترین سطح برگ را ایجاد کرد و میزان آنتوسیانین‌ها در اثر متقابل محلول غذایی چهار و ورمی‌کمپوست ۱۰ درصد بالاتر از تیمارهای دیگر بود. همچنین محلول غذایی چهار و ورمی‌کمپوست ۵ درصد بیشترین تعداد گل را دارا بود. همچنین ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌داری بر بیشتر صفات گذاشت و با افزایش درصد آن به دلیل داشتن میزان هیومیک اسید بیشتر، نتایج بهتری حاصل شد و ایجاد یک محیط کشت مناسب و به کار بردن مواد افزودنی که به تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه کمک کند، سبب رشد بیشتر و بهتر گیاه گردید.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل داده‌های صفات مورد بررسی درمی‌یابیم که محلول غذایی ۱ به دلیل دارا بودن بیشترین نیترات آمونیم نسبت به سایر محلول‌ها، بر صفات رویشی برگ‌ها، رشد و گلدهی گیاه شیپوری تأثیرگذار بود. همچنین محلول غذایی ۱ به دلیل دارا بودن بیشترین نیترات کلسیم عمر ماندگاری گلدانی گل بیشتری را نشان داد. محلول غذایی ۲ به دلیل دارا بودن بیشترین نیترات پتاسیم نسبت به دیگر محلول‌های غذایی، بر صفات زایشی تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل محلول غذایی ۳ و

REFERENCES

1. Abbasi, H., Babalar, M., Lesani, H. & Naderi, R. (2015). The Effect of nitrogen (amoniun and nitrate) on quantity and qualify index of tulip flower (*Tulip gesneriana*). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultures*, 7 (23), 79-86. (In Farsi).
2. Albanell, E., Plaixats, J. & Cabrero, T. (1988). Chemical changes during vermicomposting of sheep manure mixed with cotton industrial wastes. *Biological Fertilizer Soils*, 6, 266-269.
3. Almeida, E.F.A., Paira, P.D.O., Morias., J.E.F, Santos, F.H.S.S., Rezende, F.A. & Mara, C.L. (2012). Diferentes doses de NPK e esterco no crescimento e producao de inflorescencias em planatas de copo-de-leite (*Zantedeschia aethiopica*). *Review Barsealone Horticulture Ornamental*, 18(2), 129-134.
4. Arancon, N. Q., Clive, A.E, Lee, S. & Byrne, R. (2006). Effect of humic acid from vermicomposts on plant growth. *European Journal of Soil Biology*, 45, 65-69.
5. Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q. & Metzger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from earthworms-processed organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84, 7-14.
6. Arnon, A.N. (1967). Method of extraction of chlorophyll in the plants. *Agronomy Journal*, 23, 112-121.
7. Babalar, M., Ahmadi, P., Talaei, A & Asgari Sarcheshmsh, M. A. (2018). Effect of different ratio of amoniun and aitrte on quantitative and qualitative features of apple trees, varieties Golabe Kahans and Granny Smith, *Iranian Journal of Horticultural Science*, 49(1), 93-103. (In Farsi).

8. Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Rengel, Z. & Zhao, F. (2012) Functions of nutrients: micronutrients. In: Marschner, H. (Ed.), *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). (pp.191-248). Academic Press, London, UK.
9. Carneiro, D.N.M., Coelho, L.L., Pavia, P.O.D., Almeida, E.F.A. & Cameiro, L.F. (2015). Evaluation of macronutrient demand in calla lily (*Zantedeschia aethiopica*). *Australian Journal of Crop Science*, 9(8), 761 -766.
10. Chen. Y. & Avid T. (1990). Effects of humic substances on plant growth. In: P. Maccathy, C.E. Clap, R.L. Malcom, P.R. Bloom (Eds.), *Humic substances in soil and crop sciences: selected readings*. (pp. 161-186). American Society of Agronomy and Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA.
11. Cuquel, F. L., Polack, S. W., Favaretto, N. & Possamai, J. C. (2012). Fertigation and growing media for production of anthurium cut flower. *Journal of Horticultura Brasileira*, 30, 279-285.
12. Devecchi, M. & Remoti, D. (2003). Influence of fertilization on vegetative growth and flowering of the calla (*Zantedeschia aethiopica* Spreng). *Acta Horticulturae*, 614, 541-545.
13. Dole, J. M. (2003). Research approaches for determining cold requirements for forcing and flowering of geophytes. *American Society for Horticultural Science*, 38(3), 341-346.
14. Ebrahimzadeh, H. (2011). *Plant physiology (nutrition and absorbance)* Vol. 6. University of Tehran Press, Tehran, Iran. (In Farsi).
15. Edwards, C.A. & Burrows, I. (1988). *The potential of earthworm composts as plant growth media*. In: Edwards, C.A. & Neuhauser, E. (Ed.), *Earthworms in environmental and waste management*. (pp 21-32). SPB Academic Press, The Hague, Netherlands.
16. Fathi, B., Reezi, S., Rouhi, V. & Ghobadina, M. (2017). Effect of different levels of superabsorbent and vermicompost on qualitative and quantitative traits of gazania (*Gazania hybrida*) in green roof condition. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(2), 423-429, (In Farsi).
17. Fathollahi, S., Hassanpour Asil, M., Zakizadeh, H. & Olfati, J.A. (2017). Nutrient solution on potted anthurium (*Anthurium andreanum* cv. LentiniRed) in soilless culture. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 48(2), 305-315. (In Farsi).
18. Funnell, K.A., Hewett, E.W., Plummer, J.A. & Warrington, I.J. (2002). Acclimation of photosynthetic activity of *Zantedeschia* 'Best Gold' in response to temperature and photosynthetic photon flux. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(2), 290-296.
19. Ganesh, S. & Kannan, M. (2013). Essentiality of micronutrients in flower crops: A review. *Research & Reviews Journal of Agriculture and Applied Sciences*, 2, 52-57.
20. Gerendás, J., Zhu, Z., Bendixen, R., Ratcliffe, R. G. & Sattelmacher, B. (1997). Physiological and biochemical processes related to ammonium toxicity in higher plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 160, 239-251.
21. Janowska, B. & Stanecki M. (2012). Effect of benzyladenine on the abundance and quality of flower yield in the calla lily (*Zantedeschia spreng.*). *Acta Agrobotanica*, 65 (4), 109-116.
22. Katkat, A.V., Celik, H., Turan, M.A. & Asik, B.B. (2009). Effects of soil and foliar applications of humic substances on dry weight and mineral nutrients uptake of wheat under calcareous soil conditions. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 3(2), 1266-1273.
23. Khalaj, M.A., Kiani, SH., Khoshgoftarmansh, A.H & Amoaghae.R. (2016). Effect of three nutrient solution on yield and quality of two variety of cut flower gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultures*, 7(28), 135-146, (In Farsi).
24. Khosa, S. S., Younis, A., Rayit, A., Yasmeeen, S. & Riaz, A. (2011). Effect of foliar application of macro and micro nutrients on growth and flowering of *Gerbera jamesonii* L. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 11,736-757.
25. Konnerup, D., Koottatep, T. & Brix, H. (2009). Treatment of domestic wastewater in tropical, subsurface flow constructed wetlands planted with *Canna* and *Heliconia*. *Ecological Engineering Journal*, 35, 248-257. 20.
26. Kronzucker, H. J., Siddiqi, M. Y. & Glass, A. D. M. (1997). Conifer root discrimination against soil nitrate and the ecology of forest succession. *Nature*, 385, 59-61.
27. Marin, M., Valdez, L.A., Maria, A., Gonzalez, C., Pineda, J.P. & Galvan Luna, J.J. (2010). Modeling growth and ion concentration of *Lilium* in response to nitrogen, potassium, calcium mixture solution. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 12-26.
28. Mohammadi, H., Tabrizi, L. & Salehi, R. (2014). Effect of different proportions of vermicompost in media culture on seedling growth of *Physalis preuviana* L. plant., *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45(4), 383-390, (In Farsi).

29. Nabavi Mohajer, S.Z., Hassanpour Asil, M., Olfati, J.A. & Khaledian, M. (2019). Effect of macro elements concentration on quantitative and qualitative traits of lily cut flower (*Lilium La* hybrid Fangio) in soilless culture. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 50(1), 47-60, (In Farsi).
30. Nikrazm, R., Ajirloo., S.A., khalighi.A & Tabatabaee.S.J. (2011). Effect of different media cultures on growth of two cultivars of lily flower in soilless culture. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Cultures*, 2(6), 1-8, (In Farsi).
31. Orzolek, M.D. (1993). Use of hydrophilic polymers in horticulture. *Horticultural Technology*, 3(1), 41-44.
32. Paula, C.B. (2006). *Morphological analysis of tropical bulbs and environmental effects on flowering and bulb development of Habranthus robustus and Zephyranthes spp.* M.Sc. Thesis. Department of Horticultural Sciences, University of Florida, USA.
33. Rakesh , J., Jaswinder, S. & Adarsh, P. (2014). Vermicompost as an effective organic fertilizer and biocontrol agent: effect on growth, yield and quality of plants. *Review Environmental Science and Biotechnology*. 1569-1705.
34. Roy Aunachalam, K., Kumar, D. B. & Arunachalam, A. (2010). Effect of organic amendments of soil on growth and productivity of three common crops viz. *Zea mays*, *Phaseolus vulgaris* and *Abelmoschus esculentus*. *Applied Soil Ecology*, 45, 78-84.
35. Salehi, L., Cherazi, M., Sedighi Dehkordi.F & Moezi., A. (2018). Effect of organic fertilizer humi potas and potassium sulfate on growth and reproductive traits of stock flower (*Matthiola incana* var. Annuia). *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 19 (2), 201-212, (In Farsi).
36. Savvas, D. & Gizas, G. (2002). Response of hydroponically grown gerbera to nutrient solution recycling and different nutrient cation ratios. *Scientia Horticulturae*, 96, 267-280.
37. Savvas, D., Karagianni, V., Kotsiras, A., Demopoulos, V., Karkamisi, I. & Pakou, P. (2003). Interactions between ammonium and pH of the nutrient solution supplied to gerbera (*Gerbera jamesonii*) grown in pumice. *Plant and Soil*, 254(2), 393-402.
38. Tan, K. H. (2014). *Humic matter in soil and the environment: Principal and controversies* (2nd ed.). CRC Press, Tylor & Francis Group, Boca Raton, Florida, USA.
39. Tomati, U., Grappelli, A. & Galli, E. (1995). The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth. *Biology Fertility Soils*, 5, 288-294.
40. Veberic, R., Vodnik, D. & Stampar, F. (2005). Influence of foliar-applied phosphorus and potassium on photosynthesis and transpiration of 'Golden Delicious' apple leaves (*Malus domestica* Borkh). *Acta Agriculturae Slovenica*, 85(1), 143-155.
41. Wang, Y. T. (2008). High NO₃-N to NH₄-N ratios promote growth and flowering of a hybrid phalaenopsis grown in two root substrates. *HortScience*, 43 (2), 350-353.
42. Wroslstad, R.E.(1976). Color and pigment analysis in fruit products. Agricultural Experiment Station. *Oregon State University. USA.* 621.
43. Younis, A., Anjum, S., Riaz, A., Hameed, M., Tariqm U. & Ahsan, M. (2014). Production of quality dahlia (*Dahlia variabilis* cv. Redskin) flowers by efficient nutrients management running title: Plant nutrition impacts on dahlia quality. *American-Eurasian Journal Agriculture and Environment Science*, 14 (2), 137-142.
44. Zou, C. Q., Wang, X. F., Wang, Z. Y. & Zhang, F. S. (2005). Potassium and nitrogen distribution pattern and growth of fluecured tobacco seedlings influenced by nitrogen form and calcium carbonate in hydroponic culture. *Journal of Plant Nutrition*, 28, 2145-2157.