

Effect of different levels of calcium and boron on the quantitative and qualitative characteristics of *Polianthes tuberosa*

Mohammad Ali Khalaj^{1*}, Mostafa Koozehgar Kaleji²

1- Corresponding Author, Ornamental Plants Research Center (OPRC), Horticultural Sciences Research Institute (HSRI), Agricultural Research, Education and Extension (AREEO), Mahallat, Iran.
(khalaj56@yahoo.com)

2- Ph.D, Graduated in Crop Ecology, Faculty of Plant Production, Department of Agriculture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
(mostafa.koozehgar@gmail.com)

Received Date: 19/06/2022

Accepted Date: 24/10/2022

Abstract

Introduction: Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) is one of the essential cut flowers in the country. Which has good economic potential for the cut flower business and essential oil industry. which has good economic potential for cut flower business and essential oil industry. Therefore, improving Tuberose's quantitative and qualitative characteristics, especially the life after its harvest, is vital. Calcium and boron elements play a role in photosynthesis and nutrient absorption that affect plants' growth. They are essential in improving their quantitative and qualitative characteristics, including life after harvest. This study was conducted to investigate the effect of calcium on the quantitative and qualitative characteristics of Tuberose flowers.

Material and methods: This experiment was conducted in a factorial form in the form of a complete randomized block design in the National Research Institute of Flowers and Ornamental Plants of Iran located in Mahalat city with a geographical location of 50 degrees 30 minutes east, latitude 33 degrees 53 minutes north in 2017-2018. Factors include calcium foliar application at four levels (0, 0.2, 0.4, and 0.6 grams per liter of calcium from calcium nitrate source) and boron at three levels (0, 20, and 40 kg of boric acid per hectare). Plant height, stem diameter, floret diameter, length, postharvest life, calcium, nitrogen, potassium, and boron concentrations were investigated. The data obtained were analyzed using SAS statistical software version 9.4, and the comparison of means was performed using the LSD test at the 5% level.

Results and discussion: The results showed that calcium and boron application significantly affected plant height, cluster length, concentration of nutrients, and postharvest life and increased all investigated traits compared to the control. According to the maximum plant height results, the cluster length was 69.96 cm, 26.63 cm, and 1.08 cm from the foliar treatment of 0.6 grams per liter of calcium and 20 kg/ha boron. The combined treatment of foliar spraying of 0.6 g/L of calcium 20 kg/ha boron increased the postharvest life of Tuberose by 41% compared to the control. Also, the highest amounts of nitrogen and calcium were obtained from the 0.6 g/L calcium foliar treatment, 2.83% and 1.62 mg.kg⁻¹, respectively.

Conclusions: According to the results obtained from the test data (consumption of 3 grams per liter of calcium from the source of calcium nitrate in the form of foliar spraying and 20 kg of boric acid per hectare) has improved the quantitative and qualitative characteristics of Tuberose and this treatment can be used. He advised the producers of the recommended amount in the production fields of Tuberose.

Keywords: Cut flowers, Foliar application, Post-harvest life.

تأثیر سطوح مختلف کلسیم و بُر روی خصوصیات کمی و کیفی گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.)

محمد علی خلیج^{*۱}، مصطفی کوزه گر کالجی^۲

۱- نویسنده مسئول، پژوهشکده گل و گیاهان زینتی، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، محلات، ایران
(khalaj56@yahoo.com)

۲- دانش آموخته دکتری اکولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
(mostafa. koozehgar@gmail.com)

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۹

چکیده

گل مریم یکی از گل های شاخه بریده مهم کشور می باشد. که پتانسیل اقتصادی خوبی برای تجارت گل شاخه بریده و صنعت اسانس دارد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی ایران واقع در شهرستان محلات با موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه ۳۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۵۳ دقیقه شمالی در سال ۱۳۹۸ بر گل مریم پُرپر یکساله در فضای باز انجام شد. عوامل شامل محلول پاشی کلسیم در ۴ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم) در ۲ زمان (تیرک زدن گل ها و ۱۰ روز بعد از محلول پاشی اول) و بُر در ۳ سطح (۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار) به صورت خاکی قبل از کشت بود. نتایج نشان داد که محلول پاشی کلسیم و بُر تأثیر معنی دار بر ارتفاع گیاه، طول خوشه، غلظت عناصر غذایی و عمر گلدانی داشته و کلیه صفات مورد بررسی را در مقایسه با شاهد افزایش می دهند. همچنین تیمار ترکیبی محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، ۲۰ کیلوگرم در هکتار بُر عمر گلدانی گل مریم را نسبت به شاهد ۴۱ درصد افزایش داد. باتوجه به نتایج بدست آمده از داده های آزمایش (مصرف ۳ گرم در لیتر کلسیم از منبع نیترات کلسیم به صورت محلولپاشی و ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار) باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی گل مریم شده است و می توان این تیمار را به عنوان مقدار قابل مصرف در مزارع تولیدی گل مریم به تولید کنندگان توصیه نمود.

کلمات کلیدی: عمر پس از برداشت، گل شاخه بریده، محلول پاشی.

مقدمه

گل مریم با نام علمی (*Polianthes tuberosa* L.) از خانواده Agavaceae (Ito et al., 1999)، یک گیاه پیازی زیستی بومی مکزیک است (Barba-Gonzalez et al., 2012). گل مریم به طور گسترده به دلیل رایحه خوشبو و دلپذیری که دارد در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری در مقیاس تجاری به ویژه به عنوان گل شاخه بریده برای کاربردهای پس از برداشت کشت می شود (Kumar et al., 2020; Dogra et al., 2021). همچنین به دلیل وجود ترکیبات معطر بیشتر در صنعت عطرسازی استفاده می شود. علاوه بر این، گیاه حاوی متابولیت های مختلفی مانند فلاونوئیدها و گلیکوزیدهای استروئیدی است و گل حاوی مشتقات بنزوئیدی و ترپنوئیدی به عنوان متابولیت های اصلی است (Maiti et al., 2014). همچنین از اسانس آن برای تولید لوازم آرایشی، صابون ها، نوشیدنی ها و داروسازی استفاده می شود (Mandal et al., 2022; Kaur 2018).

کوددهی برگی روشی مکمل برای کوددهی روش سنتی است. یکی از راه های سریع رفع کمبود عناصری است که با اضافه شدن آن، توزیع عناصر غذایی را بر روی اندام رویشی گیاه به صورت همگن برای رفع نیازهای گیاه مقادیر عناصر غذایی را در طول دوره رشد در مقایسه با افزودن کودهای سنتی تضمین می کند (Dahi and Mohamed, 1995; Fageria, 2009). در میان تمام مواد مغذی مورد نیاز برای رشد و نمو گیاه، کلسیم یک عنصر ضروری است. از یک سو، کلسیم نقش مهمی در عملکردهای مختلف فیزیولوژیکی گیاهان از جمله تنظیم رشد و نمو گیاهان به عنوان پیام رسان و پاسخ به تنش های بیولوژیکی و غیرزیستی مختلف دارد (Kudla et al., 2015; Hochmal et al., 2018) از سوی دیگر، کلسیم جزء مهمی از دیواره سلولی و غشاء است، بنابراین به حفظ ساختار و عملکرد طبیعی سلول ها و کاهش یا تأخیر آسیب به غشای سلولی کمک می کند (Hocking et al., 2016).

در عین حال، کلسیم میتوز سلول های گیاهی را با کنترل توزیع مکانی و زمانی یون های کلسیم یا گیرنده های آنها (کالمودولین) تنظیم می کند که با مصرف کربن آلی همبستگی مثبت دارد (Zhang and Liu, 2021; 1994; Hepler, 2016). کلسیم همچنین بر توانایی گیاهان در جذب عناصر دیگر تأثیر می گذارد و اثرات متضاد و هم افزایی بین عناصر دیگر وجود دارد (Jackson, 1976; Arif et al., 2016). هنگامی که گیاهان با کمبود کلسیم مواجه شدند، پارامترهای فلورسانس کلروفیل گوجه فرنگی (*Solanum lycopersicum*)، Fv/Fm و Fm به زیر سطح کنترل کاهش یافت و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز نیز کاهش یافت (Schmitz-Eiberger et al., 2002). کمبود کلسیم باعث کاهش رشد گیاه در هلو (*Prunus Persica*)، آسیب به غشای سلولی و اختلال در بیوستز کلروفیل و پیش ساز کلروفیل می شود (Aras et al., 2021). بُر یکی از عناصر کم مصرف ضروری برای رشد طبیعی اکثر گیاهان است (Shireen et al., 2018)، که در فرآیندهای گیاهی مانند فتوسنتز برگ، طویل شدن و تقسیم سلولی و متابولیسم نیترات نقش دارد (Ahmed et al., 2014). در پژوهشی مشاهده شد هدایت روزنه ای در زردچوبه (*Curcuma longa*) در تیمار کمبود بُر به طور قابل توجهی کاهش یافت (Dixit et al., 2002). همچنین بُر تأثیر قابل توجهی بر تشکیل میوه دارد (Silva et al., 2003)، که با تولید گرده بساک، زنده بودن گرده، جوانه زنی لوله گرده و رشد لوله های گرده مرتبط است (Padasalagi et al., 2019). بُر نقش مهمی در دیواره سلولی گیاه و پایداری غشا ایفا می کند (Bassil et al., 2004) و با افزایش سطح برگ و اجزای عملکرد به گیاهان کمک می کند تا عملکرد و رشد خود را افزایش دهند (Qamar et al., 2016). Shireen و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که بُر رشد و عملکرد محصولات را افزایش می دهد. نتایج پژوهش Dordas و همکاران (۲۰۰۷) و Dehnavi و همکاران (۲۰۱۷)، نشان می دهد که حتی در محصولاتی که سطح بُر در برگ ها در

محدوده مناسبی است، تقاضای بسیار بیشتری برای بُر در طول گلدهی و دانه بندی وجود دارد. بسیاری از نتایج نشان دهنده افزایش میوه، تشکیل دانه و عملکرد با کاربرد محلول پاشی بُر است (El-Motaium et al., et al., 2021; Meriño-Gergichevich et al., 2016 2020; Rahmani). این پژوهش با هدف ارزیابی تأثیر محلول پاشی سطوح مختلف کلسیم و بُر بر برخی ویژگی های کمی و کیفی گل مریم پُرپر انجام گرفت.

مواد و روش ها

در این پژوهش گل مریم پُرپر یکساله استفاده شد. این آزمایش در سال ۱۳۹۸ در پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی ایران واقع در شهرستان محلات با موقعیت جغرافیایی ۵۰ درجه ۳۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۳ درجه ۵۳ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۷۴۷ متری از سطح دریا با آب و هوای معتدل به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و ۳ تکرار در

کرت های ۱×۲ مترمربع در فضای باز انجام شد. عوامل شامل محلول پاشی کلسیم در ۴ سطح (۰، ۰/۲، ۰/۴ و ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، از منبع نترات کلسیم) و کاربرد بُر در ۳ سطح (۰، ۲۰ و ۴۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار) بود (جدول ۱). کود نترات کلسیم به صورت محلول پاشی ۲ زمان (تیرک زدن گل ها و ۱۰ روز بعد از محلول پاشی اول) و کود اسید بوریک به همراه کودهای مکمل به صورت خاکی قبل از کشت استفاده شدند. کودهای مکمل شامل سولفات پتاسیم، نترات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل، سولفات منیزیم، سولفات منگنز، سولفات مس و سکوسترین آهن به میزان ۳۶۰، ۲۵۰، ۲۰۰، ۱۰۰، ۴۰ و ۲۰ کیلوگرم در هکتار براساس آزمایشات قبلی و توصیه های موسسه تحقیقات خاک و آب استفاده شد. به دلیل افزایش راندمان مصرف ازت، کود نترات آمونیوم، در ۳ مرحله (قبل از کشت، ۳۰ و ۶۰ روز پس از کشت) به کرت ها داده شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۱. تیمارهای اجرا شده بر گل مریم

Table 1. Treatments performed on *Polianthes tuberosa*

Treatment	Amount consumed	Treatment	Amount consumed
Ca ₁	Calcium (0 g/l) (Control)	B ₁	(0 kg.ha ⁻¹) (Control) Boric acid
Ca ₂	Calcium (0.2 g/l)	B ₂	Boric acid (20 kg.ha ⁻¹)
Ca ₃	Calcium (0.4 g/l)	B ₃	(40 kg.ha ⁻¹) Boric acid
Ca ₄	Calcium (0.6 g/l)	-	-
Ca ₁ B ₁	Calcium (0 g/l) × Boric acid (0 kg.ha ⁻¹)	Ca ₂ B ₁	Calcium (0.2 g/l) × Boric acid (0 kg.ha ⁻¹)
Ca ₁ B ₂	Calcium (0 g/l) × Boric acid (20 kg.ha ⁻¹)	Ca ₂ B ₂	Calcium (0.2 g/l) × Boric acid (20 kg.ha ⁻¹)
Ca ₁ B ₃	Calcium (0 g/l) × Boric acid (40 kg.ha ⁻¹)	Ca ₂ B ₃	Calcium (0.2 g/l) × Boric acid (40 kg.ha ⁻¹)
Ca ₃ B ₁	Calcium (0.4 g/l) × Boric acid (0 kg.ha ⁻¹)	Ca ₄ B ₁	Calcium (0.6 g/l) × Boric acid (0 kg.ha ⁻¹)
Ca ₃ B ₂	Calcium (0.4 g/l) × Boric acid (20 kg.ha ⁻¹)	Ca ₄ B ₂	Calcium (0.6 g/l) × Boric acid (20 kg.ha ⁻¹)
Ca ₃ B ₃	Calcium (0.4 g/l) × Boric acid (40 kg.ha ⁻¹)	Ca ₄ B ₃	Calcium (0.6 g/l) × Boric acid (40 kg.ha ⁻¹)

جدول ۲. نتایج تجزیه نمونه خاک
Table 2. Soil sample analysis results

B mg.kg ⁻¹	Cu mg.kg ⁻¹	Mn mg.kg ⁻¹	Zn mg.kg ⁻¹	Fe mg.kg ⁻¹	K mg.kg ⁻¹	P mg.kg ⁻¹	N %	O.C %	pH	EC dS. m ⁻¹
0.72	0.66	5.26	0.6	3.36	158	4.8	0.03	0.35	7.9	0.58

عملیات کاشت در اردیبهشت ۱۳۹۸ و در مزرعه تحقیقاتی پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی صورت گرفت. عملیات داشت شامل آبیاری، وجین علف هرز و مبارزه با آفات و بیماری ها در تمام کرت ها به طور یکنواخت انجام شد و برداشت گیاهان اواسط شهریور انجام شد. همچنین در هنگام برداشت، ارتفاع گیاه (از سطح خاک تا بالاترین نقطه خوشه گل با خط کش اندازه گیری شد)، طول خوشه (از پایین ترین تا بالاترین نقطه خوشه گل با خط کش اندازه گیری شد)، طول گلچه، قطر ساقه (در محل ۲۰ سانتی متری از سطح خاک با کولیس اندازه گیری گردید)، قطر گلچه (قطر سومین گلچه از پایین خوشه با کولیس اندازه گیری شد) و عمر گلدانی گل (مدت ماندگاری گل در آب شهری و در اتاق با دمای ۱۵- ۲۰ درجه سانتی گراد) بررسی شد. میزان نیتروژن و کلسیم با استفاده از روش تیتراسیون بعد از تقطیر و به کمک دستگاه کجل تک اتوانالیزر (Bremner and Mulvaney, 1982)، و میزان پتاسیم با استفاده از روش نشر شعله ای و به کمک دستگاه فلیم فتومتر اندازه گیری شد و مقدار بُر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۲۰ نانومتر به روش آزمونین اچ اندازه گیری شد (Keren, 1996). تجزیه داده ها به دست آمده با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون LSD در سطح ۰.۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برهم کنش محلول پاشی کلسیم و کاربرد بُر در صفات ارتفاع گیاه، طول خوشه و درصد پتاسیم در سطح احتمال یک درصد

معنی دار بود و همچنین برهم کنش محلول پاشی کلسیم و کاربرد بُر در صفات مورد مطالعه قطر ساقه، عمر گلدانی در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۳). همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که محلول پاشی کلسیم و کاربرد بُر در سطح احتمال پنج درصد بر قطر گلچه معنی دار بود. همچنین محلول پاشی کلسیم بر طول گلچه، غلظت کلسیم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). کاربرد بُر غلظت نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد و غلظت بُر در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۳). همچنین مقایسه میانگین ها نشان داد که بیشترین ارتفاع گیاه، طول خوشه و قطر ساقه به ترتیب به میزان ۶۹/۹۶ سانتی متر، ۲۶/۶۳ سانتی متر و ۱/۰۸ سانتی متر از تیمار محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار حاصل شد و کمترین میزان هم مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثرات دوگانه نشان داد که تیمار ترکیبی محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار عمر گلدانی گل مریم را نسبت به شاهد ۴۱ درصد افزایش داد (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین اثرات دوگانه نشان داد بیشترین میزان پتاسیم ۲/۷۱ درصد از تیمار محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار بدست آمد و کمترین میزان پتاسیم ۱/۷۸ درصد از تیمار محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم، ۴۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار حاصل شد (جدول ۵). مقایسه میانگین اثرات اصلی محلول پاشی نشان داد بیشترین میزان طول و قطر گلچه به ترتیب به میزان ۶/۶۴ سانتی متر و ۱/۱۰ سانتی متر از تیمار محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم بدست آمد (جدول ۵). همچنین

بیشترین میزان قطر گلچه از ۱/۱۱ سانتی متر از تیمار محلول پاشی ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار حاصل شد (جدول ۴). همچنین بیشترین میزان نیتروژن و کلسیم به ترتیب به میزان ۲/۸۳ درصد و ۱/۶۲ درصد از تیمار محلول پاشی ۰/۶ گرم در لیتر کلسیم حاصل شد و کمترین میزان این عناصر از تیمار شاهد بود (جدول ۴). مقایسه میانگین اثر اصلی محلول پاشی اسید بوریک نشان داد بیشترین غلظت بر در اندام گیاهی به میزان ۵۷/۷۰ میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک از تیمار ۴۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار حاصل شد (جدول ۴).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده گل مریم

Table 3. Analysis of variance results of the measured traits of *Polianthes tuberosa*

Source of variance	df	Plant High	Cluster length	Stem diameter	Flower diameter	Flower length	Postharvest life	Nitrogen	Potassium	Boron	Calcium
Replication	2	39.41	5.46	0.005	0.001	0.055	2.23	0.22	0.006	28.52	0.03
Calcium	3	98.60**	8.38*	0.016**	0.007*	1.51**	14.71**	0.45*	0.008 ^{ns}	51.85 ^{ns}	0.34**
Boron	2	69.46*	9.45*	0.007*	0.012*	0.12 ^{ns}	0.61 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.24**	219.96**	0.02 ^{ns}
Calcium× Boron	6	71.90**	9.91**	0.005*	0.003 ^{ns}	0.12 ^{ns}	4.51*	0.21 ^{ns}	0.17**	18.98 ^{ns}	0.04 ^{ns}
Error	22	17.40	2.49	0.002	0.002	0.07	1.71	0.12	0.03	31.46	0.04
C.V (%)	-	6.39	6.91	4.61	4.32	4.52	7.65	14.31	9.08	10.53	14.74

^{ns}, * و **: به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی دار و اختلاف معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد
ns, * and **: non-significant difference, significant difference at 5 and 1 percentage of probability level

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل دو گانه محلول پاشی کلسیم و بُر صفات مورد مطالعه گل مریم

Table 4. Comparison of the average double interaction effect of calcium and boron foliar spraying of studied traits of *Polianthes tuberosa*

Treatment	Plant High (cm)	Cluster length (cm)	Stem diameter (cm)	Postharvest life (day)	K (mg.kg ⁻¹)
Ca ₁ B ₁	49.86 ^b	19.90 ^d	0.85 ^d	13.66 ^d	2.13 ^b
Ca ₁ B ₂	67.76 ^a	22.63 ^{bc}	0.92 ^{dc}	16.66 ^{bc}	2.11 ^b
Ca ₁ B ₃	65.23 ^a	21.86 ^{bcd}	0.98 ^{bc}	16.66 ^{bc}	2.02 ^{bc}
Ca ₂ B ₁	66.70 ^a	22.70 ^{bc}	0.99 ^b	17.66 ^{bc}	2.13 ^b
Ca ₂ B ₂	67.16 ^a	21.56 ^{bcd}	0.98 ^{bc}	16.76 ^{bc}	2.11 ^b
Ca ₂ B ₃	67.20 ^a	24.16 ^{ab}	0.96 ^{bc}	16.66 ^{bc}	1.96 ^{bc}
Ca ₃ B ₁	69.23 ^a	24.06 ^{ab}	0.95 ^{bc}	16.66 ^{bc}	2.10 ^{bc}
Ca ₃ B ₂	65.73 ^a	23.26 ^{bc}	0.98 ^{bc}	16.66 ^{bc}	2.05 ^{bc}
Ca ₃ B ₃	64.73 ^a	22.86 ^{bc}	0.96 ^{bc}	16.00 ^c	2.06 ^{bc}
Ca ₄ B ₁	64.36 ^a	20.63 ^{cd}	0.97 ^{bc}	18.33 ^{ab}	1.91 ^{bc}
Ca ₄ B ₂	69.96 ^a	26.63 ^a	1.08 ^a	19.33 ^a	2.71 ^a
Ca ₄ B ₃	66.93 ^a	23.56 ^b	1.01 ^{ba}	18.66 ^{ab}	1.78 ^c

میانگین هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.
Means in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level- LSD Test

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات اصلی محلول پاشی کلسیم و بُر صفات مورد مطالعه گل مریم

Table 5. Comparison of the main effects of foliar application of calcium and boron on studied traits of *Polianthes tuberosa*

Treatment	Flower length (cm)	Flower diameter (cm)	N (%)	Ca (mg.kg ⁻¹)	Treatment	Flower diameter (cm)	Boron (mg.kg ⁻¹)
Ca ₁	5.64 ^c	1.03 ^b	2.32 ^b	1.15 ^c	B ₁	1.04 ^b	49.16 ^b
Ca ₂	6.10 ^b	1.07 ^b ^a	2.48 ^{ab}	1.35 ^b	B ₂	1.11 ^a	52.91 ^b
Ca ₃	6.22 ^b	1.10 ^a	2.41 ^b	1.40 ^b	B ₃	1.06 ^b	57.70 ^a
Ca ₄	6.64 ^a	1.09 ^a	2.83 ^a	1.62 ^a	-	-	-

میانگین هایی که در هر ستون، دارای حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون LSD، در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند.
Means in each column, followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level- LSD Test

دست می دهند (Kumari et al., 2018). همچنین کیفیت گل عمدتاً بر اساس عمر گلدانی خوشه های گل است (Patel et al., 2017). بنابراین کاربرد محلول پاشی مواد شیمیایی مختلف برای کاهش تلفات پس از برداشت سنبله گل مریم ضروری است (Mudassir et al., 2021). در پژوهشی مشاهده شد که محلول پاشی کلسیم در گل رز بریدنی (*Rosa hybrida* cv. Iliona) می تواند با افزایش مقدار آب نسبی و حفظ تورژسانس یاخته های برگ ها و نیز جلوگیری از تخریب دیواره یاخته های و کاهش نشت الکتریکی، عمر گلبرگ ها را افزایش دهد (Mortazavi et al., 2016). همچنین کاربرد سولفات کلسیم پیش از برداشت در رز، سبب افزایش عمر پس از برداشت آن شده است (Luiz et al., 2005). محلول پاشی کلسیم به سه دلیل می تواند سبب بهبود ویژگی های زایشی و نیز افزایش عمر پس از برداشت گل مریم شده است افزایش فعالیت آنزیم رویسکو و مقدار فتوسنتز و در نتیجه ساخت بیشتر آسمیلات ها، اثر بازدارندگی آن، به ویژه کربوهیدرات ها (Tan et al., 2011) و کاهش تولید اتیلن و اثر آن در ACC فعالیت آنزیم کاهش فعالیت آنزیم های تخریب کننده یاخته مانند پلی گالاکترونا است (Helper, 2005). نتایج پژوهش Khuong و همکاران (۲۰۲۲) نشان داد که کاربرد بُر با غلظت ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر سبب افزایش قابل توجهی در میزان پتاسیم در اندام گیاهی کنگد (*Sesamum indicum*) نسبت به شاهد شد. همچنین عنوان نمودن که محلول پاشی

نتایج این پژوهش با نتایج Nazari (۲۰۱۹) که عنوان نمود محلول پاشی کلسیم سبب افزایش قطر گلچه، عمر پس از برداشت و ارتفاع گیاه شد مطابقت دارد. نتایج مطالعات دیگر نیز اثرات مثبت کلسیم به صورت محلول پاشی بوته و پیش از برداشت شاخه گل در بهبود ویژگی های زایشی به ویژه عمر پس از برداشت گل های بریدنی مانند رز (Asfanani et al., 2008)، گلابول (*Gladiolus*) (Reddy and Sarkar, 2016)، گل سوسن (*Lilium*) (Seyedi et al., 2013)، گل مریم (Mortazavi et al., 2016) گزارش شده است. با توجه به نقش کلسیم در افزایش کارایی فتوسنتز و تولید فرآورده های فتوسنتزی در برگ ها دارد (Tan et al., 2011) سبب بهبود طول و قطر ساقه گل شده است. کلسیم یک عنصر ضروری است که نقش کلیدی در تقسیم سلولی، طویل شدن و رشد را دارد (Bernadac et al., 1996). استفاده از عناصر کم مصرف و غلظت های بهینه آن ها صفات گل دهی را تا حد زیادی افزایش داده و عمر گلدهی سنبله ها را بهبود می بخشد (Ahmed et al., 2010). نتایج مطالعات دیگر نشان داد که کاربرد عناصر کم مصرف ویژگی های گل دهی را بهبود می بخشد، مانند وزن، اندازه و عمر گلدانی گلابول (Sharma and Khare, 2014)، گل داودی (*Chrysanthemum*) (Vanlalruati et al., 2019) و گل همیشه بهار (*Calendula officinalis*) (Yadegari, 2013). سنبله های گل مریم در دمای های بالا خیلی زود کیفیت خود را از

Ahmad, I., Khan, M.A., Qasim, M., Ahmad, R., and M.A. Randhawa. 2010. Growth, yield and quality of *Rosa hybrida* L. as influenced by various micronutrients. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*. 47: 5-12.

Aras, S., Keles, H., and E. Bozkurt. 2021. Physiological and histological responses of peach plants grafted onto different rootstocks under calcium deficiency conditions. *Scientia Horticulturae*. 281, 109967. doi: 10.1016/j.scienta.2021.109967

Arif, N., Yadav, V., Singh, S., Singh, S., Ahmad, P., and R. K. Mishra. 2016. Influence of high and low levels of plant-beneficial heavy metal ions on plant growth and development. *Frontiers in Environmental Science*. 4: 1-11. doi: 10.3389/fenvs.2016.00069

Asfanani, M., Davarynejad, G.H., and A. Tehranifar. 2008. Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. *Acta Horticulturae*. 804: 215-218.

Bassil, E., Hu, H., and PH. Brown. 2004. Use of phenyl boronic acids to investigate boron function in plants. Possible role of boron in transvacuolar cytoplasmic strands and cell-to-wall adhesion. *Plant Physiology*. 136(2):3383-95. doi: 10.1104/pp.104.040527.

Barba-Gonzalez, R., Rodríguez-Domínguez, J.M., Castañeda-Saucedo, C. A., Rodríguez, A., Van Tuyl, J.M., and E. Tapia-Campos. 2012. Mexican Geophytes I. The Genus *Polianthes*, pp. 122-128. *Floriculture and Ornamental Biotechnology Global Science Books*.

Bremner, JM., and CS. Mulvaney. 1982. Nitrogen-Total. In: *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, Page, A.L., Miller, R.H. and Keeney, D.R. Eds., Amer Soc of Agron, Soil Science Soc of Amer, Madison, Wisconsin. 9: 595-624.

Bernadac, A., Jean-Baptiste, I., Bertoni, G., and P. Morard. 1996. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. *Scientia Horticulturae*. 66: 181- 189.

Dehnavi, MM., Misagh, M., Yadavi, A., and M. Merajipoor. 2017. Physiological responses of sesame (*Sesamum indicum* L.) to foliar application

بُر سبب افزایش غلظت بُر در اندام گیاهی کنگد نسبت به شاهد شد. Kumar و همکاران (۲۰۱۹)، گیاهان برای تعدادی از فرآیندهای رشد مانند جابجایی نیتروژن و فسفر، سنتز اسیدهای آمینه و پروتئین ها و غیره به بُر نیاز دارند. جذب مواد معدنی با استفاده از عناصر ماکرو و میکرو مختلف افزایش می یابد که توسط (Koleykar and Bhagyaresha, 2018) تأیید شده است. همچنین Mudassir و همکاران (۲۰۲۱) گزارش کردند که کاربرد بُر باعث افزایش غلظت این عنصر در برگ گل مریم شد. بنابراین، نتایج مطالعه حاضر با نتایج Ahmed و همکاران (۲۰۱۰) که دریافتند که کاربرد روی و بُر باعث افزایش غلظت روی و بُر در برگ های گل رز می شود مطابقت دارد. در مطالعه دیگری، Khosa و همکاران (۲۰۱۱) همچنین غلظت بر را در برگ های ژربرا (*Gerbera aurantiaca*) تیمار شده با بُر مشاهده کردند.

نتیجه گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که محلول پاشی کلسیم و بُر باعث افزایش رشد، جذب عناصر غذایی و عمر پس از برداشت گل مریم پُرپر شد. باتوجه به نتایج بدست آمده از داده های آزمایش، مصرف ۳ گرم در لیتر کلسیم از منبع نترات کلسیم به صورت محلول پاشی و کاربرد ۲۰ کیلوگرم اسید بوریک در هکتار باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی گل شده است و می توان این تیمار را به عنوان مقدار کاربردی در مزارع تولیدی گل مریم به تولیدکنندگان توصیه نمود.

منابع

Ahmed, N., Abid, M., Rashid, A., Abou-Shanab, R., F. Ahmad. 2014. Influence of boron nutrition on membrane leakage, chlorophyll content and gas exchange characteristics in Cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Journal of Plant Nutrition*. 37(14): 2-15.

- physiology. *Frontiers in Plant Science*. 7: 1-17. doi: 10.3389/fpls.2016.00569
- Ito, M., Kawamoto, A., Kita, Y., Yukawa, T., and S. Kurita. 1999. Phylogenetic relationships of Amaryllidaceae based on matK sequence data. *Journal of Plant Research*. 112(2): 207–216.
- Jackson, W. A. 1967. Physiological effects of soil acidity. *Soil Acidity and Liming*. 12: 43–124.
- Kaur, M., Singh Beniwal, B., and A.A. Verma. 2022. Quality and chemical properties of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) affected by genotypes x date of sowing interactions. *Journal of Pharmaceutical Innovation*. 11(4):99-105.
- Keren, R. 1996. Boron. pp. 603-626. In D. L. Sparks et al., eds. *Methods of Soil Analyses. Part 3: Chemical Methods*. Soil Science Society of America Book Series No. 5, Madison, WI
- Khosa, S.S., Younis, A., Rayit, A., Yasmeen, S., and A. Riaz. 2011. Effect of foliar application of macro and micronutrients on growth and flowering of *Gerbera jamesonii* L. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. 11: 736-757.
- Khuong, NQ., Thuc LV., Tran, NTB. Huu, T., and JI. Sakagami. 2022. Foliar application of boron positively affects the growth, yield, and oil content of sesame (*Sesamum indicum* L.) *Open Agriculture*. 7: 30–38.
- Kolekar, P.B., and G. Bhagyaresha. 2018. Studies on macro and micronutrient status in leaf tissue of pomegranate (*Punica granatum*) orchards of Latur district. *International journal of current microbiology and applied sciences*. 6: 112-119.
- Kudla, J., Becker, D., Grill, E., Hedrich, R., Hippler, M., and U. Kummer. 2018. Advances and current challenges in calcium signaling. *New Phytologist*. 218: 414–431. doi: 10.1111/nph.14966
- Kumar, M., Chaudhary, V., Kumar, M., Sirohi, U., and MK. Yadav. 2021. Application of Conventional and Mutation Approaches in Genetic Improvement of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.): A Review on Recent Development and Future Perspectives. *International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology*. 14(03):277-297.
- of boron and zinc under drought stress. *Journal of Plant Process and Function*. 6(20):27–36. <http://jispp.iut.ac.ir/article-1-578-en.html>.
- Dixit, D., Srivastava, NK., and S. Sharma. 2002. Boron deficiency induced changes in translocation of $^{14}\text{CO}_2$ - photosynthate into primary metabolites in relation to essential oil and curcumin accumulation in turmeric (*Curcuma longa* L.). *Photosynthetica*. 40(1):10–13. doi: 10.1023/A:1020118913452.
- Dogra, S., Pandey, RK., Laishram, N., and A. Singh. 2020. Varietal evaluation of tuberose under agro climatic conditions of Jammu. *Journal of Pharmaceutical Innovation*. 9(2):499-501.
- Dahi, A., and Y. Mohamed. 1995. The effect of green zit leaf feeding on the growth and quality of wheat grains (*Triticum aestivum* L). For the Abu Gharib variety. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*. 26 (1): 30-36.
- Dordas, C., Apostolides, GE., and O. Goundra. 2007. Boron application affects seed yield and seed quality of sugar beets. *Journal of Agricultural Science*. 145(4):377–384. doi: 10.1017/S0021859607006879.
- El-Motaum, RA., and ME. Hashim. 2020. Boron efficiency in increasing olive (cv. Frantoio) fruit productivity and oil yield and quality. *Journal of Plant Nutrition*. 43(20):2981–2989. doi: 10.1080/01904167.2020.1806305.
- Fageria, N.K. 2009. The use of Nutrients in crop plants. Bosa. Ration, USA.
- Hepler, P. K. 1994. The role of calcium in cell division. *Cell Calcium*. 16: 322–330. doi: 10.1016/0143-4160(94)90096-5
- Helper, P.K. 2005. Calcium a central regulator of plant growth and development. *The Plant Cell*. 17: 2142-2155.
- Hochmal, A., Schulze, K., Trompelt, S., and M. Hippler. 2015. Calciumdependent regulation of photosynthesis. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)- Bioenerg*. 1847: 993–1003. doi: 10.1016/j.bbabi.2015.02.010
- Hocking, B., Tyerman, S. D., Burton, R. A., and M. Gilliam. 2016. Fruit calcium: transport and

- Padasalagi, RM., Lalitha, BS., Jayadeva, HM., and G. Raddy. 2019. Effect of sulphur and boron on growth and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8(6):1426–31.
- Patel, T.D., Viradia, R.R., Tejashwini, C.R., Patel, H.V., and U.R. Patel. 2017. Studied on effect of foliar application of micronutrient (Fe and Zn) on growth, flowering quality and yield of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Prajwal. International Journal of Chemical Studies. 5: 93-97.
- Qamar, J., Rehman, A., Ali, MA., Qamar, R., Ahmed, K., and W. Raza. 2016. Boron increases the growth and yield of mung bean. Journal of Advance Agricultural. 6(2):922–4. doi: 10.24297/jaa.v6i2.5374.
- Rahmani, B., Ghasemnezhad, M., Fotouhi Ghazvini, R., and A. Forghani. 2021. Effect of boron spray at different phenological stages on fruit set, mineral composition, and carbohydrates content of three olive cultivars. Horticulture and Postharvest Research. 24:21–34. doi: 10.22077/JHPR.2021.3677.1165.
- Reddy, A.R.G., and M.M. Sarkar. 2016. Studies on the effect of foliar application of calcium on post-harvest, corm and cormel production in gladiolus CV. Summer Sunshine. International Journal of Agriculture Environment and Biotechnology. 9: 89-94.
- Seyedi, N.A., Torkashv, M., and M.S. Allahyari. 2013. Investigating of the effects of calcium concentration under hydroponic conditions on quantitative and qualitative growth of *Lilium* 'Tresor'. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants. 3: 19-24.
- Schmitz-Eiberger, M., Haefs, R., and G. Noga. 2002. Calcium deficiency - Influence on the antioxidative defense system in tomato plants. Journal of Plant Physiology. 159: 733–742. doi: 10.1078/0176-1617-0621
- Sharma, U.B., and R.K. Khare. 2014. Effect of bio fertilizers and foliar spray of zinc under different levels of N, P on floral characteristics and economics of *Gladiolus grandiflorus*. Bhartiya Krishi Anusandhan Patrika. 29: 78-81.
- Kumari, S., Raghupathi, B., Sarika, K., and P. Deb. 2018. Effect of different preservatives on vase-life of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cv. Calcutta Single. International journal of current microbiology and applied sciences. 7: 1651-1657.
- Kumar, B., Sarkar, NC., Maity, S., and R. Maiti. 2019. Effect of different levels of sulphur and boron on the growth and yield of sesame under red-laterite soils. Reserch on Crop. 20(3):515–24. doi: 10.31830/ 2348-7542.2019.074.
- Luiz, A.M., Fernando, L.F., and G.B. Ulisses. 2005. Preharvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. Scientia Horticulturae. 103: 329-338.
- Maiti, S., Moon, U.R., Bera, P., Samanta, T., and A. Mitra. 2014. The in vitro antioxidant capacities of *Polianthes tuberosa* L. flower extracts. Acta Physiologiae Plantarum. 36: 2597–2605.
- Mandal, M., Maitra, S., and D. Mahata. 2018. Production technology of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cultivation. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 7(6): 2360-2364.
- Meriño-Gergichevich, C., Pacheco, E., and MR. Díaz. 2016. The effect of foliar boron spraying on the fruit features of Brigitta and Legacy high bush blueberry (*Vaccinium corymbosum*) cultivars. Ciencia e Investigación Agraria. 43(3):452–63. doi: 10.4067/S0718- 16202016000300011.
- Mortazavi, S.N., Bagheri, F., and M. Bahadoran. 2016. Some characteristics of tuberose as affected by pre-harvest application of calcium chloride and gibberellic acid. Advances in Horticultural Science. 30: 69-74.
- Mudassir, S., Ahmad, R., and M.A. Anjum. 2021. Foliar Application of Micronutrients Enhances Growth, Flowering, Minerals Absorption and Postharvest Life of Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) in Calcareous Soil. Journal of Horticultural Science and Technology 4(2):41-47.
- Nazari, F. 2019. The effect of foliar application of calcium chloride and nanocalcium chelated on vegetative, reproductive and post-harvest life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Journal of Plant Research. 32(2): 497-510.

Vanlalruati, S.S., Anand, P., and G. Kumar. 2019. Effect of micronutrients (Fe and Zn) on flowering and yield attributes of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium*) cv. Mayur Indian. Journal of Agricultural Science. 89: 1282-1286.

Yadegari, M. 2013. Foliar application of Fe, Cu, Mn and B on growth, yield, and essential oil yield of marigold (*Calendula officinalis*). Journal of Applied Science and Agriculture. 8: 559-567.

Zhang, Y. H., and J. Liu. 2021. Effects of Pb and Ca on mitosis of vicia faba root tip cells. Seed Science and Technology. 39: 1-3.
doi: 10.19904/j.cnki.cn14-1160/s.2021.24.001.

Shireen, F., Nawaz, MA., Chen, C., Zhang, Q., Zheng, Z., and H. Sohail. 2018. Boron: functions and approaches to enhance its availability in plants for sustainable agriculture. International Journal of Molecular Sciences. 19(7):1856-976.
doi: 10.3390/ijms19071856.

Silva, AP., Rosa, EAS., and S. Haneklaus. 2003. Influence of foliar boron application on fruit set and yield of Hazelnut. Journal of Plant Nutrition. 26(3): 61-90. doi: 10.1081/PLN-120017665.

Tan, W., Meng, Q.W., Brestic, M., Olsovska, K., and X. Yang. 2011. Photosynthesis is improved by exogenous calcium in heat-stressed tobacco plants. Journal of Plant Physiology. 168: 2063- 2071.