Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 50, No 4, Winter 2020 (865-878)
DOI: 10.22059/ijhs.2018.259620.1458

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۰، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۸ (ص ۸۷۸-۸۶۵)

بهبود برخی صفات رشدی گل ژربرا (*Gerbera jamesonii*) با استفاده از تغذیه معدنی در مراحل مختلف رشد گیاه در شرایط تنش شوری

جعفر عباسی[۱]، معظم حسن‌پور اصیل[۲*] و جمالعلی الفتی[۳]
۱، ۲ و ۳. دانشجوی دکتری پردیس دانشگاهی، استاد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۰ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۷)

چکیده

این تحقیق به‌منظور کاهش اثر شوری بر صفات مورفوفیزیولوژیک گل ژربرا با استفاده از تغذیه شیمیایی در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل تغذیه عناصر معدنی، زمان تغذیه و استفاده از آب شور اجرا شد. نتایج نشان داد با افزایش میزان شوری، کاهش معنی‌داری در خصوصیات رشدی به‌ویژه ارتفاع بوته، قطر گل و دمگل، تعداد و سطح برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های مذکور و غلظت عناصر نیتروژن و کلسیم مشاهده شد. با افزایش سطح شوری آب از ds/m ۲ به ds/m ۳، مقدار عنصر سیلیسیم نیز از mg/kg ۰/۹۳ به mg/kg ۰/۹۸ وزن خشک افزایش یافت. مقدار سیلیسیم در تیمارهای کودی ۱ گرم NPK در گلدان + محلول‌پاشی ۱ سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ، ۲ گرم NPK در گلدان + محلول‌پاشی ۰/۵ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و ۲ گرم NPK در گلدان + محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و در زمان ۳۰ و ٤٥ روز بعد از کاشت بیشترین مقدار بود و با تاخیر کوددهی به ٦٠ روز بعد از کاشت مقدار سیلیسیم برگ، کاهش نشان داد. در نهایت نتایج نشان داد تغذیه با کودهای NPK، کلسیم و سیلیسیم توانست سبب حفظ رشد گیاه در شرایط شوری شوند حتی در برخی تیمارها، سبب افزایش رشد نسبت به شاهد گردد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، سیلیسیم، عناصر پر مصرف، قطر گل، گلدهی.

Improvement of some growth traits of gerbera flower (*Gerbera jamesonii*) by using mineral nutrition at different stages of plant growth under effect of salinity stress

Jafar Abbasi[1], Moazzam Hassanpour Asil[2*] and Jamal-Ali Olfati[3]
1, 2, 3. Ph.D. Candidate, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
(Received: June 10, 2018- Accepted: Oct. 29, 2018)

ABSTRACT

The research was carried out to reduce the effect of salinity on morphophysiologic traits of gerbera flowers using chemical nutrition in 2017. The experiment was a factorial based on a RCBD with three factors consisted of nutrition of mineral elements, fertilization time and saline water. The results showed that, with increasing salinity, a significant decrease was observed in growth characteristics, especially plant height, flower and peduncle diameter, leaf number and leaf area, root length, fresh and dry weight of the aforementioned organs, and concentration of nitrogen and calcium elements. With increasing salinity levels from 2 to 3 ds/m, the amount of silicon element increased from 0.93 to 0.98 mg/kg dry weight. The amount of silicon in fertilizer treatments 1 g NPK in pot + spray 1 g in 100 ml calcium silicate, 2 g NPK in pot + spray 0.5 g in 100 ml calcium silicate and 2 g NPK in pot + spray 1 g in 100 ml calcium silicate was highest at 30 and 45 days after planting, and showed a lower amount by delaying fertilization to 60 days after planting. Finally, the results showed that nutrition with NPK, calcium and silicon fertilizers has been able to maintain plant growth under salinity conditions, even in some treatments, increase the growth compared to the control.

Keywords: Flower diameter, flowering, macroelements, potassium, silicon.

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

مقدمه

ژربرا (*Gerbera jamesonii*) متعلق به تیره کاسنی (Compositeae) می‌باشد. یکی از ۱۰ گل مهم شاخه‌بریده در جهان از نظر میزان تولید و مصرف محسوب می‌شود. این گیاه ارزش اقتصادی زیادی در صنعت بین‌المللی گل‌های شاخه‌بریده دارد (Nair *et al*., 2003) و در سال‌های اخیر پرورش این گل در بازار نیز با رشد چشم‌گیری همراه بوده است. شرایط رشد و ماندگاری گل و طول عمر گیاهان بستگی به شرایط پرورش گیاهان، زمان صحیح برداشت و مواظبت‌های پس از برداشت دارد. گیاهان پرورش یافته تحت شرایط مطلوب بالاترین کیفیت را خواهند داشت. عوامل متعددی عمر پس از برداشت گل‌های بریده را تحت تأثیر قرار می‌دهند که این عوامل به دو دسته عوامل پیش از برداشت و پس از برداشت تقسیم می‌شوند (Shen *et al*., 2010; Kader, 2002)، عوامل قبل از برداشت از جمله تغذیه و کیفیت آب آبیاری از اهمیت دوچندانی برخوردار هستند (Mateos-Naranjo *et al*., 2013). یکی از مهم‌ترین موارد تأثیرگذار در ظاهر گل، شرایط تولید آن از نظر فراهم بودن مواد غذایی در طول دوره رشد و نمو گل است (Abbasi *et al*., 2004). نیتروژن زیاد دوام گل‌های بریده را کاهش می‌دهد و حساسیت آنها را در آلودگی به کپک خاکستری افزایش می‌دهد. شوری بالا و مقادیر زیاد کلر در بستر رشد، دوام گل‌ها را کاهش می‌دهد. توجه زیاد به آبیاری ضروری است، زیرا کمبود آب یا افزایش آن در محیط کشت، کیفیت و دوام گل‌های بریده را کاهش می‌دهد (Kader, 2002). محدودیت آب‌های شیرین، استفاده از منابع مختلف آب نظیر آب چاه‌ها، پساب و آب بازیافتی را ایجاب نموده است. از این‌رو، امروزه اثر کیفیت آب آبیاری، بخصوص شوری و قلیائیت آب، بر رشد و نمو گیاهی اهمیت دارد (Vaughan & Judd, 2003).

در شرایط تنش شوری، احتمال کمبود کلسیم در گیاهان بیشتر می‌شود، زیرا با افزایش غلظت نمک در اطراف ریشه، نیاز گیاه به کلسیم به علت کاهش جذب کلسیم در شرایط شور، به‌دلیل برهمکنش یون‌ها، رسوب ترکیبات کلسیم‌دار و افزایش قدرت یونی نیز افزایش می‌یابد. در این شرایط، فعالیت کلسیم محلول و در نتیجه قابلیت استفاده آن برای گیاه کم می‌شود (Torkashvand & Shirghani, 2015). تیمارهای کلسیم، ماندگاری گل را افزایش می‌دهند و با کاربرد کلسیم، ماندگاری پس از برداشت گل با جلوگیری از باز شدن جوانه گل افزایش می‌یابد، همچنین کلسیم از پیری برگ‌ها جلوگیری می‌کند (Robichaux, 2008). نتایج تحقیقی نشان داد کلسیم نقش مهمی در ساختمان دیواره‌های سلولی دارد. در صورت کمبود کلسیم و ضعف دیواره سلولی، تقسیم سلولی دچار اختلال می‌شود، این پدیده در اندام‌هایی با تقسیم سلولی بالا چون گل‌های شاخه‌بریده در حال رشد ایجاد اختلال می‌نماید (Robichaux, 2008). تحقیقات گذشته نشان می‌دهد افزودن کلسیم به محلول غذایی سبب افزایش مقاومت گیاهان به شوری می‌گردد، شوری باعث کاهش وزن خشک ریشه و اندام هوایی گلرنگ گردید و غلظت پتاسیم و کلسیم در اندام هوایی را کاهش و غلظت سدیم را افزایش داد و در نتیجه افزایش کلسیم توانست اثر شوری بر گیاه را تعدیل نماید (Gorjii *et al*., 2009).

یکی از راهکارهای کاهش آثار زیان بار تنش شوری، استفاده از روش‌های تغذیه معدنی، از جمله تغذیه سیلیسیم می‌باشد (Marshner, 1995). تغذیه بهینه سیلیسیم سبب افزایش رشد و توسعه حجمی و وزنی ریشه‌ها می‌شود که در نهایت، سطح کل جذب‌کننده عناصر افزایش می‌یابد (Sun *et al*., 2014). سیلیسیم با افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، بافت‌های گیاهی را در مقابل سمیت نمک حفظ می‌کند و با افزایش مقدار کلروفیل، سطح برگ، فتوسنتز و رشد و عملکرد گیاه را در شرایط شور افزایش می‌دهد (Moyer *et al*., 2010). تلاش‌هایی برای استفاده از عنصر سیلیسیم جهت بهبود کیفیت گل‌های زینتی انجام شده است. از آن جمله در گل‌های آهار و آفتابگردان، محلول‌دهی ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات پتاسیم منجر به کاهش وزن تر و وزن خشک ساقه گل شده و در غلظت کمتر از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، افزایش قطر ساقه و طول ساقه گل را به همراه داشته است (Kamenidou *et al*., 2010). همچنین محلول‌دهی هفتگی سیلیسیم در گل

آفتابگردان، سبب افزایش وزن ساقه بیش از ۲۸ درصد گردید (Kamenidou *et al.*, 2010). Moyer *et al.* (2010) کاربرد سیلیسیم، سیلیکات کلسیم و سیلیکات پتاسیم، را بر صفات رشدی در گل شاخه‌بریده ژربرا مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند سیلیکات کلسیم بر جذب سیلیسیم و کیفیت گل اثر معنی‌داری نشان داد.

در این تحقیق اثر تغذیه و محلول‌پاشی با عناصر پر مصرف، کلسیم و سیلیسیم و نقش آنها در تعدیل و کاهش اثر شوری بر صفات مختلف رشدی و فیزیولوژیکی گل ژربرا رقم "مالیبو" مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در بهار سال ۱۳۹۶ در یک گلخانه تجاری تولید گل‌های زینتی واقع در شهرستان ساوه (استان مرکزی) انجام شد. ابتدا نشاهای سه تا چهار برگی ژربرا رقم مالیبو (*Gerbera jamesonii "Malibo"*) تهیه شد و در گلدان‌هایی با قطر ۱۸ سانتی‌متر در مخلوط حاوی خاک باغچه، کوکوپیت، پرلیت به نسبت ۱:۱:۱ حجمی کشت گردید و داخل گلخانه که از نظر نور و دما مناسب بود قرار داده شد. میزان دمای گلخانه ۲±۱۸ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۶۰ درصد، سیکل نوری به‌صورت ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی و با شدت نوری برابر ۴۰۰۰ لوکس نور بود. برخی خصوصیات خاک و آب آبیاری در جدول‌های ۱ و ۲ ذکر شده است.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه عامل و سه تکرار و جمعاً ۲۵۲ گلدان انجام شد. عامل اول شامل تغذیه عناصر معدنی در هفت سطح شامل a1= شاهد (بدون عناصر معدنی)، a2= ۱ گرم NPK در گلدان+ بدون عناصر کم مصرف، a3= ۱گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۰/۵ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، a4= ۱ گرم NPK در گلدان + محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب ، a5= ۲ گرم NPK در گلدان+ بدون عناصر کم مصرف، a6= ۲ گرم NPK در گلدان+ محلول محلول‌پاشی ۰/۵ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، a7= ۲ گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب. نسبت کودی بین عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌صورت ۱۸،۱۸،۱۸ (برحسب K_2O-P_2O_5-N) بود و مقدار عناصر سیلیسیم و کلسیم طبق مقدار سیلیکات کلسیم مورد استفاده و با نسبت ۳:۱ بود یعنی مقدار کلسیم در یک گرم سیلیکات کلسیم سه برابر مقدار سیلیسیم بود. عامل دوم شامل زمان تغذیه: b1= ۳۰ روز بعد از کاشت، b2= ۴۵ روز بعد از کاشت و b3= ۶۰ روز بعد از کاشت و عامل سوم شامل استفاده از آب شور در دو سطح C1= ۲ دسی‌زیمنس بر متر و C2= ۳ دسی زیمنس بر متر بود.

صفات مورد بررسی

در این آزمایش ۱۷ صفت مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ۵ ماه بعد از انتقال نشا به گلدان مورد بررسی قرار گرفت. ارتفاع ساقه گل‌دهنده، تعداد گل در هر گلدان، تعداد روز تا برداشت گل (از تشکیل غنچه تا برداشت) و تعداد برگ مورد محاسبه قرار گرفت. برای اندازه‌گیری قطر گل‌ها و قطر دمگل برحسب سانتی‌متر از کولیس دیجیتال استفاده گردید. سطح برگی مطابق فرمول Damunupola *et al.* (2010) و برحسب سانتی‌متر مربع برآورد شد:

عرض پهنک × طول پهنک × ۰/۹۲ = سطح برگ

جدول ۱. برخی از خصوصیات مخلوط خاکی مود آزمایش

Table 1. Some chemical characteristics of tested soil mixtures

Characteristics	pH	EC (ds/m)	Nitrogen (%)	Phosphorus (mg/kg)	Potassium (mg/kg)	Soil Saturation Percentage (%)	Total Neutralizing Value (%)
Media	6.7	2.2	0.41	30.2	354.18	51	10.2

جدول ۲. برخی از خصوصیات آب آبیاری

Table 2. Some of the characteristics of irrigation water

Characteristics	Potassium (ppm)	Sodium (ppm)	Calcium (ppm)	Magnesium (ppm)	CO_3^{-2} (ppm)	$HCO3^-$ (ppm)	pH	EC (ds/m)	SAR
Media	0.41	57.18	13.08	11.7	0.0	28.63	6.9	1.82	10.2

اندازه‌گیری طول دمگل، از سطح خاک گلدان تا زیر طبق گل با استفاده از خط‌کش انجام شد. برای تعیین مقدار طول ریشه، فاصله طوقه تا نوک بلندترین ریشه با کمک خط‌کش اندازه‌گیری گردید. به منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک قسمت‌های مورد نظر گیاه بعد از برداشت توزین شدند و وزن تر یادداشت گردید و سپس بعد از خشک شدن در آون (به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد) مجدداً توزین شدند. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل، از هر گلدان تعداد ۴ برگ جوان انتخاب و شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه کلروفیل متر (مدل SPAD-502 ساخت ژاپن) قرائت شد.

اندازه‌گیری عناصر

نیتروژن برگ

برای اندازه‌گیری مقدار نیتروژن ۵ میلی‌لیتر از محلول استاندارد به بالون ژوژه ۲۵ میلی‌لیتری انتقال داده شد و مقدار دو میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم به آن اضافه شد و به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد. بالون به کمک بخار آب به‌مدت پنج دقیقه حرارت داده شد (محلول ۱). بوریک اسید حاوی آمونیاک با سولفوریک اسید ۰/۰۰۵ مول تا تغییر رنگ محلول از سبز به‌صورتی تیتر شد. میزان ۵ میلی‌لیتر عصاره به بالون تقطیر انتقال داده شد و میزان ۲ میلی‌لیتر از محلول هیدروکسید سدیم (محلول ۱) به آن اضافه گردید و سپس عمل تقطیر انجام گرفت. مقدار درصد نیتروژن در نمونه خشک گیاه از فرمول زیر محاسبه شد (Waling *et al*., 1989):

$$0.56 \times t \times (a-b) \times V/W \times 100/D.M$$

که در آن: t= غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون برحسب مول بر لیتر، a= میزان اسید مصرفی جهت نمونه برحسب میلی‌لیتر، b= میزان اسید مصرفی جهت شاهد برحسب میلی‌لیتر، V= حجم عصاره حاصل از عمل هضم برحسب میلی‌لیتر، W= وزن نمونه خشک گیاه جهت هضم برحسب گرم و D.M= درصد ماده خشک گیاه.

فسفر برگ

میزان ۵ میلی‌لیتر از محلول‌های عصاره و شاهد به لوله آزمایش ۲۵ میلی‌لیتر منتقل گردید و سپس میزان ۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم مولیبدات- وانادات اضافه و به حجم رسانده شد. نمونه‌ها در طول موج ۴۷۰ نانومتر قرائت خواهند شد و مقدار فسفر برحسب میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک گیاه محاسبه شد (Chung *et al*., 2012).

پتاسیم برگ

سری محلول‌های استاندارد، نمونه شاهد و عصاره با نسبت ۱ به ۹ با محلول کلرور سزیم رقیق شد. شدت نور در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر در طول موج ۷۶۶/۵ نانومتر اندازه‌گیری شد (Chung *et al*., 2012).

کلسیم برگ

محلول عصاره‌ها و شاهد به نسبت ۱ به ۹ با آب مقطر رقیق شدند و ۰/۲۵ میلی‌لیتر از هر نمونه به لوله آزمایش منتقل و ۴/۷۵ میلی‌لیتر از نیترات لانتانوم به آنها اضافه شد و هم زده شد. میزان جذب کلسیم در طول موج ۴۲۲/۷ و منیزیم در ۲۸۵/۲ نانومتر با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد (De Capdeville *et al*., 2005).

سیلیسیم برگ

برای اندازه‌گیری عنصر سیلیسیم از روش هضم خشک (Dry Ash) و ترکیب با HCl استفاده شد (Waling *et al*., 1989).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل‌های آماری موردنیاز با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS V.20 و MSTATC انجام گرفت. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد تیمار زمان کوددهی و اثر متقابل تیمارهای تغذیه معدنی و شوری آب، سبب تغییرات

معنی‌داری بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال ۱ درصد شدند و سایر اثرات متقابل دو و سه گانه اثر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه نداشتند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین ارتفاع گیاه در زمان کوددهی، ۳۰ روز بعد از کاشت به‌دست آمد و هرچه زمان کوددهی به تعویق افتاد اثر آن بر افزایش ارتفاع ساقه کاهش یافت (جدول ۵). مقدار ارتفاع ساقه در تیمارهای دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و در سطح شوری ۲ ds/m به‌دست آمد و کمترین ارتفاع نیز در تیمار بدون کوددهی و سطح شوری ۳ ds/m مشاهده شد (شکل۱). یکی از عوامل بسیار مؤثر در افزایش طول ساقه‌ها، عدم تنش آبی می‌باشد که باعث تورژسانس سلولی می‌گردد (Oki & Lieth, 2004). شوری، با افزایش فشار اسمزی محیط، باعث کاهش پتانسیل آب شده و در نتیجه رشد رویشی گیاهان کاهش می‌یابد (Heidari Sharifabad, 2001). زمانی که غلظت سدیم و یا کلر در کلروپلاست‌های سلول افزایش یابد، فتوسنتز متوقف می‌شود. در اثر شوری، سرعت فتوسنتز، هدایت روزنه‌ای و رشد اندام هوایی نیز کاهش می‌یابد (Al-Yassin, 2004). همچنین، یکی دیگر از دلایل کاهش ارتفاع ساقه در شرایط شور آن است که سمیت ناشی از کلر مانع جذب نیترات می‌شود، زیرا هر دو یون به‌وسیله یک نوع حمل‌کننده از عرض غشای پلاسمایی انتقال می‌یابند (Jalili Marandi, 2010). نیترات هم در رشد رویشی گیاهان نقش به سزایی دارد و در تیمارهای حاوی NPK مقدار ارتفاع ساقه افزایش معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

اثر شوری و اثر متقابل تیمارهای کوددهی و زمان کوددهی بر قطر گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقدار قطر گل در تیمار ۲ ds/m (۷/۷۴ سانتی‌متر) بیشتر از ۳ ds/m (۶/۹۷ سانتی‌متر) بود (جدول ۶). در اثر متقابل تیمارها، بیشترین مقدار قطر گل در تیمارهای کودی حاوی کلسیم و سیلیسیم و در ۳۰ و ۴۵ روز بعد از کاشت به‌دست آمد (جدول ۷)، که می‌توان نتیجه گرفت عناصر سیلیسیم و کلسیم نقش مهمی در افزایش قطر گل داشتند، همچنین نتایج نشان داد تعداد گل با افزایش سطح شوری آب آبیاری در گل بریده ژربرا از سطح ۲ به ۳ ds/m کاهش یافت و از تعداد ۲/۲۳ به ۱/۷۹ گل در بوته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۶).

در آزمایش‌هایی که Bayat *et al.* (2013) روی گیاه ژربرا انجام دادند به این نتیجه رسیدند تنش شوری، تعداد گل و قطر گل را در مقایسه با گیاهانی که در شرایط غیر تنش به‌سر می‌بردند، کاهش می‌دهد. به‌نظر می‌رسد که در شرایط شوری، به علت رقابت در جذب یون‌های سدیم و کلر از یک طرف و برخی عناصر غذایی مانند پتاسیم از طرف دیگر، قابلیت استفاده از عناصر غذایی به شدت کاهش می‌یابد و باعث کاهش عملکرد گیاه می‌شود. Torkashvand & Shirghani (2015) گزارش کردند تعداد گل در گیاه ژربرا در شوری ۱ ds/m تقریباً دو برابر شوری ۱/۵ ds/m به‌دست آمد.

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس تیمارهای کوددهی و سطح شوری آب بر تعداد روز تا گلدهی ژربرا در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در نمونه شاهد (بدون کود) بوته‌ها بعد از ۱۵/۲۷ روز به گل رفتند، درحالی‌که در تیمار یک گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب بعد از ۱۳/۱۶ روز گلدهی داشتند (جدول ۴). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد تعداد روز کمتری برای گلدهی در سطح شوری ۲ ds/m نسبت به سطح شوری ۳ ds/m نیاز بود (جدول ۶). قطر دمگل تحت تأثیر تیمار متقابل کوددهی در زمان کوددهی و نیز کود دهی در سطح شوری آب، تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد. سایر تیمارها اثر معنی‌داری بر قطر دمگل نشان ندادند (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد تغذیه معدنی در ۳۰ روز بعد از کشت و در دستورالعمل‌های کودی حاوی NPK و Ca_2SiO_4 سبب افزایش قطر گل شد و هرچه تغذیه به عقب افتاد (۴۵ و ۶۰ روز بعد از کاشت)، قطر دمگل نیز حتی با اعمال کامل تیمار کودی کمتر شد (جدول ۷). در تیمارهای متقابل تغذیه معدنی در سطح شوری آب مشاهده شد

که دستورالعمل کودی دو گرم NPK در گلدان+ ۰/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر Ca_2SiO_4 و دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب همراه با شوری ۲ ds/m منجر به تشکیل قطورترین دمگل‌ها شد (شکل ۲). مقدار سطح برگ در مقدار شوری ۲ ds/m (۹۸/۹۶) بیشتر از ۳ ds/m (۸۲/۰۶) بود (جدول ۶) و در تیمار اثر متقابل کوددهی در زمان استفاده از کود مشاهده گردید بیشترین مقدار سطح برگ در تیمار دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب در ۳۰ روز پس از کاشت به‌دست آمد (جدول ۷). نتایج پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که در اثر تنش شوری ارتفاع گیاه و سطح برگ خیلی سریع‌تر از سایر پارامترهای فنولوژیکی کاهش می‌یابد، زیرا تجمع ماده خشک، حاصل میزان فتوسنتز خالص و سطح فتوسنتزکننده گیاهی می‌باشد (Mirmhammadi Meibodi & Ghareyazi, 2003). بطورکلی، کاهش سطح برگ در گیاهان می تواند در اثر کاهش در اندازه برگ، کاهش در تولید برگ و نهایتاً ریزش برگ‌های پیر باشد. کاهش سرعت رشد برگ بعد از اعمال شوری عمدتاً به علت اثر اسمزی نمک در اطراف ریشه (ریزوسفر) می‌باشد. به‌علاوه، افزایش ناگهانی شوری بستر رشد باعث می‌شود که سلول‌های برگ بطور موقت آب خود را از دست بدهند (کاهش فشار تورژسانس). با گذشت زمان، سرعت تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کاهش می‌یابد و نهایتاً این تغییرات منجر به کوچک‌ترشدن اندازه نهایی برگ می‌شود (Munns, 2002). نتایج یک تحقیق دیگر نشان می‌دهد که کاهش رشد برگ، سریع‌ترین پاسخ گیاه به شوری است (Colla *et al.*, 2012).

نتایج نشان داد تعداد برگ تحت تأثیر تیمار شوری در سطح احتمال یک درصد دچار تغییرات معنی‌داری شد و تعداد برگ بیشتری در شوری ۲ ds/m نسبت به شوری ۳ ds/m مشاهده شد (جدول ۶). همچنین نتایج نشان داد در اثر متقابل تیمارهای تغذیه معدنی و زمان کوددهی، بیشترین تعداد برگ زمانی به‌دست آمد که کاملترین دستورالعمل‌های کودی یعنی دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۰/۵ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب در ۳۰ روز بعد از کاشت به کار رفتند (جدول ۷). شاخص کلروفیل تحت تأثیر تیمارهای اصلی در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد، ولی اثر متقابل هیچ‌کدام از تیمارها بر آن معنی دار نبود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار شاخص کلروفیل در تیمارهای دو گرم NPK در گلدان+ ۰/۵ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر Ca2SiO4 و دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و کمترین مقدار در نمونه شاهد (بدون کود) به‌دست آمد (جدول ۴). تجمع سیلیسیم در پهنک برگ باعث افزایش شاخص کلروفیل در سطح برگ می‌شود (Mirabbasi Najafabadi *et al.*, 2013). در پژوهشی که Jungsub *et al.* (2000) روی خیار انجام دادند،گزارش شد کاربرد سیلیسیم باعث افزایش شاخص میزان کلروفیل گردید. همچنین محققان گزارش کردند محلول پاشی سیلیکات پتاسیم در غلظت ۲۵ میلی‌گرم بر لیتر، میزان شاخص کلروفیل را در گل لیلیوم به میزان ۱۱/۶۳ درصد افزایش داد (Mirabbasi Najafabadi *et al.*, 2013).

شاخص کلروفیل در تیمار کوددهی در ۳۰ روز پس از کاشت بیشتر از سایر تیمارهای بود و با عقب انداختن کوددهی مقدار شاخص کلروفیل نیز کاهش یافت (جدول ۵). افزایش سطح شوری آب نیز همانطور که انتظار می‌رفت سبب کاهش مقدار شاخص کلروفیل گردید (جدول ۶). محققان گزارش کرده اند که مقدار کلروفیل کل در گیاه لوبیا تحت تنش شوری ۲ ds/m کاهش معنی‌داری نسبت به تنش ۱ ds/m نشان داده است (Jungklang *et al.*, 2003). طول ریشه تحت تأثیر تیمارهای اصلی تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۳). همچنین طور نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین طول ریشه (۲۸/۲۲ سانتی‌متر) در تیمار کودی دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب و کمترین مقدار آن (۲۲/۴۴ سانتی‌متر) در نمونه شاهد (بدون کوددهی) به‌دست آمد (جدول ۴). ضمناً کوددهی در

اوایل رشد گیاه (۳۰ روز بعد از کاشت) سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه نسبت به تاریخ‌های ۴۵ و ۶۰ روز بعد از کاشت شد (جدول ۵). همچنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد طول ریشه در سطح شوری ۲ ds/m کمتر از سطح ۳ ds/m بود (جدول ۶). نتایج گزارش‌های قبلی حاکی از آن است که تنش‌های شوری و خشکی رابطه نزدیکی با یکدیگر داشته و شوری آب آبیاری باعث افزایش تنش خشکی می‌شود، در شرایط تنش خشکی گیاه سعی در گسترش ریشه‌ها جهت دسترسی به آب دارد (Yang *et al*., 2014) و در اینجا نیز همان‌طورکه مشاهده شد با افزایش سطح EC آب آبیاری، طول بلندترین ریشه نیز افزایش یافته است. تنش زیاد ناشی از شوری بر ساختار ریشه، فعالیت‌های آن مانند جذب آب و یون‌ها، محتویات رنگدانه‌های فتوسنتزی و سیستم غشا آسیب می‌رساند (Yang *et al*., 2014). وزن تر و خشک ریشه و قسمت هوایی گل بریده *G. jamesonii* "Malibo" تحت تأثیر تیمارهای تغذیه معدنی، زمان کوددهی و سطح شوری آب دچار تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد شدند، ولی اثر متقابل این تیمارها بر صفات ذکر شده معنی دار نبود (جدول ۳). وزن تر و خشک ریشه و قسمت هوایی در تیمار تغذیه‌ای دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب به‌صورت معنی‌داری از نمونه شاهد که کمترین مقدار را داشت، بیشتر بود (جدول ۴). کوددهی در مدت زمان کمتری بعد از کاشت (۳۰ روز) سبب افزایش معنی‌دار وزن تر و خشک ریشه و قسمت هوایی نسبت به کوددهی در زمان‌های ۴۵ و ۶۰ روز پس از کاشت گردید (جدول ۵). با افزایش سطح شوری آب آبیاری از ۲ به ۳ ds/m، مقدار وزن تر و خشک ریشه و نیز وزن تر قسمت هوایی کاهش نشان داد، ولی مقدار وزن خشک قسمت هوایی افزایش نشان داد. این نتیجه می‌تواند مؤید این مطلب باشد که بخش‌های هوایی گل بریده ژربرا نمک اضافی را در خود ذخیره کرده و یا در اثر شوری آب، مقدار آب کمتری در قسمت هوایی این گیاه موجود بوده و یا به اصطلاح اندام‌ها از درصد رطوبت و شادابی کمتری برخوردار بودند (Yurtseven *et al*., 2005). گزارش شده است وزن تر و خشک برگ و طول ریشه به شدت تحت تأثیر شوری قرار می‌گیرد. در تنش شوری با افزایش غلظت نمک در محلول غذایی، پتانسیل اسمزی محلول افزایش یافته، جذب آب کم شده و به دنبال آن فشار تورژسانس سلول‌ها نیز کاهش می‌یابد. خروج آب از سلول‌ها مانع از رشد آنها می‌شود از طرف دیگر، با کوچک‌شدن و ریزش برگ‌ها، منبع تولید آسیمیلات‌ها در گیاه کاهش می‌یابد. بنابراین مقدار موادی که به سلول‌ها می‌رسد به مراتب کاهش چشم گیری پیدا می‌کند که در نهایت هم تعداد و هم اندازه سلول‌ها کاهش می‌یابد. کاهش وزن تر و خشک گل در گل بابونه تحت تأثیر شوری گزارش شده است (Razmjoo *et al*., 2008). Karimi *et al*. (2008) اثر استفاده از پتاسیم را در تعدیل اثر شوری مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند بیشترین مقدار رشد، وزن تر و خشک گیاه *Sesbania aculeate* در غلظت یک میلی‌مولار پتاسیم در شرایط شوری ۳ ds/m به‌دست آمد. به‌نظر می‌رسد شوری سبب افزایش نیاز به پتاسیم در گیاهان می‌شود و در تحقیق حاضر نیز مشاهده شد که با افزایش سطح شوری مقدار پتاسیم بافت هوایی و ریشه گل ژربرا کاهش پیدا کرد. پتاسیم با افزایش مقدار قندهای محلول و کاهش مقدار اسیدهای آمینه شرایط رشد بهینه گیاهان را فراهم می‌کند. به‌نظر می‌رسد که یون پتاسیم به‌عنوان تنظیم‌کننده اسمزی نقش دارد و هنگامی که پتاسیم کم باشد تنظیم اسمزی با مشکل مواجه شده و گیاه در تأمین آب و عناصر موردنیاز خود دچار مشکل می‌شود (Yurtseven *et al*., 2005). همچنین کاهش رشد ناشی از کم شدن جذب آب، به‌دلیل پتانسیل آب بسیار منفی محیط ریشه در نتیجه شوری توسط محققان دیگر گزارش شده است (Tester & Devenport, 2003).

بر اساس نتایج تجزیه واریانس مقدار نیتروژن برگ در گل بریده ژربرا تحت تأثیر تیمارهای اصلی تغذیه معدنی و سطح شوری آب آبیاری، تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد، ولی زمان کوددهی اثری بر محتوی نیتروژن برگ نشان نداد. اثر متقابل این تیمارها نیز معنی‌دار نگردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد زمانی که کود NPK

همراه با Ca_2SiO_4 استفاده گردید محتوی نیتروژن برگ نسبت به حالتی که تنها از NPK استفاده شده است بیشتر بود (جدول ۴) و این نتیجه نشان‌دهنده اهمیت حضور عناصر کلسیم و سیلیسیم در افزایش جذب نیتروژن می‌باشد. مقدار نیتروژن برگ در سطح شوری ds/m ۲ (۳/۴۱ درصد) به‌صورت معنی‌داری بیشتر از سطح شوری ds/m ۳ (۳/۳۸ درصد) بود (جدول ۶). Dolatkhahi *et al.* (2014) اثر تغذیه نیتروژن را بر رشد گل بریده لیزیانتوس مورد بررسی قرار دادند و گزارش کردند که اثر منبع نیتروژن بر طول شاخه گل، تعداد جوانه‌ها و گل‌ها، وزن تر و خشک شاخه و سطح برگ معنی دار است. با توجه به نقش عناصر غذایی در سوخت‌وساز کربوهیدرات‌ها، احتمالاً یکی از دلایل تضعیف صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل ژربرا، کاهش میزان کربوهیدرات‌ها می‌باشد. همچنین نتایج حاضر نشان داد تغذیه در ۳۰ روز پس از کاشت باعث شده است که گیاه احتیاجات معدنی خود را قبل از شروع مراحل اصلی نمو دریافت کند و این عمل باعث بهبود صفات مورد مطالعه نسبت به زمان‌های ۴۵ و ۶۰ روز بعد از کاشت شده است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد اثر متقابل سه گانه تیمارهای تغذیه معدنی (دستورالعمل کودی)، زمان کوددهی و سطوح شوری آب آبیاری بر مقدار فسفر برگ گل بریده ژربرا در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار فسفر برگ در تیمار متقابل دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب (a7)، کوددهی در ۳۰ روز بعد از کاشت و سطح شوری ds/m ۲ به‌دست آمد و در واقع با کاهش مقدار کود و با حذف Ca_2SiO_4 و نیز عقب انداختن زمان کوددهی، مقدار فسفر برگ نیز کاهش نشان داد، به‌طوری‌که کمترین مقدار فسفر در تیمارهای بدون کود و در سطح شوری ds/m ۳ به‌دست آمد (شکل ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد اثر متقابل سه‌گانه تیمارهای تغذیه معدنی (دستورالعمل کودی)، زمان کوددهی و سطوح شوری آب آبیاری بر مقدار پتاسیم برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد بیشترین مقدار پتاسیم برگ در تیمار متقابل دو گرم NPK در گلدان+ محلول‌پاشی ۱ گرم سیلیکات کلسیم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب (a7)، کوددهی در ۳۰ روز بعد از کاشت و در هر دو سطح شوری مورد مطالعه به‌دست آمد که البته با تیمار زمان ۴۵ روز بعد از کاشت در یک سطح آماری قرار گرفتند (شکل ۴). با افزایش غلظت سیلیکات پتاسیم، میزان پتاسیم برگ افزایش یافت که با نتایج Kamenidou *et al.* (2010) مطابقت دارد. افزایش جذب پتاسیم احتمالاً به‌دلیل افزایش فعالیت پمپ H+-ATPase غشای پلاسمایی ریشه توسط سیلیسیم است (Pei *et al.*, 2009). زمانی که غلظت یون سدیم در گیاهان فزایش می‌یابد، مقدار یون‌های قابل دسترس به‌ویژه یون پتاسیم در گیاه کم می‌شود. سمیت یون سدیم زمانی رخ می‌دهد که سدیم جایگزین یون پتاسیم در واکنش‌های مختلف شود. با توجه به این که سدیم و پتاسیم از نظر شعاع یون هیدراته و بارالکتریکی مشابه می‌باشند، به‌نظر می‌رسد که این امر باعث می‌شود که کانال‌های غشایی در تفکیک و انتقال این دو یون دچار اشتباه شوند. اثرات مضر شوری نتیجه‌ای از کاهش پتانسیل آب، سمیت یون‌ها، کمبود مواد غذایی یا ترکیبی از این عوامل می‌باشد (Khosa *et al.*, 2011). مقدار کلسیم برگ تحت تأثیر تیمار متقابل دستورالعمل تغذیه‌ای و زمان کوددهی، تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد و همچنین اثر شوری نیز بر مقدار کلسیم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین مقدار کلسیم در زمان کوددهی ۳۰ روز پس از کاشت و در تیمارهای a3، a4، a6 و a7 به‌دست آمد. مقدار کلسیم در سطح شوری ds/m ۲ (۰/۳۶ درصد) بیشتر از سطح ds/m ۳ (۰/۳۳ درصد) بود (جدول ۶). در نتایج پژوهشی Chung *et al.* (2012) افزایش کلسیم برگ لیلیوم را در نتیجه کاربرد کلسیم در محلول غذایی مشاهده کردند. Kamenidou *et al.* (2010) نیز در بررسی اثر سیلیکات پتاسیم بر ژربرا، افزایش کلسیم در بافت‌های گیاه را گزارش نمودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد مقدار عنصر سیلیسیم برگ گل بریده ژربرا رقم "مالیبو" در اثر شوری و نیز اثر متقابل دو تیمار

دستورالعمل کودی و زمان کوددهی، تغییرات معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها با افزایش سطح شوری آب از ۲ به ۳ ds/m، مقدار عنصر سیلیسیم نیز از ۰/۹۳ mg/kg به ۰/۹۸ mg/kg وزن خشک افزایش یافت (جدول ۶). مقدار سیلیسیم در تیمارهای کودی a4، a6 و a7 و در زمان ۳۰ و ۴۵ روز بعد از کاشت بیشترین مقدار بود و با عقب انداختن کوددهی به ۶۰ روز بعد از کاشت و سایر ترکیبات کودی مقدار کمتری را نشان داد (جدول ۷). Hasanvand *et al*. (2017) گزارش کردند وجود سیلیسیم در محلول غذایی و در شرایط شوری، تعداد و سطح برگ را بطور معنی‌داری در شمعدانی معطر افزایش داد. سیلیسیم با افزایش کارایی مصرف آب و بهبود محتوای رطوبت نسبی برگ در شرایط شوری و افزایش استحکام دیواره‌های سلولی و کاهش نشت الکترولیت‌ها، باعث افزایش فشار تورژسانس و افزایش اندازه برگ می‌شود. تأثیر سیلیسیم در افزایش فتوسنتز در سویا تحت تنش شوری به تأثیر آن در افزایش محتوای کلروفیل، آنتوسیانین و آنزیم‌های فتوسنتزی نسبت داده شد (Shen *et al*., 2010). همچنین گزارش شده است که سیلیسیم از طریق افزایش خاموش شدگی غیرفتوشیمیایی (Non-photochemical quenching) باعث مقاومت به شوری و افزایش فتوسنتز می شود (Mateos-Naranjo *et al*., 2013). همین‌طور نتایج تحقیق دیگری نشان داد با اعمال سیلیسیم در گیاه که با افزایش فتوسنتز همراه است، سبب افزایش تعداد برگ و افزایش سطح برگ در گیاه می‌شود (Munns, 2002).

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر تغذیه معدنی، زمان کوددهی و میزان شوری آب آبیاری بر صفات مورد بررسی گل بریده ژربرا رقم "مالیبو"

Table 3. Analysis of variance of fertilization, fertilization time and salinity of irrigation water on some studied traits of *Gerbera jamesonii* "Malioo" cut flower

Sources	df	Means of Squars								
		Height	Flower diameter	Flower number	Days to flowering	Pedicle diameter	Leaf surface	Leaf number	Chlorophyll index	Root length
Rep	2	19.7^{*}	0.09^{ns}	0.8^{ns}	1.02^{ns}	0.001^{ns}	70.4^{ns}	2.3^{**}	10.25^{*}	26.3^{**}
Fertilization	6	199^{**}	0.83^{**}	0.42^{ns}	10.6^{**}	0.02^{**}	2280^{**}	8.6^{**}	218.3^{**}	73.3^{**}
Time	2	183.2^{**}	0.63^{**}	0.3^{ns}	0.67^{ns}	0.05^{**}	2100^{**}	18.5^{**}	280.7^{**}	20.2^{**}
EC	1	1267^{**}	19^{**}	6.22^{**}	108.6^{**}	0.39^{**}	9001.8^{**}	89.2^{**}	654.6^{**}	234.8^{**}
Fertilization×Time	12	6.7^{ns}	0.16^{**}	0.04^{ns}	0.93^{ns}	0.003^{**}	101.4^{**}	1.01^{**}	5.77^{ns}	2.3^{ns}
Fertilization×EC	6	24.5^{**}	0.06^{ns}	0.13^{ns}	0.7^{ns}	0.005^{**}	64.4^{ns}	0.64^{ns}	1.56^{ns}	3.5^{ns}
Time×EC	2	6.9^{ns}	0.02^{ns}	0.39^{ns}	0.86^{ns}	0.001^{ns}	9.9^{ns}	0.5^{ns}	2.06^{ns}	6.7^{ns}
Fertilization×EC×Time	12	3.6^{ns}	0.04^{ns}	0.1^{ns}	0.35^{ns}	0.00^{ns}	13.02^{ns}	0.11^{ns}	3.35^{ns}	1.6^{ns}
Error	82	6.3	0.05	0.3	1.6	.001	34.6	0.4	3.1	2.8
CV		14	11.7	10.9	19.33	15.3	12.5	17.1	15.3	11.1

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

ns, *, **: Non-Significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

ادامه جدول ۳. ادامه تجزیه واریانس اثر تغذیه معدنی، زمان کوددهی و میزان شوری آب آبیاری بر صفات مورد بررسی گل بریده ژربرا رقم "مالیبو"

Table 3. Analysis of variance of fertilization, fertilization time and salinity of irrigation water on some studied traits of *Gerbera jamesonii* "Malioo" cut flower

Sources	df	Means of Squars								
		Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Root fresh weight	Root dry weight	N	P	K	Ca	Si
Rep	2	5.8^{**}	3^{**}	2.31^{**}	0.06^{*}	0.4^{**}	0.04^{**}	1.1^{**}	0.03^{**}	0.29^{**}
Fertilization	6	15.7^{**}	2.3^{**}	4.11^{**}	0.5^{**}	0.18^{**}	0.005^{**}	2.35^{**}	0.03^{**}	1.8^{**}
Time	2	22.6^{**}	2.15^{**}	0.9^{*}	0.07^{**}	0.006^{ns}	0.003^{**}	0.75^{**}	0.02^{**}	0.07^{**}
EC	1	313^{**}	22.2^{**}	8.1^{**}	0.45^{**}	0.03^{**}	0.001^{*}	0.13^{*}	0.02^{**}	0.07^{**}
Fertilization×Time	12	0.4^{ns}	0.03^{ns}	0.16^{ns}	0.02^{ns}	0.006^{ns}	0.02^{**}	0.3^{**}	0.002^{*}	0.01^{**}
Fertilization×EC	6	0.89^{ns}	0.07^{ns}	0.13^{ns}	0.00^{ns}	0.005^{ns}	0.00^{ns}	0.32^{**}	0.001^{ns}	0.002^{ns}
Time×EC	2	0.54^{ns}	0.05^{ns}	0.16^{ns}	0.04^{ns}	0.004^{ns}	0.001^{*}	0.34^{**}	0.001^{ns}	0.001^{ns}
Fertilization×EC×Time	12	0.17^{ns}	0.03^{ns}	0.13^{ns}	0.02^{ns}	0.001^{ns}	0.001^{*}	0.25^{**}	0.001^{ns}	0.001^{ns}
Error	82	0.6	0.07	0.2	0.02	0.004	0.00	0.02	0.00	0.003
CV (%)		11.7	13	14.15	9.5	12.01	10.6	14.73	18.65	17.49

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

ns, *, **: Non-Significant and significant at 5 and 1 % probability levels, respectively.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تغذیه معدنی بر برخی صفات مورد مطالعه گل بریده *G. jamesonii* "Malibo"

Table 4. Mean comparisons the effect of fertilization on some of studied traits of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"

Fertilization	Days to flowering	Chlorophyll index (SPAD)	Root length (cm)	Shoot fresh weigh (g)	Shoot dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)	N (%)
a1	15.27 a	43.53 d	22.44 f	16.00 e	3.05 e	8.43 d	1.84 d	3.25 d
a2	14.77 ab	43.36 d	23.38 ef	16.25 de	3.13 e	8.87 c	1.95 c	3.35 c
a3	14.94 ab	44.85 c	24.27 ef	16.69 cd	3.34 d	8.88 c	1.87 cd	3.32 c
a4	13.16 d	49.02 b	24.77 cd	16.92 c	3.52 c	8.94 c	2.06 b	3.33c
a5	14.16 bc	48.82 b	25.83 c	17.47 b	3.70 b	9.10 c	2.14 b	3.46 b
a6	13.88 cd	50.91 a	26.94 b	18.26 a	3.92 a	9.50 b	2.24 a	3.50 ab
a7	13.61 cd	51.65 a	28.22 a	18.38 a	3.94 a	9.90 a	2.25 a	3.51 a

در هر ستون تیمارهایی که دست کم یک حرف مشابه دارند تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5 % (based on Duncan multiple range test).

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر زمان کوددهی بر برخی صفات مورد مطالعه گل بریده *G. jamesonii* "Malibo"

Table 5. Mean comparison the effect of fertilization time on some of studied traits of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"

Time of Fertilization (day after culture)	Stem height (cm)	Chlorophyll index (SPAD)	Root length (cm)	Shoot fresh weight (g)	Shoot dry weight (g)	Root fresh weight (g)	Root dry weight (g)
30	42.25 a	49.73 a	25.86 a	17.91 a	3.81 a	9.24 a	3.75 a
45	40.89 b	47.98 b	25.05 b	17.08 b	3.45 b	9.08 ab	3.50 b
60	38.15 c	44.64 c	24.48 b	16.44 c	3.29 c	8.95 b	3.30 c

در هر ستون تیمارهایی که دست کم یک حرف مشابه دارند تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5 % (based on Duncan multiple range test).

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر شوری اب ابیاری بر برخی صفات مورد مطالعه گل بریده *G. jamesonii* "Malibo"

Table 6. Mean comparison of the effect of salinity of irrigation water on some of studied traits of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"

EC (ds/m)	Flower diameter (cm)	Flower number	Days to flowering	Leaf surface (cm^2)	Leaf number	Chlorophyll index (SPAD)	Root length (cm)
2	7.74 a	2.23 a	13.33 b	98.96 a	6.27 a	49.73 a	23.76 b
3	6.97 b	1.79 b	15.19 a	82.06 b	4.58 b	45.17 b	26.49 a

در هر ستون تیمارهایی که دست کم یک حرف مشابه دارند تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5 % (based on Duncan multiple range test).

ادامه جدول ۶- مقایسه میانگین اثر شوری اب ابیاری بر برخی صفات مورد مطالعه گل بریده *G. jamesonii* "Malibo"

Continued table 6. Mean comparison of the effect of salinity of irrigation water on some of studied traits of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"

EC (ds/m)	Shoot Fresh weight (g)	Shoot Dry weight (g)	Root Fresh weight (g)	Root Dry weight (g)	N (%)	Ca (%)	Si (mg/kg)
2	18.71 a	3.93 a	9.13 a	1.99 b	3.41 a	0.36 a	0.93 b
3	15.56 b	3.09 b	8.82 b	2.11 a	3.38 b	0.33 b	0.98 a

در هر ستون تیمارهایی که دست کم یک حرف مشابه دارند تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5 % (based on Duncan multiple range test).

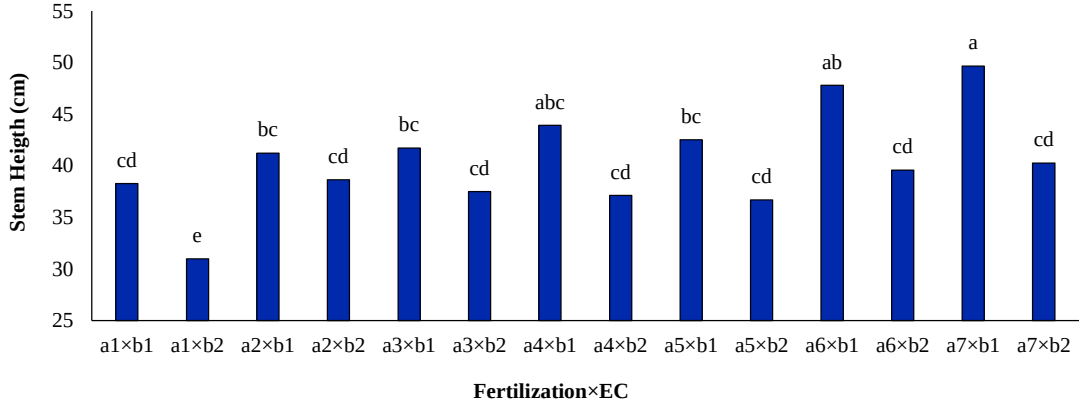
جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه معدنی (a) و زمان کوددهی (b) بر برخی صفات مورد مطالعه گل بریده *G. jamesonii* "Malibo"

Table 7. Mean comparison of the effect of fertilization (a) and fertilization time (b) on some of studied traits of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"

Fertilization×Time	Flower width (cm)	Pedicle diameter (cm)	Leaf surface (cm^2)	Leaf number	Ca (%)	Si (mg/kg DW)
a1×b1	6.99 d	0.53 d	79.00 gh	4.66 ef	0.31 d	0.59 d
a1×b2	6.99 d	0.56 cd	70.66 h	4.33 ef	0.29 d	0.58 d
a1×b3	7.12 cd	0.54 d	73.66 h	5.00 de	0.30 d	0.61 d
a2×b1	7.23 bc	0.58 cd	80.16 fgh	5.50 cd	0.32 cd	0.65 d
a2×b2	7.03 d	0.56cd	78.66 gh	4.66 ef	0.29 d	0.61 d
a2×b3	7.28 bc	0.52 d	73.66 h	4.00 f	0.30 d	0.66 d
a3×b1	7.35 bc	0.62 bc	91.16 efg	6.00 bc	0.42 a	1.04 bc
a3×b2	7.45 b	0.57 cd	87.66 fg	5.00 de	0.38 ab	1.04 bc
a3×b3	7.17 cd	0.54 d	80.33 fgh	4.83 def	0.34 cd	0.95 c
a4×b1	7.80 a	0.63 ab	101.33 cd	6.00 bc	0.43 a	1.34 a
a4×b2	7.85 a	0.61 bc	99.00 cd	5.16 cde	0.38 ab	1.22 ab
a4×b3	7.41 b	0.56 cd	88.00 fg	4.33 ef	0.36 bc	1.17 bc
a5×b1	7.46 b	0.64 ab	108.66 b	6.33bc	0.29 d	0.69 d
a5×b2	7.33 bc	0.58 cd	100.33 cde	5.33 cde	0.30 d	0.65 d
a5×b3	7.17 cd	0.55 cd	92.33 ef	5.16 cde	0.30 d	0.63 d
a6×b1	7.73 ab	0.69 a	107.66 b	7.16 a	0.38 ab	1.24 ab
a6×b2	7.33 bc	0.62 bc	95.66 def	5.66 cd	0.37 bc	1.20 ab
a6×b3	7.27 bc	0.60 bc	83.33 fg	5.00 de	0.35 cd	1.09 bc
a7×b1	7.82 a	0.68 a	115.00 a	7.50 a	0.42 a	1.39 a
a7×b2	7.41 b	0.62 bc	101.83 cd	6.50 ab	0.37 bc	1.35 a
a7×b2	7.26 bc	0.59 cd	92.66 ef	5.83 cd	0.34 cd	1.27 ab

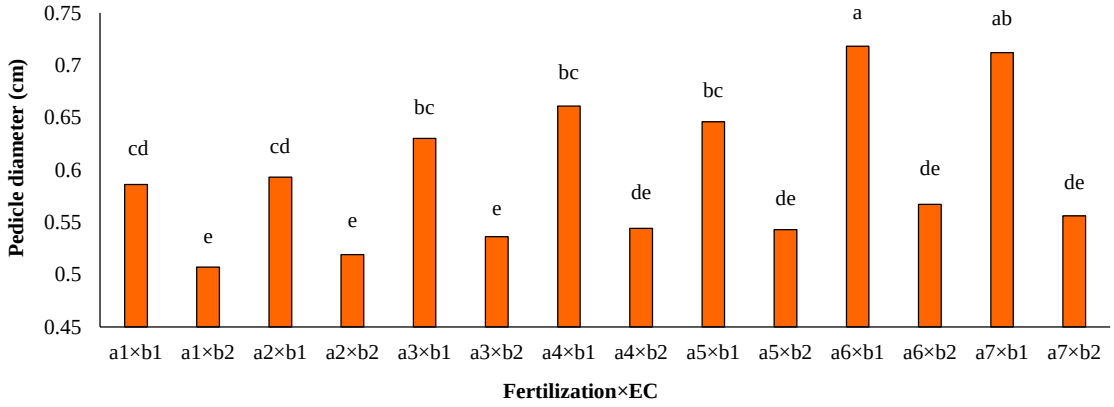
در هر ستون تیمارهایی که دست کم یک حرف مشابه دارند تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letter in each column are not significantly different at 5 % (based on Duncan multiple range test).



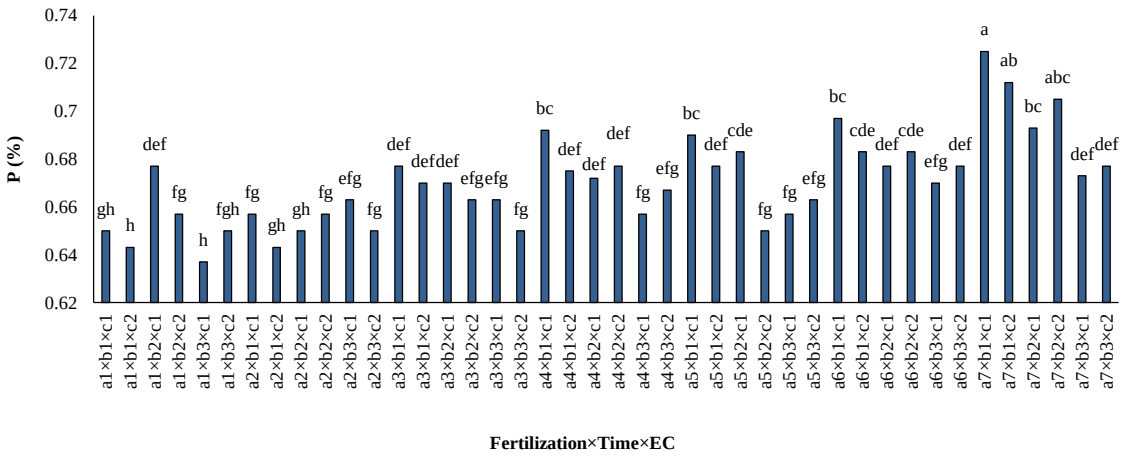
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه معدنی و شوری آب آبیاری بر ارتفاع ساقه گل ژربرا "*G. jamesonii* "Malibo

Figure 1. Mean comparison interaction effect of fertilization and salinity of irrigation water on stem height of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"



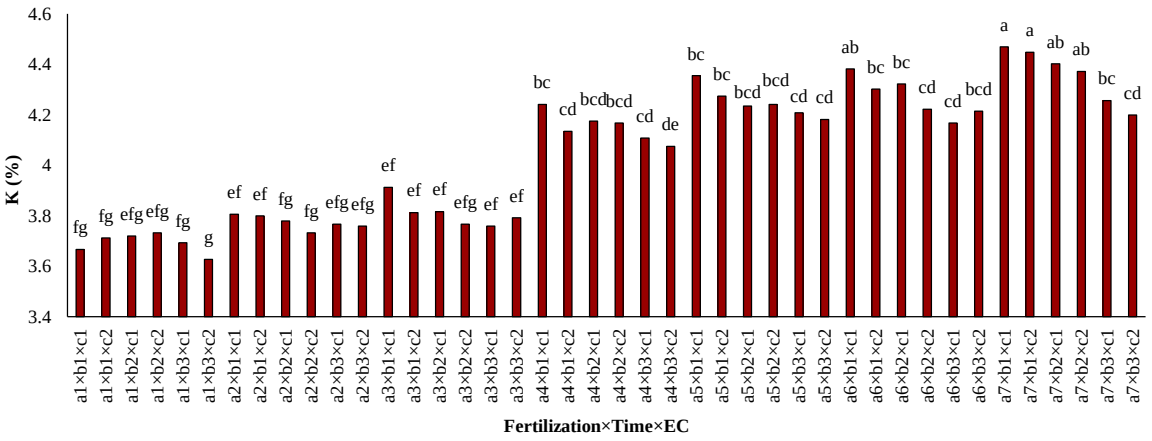
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه معدنی و شوری آب آبیاری بر قطر دمگل گل ژربرا "*G. jamesonii* "Malibo

Figure 2. Mean comparison interaction effect of fertilization and salinity of irrigation water on pedicle diameter of cut flower *G. jamesonii* "Malibo"



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه معدنی، زمان کوددهی و شوری آب آبیاری بر محتوای فسفر برگ گل بریده ژربرا *G. jamesonii* "Malibo"

Figure 3. Mean comparison interaction effect of fertilization, fertilization time and salinity of irrigation water on leaf phosphorus content of flower *G. jamesonii* "Malibo"



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل تغذیه معدنی، زمان کوددهی و شوری آب آبیاری بر محتوی پتاسیم برگ گل بریده ژربرا *G. jamesonii* "Malibo"

Figure 4. Mean comparison interaction effect of fertilization, fertilization time and salinity of irrigation water on leaf potassium content of flower *G. jamesonii* "Malibo"

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، تنش شوری بر خصوصیات رشدی گل ژربرا رقم مالیبو مؤثر بود، به‌طوری‌که با افزایش میزان شوری، کاهش معنی‌داری در خصوصیات رشدی به‌ویژه ارتفاع بوته، قطر گل و دمگل، تعداد و سطح برگ، طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌های هوایی و غلظت عناصر نیتروژن و کلسیم مشاهده شد. نتایج رشد گیاه و صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل ژربرا نشان داد در شوری که در بسترهای کشت ایجاد شده بود، تغذیه با کودهای NPK، کلسیم و سیلیسیم توانست سبب حفظ رشد گیاه شود و حتی در برخی تیمارها، سبب افزایش رشد گردد. با توجه به این که کیفیت نامطلوب آب یکی از مشکلات اساسی کشاورزان، به‌ویژه در پرورش گیاهان زینتی، می‌باشد، اثر شوری این آب‌ها بر رشد گیاه را می‌توان با محلول‌پاشی عناصر غذایی، به‌ویژه کلسیم و سیلیسیم، تعدیل کرد. سیلیکات کلسیم با داشتن عنصر سیلیسیم سبب افزایش مقاومت و استحکام گیاه در برابر عوارض حاصل از تنش‌های شوری شده و توصیه می‌گردد با توجه به کاهش کیفیت منابع آبی و افزایش تنش‌های ناشی از شوری که در حال حاضر تولید بسیاری از محصولات کشاورزی را تحت تأثیر قرار داده است، در دستورالعمل تغذیه‌ای این گیاه به‌ویژه در مناطقی که شوری آب باعث ایجاد محدودیت می‌گردد، مورداستفاده قرار گیرد.

REFERENCES

1. Abbasi, N.A., Zahoor, S. & Nazir, K. (2004). Effect of preharvest phosphorus and potassium fertilizers and postharvest AgNO3 pulsing on the postharvest quality and shelf life Zinnia (*Zinnia elegans* cv. Blue point) cut flowers. *International Journal of Agricultural Biology*, 6(1), 129-131.
2. Al-Yassin, A. (2004). Influence of salinity on citruce: A review paper. *Journal of Central European Agriculture*, 5, 236-272.
3. Bayat, H., Alirazaie, M., Neamati, H. & Abdollahi Saadabad, A. (2013). Effect of silicon on growth and ornamental traits of salt-stressed calendula (*Calendula officinalis* L.). *Journal of Ornamental Plants*. 3(4), 207-214.
4. Chang, L., Wu, Y., Xu, W.W., Nikbakht, A. & Xia, Y.P. (2012). Effects of calcium and humic acid treatment on the growth and nutrient uptake of Oriental lily. *African Journal of Biotechnology*, 11(9), 2218-2222.
5. Colla, G., Rouphael, Y., Rea, E. & Cardarelli, M. (2012). Grafting cucumber plants enhance tolerance to sodium chloride and sulfate salinization. *Scientia Horticulturae*, 135, 177-185.
6. Damunupola, J.W., Qian, T., Muusers, R., Joyce, D.C., Irving, D.E. & Van Meeteren, U. (2010). Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. *Postharvest Biology and Technology*, 55, 66-69.

7. De Capdeville, G., Maffia, L.A., Finger, F.L. & Batista, U.G. (2005). Pre-harvest calcium sulfate applications affect vase life and severity of gray mold in cut roses. *Scientia Horticulture*, 103, 329-338.
8. Dolatkhahi, A., Shour, M., Vahdati, N. & Golestani, M.A. (2014). The response of cut flowers of lisianthus to the form of nitrogen and different levels of nutrition nickel in nutrient solution. *The First National Conference of Ornamental Plant of Iran*. 21 and 22 Oct., Karaj. 451-454. (In Farsi)
9. Gorji, M., Khoshgoftarmanesh, A. & Zahedi, M. (2009). Safflower reaction to salinity and the role of calcium concentration in increasing plant tolerance in hydroponic culture. *First National Hydroponics Congress and Greenhouse Products*. 28 to 30 Oct., Isfahan. 436-437. (In Farsi)
10. Hassanvand, F., Rezaei Nejad, A. & Feizian, M. (2017). Effect of silicic acid on some morphological and physiological characteristics of *Pelargonium graveolens* L. under $CaCl_2$ salinity stress. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology).* 30(2), 467-475. (In Farsi)
11. Heidari Sharifabad, H. (2001). *Plant and salinity*. Publications of the Institute of Forest and Research, Tehran, 199 p. (In Farsi)
12. Jalili Marandi, R. (2010). *Physiology of iInvironmental stresses and resistance mechanisms in garden plants (fruit trees, vegetables, ornamental plants and medicinal plants)*. First edition, Urmia University Press. 270p. (In Farsi)
13. Jungklang, J., Usui, K. & Matsumoto, H. (2003). Differences in physiological responses to NaCl between salt-tolerant *Sesbania rostrata* Brem. & Oberm. and non-tolerant *Phaseolus vulgaris* L. *Weed Biology and Management*, 3, 21-27.
14. Jung Sup, L., Jonghan, P. & KyeongSuk, H. (2000). Effects of potassium silicate on growth, photosynthesis, and inorganic ion absorption in cucumber hydroponics. *Korean Society Horticultural Sciences*, 41, 480-484.
15. Ibrahim, K.M., Collins, J.C. & Collin, H.A. (1991). Effect of salinity on growth and inonic composition of *Coleus blumei* and *Salvia splendens*. *Horticultural Sciences*, 66(2), 215-222.
16. Kader, A.A. (2002). *Postharvest technology of horticultural crops*. University of Clifornia, Agriculture and Natual Resources, Publication.
17. Kamenidou, S., Cavins, T.J. & Marek, S. (2010). Silicon supplements affect floricultural quality traits and elemental nutrient concentrations of greenhouse produced gerbera. *Scientia Horticulturae*, 123, 390-394.
18. Karimi, H., Abdol Zadeh, A. & Sadeghipour, H.R. (2009). Effects of potassium nutrition on *Sesbania aculeate* plants grown in greenhouse under salinity. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 15(6), 65-77. (In Farsi)
19. Khosa, S.S., Younis, A., Rayit, A., Yasmeen, Sh. & Riaz, A. 2011. Effect of foliar application of macro and micro nutrients on growth and flowering of *Gerbera jamesonii* L. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences*, 11 (5), 736-757
20. Marschner, H. (1995). *Mineral nutrition of higher plants*. Second Edition, Academic Press, London, pp. 100-150.
21. Mateos-Naranjo, E., Andrade's-Moreno, L. & Davy, A.J. (2013). Silicon alleviates deleterious effects of high salinity on the halophytic grass *Spartina densiflora*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 63, 115-121.
22. Mirabassi Najafabadi, N., Nikbakht, A., Etemadi, N.A. & Sabzalian, M.R. (2013). Effect of different concentrations of potassium silicate, nano-SiO_2 and calcium chloride on potassium, calcium and magnesium concentrations, chlorophyll content index and number of lilium flowers of 'Brunello". *Science and Technology of Greenhouse Crops*, 4(14), 41-49. (In Farsi)
23. Mirmohammadi Meybodi, S.M. & Qarajazi, B. (2003). *Physiological aspects and vegetative salinity stress of plants*. Publication of Isfahan University of Technology. Esfahan. 288 p. (In Farsi)
24. Moyer, C., Peres, N.A., Datnoff, L.E., Simonne, E.H. & Deng, Z. (2010). Evaluation of silicon for managing powdery mildew on gerbera Daisy. *Journal of Plant Nutrition*, 31, 2131-2144.
25. Munns, R. (2002). Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25, 239-250.
26. Nair, S.A., Singh, V. & Sharma, T.V. (2003). Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. *Journal of Tropical Agriculture*, 41, 56-58.
27. Oki, L.R. & Lieth, J.H. (2004). Effect of changes in substrate salinity on the elongation of *Rosa hybrida* L. 'Kardinal' stems. *Scientia Horticulturae*, 101, 103-119.
28. Pei, Z.F., Ming, D.F., Liu, D., Wan, G.L., Geng, X.X., Gong, H.J. & Zhou, W.J. (2009). Silicon improves the tolerance to water-deficit stress induced by polyethylene glycol in wheat (*Triticum aestivum* L.) seedlings. *Journal of Plant Growth Regulation*, 29(1), 106-115.
29. Razmjoo, K., Heydarizadeh, P. & Sabzalian, M.R. (2008). Effect of salinity and drought stresses on growth parameters and essential oil content of *Matricaria chamomila*. *International Journal of Agriculture & Biology*, 10,451-454.

30. Robichaux, M. (2008). *The effect of calcium or silicon on potted miniature roses or Poinsettias*. M.Sc. Thesis, Agricultural and Mechanical College, Louisiana State University.
31. Shen, X., Zhou, Y., Duan, L., Li, Z., Eneji, A.E. & Li, J. (2010). Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedlings under drought and ultraviolet-B radiation. *Journal of Plant Physiology*, 167(15), 1248-1252.
32. Sun, Q., Na Zhang, N., Wang, J., Zhang, H., Li, D., Shi, J., Li, R., Weeda, S., Zhao, B., Ren, S. & Guo, Y.D. (2014). Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. *Journal of Experimental Botany*, 28, 1-12
33. Tester, M. & Devenport, R. (2003). Na^+ tolerance Na^+ transport in higher plants. *Annalitic Botany*, 91, 503-527.
34. Torkashvand, A. & Shirghaani, F. (2015). The effect of salinity modification of irrigation water salinity on growth and post-harvest germination time of gerbera by calcium chloride and potassium silicate. *Science and Technology of Greenhouse Crops*, 6(23), 135-149. (In Farsi)
35. Vaughan, J.G. & Judd, P.A. (2003). *The Oxford Book of Health Foods*. Oxford University Press. 116p.
36. Waling, I., Van Vark, W., Houba, V.J.J. & Vanderlee, J.J. (1989). *Soil and plant analysis, a series of syllabi*. Part 7, Plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University. 152p.
37. Yang, Z.F., Cao, S.F., Su, X.G. & Jiang, Y.M. (2014). Respiratory activity and mitochondrial membrane associatied with fruit senescence in postharvest peaches in response to UV-C treatment. *Food Chemistry*, 161, 16-21.
38. Yurtseven, E., Kesmez, G.D. & Nlukara, A.U. (2005). The effects of water salinity and potassium levels on yield, fruit quality and water consumption of a native central Anatolian tomato species (*Lycopersicon esculantum*). *Agricultural Water Management*, 78, 128-135.