Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 1, Spring 2019 (47-60)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.247864.1362

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۸ (ص ۶۰-۴۷)

تأثیر غلظت درشت‌مغذی‌ها بر صفات کمی و کیفی گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) در شرایط کشت بدون خاک

زهرا سادات نبوی مهاجر[۱]، معظم حسن‌پور اصیل[۲*]، جمالعلی الفتی[۳] و محمدرضا خالدیان[٤]
۱، ۲، ۳ و ٤. دانشجوی سابق دکتری، استاد، استادیار و دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
(تاریخ دریافت: ۱۳۹٦/۹/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹٦/۱۲/۸)

چکیده

این آزمایش به‌منظور بررسی اثر چهار غلظت از درشت‌مغذی‌ها بر رشد و عملکرد صفات کمی و کیفی گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) در کشت بدون‌خاک و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار درشت‌مغذی‌ها، چهار تکرار و ده گلدان در هر تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه گیلان انجام شد. گیاهان با چهار تیمار درشت‌مغذی (S1، S2، S3 و S4 به‌ترتیب بیشترین تا کمترین غلظت درشت‌مغذی‌ها) براساس محلول غذایی کوئیک (تغییریافته) و با غلظت‌های متفاوت نمک‌های نیترات‌پتاسیم، دی‌پتاسیم هیدروژن فسفات، پتاسیم دی‌هیدروژن فسفات، نیترات‌کلسیم، نیترات آمونیوم، کلریدکلسیم و سولفات‌منیزیم بر حسب میلی‌گرم در لیتر محلول آبیاری تغذیه شدند. تمامی محلول‌های غذایی حاوی مقادیر مشابهی از عناصر معدنی میکرو بودند. نتایج داده‌ها نشان داد بین تیمارها از نظر عرض برگ، وزن پیاز دختری، کلروفیل کل برگ، آنتوسیانین گلبرگ، پروتئین گلبرگ و مقدار عناصر نیتروژن، پتاسیم، فسفر و منیزیم موجود در برگ در سطح احتمال ۱ درصد و طول غنچه گل، طول برگ و تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. درحالی‌که در صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد روز تا گلدهی، تولید تعداد پیازچه‌های دختری، مقدار پرولین، نشت یونی، مقدار آب نسبی برگ و پراکسیده‌شدن لیپیدها اختلاف، معنی‌دار نبود. همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار S1، (تیماری که دارای بیشترین غلظت عناصر غذایی بود) اثر مثبتی بر خصوصیات رویشی مانند طول بزرگ‌ترین غنچه گل، طول و عرض برگ، تعداد برگ و وزن پیازچه دختری، هم‌چنین خصوصیات بیوشیمیایی مانند آنتوسیانین و پروتئین گلبرگ و کلروفیل برگ و غلظت درشت مغذی‌ها مانند نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ گل شاخه‌بریده سوسن در شرایط کشت بدون‌خاک داشته است.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین گلبرگ، تعداد برگ، کلروفیل برگ، محلول غذایی.

Effect of macro elements concentration on quantitative and qualitative traits of lily cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio) in soilless culture

Zahara Sadat Nabavi Mohajer[1], Moazzam HassanpourAsil[2*], Jamal-Ali Olfaty[3] and Mohammadreza Khaledian[4]
1, 2, 3, 4. Former Ph.D. Student, Professor, Assistant Professor and Associate Professor, Faculty of Agricultural Sciences, Univercity of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Dec. 13, 2017- Accepted: Feb. 27, 2018)

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate the effect of four types of nutrient solutions on growth, quantitative and qualitative characteristics of *Lilium* cut flower **(***Lilium* LA Hybrid Fangio) in soilless culture in a completely randomized design with four treatments, four replications with 10 pots per replicate in the research greenhouse of the University of Guilan. Plants with four treatments of macro elements (S1, S2, S3 and S4 highest to lowest macro elements, respectivly) were arranged on the base of modified Quick nutrient solution with different salts including potassium nitrate, di potassium hydrogen phosphate, potassium dihydrogen phosphate, calcium nitrate, ammonium nitrate, calcium chloride and Magnesium sulfate mg/L. All macro elements contained similar amounts of micro-elements. Results showed that there were significant difference between different treatments of macro elements for length of bud, leaf length and width, number of leaves, daughter bulb weight, total chlorophyll content of leaf, anthocyanin and petal protein, leaf nitrogen, potassium, phosphorus and magnesium. Also, significant difference was not observed for traits such as plant height, number of flowers, number of days to flowering, number of daughter bulb, proline content, ion leakage, leaf relative water content and lipid peroxidation in leaf. Results of mean comparison of data showed that S1 treatment, had the highest concentrations of macro elements, had a positive effect on vegetative characteristics such as length of largest flower bud, leaf length and width, leaf number and weight of daughter bulb as well as biochemical parameters like anthocyanin and protein in petal, chlorophyll in leaf, and concentration of mineral elements of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium in the leaf of lily cut flower in soilless culture conditions.

Keywords: Leaf chlorophyll, leaf number, nutrient solution, petal anthocyanin.

* Corresponding author E-mail: hassanpurm@yahoo.com

مقدمه

گل سوسن (Lilium sp.) یکی از گیاهان گل‌دهنده علفی پایا، پیازی با گل‌های بزرگ و زیبا، متعلق به خانواده لیلیاسه (Liliaceae) و یکی از مهمترین گل‌های شاخه‌بریده دنیا است (Anderson, 2007; Alam *et al*., 2013). اهمیت این جنس در بازار جهانی گل، به‌علت وجود هیبریدهای متنوع و ارقام بی‌شمار تجاری در دسترس است و بعضی از گونه‌ها نیز به‌خاطر ارزش دارویی، غذایی شناخته شده‌اند که به اهمیت اقتصادی آن می‌افزاید (Dhyani *et al*., 2009). کشت بدون خاک، در چند دهه اخیر به‌طور چشمگیری پیشرفت کرده و مسائل مربوط به کیفیت تولیدات کشاورزی خارج از فصل را برطرف نموده است (Savvas *et al*., 2013). نتایج نشان داده‌اند که تبخیر و تعرق کشت در محیط گلخانه، ۷۵ تا ۸۰ درصد تبخیر و تعرق خارج از گلخانه است، به‌عبارت دیگر کشت گلخانه‌ای در مقایسه با کشت خارج از گلخانه می‌تواند حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد صرفه‌جویی آب بیشتری داشته باشد (Mpusia, 2006). تأمین محلول غذایی برای گیاهان به‌جهت بهینه‌کردن تغذیه محصول، نه‌تنها در کشت بدون‌خاک، بلکه در کشت خاکی گلخانه‌ای به‌صورت یک عمل معمول درآمده 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 ایده‌آل برای گیاه فراهم می‌آید (Savvas *et al*., 2013). محققان نشان داده‌اند که ماندگاری گل سوسن بسته به گونه و نوع تغذیه متفاوت بوده و تغذیه مناسب به‌منظور تولید گل شاخه‌بریده بسیار اهمیت دارد (Rogers, 2013). گزارش شده است که سوسن‌های اورینتال[1] به تغذیه زیادی نیاز دارد و غلظت کم عناصر غذایی در زمان پیش‌رس کردن، کیفیت گیاه را پایین می‌آورد (De Hertogh, 1989). فاکتورهای تغذیه‌ای شامل انواع عناصر غذایی، ترکیبات آنها و آب آبیاری فاکتورهای کلیدی در بهبود کیفیت گیاهان هستند (Putra & Yuliando, 2015). کیفیت گل، یکی از مهمترین خصوصیات در صنعت گل شاخه‌بریده است که با کاربرد مواد غذایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و برای حضور در بازار رقابت جهانی کیفیت، نقش حیاتی را ایفاء می‌کند. همچنین تأمین تلفیقی درشت‌مغذی‌ها به‌همراه عناصر کم‌مصرف 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). محققان در آزمایشی سوسن رقم سایبریا[2] را در کشت بدون‌خاک با استفاده از محلول هوگلند به‌عنوان پایه محلول غذایی، به‌همراه غلظت‌های مختلف عناصر نیتروژن و پتاسیم پرورش دادند و گزارش کردند غلظت‌های مورد استفاده رشد و گلدهی سوسن را تحت تأثیر قرار نداده است (Lee *et al*., 2005). در آزمایشی، پیازهای ۴ رقم سوسن با دوره‌های رشدی مختلف در بستر پیت و شن به‌همراه مقادیر مختلف کود کند رهاشونده مولتی‌کود کشت شدند؛ تعدادی از این تیمارها علاوه بر کود کند رهاشونده طی فصل رشد نیز با کود اضافی نظیر ازت، فسفر و پتاس با غلظت‌های متفاوت تغذیه شدند و تعدادی از گیاهان نیز بدون استفاده از کود کند رهاشونده، فقط طی فصل رشد کوددهی شدند. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که غلظت‌های بالای کود کند رهاشونده به‌ویژه در مقایسه با گیاهانی که فقط طی فصل رشد کوددهی شدند، برای همه ارقام بهترین کیفیت تولید گل را داشتند (Treder, 2005). در آزمایشی دیگر، تولید گل و پیاز سوسن با استفاده از محلول‌های غذایی مختلف مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که گل در همه‌ی تیمارهای محلول‌غذایی مختلف، به‌طور کامل و با کیفیت مناسب باز شدند (Askar, 2015). در تحقیقی اثر تیمارهای کودی مختلف به‌صورت محلول‌پاشی بر خصوصیات گل کوکب Dahlia (Dahlia hybrida) cv. Fresco مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که غلظت‌های متفاوت محلول غذایی، بر خصوصیاتی مانند قطر غنچه، قطر گل و سطح برگ اثر مثبت گذاشته است، آنها همچنین گزارش کردند که این

1. Oriental lilies

2. Siberia

تیمارها تعداد گل، تعداد برگ، و ارتفاع گیاه کوکب را به‌طور چشمگیری افزایش داده بودند (Kashif *et al.*, 2014). توجه به تغذیه سوسن‌ها بسیار مهم است زیرا این گیاهان عناصر غذایی و کربوهیدرات‌ها را در پیاز ذخیره می‌کنند که این مسئله ممکن است پاسخ به غلظت عناصر غذایی بیرونی را در مقایسه با گیاهان غیر ژئوفیتی تحت تأثیر قرار دهد (Marin *et al.*, 2014). 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 به‌منظور اجتناب از هدررفت عناصر غذایی داشته باشیم، زیرا تطابق تقاضای عناصر غذایی توسط گیاه و تأمین آن، هزینه تولید و نیز خطر آلودگی آب و محیط را می‌کاهد (Dufour & Guerin, 2005). در حال حاضر تولیدکننده‌گان سوسن، برخی از فرمول‌های غذایی را استفاده می‌کنند که برای افزایش کارایی تولید محصول نیاز است، ولی باید مناسب‌بودن این فرمول‌های غذایی مورد بررسی قرار گیرد تا فرمول مناسب برای تولیدکننده‌گان این گل با ارزش توصیه گردد. بنابراین آزمایش حاضر، با هدف مطالعه اثر چهار درشت‌مغذی مختلف بر گلدهی گل سوسن شاخه‌بریده در کشت بدون‌خاک انجام شد تا بهترین نوع تغذیه این گل ارزشمند در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی، در بین این درشت‌مغذی‌ها، تعیین شود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان از آبان ماه سال ۱۳۹۴ تا فروردین ماه سال ۱۳۹۵ انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار غلظت از درشت‌مغذی‌ها به‌عنوان تیمار و چهار تکرار که هر تکرار شامل ده گلدان بود، انجام شد. طراحی درشت‌مغذی‌ها بر اساس بررسی منابع (Barnes, 2010; Askar, 2015) و محلول غذایی کوئیک تغییریافته (جدول ۱) انجام شد. تفاوت درشت مغذی‌ها در میزان نمک‌های مختلف مورد استفاده بود. مقدار عناصر کم‌مصرف برای همه درشت‌مغذی‌ها شامل EDTA مولیبدن ۰/۰۰۱، سولفات‌منگنز ۰/۰۰۱، سولفات‌روی ۰/۰۱، کلات آهن (EDDHA) ۰/۰۷۵، سولفات‌مس ۰/۰۳ و عنصر بر به شکل بوریک‌اسید (H_3BO_4) ۰/۰۲ درصد، مطابق منابع مربوط به تغذیه سوسن بود (Askar, 2015). تهیه همه محلول‌های غذایی با استفاده از آب دیونیزه و نمک‌های ساخت شرکت Merck با خلوص ۱۰۰ درصد انجام شد. پیازهای F_1 سوسن گروه LA، رقم Fangio از واردکننده‌های قابل اعتماد تهیه شده، قبل از کشت به‌وسیله بنومیل ۰/۱ درصد ضدعفونی شدند. سپس با استفاده از بستر تجاری کوکوپیت (۷۰٪) و پرلایت (۳۰٪) و کشت یک پیاز در هر گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۱۶ سانتی‌متر انجام شد. پیش از استفاده‌ی بستر کشت، خصوصیات آن تعیین شد (جدول ۲). گلدان‌های خالی وزن گردید و سپس همه گلدان‌ها با میزان یکسانی از مواد بستر پر شدند. دو هفته بعد از کشت (زمانی‌که پیازهای کشت‌شده در گلدان‌ها به‌اندازه ۱۰ سانتی‌متر رشد کردند) محلول‌دهی بر پایه نیاز آبی گیاه و به‌صورت دستی انجام گرفت.

جدول ۱. غلظت عناصر غذایی در چهار نوع از درشت مغذی‌ها

Table 1. Mineral concentrations in four kinds of macro elements

Salt type (mg/L)	Potassium nitrat	Di potassium hydrogen phosphate	Potassium di hydrogen phosphate	Calcium nitrat	Ammonium nitrate	Sodium chloride	Magnesium sulfate	EC (dS/m)	pH
Nutritional solution 1	631.3	43.5	102	512.5	150	14.6	230.6	1.24	5.39
Nutritional solution 2	505	34.8	81.6	410	120	11.7	184.5	1.07	5.71
Nutritional solution 3	378.8	26.1	61.2	307.5	90	8.8	138.4	1.19	5.71
Nutritional solution 4	252.5	17.4	40.8	205	60	5.9	92.3	0.83	5.85

جدول ۲. ویژگی‌های بستر کوکوپیت پرلیت (۷۰:۳۰) برای کشت بدون خاک گل شاخه بریده سوسن (*Lilium* LA sp. cv. Fangio)

Table 2. Characteristics of cocopeat and perlite (70:30) media for *Lilium* cut flower in hydroponic culture

Characteristics	EC (dS/m)	pH	Bulk density (g/cm^3)	Particle density (g/cm^3)
Media	2.95	5.9	0.17	0.2

برای تهیه درشت‌مغذی‌ها، ابتدا محلول‌های پایه تهیه شدند و سپس در زمان مصرف بر اساس درشت‌مغذی مورد نیاز، رقیق شدند. پس از رشد گیاهان، محلول‌دهی در هفته اول با یک سوم غلظت، هفته دوم با نصف غلظت به‌منظور عادت‌دهی گیاهان به درشت‌مغذی‌ها انجام شده و از هفته سوم تغذیه کامل با درشت‌مغذی‌ها صورت گرفت. برای جلوگیری از انباشتگی نمک، شستشوی بستر به‌صورت هفته‌ای یک‌بار انجام شد. دمای محیط پرورش ۴±۲۰ درجه سانتی‌گراد در روز و ۴±۱۶ درجه سانتی‌گراد در شب بود. رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و نور فلورسانت با شدت ۵۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه تنظیم گردید. در پایان آزمایش، صفات طول و عرض برگ، تعداد گل و برگ، ارتفاع گیاه، طول بزرگترین غنچه گل، تعداد روز تا گلدهی، تعداد و وزن پیازچه‌ها، ماندگاری گل گلدانی، مقدار پروتئین، کربوهیدرات و آنتوسیانین گلبرگ، مقدار کلروفیل، نشت یونی و پرولین در برگ و مقدار آب نسبی برگ، غلظت عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در برگ تعیین شد. طول و عرض برگ و طول بزرگترین غنچه گل با استفاده از خط‌کش بر حسب میلی‌متر و ارتفاع گیاه به‌وسیله متر بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. تعداد گل و برگ در گیاه، پایان دوره کشت شمارش و ثبت شد. زمان کشت پیازها در گلدان تا زمان برداشت گل (رنگ‌گرفتن اولین غنچه گل در گیاه) به‌عنوان تعداد روز تا گلدهی در نظر گرفته شد. محتوای نسبی آب برگ بر اساس روش Volaire *et al.* (1998) اندازه‌گیری شد. ابتدا ۰/۵ گرم نمونه بافت تازه (Wf) وزن شد و سپس به‌مدت ۴ ساعت در آب مقطر قرار داده شد؛ پس از پایان این مدت دوباره نمونه وزن شد (Ws) سپس نمونه‌ها در پاکت‌هایی درون آون در دمای ۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک شوند (Wd) و سپس محتوای نسبی آب برگ با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$RWC = (Wf-Wd) / (Ws-Wd) \times 100$$

جهت تعیین نشت یونی (EL)، از هر گلدان ۹ عدد برگ تازه جهت نمونه‌برداری انتخاب شد و دیسک‌هایی به قطر ۲ میلی‌متر از برگ‌ها برداشته شده و در لوله‌های آزمایشگاهی قرار داده شدند و سپس ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر دی-یونیزه به آنها اضافه شد. لوله‌ها با سرپوش پلاستیکی بسته شد و در دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفتند. پس از ۱۲ ساعت هدایت الکتریکی اولیه محیط (EC_1)، با استفاده از دستگاه ECسنج مدل Milwaukee Mi 306 اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه جوشانده شدند تا بافت‌ها به‌طور کامل کشته و همه الکترولیت‌ها آزاد شود. با خنک‌شدن نمونه‌ها، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد و در پایان میزان EL با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Shaoyun *et al.*, 2009):

$$EL = (EC_1 / EC_2) \times 100$$

برای اندازه‌گیری کلروفیل، مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت تازه برگ گیاه با ۱میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد مخلوط شد. مخلوط به‌دست‌آمده را به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ کرده و عصاره استونی شفاف روئی را جدا نموده، پس از قرار دادن در تاریکی به‌مدت نیم ساعت، اندازه‌گیری کلروفیل در دو طول موج ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر با استفاده از روش اسپکتروفتومتری انجام گرفت (Arnon, 1967). برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل در گلبرگ‌ها نیم گرم گلبرگ با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب شده و سپس به آن متانول اسیدی اضافه شد، حلال مورد استفاده جهت استخراج آنتوسیانین‌ها، متانول اسیدی (متانول به نسبت حجمی یک درصد کلریدریک اسید) بود. برای سنجش میزان آنتوسیانین، نمونه‌ها به‌مدت یک شبانه روز در بافر استخراج و در یخچال قرار داده شدند و سپس سانتریفیوژ گردیده، مایع بالایی نمونه‌ها جدا شده و برای خواندن با استفاده از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف با اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument +T80 در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر استفاده گردید (Wroslstad, 1976). برای اندازه‌گیری پروتئین نیم گرم گلبرگ از هر نمونه را با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب کرده و به آن بافر فسفات‌پتاسیم ۵۰ میلی مولار حاوی ۵/. مولار

EDTA و PVPP ۲٪ اضافه گردید. محلول حاصل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با استفاده از سانتریفیوژ یخچال‌دار مدل Ependorf 5417 R سانتریفیوژ شد، سپس محلول روئی برای سنجش غلظت پروتئین مورد استفاده قرار گرفت. لازم به ذکر است که از این عصاره برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز و پراکسیداسیون لیپیدها نیز استفاده شد (Bradford, 1976). برای اندازه‌گیری پراکسیده‌شدن لیپیدها، غلظت مالون‌دی‌آلدئید با استفاده از روش هیت و پاکر (Heath & Packer, 1968) به‌عنوان محصول واکنش پراکسیده‌شدن اسیدهای چرب غشاء با استفاده از محلول تری‌کلرواستیک‌اسید (TCA) ۲۰٪ حاوی ۰/۵٪ تیوباربیتوریک اسید (TBA) انجام گرفت. همچنین غلظت پرولین به‌روش Bates *et al.* (1973) اندازه‌گیری شد. برای این منظور ۰/۵ گرم بافت برگ با نیتروژن مایع در داخل هاون آسیاب گردید و به آن ۱۰ میلی‌لیتر سولفوسالیسیلیک اسید ۱۰ درصد اضافه گردید. این مخلوط از کاغذ صافی واتمن شماره ۲ عبور داده شد. سپس به ۲ میلی‌لیتر از محلول صاف شده ۲ میلی‌لیتر از معرف نایهیدرین (حاوی ۱/۲۵ گرم نایهیدرین در ۳۰ میلی‌لیتر استیک‌اسید و ۳۰ میلی‌لیتر فسفریک‌اسید ۶ مولار) و ۲ میلی‌لیتر استیک‌اسید اضافه گردید، و به‌مدت ۱ ساعت در حمام آب گرم ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شد. واکنش با گذاشتن داخل یخ متوقف شده، سپس ۴ میلی‌لیتر تولوئن به مخلوط اضافه گردید و به‌مدت ۲۰-۱۵ ثانیه ورتکس شد. جذب نوری محلول قرمز رنگ فاز رویی در طول موج ۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتری قرائت گردید. غلظت عناصر برگ، در آزمایشگاه خاک، آب و گیاه بابل انجام شد. تعیین غلظت عناصر کلسیم و منیزیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی و میزان نیتروژن پس از هضم در سولفوریک‌اسید غلیظ با روش کجلدال سنجیده شد. برای تعیین میزان غلظت عناصر فسفر و پتاسیم ابتدا نمونه‌ها به‌مدت ۵ ساعت در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس هضم در نیتریک‌اسید انجام گرفت؛ آنگاه عنصر فسفر با روش رنگ‌سنجی و عنصر پتاسیم با استفاده از روش شعله‌سنج نوری (فلیم فتومتری) سنجیده شدند (Emami, 1996). عمر گلجایی گل‌های سوسن از زمان برداشت (برداشت با رؤیت رنگ قرمز در بزرگترین غنچه این رقم انجام شد) تا ریزش اولین گلبرگ در نظر گرفته شده و به‌صورت تعداد روز بیان گردید. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شده و مقایسه و کلاسه‌بندی میانگین‌ها نیز از طریق آزمون توکی و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر درشت‌مغذی‌ها مختلف بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid **Fangio**)

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان می‌دهد که بین چهار تیمار درشت‌مغذی مورد آزمایش، از نظر صفات، طول بزرگ‌ترین غنچه گل، طول برگ و تعداد برگ در سطح احتمال ۵ درصد و صفات عرض برگ و وزن پیازچه دختری در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد؛ ولی از نظر ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد روز تا زمان گلدهی تعداد پیازچه‌های دختری بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری دیده نشد.

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس درشت‌مغذی‌ها بر ویژگی‌های رشد و گلدهی گل شاخه‌بریده سوسن[1] (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Table 3. Results of analysis of variance for macro elements on growth and flowering characteristics in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Source of variation	df	Length of bud	Width of leaf	Length of leaf	Number of leaves	weight of daughter bulb	Height of plant	Number of flower	Flowering time	Number of daughter bulb
Nutrient solutions	3	280.60*	3.1**	178.2*	109.9*	32.4**	80.5^{ns}	3^{ns}	3.6^{ns}	3.2^{ns}
Error	16	74.04	0.7	52.7	34.4	2	94.4	1.6	13.2	8.2
CV%	-	11.58	4.6	3.3	5. 9	11.02	9.8	14.9	3.2	14.9

*، ** و ns: نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪ و نبود اختلاف معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% of probability levels, and not significant, respectively.

1. LA hybyrids (*Lilium longiflorum* × *Lilium Asiatic*)

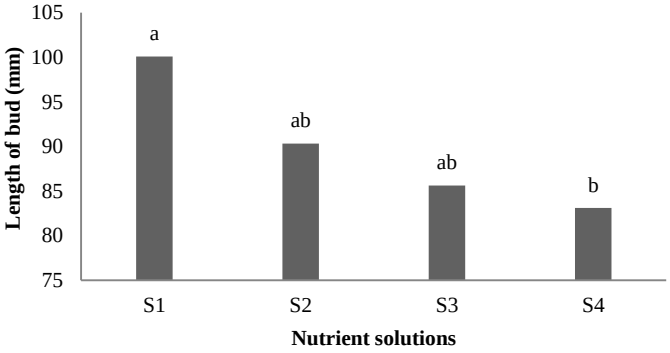
نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، همان‌طور که در شکل ۱ مشخص است بیشترین طول غنچه‌گل در تیمار S1 که حاوی بیشترین غلظت عناصر غذایی بود مشاهده گردید. همچنین طول و عرض برگ در گیاهان تغذیه‌شده با درشت‌مغذی‌های S1 و S2 نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. بر پایه شکل‌های ۳ و ۴، تغذیه با درشت‌مغذی S1 (تیمار بیشترین غلظت عناصر غذایی) منجر به تولید معنی‌دار طول و عرض (۸۳/۳ میلی‌متر طول و ۱۱/۸۹ میلی‌متر عرض) برگ در گیاهان سوسن شاخه‌بریده گردید. همان‌طور که در شکل‌های ۲ و ۵ قابل مشاهده است تعداد برگ و وزن پیازچه‌های دختری در گیاهان سوسن شاخه‌بریده رقم فانجیو[1] نیز با غلظت‌های مختلف درشت‌مغذی‌ها بین تیمارهای مورد مقایسه تأثیر قرار گرفت، اما از نظر صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد روز تا گلدهی و تعداد پیازچه‌های دختری تولیدشده معنی‌داری مشاهده نشد، در واقع می‌توان بیان کرد درشت‌مغذی‌ها با غلظت‌های کمتر عناصر غذایی بر صفات ارتفاع گیاه، تعداد گل، تعداد روز تا گلدهی و تعداد پیازچه‌های دختری تولیدشده در گیاه سوسن تأثیر معنی‌داری نداشته است و به‌نظر می‌رسد این صفات تحت تأثیر رقم و شرایط پیش از کشت قرار گرفته‌اند. گزارش گردید که دمای ذخیره پیاز و دوام آن قبل از ظهور شاخه، تعداد گل را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Suh *et al*., 2013).

در آزمایشی محققان اثر استفاده از کودهای کند رهاشونده و غلظت‌های مختلف نیتروژن، فسفر و پتاسیم را بر چهار رقم سوسن را مورد مطالعه قرار دادند؛ نتایج آنها نشان داد که این کودها به‌طور عمده کیفیت ارقام را بهبود بخشیده که با نتایج آزمایش حاضر هم‌خوانی دارد، همچنین نتایج این محققین نشان داد که ارتفاع بعضی ارقام با کوددهی تحت تأثیر قرار گرفته است در حالی‌که ارقامی نیز تحت تأثیر قرار نگرفتند؛ بنابراین می‌توان اظهار داشت که ارتفاع گیاه در ارقام مختلف سوسن تحت تأثیر رقم قرار می‌گیرد (Treder, 2005). علاوه براین، نتایج آنها نشان داد که بیشترین طول غنچه‌گل و سطح برگ در رقم سایبریا[2] (زمان گلدهی ۹۱ روز) و آکوپولو[3] (زمان گلدهی ۷۹ روز) به‌دست آمد و مقادیر مختلف کوددهی زمان گلدهی را در هیچکدام از ارقام مورد بررسی تحت تأثیر قرار ندادند که این نتایج در توافق با مشاهدات آزمایش حاضر است. نتایج ما همچنین هماهنگ با نتایج محققانی است که اثر درشت‌مغذی‌ها را در مریم‌گلی بررسی نموده و مشاهده کردند طول گل‌آذین اصلی و دیگر پارامترهای برگی افزایش داده شد (Nahed *et al*., 2007). دیگر پژوهشگران گزارش کردند که سطوح بالای درشت‌مغذی‌ها (نیتروژن، پتاسیم و فسفر) سطح برگ، تعداد برگ و قطر گل را افزایش داده است که با نتایج تحقیق حاضر تطابق دارد (Khosa *et al*., 2011). همین‌طور هماهنگ با نتایج آزمایش حاضر گزارش گردید که سطح برگ با کاربرد غلظت‌های مختلف عناصر نیتروژن، پتاسیم و کلسیم تحت تأثیر قرار گرفته و این عناصر اثر زیادی بر رشد برگ نشان داده‌اند (Marin *et al*., 2014). در مطالعه‌ای دیگر، اثر استفاده از درشت‌مغذی‌ها در گل کوکب بررسی شده و گزارش دادند که بیشترین غلظت درشت مغذی‌ها بهترین تیمار مؤثر بر سطح برگ، تعداد برگ و قطر گل در گل کوکب رقم رد اسکین[4] بوده است (Younis *et al*., 2014). در آزمایشی دیگر تولید گل و پیاز سوسن هیبرید آسیایی با استفاده از سه محلول غذایی (هوگلند، وایت و موراشیج) با EC، pH و سطوح مختلف مواد غذایی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد گل در همه تیمارهای محلول‌غذایی مختلف به‌طور کامل و با کیفیت مناسب باز شده و همچنین گیاهان تحت تیمار در محلول‌های غذایی مختلف، پیازچه‌های دختری با وزن بیشتری تولید کردند که موافق با نتایج آزمایش حاضر است (Askar, 2015). در پژوهشی دیگر محققان بیان کردند که سطح برگ با کاربرد عناصر غذایی پرمصرف در محلول‌های غذایی مرتبط بوده و

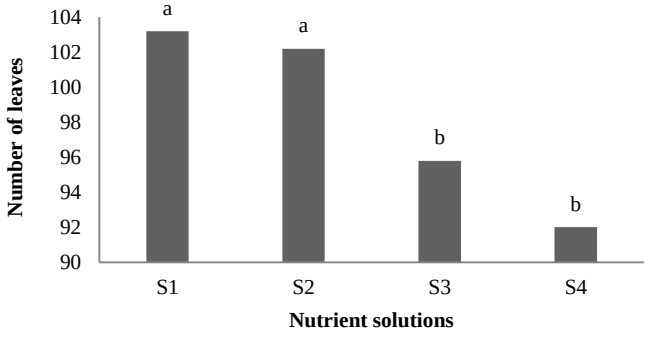
1. Fangio

2. Siberia
3. Acapulco
4. Redskin

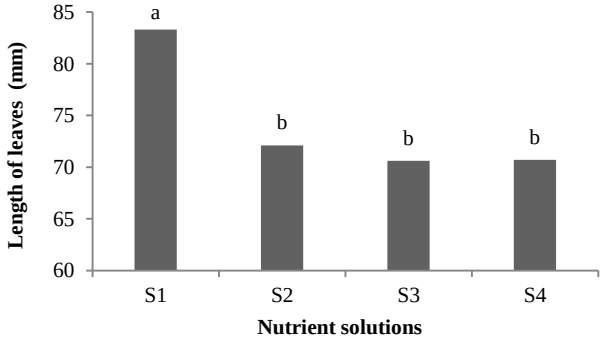
احتمالاً به‌علت نقش عنصر پتاسیم در روابط آبی، حفظ فشار تورژسانس و توسعه سلول، به غلظت این عنصر در محلول غذایی وابسته است (Marin *et al.*, 2014; Mengel & Kirkby, 2001). بنابراین از آنجا که شاخه و برگ عامل مهمی در کیفیت سوسن تلقی می‌شود فراهم‌بودن پتاسیم بیش از سطوح توصیه‌شده، در توسعه برگ بسیار اهمیت دارد (McKenzie, 1989). در آزمایشی دیگر اثر ۵ تیمار کودی مختلف بر میزان رشد و گلدهی آنتوریوم مورد بررسی قرار گرفت، نتایج آنها نشان داد این تیمارها بر تعداد گل و ارتفاع گیاه اثر نداشته‌اند (Cuquel *et al*., 2012). همچنین Devecchi & Remoti (2003) غلظت‌های مختلف نیتروژن و پتاسیم را در گل شیپوری (*Zantedeschia aethiopica*) مطالعه کردند و نتایجی مشابه نتایج Cuquel *et al.* (2012) گزارش کردند که با نتایج به‌دست آمده در آزمایش حاضر موافقت دارد.



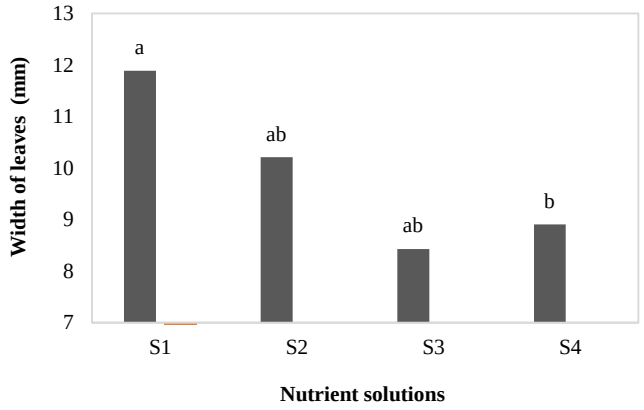
شکل ۱. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر طول غنچه گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)
Figure 1. Effect of macro elements on length of bud in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)



شکل ۲. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر تعداد برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)
Figure 2. Effect of macro elements on number of leaves in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

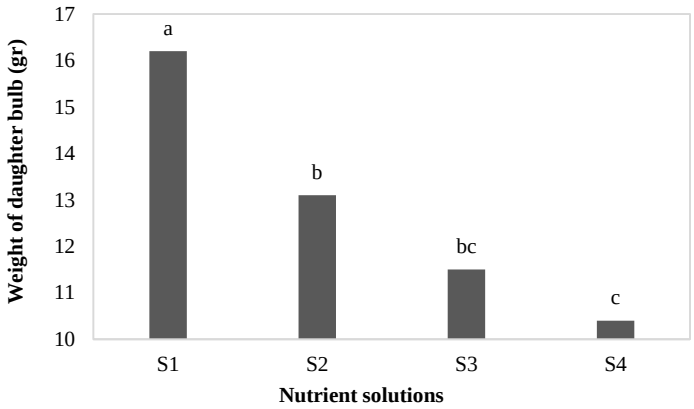


شکل ۳. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر طول برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)
Figure 3. Effect of macro elements on length of leaves in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)



شکل ۴. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر عرض برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Figure 4. Effect of macro elements on width of leaves in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)



شکل ۵. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر تولید پیازچه دختری گیاه سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Figure 5. Effect of macro elements on weight of daughter bulb in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که در میان چهار تیمار مختلف عناصر غذایی، از نظر میزان آنتوسیانین‌ها و پروتئین گلبرگ و کلروفیل کل عصاره برگ در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری داشت، اما از نظر مقدار آب نسبی، نشت یونی، پرولین و مقدار پراکسیده‌شدن لیپیدها در گلبرگ اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشده است. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد، از نظر میزان آنتوسیانین و پروتئین گلبرگ، بین تیمارها (مقایسه تیمارهای ۱ و ۲ در مقایسه با تیمارهای ۳ و ۴) اختلاف معنی‌داری وجود داشت. برابر شکل ۶ و ۷ نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین مقدار پروتئین و آنتوسیانین گلبرگ در تیمارهایی که بیشترین غلظت درشت‌مغذی ها را دارند، دیده می‌شود که احتمالاً بیانگر این حقیقت است که با افزایش غلظت عناصر غذایی تولید آنتوسیانین و پروتئین در گلبرگ بیشتر شده است. هم چنین بر پایه شکل ۸، تیمارهایی که غلظت بیشتری از عناصر غذایی را دریافت کرده بودند میزان کلروفیل بیشتری در عصاره برگی داشتند، که می‌توان بیان کرد غلظت‌های بیشتر نیتروژن در برگ باعث تولید بیشتر کلروفیل شده و در ادامه به افزایش سطح برگ در گیاه منتهی شده است.

در آزمایشی میزان رشد و خصوصیات کمی سوسن در پاسخ به غلظت‌های مختلف درشت‌مغذی‌ها، مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که شاخص کلروفیل به‌طور عمده تحت تأثیر غلظت‌های مختلف محلول‌های غذایی قرار گرفتند و افزایش مقدار نیتروژن باعث افزایش این شاخص شده است که با

نتایج آزمایش حاضر 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. محققان آزمایشی را با استفاده از کود کُند رهاشونده بر گل‌های بنفشه انجام دادند و نشان دادند که با افزایش درصد کوددهی مقدار کلروفیل برگ افزایش نشان داد (Kang *et al.*, 2016). هماهنگ با نتایج آزمایش حاضر، نتیجه تحقیقی نشان داده است که میزان آنتوسیانین کل در گل‌های رز، در زمان بازشدن کامل غنچه، بیشترین مقدار را نشان دادند (Schmitzer *et al.*, 2010). همچنین نتایج تحقیقات گذشته نشان داد که مقدار آنتوسیانین می‌تواند از طریق فاکتورهای مختلفی مانند دما، نور و pH تحت تأثیر قرار بگیرد. توضیح اینکه دمای بالای به‌کار برده شده در مراحل مختلف نشان دادند (Schmitzer *et al.*, 2010). همچنین نتایج تحقیقات گذشته نشان داد که مقدار آنتوسیانین می‌تواند از طریق توسعه گل، مقدار آنتوسیانین گلبرگ را کاهش می‌دهد. گزارش شد که شرایط دمای بالا و نور کم، مقدار رنگیزه گلبرگ را کاهش می‌دهد که به‌علت شکسته‌شدن و تنظیم منفی ژن‌های کد کننده آنزیم دخیل در بیوسنتز آنتوسیانین می‌باشد و ثابت شده است که شدت نور، عامل اصلی رونویسی معمول همه ژن‌های بیوسنتز آنتوسیانین هستند (Rani & Singh, 2014). هماهنگ با نتایج حاضر، گزارشات قبلی نشان داده است که میزان پروتئین در گل‌های رز در مرحله غنچه بالا بوده است (Sood *et al.*, 2006)؛ در حالی‌که بعضی محققان کاهش پروتئین گلبرگ در مرحله پایانی عمر گل‌های سوسن (Lay-Yee *et al.*, 1992)، و گل‌های نرگس (Gul & Tahir, 2013) را گزارش کرده‌اندکه این نتایج متفاوت احتمالاً در نتیجه زمان اندازه‌گیری (غنچه و پیری) مقدار پروتئین بوده یا به‌علت تجزیه پروتئین در برگ یا گل بریده، و عدم توانایی انتقال به دیگر قسمت‌ها باشد (Skutnik & SWidthr, 2007). اگر چه میزان پروتئین در زمان پیری کاهش می‌یابد، اما در برخی گونه‌ها این کاهش خیلی کم و در گونه‌های دیگر بیشتر گزارش شده است (Van Doorn *et al.*, 2003).

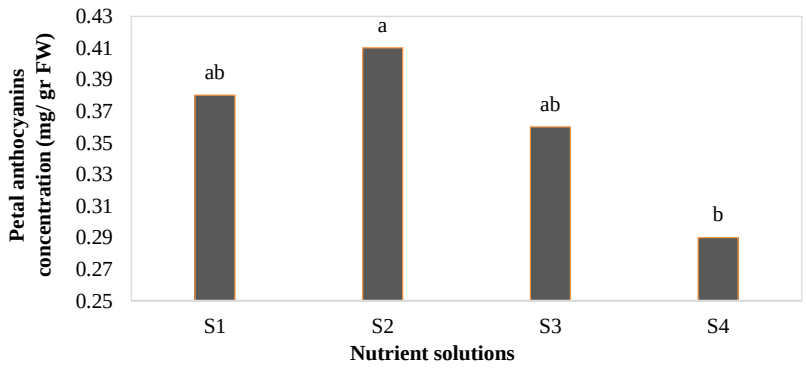
جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس درشت‌مغذی‌ها بر ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Table 4. Results of analysis of variance for effect of macro elements on biochemical characteristics in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Source of variation	df	Petal anthocyanins concentration	Total chlorophylls concentration	Leaf' s chlorophyll a concentration	Leaf' s chlorophyll b concentration	Petal protein concentration	Relative water content	Electrolyte leakage	Leaf prolin	MDA
Nutrient solutions	3	0.011**	21.62**	12.10**	0.67*	1.88**	13^{ns}	58.70^{ns}	1.49^{ns}	48.5^{ns}
Error	16	0.002	1.30	0.77	0.36	0.03	16.25	50.02	.54	101.6
CV%	-	12.40	8.30	7.83	7.80	6.20	4.41	14.39	13.71	15.11

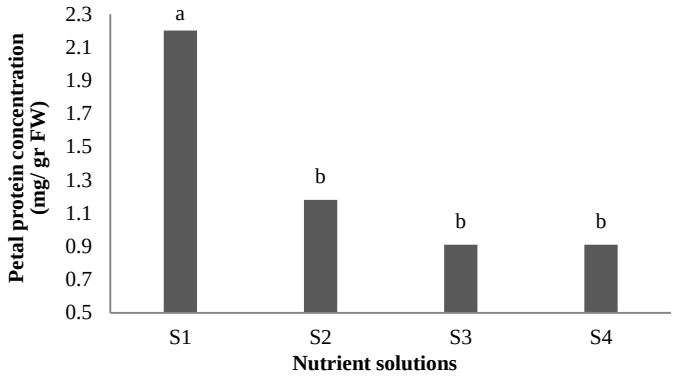
*، ** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ ٪ و بدون معنی‌داری است.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively.



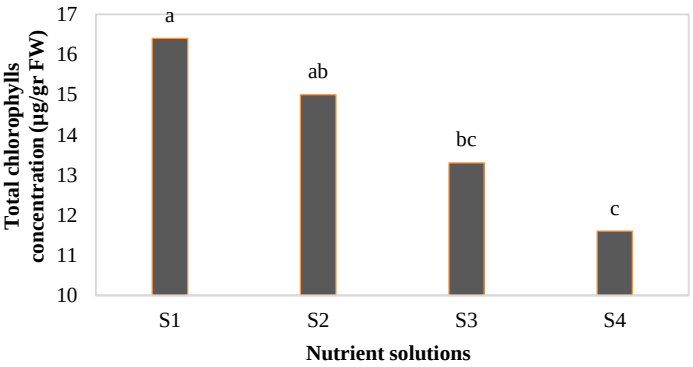
شکل ۶. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر آنتوسیانین گلبرگ در گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Figure 6. Effect of macro elements on petal anthocyanins in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)



شکل ۷. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر پروتئین گلبرگ در گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Figure 7. Effect of macro elements on petal protein in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)



شکل ۸. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر کلروفیل کل برگ در گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Figure 8. Effect of macro elements on total chlorophylls in *Lilium* cut flower (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر غلظت عنصرهای غذایی در برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۵) نشان داد که تجزیه عناصر برگ در مرحله تشکیل جوانه گل (حدود ۲۵ روز قبل از رنگ‌گرفتن اولین جوانه گل) از نظر غلظت عنصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و منیزیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده و غلظت عنصر کلسیم معنی‌دار نشده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تجزیه عناصر برگ (جدول ۶) در مرحله گلدهی (رنگ‌گرفتن اولین جوانه گل) نشان داد که از نظر غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و منیزیم در سطح احتمال ۱ درصد و غلظت عناصر فسفر و کلسیم در سطح احتمال ۵ درصد، معنی‌دار شده است. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۷) در مرحله قبل از گلدهی نیز مشخص کرد که بین محلول‌های غذایی مورد آزمایش، از نظر تأثیر بر مقدار عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم موجود در عصاره برگ اختلاف معنی‌داری بوده است اما از نظر تأثیر بر غلظت عنصر کلسیم و منیزیم، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشده است. بیشترین مقدار عنصر نیتروژن فسفر و پتاسیم در تجزیه عناصر برگ گیاه سوسن قبل از گلدهی مربوط به تیمار S1 بوده است که بیشترین غلظت مواد غذایی را داشته است و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای ۲ تا ۴ احتمالاً به این علت است که نمونه‌گیری زمانی انجام شده بود که هنوز نیمی از عناصر غذایی برای گیاهان تحت تیمار استفاده نشده بود.

همچنین مقایسه میانگین داده‌های مربوط به تجزیه عناصر در زمان گلدهی (جدول ۸) مشخص کرد بین تیمارهای مختلف از نظر تأثیر بر مقدار عناصر نیتروژن، پتاسیم و منیزیم در عصاره برگی اختلاف معنی‌دار شده در حالی‌که تأثیر آنها بر مقدار عناصر فسفر و کلسیم معنی‌دار نشده است. به‌طور کلی نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها در هر دو مرحله از نمونه‌برداری نشان داد

با افزایش غلظت درشت‌مغذی‌ها در تیمارهای غذایی، غلظت عناصر نیتروژن، پتاسیم و فسفر در عصاره برگ افزایش یافته است و بیشترین تأثیر را درشت‌مغذی S1 نشان داده است. نتایج آزمایش حاضر همچنین نشان داد که در هر دو مرحله نمونه‌برداری با افزایش غلظت درشت‌مغذی‌ها مقدار عنصر کلسیم و منیزیم در عصاره برگی افزایش یافته و بیشترین مقدار کلسیم و منیزیم عصاره برگ در تیمارهای S1 و S2 با بیشترین غلظت عناصر غذایی مشاهد شد. این نتایج با نتایج دیگر محققان که بر روی تغذیه سوسن کار کردند و نتایج مشابهی را گزارش کردند مطابقت داشت (Marin *et al*., 2014). در *Sandersonia aurantiaca* گزارش شده که افزایش غلظت بیرونی نیتروژن، پتاسیم و کلسیم غلظت درونی این عناصر را به‌طور مثبت تحت تأثیر قرار داده و با افزایش این عناصر معدنی در محیط کشت، غلظت این عناصر در گیاه بیشتر شده است (Clark, 1997). در تحقیقی اثر تغذیه نیتروژن و پتاسیم با غلظت‌های متفاوت بر تولید گل آلاله مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد کاربرد غلظت‌های بالای نیتروژن و پتاسیم در این گیاه، غلظت نیترات و پتاسیم بافت برگ را افزایش و مقدار کلسیم را کاهش داده است (Bernstein *et al*., 2011). به‌نظر می‌رسد تعامل یونی بستر کشت در مقدار جذب عناصر نقش دارد، زیرا ثابت شده است که یک رابطه قوی بین نیترات و پتاسیم در بارگیری آوند چوب وجود دارد (Casades' us *et al*., 1995)، ازآنجاکه پتاسیم یون غالب برای انتقال نیترات در مسیرهای طولانی آوند چوب است، نیترات موجود در شاخه ممکن است با تأمین مقدار مختلف پتاسیم مربوط باشد. در آزمایش حاضر مشخص شد که تامین کلسیم در مقادیر نسبتاً کم مورد نیاز است، از آنجایی که نسبت بهینه در آزمایشات مختلف سطوح متفاوتی گزارش شده است، این نظریه قوت می‌گیرد که احتمالاً نیاز پایین کلسیم در سوسن، ممکن است به‌علت غلظت بالای ذخیره این یون در پیاز باشد (Dole & Wilkins, 1999). همچنین ذخیره نیتروژن و پتاسیم موجود در پیاز برای دوره رشد طولانی کافی نبوده، این عناصر باید در مقادیر بالا در محلول آبیاری فراهم شوند، این موضوع با گزارشاتی که توصیه کرده‌اند کوددهی سوسن با نیترات‌پتاسیم سازگار بوده و استفاده از نیترات‌کلسیم را مناسب ندانسته‌اند، هماهنگ است (McKenzie, 1989). محققان دیگری نیز پیشتر نشان داده بودند که سطوح کم و متوسط کلسیم در سوسن به‌طور حتم توسط پیاز فراهم می‌شود (Chang & Miller, 2003). همچنین گزارش شده است که مقدار نیتروژن و پتاسیم کل در شاخساره سوسن رقم 'Navona'، ۴ تا ۶ برابر بیشتر از کلسیم بوده است که، با نتایج حاضر با محققان پیشین همخوانی دارد (Marin *et al*., 2014). همبستگی بین افزایش غلظت نیتروژن در شاخه و افزایش بیشتر جذب عناصر غذایی ممکن است به تأثیر نیتروژن بر رشد گیاه مربوط باشد؛ چرا که نیتروژن باعث رشد فعالانه گیاه شده و معمولاً تقاضای عناصر غذایی زیادی را به‌وجود می‌آورد (Ortega-Blu *et al*., 2006). در تطابق با نتایج ما یک ارتباط مثبت بین نیتروژن و فسفر توسط سایر پژوهشگران گزارش شده است (Fageria, 2001). همچنین افزایش غلظت نیتروژن و پتاسیم یا کلسیم شاخه در پاسخ به غلظت‌های نسبی بیرونی می‌تواند در نتیجه انتقال غیرفعال مرتبط با فراهم-بودن زیاد عناصر غذایی در محلول غذایی بیرونی باشد. ثابت شده است که غلظت‌های بیرونی عناصر توسط فاکتورهای درونی گیاه تحت تأثیر قرار می‌گیرد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه تنظیم می‌شود تا غلظت عناصر در شاخساره گیاه بهینه نگه داشته شود و اثر غلظت‌های بیرونی بر گیاه کاهش یابد (Marin *et al*., 2014).

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر غلظت عناصر غذایی برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) ۲۵ روز قبل از گلدهی

Table 5. Results of analysis of variance for effect of macro elements on mineral concentration of *Lilium* cut flower leaf 25 days before flowering (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Source of variation	df	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Magnesium	Calcium
Nutrient solutions	3	0.88**	0.006**	0.765**	0.005**	0.91ns
Error	8	0.053	0.001	0.071	0.009	0.001
CV%	-	11.14	14.64	10.83	11.36	11.37

*، ** و ns: وجود اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ و نبود اختلاف معنی‌داری.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر غلظت عناصر غذایی برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) در زمان گلدهی

Table 6. Results of analysis of variance for effect of macro elements on mineral concentration of *Lilium* cut flower leaf (*Lilium* LA Hybrid Fangio) in flowering time

Source of variation	df	Nitrogen	Phosphorus	Potassium	Magnesium	Calcium
Nutrient solutions	3	1.85**	0.011*	0.437**	0.009**	0.009*
Error	8	0.12	0.002	0.04	0.001	0.001
CV%	-	12.45	16.64	6.58	12.36	12.36

*، ** و ns: وجود اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ و نبود اختلاف معنی‌داری.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% probability levels and not significant, respectively.

جدول ۷. تأثیر درشت‌مغذی‌ها بر غلظت عناصر غذایی برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) ۲۵روز قبل از گلدهی

Table 7. Effect of macro elements on mineral concentration of *Lilium* cut flower leaf 25 days before flowering (*Lilium* LA Hybrid Fangio)

Treatment	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	Magnesium (%)	Calcium (%)
Nutritional solution 1	2.79^{a}	0.26^{a}	3.14^{a}	0.196^{a}	0.82^{a}
Nutritional solution 2	2.08^{b}	0.25^{a}	2.58^{ab}	0.152^{ab}	0.84^{a}
Nutritional solution 3	1.87^{b}	0.18^{a}	2.11^{b}	0.156^{ab}	0.80^{a}
Nutritional solution 4	1.57^{b}	0.17^{a}	2.04^{b}	0.133^{b}	0.78^{a}

در هر ستون حرف‌های همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means with the same letters in each column are not significantly difference at the 5% probability level.

جدول ۸. تأثیر درشت مغذی‌ها بر غلظت عناصر غذایی برگ گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) در زمان گلدهی

Table 8. Effect of macro elements on mineral concentration of *Lilium* cut flower leaf (*Lilium* LA Hybrid Fangio) in flowering time

Treatment	Nitrogen (%)	Phosphorus (%)	Potassium (%)	Magnesium (%)	Calcium (%)
Nutritional solution 1	3.93^{a}	0.35^{a}	3.86^{a}	0.24^{a}	1.04^{a}
Nutritional solution 2	2.78^{b}	0.26^{b}	3.34^{ab}	0.18^{b}	1.00^{a}
Nutritional solution 3	2.36^{b}	0.23^{b}	3.16^{b}	0.13^{b}	0.99^{a}
Nutritional solution 4	2.18^{b}	0.24^{b}	2.97^{b}	0.14^{b}	0.94^{a}

در هر ستون حرف‌های همسان نشان‌دهنده نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Means with the same letters in each column are not significantly difference at the 5% probability level.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج پژوهش حاضر و مقایسه رشد و عملکرد گل شاخه‌بریده سوسن (*Lilium* LA Hybrid Fangio) با درشت‌مغذی‌های مورد مطالعه برای تولید این گل مشاهده شد، مهمترین شاخص‌های عملکردی و رشدی شامل طول غنچه گل، سطح و تعداد برگ و مقدار آنتوسیانین و پروتئین گلبرگ و کلروفیل برگ با درشت‌مغذی‌های حاوی بیشترین غلظت عناصر غذایی تحت تأثیر قرار گرفت. نتایج این پژوهش بیانگر مناسب‌بودن محلول‌های غذایی S1 (نیترات‌پتاسیم ۶۳۱/۳، دی‌پتاسیم‌هیدروژن فسفات ۴۳/۵، پتاسیم دی‌هیدروژن‌فسفات ۱۰۲، نیترات‌کلسیم ۵۱۲/۵، نیترات آمونیوم ۱۵۰، کلریدسدیم ۱۴/۶ و سولفات‌منیزیم ۲۳۰/۶ میلی‌گرم در لیتر محلول آبیاری) بوده و می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب غذایی پایه برای تولید تجاری گل شاخه‌بریده سوسن رقم فانجیو در کشت بدون خاک توصیه شود

REFERENCES

1. Alam, A., Iqbal, M. & Vats, S. (2013). Cultivation of some overlooked bulbous ornamentals-*A review on its commercial viability Report and Opinion*, 5(3), 9-34.
2. Anderson, N. O. (2007). *Flower breeding and genetics issues challenges and oppurtunitiies for the 21st century*. Springer Press.
3. Arnon, D. S. (1967). Copper enzyme in isolated chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Journal of Plant Physiology*, 24, 1-15.
4. Asker, H. M. (2015). Hydroponic technology for lily flowers and bulbs production using rain water and some common nutrient solutions. *African Journal of Biotechnology*, 14(29), 2307-2313.
5. Barnes, J. (2010). *Characterization of nutrient disorders in floriculture crops*. M.Sc. Thesis, North Carolina State Univercity.

6. Bates, L. S., Waldren, R. P. & Teare, L. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
7. Bernstein, N., Ioffe, M., Luria, G., Bruner, M., Nishri, Y., Philosoph-Hadas, S., Salim, S., Dori, I. & Matan, E. (2011). Effects of K and N nutrition on function and production of ranunculus asiaticus pedosphere. *Soil Science Society of China*, 21(3), 288-301.
8. Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
9. Casades´us, J., Tapia, L. & Lambers, H. (1995). Regulation of K and NO^{-}_{3} fluxes in roots of sunflower (*Helianthus annuus*) after changes in light intensity. *Physiological of Plant*, 93, 279-285.
10. Chang, Y. C. & Miller, W. B. (2003). Growth and calcium partitioning in *Lilium* 'Star Gazer' in relation to leaf calcium deficiency. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128,788-796.
11. Clark, G. E. (1997). Effects of nitrogen and potassium nutrition on soil-grown *Sandersonia aurantiaca* stem and tuber production. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25, 385-390.
12. 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.
13. De Hertogh, A. A. (1989). *Holland bulb forcers guide*. (4th ed). Hillegom, The Netherlands.
14. Devecchi, M. & Remoti, D. (2003). Influence of fertilization on vegetative growth and flowering of the calla (*Zantedeschia aethiopica* Spreng). *Journal of Acta Horticulturae*, 614, 541-545.
15. Dhyani, A., Bahuguna, Y. M., Semwal, D. P., Nautiyal, B. P. & Nautiyal, M. C. (2009). Anatomical features of Lilium. *American Society Horticultural Science*, 5(5), 85-90
16. Dole, J. M. & Wilkins, H. F. (1999). *Floriculture, principles and species*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.
17. Dufour, L. & Guerin, V. (2005). Nutrient solution effects on the development and yield of *Anthurium andreanum* Lind. in tropical soilless conditions. *Scientia Horticulturae*, 105, 269-282.
18. Emami, A. (1996). *Plant analysis methods*. Publication of Soil and Water Research Institute. Technical publication (pp.982-985). (in Farsi)
19. Fageria, V. D. (2001). Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Pant Nutrition*, 24, 1269-1290.
20. Ganesh, S. & Kannan, M. (2013). Essentiality of micronutrients in flower crops: A review. *Research & Reviews Journal of Agriculture and Apllied Sciences*, 2, 52-57.
21. Gul, F. & Tahir, I. (2013). An effective protocol for improving vaselife and postharvest performance of cut Narcissus tazetta flowers. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 12, 39-46.
22. Heath, L. R. & Packer, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts, Kinetics and stoichimotery of fatty acid perpxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125, 189-198.
23. Kang, J. G., Ferrarezi, R. S., Dove, S. K., Weaver, G. M. &. Van Iersel, M. W. (2016). Increased fertilizer levels do not prevent abscisic acid–induced chlorosis in Pansy. *Journal of Horticulture Technology*, 26(5), 647-650.
24. Kashif, M., Rizwan, K., Aslam Khan, M. & Younis, A. (2014). Efficacy of macro and micro-nutrients as foliar application on growth and yield of *Dahlia hybrida* L. (*Fresco*). *International Journal of Chemical and Biochemical Sciences*, 5, 6-10.
25. Khosa, S. S., Younis, A., Rayit, A., Yasmeen, 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.
26. Lay-Yee, M., Stead, A. D. & Reid, M. S. (1992). Flower senescence in daylily (Hemerocallis). *Journal of Physiologia Plantarum*, 86, 308-314.
27. Lee, W. H., Kim, J. H., Lee, A. K., Suh, J. K. & Yang, Y. J. (2005). Effects of nutrient solution management and methods of storage and distribution on flowering and quality of cut Iris, Tulip and Lily. *Acta Horticulture*, 673, 513-518.
28. Marin, M., Valdez, L. A., Maria, A., Gonzalez, C., Pineda, J. P. & Galvan Luna, J. J. (2014). Modeling growth and ion concentration of Lilium in response to nitrogen, potassium, calcium mixture solution. *Journal of Plant Nutrition*, 34, 12-26.
29. McKenzie, K. (1989). Potted lilies made easy: The new, naturally short Asiatic lily varieties. *GrowerTalks*, 52, 48-58.
30. Mengel, K. & Kirkby, E. A. (2001). *Principles of Plant Nutrition*, 5th ed. Dordrecht, the Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
31. Mpusia, P. T. O. (2006). *Comparison of water consumption between greenhouse and outdoor cultivation*. M.Sc. Thesis. International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Enschede, Netherlands. 75p.
32. Nahed, G., El-Aziz, A. & Balbaa, L. K. (2007). Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Science and Research*, 3, 1479-1485.

33. Ortega-Blu, R., Correa-Benguria, M. & Olate-Mu˜noz, E. (2006). Determination of nutrient accumulation curves in three cultivars of *Lilium* spp. for cut flower. *Agrociencia*, 40, 77-88.
34. Putra, P. A. & Yuliando, H. (2015). Soilless culture system to support water use efficiency and product quality. *A Review, Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 283-288.
35. Rani, R. & Singh, N. (2014). Senescence and postharvest studies of cut flowers: *A Critical Review Pertanika Journal Tropical Agricultural Science*, 37 (2), 159- 201.
36. Rogers, H. J. (2013). From models to ornamentals. How is flower senescence regulated?. *Plant Molecules Biology*, 82, 563-574.
37. Savvas, D., Gianquinto, G., Tuzel, Y. & Gruda, N. (2013). *Soilless Culture.* FAO Plant Production and Protection Paper No. 217: Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops.
38. Schmitzer, V., Veberic, R., Osterc, G. & Stampar, F. (2010). Color and phenolic content changes during flower development in groundcover rose. *American Society Horticultural Science*, 135, 195-202.
39. Shaoyun, L., Su, W., Li, H. & Guo, H. (2009). Abscisic acid improves drought tolerance of triploid Bermuda grass and involves $H_2O_2^-$ and NO^- induced antioxidant enzyme activities. *Plant Physiology and Biochemistry*, 47, 132-138.
40. Skutnik, E. & Rabiza-ŚWidthr, J. (2007). Effect of plant growth regulators and preservative solutions on senescence of detached hosta leaves. *Horticulture Landscape Architect*, 28, 95-103.
41. Sood, S. H., Vyas, D. & Nagar, P. K. (2006). Physiological and biochemical studies during flower development in two rose species. *Scientia Horticulture*, 108, 390-396.
42. Suh, J. K., Wu, X. W., Lee, A. K. & Roh, M. S. (2013) Growth and flowering physiology, and developing new technologies to increase the flower numbers in the *Genus Lilium. Journal of Horticulture Environment Biotechnology*, 54(5), 373-387.
43. Treder, J. (2003). Effects of supplementary lighting on flowering, plant quality and nutrient requirements of lily *'*Laura Lee*'* during winter forcing. *Scientia Horticulture*, 98, 37-47.
44. Treder, T. (2005). Growth and quality of oriental Lilies at different fertilization levels. *Acta Horticulture*, 673, 297-302.
45. Van Doorn, W. G., Balk, P. A., Van Houwelingen, A. M., Hoeberichts, F. A., Hall, R. D., Vorst, O., Van der Schoot, C. & VanWordragen, M. F. (2003). Gene expression during anthesis and senescence in Iris flowers. *Plant Molecular Biology*, 53, 845.863.
46. Volaire, F., Thomas, H. & Lelievre, F. (1998). Survival and recover of perennial forage grasses under prolong mediterranean drought. *Journal of New Pathologist*, 140, 439-449.
47. Wroslstad, R. E. (1976). *Color and pigment analysis in fruit products*. Agricultural Experiment Station. Oregan State, University. 621.
48. 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.