

Comparative Study of Pulse and Permanent Treatments of Nanosilver, Salicylic Acid and Some Essential Oils on Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bol.) 'Rosalin' Traits

M. S. Motaghayer¹, M. Azizi^{1*}, A. Tehranifar¹

1- Department of Horticulture Science and Landscape Architecture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(*- Corresponding author's Email: azizi@um.ac.ir)

Received: 24 August 2020

Revised: 15 April 2021

Accepted: 07 March 2022

Available Online: 07 March 2022

How to cite this article:

Motaghayer, M. S., Azizi, M., & Tehranifar, A. (2026). Comparative study of pulse and permanent treatments of nanosilver, salicylic acid and some essential oils on gerbera (*Gerbera jamesonii* Bol.) 'Rosalin' traits. *Journal of Horticultural Science*, 40(2), 217-236. (In Persian). <https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60101.0>

Introduction

Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus, *Asteraceae*) commonly known as Transvaal Daisy, is one of the ten most popular and important commercial cut flowers. Gerbera is a perennial, tropical, herbaceous plant with colorful and attractive flowers that are widely used as a decorative garden plant or cut flowers. The most important problem of the gerbera cut flowers is short vase life. The end of vase life of cut gerbera flowers is often due to bending of the scape. The aim of this study was to screen the effects of nanosilver and salicylic acid as pulse treatment and sucrose and thyme, clove and peppermint essential oils as permanent treatment on vase life and some physiological and biochemical traits of gerbera 'Rosalin' cut flowers.

Materials and Methods

This study was conducted as a factorial experiment based on completely randomized block design with three replications. The first factor was pulse treatments using nanosilver (NS) 5 and 10 mg.L⁻¹ (Nanocid Company, Iran), salicylic acid (SA) 50 and 100 mg.L⁻¹ (Merck Company) and distilled water as control, and the second factor was permanent treatments applying distilled water, sucrose 4% (Merck Company), peppermint (100 mg.L⁻¹), thyme (100 mg.L⁻¹) and clove (300 mg.L⁻¹) essential oils (EO) (Zardband Company, Iran). Pulse treatments were applied for 24 h. Treated stems were then stood into vases containing permanent treatments. Vase solutions were freshly prepared at the beginning of the experiment and not renewed during of the study. The measured traits were: flower vase life, flower water content (WC), relative fresh weight (RFW), water loss (WL), water uptake (WU), total soluble solid (TSS), superoxide dismutase (SOD) enzyme activity and malondialdehyde (MDA) amount (Biovision Colorimetric Assay Kit, USA). The experiment was conducted in the laboratory at 20-22°C, 40-50% RH, and 15 µmol.m⁻².s⁻¹ light intensity (cool white florescent tubes) under a daily light period of 12 hours. The obtained data were analyzed using MSTAT-C program and mean comparison was done using LSD range test.

Results and Discussion

The results showed that NS 10 mg.L⁻¹ with thyme EO 100 mg.L⁻¹ (14.25 days) and NS 10 mg.L⁻¹ followed by peppermint EO 100 mg.L⁻¹ (14 days) had the best effect on longevity and maintaining the water content of gerbera cv. 'Rosalin' cut flower, compared to other treatments. Flower WC was high (about 90%) except in 4% sucrose permanent treatment flowers which had negative effect and decreased more rapidly during the vase life period. Despite antimicrobial preservative application, RFW, WU, WL and TSS generally had a decreasing trend during the experiment. However, it was observed that flowers treated by NS 10 mg.L⁻¹ (0.86 g.g⁻¹), thyme (0.77



Authors retain the copyright. This is an open access article distributed under [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

<https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60101.0>

g.g⁻¹) and peppermint (0.72 g.g⁻¹) EOs had the highest RFW on the eighth day of the experiment, but 4% sucrose (0.59 g.g⁻¹) permanent treatment reduced RFW during cut flower vase life. The highest WU was observed in SA 100 mg/L (67.28 g), NS 5 (61.31 g) and 10 mg/L (60.35 g) on the second day. According to the results of this research, pulsing by NS 5 and 10 mg.L⁻¹ and SA 100 mg.L⁻¹ resulted in the most WL on day two (64.24, 57.85 and 64.95 g respectively). TSS of the cut flowers decreased with time, however reduction rates were delayed in SA and NS treated flowers. On the eighth day of experiment, long-term treatment showed the greatest effect on TSS amount. Flowers treated by NS 10 mg.L⁻¹ followed by 4% sucrose and peppermint EO treatment had the highest TSS amount, respectively 3.50 and 3.17 Bx. As time passed, the activities of SOD enzyme increased, however, treated flowers showed significantly higher SOD activity compared to the control. Especially NS 10 mg.L⁻¹ pulse treatment, followed by thyme and peppermint EOs, indicated the highest amounts (241.43% and 233.94%) of SOD activity on the seventh day of the experiment. During the experiment, MDA increased in the flowers, so that the highest amount of MDA was detected in the control (67.30%) on the seventh day and the lowest was produced in NS 10 mg/L treated flowers followed by thyme (14.88%) and peppermint (19.44%) EOs. Due to the fact that these treatments had the best effects on flower vase life, these results are logical.

Conclusion

Based on the results of this study, new antimicrobial agents such as NS, thyme and peppermint EOs had a positive effect on flower vase life, WC, RFW and WU and reduced the rate of WL and TSS reduction in flowers. It might be due to this fact that these are very effective antimicrobial agents, inhibited the microbial growth and prevented bacterial plugging in conducting tissues. NS particles enter to cell, tissue and organs, so they can inhibit the respiration and electron transfer system and material transfer in microbial cell membrane. The application of natural phenolic compound like EOs reduced the accumulation of MDA and enhanced SOD enzyme activity. Therefore, due to the undesirable results of chemical preservative on human and environmental health, EOs can be very good substitutes for preserving cut flowers postharvest life.

Keywords: Cut flower, Nanoparticles, Peppermint essential oil, Thyme essential oil, Vase life

مقاله پژوهشی

جلد ۴۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۵، ص. ۲۳۶-۲۱۷

مطالعه مقایسه‌ای تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت نانوسیلور، اسیدسالیسیلیک و برخی اسانس‌های گیاهی بر خصوصیات ژبررا (*Gerbera jamesonii* Bol.) رقم 'Rosalin'

مهر والسادات متغیر^۱ - مجید عزیزی^{۱*} - علی تهرانی‌فر^۱

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۶

چکیده

ژبررا (*Gerbera jamesonii* Bol.) جزء ده گل شاخه بریده برتر دنیا است و استفاده از آن با توجه به گوناگونی رنگ و شکل، مورد توجه علاقه‌مندان به گل می‌باشد. با توجه به عمر پس از برداشت کوتاه این گل، پژوهش در مورد افزایش عمر گل بریده آن اهمیت ویژه‌ای دارد. در این تحقیق، اثر تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت بر عمر گلجای و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریده ژبررا رقم 'رزالین' (*Gerbera jamesonii* Bol cv 'Rosalin') مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد که در آن عامل اول ترکیب شیمیایی نانوسیلور (۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر)، اسید سالیسیلیک (۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر) و آب مقطر (شاهد) به صورت تیمار کوتاه‌مدت (۲۴ ساعته) و عامل دوم ساکارز (چهار درصد)، اسانس‌های گیاهی نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L.) (۱۰۰ میلی گرم در لیتر)، آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) (۱۰۰ میلی گرم در لیتر)، میخک هندی (*Eugenia caryophyllata* Thunb.) (۳۰۰ میلی گرم در لیتر) و آب مقطر (شاهد) به صورت تیمار دائمی اعمال گردید. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور همراه با تیمارهای بلندمدت اسانس‌های آویشن باغی و نعنا فلفلی تأثیر مثبتی در ماندگاری (به ترتیب ۱۴/۲۵ و ۱۴ روز) گل بریده داشته و با حفظ طولانی‌تر خصوصیات فیزیولوژیکی همچون محتوای کلی آب و وزن تر نسبی گل، از طریق افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (به ترتیب ۲۴۱/۴۳ درصد و ۲۳۳/۹۴ درصد در روز هفتم سنجش) و کاهش سرعت افزایش مقدار مالون‌دی‌آلدهید (به ترتیب ۱۴/۸۸ درصد و ۱۹/۴۴ درصد در روز هفتم) در گلچه‌ها موجب طولانی‌تر شدن عمر پس از برداشت گل بریده ژبررا رقم 'رزالین' گردید.

واژه‌های کلیدی: اسانس آویشن باغی، اسانس نعنا فلفلی، عمر گلجای، گل بریده، نانوذرات

مقدمه

بریده دارد. اگرچه گل‌های آن در برابر شرایط انتقال مقاوم هستند، اما عمر آن به دلیل پژمردگی سریع گلچه‌های شعاعی و خمیدگی گردن گل، بسیار کم و بسته به رقم حدود ۳-۸ روز می‌باشد (Aghajani & Jafarpour, 2016; Ansari et al., 2011; Kilic & Cetin, 2014; Nair et al., 2003; Perik et al., 2012; Van Son, 2007). استفاده از تیمارهای پس از برداشت و نگهدارنده‌ها در ماندگاری گل‌های بریده اهمیت دارد (Nair et al., 2003; Prashanth et al., 2010).

جذب ناکافی آب یکی از دلایل اصلی کمبود و پژمردگی و کاهش عمر گلجای محسوب می‌شود (Knee, 2000; Van Doorn, 2001). انسداد آوندی عامل اصلی عدم تعادل بین جذب آب و کاهش آب گیاه در اثر تبخیر و تعرق می‌باشد. ریزجانداران موجود در ظروف نگهداری گل‌های بریده شامل باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها منجر به تولید ترکیبات سمی، بسته شدن آوند چوبی و به دنبال آن کاهش جذب آب

ژبررا (*Gerbera jamesonii* Bol.)، متعلق به خانواده کلاپرک^۲، گیاهی چندساله، علفی، گرمسیری، دارای گل‌های پرپر و کم‌پر، با دامنه وسیعی از رنگ‌ها و شکل‌های متنوع و زیبا، بومی آفریقای جنوبی و آسیا و جزء ده گل شاخه بریده برتر دنیا از نظر میزان تولید مصرف به شمار می‌رود و از نظر تجاری در جهان از محبوبیت زیادی برخوردار است (Dole & Wilkins, 2006; He et al., 2006; Nair et al., 2003).

۱- گروه علوم باغبانی و فضای سبز، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد،

مشهد، ایران

(*)- نویسنده مسئول

(Email: azizi@um.ac.ir)

<https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60101.0>

2- Asteraceae

1989). قندها فرایندهای اساسی مانند افزایش طول عمر گل‌ها، مانند حفظ وظایف و ساختمان میتوکندری‌ها، تنظیم میزان آب از طریق کنترل تعرق و افزایش جذب آب را به عهده دارند (Kaltaler & Steponkus, 1976). کاربرد کربوهیدرات خارجی می‌تواند نقش مهمی در افزایش عمر گلجای و شرایط پس از برداشت گل‌های بریده داشته باشد. اثر ساکارز در افزایش عمر گل‌های بریده با تعادل آبی گیاه مرتبط است و موجب بالا رفتن غلظت اسمزی، افزایش جذب آب و تورژسانس در گل‌ها می‌شود (Bhanusree et al., 2015; Prashanth et al., 2010; Reddy & Singh, 1996). در تحقیقات مشاهده شده است که ساکارز موجب افزایش عمر و حفظ کیفیت گلجای گل‌های نافرازگرای مریم رقم دابل (*Polianthes tuberosa* L. cv Double) می‌شود (Jowkar & Salehi, 2005; Motaghayer & Esna-Ashari, 2009).

ترکیب‌های شیمیایی زیادی همچون نیترات نقره، هیدروکسی کوپینولین سولفات و سیترات، برای جلوگیری از رشد ریزجاندانان در محلول‌های نگهدارنده گل‌های بریده استفاده شده که موجب افزایش عمر پس از برداشت و بهبود جذب آب می‌گردد (Ansari et al., 2011; Motaghayer & Esna-Ashari, 2009; Solgi et al., 2009; Nair et al., 2003; Van Ieperen et al., 2002; Ichimura et al., 1999; Nowak & Rudnicki, 1990). این در حالی است که این مواد، گران‌قیمت و جزء آلاینده‌های محیط زیست محسوب می‌شوند. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی همچون اسانس‌های گیاهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این ترکیب‌های شیمیایی و مصنوعی باشد (Conner, 1993; Ziyaei Movahed et al., 2010). اسانس‌ها ترکیب‌های پیچیده فرار و معطری هستند که از متابولیسم ثانویه گیاهان به دست آمده و در قسمت‌های مختلف گیاه (برگ‌ها، ساقه‌ها، میوه‌ها و پوست) وجود دارند (Conner, 1993). در سال‌های اخیر از اسانس‌ها، به دلیل داشتن خواص ضد میکروبی (ضدباکتریایی، ضد ویروسی و ضد قارچی)، ضد سمی، حشره کشی و آنتی‌اکسیدانی، به عنوان افزودنی‌های خوراکی، طعم‌دهنده و نیز در صنایع عطرسازی و دارویی، بسیار استفاده می‌شود (Burt, 2004; Kalembe & Kunicka, 2003).

در آزمایش‌های متعددی، کاربرد اسانس‌های مختلف گیاهی بر افزایش عمر گل‌های شاخه بریده مورد بررسی قرار گرفته است. اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) (Thyme EO) به عنوان نگهدارنده در محلول گلجای باعث افزایش عمر گل بریده ژربا رقم دان (*Gerbera jamesonii* Bol cv 'Dune') (Solgi et al., 2009) و افزایش جذب محلول و حفظ کیفیت گل بریده ژربا رقم سوربت (*Gerbera jamesonii* Bol cv 'Sorbet') گردید (Dareini et al., 2014). اسانس میخک هندی (*Eugenia*

و کیفیت گل‌های بریده می‌شوند (He et al., 2006; Liu et al., 2009; Van Meeteren, 1978). باکتری‌های موجود در محلول گلجای باعث انسداد آوندها در سطح مقطع ساقه گل می‌گردد (Ferrante et al., 2007). استفاده از مواد ضدباکتری همچون نانوسیلور و اسید سالیسیلیک موجب افزایش عمر و کیفیت گل‌های شاخه بریده می‌شود (Van Ieperen et al., 2002; Loubaud & Van Doorn, 2004; Solgi et al., 2009; Vahdati Mashhadian et al., 2012).

ترکیبات نانوسیلور^۱ (NS) حاوی ذرات نقره در اندازه‌های ۱۰۰-۱۰ نانومتر بوده و برای جلوگیری بیشتر و مؤثرتر باکتری‌ها و سایر ریزجاندانان مورد استفاده قرار می‌گیرند. ذرات نقره موجود در این ترکیبات به صورت اکسید نقره با ظرفیت‌های مختلف می‌باشد. به دلیل سطح بالای یون نقره نسبت به حجم آن، ذرات نانوسیلور می‌توانند به شدت رشد باکتری‌ها و سایر ریزجاندانان را محدود کنند (Furno et al., 2004; Jiang et al., 2004; al., 2004). در سال‌های اخیر، ترکیبات نانوسیلور به عنوان یک عامل ضدباکتری و ضد عفونی کننده در بسیاری از صنایع مانند صنعت دارویی، تصفیه آب و ضد عفونی سبزیجات مورد استفاده قرار گرفته است (Alt et al., 2004; Liu et al., 2009; Rai et al., 2009). علاوه بر این تیمار نانوسیلور موجب افزایش عمر و کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریده شده است (Ansari et al., 2009; Danaee et al., 2013; Solgi et al., 2009; al., 2011).

اسید سالیسیلیک^۲ (SA) یک ترکیب طبیعی فنلی و تنظیم کننده رشد داخلی است که نقش مهمی در رشد، تکامل و دفاع از گیاه دارد (Ding, 2002). این ترکیب نقش مهمی در رشد و فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان همچون بیوسنتز اتیلن، هدایت روزنه‌ای، تنفس، پیری و فعال سازی سیستم‌های دفاع در برابر بیمارگرهای مختلف دارد و با فعال کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان باعث ایجاد مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها، تأخیر در سنتز و عملکرد اتیلن و مهار پیری می‌گردد. امروزه نقش آن در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های بریده مشخص شده است (An & Mou, 2011; Hayat et al., 2010; Mehdikhah et al., 2011; Jamshidi et al., 2012; Alaey et al., 2016; al., 2016).

پیری یک فرآیند هورمونی است و موجب تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی در غشاء سلولی می‌گردد و با کاهش سریع مقدار فسفولیپیدها و پروتئین‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده، از هم پاشیدگی ماکرومولکول‌ها، افزایش فعالیت تنفسی و کاهش پایداری غشاء همراه است (Borochov & Woodson, 2009).

1- Nanosilver (NS)

2- Salicylic acid (SA)

انتقال به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، تا طول ۳۵ سانتی‌متر به‌طور یکسان زیر آب بازبرش شدند و در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول گلجای مورد نظر قرار گرفتند (شکل ۱).

تیمارها و تهیه محلول‌های نگهدارنده

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و چهار شاخه گل در هر تکرار اجرا شد. عامل اول؛ تیمار کوتاه‌مدت (۲۴ ساعته): آب مقطر (شاهد)، اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (شرکت مرک، آلمان) و نانوسیلور با غلظت ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (شرکت نانوسید، ایران). عامل دوم؛ تیمار بلندمدت (دائمی): آب مقطر (شاهد)، ساکارز چهار درصد (شرکت مرک، آلمان)، اسانس آویشن باغی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسانس نعنا فلفلی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسانس میخک هندی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (شرکت زردبند، ایران). گل‌ها به مدت ۲۴ ساعت تحت تیمار کوتاه‌مدت قرار گرفته و سپس به محلول‌های گلجای حاوی تیمار دائمی منتقل شدند.

صفات مورد سنجش آزمایش عبارتند از عمر گلجای، محتوای کلی آب گل^۳، وزن تر نسبی گل^۴، میانگین کاهش آب روزانه^۵، میزان جذب محلول گلجای^۶، میزان مواد جامد محلول^۷، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز^۸ و مقدار مالون‌دی‌آلدهید^۹ موجود در گلبرگ.

عمر گلجای: عمر گل بریده ژبر را برابر مدت زمان شروع آزمایش تا زمانی که گل‌ها ارزش تجاری خود را از دست بدهند (خمیدگی یا شکستگی گردن ساقه گل، پژمردگی، تغییر رنگ یا جمع شدن گلچه‌های شعاعی)، در نظر گرفته شد (شکل ۲) (Solgi et al., 2009).

محتوای کلی آب گل (WC): پس از اتمام عمر گلجای، وزن تر (FW) و وزن خشک (DW) کل ساقه گل (۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه آون) اندازه‌گیری و محتوای کلی آب گل محاسبه شد (معادله ۱) (TehraniFar et al., 2013).

وزن تر نسبی گل (RFW): نسبت وزن تر گل (گرم) در روز مورد نظر (W_t) به وزن تر (گرم) اولیه (W_0) (معادله ۲) (Solgi et al., 2009).

گل‌های بریده *Caryophyllata* Thunb (Clove EO) (Kazemi et al., 2014). همچنین اسانس و عصاره گیاه میخک هندی موجب ماندگاری بیشتر و حفظ کیفیت گل ژبر را رقم اکو (*Gerbera jamesonii* Bol cv 'Ecco' (Ziyaei Movahed et al., 2010). تحقیقات نشان داده که اسانس نعنا فلفلی (*Mentha piperita* L. (Peppermint EO) موجب حفظ کیفیت و رنگ گل آلسترومریا (*Alstroemeria spp.*) (Babarabie et al., 2016)، تأخیر در پیری و حفظ کیفیت گلچه‌های گل مریم کالتیوار پرل (*Polianthes tuberosa* cv 'Pearl') (Hoseini & Korehpaz, 2015) و افزایش عمر گل‌های شاخه بریده رز یوتوپیا (*Rosa hybrida* cv 'Utopia') (Saghazadeh et al., 2014). دو روش برای تیمار گل‌های بریده وجود دارد: تیمار کوتاه‌مدت (Pulse treatment) و تیمار بلندمدت یا دائمی (Permanent treatment). تیمار کوتاه‌مدت می‌تواند توسط تولیدکننده گل انجام گیرد و عمر پس از برداشت و نیز کیفیت گل را در دوره انبارداری حفظ کند. تیمار بلندمدت توسط مصرف‌کننده و برای افزایش عمر گل بریده در شرایط عادی و محیط منزل به کار می‌رود (Abdel-Kader & Rogers, 1985; Arora & Singh, 2002; Nowak & Rudnicki, 1990).

در این پژوهش، تأثیر نانوسیلور و اسید سالیسیلیک به‌صورت تیمار کوتاه‌مدت و ساکارز و اسانس‌های گیاهی آویشن باغی، نعنا فلفلی و میخک هندی به‌صورت تیمار دائمی در افزایش عمر گلجای و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل‌های شاخه بریده ژبر را رقم 'رزالین' مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی

گل‌های بریده ژبر رقم 'رزالین' (*Gerbera jamesonii* Bol cv 'Rosalin') که در شرایط گلخانه استاندارد هیدروپونیک به‌طور یکنواخت رشد کرده بودند، از گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود واقع در شهرک صنعتی توس شهر مشهد خریداری شدند. گل‌ها هنگام صبح، در مرحله کاملاً باز، زمانی که دو ردیف خارجی گلچه‌های شعاعی باز و دانه گرده مشاهده شد، برداشت گردید. برای برداشت، ساقه بریده نشد، بلکه کشیده شده و سپس انتهای ساقه^۲ برای آبیگری بهتر گل حذف گردید (Dole & Wilkins, 2006). ساقه‌های گل به ارتفاع ۳۷-۴۰ سانتی‌متر از روی بوته قطع و پس از

3- Water content: WC

4- Relative fresh weight: RFW

5- Water loss: WL

6- Water uptake: WU

7- Total soluble solid: TSS

8- Superoxide dismutase: SOD

9- Malondialdehyde: MDA

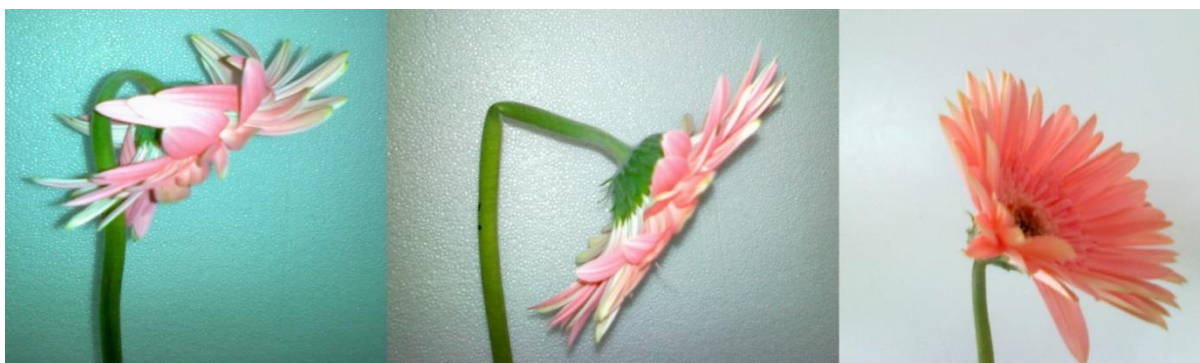
1- Lisianthus

2- Heel



شکل ۱- نحوه بازبرش گل بریده ژربرا رقم 'رزالین' زیر آب و تیمار با نانوسیلور (10 mg.L^{-1}) و اسانس‌های گیاهی
Figure 1- Re-cutting of gerbera cut flowers 'Rosalyn' under water and treatment with nanosilver (10 mg.L^{-1}) and plant essential oils

هنگام تیمار کوتاه‌مدت به‌منظور جلوگیری از واکنش نامناسب نانوسیلور با نور، محلول گلجای با کیسه پلاستیکی سیاه پوشیده شد.
During the short-term treatment, the vase solution was covered with a black plastic bag to prevent any adverse reaction of the nanosilver with light.



شکل ۲- علائم پایان یافتن عمر تجاری گل بریده ژربرا رقم 'رزالین': خمیدگی یا شکستگی گردن ساقه گل، پژمردگی، تغییر رنگ یا جمع شدن گلچه‌های شعاعی

Figure 2- Symptoms of the end of vase life in Gerbera cut flowers 'Rosaly': scape bending or neck breakage, wilting, discoloration or rolling of the ray florets

میزان جذب محلول گلجای (WU): تفاوت وزن محلول گلجای (گرم) در روز مورد نظر (S_t) نسبت به وزن محلول گلجای (گرم) در روز قبل (S_{t-1}) (معادله ۴) (He et al., 2006; Ziyaei, 2010; Movahed et al., 2010).

میانگین کاهش آب روزانه یا تبخیر و تعرق (WL): تفاوت وزن گل و محلول گلجای (گرم) در روز مورد نظر (C_t) نسبت به وزن گل و محلول گلجای (گرم) در روز قبل (C_{t-1}) (معادله ۳) (Jalili Marandi et al., 2011; Jamshidi et al., 2012).

داده‌های جمع‌آوری‌شده از مراحل مختلف تحقیق، به کمک نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عمر گلجای گل بریده ژبربا رقم 'رزالین'

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور در هر دو غلظت بر عمر گل بریده ژبربا رقم 'رزالین' تأثیر بسیار معنی‌داری داشت و باعث افزایش عمر گلجای آن گردید (جدول ۱). تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین اثر (۱۲/۲) روز را داشت. تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹/۸) روز نیز در مقایسه با تیمار آب مقطر (۸/۱۳) روز باعث بهبود عمر پس از برداشت گل بریده ژبربا رقم رزالین شد. البته اختلاف معنی‌داری بین نانوسیلور ۵ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود نداشت. تیمار دائمی اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، عمر گل بریده ژبربا را به‌ترتیب به ۱۰/۳۵ و ۹/۹۸ روز رساند (جدول ۱). البته این تیمارها اختلاف معنی‌داری با شاهد (۱۰/۰۲) روز نشان ندادند. گل‌های تیمار شده با ساکارز چهار درصد (۸/۵۵) روز و اسانس میخک هندی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۸/۸۳) روز کمترین عمر گلجای را داشتند.

در این آزمایش مشاهده شد که برهم‌کنش تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر معنی‌داری بر عمر گلجای گل بریده داشت، به‌صورتی‌که تیمارهای نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با اسانس آویشن باغی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۴/۲۵) روز و تیمار نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با اسانس نعنا فلفلی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۴) روز اختلاف بسیار معنی‌داری با سایر تیمارها داشتند (جدول ۲). مشاهده شد که تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ساکارز چهار درصد کمترین اثر (هفت روز) را در مقایسه با شاهد (۹/۵۸) روز بر عمر پس از برداشت گل بریده ژبربا داشت.

نانوسیلور می‌تواند جایگزین نمک‌های نقره در محلول‌های نگهدارنده شود. ذرات نانوسیلور با ورود به داخل سلول، بافت یا اندام، می‌توانند مانع تنفس، عملکرد سیستم انتقال الکترون و انتقال مواد به غشای سلول میکروبی شوند (Paull & Lyons, 2008). تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که گل‌های تیمار شده با محلول نانوسیلور، عمر گلجای بیشتری داشتند. یون‌های نقره به‌دلیل اندازه کوچک‌تر، تماس بیشتری با فضای خارجی و تأثیر بیشتری بر محیط دارند. نانوسیلور در مقایسه با نمک‌های نقره، در غلظت کمتر خواص ضد میکروبی بیشتری از خود بروز می‌دهند (Ansari et al., 2011; Solgi et al., 2009).

میزان مواد جامد محلول در گلبِگ (TSS): دو گرم از

گلبِگ در هاون کوبیده و له شده و با استفاده از عصاره به‌دست‌آمده، مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی محاسبه شد. داده‌برداری جهت بررسی صفات محتوای کلی آب گل، وزن تر نسبی گل، میانگین کاهش آب روزانه یا تبخیر و تعرق، میزان جذب محلول گلجای و میزان مواد جامد محلول در گلبِگ در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ از شروع آزمایش صورت گرفت.

$$WC = (FW - DW / FW) \times 100 \quad (1)$$

$$RFW = W_t / W_0 \quad (2)$$

$$WL = C_{t-1} - C_t \quad (3)$$

$$WU = S_{t-1} - S_t \quad (4)$$

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در

گلبِگ: فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز با استفاده از روش فتوشیمیایی ریزوگونزالز و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت (Rios-Gonzalez et al., 2002). یک واحد از فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز به‌عنوان مقدار آنزیم مورد نیاز برای ایجاد ۵۰ درصد مهار احیاء نیتروترانزولیموم آبی در حضور ریوفلاوین، در طول موج ۵۶۰ نانومتر تعریف می‌شود. در این آزمایش از کیت تجاری SOD: K335-100 ساخت شرکت Biovision استفاده شد.

مقدار مالون‌دی‌آلدهید (MDA) موجود در گلبِگ:

پراکسیداسیون لیپیدها با برآورد مقدار مالون‌دی‌آلدهید موجود در یک گرم وزن تر بافت تعیین می‌شود. ترکیب مالون‌دی‌آلدهید محصول پراکسیداسیون لیپیدها در واکنش با اسید تیوباربیتریک است. غلظت مالون‌دی‌آلدهید با مقدار جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر (اصلاح با اختلاف جذب در ۶۰۰ نانومتر برای کدورت نامشخص انجام می‌شود) و با استفاده از ضریب خاموشی از $155 \text{ mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ محاسبه می‌گردد (Turkan et al., 2005). در این آزمایش از کیت تجاری MDA: K739-100 ساخت شرکت Biovision استفاده شد.

در بررسی میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و مقدار مالون‌دی‌آلدهید، بهترین تیمار کوتاه‌مدت همراه با تیمارهای بلندمدت مقایسه شد و نتایج مورد بررسی قرار گرفت. داده‌برداری در روزهای ۱، ۴ و ۷ از شروع آزمایش صورت گرفت.

گل‌ها در آزمایشگاه، در دمای حدود 21 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی حدود 50 ± 5 درصد با شدت نور حدود ۱۵ میکرومول بر مترمربع با استفاده از لامپ‌های فلورسنت نور سفید و فتوپریود ۱۲ ساعت نگهداری شدند. در کل دوره آزمایش، محلول‌های دائمی تعویض نشده و هیچ بازبرشی انجام نگرفت تا بتوان به هدف مورد نظر که نگهداری گل در شرایط معمول خانگی است، رسید (Jowkar & Salehi, 2005; Motaghayer & Esna-Ashari, 2009).

جدول ۱- اثر تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت بر میانگین عمر گلجای و محتوای کلی آب گل (WC) در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین'
 Table 1- Effect of pulse and permanent treatments on mean vase life and total flower water content (WC) in cut gerbera flowers 'Rosalin'

منابع تغییر S.O.V	عمر گلجای Vase life (day)	محتوای کل آب گل WC (%)
تیمار کوتاه‌مدت		
Puls treatment		
آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	8.13 d	90.20 a*
اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹)	8.30 cd	89.91 a
اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹)	9.08 bc	88.93 b
نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹)	10.02 b	89 b
نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹)	12.20 a	89.04 b
تیمار بلندمدت		
Permanent treatment		
آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	10.02 a	90.77 a
ساکارز ۴٪ Sucrose (4%)	8.55 b	83.68 b
اسانس نعنا فلفلی Peppermint EO	9.98 a	91 a
اسانس آویشن باغی Thyme EO	10.35 a	90.97 a
اسانس میخک هندی Clove EO	8.83 b	90.65 a

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Columns with similar letters are not significantly different according to the LSD test at $p \leq 0.01$.

اگرچه تحقیقات نشان دادند که تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک همراه با تیمار دائمی نانوسیلور (Danaee et al., 2013) و نیز کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت تیمار دائمی (Jamshidi et al., 2012) تأثیر معنی‌داری بر بهبود عمر گل بریده ژربرا داشته است، اما در این تحقیق تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک اثر چشمگیری بر عمر گل بریده ژربرا رقم رزالین نداشت. اگرچه ضیایی موحد و همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که اسانس میخک هندی باعث افزایش عمر و حفظ کیفیت پس از برداشت گل بریده ژربرا می‌شود (Ziyaei Movahed et al., 2010)، اما در این تحقیق این ترکیب کمترین تأثیر را در عمر گلجای داشت. علی‌رغم نقش بسیار مهم ساکارز در افزایش عمر گل‌های بریده (Ansari et al., 2011)، این ترکیب اثر منفی در کیفیت و عمر گل بریده ژربرا رقم رزالین از خود نشان داد که دلیل اصلی آن می‌تواند رشد شدید باکتری در محلول گلجای باشد.

مطالعات مختلف خواص ضد میکروبی اجزای اصلی اسانس‌های آویشن باغی (Nikolić et al., 2014a)، نعنا فلفلی (Kazem et al., 2014b; Nikolić et al., 2014b) و میخک هندی (Boukaew et al., 2017) را نشان دادند. علاوه بر آن امینی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تیمار کوتاه‌مدت اسانس آویشن باغی همراه با آب مقطر بهترین تأثیر را در عمر گل بریده ژربرا رقم دان و ممانعت از کاهش وزن گل داشته است (Amini et al., 2014). آب‌گریزی^۱ مهم‌ترین خصوصیت اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی است. این خصوصیت باعث می‌شود که آن‌ها قادر به جداسازی اجزاء لیپیدی غشای سلولی باکتری و میتوکندری، اتصال به پروتئین‌های غشایی و آزادسازی لیپوپلی‌ساکاریدها^۲ و در نتیجه آسیب به ساختار دیواره سلولی باشند (Solgi et al., 2009).

1- Hydrophobicity
 2- Lipopolysaccharides

جدول ۲- اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین عمر گلجای، محتوای کلی آب گل (WC)، وزن تر نسبی گل (RFW) و کل مواد جامد قابل حل (TSS) در گل بریده ژیرا رقم 'رزالین'

Table 2- The interaction effect of different treatments on mean vase life, total water content (WC), relative fresh weight (RFW), and total soluble solids (TSS) of cut Gerbera flowers 'Rosalin'

تیمار Treatment	عمر گلجای Vase life (day)	محتوای کلی آب گل Total water content (%)	وزن تر نسبی گل Relative fresh weight (day 8)	کل مواد جامد قابل حل Total soluble solids (day 6)	کل مواد جامد قابل حل Total soluble solids (day 8)
آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	9.58 efg	90.95 ab	0.83 ab	3 abc	2 ef*
ساکارز ۴٪ / شاهد Control / Sucrose (4%)	8.08 i	86.15 c	0.82 ab	2.67 abc	2 ef
اسانس نعنا فلفلی / شاهد Control / Peppermint EO	7.83 ij	91.29 a	0.64 abc	2 bcd	0.70 h
اسانس آویشن باغی / شاهد Control / Thyme EO	8 i	91.39 a	0.66 abc	1 d	0.70 h
اسانس میخک هندی / شاهد Control / Clove EO	9.17 jk	91.21 a	0.46 c	2.67 abc	0.70 h
شاهد / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Control	9.04 fgh	91.31 a	0.65 abc	3 abc	2.67 cd
ساکارز ۴٪ / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	7 k	85.02 c	0.01 d	1.67 cd	0.70 h
اسانس نعنا فلفلی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	8.08 i	91.09 a	0.62 abc	3.67 a	0.70 h
اسانس آویشن باغی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	8.92 gh	90.97 a	0.64 abc	3.33 ab	2.33 de
اسانس میخک هندی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Clove EO	8.42 hi	91.15 a	0.70 abc	3 abc	1.47 g
شاهد / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Control	9.83 def	90.54 ab	0.79 abc	2.83 abc	2 ef
ساکارز ۴٪ / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	8.58 hi	83.44 d	0.73 abc	3.33 ab	0.80 h
اسانس نعنا فلفلی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	9.17 fgh	90.45 ab	0.65 abc	2.17 bcd	0.80 h
اسانس آویشن باغی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	9.83 def	90.73 ab	0.79 abc	3 abc	2.33 de
اسانس میخک هندی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Clove EO	8 i	89.46 b	0.48 c	2.33 abcd	0.70 h
شاهد / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Control	9.67 efg	90.55 ab	0.77 abc	2.17 bcd	1.67 fg
ساکارز ۴٪ / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	8.58 hi	82.68 d	0.49 bc	3.33 ab	3 bc
اسانس نعنا فلفلی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	10.83 c	90.81 ab	0.87 a	2 bcd	1.67 fg
اسانس آویشن باغی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	10.75 c	90.56 ab	0.85 a	2 bcd	1.83 fg
اسانس میخک هندی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Clove EO	10.25 cde	90.42 ab	0.79 abc	3.17 ab	2.33 de
شاهد / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Control	11.92 b	90.52 ab	0.89 a	2.17 bcd	1.83 fg
ساکارز ۴٪ / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	10.50 cd	81.10 e	0.89 a	3.33 ab	3.50 a
اسانس نعنا فلفلی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	14 a	91.36 a	0.89 a	2.50 abc	3.17 ab
اسانس آویشن باغی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	14.25 a	91.22 a	0.89 a	2.50 abc	2.33 de
اسانس میخک هندی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Clove EO	10.33 cde	90.99 a	0.80 abc	2.83 abc	2.67 cd

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Columns with similar letters are not significantly different according to the LSD test at $p \leq 0.01$.

محتوای کلی آب گل

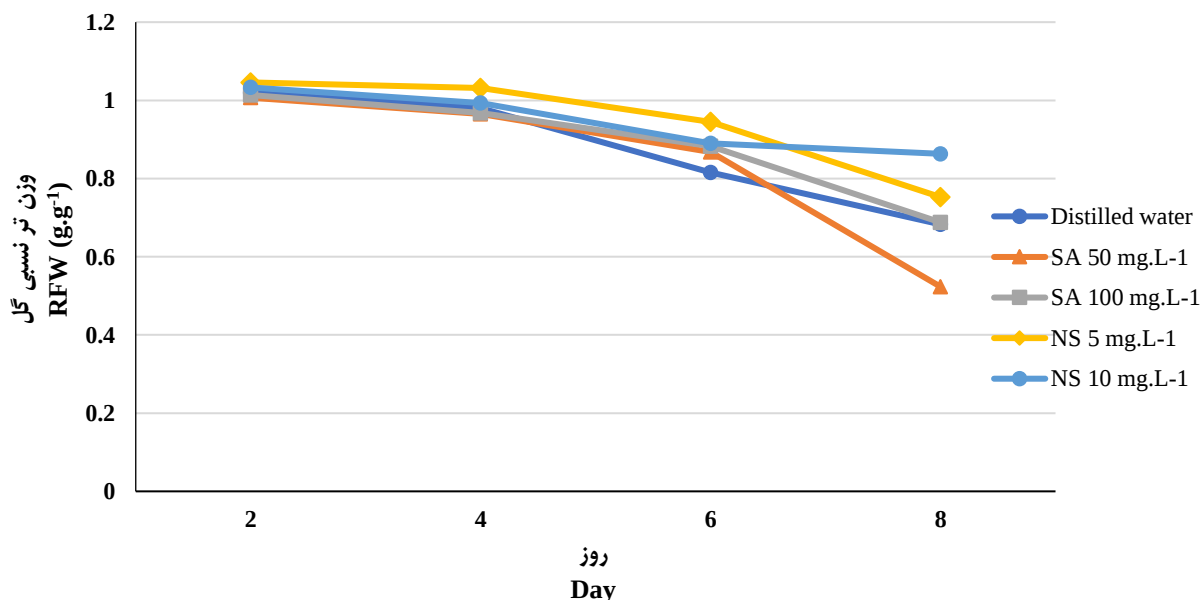
در تیمار کوتاهمدت اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی گرم در لیتر و آب مقطر (شاهد) نسبت به تیمارهای دیگر، محتوای کلی آب گل کمی بیشتر بود (جدول ۱). در تیمار بلندمدت ساکارز چهار درصد، محتوای کلی آب گل در دوره پس از برداشت گل سریع تر از سایر تیمارها کاهش یافت. به طور کلی، بررسی برهم کنش تیمارهای کوتاهمدت و بلندمدت نشان داد که ساکارز چهار درصد به ویژه پس از تیمار کوتاهمدت نانوسیلور ۱۰ میلی گرم در لیتر تأثیر نامناسبی بر عمر گل بریده داشت (جدول ۲).

گل های بریده به دلیل کاهش جذب آب در دوره پس از برداشت دچار کمبود آب و به دنبال آن کاهش ارزش تجاری می شوند. این کمبود آب حتی با قرار دادن شاخه گل در آب همچنان ادامه می یابد (Nazari Deljou et al., 2012). علت اصلی عارضه شکستگی ساقه گل های شاخه بریده ژربرا، کمبود آب گل ناشی از سختی جریان آب بین منبع دریافت آب و گلچه هاست. تصور می شود که برای دسترسی به آب، رقابتی بین سر گل و ساقه وجود دارد. افزایش مقاومت در مسیر جریان آب منجر به شکستگی ساقه می شود. این مقاومت توسط عوامل و فعالیت های میکروبی در محلول گلجای ایجاد می گردد (Balestra et al., 2005). از نتایج حاصل از این تحقیق چنین برداشت می شود که در تمام تیمارهای حاوی عوامل ضد میکروبی مانند نانوسیلور، اسید سالیسیلیک و اسانس های گیاهی آویشن باغی،

نعنا فلفلی و میخک هندی، محتوای کلی آب گل بالا بوده و روند کاهشی سریعی تا انتهای آزمایش نداشته است.

وزن تر نسبی گل (RFW)

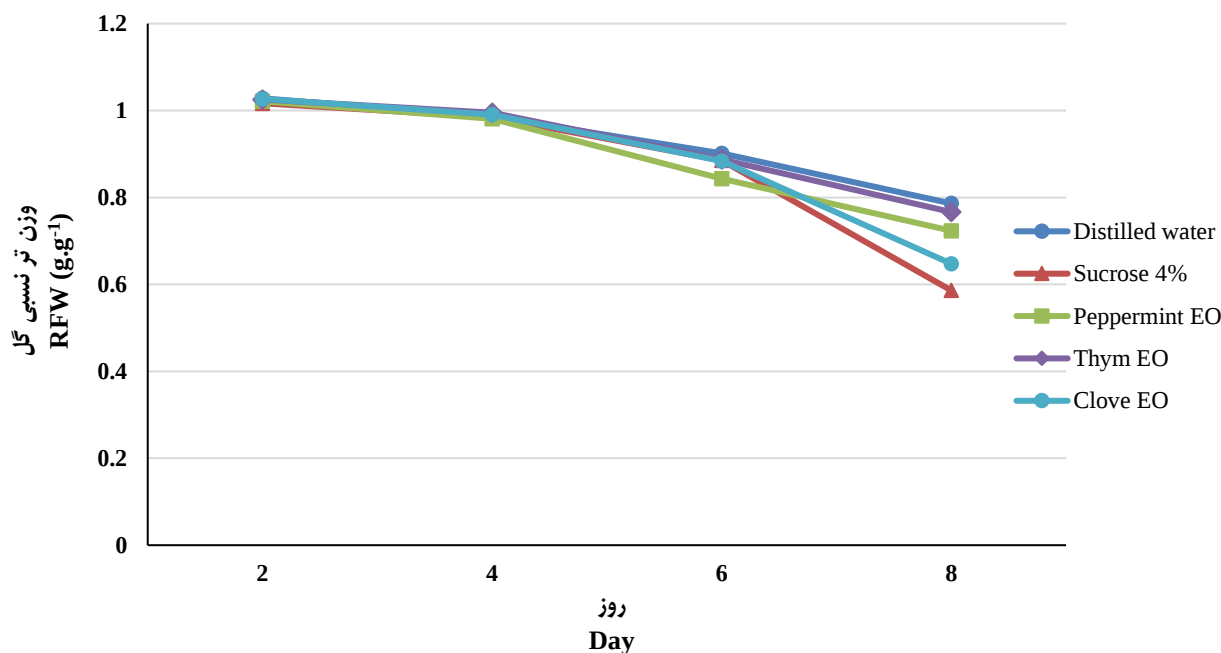
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار کوتاهمدت نانوسیلور در مقایسه با سایر تیمارها موجب افزایش وزن تر نسبی گل در طی روزهای سنجش گردید (شکل ۳ و ۴). از روز چهارم، روند کاهشی وزن تر نسبی گل شروع شده که این کاهش در تیمارهای نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر کمتر بوده و آب گل حفظ شد. در روز ششم سنجش، اختلاف معنی داری بین تیمارها وجود نداشت. اما در روز هشتم، علاوه بر تیمار کوتاهمدت، تیمارهای بلندمدت و نیز برهم کنش آن ها بر وزن تر نسبی گل مؤثر بودند (شکل ۳ و ۴، جدول ۲). به گونه ای که گل های بریده در تیمار کوتاهمدت نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر (به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۸۶ گرم بر گرم) و تیمار بلندمدت شاهد، اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی (به ترتیب ۰/۷۹، ۰/۷۷ و ۰/۷۲ گرم بر گرم) بیشترین و گل های تیمار شده با ساکارز چهار درصد کمترین (۰/۵۹ گرم بر گرم) وزن تر نسبی را داشتند. علاوه بر آن برهم کنش تیمارهای کوتاهمدت و بلندمدت در روز هشتم سنجش نشان داد که همه گل های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی گرم بر لیتر بیشترین وزن تر نسبی گل را داشتند که البته نسبت به شاهد اختلاف معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ۳- اثر تیمارهای کوتاهمدت بر میانگین وزن تر نسبی گل (RFW) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین'
Figure 3- The effect of pulse treatments on the mean relative fresh weight (RFW) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'

گیاه حفظ شده و تعادل آبی به دلیل کند شدن روند کاهشی وزن تر نسبی گل‌ها بهبود می‌یابد. همچنین استحکام ساقه و گل و در نهایت عمر گل بریده افزایش پیدا می‌کند. نتایج این آزمایش با تحقیقات نایر و همکاران (۲۰۰۳) و سلگی و همکاران (۲۰۰۹) روی گل شاخه بریده ژربرا همخوانی دارد (Nair et al., 2003; Solgi et al., 2009).

در تیمار با ساکارز، به دلیل حضور عوامل میکروبی به‌ویژه باکتری‌ها و اثر محرک ساکارز بر رشد و تکثیر آن‌ها، انسداد آوندهای چوبی و به دنبال آن کاهش وزن تر نسبی گل بریده رخ می‌دهد. با توجه به اینکه عوامل ضد میکروبی در محلول گلجای، مانع بسته شدن آوندها می‌گردد، با کاربرد آن‌ها در محلول نگهدارنده، پتانسیل اسمزی



شکل ۴- اثر تیمارهای بلندمدت بر میانگین وزن تر نسبی گل (RFW) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین' *
Figure 4- The effect of permanent treatments on the mean relative fresh weight (RFW) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'

عوامل میکروبی به‌خصوص باکتری‌ها منجر به بسته شدن مسیر آوندها و کاهش جذب آب و محلول نگهدارنده می‌شود. با توجه به اینکه در تیمار اسید سالیسیلیک و نانوسیلور جذب محلول گلجای بیشتر بود، بیانگر آن است که در این تیمارها از رشد و تکثیر عوامل میکروبی جلوگیری و تعادل آبی گیاه حفظ شده است. این نتایج با یافته‌های نایر و همکاران (۲۰۰۳) و سلگی و همکاران (۲۰۰۹) روی گل‌های شاخه بریده ژربرا و تحقیقات جلیلی مرندی و همکاران (۲۰۱۱) بر گل شاخه بریده گلابول همخوانی دارد (Jalili Marandi et al., 2011; Nair et al., 2003; Solgi et al., 2009).

میانگین کاهش آب روزانه یا تعرق

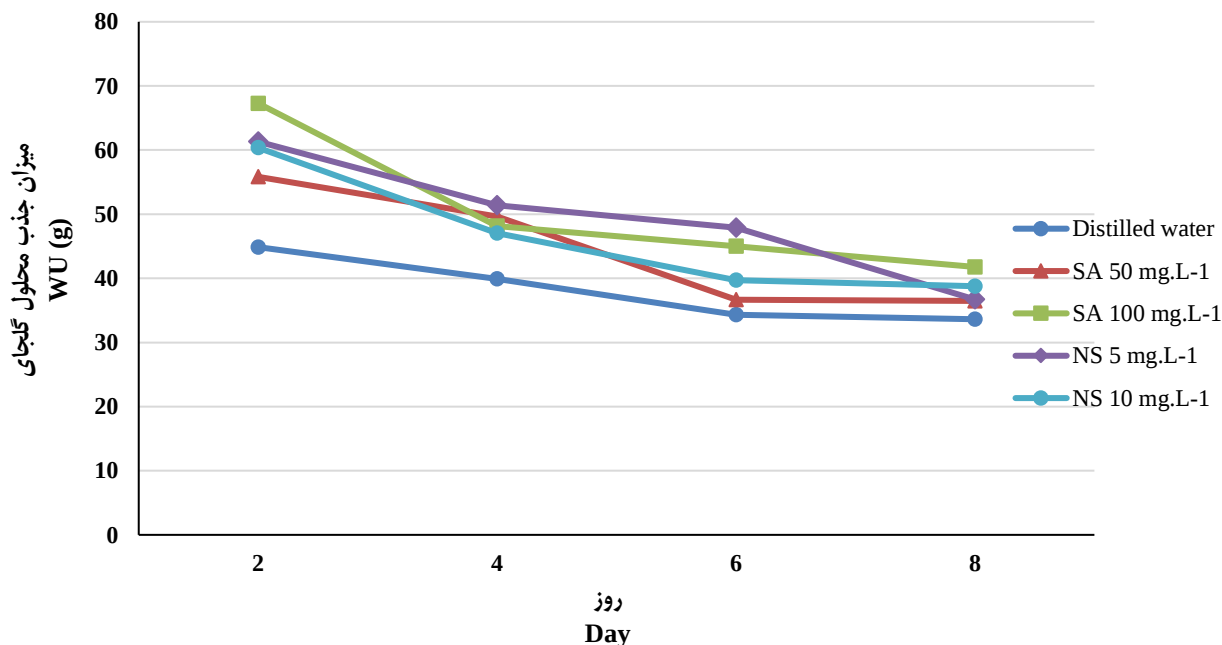
نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای کوتاه‌مدت، تنها تا روز ششم بر کاهش آب روزانه اثر معنی‌دار داشتند (شکل ۶). در روز دوم سنجش، میانگین کاهش آب روزانه یا تعرق در تیمارهای نانوسیلور ۵

میزان جذب محلول گلجای (WU)

طبق نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، در طول دوره سنجش تنها تا روز ششم، تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) و نانوسیلور (۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر) بر میزان جذب محلول گلجای مؤثر بودند (شکل ۵). بیشترین میزان جذب در روز دوم و به‌ترتیب در تیمارهای اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی گرم بر لیتر (۶۷/۲۸ گرم)، نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی گرم بر لیتر (به‌ترتیب ۶۱/۳۱ و ۶۰/۳۵ گرم) مشاهده شد. علی‌رغم تأثیر و کاربرد عوامل ضد میکروبی، میزان جذب محلول گلجای روند کاهشی داشت. شاهد (۳۴/۳۴ گرم) کمترین میزان جذب محلول را به خود اختصاص داد. تیمارهای بلندمدت اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. تعادل آبی یکی از عوامل تعیین‌کننده عمر گلجای گل‌های بریده محسوب می‌شود (Da Silva, 2003). ساقه‌های ژربرا بسیار حساس به تنش آبی بوده و رشد

سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۵۱/۰۸ گرم) و نانوسیلور ۵ میلی‌گرم بر لیتر (۵۱/۸۰ گرم) بیشترین تعرق را داشته‌اند. تیمارهای بلندمدت اثر معنی‌داری بر این صفت نیز نداشتند.

و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶۴/۲۴ و ۵۷/۸۵ گرم) و در اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶۴/۹۵ گرم) بیشترین میزان بود که نسبت به هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. میانگین کاهش آب روزانه یا تعرق در روزهای بعدی روند کاهشی داشته است. در روز ششم دو تیمار اسید



شکل ۵- اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین میزان جذب محلول گلجای (WU) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'روزالین'
Figure 5- The effect of pulse treatments on the mean water uptake (WU) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'

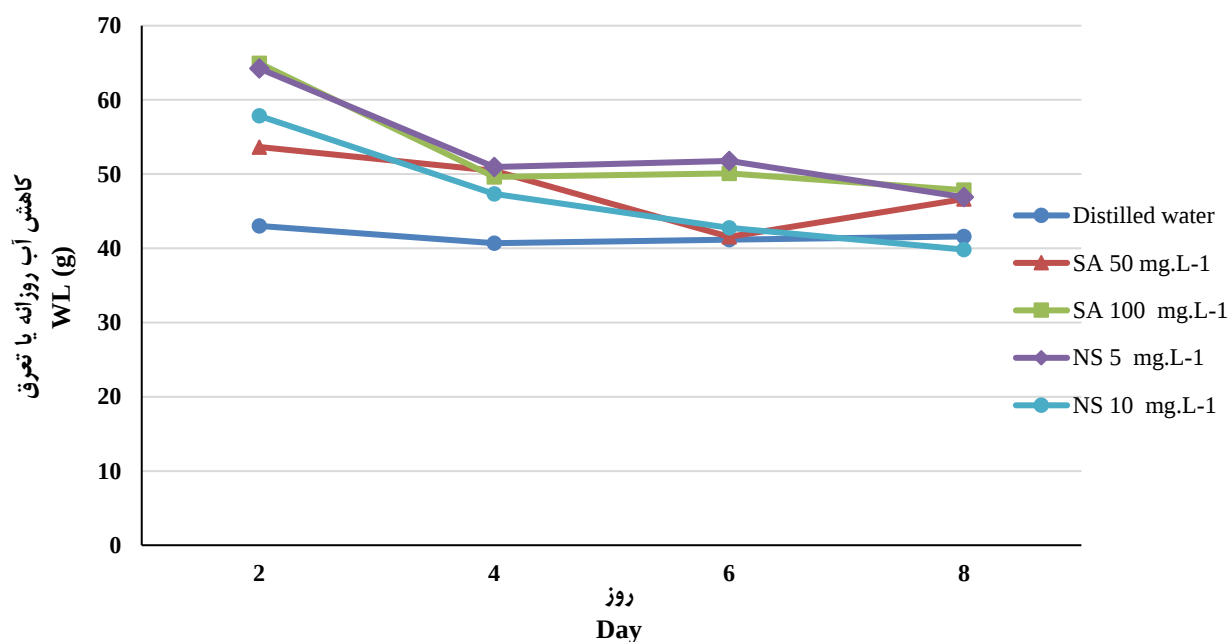
روز دوم سنجش، در گل‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و نانوسیلور (۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) بیشترین میزان مواد جامد محلول مشاهده شد، اما در روز هشتم تنها گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (۲/۷۰ بریکس) دارای بالاترین میزان مواد جامد محلول بودند. در بررسی تیمارهای بلندمدت، در روز دوم ساکارز چهار درصد (۳/۱۰ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۲/۸۷ بریکس) و در روز هشتم ساکارز چهار درصد (۲ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۱/۹۱ بریکس) بیشترین میزان مواد جامد محلول را داشتند (شکل ۸). برهم‌کنش تیمارها تنها در روزهای ششم و هشتم سنجش معنی‌دار شد (جدول ۳). در روز ششم سنجش، تیمارهای اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با اسانس نعنا فلفلی (۳/۶۷ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۳/۳۳ بریکس)، تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ساکارز چهار درصد (۳/۳۳ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۳ بریکس)، نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ساکارز چهار درصد (به‌ترتیب با ۳/۳۳ و ۳/۳۳ بریکس) بیشترین میزان مواد جامد محلول را نشان دادند. اما در روز هشتم گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با

حدود ۹۹ درصد آب جذب شده توسط گیاه از طریق تعرق از گیاه خارج می‌گردد. تعرق باعث رشد و نمو گیاه می‌شود. هرچه سرعت تعرق بیشتر باشد، سرعت رشد و نمو گیاه نیز بیشتر است، زیرا همراه با ورود آب، املاح نیز وارد گیاه می‌شوند (Taiz & Zeiger, 2002). براساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان تعرق در گل‌های بریده تیمار شده با عوامل ضد میکروبی نانوسیلور و اسید سالیسیلیک بالا است. بنابراین جذب آب، وزن تر نسبی، تعادل آبی گیاه و استحکام بافت ساقه و گلچه‌ها (تورژسانس) بالاتر بوده و به‌دنبال آن گیاه عمر گلجای بهتری نسبت به سایر تیمارها دارد. این یافته‌ها با تحقیقات این و همکاران (۲۰۱۰) بر گل شاخه بریده رز و تحقیقات تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۳) بر برخی گل‌های شاخه بریده مطابقت داشت (In et al., 2010; Tehranifar et al., 2013).

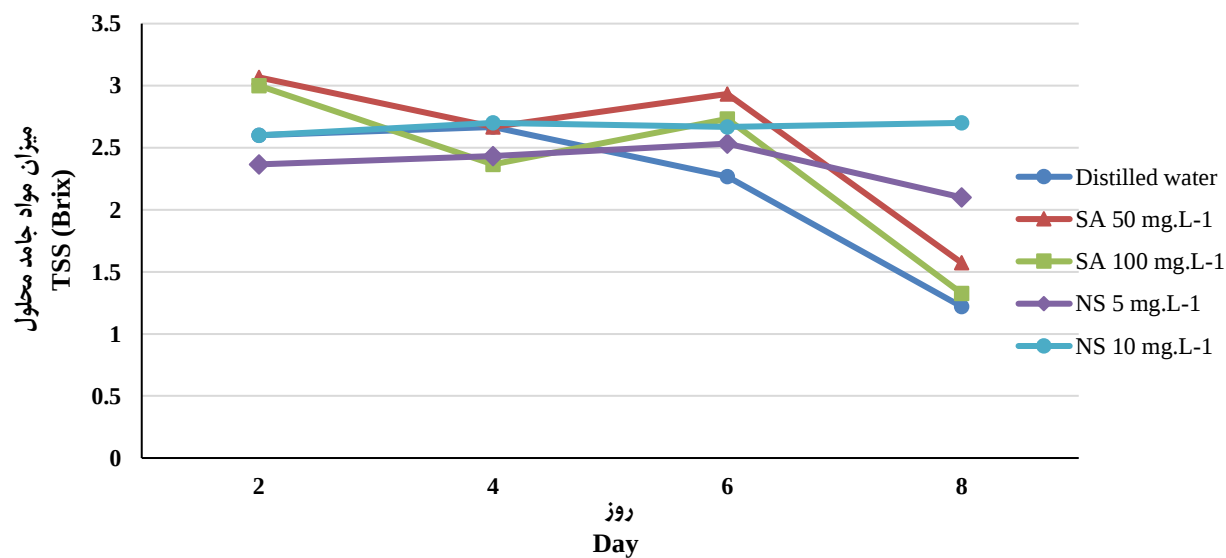
میزان مواد جامد محلول (TSS)

تیمارهای کوتاه‌مدت در روزهای دوم و هشتم سنجش و تیمارهای بلندمدت در روزهای دوم، چهارم و هشتم سنجش اثر معنی‌داری بر میزان مواد جامد محلول گلبرگ نداشتند (شکل ۷). در

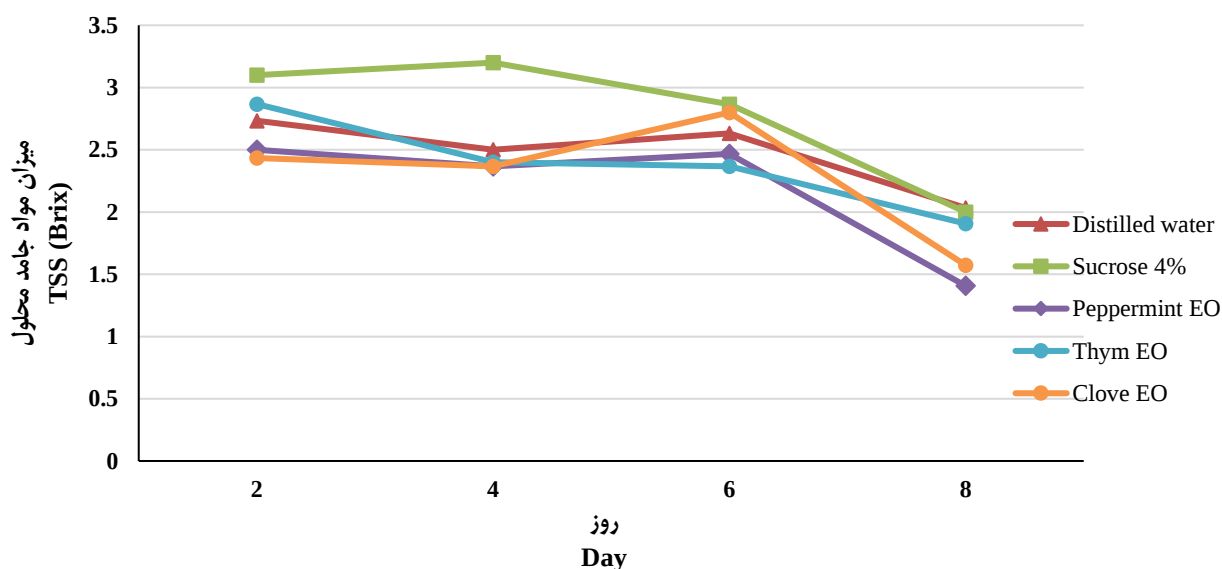
ساکارز چهار درصد و اسانس نعنا فلفلی (به‌ترتیب با ۳/۵۰ و ۳/۱۷ بریکس) بالاترین میزان مواد جامد محلول را داشتند.



شکل ۶- اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین کاهش آب روزانه یا تعرق (WL) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین'
Figure 6- The effect of pulse treatments on mean daily water loss or transpiration (WL) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'



شکل ۷- اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین میزان مواد جامد محلول (TSS) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین'
Figure 7- The effect of pulse treatments on mean total soluble solids (TSS) (Brix) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'



شکل ۸- اثر تیمارهای بلندمدت بر میانگین میزان مواد جامد محلول (TSS) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا رقم 'رزالین'
Figure 8- The effect of permanent treatments on mean total soluble solids (TSS) (Brix) of flowers on days 2, 4, 6 and 8 of the experiment in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'

فلفلی نشان دادند، این آنزیم بیشترین میزان فعالیت را در تیمار نانوسیلور و اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی داشت (جدول ۴). گیاهان امروزی دارای انواع و مقادیر مختلف آنتی اکسیدان هستند که از گیاه در برابر انواع اکسیژن فعال در سیتوپلاسم محافظت می کنند. فعال بودن آنزیم های آنتی اکسیدان مانع بیوسنتز اتیلن شده و از خسارت عوامل بیرونی جلوگیری می کند. آنتی اکسیدان ها موجب کاهش گونه های فعال اکسیژن حاصل از تجزیه هیدروژن پراکسید می شوند. آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، رادیکال اکسیژن را به هیدروژن پراکسید تبدیل می کند و هیدروژن پراکسید توسط آنزیم کاتالاز و سایر پراکسیدازها شکسته می شود (Chang, 1984; Mortazavi et al., 2007). از آنجایی که گونه های رادیکال اکسیژن یکی از مهم ترین عوامل در پیری زودرس گلبرگ ها است و از سوی دیگر، آنزیم های آنتی اکسیدان از جمله آنزیم سوپراکسید دیسموتاز سبب خنثی شدن اثر سمی رادیکال های آزاد اکسیژن می شوند، بنابراین فعالیت این آنزیم ها از پیری گلبرگ ها ممانعت می کند (Mortazavi et al., 2007). یکی از بهترین منابع آنتی اکسیدان طبیعی، ترکیبات فنلی موجود در اسانس های گیاهی است (Dorman et al., 2003). ویژگی آنتی اکسیدانی ترکیبات فنلی بیشتر ناشی از قدرت احیاکنندگی و ساختار شیمیایی آن ها است که آن ها را قادر به خنثی کردن رادیکال های آزاد، تشکیل کمپلکس با یون های فلزی و خاموش کردن مولکول های اکسیژن یگانه و سه گانه ساخته است (Ghaderi et al., 2011).

به طور کلی، در این آزمایش مشاهده شد که میزان مواد جامد محلول در تمام تیمارها، تا روز چهارم سنجش افزایش و سپس کاهش یافت. اما کاربرد ساکارز و مواد ضد عفونی کننده (اسید سالیسیلیک، نانوسیلور، اسانس نعنا فلفلی و اسانس آویشن باغی) در مقایسه با شاهد، مقدار مواد جامد محلول را افزایش داد. یک مشکل عمده در همه گل ها، کمبود اطلاعات در مورد توزیع قندهای محلول در بافت های مختلف گل و درون انواع سلول های مختلف است. هنگام پژمردگی گلبرگ های گل بریده علی رغم حضور قند در آن ها، ممکن است که میتوکندری ها دیگر قادر به جذب و یا استفاده از قندها نباشند. همچنین ممکن است که عمر گل بریده را محدود کند. گاهی با وجود غلظت بالای قند در واکوئول، سطح قند در سیتوسول پایین است. تصور می شود که این قندها برای تنفس در دسترس نباشد و تنها به عنوان حلال اسمزی عمل کنند (Van Doorn, 2001).

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز طی دوره آزمایش به مرور افزایش یافت و بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت. بیشترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، در تیمار کوتاه مدت نانوسیلور ۱۰ میلی گرم بر لیتر همراه با تیمار بلندمدت اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی مشاهده شد. با توجه به اینکه بیشترین عمر گل بریده را گل های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی گرم بر لیتر همراه با اسانس آویشن باغی و نعنا

جدول ۳- اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین میزان مواد جامد محلول (TSS) در گل بریده ژیرا رقم 'رزالین'
 Table 3- The interaction effect of different treatments on the mean total soluble solids (TSS) (Brix) in cut flowers of gerbera 'Rosalin'

تیمار Treatment	میزان مواد جامد محلول (روز ۶) TSS (day 6)	میزان مواد جامد محلول (روز ۸) TSS (day 8)
آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	3 abc	2 ef*
ساکارز ۴٪ / شاهد Control / Sucrose (4%)	2.67 abc	2 ef
اسانس نعنا فلفلی / شاهد Control / Peppermint EO	2 bcd	0.70 h
اسانس آویشن باغی / شاهد Control / Thyme EO	1 d	0.70 h
اسانس میخک هندی / شاهد Control / Clove EO	2.67 abc	0.70 h
شاهد / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Control	3 abc	2.67 abc
ساکارز ۴٪ / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	1.67 cd	0.70 h
اسانس نعنا فلفلی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	3.67 a	0.70 h
اسانس آویشن باغی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	3.33 ab	2.33 de
اسانس میخک هندی / اسید سالیسیلیک (۵۰ میلی گرم بر لیتر) SA (50 mg.L ⁻¹) / Clove EO	3 abc	1.47 g
شاهد / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Control	2.83 abc	2 ef
ساکارز ۴٪ / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	3.33 ab	0.80 h
اسانس نعنا فلفلی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	2.17 bcd	0.80 h
اسانس آویشن باغی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	3 abc	2.33 de
اسانس میخک هندی / اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی گرم بر لیتر) SA (100 mg.L ⁻¹) / Clove EO	2.33 abcd	0.70 h
شاهد / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Control	2.17 bcd	1.67 fg
ساکارز ۴٪ / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	3.33 ab	3 bc
اسانس نعنا فلفلی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	2 bcd	1.67 fg
اسانس آویشن باغی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	2 bcd	1.83 fg
اسانس میخک هندی / نانوسیلور (۵ میلی گرم بر لیتر) NS (5 mg.L ⁻¹) / Clove EO	3.17 ab	2.33 de
شاهد / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Control	2.17 bcd	1.83 fg
ساکارز ۴٪ / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	3.33 ab	3.50 a
اسانس نعنا فلفلی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Peppermint EO	2.50 abc	3.17 ab
اسانس آویشن باغی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	2.50 abc	2.33 de
اسانس میخک هندی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Clove EO	2.83 abc	2.67 cd

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Columns with similar letters are not significantly different according to the LSD test at $p \leq 0.01$.

جدول ۴- اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و مقدار مالون دی آلدیید (MDA) در گل بریده ژربرا 'Rosalin' رقم 'رزالین'

Table 4- The interaction effect of different treatments on the mean activity of superoxide dismutase (SOD) enzyme and malondialdehyde (MDA) content in cut flowers of Gerbera 'Rosalin'

تیمار Treatment	سوپراکسید دیسموتاز روز ۱ SOD (day 1)	سوپراکسید دیسموتاز روز ۴ SOD (day 4)	سوپراکسید دیسموتاز روز ۷ SOD (day 7)	مالون دی آلدیید روز ۱ MDA (day 1)	مالون دی آلدیید روز ۴ MDA (day 4)	مالون دی آلدیید روز ۷ MDA (day 7)
آب مقطر (شاهد) Distilled water (Control)	67.72 d	99.44 d	68.11 yD	28.15 a	39.81 a	67.30 a*
شاهد / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Control	175.56 c	204.33 c	163.17 b	4.38 b	18.31 b	32.24 b
ساکارز ۴٪ / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Sucrose (4%)	183.50 bc	207.50 c	154.17 b	5 b	19.99 b	29.74 b
اسانس نعنا فلفلی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) Peppermint EO	220.17 a	262.17 b	233.94 a	3.46 b	14.06 cd	19.44 c
اسانس آویشن باغی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Thyme EO	224.00 a	284.39 a	241.43 a	3.64 b	11.57 d	14.88 c
اسانس میخک هندی / نانوسیلور (۱۰ میلی گرم بر لیتر) NS (10 mg.L ⁻¹) / Clove EO	199.44 b	211.72 c	81.22 c	5.63 b	17.93 bc	32.15 b

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال یک درصد آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Columns with similar letters are not significantly different according to the LSD test at $p \leq 0.01$.

مقدار مالون دی آلدیید (MDA) موجود در گلبرگ

طبق نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش، در طول دوره سنجش، مقدار مالون دی آلدیید در گلبرگ گل افزایش یافت، به‌صورتی‌که بیشترین میزان مالون دی آلدیید در روز هفتم سنجش و در تیمار آب مقطر مشاهده شد (جدول ۴). در روز هفتم آزمایش، کمترین مقدار مالون دی آلدیید در گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی گرم بر لیتر همراه با اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی تولید شد که با توجه به اینکه این تیمارها بیشترین عمر گل بریده را داشتند، این نتایج منطقی است.

لیپیدها از جمله مهم‌ترین مولکول‌هایی هستند که مورد تهاجم رادیکال‌های آزاد قرار می‌گیرند. این فرآیند منجر به پراکسیداسیون لیپیدها و کاهش حیات و مرگ سلولی می‌شود. در این میان، غشای سلول‌ها که غنی از اسیدهای چرب غیراشباع است، بیشتر از سایر قسمت‌های سلول به پراکسیداسیون حساس است. پراکسیداسیون لیپیدها منجر به کاهش سیالیت غشاء و از بین رفتن ساختمان و عملکرد آن می‌شود. مالون دی آلدیید محصول پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء است و غلظت آن در شاهد نسبت به سایر تیمارها در سطح بالاتری قرار دارد. تیمارهایی با کمترین غلظت مالون دی آلدیید بیشترین ماندگاری را داشتند. تجمع مالون دی آلدیید تخریب غشای پلاسمایی را سرعت می‌بخشد. میزان این ماده شاخص مقاومت

فیزیولوژیک و پیری محسوب می‌شود (Geng et al., 2009; Mates et al., 1999). زمانی که در گیاهان تعادل میان ایجاد رادیکال‌های اکسیژن و فعالیت خنثی‌سازی آن‌ها توسط آنتی‌اکسیدان‌ها از بین برود، آسیب اکسیداتیو بروز می‌کند که منجر به تخریب ساختار غشاء می‌شود. رادیکال‌های فعال اکسیژن می‌توانند به‌واسطه آسیب اکسیداتیو به چربی پروتئین و اسیدهای نوکلئیک، در متابولیسم طبیعی گیاه مشکل ایجاد کنند (Parida & Das, 2005). هنگامی که گل‌های شاخه بریده در معرض تنش آبی ناشی از انسداد آوندها قرار می‌گیرند، معمولاً ساختار لیپیدهای خود را تغییر می‌دهند. در چنین شرایطی، پراکسیداسیون غشاهای لیپیدی نشان‌دهنده آسیب در سطح سلولی است و سطح مالون دی آلدیید تولیدشده طی این فرآیند به منزله یک شاخص آسیب اکسیداتیو است. به‌طور کلی، اسانس‌ها سبب کاهش معنادار مقدار مالون دی آلدیید می‌شوند. نقش اسانس‌ها در حفاظت گیاهان، نوعی سازوکار دفاعی آنتی‌اکسیدانی است که از ساختار غشای سلولی در مقابل پراکسیداسیون لیپیدها محافظت می‌کنند. این گروه از ترکیبات طبیعی، خواص آنتی‌اکسیدانی، توانایی خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن، پایداری دیواره و غشا سلولی دارند (Bradley & Min, 1992).

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که عوامل ضد میکروبی جدید مانند نانوسیلور و اسانس‌های آویشن باغی و نعنا فلفلی تأثیر مثبتی در

احتمالاً به این دلیل است که این ترکیب‌ها، عوامل ضد میکروبی بسیار مؤثری هستند که از رشد میکروبی جلوگیری کرده و مانع انسداد بافت‌های آوندی توسط باکتری‌ها می‌شوند. ذرات نانونقره (NS) به درون سلول‌ها، بافت‌ها و اندام‌ها نفوذ می‌کنند، بنابراین می‌توانند تنفس، سیستم انتقال الکترون و انتقال مواد در غشای سلولی میکروب‌ها را مختل کنند. استفاده از ترکیبات فنلی طبیعی مانند اسانس‌های گیاهی، تجمع مالون‌دی‌آلدئید (MDA) را کاهش و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) را افزایش می‌دهند. بنابراین، با توجه به اثرات نامطلوب نگهدارنده‌های شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست، اسانس‌های گیاهی می‌توانند جایگزین‌های بسیار مناسبی برای حفظ عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده باشند.

ماندگاری، حفظ خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریده ژربرا رقم رزالین دارد. با توجه به نتایج نامطلوب مواد شیمیایی نگهدارنده بر سلامت انسان و محیط زیست، اسانس‌های گیاهی از طریق افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاهش سرعت افزایش مالون‌دی‌آلدئید می‌توانند جایگزین بسیار مناسبی برای مواد شیمیایی نگهدارنده گل‌های بریده باشند.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این مطالعه، عوامل ضد میکروبی جدید مانند نانوذرات نقره (NS)، اسانس آویشن باغی و اسانس نعنا فلفلی، تأثیر مثبتی بر عمر گلجای، محتوای کلی آب (WC)، وزن تر نسبی (RFW) و جذب آب (WU) داشتند و میزان کاهش وزن (WL) و افت مواد جامد محلول (TSS) را در گل‌ها کاهش دادند. این امر

References

1. Abdel-Kader, H., & Rogers, M. N. (1985). Postharvest treatment of *Gerbera jamesonii*. In *III International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamentals*, 181, 169-176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.181.20>
2. Aghajani, N., & Jafarpour, M. (2016). Effects of pre-and postharvest treatments of silicon and rice hull ash on vase life of gerbera. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 3(1), 77-87. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2016.58164>
3. Alaey, M., Babalar, M., Naderi, R., & Kafi, M. (2011). Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase life of rose cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 61(1), 91-94. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.02.002>
4. Alt, V., Becher, T., Steinrucke, P., Wagener, M., Seidel, P., Dingeldein, E., Domann, E., & Schnettler, R. (2004). An *in vitro* assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement. *Biomaterials*, 25(18), 4383-4391. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2003.10.078>
5. Amini, S., Jafarpour, M., & Asgari, K. (2014). Effect of temporary and permanent treatments of extracts of thyme and stevia on postharvest quality of gerbera cut flowers. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 8(8), 93-98.
6. An, C., & Mou, Z. (2011). Salicylic acid and its function in plant immunity. *Journal of Integrative Plant Biology*, 53(6), 412-428. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2011.01043.x>
7. Ansari, S., Hadavi, E., Salehi, M., & Moradi, P. (2011). Application of microorganisms compared with nanoparticles of silver, humic acid and gibberellic acid on vase life of cut gerbera Good Timing. *Journal of Ornamental and Horticultural Plants*, 1(1), 27-33.
8. Arora, J. S., & Singh, K. (2002). Pre and post-harvest management of cut flowers. *Indian Horticulture*, 46: 20-23.
9. Babarabie, M., Zarei, H. & Varasteh, F. (2016). Potential of increasing the vase life and improvement of some physiological characteristics of alstroemeria cut flowers by using non-harmful compounds environmentally. *Journal of Chemical Health Risks*, 6(1), 1-8.
10. Balestra, G. M., Agostini, R., Bellincontro, A., Mencarelli, F., & Varvaro, L. (2005). Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. *Phytopathologia Mediterranea*, 44(3), 291-299. https://doi.org/10.14601/Phytopathol_Mediterr-1798
11. Bhanusree, M. R., Rao, N. H., Chandrika, M., Vinayakumari, M., Kumar, K. R., Shukla, G., & Chakravarty, S. (2015). Effect of sucrose on biochemical parameters of cut gerbera flowers (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook.) cv. Lamborgini. *Journal of Agriculture and Technology*, 2(1 & 2), 68-71.
12. Borochoy, A., & Woodson, R. (1989). Physiology and biochemistry of flower petal senescence. *Horticultural Review*, 11, 15-43. <https://doi.org/10.1002/9781118060841.ch2>
13. Boukaew, S., Prasertsan, P., & Sattayasamitsathit, S. (2017). Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. *Industrial Crops and Products*, 97, 558-566. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.005>

14. Bradley, D. G., & Min, D. B. (1992). Singlet oxygen oxidation of foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 31(3), 211-236. <https://doi.org/10.1080/10408399209527570>
15. Burt, S. (2004). Essential oils: Their antimicrobial properties and potential applications in foods: A review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
16. Chang, H., Siegel, B. Z., & Siegel, S. M. (1984). Salinity-induced changes in isoperoxidases in taro *Colocasia esculenta*. *Phytochemistry*, 23(2), 233-235. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)80308-8](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)80308-8)
17. Conner, D. E. (1993). Naturally occurring compounds. p. 441-468. In: P. M. Davidson & A. L. Branen (Eds.) *Antimicrobials in Foods*. Marcel Dekker, New York.
18. Da Silva, J. A. T. (2003). The cut flower: postharvest considerations. *Journal of Biological Sciences*, 3(4), 406-442. <https://doi.org/10.3923/jbs.2003.406.442>
19. Danaee, E., Naderi, R., Kalatejari, S., & Ladan Moghadam, A. R. (2013). Evaluation the effect of nanosilver with salicylic acid and benzyladenine on longevity of gerbera flowers. *Journal of Basic and Applied Scientific Research*, 3(8), 682-690.
20. Dareini, H., Abdos, V., & Danaee, E. (2014). Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). *European Journal of Experimental Biology*, 4(3), 276-280.
21. Ding, C. K., Wang, C. Y., & Gross, K. C. (2002). Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. *Planta*, 214(6), 895-901. <https://doi.org/10.1007/s00425-001-0698-9>
22. Dole, J. M., & Wilkins, H. F. (2006). *Floriculture: Principles & Species* (Second edition). NJ: Pearson/Prentice Hall. Upper Saddle River, U.S.A. 1023 p.
23. Dorman, H. J. D., Peltoketo, A., Hiltunen, R., & Tikkanen, M. J. (2003). Characterization of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected *Lamiaceae* herbs. *Food chemistry*, 83(2), 255-262. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00088-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00088-8)
24. Ferrante, A., Alberici, A., Antonacci, S., & Serra, G. (2007). Effect of promoter and inhibitors of phenylalanine ammonia-lyase enzyme on stem bending cut gerbera flowers. *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals*, 755, 471-476. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.755.64>
25. Furno, F., Morley, K. S., Wong, B., Sharp, B. L., Arnold, P. L., Howdle, S. M., Bayston, R., Brown, P. D., Winship, P. D., & Reid, H. J. (2004). Silver nanoparticles and polymeric medical devices: A new approach to prevention of infection. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 54(6), 1019-1024. <https://doi.org/10.1093/jac/dkh478>
26. Geng, X. M., Liu, J., Lu, J. G., Hu, F. R., & Okubo, H. (2009). Effects of cold storage and different pulsing treatments on postharvest quality of cut OT Lily 'Mantissa' flowers. *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 54, 41-45. <https://doi.org/10.5109/14035>
27. Ghaderi, G. M., Mamashloo, S., Sadeghi, M. A., & Alami, M. (2011). Evaluation of antioxidant activity, reducing power and free radical scavenging of different extract of *Artemisia annua* L. *Journal on Plant Science Researches*, 21, 46-57. (in Persian)
28. Hayat, Q., Hayat, S., Irfan, M., & Ahmad, A. (2010). Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 68(1), 14-25. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2009.08.005>
29. He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E., & Faragher, J. D. (2006). Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yu-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 41(1), 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.03.002>
30. Hoseini, S. P., & Korehpaz, S. (2015). Effect of peppermint essential oil and salicylic acid on quality and vase life of cut tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* cv. Pearl). In: *Proceedings of Dubai 2nd International Conference on "Engineering and Technology, Computer, Basic and Applied Sciences"*. 18-19 December, Dubai, UAE.
31. Ichimura, K., Kojima, K., & Goto, R. (1999). Effect of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 15(1), 33-40. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(98\)00063-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(98)00063-5)
32. In, B. C., Chang, M. K., Byoun, H. J., & Son, K. C. (2010). Effect of vase water temperature and leaf number on water relations and senescence of cut roses. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 28(4), 609-617.
33. Jalili Marandi, R., Hassani, A., Abdollahi, A., & Hanafi, S. (2011). Improvement of the vase life of cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulfate. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(20), 5039-5043.

34. Jamshidi, M., Hadavi, E., & Naderi, R. (2012). Effects of salicylic acid and malic acid on vase life and bacterial and yeast populations of preservative solution in cut gerbera flowers. *International Journal of AgriScience*, 2(8), 671-674.
35. Jiang, H., Manolache, S., Wong, A. C. L., & Denes, F. S. (2004). Plasma-enhanced deposition of silver nanoparticles onto polymer and metal surfaces for the generation of antimicrobial characteristics. *Journal of Applied Polymer Science*, 93(3), 1411-1422. <https://doi.org/10.1002/app.20561>
36. Jowkar, M. M., & Salehi, H. (2005). Effects of different preservative solutions on the vase life of cut tuberose flowers at usual home conditions. In VIII International Symposium on *Postharvest Physiology of Ornamental Plants*, 669, 411-415. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.669.54>
37. Kalembe, D. A. A., & Kunicka, A. (2003). Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Current Medicinal Chemistry*, 10(10), 813-829. <https://doi.org/10.2174/0929867033457719>
38. Kaltaler, R. E. L., & Steponkus, P. L. (1976). Factors affecting respiration in cut roses. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 101, 352-354. https://doi.org/10.21273/JASHS.101.4.352?urlappend=%3Futm_source%3Dresearchgate.net%26utm_medium%3Darticle
39. Kazem Alvandi, R., Sharifan, A., & Aghazadeh Meshghi, M. (2011). Study of chemical composition and antimicrobial activity of peppermint essential oil. *Journal of Comparative Pathobiology Iran*, 353-363. (In Persian).
40. Kazemi, S., Hassanpour Asil, M., & Ghasemnezhad, M. (2014). Physiological effects of some essential oils in comparison with 8-hydroxyquinoline in cut lisianthus flowers (*Eustoma grandiflorum* L.). *Iranian Journal of Horticultural Science*, 45(2), 185-195. (in Persian). <https://doi.org/10.22059/ijhs.2014.51960>
41. Kilic, T., & Cetin, E. S. (2014). Determination of the effects of sage and balm extracts on vase life in gerbera cv. Rosalin. *Tarum Bilimleri Arasturma Dergisi*, 7(2), 13-15.
42. Knee, M. (2000). Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biology and Technology*, 18(3), 227-234. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(99\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(99)00074-5)
43. Liu, J. P., He, S. G., Zhang, Z. Q., Cao, J. P., Lv, P. T., He, S. D., Cheng, G. P., & Joyce, D. C. (2009). Nanosilver pulse treatments inhibit stem end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biology and Technology* 54, 59-62. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.05.004>
44. Loubaud, M., & Van Doorn, W. G. (2004). Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astilbe* and *Viburnum*. *Postharvest Biology and Technology*, 32(3), 281-288. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.12.004>
45. Mates, J. M., Perez-Gomez, C., & De Castro, I., N. (1999). Antioxidant enzymes and human diseases. *Clinical biochemistry*, 32(8), 595-603. [https://doi.org/10.1016/S0009-9120\(99\)00075-2](https://doi.org/10.1016/S0009-9120(99)00075-2)
46. Mehdikhah, M., Onsinejad, R., Ilkaee, M. N., & Kaviani, B. (2016). Effect of salicylic acid, citric acid and ascorbic acid on post-harvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. *Journal of Ornamental Plants*, 6(3), 181-191.
47. Mortazavi, N., Naderi, R., Khalighi, A., Babalar, M., & Allizadeh, H. (2007). The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 5(3&4), 311-313.
48. Motaghayer, M. S., & Esna-Ashari, M. (2009). Effect of different concentrations of four preservative solutions on tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flower vase-life. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 3(1), 59-61.
49. 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.
50. Nazari Deljou, M. J., Pour Youssef, M., Karamian, R., & Jaberian Hamedani, H. (2012). Effect of cultivar on water relations and postharvest quality of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) cut flower. *World Applied Science Journal*, 18(5), 698-703.
51. Nikolić, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. C., Calhelha, R. C., Fernandes, Â., Marković, T., Marković, D., Giweli, A., & Soković, M. (2014)a. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. *Industrial Crops and Products*, 52, 183-190. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.10.006>
52. Nikolić, M., Jovanović, K. K., Marković, T., Marković, D., Gligorićević, N., Radulović, S., & Soković, M. (2014)b. Chemical composition, antimicrobial, and cytotoxic properties of five Lamiaceae essential oils. *Industrial Crops and Products*, 61, 225-232. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.07.011>
53. Nowak, J., & Rudnicki, R. M. (1990). Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants. Timber Press, Oregon, U.S.A. 210 p.
54. Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324-349. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2004.06.010>

55. Paull, J., & Lyons, K. (2008). Nanotechnology: The next challenge for organics. *Journal of Organic Systems*, 3(1), 3-22.
56. Perik, R. R., Razé, D., Harkema, H., Zhong, Y., & Van Doorn, W. G. (2012). Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. *Postharvest Biology and Technology*, 74, 11-18. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.06.009>
57. Prashanth, P., Sekhar, R. C., & Reddy, K. C. S. (2010). Influence of floral preservatives on scape bending, biochemical changes and postharvest vase life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook.). *Asian Journal of Horticulture*, 5(1), 1-6.
58. Rai, M., Yadav, A., & Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. *Biotechnology Advances*, 27(1), 76-83. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.09.002>
59. Reddy, B. S., & Singh, K. (1996). Effects of aluminium sulphate and sucrose on vase life of tuberose. *Journal-Maharashtra Agricultural Universities*, 21, 201-203.
60. Rios-Gonzalez, K., Erdei, L., & Lips, S. H. (2002). The activity of antioxidant enzymes in maize and sunflower seedlings as affected by salinity and different nitrogen sources. *Plant Science*, 162(6), 923-930. [https://doi.org/10.1016/S0168-9452\(02\)00040-7](https://doi.org/10.1016/S0168-9452(02)00040-7)
61. Saghzadeh, F., Khodadadi, M., & Mobasser, H. R. (2014). Effects of different concentrations of plant chemicals on vase life of rose varieties Utopia. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 3(2), 152-154.
62. Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., & Naderi, R. (2009). Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Dune) flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 155-158. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.04.003>
63. Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. U.S.A. 690 P.
64. Tehranifar, A., Vahdati Mashhadian, N., Selahvarzi, Y., & Bayat, H. (2013). Treatment with salicylic acid extends the vase life of important commercial cut flowers. *Advanced Crop Science*, 3(6), 405-413.
65. Turkan, I., Bor, M., Ozdemir, F., & Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. *Plant Science*, 168(1), 223-231. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.07.032>
66. Vahdati Mashhadian, N., Tehranifar, A., Bayat, H., & Selahvarzi, Y. (2012). Salicylic and citric acid treatments improve the vase life of cut chrysanthemum flowers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 14(4), 879-887. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.16807073.2012.14.4.8.4>
67. Van Doorn, W. G. (2001). Role of soluble carbohydrates in flower senescence: A survey. *Acta Horticulturae*, 543, 179-183. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.543.21>
68. Van Ieperen, W., Van Meeteren, U., & Nijse, J. (2002). Embolism repair in cut flower stems: A physical approach. *Postharvest Biology and Technology*, 25(1), 1-14. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00161-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00161-2)
69. Van Meeteren, U. (1978.) Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. I. The cause of stem break. *Scientia Horticulturae*, 8(1), 65-74. [https://doi.org/10.1016/0304-4238\(78\)90071-7](https://doi.org/10.1016/0304-4238(78)90071-7)
70. Van Son, N. (2007). Response of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) varieties to micro-propagation. Master of Science Thesis in Horticulture (Agriculture). University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.
71. Ziyaei Movahed, Z., Kafi, M., Khalighi, A., Azizi, M., & Sharifi, R. (2010). Investigation of the possibility in replacing natural ingredients (essential oil and extracts of Australian Cheesewood) instead of antibacterial chemicals ingredients in preservative solution of the Gerbera cut flower. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 41, 337-345 (In Persian).