Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 3, Autumn 2022 (615-628)
DOI: 10.22059/ijhs.2022.226720.1176

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۴۰۱ (ص ۶۲۸-۶۱۵)

نشریه پژوهشی:

اثر باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و حل‌کننده فسفر بر برخی خصوصیات کمی و کیفی دو رقم بگونیا (*Begonia semperflorens*)

فاطمه خنیده[۱]، معظم حسن پور اصیل[۲*] و سید محمدرضا احتشامی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰)

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثر کودهای زیستی و تغذیه از طریق محلول غذایی (هوگلند پایه) بر خصوصیات کمی و کیفی دو رقم بگونیا همیشه‌گلدار (Senator deeprose و Sprint rose) صورت گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در بیست تیمار با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل، محلول غذایی (هوگلند پایه)، *سودوموناس* (*Pseudomonas fluorescens* Strain 169)، *ازتوباکتر* (*Azotobacter chroococcum* Strain 12) و تلفیق *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و غلظت‌های مختلف محلول غذایی و دو رقم بگونیا بودند. عدم استفاده از کود زیستی و محلول غذایی، به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین سطح برگ (۳۶/۶۹ میلی‌متر مربع) در کاربرد *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن مشاهده شد. بیشترین وزن تر شاخساره (۱۱۷/۱۸ گرم) و بیشترین وزن خشک شاخساره (۴/۱۲ گرم)، با کاربرد *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و فسفر بود. همچنین بیشترین فسفر شاخساره (۰/۳۴ درصد) مربوط به تیمار *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰درصد فسفر بود و بیشترین کلروفیل‌های برگ‌ها (۱۳/۱۲ میلی‌گرم درگرم وزن‌تر) مربوط به تیمار *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن بود. تیمار *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد فسفر با ۴۱/۳۸ میلی‌گرم درگرم وزن‌تر بیشترین میزان آنتوسیانین‌های گلبرگ‌ها را داشت. در مجموع تیمار *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و سپس تیمار هوگلند پایه بهترین تیمار بودند. بر این اساس استفاده توأم باکتری *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به همراه غلظت‌های کمتر عناصر غذایی منجر به بهبود معنی‌دار برخی صفات کمی و کیفی در بگونیا شد. ضمن اینکه دو رقم گل بگونیا Senator deeprose و Sprint rose در پاسخ به تیمارهای مشابه، واکنش متفاوتی از خود نشان دادند.

واژه های کلیدی: *ازتوباکتر*، بگونیا، تلقیح ریشه، *سودوموناس*.

Effect of nitrogen fixing and phosphorus solubilizing bacteria on quantitative and qualitative characteristics in two varieties of begonia (*Begonia semperflorens*)

Fatemeh Khanideh[1], Moazzam Hassanpour Asil[2*] and Seyed Mohammadreza Ehteshami[3]
1, 2, 3. M.Sc. Student, Professor and Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: Feb. 03, 2017- Accepted: Jan. 30, 2022)

ABSTRACT

The objective of this study was to investigate the effects of biofertilizers and nutrition through a nutrient solution (base Hogland) on quantitative and qualitative characteristics of *Begonia semperflorens* (two varieties, sprint rose and senator deeprose). The factorial experiment was carried out based on randomized complete block design (RCBD), with twenty treatments in three replications. Treatments include: nutrient solution (base Hogland), *Pseudomonas fluorescens* strain 169, *Azotobacter chroococcum* strain 12 and compound Pseudomonas and Azotobacter with different percentages of chemical fertilizer and two varieties of Begonia. Non-inoculated with nutrient solution and bio-fertilizer were considered as control. The results showed that the highest leaf area (36.69 mm^2) was observed in *Pseudomonas* and *Azotobacter* and 75% of the nitrogen treatment. Maximum shoots fresh weight (117.18 gr) and maximum shoots dry weight (4.12 gr), were seen at the treatments of Pseudomonas and Azotobacter and 75% of the Nitrogen and Phosphorus. Most phosphorus in shoots (0.34%) was related to the treatments of Pseudomonas and Azotobacter and 100% phosphor and the highest chlorophyll of leaves (13.12 mg per gr of fresh weight) were related to the treatments of Azotobacter and 100% Nitrogen. Treatments of Pseudomonas and Azotobacter and 75% phosphor with 41.38 mg per gr of fresh weight, had the highest amounts of anthocyanins of petals. Overall, treatment of *Pseudomonas* and *Azotobacter* and 75% nitrogen, and then base Hogland treatment were the best treatments. Thus, it was shown that *Pseudomonas* and *Azotobacter* combination with reduced doses of nutrient solution, led to significant improvement of quantitative and qualitative characteristics of Begonia. In addition, two varieties of Begonia (senator deeprose and sprint rose) in response to similar treatments, showed different reactions.

Keywords: Azotobacter, begonia, root inoculation, Pseudomonas.

* Corresponding author E-mail: hassanpurm@guilan.ac.ir

مقدمه

بگونیای همیشه‌گلدار با نام علمی *Begonia semperflorens* یکی از مهم‌ترین و محبوب‌ترین گیاهان گلدانی در دنیا است (Zhang *et al*., 2010). در دهه‌های گذشته به‌دلیل مصرف کودهای شیمیایی، اثر زیست محیطی متعددی از جمله انواع آلودگی‌های آب و خاک و مشکلاتی در خصوص سلامتی انسان و دیگر موجودات زنده به وجود آمده است (Sharma *et al*., 2011). تغذیه بگونیا از طریق محلول غذایی NPK و ریزمغذی‌ها به‌طور متوسط به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم و دو بار در هفته از شروع کاشت تا پایان آزمایش صورت می‌گیرد (Jeong *et al*., 2010). سیاست کشاورزی پایدار و توسعه کشاورزی پایدار، متخصصین را بر آن داشت که هر چه بیشتر از موجودات زنده در خاک در جهت تأمین نیازهای غذایی گیاه کمک بگیرند و بدین سان بود که تولید کودهای زیستی آغاز شد. کودهای زیستی، ریزجاندارانی هستند که قادرند عناصر غذایی خاک را در یک فرایند زیستی، تبدیل به مواد مغذی همچون ویتامین‌ها و دیگر مواد معدنی کرده و به ریشه گیاه برسانند (Vessey, 2003). باکتری‌های *Pseudomonas fluorescens* خاکزی هستند و در خاک سبب ترشح سیدروفور شده و جذب آهن و برخی دیگر از عناصر ریزمغذی نظیر روی را امکان‌پذیر می‌سازند. باکتری‌های جنس *سودوموناس*، به شکل میله‌ای راست یا کمی خمیده، دارای تاژک قطبی، بدون اسپور و گرم منفی هستند (Meyer, 2000). باکتری‌های *Azotobacter chroococcum* جزو باکتری‌های گرم منفی و کروی است که می‌تواند با استفاده از مکانیسم‌های مختلفی همچون تثبیت نیتروژن اتمسفری، تولید هورمون‌هایی نظیر اکسین‌ها، جیبرلین‌ها، ترشح سیدروفور و اسیدهای آلی در ریزوسفر، عملکرد گیاهان را افزایش دهد (Sharma *et al*., 2011). در نتایج تحقیقی مشاهده شده است که استفاده از *ازتوباکترها* به همراه کاهش مقدار نیتروژن به‌صورت قابل ملاحظه موجب افزایش رشد و گلدهی گلایول شده است (Deshmukh *et al*., 2009). محققانی اثر کودهای زیستی از قبیل *سودوموناس فلورسنس* و ورمی کمپوست را بر رشد رویشی، گلدهی و شاخص‌های پس از برداشت گل مریم مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از اثر معنی‌دار *سودوموناس* بر گلدهی گل مریم بود (Srivastava *et al*., 2013). همچنین نتایج کاربرد ریزوباکتری‌هایی مانند *سودوموناس فلورسنس* بر گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) نشان داد که شاخص‌هایی از قبیل طول گیاه، وزن شاخساره، تعداد برگ‌ها، تعداد گره و وزن خشک ریشه در گیاهان تیمارشده با این باکتری، در مقایسه با تیمار شاهد تفاوت‌های معنی‌داری داشت (Banchio *et al*., 2008). در پژوهشی، اثر سویه‌های مختلف سودوموناس فلورسنس به همراه هیومیک اسید بر عملکرد گیاه ختمی، بهبود صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک این گیاه را به همراه داشته است (Lashkari *et al*., 2020). همچنین در تحقیقی که روی اثر باکتری تنظیم‌کننده رشد گیاهی *سودوموناس فلورسنس* بر گیاه شمعدانی عطری انجام شد، نتایج نشان داد که ۹۰ روز پس از کشت گیاهچه‌ها، وزن خشک شاخساره و محتوای کلروفیل‌های برگ، در گیاهان تلقیح شده با باکتری *سودوموناس* سویه‌های PsF84 و PsF610 نسبت به گیاهان شاهد بیشتر بود (Dharni *et al*., 2014). در پژوهشی تأثیر تلقیح باکتری‌های محرک رشد گیاهی در بهبود صفات گل جعفری (*Tagetes minuta*) بررسی شد و نتایج نشان داد که تعداد برگ، وزن تر و خشک گیاه و ریشه و متابولیت‌های ثانوی در گیاهان تلقیح شده با *سودوموناس فلورسنس* به‌طور معنی‌داری بیشتر از گیاهان شاهد و سایر تیمارها بود (Banchio & Giordiano., 2013). گزارش گردید که تلقیح محیط رشد گیاه رعنا زیبا (*Gaillardia pulchella*) با باکتری *آزوسپیریلیوم* سبب افزایش جذب نیتروژن و نیز افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ و شاخه در هر گیاه و وزن خشک کل در گیاهان تیمارشده با باکتری بیشتر از سایر تیمارها بود (Gadagi *et al*., 2004). همچنین استفاده از قارچ تثبیت‌کننده فسفر و باکتری حل‌کننده فسفر (مایکوریزا و *سودوموناس*) در داوودی منجر به افزایش ارتفاع گیاه، افزایش وزن تر و خشک ریشه، افزایش درصد جذب فسفر در شاخه و ریشه شد (Prasad *et al*., 2012). نتایج تحقیقات گذشته نشان

داد که کود زیستی Barvar2 (تثبیت‌کننده فسفر) باعث افزایش تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و اندازه اسپادیس در اسپاتیفیلوم شد. بهترین نتیجه از تیمار ترکیبی Barvar با Nitrokara (تثبیت‌کننده نیتروژن) به‌دست آمد (Abbasniayzare *et al.*, 2012). با توجه به این‌که اثر کودهای زیستی روی گیاهان زینتی به‌ندرت بررسی شده است؛ و با توجه به اثرات مخرب زیست‌محیطی کودهای شیمیایی، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر کودهای زیستی و مقایسه با تغذیه معدنی عناصر، روی ویژگی‌های رشد و گلدهی دو رقم بگونیا به‌عنوان یک گیاه زینتی محبوب انجام شد.

مواد و روش‌ها

گیاهچه‌های بذری نسل اول (F_1) بگونیا همیشه گلدار با دو رقم Sprint rose (برگ سبز) و Senator deeprose (برگ قرمز) در مرحله ۶-۵ برگی از یک گلخانه تجاری واقع در تهران تهیه شدند و به گلخانه تحقیقاتی با شرایط کنترل شده (دمای روز ۲۵ درجه و دمای شب ۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد) انتقال داده شد. آزمایش فاکتوریل درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ۲۰ تیمار با دو رقم صورت گرفت. ریزجانداران *سودوموناس* (*Pseudomonas fluorescens* Strain 169) و *ازتوباکتر* (*Azotobacter chroococcum* Strain 12)، در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، فرموله و تهیه شدند. جمعیت باکتری‌ها در هر گرم مایه تلقیح، $۹/۸ \times ۱۰^{۷}$ برآورد شد. ۵۰ سی‌سی از مایه تلقیح در ۱۰۰ سی‌سی آب رقیق شده و در پای گیاه ریخته شد.

تیمارهای مورد بررسی شامل ۱: شاهد (فاقد محلول‌غذایی و کودزیستی)، ۲: هوگلند پایه (بر اساس آزمون خاک گلدان)، ۳: *سودوموناس* بدون فسفر، ۴: *سودوموناس* و ۵۰ درصد فسفر قابل‌توصیه براساس آزمون خاک گلدان، ۵: *سودوموناس* و ۷۵ درصد فسفر، ۶: *سودوموناس* و ۱۰۰ درصد فسفر، ۷: *ازتوباکتر* بدون نیتروژن، ۸: *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد نیتروژن، ۹: *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن، ۱۰: *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن، ۱۱: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* بدون فسفر و بدون نیتروژن، ۱۲: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد نیتروژن، ۱۳: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد فسفر، ۱۴: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد نیتروژن و ۵۰ درصد فسفر، ۱۵: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن، ۱۶: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد فسفر، ۱۷: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و ۷۵ درصد فسفر، ۱۸: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن و بدون فسفر، ۱۹: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد فسفر و بدون نیتروژن، ۲۰: *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن و ۱۰۰ درصد فسفر بودند و عناصر غذایی از طریق محلول‌پاشی اعمال شدند. پس از آماده سازی خاک گلدان، تقسیم تصادفی و یکنواخت گیاهچه‌ها بین تیمارها انجام شد. ریشه گیاهچه‌هایی که باید با سوسپانسیون باکتری تلقیح می‌شدند در محیطی تاریک و خنک به‌مدت نیم ساعت تیمار شدند. جهت یکسان سازی شرایط کشت برای کلیه تیمارها، آن دسته از گیاهچه‌هایی که نباید با سوسپانسیون باکتری تلقیح می‌شدند، در آب خالص قرار گرفتند. پس از جذب محلول توسط ریشه‌ها، گیاهچه‌ها در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر حاوی ترکیب خاکبرگ، کوکوپیت و پرلیت (به نسبت حجمی مساوی) کشت شدند. آبیاری به گیاهان کشت شده هر دو روز یکبار به مقدار ۱۵۰ میلی‌لیتر به آرامی انجام‌گرفت تا از شسته شدن باکتری از ریزوسفر گیاه جلوگیری شود.

محلول پایه استفاده شده در این تحقیق، هوگلند (Hoagland and Arnon., 1950) شامل دو محلول پایه حاوی عناصر ماکرو و عناصر میکرو بود. نمک‌های مورد استفاده در این محلول‌ها شامل: KNO_3، $Ca(NO)_3.4H_2O$، $NH_4H_2PO_4$، $MgSO_4$، KCl، $CaCl_2$، NH_4NO_3، H_3BO_3، $MnSO_4.H_2O$، $ZnSO_4.7H2O$، $CuSO_4.5H_2O$، NH_4MoO_4 و Na-Fe EDTA بودند. بعد از گذشت دو هفته و استقرار کامل گیاهچه‌ها در خاک گلدان، محلول‌های نهایی ساخته شد و بر اساس تیمارهای تعریف شده (جدول ۱)، محلول‌دهی گیاهان انجام شد. برای مثال تیمار S_1

به‌عنوان محلول پایه (شامل تمامی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف) برای تیمارهای ۲، ۶، ۱۰ و ۲۰ مورد استفاده قرار گرفت. برای تیمارهایی که شامل درصدی از نیتروژن و فسفر و یا فاقد این دو عنصر بودند، مقادیر نمک‌های مصرفی طبق جدول ۲ تغییر داده شد و درنهایت ۹ محلول غذایی برای ۲۰ تیمار طراحی و برای تیمارهای مختلف اعمال شد. جهت یکسان‌سازی شرایط برای تمام تیمارها، گلدان‌هایی که تیمار کودی نداشتند، با آب خالص محلول‌دهی شدند.

جهت بررسی وزن تر شاخساره، بخش هوایی گیاه از محل طوقه قطع و وزن تر شاخساره‌ها به‌وسیله‌ی ترازوی دقیق توزین شد و سپس سطح برگ برای سه برگ از هر تکرار به‌وسیله دستگاه سطح سنج مدل Licore 3100 Area Meter, USA اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان سطح برگ برحسب میلی‌متر مربع بیان شد. اندازه‌گیری نیتروژن شاخساره از طریق روش هضم در بالن ژوژه با سولفوریک اسید، سالیسیلیک اسید و آب اکسیژنه به‌وسیله دستگاه کجلدال انجام شد (Wahing *et al*., 1989). برای اندازه‌گیری فسفر، ۵ میلی‌لیتر از محلول عصاره حاصل از هضم در بالن ژوژه با سولفوریک اسید، سالیسیلیک اسید و آب اکسیژنه، به داخل بالن ژوژه ۲۵ میلی‌لیتر ریخته شد و ۵ میلی‌لیتر محلول آمونیوم مولیبدات- وانادات به آن اضافه گردید و به حجم رسانده شد. سپس میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument + T80 با طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت شد (Chapman & Pratte, 1961). جهت اندازه گیری پتاسیم شاخساره، عصاره حاصل از هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با هیدروکلریک اسید، با نسبت ۹ به ۱ با کلرور سزیم (Cs) رقیق شده و جذب با دستگاه فلیم‌فوتومتر و در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر قرائت شد (Wahing *et al*., 1989).

جدول ۱. مشخصات محلول‌های ساخته شده.*

Table 1. Details of built solutions. *

Solution Number	Solution type	Applied treatments
S_1	Hoagland standard solution as a basic solution	2 - 6 - 10 - 20
S_2	Hoagland solution without N	7 - 19
S_3	Hoagland solution with 50% of N	8 - 12
S_4	Hoagland solution with 75% of N	9 - 15
S_5	Hoagland solution without P	3 - 18
S_6	Hoagland solution with 50% of P	4 - 13
S_7	Hoagland solution with 75% of P	5 - 16
S_8	Hoagland solution containing 50% N and 50% P	14
S_9	Hoagland solution containing 75% N and 75% P	17

* برای مثال، محلول S_2 برای تیمارهای شماره ۷ (*ازتوباکتر* بدون نیتروژن) و ۱۹ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد فسفر و بدون نیتروژن) به کار برده شد.

جدول ۲. میزان عناصر پرمصرف (بر حسب میلی‌اکی‌والان گرم در لیتر).

Table 2. The amounts of macronutrients ($meq.L^{-1}$).

	SO_4^{2-}	$H_2PO_4^-$	NO_3^-	Cl^-	PO_4^{3-}	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	H^+	NH_4^+
S_1	2	1	3	0	0	0	2	2	0	1
S_2	2	0	0	3	6	0	4	2	4	0
S_3	2	2	1	2	0	0	2	2	0	2
S_4	2	1	3	1	0	2	2	2	0	1
S_5	2	0	4	1	0	2	2	2	0	1
S_6	2	1	4	0	0	1	2	2	0	2
S_7	2	1	4	0	0	1	2	2	0	2
S_8	2	1	2	2	0	1	2	2	0	2
S_9	2	1	4	1	0	2	2	2	0	2

جدول ۳. مقدار عناصر کم‌مصرف در محلول‌های غذایی (برحسب میلی‌گرم در لیتر).

Table 3. The amounts of micronutrients in solutions ($mg.L^{-1}$).

$mg.L^{-1}$	Microelements salt
1.5	H_3BO_3
0.25	$CuSO_4$, $5H_2O$
1	$ZnSO_4$, 7H2O
2	$MnSO_4$, H_2O
0.05	$(NH_4)_6Mo_7O_{24}$, $4H_2O$
10	Na-Fe EDTA

برای سنجش کلروفیل کل برگ، عصاره گیاهی با استون ۸۰ درصد استخراج و جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument+ T80 در دو طول موج ۶۴۶/۲ و ۶۶۳/۲ نانومتر قرائت و محاسبه شد (Lichtenthaler, 1987). سنجش آنتوسیانین‌های گلبرگ‌ها به روش Mita *et al*., 1997 صورت گرفت. به این صورت که ابتدا عصاره گلبرگ‌ها با محلول کلریدریک اسید ۱ درصد متانول استخراج شد و جذب محلول‌ها در طول موج ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر نسبت به شاهد اندازه‌گیری شد.

سپس نمونه‌ها در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شد و وزن خشک شاخساره به‌وسیله ترازو دقیق توزین شد. جهت بررسی نتایج حاصل از تحقیق، از نرم افزار SAS نسخه 9.0 استفاده شد. میانگین‌ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج و بحث

وزن تر شاخساره

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که از نظر وزن تر شاخساره، اثر جداگانه تیمار و رقم و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند. بر اساس شکل ۱ تیمار ۱۷ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و ۷۵ درصد فسفر) در رقم Sprint rose با ۱۴۹/۹۷ گرم، بیشترین وزن تر شاخساره را داشت و نسبت به تیمار شاهد بر رقم Senator deeprose با کمترین وزن تر شاخساره و ۴۵/۰۲ گرم، تفاوت معنی‌دار نشان داد. طبق جدول ۶ رقم Sprint rose با میانگین ۱۰۸/۹۶ گرم ، نسبت به رقم Senator deeprose با میانگین ۷۵/۳۳ گرم ، عملکرد بهتری از نظر وزن تر شاخساره داشته است. با توجه به این‌که نیتروژن در ساخت پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک مؤثر است، می‌توان این‌گونه استنباط کرد که با تأمین سطح مطلوب نیتروژن در استفاده‌ی توام کود زیستی و محلول غذایی، رشد گیاه تسریع می‌شود و زیست‌توده‌ی گیاهی افزایش می‌یابد. اثر کودهای زیستی بر شاخص‌های رشد اسپاتیفیلیوم (*Spathiphyllum illusion*) نشان داد که گیاهان تیمار شده با کودزیستی *ازتوبارور* بیشترین وزن تر شاخساره را در مقایسه با سایر تیمارها داشتند (Abbasniayzare *et al*., 2012). همچنین تلقیح بذرهای سیاهدانه با *ازتوباکتر کروکوکوم* موجب افزایش معنی‌دار وزن تر شاخساره سیاهدانه شد. بالاترین وزن تر در گیاهان تیمار شده با *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد از تغذیه نیتروژن ثبت شد (Samah *et al*., 2014). باکتری‌های محرک رشد از طریق تولید هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین و سایتوکینین، و تولید سیدروفور و اسیدهای آلی، رشد گیاه را افزایش دهند. افزایش وزن تر شاخساره در گیاهان تیمار شده با کودهای زیستی را می‌توان به تولید مواد ذکر شده در گیاه نسبت داد (Bhonde *et al*., 1997).

وزن خشک شاخساره

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر جداگانه تیمار و رقم و همچنین اثر متقابل این دو، در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. براساس شکل ۲، بیشترین وزن خشک شاخساره مربوط به تیمار ۱۷ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و ۷۵ درصد فسفر) روی رقم Sprint rose با ۴/۸۲ گرم بود که دارای اختلافی معنی‌دار نسبت به تیمار ۵ (*سودوموناس* و ۷۵ درصد فسفر) روی رقم Senator deeprose با کمترین وزن خشک شاخساره و ۱/۹۸ گرم بود. طبق جدول ۶ رقم Sprint rose با میانگین ۳/۶۲ گرم وزن خشک شاخساره، در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری نسبت به رقم Senator deeprose با میانگین ۲/۷۷ گرم داشت. مصرف مقادیر مناسب کودهای زیستی از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی و در دسترس قرار دادن مواد غذایی بیشتر برای مصرف گیاه، سبب افزایش ماده خشک گیاهی می‌شود. داشتن خصوصیات محرک رشد (PGP) *سودوموناس* و *ازتوباکتر* و افزایش وزن خشک شاخساره توسط پژوهشگران مختلف گزارش شده است (Bhonde *et al*., 1997; Dharni *et al*., 2014). باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن و حل

کننده فسفات با سنتز هورمون‌های گیاهی، مراحل اولیه رشد را تحت تأثیر قرار داده و ریشه، حجم بیشتری از خاک را اشغال می‌کند و سطح جذب گیاه افزایش یافته و در نتیجه تجمع ماده خشک در گیاه افزایش می‌یابد (Arcon *et al*., 1976). بنابراین به‌نظر می‌رسد که باکتری‌های ریزوسفر به همراه درصدهای متفاوت تغذیه عناصر معدنی، زیست‌توده را در ارقام بگونیا تحت تأثیر قرار دادند، که مطابق با نتایج سایر محققان می‌باشد.

تعداد برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که اثر تیمار و اثر متقابل تیمار در رقم، بر صفت تعداد برگ معنی‌دار نبود ولی اثر رقم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. طبق جدول ۶ رقم Sprint rose با میانگین ۳۲ برگ به‌صورت معنی‌داری بهتر از رقم Senator deeprose با میانگین ۵۵ برگ بود. تعداد و رنگ برگ، از شاخصه‌های مهم در بازارپسندی بگونیا محسوب می‌شوند. شواهدی وجود دارد مبنی بر این که ارقام برگ قرمز نسبت به برگ سبز در تابستان رشد بهتری دارند (Zhang *et al*., 2010). از این رو معنی‌دار شدن اثر رقم روی تعداد برگ قابل توجیه است. در نتایج تحقیقی نشان داده شد که استفاده از ازتوباکتر به همراه کاهش ۵۰ درصدی مقدار نیتروژن، به‌صورت قابل ملاحظه‌ای موجب افزایش تعداد برگ در گل گلایول می‌شود (Deshmukh *et al*., 2009). نتایج پژوهش محققان نشان داد که بر اثر تلقیح محیط رشد گل جعفری (*Tagetes minuta*) با باکتری‌های محرک رشد *سودوموناس فلورسنس*، تعداد برگ‌ها ۳۳ درصد بیشتر از گیاهان شاهد و سایر تیمارها بود (Banchio and Giordiano, 2013). در پژوهشی دیگر، مشاهده شد که تعداد برگ در گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) تیمار شده با *سودوموناس فلورسنس*، ۸۰ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود (Banchio *et al*., 2008). تلقیح محیط رشد گل رعنا زیبا (*Gaillardia pulchella*) با باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن، سبب افزایش جذب تعداد برگ‌ها در هر گیاه نسبت به سایر تیمارها شد (Gadagi *et al*., 2004).

سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴)، حاکی از آن است که از نظر سطح تک برگ، اثر تیمارهای کودهای زیستی و تغذیه عناصر معدنی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد اما اثر رقم و اثر متقابل تیمار در رقم معنی‌دار نشد. طبق شکل ۳، تیمار شماره ۱۵ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن) روی رقم Senator deeprose، با ۳۶/۶۹ میلی‌متر مربع دارای بیشترین سطح برگ بوده و نسبت به تیمار ۳ (*سودوموناس* بدون فسفر) روی رقم Sprint rose با ۱۶/۰۳ میلی‌متر مربع تفاوت معنی‌دار نشان داد. در واقع نیتروژن از راه اثرگذاری بر نورساخت باعث افزایش در جذب عنصرها شده و در نتیجه سطح برگ‌ها نیز افزایش می‌یابد. باکتری‌های محرک رشد گیاه از جمله *سودوموناس* و *ازتوباکتر* به طور کلی منجر به افزایش صفات رویشی در بیشتر گیاهان می‌شوند (Dey *et al*., 2004). در نتایج تحقیقی اظهار گردید که تلقیح قبل از کاشت بذرهای سیب با *ازتوباکتر*، منجر به بهبود برخی شاخص‌های مورفولوژی دانهال‌های سیب، از جمله سطح برگ گردید (Sharma *et al*., 2011). تلقیح گیاهان با باکتری‌های محرک رشد، تولید مواد گیاهی مانند ایندول استیک اسید (IAA) و سایتوکینین را بهبود می‌بخشند. IAA نیز در نقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها نقش دارد. از این رو می‌توان افزایش سطح برگ گیاهان تیمار شده با *ازتوباکتر* و *سودوموناس* را می‌توان به نقش مواد تولیدی توسط این باکتری‌ها نسبت داد (Gray and Smith, 2005).

کلروفیل‌های برگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که از نظر مقدار کلروفیل‌های برگ، اثر جداگانه تیمار در رقم و همچنین اثر متقابل این دو معنی‌دار شد. همچنین طبق نتایج شکل ۴ و جدول مقایسه میانگین (جدول ۵)، بیشترین مقدار کلروفیل‌های برگ مربوط به تیمار شماره ۱۵ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن) بر رقم Sprint rose با میانگین کلروفیل ۱۵/۰۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر بود که تفاوت

معنی‌داری نسبت به شاهد با میانگین ۹/۱ میلی‌گرم در گرم وزن تر داشت. طبق جدول ۶ رقم Sprint rose با میانگین کلروفیل‌های کل برگ ۱۳/۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر نسبت به رقم Senator deeprose با میانگین ۹/۷۲ میلی‌گرم در گرم وزن تر، تفاوت معنی‌دار داشت. از آن‌جایی‌که کودهای زیستی میزان هورمون‌های سیتوکینین و جیبرلین را افزایش می‌دهند، این افزایش هورمون‌ها به ویژه سیتوکینین، می‌تواند شدت فتوسنتز را از طریق بازشدن روزنه‌های هوایی که بر جابه‌جایی و تنظیم محتوای کلروفیل مؤثر است، بهبود بخشند. محتوای کلروفیل برگ، اساساً از طریق بهبود جذب نیتروژن و افزایش نیتروژن برگ صورت می‌پذیرد، که از یک سو باعث فراهمی پیش‌سازهای کلروفیل شده و از سوی دیگر باعث افزایش پروتئین و اسیدهای آمینه به عنوان پیش سازهای اصلی ساختمان و فعالیت کلروپلاست خواهد شد (Sharma *et al*., 2011). نتایج تحقیقات گذشته نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیستی *سودوموناس* و *ازتوباکتر* موجب افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل‌های برگ در گیاهان مختلف می‌شود (Srivastava *et al*., 2013; Lashkari *et al*., 2020; Dharni *et al*., 2014; Kavino *et al*., 2010).

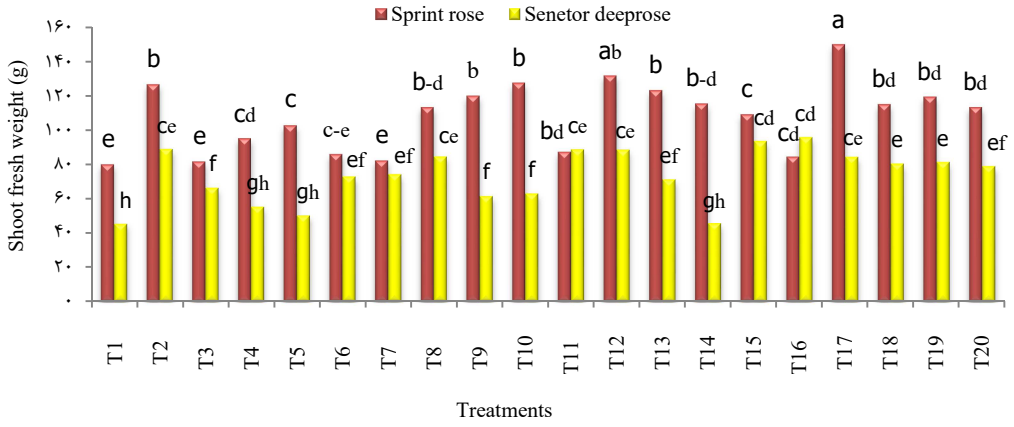
آنتوسیانین‌های گلبرگ

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان داد که اثر جداگانه تیمار و رقم و همچنین اثر متقابل این دو تیمار معنی‌دار شد. طبق شکل ۵ تیمار شماره ۱۸ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن و بدون فسفر) در رقم Senator deeprose با ۴۶/۲۶ میلی‌گرم در گرم وزن تر آنتوسیانین‌ها با تیمار شاهد بر رقم Sprint rose و ۲۲/۳۷ میلی‌گرم در گرم وزن تر آنتوسیانین‌ها، تفاوت معنی‌دار داشت. طبق جدول ۶ رقم Senator deeprose با میانگین ۳۴/۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر آنتوسیانین‌ها تفاوت معنی‌داری نسبت به رقم Sprint rose با میانگین ۳۰/۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر داشت. توسعه پیگمان‌های سلول و سنتز آنتوسیانین‌ها با بالا رفتن میزان کربوهیدرات‌ها نسبت مستقیم دارد و هر عاملی که بتواند روی افزایش، جذب یا ساخته شدن قندها مؤثر باشد، باعث افزایش میزان آنتوسیانین کل در گلبرگ‌ها می‌شود (Hassanpour Asil *et al*., 2012). رقم Senator deeprose با رنگ برگ قرمز، به‌دلیل وجود آنتوسیانین بیشتر در برگ و گلبرگ‌ها، محتوای آنتوسیانین‌ها بیشتری دارد. در پژوهشی، اثر نورهای مختلف بر دو رقم بگونیا همیشه گل‌دار دیده شد که تجمع آنتوسیانین‌ها در گلبرگ‌های رقم cocktail با برگ قرمز رنگ نسبت به رقم super Olympia با برگ سبز رنگ، بیشتر بوده است. این تفاوت در میزان تجمع آنتوسیانین‌ها در گلبرگ‌ها ممکن است به اثر رقم مربوط باشد (Zhang *et al.,* 2010). پژوهشی بر تأثیر قارچ *مایکوریزا* و باکتری *ازتوباکتر* بر سیب نشان داد که تلقیح قبل از کاشت بذرهای سیب با باکتری‌های *ازتوباکتر*، منجر به بهبود برخی شاخص‌های مورفولوژی و فیزیولوژی گیاه، از قبیل آنتوسیانین‌های میوه سیب می‌شود (Sharma *et al*., 2011). همچنین در پژوهشی دیگر، تاثیر غلظت درشت‌مغذی‌ها بر صفات کمی و کیفی سوسن شاخه بریده نشان داد، بیشترین مقدار پروتئین و آنتوسیانین گلبرگ در تیمارهایی که بیشترین غلظت درشت مغذی را داشتند، مشاهده شد (Nabavi *et al*,.2018).

عناصر غذایی شاخساره

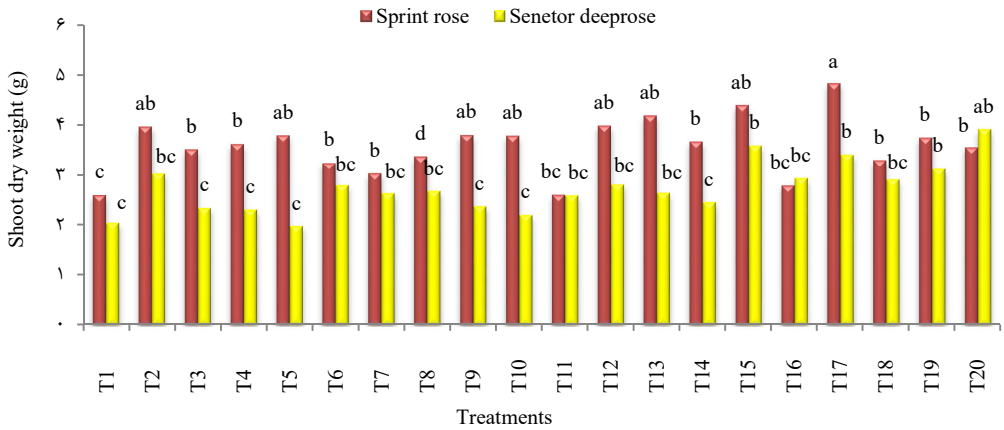
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) نشان می‌دهد که از نظر مقدار نیتروژن شاخساره، اثر تیمار و رقم و اثر متقابل تیمار در رقم معنی‌دار نبود اما از نظر مقدار فسفر و پتاسیم شاخساره، اثر جداگانه تیمار و رقم و همچنین اثر متقابل این دو تیمار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. طبق شکل ۶، تیمار شماره ۱۵ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن) روی رقم Senator deeprose با میانگین ۰/۳۷ درصد دارای بیشترین مقدار فسفر شاخساره بوده و نسبت به تیمارشاهد روی رقم Sprint rose با میانگین ۰/۲۱ درصد تفاوت معنی‌دار داشت. طبق جدول ۶ مقدار فسفر شاخساره در رقم Sprint rose با میانگین ۰/۲۸ درصد با تفاوت معنی‌دار کمتر از رقم Senator deeprose با میانگین ۰/۳۴ درصد بود. در شکل ۷، بیشترین مقدار پتاسیم شاخساره مربوط به تیمار

شماره ۵ (*سودوموناس* و ۷۵ درصد فسفر) در رقم Sprint rose با ۳/۹۲ درصد بود که تفاوت معنی داری نسبت به تیمار شاهد در رقم Senator deeprose با ۳ درصد داشت. طبق جدول ۶ رقم Sprint rose با میانگین ۳/۷۵ درصد پتاسیم، تفاوت معنی‌داری نسبت به رقم Senator deeprose با میانگین ۳/۳۸ درصد داشت. معنی‌دار نبودن اثر تیمار و رقم بر شاخص نیتروژنِ شاخساره می‌تواند این‌گونه توجیه شود که گیاه، نیتروژن مورد نیاز خود را به‌راحتی از خاک جذب می‌کند و تیمارهای مورد استفاده، تاثیر به‌سزایی در بهبود روند جذب نیتروژن نداشته‌اند. این نتیجه با یافته‌های محققان دیگر همخوانی ندارد و کاربرد کودهای زیستی و محلول غذایی در تحقیقات دیگر، غالبا منجر به افزایش نیتروژن شاخساره شده است. در مورد اثر معنی‌دار فسفر و پتاسیم می‌توان اظهار داشت که باکتری‌های *سودوموناس* و *ازتوباکتر* در محیط ریزوسفر گیاه شرایط مساعد را برای جذب این عناصر فراهم کردند. همچنین استفاده همزمان کود زیستی و محلول غذایی هوگلند نتایج بهتری را نسبت به استفاده جداگانه آن‌ها نشان داد. این مشاهده بیانگر آن است که این دو عامل بر یکدیگر تأثیر مثبت و هم‌افزایی دارند و نشان می‌دهند که مصرف کود زیستی منجر به افزایش بازده تغذیه معدنی شده است و با این اثر، افزایش جذب عناصر غذایی فسفر و پتاسیم را در گیاه شاهد بودیم. این نتیجه با یافته‌های سایر محققان روی گیاهان زینتی هم‌خوانی دارد (Ali *et al*., 2013; Deshmukh *et al*., 2009; Gadagi *et al*., 2004).



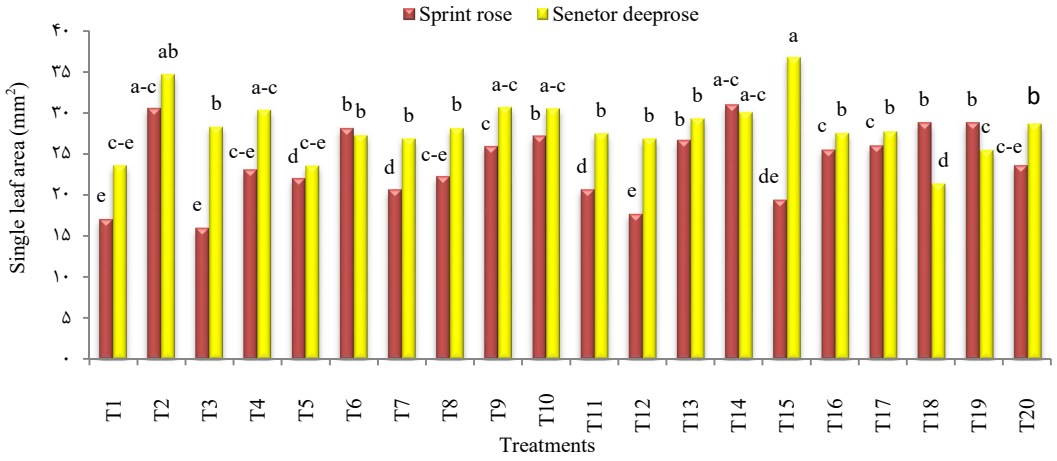
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر وزن تر شاخساره بگونیا.

Figure 1. The effect of chemical and biofertilizers treatments on Shoot fresh weight of two varieties of begonia.



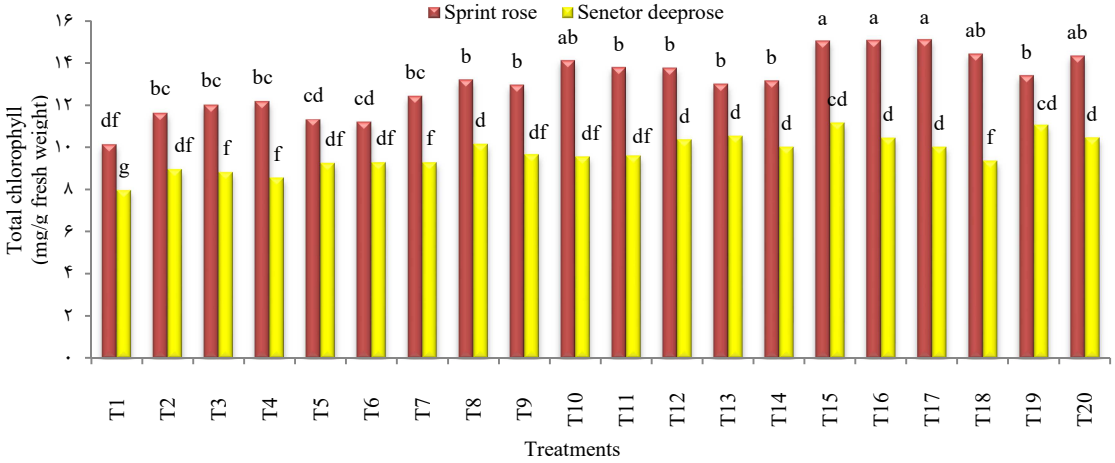
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر وزن خشک شاخساره بگونیا.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on shoot dry weight of begonia.



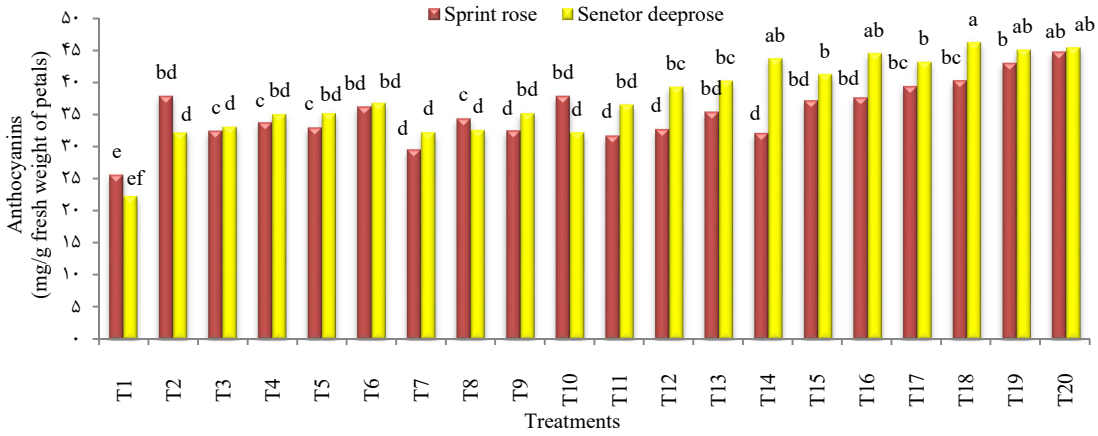
شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر سطح تک برگ بگونیا.

Figure 3. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on leaf area of begonia.



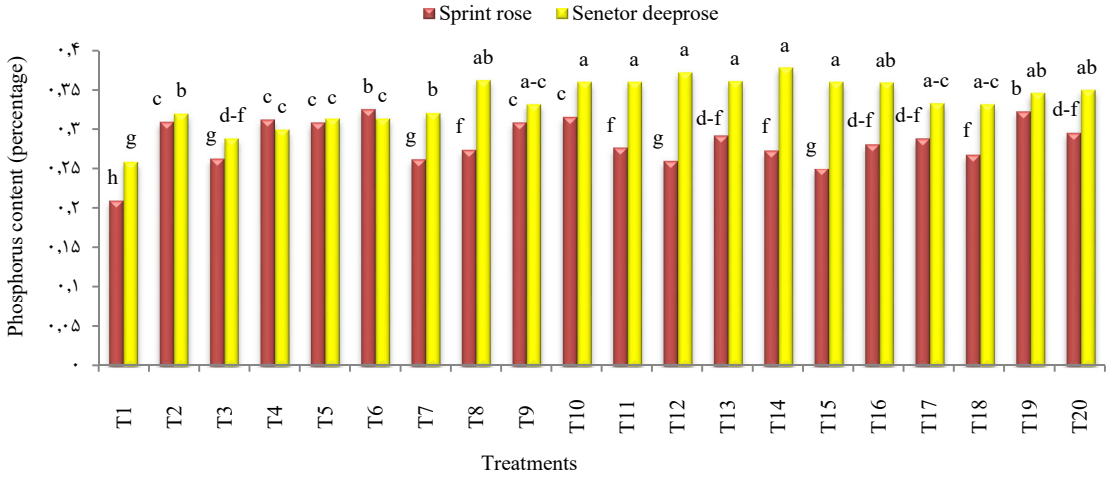
شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر مقدار کلروفیل کل برگ بگونیا.

Figure 4. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on flower chlorophyll of begonia.



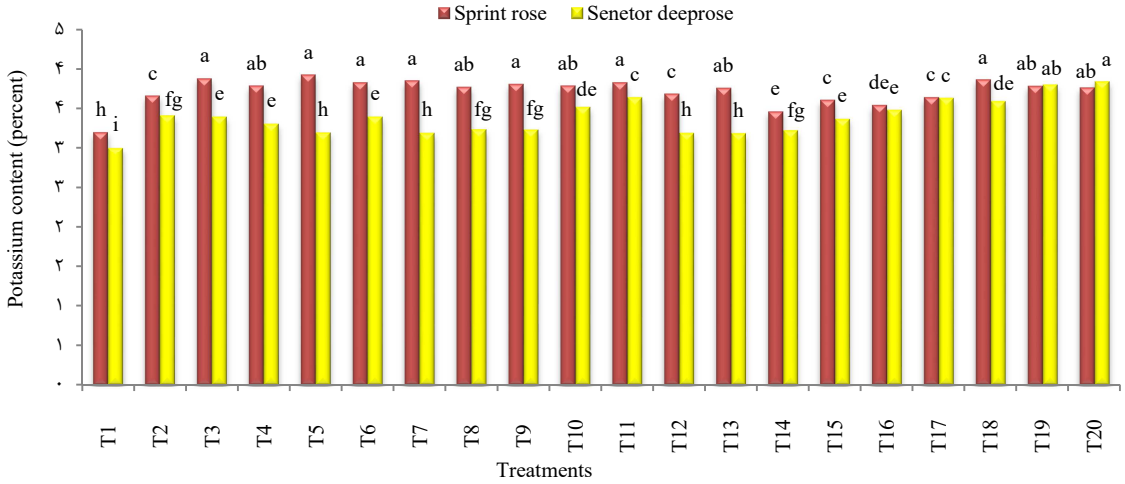
شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر آنتوسیانین‌های گلبرگ بگونیا.

Figure 5. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on flower anthocyanins of begonia.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر مقدار فسفر شاخساره بگونیا.

Figure 6. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on phosphorus content begonia.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی و رقم بر مقدار پتاسیم شاخساره بگونیا.

Figure 7. Mean comparison interaction effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on potassium content of begonia.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر رقم و تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی بر خصوصیات کمی و کیفی بگونیا.

Table 4. Results of variance analysis effect of chemical and biofertilizers treatments and cultivar on quantitative and qualitative characteristics of begonia.

Source of Variation	df	Mean of squares								
		Leaf number	Leaf area	Shoots fresh weight	Shoots dry weight	N	P	K	Total chlorophyll	Total anthocyanin
Block	2	0.065^{ns}	0.25 ^{ns}	35.24 ^{ns}	0.26 ^{ns}	0.066 ^{ns}	0.0003 *	0.003 ^{ns}	0.1 ^{ns}	0.41 *
Cultivar (C)	1	1.79 **	3.07 ^{ns}	33930.3 *	21.79 **	0.15 ^{ns}	0.096 **	3.99 **	346.2 **	637.2 **
Chemical and biofertilizers treatments (T)	19	0.023 ^{ns}	1.80 *	825.71 **	0.94 **	0.62 **	0.004 **	0.091 **	5.57 **	380.2 **
T×V	19	0.017 ^{ns}	1.74 ^{ns}	838.3 **	0.56 **	0.08 ^{ns}	0.002 **	0.092 **	1.35 **	20.75 **
Error	7	0.023	1.11	210.63	0.18	0.083	0.0002	0.006	0.34	2.35
CV (%)		8.41	14.11	15.75	13.51	8.63	4.84	2.25	5.11	4.64

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

ns, *, ** non significantly difference and significantly difference at 5% and 1 % probability level, respectively.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف کود شیمیایی و زیستی بر سطح برگ، وزن تر و خشک شاخساره، نیتروژن، فسفر و پتاسیم شاخساره، کلروفیل برگ و آنتوسیانین گلبرگ بگونیا.

Table 5. Mean comparison effect of chemical and biofertilizers treatments on leaf area, shoots fresh & dry weight, N, P, K, chlorophyll and anthocyanin of begonia.

Treatment	Leaf number	Leaf area (cm^2)	Shoots fresh weight (g)	Shoots dry weight (g)	N (%)	P (%)	K (%)	Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ F.W.)	Total anthocyanin ($mg.g^{-1}$ F.W.)
T_1	86.83 a	5.5 ac	69.23 d	2.59 d	2.15 b	0.24 h	3.47 c	9.76 h	19 d
T_2	76.33 a	8.45 a	94.26 ab	3.5 ab	3.20 a	0.33 ad	3.59 ab	11.62 be	40.12 ab
T_3	70.17 a	6 b	76.14 c	2.93 cd	3.23 a	0.27 fg	3.53 bc	10.47 eh	34.19 bc
T_4	78.17 a	5.8 b	76.4 c	2.96 cd	3.40 a	0.30 df	3.56 bc	10.42 fh	30.35 c
T_5	70.17 a	5.94 b	76.85 c	2.89 cd	3.61 a	0.31 cf	3.56 b	10.34 gh	32.12 bc
T_6	58.17 a	5.92 b	79.59 c	3.02 cd	3.68 a	0.32 ae	3.51 bc	10.28 gh	40.16 ab
T_7	59.33 a	6.24 b	78.37 bc	2.83 cd	3.38 a	0.29 eh	3.52 bc	12.26 ac	39.31 ab
T_8	72.5 a	6.74 b	99.23 c	3.04 ad	3.51 a	0.31 ae	3.50 bc	12.42 ac	41.11 a
T_9	66.33 a	6.43 b	94.29 ae	3.09 bd	3.44 a	0.33 ac	3.51 bc	12.78 ab	39.17 ab
T_{10}	68.33 a	6.14 b	95.48 ac	2.99 cd	3.60 a	0.31 ae	3.55 bc	13.12 a	30.16 c
T_{11}	64 a	7.2 ab	88.08 ac	3.04 cd	3.14 a	0.32 ae	3.53 bc	11.73 bd	28.96 c
T_{12}	70.67 a	7.11 ab	110.28 ab	3.4 ad	3.14 a	0.31 ad	3.53 bc	12.1 ad	26.63 c
T_{13}	67.17 a	7.52 ab	97.48 ac	3.42 ad	3.22 a	0.33 ae	3.57 b	11.80 bd	28.44 c
T_{14}	60.33 a	7.85 ab	80.57 bc	3.06 cd	3.33 a	0.33 ad	3.54 bc	10.9 dh	28.58 c
T_{15}	72.83 a	7.35 ab	101.65 ac	3.99 ab	3.28 a	0.31 be	3.58 b	11.87 bd	41.38 a
T_{16}	56.83 a	7.37 ab	90.23 ac	2.86 cd	3.41 a	0.30 cf	3.61 b	10.35 gh	39.31 ab
T_{17}	57.5 a	7.76 ab	117.18 a	4.12 a	3.52 a	0.31 ae	3.63 a	12.58 ac	36.11 b
T_{18}	80.17 a	7.42 ab	97.95 ac	3.1 bd	3.34 a	0.30 df	3.60 b	11.92 ad	37.93 b
T_{19}	80.83 a	8.24 ab	100.58 ac	3.11 ad	3.55 a	0.34 a	3.60 b	11.71 be	34.25 bc
T_{20}	72 a	8.22 ab	96.41 ac	3.74 ac	3.54 a	0.32 ad	3.60 b	11.35 cf	38.01 b
Means	69.43	6.69	92.15	3.2	3.33	0.31	3.55	11.49	34.26

در هر ستون میانگین های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

T_1 (شاهد)، T_2 (هوگلند پایه)، T_3(*سودوموناس* (*Pseudomonas fluorescens*))، T_4 (*سودوموناس* و ۵۰ درصد فسفر)، T_5 (*سودوموناس* و ۷۵ درصد فسفر)، T_6 (*سودوموناس* و ۱۰۰ درصد فسفر)، T_7 (*ازتوباکتر* (*Azotobacter chroococcum*))، T_8 (*ازتوباکتر* و ۵۰ درصد نیتروژن)، T_9 (*ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن)، T_{10} (*ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن)، T_{11} (سودوموناس و *ازتوباکتر*)، T_{12} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد کود نیتروژن)، T_{13} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد فسفر)، T_{14} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۵۰ درصد نیتروژن و ۵۰درصد فسفر)، T_{15} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن)، T_{16} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد فسفر)، T_{17} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد کود نیتروژن و ۷۵ درصد فسفر)، T_{18} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن)، T_{19} (سودوموناس و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد فسفر)، T_{20} (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۱۰۰ درصد نیتروژن و ۱۰۰ درصد فسفر).

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.
T1 (control), T2 (Hoagland), T3 (*Pseudomonas*), T4 (*Pseudomonas* & 50% P), T5 (*Pseudomonas* & 75% P), T6 (*Pseudomonas* & 100% P), T7 (*Aztobacter*), T8 (*Azotobacter* & 50% N), T9 (*Azotobacter* & 75% N), T10 (*Aztobacter* & 100% N), T11 (*Pseudomonas* & *Azotobacter*), T12 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 50% N), T13 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 50% P), T14 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 50% N & 50% P), T15 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 75% N), T16 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 75% P), T17 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 75% N & 75% P), T18 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 100% N), T19 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 100% P), T20 (*Pseudomonas* & *Aztobacter* & 100% N & 100% p).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر رقم بر برخی صفات بگونیا.

Table 6. Mean comparison effect of cultivar on some traits of begonia.

	Leaf number	Leaf area (cm^2)	Shoots fresh weight (g)	Shoots dry weight (g)	N (%)	P (%)	K (%)	Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ F.W.)	Total anthocyanin ($mg.g^{-1}$ F.W.)
Sprint rose	87.33 a	7.31 a	108.96 a	3.62 a	3.3 a	0.28 b	3.75 a	13.18 a	30.73 b
Senator deeprose	51.55 b	7.63 a	75.33 b	2.77 b	3.72 a	0.34 a	3.38 b	9.72 b	35.34 a

در هر ستون میانگین های با حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

In each column, means followed by at least a common letter, are not significantly difference at 5 percent probability level.

جدول ۷. ضرایب همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده بگونیا.
Table 7. Correlation coefficients between the evaluated traits of begonia.

	Leaf number	Leaf area (cm^2)	Shoots fresh weight (g)	Shoots dry weight (g)	N (%)	P (%)	K (%)	Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ F.W.)	Total anthocyanin ($mg.g^{-1}$ F.W.)
Leaf number	1								
Leaf area (cm^2)	-0.46*	1							
Shoots fresh weight (g)	0.71**	0.83**	1						
Shoots dry weight (g)	0.6*	0.83**	-0.89*	1					
N (%)	-0.25ns	0.06ns	-0.06ns	0.3ns	1				
P (%)	-0.58*	0.56*	-0.54*	-0.61*	0.28ns	1			
K (%)	0.61*	-0.58*	0.65*	0.58*	0.11ns	-0.32ns	1		
Total chlorophyll ($mg.g^{-1}$ F.W.)	0.68**	-0.7**	0.83**	0.76**	0.04ns	-0.42ns	0.57*	1	
Total anthocyanin ($mg.g^{-1}$ F.W.)	-0.33ns	0.31ns	-0.20ns	ns -0.35	0.24ns	0.48ns	-0.04ns	0.14ns	1

ns، * و ** به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.
ns, *, ** non significantly difference and significantly difference at 5% and 1 % probability level, respectively.

همبستگی صفات

نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات (جدول ۷) نشان می‌دهد که بین سطح برگ با وزن تر و خشک شاخساره رابطه مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. همچنین تعداد برگ‌ها با وزن تر گیاه نیز رابطه مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد باهم دارند. بین کلروفیل‌های برگ‌ها و وزن تر گیاه نیز رابطه مثبت و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد دیده می‌شود. با افزایش تعداد برگ، سطح فتوسنتزکننده و سبزینه گیاه افزایش می‌یابد، درنتیجه غذاسازی در گیاه افزایش یافته، تجمع مواد خشک بیشتری در گیاه صورت می‌گیرد و در نهایت رشد گیاه بهبود می‌یابد. همبستگی بین صفات مختلف نشان می‌دهد که بهبود یک صفت، می‌تواند موجب بهبود صفات دیگر نیز شود (Yücel *et al*., 2009).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی، یافته‌های این پژوهش نشان داد که باکتری‌های *سودوموناس فلورسنس* و *ازتوباکتر کروکوکوم* موجب افزایش رشد گیاه و کیفیت دو رقم گل بگونیای مورد مطالعه شده‌اند. مشاهده شده است که تأثیر مثبت ناشی از استفاده توأم باکتری و مقادیر تغذیه‌ی معدنی، از کاربرد هرکدام از آن‌ها به تنهایی، مناسب‌تر است. نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد توام کودهای زیستی به همراه غلظت‌های پایین کودهای شیمیایی، موجب بهبود صفاتی از قبیل سطح برگ، وزن تر شاخساره، وزن خشک شاخساره، فسفر شاخساره، پتاسیم شاخساره وکلروفیل‌های برگ شد. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که رقم Sprint rose نسبت به رقم Senator deeprose دارای عملکرد کمی و کیفی بهتر بوده و نیز می‌توان تیمار شماره ۱۷ (*سودوموناس* و *ازتوباکتر* و ۷۵ درصد نیتروژن و ۷۵ درصد فسفر) را به‌عنوان بهترین تیمار برای افزایش عملکرد کمی و کیفی بگونیا معرفی کرد.

REFERENCES

1. Abbasniayzare, S. Kh., Sedaghathoor, Sh. & Padasht Dahkaei, M. N. (2012). Effect of biofertilizer application on growth parameters of *Spathiphyllum illusion*. *American-Eurasian Journal of Agricultural Sciences*, 12(5), 669-673.
2. Ali, A., Mehmood, T., Hussain, R., Bashir, A., Najam-uDin, S. R. & Ahmad, A. (2013). Investigation of biofertilizers influence on vegetative growth, flower quality, bulb yield and nutrient uptake in gladiolus (*Gladiolus grandiflorus* L.). *International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences*, 4(1), 94-99.
3. Arcon, R., Barad, J. M. & Hayman, D. S. (1976). Utilization of rock phosphate in alkaline soils by plants inoculated with mycorrhiza fungi and phosphate solubilizing bacteria .*Soil Biology & Biochemistry*, 8, 135-138.
4. Banchio, B. & Giordano, W. (2013). Increase of secondary metabolite content in marigold by inoculationwith plant growth-promoting rhizobacteria. *Applied Soil Echology*, 70, 16-22.

5. Banchio, E., Bogino, P. C., Zygadlo, J. & Giordano, W. (2008). Plant growth promoting rhizobacteria improve growth and essential oil yield in (*Origanum majorana* L.). *Biochemival Systematics and Ecology*, 36, 766-771.
6. Bhonde, S. R., Sharma, S. B. & Chougule, A. B. (1997). Effect of biofertilizer in combination with nitrogen through organic and inorganic sources on yield and quality of onion. *National Horticulture Research Development Found*, 7(2),1-3.
7. Chapman, H. D., & Pratt, P. F. (1961). *Method of analysis for soils, plants and waters.* University of California, Division of Agricultural Sciences.
8. Deshmukh, M., Dalve, P. D., Dange, N. R. & Kawarkhe, V. J. (2009). Effect of biofertilizers with reduced doses of nitrogen on growth and flowering of gladiolus. *International Journal of Agricultural Science*, 5(4), 258-260.
9. Dey, R., Pal, K. K., Bhatt, D. M. & Chuhan, S. M. (2004). Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiology Research*, 159, 371-394.
10. Dharni, S., Srivastava, A. K., Samad, A. & Dharani, D. P. (2014). Impact of plant growth promoting *Pseudomonas monteilii* PsF84 and *Pseudomonas plecoglossicida* PsF610 on metal uptake and production of secondary metabolite (monoterpenes) by rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens* cv. bourbon) grown on tannery sludge amended soil. *Chemosphere*, 117(2014), 433–439.
11. Gadagi, R. S., Krishnaraji, P. V. & Kulkarni, J. H. (2004). The effect of combined *Azospirillium inoculation* and nitrogen fertilizer on plant growth promotion and yield response of the blanket flower *Gaillardia pulchella*. *Science Horticulture*, 100, 323-332.
12. Gray, E. J. & Smith, D. L. (2005). Intracellular and extracellular PGPR commonalities and distinctions in the plant bacterium signalling processes. *Soil Biology & Biochemistery*, 37, 395-412.
13. Hassanpour Asil, M., Mortazavi, S., Hatamzadeh, A. & Ghasemnezhad, M. (2012). Effects of gibberellic acid and calcium on reducing growth period of iris (*Iris holandica* var. Blue Magic) in greenhouse and extension of its cut flower life. *Journal of Science and Technology of Greenhouse Culture*, 3 (1), 63-72. (in Farsi).
14. Hoagland, D. R. & Arnon, D. I. (1950). The water culture method for growing plants without soil. *Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley Circ*, 347.
15. Jeong, Y. K., CPasian, C., McMahon, M. & Tay, D. (2010). Response of six begonia species to fertilizer foncentration and fubstrate pH. *The Open Horticulture Journal*, 3, 36-46.
16. Kavino, M., Harish, S., Kumara, N., Saravanakumar, S. & Samiyappan, R. (2010). Effect of chitinolytic PGPR on growth, yield and physiological attributes of banana (*Musa* spp.) under field conditions. *Applied Soil Ecology*, 45, 71-77.
17. Lashkari, M., Mahmoodi, S., Alikhani H. A. & Sayyari Zohan, M. H. (2021). Effect of *Pseudomonas fluorescence* strains and humic acid on some morphological and physiological characteristics of marshmallow (*Altheae officinalis* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 52(3), 619-632. (in Farsi).
18. Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembrans. *Methods in Enzymology*, 148, 350-382.
19. Meyer, D. M. (2000). Pyoverdins: Pigments siderophores and potential taxanomic markers of fluorescent pseudomonas species. *Microbiology,* 174, 135-142.
20. Mita, S., Murano, N., Akaike, M. & Nakamura, K. (1997). Mutants of *Arabidopsis thaliana* with pleiotropic effects on the expression of the gen for beta- amylase and on the accumulation of anthocyanin that are inducible by sugars. *Plant Journal*, 11, 84-851.
21. Nabavi Mohajer, Z. S., Hassanpour Asil, M., Olfat, J. A. & Khaledian, M. (2018). 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).
22. Prasad, K., Aggarwal, A., Yadav, K. & Tanwar, A. (2012). Impact of different levels of superphosphate using arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* on *Chrysanthemum indicum*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12(3), 451-462.
23. Samah, A. M., Eweda, W. E., Girgis, M. G. Z. & Abdel-Ghany, B. F. (2014). Improving the productivity and quality of black cumin (*Nigella sativa*) by using *Azotobacter* as N2 biofertilizer. *Annals of Agricultural Science*, 95(1), 95-108.
24. Sharma, S. D., Kumarb, P., Bhardwajc, S. K. & Yadavd, Sh. K. (2011). Screening and selecting novel AM fungi and Azotobacter strain for inoculating apple under soil solarization and chemical disinfestation with mulch practices for sustainable nursery management. *Scientia Horticulturae*, 130(2011), 164-174.

25. Srivastava, R., Preetham, S. P. & Chand, S. (2013). Effect of organic manures and biofertilizers on vegetative floral and postharvest attributes in tuberose (*Polianthes tuberose* var. Shringer). *Asian Journal of Biological and Life Sciences*, 3(1), 6-9.
26. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant Soil*, 255, 571-586.
27. Wahing, I., Van Vark, W., Houba, V. J. G. & Vanderlee, J. J. (1989). *Soil and plant analysis, a series of syllabi. Part 7, plant analysis procedure.* Wageningen Agricultural University.
28. Yücel, C., Baloch, F. S. & Özkan, H. (2009). Genetic analysis of some physical properties of bread wheat grain (*Triticum aestivum* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry,* 33(6), 525-535.
29. Zhang, M. Z., Yu, H. J., Zhou, Y. H., Yu, J. Q. & Xia, X. J. (2010). Photoprotective roles of anthocyanins in *Begonia semperflorens*. *Plant Science*, 179, 202-208.