



Survey the effect of genetic diversity and elicitors foliar spraying on improvement of physio-biochemical characteristics affecting the vase life of rose cut flowers

Azar Hosseini-Bahri ¹ , Jafar Ahmadi² , Sepideh Kalatejari ²

1. Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran. Email: azar7959@gmail.com
2. Corresponding author, Department of Genetics and Plant Breeding, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Imam Khomeini International University, Qazvin, Iran, Email: ahmadi.j@eng.ikiu.ac.ir, njahmadi910@yahoo.com
3. Department of Horticultural Sciences and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Email: kalatejari@srbiau.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 11 June 2024

Received in revised form: 23 November 2024

Accepted: 5 January 2024

Published online: Spring 2025

Keywords:

Calcium chelate,
Flower life,
Rose varieties,
Seaweed,
Silver nanoparticles.

ABSTRACT

The short life of roses cut flowers causes a decrease in the quality and marketability of these flowers. This decrease in quality is a result of physiological and biochemical changes that occur during pre and post harvesting in the life cycle of roses. This research was conducted in order to investigate the effect of biotic and abiotic elicitors, including seaweed extract (1, 2 and 3 gL⁻¹), calcium chelate (1.5, 2.5 and 3.5 gL⁻¹), and silver nanoparticles (2.5, 5 and 10 mgL⁻¹), to improve the physiological and biochemical characteristics effective in vase life of cut-flowers in four Dutch roses cultivars. The experiment was performed as factorial based on completely randomized design with four replications. The results of variance analysis showed that the main effects of cultivars and elicitors as well as their interaction were significant ($P \leq 0.01$) for all traits: carbohydrates content, proline, electrolyte leakage, transpiration, the amount of ethylene, bacterial population, and vase life. Utilizing the specified elicitors resulted in a significant reduction in the levels of proline, carbohydrate, electrolyte leakage, transpiration, ethylene, and bacterial population, with the longest vase life recorded at a concentration of 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles. The lowest proline content (2.69 $\mu\text{mol g}^{-1}$ of fresh weight) and electrolyte leakage (18.68%) was observed in 'Samurai' cultivar with the application of 3.5 gL⁻¹ of calcium chelate, and 10 mgL⁻¹ of silver nanoparticles, respectively. Utilizing 2.5 mgL⁻¹ silver nanoparticles resulted in the lowest transpiration rate, exhibiting an 18.18% reduction in transpiration compared to the control treatment. The highest ethylene was observed in control treatment and the lowest was related to the treatment of 3.5 gL⁻¹ calcium chelate, reflecting 52.43% reduction compared to the control. The lowest bacterial population was obtained in the 'Samurai' cultivar, when treated with 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles. Additionally, the longest vase life was recorded for the 'Samurai' cultivar treated with 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles, lasting 15.75 days, whereas the 'Delsoita' cultivar exhibited the shortest vase life of 6.82 days under the control treatment. In conclusion, the application of 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles is recommended as an effective elicitor to increase the vase life of rose cut flowers.

Cite this article: Hosseini-Bahri, A., Ahmadi, J. & Kalatejari S. (2025). Survey the effect of genetic diversity and elicitors foliar spraying on improvement of physio-biochemical characteristics affecting the vase life of rose cut flowers. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 56 (1), 125-151. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.377807.2182>



© The Author(s).

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.377807.2182>

Publisher: The University of Tehran Press.

Extended Abstract

Introduction

By devoting more than a third of the production of cut flowers to itself, roses have the world's first cut flower production, and the highest business value. The short life of roses cut flowers causes a decrease in the quality and marketability of these flowers. This decline in quality is attributed to physiological and biochemical changes during pre-harvest and post-harvest stages of the rose life cycle. The objective of this research was to explore the beneficial effects of biotic and abiotic elicitors in inducing effective physiological and biochemical changes that enhance the longevity of cut flowers of various rose cultivars. Additionally, the study aimed to survey the genetic diversity among four Dutch rose cultivars in response to the elicitors applied.

Materials and methods

This research was conducted as a factorial experiment based on a completely randomized design with four replications. The research examined two factors: the cultivar factor in four levels ('Samurai', 'Avalanche', 'Angelina' and 'Delsovita') and the elicitors factor, which comprised ten levels (control, seaweed extract (1, 2 and 3 gL⁻¹), calcium chelates (1.5, 2.5 and 3.5 gL⁻¹), silver nanoparticles (2.5, 5 and 10 mgL⁻¹)). The elicitors treatment was applied through foliar spraying for one and a half months. Foliar spraying by distilled water was utilized for the control treatment. The cut flowers with stem length of 40 cm were placed at room temperature (20 ± 2 °C), with a relative humidity of 60%, light intensity of 14 μmol/m²/s and a photoperiod of 12 hours. Finally, the various traits, including carbohydrates content, proline content, electrolyte leakage, ethylene production, bacterial population, transpiration rate, and the flower vase life were measured.

Results and Discussion

The results of analysis of variance indicated that both the main effects of cultivars and elicitors, as well as their interaction effect, were significant at the probability level of 1% for all the studied physiological and biochemical characteristics. The lowest carbohydrate content was 58.21 and 57.9 mgg⁻¹ of dry weight in the 'Samurai' variety, which was observed under the treatments of 3 gL⁻¹ seaweed extract and 10 mgL⁻¹ of silver nanoparticles, respectively. Furthermore, the application of elicitors led to a reduction in proline content compared to the control, with the minimum proline content being 2.69 and 2.72 μmolg⁻¹ of fresh weight observed in the treatments of 3 gL⁻¹ of seaweed and 3.5 gL⁻¹ of calcium chelate, respectively. The maximum amount of proline was 3.98 μmolg⁻¹ of fresh weight in the control treatment. Using the elicitors resulted in a decrease in electrolyte leakage compared to the control treatment, with the lowest electrolyte leakage was observed at 27.67% in the treatment of 5 mgL⁻¹ silver nanoparticles, while the control treatment exhibited the highest electrolyte leakage at 39.5%. Furthermore, the application of elicitors led to a reduction in the transpiration rate relative to the control, so that the minimum transpiration rate (0.27 mLh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was related to the treatment of 2.5 mgL⁻¹ silver nanoparticles, and the maximum transpiration rate (0.33 mLh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was related to the control. This indicated an 18.18% reduction in transpiration when silver nanoparticles were utilized compared to control. The amount of ethylene decreased with the application of elicitors compared to the control, so that the highest amount of ethylene (38.85 nanoLh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) observed in control treatment. In contrast the lowest ethylene (18.48 nanoLh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was obtained in treatment of 3.5 gL⁻¹ calcium chelate, which indicates a reduction of 52.43% of ethylene compared to the control. All employed elicitors decreased the bacterial population in rose cut flowers; the treatments with 5 and 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles recorded the lowest bacterial populations at 3.09 and 3.06 log₁₀ CFU/mL⁻¹, respectively, while the control treatment had the highest bacterial population at 8.39 log₁₀ CFU/mL⁻¹. Additionally, all used elicitors increased the vase life of rose cut flowers, the 'Samurai' cultivar treated with 10 mgL⁻¹ silver nanoparticles exhibited the longest vase life of 15.75 days, whereas the Delsoita cultivar in the control treatment had the shortest vase life of 6.82 days.

Conclusion

The results indicated that the 'Samurai' cultivar was better than other cultivars regarding the evaluated physiological characteristics that contribute to extending the vase life of rose cut flowers. It exhibited lower levels of carbohydrates, electrolyte leakage, transpiration and ethylene. Additionally, it was noted that the elicitors applied were effective in diminishing the amount of carbohydrates, proline, electrolyte leakage, transpiration, ethylene and bacterial population in rose cut flowers of different cultivars. Finally, 10 mgL⁻¹ of silver nanoparticles were identified as an effective elicitor for enhancing the vase life of rose cut flowers.

Author Contributions

Hosseini-Bahri A., Ahmadi, J. and Kalatejari S. conceived and planned the experiments. Hosseini-Bahri A. carried out the experiments, laboratory work and data collection. Hosseini-Bahri A., Ahmadi, J. contributed to data analysis, interpretation of data, and drafting the manuscript. All authors provided critical feedback and helped shape the research, analysis and manuscript.

Data Availability Statement

All data supporting the findings of this study are available within the paper and the datasets during the current study are available on request from the authors.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Imam Khomeini International University for the financial support of this research.

Ethical considerations

This article does not contain any studies involving human and animal subjects.

Conflict of interest

On behalf of all authors, the corresponding author declares that there is no conflict of interest.



بررسی تأثیر تنوع ژنتیکی و محلول پاشی محرک‌ها بر بهبود خصوصیات فیزیو-بیوشیمیایی موثر بر ماندگاری گل شاخه بریده رز

آذر حسینی بحری^۱ | جعفر احمدی^۲ | سپیده کلاته جاری^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه ژنتیک و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. رایانامه:

azar7959@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، گروه ژنتیک و به نژادی گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران. رایانامه:

ahmadi.j@eng.ikiu.ac.ir

۳. گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. kalatejari@srbiau.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۹/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۱۶ تاریخ انتشار: بهار ۱۴۰۴ کلیدواژه‌ها: ارقام رز، جلبک دریایی، کلاته کلسیم، عمر گل، نانوذرات نقره.	عمر کوتاه گل‌های شاخه بریده رزها موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی این گل‌ها می‌شود. این کاهش کیفیت برآیندی از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در طول چرخه حیاتی قبل و پس از برداشت گل‌های رز می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی اثرات مفید محرک‌های زیستی و غیرزیستی، شامل عصاره جلبک دریایی (۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر)، کلات کلسیم (۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر) و نانوذرات نقره (۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر) بر ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر بر ماندگاری گل‌های شاخه بریده چهار رقم گل رز هلندی و نیز اثر تنوع ژنتیکی در پاسخ به این محرک‌ها انجام شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. با تجزیه واریانس داده‌ها، اثرات جداگانه ارقام و محرک‌ها و همچنین اثر متقابل ارقام × محرک‌ها در سطح احتمال یک درصد برای صفات میزان کربوهیدرات، پرولین، نشأت الکترولیت، تعرق، اتیلن، جمعیت باکتریایی و عمر گلجایی معنی دار گردید. با کاربرد محرک‌ها میزان پرولین، کربوهیدرات، نشأت الکترولیتی، تعرق، اتیلن و جمعیت باکتریایی نسبت به شاهد کاهش نشان دادند و حداکثر عمر گلجایی با تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بدست آمد. کمترین میزان پرولین (۲/۶۹ میکرومول بر گرم وزن تر) و نشأت الکترولیت (۱۸/۶۸ درصد) در رقم سامورایی به ترتیب با مصرف ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره مشاهده شد. حداقل تعرق مربوط به تیمار ۲/۵ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره با کاهش ۱۸/۱۸ درصدی تعرق نسبت به شاهد بود. بیشترین مقدار اتیلن مربوط به شاهد و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم (کاهش ۵۲/۴۳ درصدی نسبت به شاهد) بود. کمترین جمعیت باکتریایی در رقم سامورایی با تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بدست آمد. بیشترین و کمترین عمر گلجایی به ترتیب در رقم سامورایی با تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره (۱۵/۷۵ روز) و رقم دلسویتا (۶/۸۲ روز) با تیمار شاهد مشاهده شد. در جمع‌بندی نهایی ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره به عنوان محرک مناسب در افزایش طول عمر و ماندگاری گل شاخه بریده رز معرفی گردید.

استناد: حسینی بحری، آذر؛ احمدی، جعفر و کلاته جاری، سپیده (۱۴۰۴). بررسی فیتوشیمیایی گیاه دارویی ناجورچترک (*Anisoscadium orientale* DC.).

گیاهی ارزشمند با پتانسیل‌های دارویی و غذایی. نشریه علوم باغبانی ایران، ۵۶ (۱)، ۱۵۱-۱۲۵. DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.377807.2182>



© نویسندگان.

DOI: <https://doi.org/10.22059/ijhs.2025.377807.2182>

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

مقدمه

پرورش گل ها و گیاهان زینتی از فعالیت هایی است که در جهان امروز به سرعت در حال گسترش می باشد. رزها به خاطر داشتن عادات رشد متنوع، شکل دلپسند، تنوع در اندازه و شکل گل، رنگ های جذاب، عطر مطبوع و رقم های بسیار، توجه زیادی را به خود جلب کرده است. گل رز با اختصاص بیش از یک سوم تولید گل شاخه بریده به خود، در مقام نخست تولید گل های شاخه بریده جهان، بیشترین تجارت را به خود اختصاص داده است. عمر گل های این گیاه بسته به نوع آن بین ۲ تا ۴ هفته می باشد و گلی محبوب و دوست داشتنی برای استفاده به صورت انواع دسته گل، سبد گل و حتی تاج گل می باشد. همچنین پرورش گل رز تنها برای لذت بردن از زیبایی این گل نیست بلکه از این گل برای عطرسازی، تهیه چای، مربا و بسیاری مواد خوراکی دیگر استفاده می شود (In et al., 2016).

گل های شاخه بریده به ویژه گل رز به دلیل سطح تعرق بیشتر، سریعتر آب خود را از دست داده و پلاسیده می شوند. قطع پیوستگی ستون آب در آوندها با هوا، آلودگی باکتریایی و کیفیت پایین آب از مهم ترین عوامل دخیل در کاهش جذب آب توسط ساقه گل دهنده طی دوره پس از برداشت می باشند. در گل های رز هنگامی که گل ها در مرحله غنچه هستند، میزان اتیلن کمی تولید می کنند ولی بتدریج با باز شدن گلبرگ ها از خارج به داخل میزان اتیلن افزایش یافته و در گل های کاملاً باز همزمان با پیری میزان اتیلن به حداکثر خود می رسد. اتیلن اثر منفی بر گل های بریده داشته و قرار گرفتن محصولات در معرض اتیلن باعث فعال شدن مسیر بیوشیمیایی می شود که سرانجام منجر به افزایش اتیلن داخلی در گونه های حساس می گردد. اتیلن در گیاهان زینتی به دلیل تحریک فرآیند پیری و بلوغ، عموماً به عنوان یک عامل منفی به شمار می رود (Reid & Jiang, 2012; Dung et al., 2016; Bayat & Aminifard, 2017). تجمع پرولین یکی دیگر از شاخص های بیوشیمیایی در زمان پیری است، همچنین در گیاهان تحت تنش میزان پرولین سریعتر از سایر اسید آمینه ها افزایش می یابد (Dabasis et al., 2007). سایر تغییرات ضمن پیری گلبرگ ها شامل افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، نشت محتویات واکوئل، تغییر کربوهیدرات گلبرگ ها، افزایش فعالیت آنزیم های اسید فسفاتاز، ریبونوکلاز، تغییر شکل پروتئین ها، متابولیسم دیواره سلولی و افزایش میزان رادیکال های آزاد اکسیژن می باشد (Sood et al., 2006; Abdolmaleki et al., 2015). گزارش های زیادی در خصوص بهبود عمر گلجایی و کیفیت گل های شاخه بریده با کاربرد مواد نگهدارنده مختلف در آب وجود دارد که منجر به تعویق افتادن پیری گل شاخه بریده می شود. این نگه دارنده ها معمولاً حاوی مواد میکروب کش، تنظیم کننده های رشد و مهارکننده های سنتز اتیلن، اسید آسبازیک و کربوهیدرات ها هستند که برای افزایش عمر گل های شاخه بریده ضروری هستند (Banjaw, 2017).

معمولاً عمر گلجایی گل های شاخه بریده رز کوتاه بوده و با علائمی مانند پژمردگی گلبرگ ها و برگ ها و خمیدگی گردن گل مشخص می شود (Jyoti & parinder, 2021). امروزه توانایی نگهداری گل های شاخه بریده یک ضرورت در امر بازاریابی و صادرات بوده و طول عمر گل مهم ترین شاخص تعیین ارزش گل می باشد (Horbe & Yamad, 2017). با توجه به اینکه عمر کوتاه گل های شاخه بریده رز موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی آنها می شود و این کاهش کیفیت برآیندی از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در طول چرخه حیاتی قبل و پس از برداشت گل های رز می باشد، بدین منظور در این مطالعه تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در افزایش عمر گلجایی گل های شاخه بریده ارقام رز هلندی 'دلسویتا'، 'سامورایی'، 'آوالانچ' و 'انجلینا' با تیمارهای محرک عصاره جلبک دریایی، کلات کلسیم و نیترات نقره مقایسه و بررسی شدند.

پیشینه پژوهشی

تولید اتیلن معمولاً باعث زردی برگ ها، ریزش گل ها و گلبرگ ها، باز شدن ناهنجار و نامنظم گل ها و سرانجام مرگ سریع تر گل های شاخه بریده می شود (Liue et al., 2018). همچنین، اتیلن باعث خمیدگی گلبرگ ها به طرف پایین و قهوه ای شدن آنها شده و به شدت از کیفیت و بازارپسندی گل ها می کاهد (Azuma et al., 2020). برای کاهش اثرهای زیان آور اتیلن، از ترکیبات بازدارنده تولید اتیلن یا عمل اتیلن استفاده می شود (Reid & Jiang, 2012). کلسیم یکی از عناصری است که

با به تأخیر انداختن پیری و بهبود کیفیت نگهداری گل‌های شاخه بریده، نقش مهمی در عمر پس از برداشت آن‌ها دارد و این عمل را با تأثیر در مسیر تولید اتیلن انجام می‌دهد. همچنین، این عنصر با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده سلول، مانند پلی‌گالاکتروناز سبب افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌شود (Halevy et al., 2001). کلسیم در سنتز اتیلن در گیاه نقش باز دارنده ایفا می‌کند که علت آن را نقش کلسیم در تعادل غشای سلولی می‌دانند، در واقع کلسیم تبدیل پیش ماده آمینوسیکلوپروپان کربوکسیلات (ACC) به اتیلن را به وسیله آنزیم‌های محدودکننده غیراختصاصی در غشای سلولی کاهش می‌دهد. مطالعات نشان داده است که غلظت‌های کلسیم بالا مانع از سنتز اتیلن می‌شود اما غلظت‌های پایین در سنتز آن‌ها اثری ندارند. نتایج مشابهی در گل رز نیز مشاهده شده است و کمبود کلسیم، تولید اتیلن را افزایش می‌دهد (Ahmad & Rab, 2020). یکی از راه‌های خنثی کردن اثر اتیلن استفاده از مسدودکننده‌های گیرنده اتیلن است. یون‌های نقره، یکی از مهارکننده‌های فعالیت اتیلن می‌باشند، به طوری که استفاده از یون‌های نقره به عنوان مهارکننده فعالیت اتیلن از دهه ۸۰ میلادی گزارش شده است (Krause et al., 2021).

ذرات نانو نقره این امکان را فراهم می‌کنند که با کمترین غلظت خاصیت ضد میکروبی بسیار قوی را از فلز نقره به دست آورد (ایران‌شاهی و همکاران، ۱۳۹۵). نانو ذرات نقره خاصیت ضد میکروبی بسیار بالایی دارد و به علت داشتن سطح تماس بالا که منجر به تماس بهتر با باکتری‌ها می‌شود، نقش مؤثری در کنترل آلودگی‌های باکتریایی و جلوگیری از آلودگی باکتریایی انتهای ساقه دارند (Park et al., 2005; Lok et al., 2007; Rai et al., 2009). مطالعات میکروسکوپ الکترونی از مقاطع ساقه نشان داده که حضور نانو ذرات نقره باعث کاهش و جلوگیری از رشد میکروب‌ها در انتهای ساقه شده و با جلوگیری از انسداد آوندی در این محل، موجب افزایش ماندگاری گل‌ها می‌شود. محققان طی پژوهشی دریافتند که نانوذرات نقره باعث افزایش عمر ماندگاری و بهبود کیفیت فیزیولوژیک و مورفولوژیک گل‌های شاخه بریده ژربرا می‌شود. در این مطالعه بر خاصیت ضد میکروبی نانوذرات نقره تأکید و عنوان شده است که نانوذرات نقره از طریق این خاصیت موجب کاهش انسداد آوندی، افزایش جذب آب و در نهایت کاهش تنش آبی می‌شود (Solgi et al., 2009).

در آزمایشی کاربرد نانوذرات نقره در گل شاخه بریده رز موجب افزایش طول عمر پس از برداشت و کاهش تعداد باکتری در انتهای ساقه شد (اورعی و همکاران، ۱۳۹۳). در پژوهشی دیگر گل‌های شاخه بریده رز رقم فول هاوس با غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام نانوذرات نقره به مدت یک ساعت تیمار شدند. طبق نتایج حاصله، تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام موجب تعویق پیری گل‌های بریده رز شد. همچنین، محتوای کربوهیدرات محلول گلبرگ و برگ روند نزولی داشتند. بنابراین، تیمار نانوذرات نقره ۵۰ پی‌پی‌ام برای افزایش طول عمر گل بریده رز رقم فول هاوس توصیه گردید (حسین زاده و همکاران، ۱۳۹۳).

عصاره جلبک‌های دریایی حاوی عناصر کم مصرف، فیتوهورمون‌ها، ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و پپتیدهاست (Nabti et al., 2017)، که ظرفیت سنتز مواد هورمونی، افزایش مقاومت در برابر بیماری‌های زیستی و فیزیولوژیکی، افزایش عطر، طعم، رنگ، حفظ کیفیت میوه، افزایش سطح قند و بالابردن ارزش غذایی در گیاهان را دارد. از طرف دیگر، خاصیت ضد میکروبی در عصاره جلبک دریایی جنس *Ulva* مشاهده شده است (Rebecca et al., 2012). گزارش شده است که مواد تنظیم کننده موجود در عصاره جلبک دریایی، مانند جیبرلین‌ها، اکسین‌ها و بتائین‌ها بر طویل شدن سلول، تمایزیابی سلول و تقسیم سلول اثر می‌گذارند (Khan et al., 2009).

از آنجا که کلسیم در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های بریده نقش بسیار مؤثری دارد، توصیه شده است که از ترکیب‌های کلسیم‌دار در محلول‌های نگهدارنده گل‌های بریده استفاده شود (Kader & Lindberg, 2010). در پژوهشی اثر تغذیه کلسیم بر عمر پس از برداشت گل مریم بررسی و بیشترین عمر پس از برداشت با محلول پاشی نانوکلات کلسیم به دست آمد (نظری و همکاران، ۱۳۹۸). گزارش شده است که که افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی در رزهای بریدنی سبب بهبود عمر پس از برداشت می‌شود (سوری و مهدوی، ۱۳۹۴). استفاده از نانوذرات نقره در افزایش طول عمر گل توسط محققان مختلف گزارش

شده است. رستگار و زارعی (۱۳۹۶) در تحقیقی افزایش طول عمر گلجایی ژربرا با استفاده از نانوذرات نقره را نشان دادند. کاربرد یک میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره در گل شاخه بریده مریم نیز منجر به افزایش عمر پس از برداشت (۲/۸۷ روز) نسبت به شاهد شد (امانی بنی و همکاران، ۱۳۹۳). همچنین، محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بهبود عمر پس از برداشت گل های لیلیوم را نشان داده است. بیشترین عمر پس از برداشت گل ها (۱۶ روز) در محلول پاشی عصاره جلبک دریایی و کمترین (۳/۵ روز) در تیمار شاهد گزارش شده است (جعفری برزانی و همکاران، ۱۳۹۸).

روش شناسی پژوهش

این تحقیق به منظور بررسی اثرات مفید محرک های زیستی و غیرزیستی از نظر ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در ماندگاری گل های شاخه بریده ارقام رز و نیز بررسی تنوع ژنتیکی در پاسخ به محرک های مورد استفاده در چهار رقم گل رز هلندی اجرا گردید. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. دو فاکتور اصلی اعمال شده در این پژوهش عبارت بودند از: فاکتور رقم در چهار سطح (ارقام 'دلسویتا'، 'سامورایی'، 'اولانچ' و 'انجلینا') و فاکتور محرک های زیستی و غیرزیستی در ده سطح (شاهد، عصاره جلبک دریایی (۱، ۲ و ۳ گرم در لیتر)، کلات کلسیم (۱/۵، ۲/۵ و ۳/۵ گرم در لیتر)، نانوذرات نقره (۲/۵، ۵ و ۱۰ میلی گرم در لیتر)).

این آزمایش در یک گلخانه تجاری در شهرستان ملارد واقع در استان تهران، در سال ۱۳۹۱ انجام شد. قلمه های رز خریداری شده از شرکت لکس هلند به گلخانه هیدروپونیک مجهز به سیستم مکانیزه با میانگین دمای روزانه ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس و دمای شبانه ۱۶ تا ۱۸ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ تا ۵۵ درصد منتقل شدند. بستر کشت در گلدان های یونولیتی به ابعاد ۴۰×۱۰۰ سانتی متر و ارتفاع ۲۰ سانتی متر با محتوای بستر کشت هیدروپونیک شامل کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۲ آماده شد و قلمه ها با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع به گلدان ها منتقل شدند. در هفته اول، آبیاری با آب تصفیه شده با شوری ۳۰۰ میکروزیمنس در سانتی متر (pH=7) به میزان هر بوته ۱/۵ لیتر در روز و سه مرحله تغذیه ریشه با کود ریشه زا (کود بیورادیکانت حاوی عناصر آهن، نیتروژن، منگنز، روی، بر، مولیبدن و غنی از اسید آمینه های تربیتوفان، متیونین و اسید گلوتمیک) جهت ریشه دوانی انجام شد. در هفته های بعد طبق فرمول غذایی شرکت وارد کننده، کود کامل و ریزمغذی ها (فرمول کودی در ۱۰۰۰ لیتر آب شامل ۷۵۰ گرم نیترات کلسیم، ۴۵ گرم نیترات آمونیوم، ۳۲ گرم کلات آهن، ۲۸۰ گرم نیترات پتاسیم، ۵۰ گرم سولفات پتاسیم، ۱۰۰ گرم نیترات منیزیم، ۱۵۰ گرم سولفات منیزیم، ۱۶۰ گرم مونوفسفات پتاسیم، ۲/۵ گرم کلات روی، ۲ گرم کلات منگنز، ۰/۲ گرم کلات مس و ۰/۵ گرم مولیبدات سدیم) به نسبت مورد نیاز هر بوته به صورت آبیاری روزانه یک لیتر در ۷ مرحله انجام شد و این روند با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و نیاز روزانه بوته مدیریت گردید. پس از یک ماه و نیم غنچه ها ظاهر شدند و در این مرحله به منظور تقویت بوته و رسیدن به شاخه تجاری اقدام به غنچه گیری شد. زمان انجام بندینگ (خم کردن شاخه) ۲ ماه بعد از کاشت بوته صورت پذیرفت و پس از بندینگ، شاخه های با کیفیت و با قطر مناسب تا ارتفاع یک متر رشد کردند. اعمال تیمار محرک های زیستی و غیرزیستی مورد آزمایش به صورت محلول پاشی در همین مدت یک ماه و نیم صورت پذیرفت. محلول پاشی به صورت مه پاشی به مدت یک ماه و نیم و هر هفته یکبار انجام شد. محلول پاشی روی برگ ها به گونه ای انجام شد که محلول از نوک آن ها چکه کند. برای تهیه محلول در غلظت های مورد نظر، نیترات کلسیم از شرکت مرک آلمان، جلبک دریایی با نام تجاری آلگ لاین شرکت صفاتریم ترکیه و نانوذرات نقره از شرکت نانوسید در تهران تهیه گردید. محلول پاشی تیمار شاهد نیز با آب مقطر انجام گردید. گل های شاخه بریده رز در مرحله برداشت تجاری، برداشت و به سالن نگهداری گل ها در همان گلخانه منتقل شدند. گل های شاخه بریده با طول ۴۰ سانتی متر در چهار تکرار و هر تکرار شامل سه شاخه برداشت و به ظروف شیشه ای ۳۵۰ میلی لیتری حاوی آب مقطر انتقال یافتند. گل های شاخه بریده در دمای اتاق (۲۰±۲ درجه سلسیوس)، رطوبت نسبی ۶۰ درصد با شدت نور ۱۴ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه و دوره نوری ۱۲ ساعت قرار گرفتند و ۴۸ ساعت پس از برداشت صفات فیزیولوژیکی - بیوشیمیایی آنها مورد اندازه گیری قرار گرفت.

اندازه‌گیری نشت یونی (نشت الکترولیت)

جهت اندازه‌گیری پایداری غشای سلولی، ۱۰ قطعه برگ یک سانتی‌متر مربعی از هر تیمار تهیه و داخل فالکن‌های ۵۰ میلی‌لیتری حاوی ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. سپس فالکن‌ها در دمای اتاق روی شیکر قرار داده شد و بعد از ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی، هدایت الکتریکی (EC1) آن‌ها اندازه‌گیری شد. فالکن‌های حاوی نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس با فشار یک اتمسفر اتوکلاو و بعد از سرد شدن نمونه‌ها تا دمای اتاق، مجدداً هدایت الکتریکی (EC2) آنها اندازه‌گیری و میزان نشت یونی از طریق رابطه ۱ محاسبه گردید (Saini et al., 2001).
رابطه ۱) $(\text{هدایت الکتریکی ثانویه} / \text{هدایت الکتریکی اولیه}) = \text{درصد نشت الکترولیت} \times 100$

پرولین

میزان پرولین برگ با روش Bates et al. (1973) اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان پرولین، ۰/۵ گرم بافت تازه برگ داخل هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر اسیدسولفوسالسیلیک در شرایط سرد (روی یخ) هموژن شد. دو میلی‌لیتر از محلول صاف شده فوق به همراه ۲ میلی‌لیتر از معرف نین‌هیدرین و ۲ میلی‌لیتر اسیداستیک در یک فالکون به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سلسیوس در حمام آب گرم (بن‌ماری) قرار گرفت. لوله‌های آزمایش از بن‌ماری خارج و در فریزر قرار گرفت، سپس به محلول واکنش ۴ میلی‌لیتر تولوئن اضافه و به مدت سه ثانیه به هم زده شد تا تولوئن با پرولین واکنش دهد (محلول دو لایه می‌شود، لایه بالا صورتی و لایه پایین بی‌رنگ). از نمونه برداشته و داخل کوت ریخته شد، سپس میزان جذب محلول لایه بالایی با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۳ نانومتر قرائت گردید و میزان پرولین در گرم وزن تر نمونه محاسبه گردید.

غلظت قندهای محلول (کربوهیدرات)

در ابتدا برای رسم منحنی استاندارد قند کل از محلول یک میلی‌گرم گلوکز در یک میلی‌لیتر آب استفاده شد. پس از تهیه محلول گلوکز، سربهای رقیق گلوکزی تهیه و میزان جذب آنها با اسپکتروفتومتر خوانش و سپس منحنی استاندارد تهیه گردید. برای اندازه‌گیری غلظت قند نمونه‌ها، از ۰/۱ گرم نمونه خشک شده در آون، با دمای ۶۰ درجه سلیوس و به مدت ۴۸ ساعت، استفاده شد. استخراج نشاسته از بافت هر نمونه با استفاده از روش هیدرولیز اسیدی با اسید پرکلریک انجام و در نهایت با افزودن آنترون میزان جذب هر نمونه با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۵ نانومتر قرائت شد، سپس به کمک منحنی استاندارد مقدار قند هر نمونه بر حسب میلی‌گرم در گرم بافت خشک محاسبه گردید (Saini et al., 2001).

میزان تولید اتیلن

برای این منظور گل مربوط به هر تیمار از ساقه جدا شد و بعد از وزن کردن در داخل شیشه‌های ۲۵۰ میلی‌لیتری قرار گرفت. شیشه‌های حاوی نمونه به مدت ۲ ساعت در دمای ۲۲ درجه سلسیوس به منظور تولید اتیلن نگهداری شدند. در نهایت میزان اتیلن تولید شده با کمک دستگاه گاز کروماتوگرافی GC-8 AIT مدل شیمادزو اندازه‌گیری شد (محمدی و هاشم آبادی، ۱۳۹۶).

میزان تعرق

میزان تعرق از روش وزنی و از رابطه ۲ به دست آمد (رضایی نژاد و اسماعیلی، ۱۳۹۴).

$$\text{رابطه ۲)} \quad \text{میزان تعرق} = (TW_{t-1} - TW_t) / FW_0$$

در این رابطه TW_t وزن کل (g) در روزهای صفر، یک، دو و ...، TW_{t-1} وزن کل (g) در روز قبل و FW_0 وزن شاخه بریده (g) در روز صفر است.

جمعیت باکتریایی انتهای ساقه

ابتدا انتهای ساقه با استفاده از قیچی تیز استریل قطع شد، سپس برای حذف باکتری‌های سطحی و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در محلول، سه مرتبه با آب مقطر استریل شستشو شد. ساقه به قطعات ریز تقسیم و در هاون استریل با فشار له

شد. به مقدار ده برابر وزن قطعات ساقه آب مقطر استریل به ظروف محتوی قطعات افزوده شد و به مدت یک ساعت بر روی شیکر با سرعت بالا قرار گرفتند. سپس شمارش باکتری‌ها با روش (Van Doorn 2012) انجام شد.

ماندگاری گل (عمر گلجایی)

ماندگاری گل از زمان برداشت گل تا زمان ایجاد علائمی چون پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن که منجر به کاهش جذابیت و بازارپسندی می‌گردد، بر اساس تعداد روز برای گل‌های هر رقم در هر تیمار و تکرار در نظر گرفته شد (Mutui, 2006).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای تجزیه واریانس داده‌ها از نرم‌افزار SAS، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن از نرم‌افزار ام استت سی، محاسبه ضرایب همبستگی ساده پیرسونی بین هر جفت صفت از نرم‌افزار مینی‌تب و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

غلظت کربوهیدرات محلول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی ارقام و محرک‌ها و همچنین اثر متقابل ارقام × محرک‌ها در سطح احتمال یک درصد بر میزان کربوهیدرات معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ارقام برای صفت میزان کربوهیدرات نشان داد که بیشترین کربوهیدرات به مقدار ۸۸/۹۴ و ۸۷/۲ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، به ترتیب مربوط به ارقام 'آنجلینا' و 'دلسویتا' و کمترین کربوهیدرات به مقدار ۶۴/۴۳ میلی‌گرم در گرم وزن خشک مربوط به رقم 'سامورایی' بود (شکل ۱ الف). نتایج مقایسه میانگین‌ها با کاربرد محرک‌های زیستی و غیرزیستی (شکل ۱ ب) کاهش در میزان کربوهیدرات را نشان داد به نحوی که کمترین میزان کربوهیدرات ۷۱/۷۸ و ۷۱/۹۶ میلی‌گرم در گرم وزن خشک، به ترتیب در تیمارهای ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و حداکثر کربوهیدرات به مقدار ۹۲/۶۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک در تیمار شاهد حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین کربوهیدرات برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها (جدول ۲) نشان داد که کمترین کربوهیدرات در رقم 'سامورایی' به مقدار ۵۸/۲۱ و ۵۷/۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به ترتیب با تیمارهای ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' به مقدار ۵۹/۸۴ میلی‌گرم در گرم وزن خشک با تیمار ۲/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'آنجلینا' به مقدار ۷۴/۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک با تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' با مقدار ۶۷/۱۷ میلی‌گرم در گرم وزن خشک مربوط به تیمار ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی مشاهده شد. بیشترین میزان کربوهیدرات در رقم 'دلسویتا' (۱۰۷/۶۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک) در تیمار شاهد (عدم مصرف محرک) مشاهده شد.

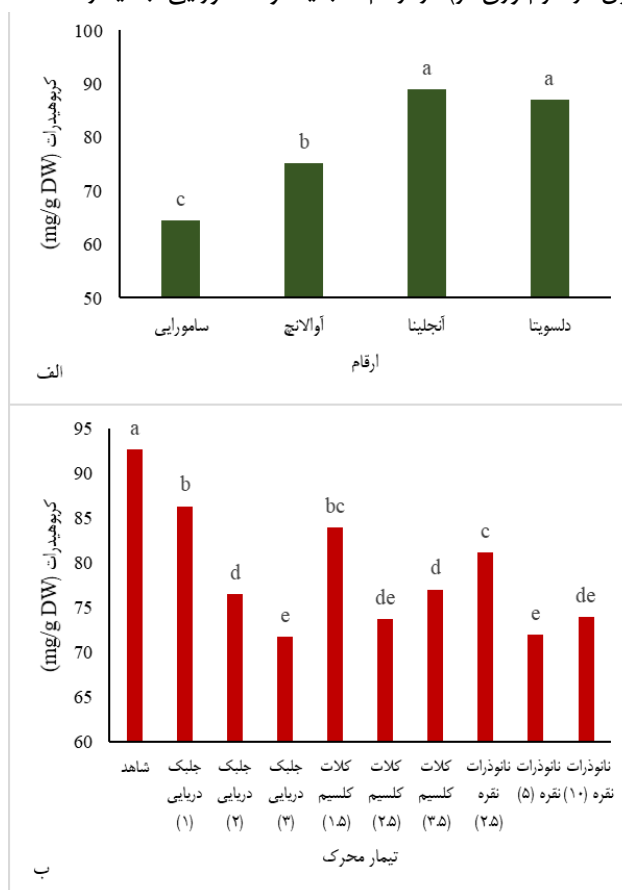
جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس تأثیر تنوع ژنتیکی و محرک‌ها بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در افزایش عمر گلجایی ارقام گل رز

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییر
عمر گلجایی	جمعیت باکتریایی	اتیلن	تعرق	نشت الکترولیت	پرولین	کربوهیدرات		
۱/۱۵ ^{ns}	۰/۳۶ ^{ns}	۹/۲۸ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۹/۵۷ ^{ns}	۱/۰۸ ^{**}	۴۰/۹۹ ^{ns}	۳	بلوک
۱۲۲/۱ ^{**}	۱۷/۰۹ ^{**}	۱۱۸/۴۵ ^{**}	۰/۱۲ ^{**}	۱۴۹۹/۷۹ ^{**}	۳/۶۶ ^{**}	۵۲۴۰/۰۵ ^{**}	۳	رقم
۲۵/۹ ^{**}	۴۷/۵۴ ^{**}	۶۳۶/۱۷ ^{**}	۰/۰۱ ^{**}	۲۱۸/۸۷ ^{**}	۲/۶۳ ^{**}	۷۷۶/۲۴ ^{**}	۹	محرک‌ها
۴/۰ ^{**}	۲/۹۵ ^{**}	۶۶/۹۷ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{**}	۴۵/۵۲ ^{**}	۰/۴۱ ^{**}	۱۳۸/۴۹ ^{**}	۲۷	ارقام × محرک‌ها
۱/۱۴	۰/۱۸	۴/۶۶	۰/۰۰۱	۷/۴۷	۰/۰۷	۱۱/۲۵	۱۲۷	خطای آزمایش
۱۰/۱	۸/۴۳	۸/۵	۱۰/۸۵	۸/۱۵	۸/۴۹	۶/۳۵		ضرب تغییرات (درصد)

ns و **: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

پرولین

تجزیه واریانس صفت پرولین (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی ارقام و محرک‌ها در سطح احتمال یک درصد روی تغییرات میزان پرولین معنی‌دار شدند، اما اثر متقابل آنها در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام از نظر میزان پرولین، (شکل ۲ الف) بیشترین میزان پرولین در رقم 'آنجلینا' و به مقدار ۳/۵۷ میکرومول در گرم وزن تر و کمترین میزان آن به مقدار ۲/۸۲ میکرومول در گرم وزن تر در رقم 'آوالانچ' حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین پرولین برای محرک‌ها (شکل ۲ ب) نشان داد که با کاربرد محرک‌ها میزان پرولین نسبت به شاهد کاهش یافت، به طوری که حداقل میزان پرولین (۲/۶۹ و ۲/۷۲ میکرومول در گرم وزن تر)، به ترتیب در تیمارهای ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و حداکثر میزان پرولین (۳/۹۸ میکرومول در گرم وزن تر) در تیمار شاهد حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین پرولین برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها (جدول ۳) مشخص کرد که کمترین میزان پرولین در رقم 'سامورایی' (۲/۲۴ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به کاربرد ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'آوالانچ' (۲/۰۳ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به کاربرد ۳ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'آنجلینا' (۲/۸۸ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به کاربرد ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' (۲/۳۳ میکرومول در گرم وزن تر) مربوط به کاربرد ۵ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بود. بیشترین میزان پرولین (۴/۲۳ و ۴/۱۶ میکرومول در گرم وزن تر) در ارقام 'آنجلینا' و 'سامورایی' با تیمار شاهد مشاهده گردید.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر ارقام (الف) و تیمارهای محرک (ب) بر میزان کربوهیدرات گل شاخه بریده رز.

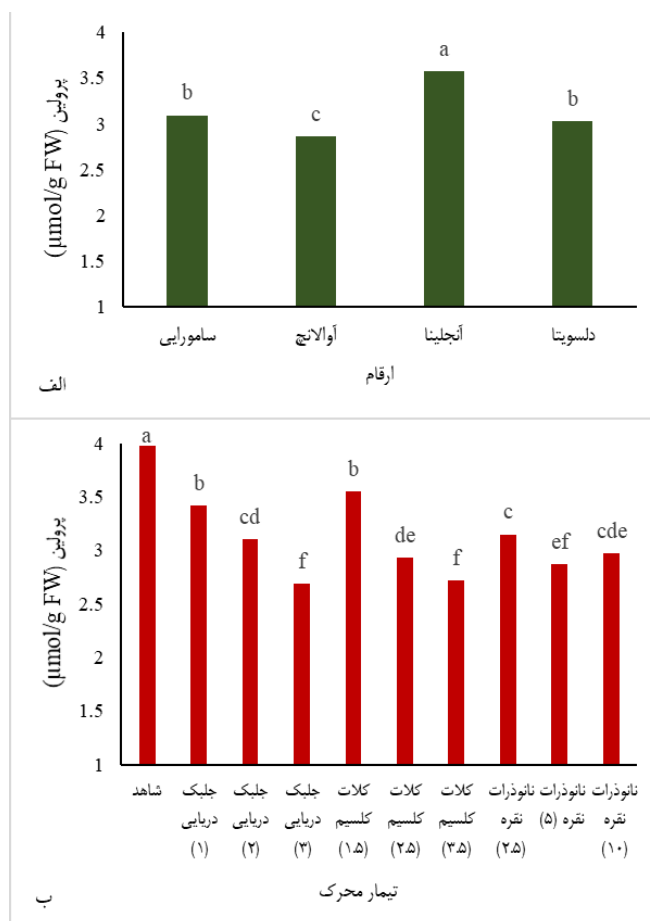
میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر میزان کربوهیدرات گل شاخه بریده رز

کربوهیدرات (میلی گرم در گرم وزن خشک)

رقم	رقم	رقم	رقم	تیمار محرک
'دلسویتا'	'آنجلینا'	'آوالانچ'	'سامورایی'	
۱۰۷/۶۹a	۱۰۱/۳۹abc	۸۶/۶۹f-i	۷۵/۰۱k-n	شاهد
۱۰۳/۳۵ab	۹۳/۹۶c-f	۸۰/۷h-l	۶۷/۴۵nop	جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)
۸۸/۹۷e-h	۸۴/۴۸g-j	۷۲/۴۱l-o	۶۰/۳۴pq	جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)
۶۷/۱۷nop	۸۷/۱۳f-i	۷۴/۶۳k-n	۵۸/۲۱q	جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)
۹۷/۴۴bcd	۸۸/۹۲e-h	۸۱/۷۹g-k	۶۸/۰۸nop	کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)
۸۲/۰۲g-k	۸۷/۸۶e-i	۵۹/۸۴pq	۶۵/۳۲opq	کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)
۷۸/۱۷j-m	۹۵/۴۶cde	۷۳/۹۶k-n	۶۰/۶pq	کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)
۸۴/۶۸g-j	۸۹/۷۹d-g	۸۰/۲۶i-l	۷۰/۰۴mno	نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)
۸۴/۳۴g-j	۷۴/۸k-n	۶۷/۳۵nop	۶۱/۳۵pq	نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)
۷۸/۲۱j-m	۸۵/۵۸g-j	۷۴/۰۶k-n	۵۷/۹q	نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر رقم (الف) و تیمار محرک (ب) بر میزان پرولین گل شاخه بریده رز

میانگین های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری ندارند.

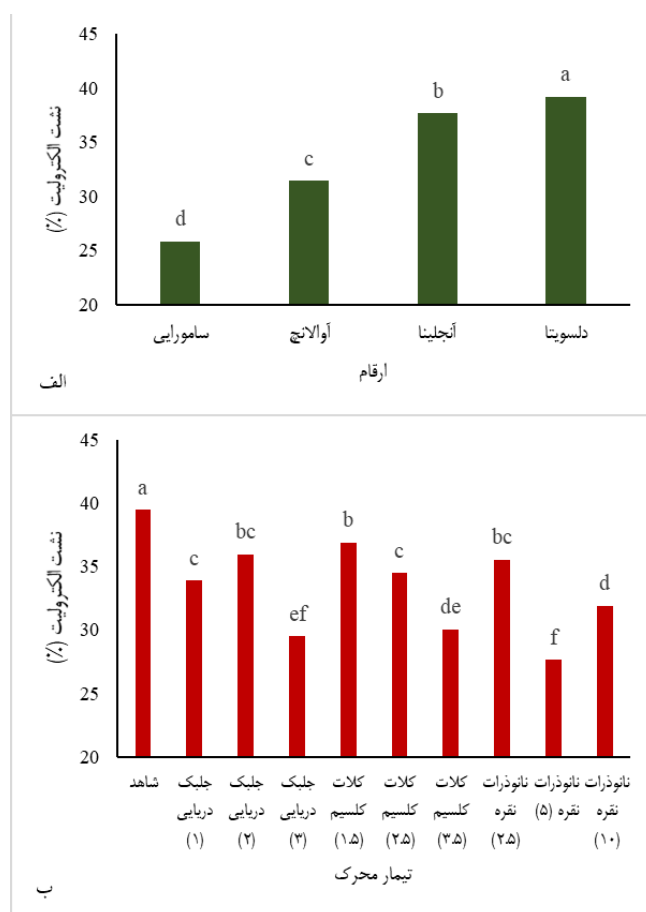
جدول ۳. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر میزان پرولین گل شاخه بریده رز

پرو لین (میکرومول در گرم وزن تر)				
رقم				
'دلسویتا'	'آنجلینا'	'آوالانچ'	'سامورایی'	تیمار محرک
۳/۵۹b-e	۴/۲۳a	۳/۹۴abc	۴/۱۶a	شاهد
۳/۰۲f-k	۴/۰۲ab	۳/۰۷e-k	۳/۵۹b-e	جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)
۲/۸۹h-l	۳/۶۵bcd	۲/۸۱i-n	۳/۰۷e-k	جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)
۳/۱۴d-i	۳/۲۴d-j	۲/۰۳p	۲/۳۴m-p	جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)
۳/۵۵b-e	۳/۸۸abc	۳/۲۶d-i	۳/۵c-f	کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)
۲/۹۱h-l	۳/۶bcd	۲/۴۳l-p	۲/۷vi-n	کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)
۲/۶۴k-o	۳/۱۷d-j	۲/۸۴h-m	۲/۲۴op	کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)
۲/۳۵d-h	۳/۴۶c-f	۲/۳۶m-p	۳/۴۴c-g	نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)
۲/۳۳nop	۳/۵۷b-e	۲/۷۱j-o	۲/۸۹h-l	نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)
۲/۹۳g-l	۲/۸۸h-l	۳/۲۱d-j	۲/۸۷h-l	نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

نشت یونی (الکترولیت)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی رقم و محرک و نیز اثر متقابل رقم $\times$ محرک در سطح احتمال یک درصد بر صفت نشت الکترولیت معنی‌دار شدند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های نشت الکترولیت در چهار رقم مورد مطالعه (شکل ۳ الف) نشان داد که حداقل (۲۵/۸۵ درصد) و حداکثر (۳۹/۲ درصد) میزان نشت یونی را به ترتیب رقم‌های 'سامورایی' و 'دلسویتا' دارا بودند. مقایسه میانگین‌های میزان نشت یونی تحت تأثیر محرک‌های مختلف (شکل ۳ ب) نشان داد که کاربرد محرک‌ها سبب کاهش نشت الکترولیتی نسبت به تیمار شاهد شد، به نحوی که کمترین نشت الکترولیت به میزان ۲۷/۶۷ درصد در تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و بیشترین نشت الکترولیت در تیمار شاهد با مقدار ۳۹/۵ درصد به دست آمد. نتایج مقایسه میانگین نشت الکترولیت برای اثر متقابل ارقام $\times$ محرک‌ها (جدول ۴) نشان داد که کمترین نشت الکترولیت در رقم 'سامورایی' (۱۸/۶۸ درصد) از مصرف ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' (۲۲/۶۵ درصد) از مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی، در رقم 'آنجلینا' (۳۰/۷۳ درصد) از مصرف ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' (۳۰/۳۸ درصد) از مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی حاصل شد. بیشترین نشت الکترولیت (۴۴/۸۸ درصد) در رقم 'دلسویتا' با تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۴).



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر رقم (الف) و تیمار محرک (ب) بر نشت یونی گل شاخه بریده رز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

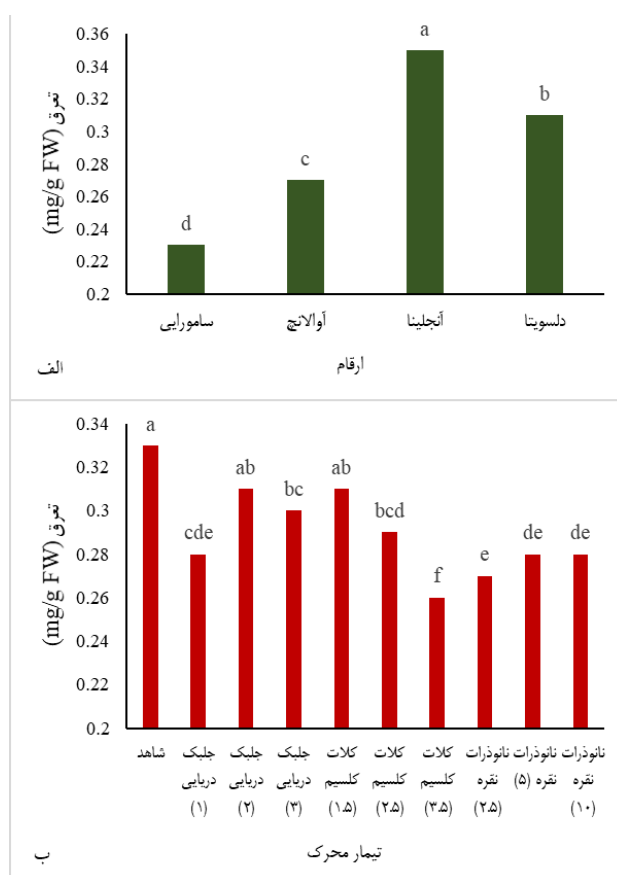
جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر میزان نشت الکترولیت گل شاخه بریده رز

نشت الکترولیت (درصد)				تیمار محرک
رقم				
'دلسویتا'	'آنجلینا'	'آوالانچ'	'سامورایی'	
۴۴/۸۸a	۴۲/۶۱ab	۳۸/۳۵b-e	۳۲/۱۶hij	شاهد
۴۱/۹۷bc	۳۲/۴۴hij	۳۰/۷h-k	۳۰/۵۵h-k	جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)
۴۲/۰۲abc	۳۸/۹۲b-e	۳۰/۰۱d-g	۲۵/۹۱lm	جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)
۳۰/۳۸ijk	۳۸/۵۶b-e	۲۲/۶۵mno	۲۶/۵۴klm	جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)
۴۴/۶۵a	۴۰/۷۵a-d	۳۰/۸۵h-k	۳۱/۳۲hij	کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)
۴۱/۰۲a-d	۴۱/۶۲abc	۳۳/۸۳f-i	۲۱/۴۸no	کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)
۳۳/۴۸ghi	۳۲/۵۴hij	۲۸/۵۵jkl	۲۵/۵۹lmn	کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)
۴۱/۳۶a-d	۴۰/۶۴a-d	۳۵/۱۷e-h	۲۵/۰۳lmn	نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)
۳۳/۰۲g-j	۳۰/۷۳h-k	۲۵/۶۳lmn	۲۱/۳۲no	نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)
۳۹/۱۸b-e	۳۷/۹۵c-f	۳۱/۷۸hij	۱۸/۶۸o	نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

تعرق

نتایج تجزیه واریانس برای صفت میزان تعرق نشان داد، منبع تغییر ارقام و محرک‌ها و همینطور اثر متقابل رقم $\times$ محرک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام برای میزان تعرق (شکل ۴ الف)، حداکثر تعرق به مقدار ۰/۳۵ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر مربوط به رقم 'آنجلینا' و حداقل تعرق به مقدار ۰/۲۳ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر مربوط به رقم 'سامورایی' بود. مقایسه میانگین تعرق برای اثر اصلی محرک‌ها (شکل ۴ ب) بیانگر آن بود که استفاده از محرک‌ها موجب کاهش میزان تعرق نسبت به شاهد شد، به نحوی که حداقل تعرق (۰/۲۷ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و حداکثر تعرق (۰/۳۳ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به تیمار شاهد بود که حاکی از کاهش ۱۸/۱۸ درصدی تعرق در مصرف نانوذرات نقره نسبت به عدم مصرف آن (شاهد) بود. نتایج به دست آمده از مقایسه میانگین تعرق تحت اثر متقابل ارقام $\times$ محرک‌ها (جدول ۵) نشان داد که کمترین تعرق (۰/۱۸۳ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) در رقم 'سامورایی' با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' (۰/۲ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آنجلینا' (۰/۳ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۱ گرم در لیتر جلبک دریایی و در رقم 'دلسویتا' (۰/۲۷ میلی‌لیتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم حاصل شد.



شکل ۴. مقایسه میانگین میزان تعرق گل شاخه بریده رز بین الف) ارقام و ب) تیمارهای محرک. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر میزان تعرق گل شاخه بریده رز

تعرق (میلی لیتر در ساعت در گرم وزن تر)			
رقم			
تیمار محرک	'سامورایی'	'آوالانچ'	'انجلینا'
شاهد	۰/۲۵۵jkl	۰/۳۲۳def	۰/۳۶۳abc
جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)	۰/۲۵۳jkl	۰/۲۹۵f-i	۰/۳۰۵d-h
جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)	۰/۲۸g-j	۰/۲۶۳i-l	۰/۳۶۵abc
جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)	۰/۲۲۳lm	۰/۲۵۵jkl	۰/۳۳۵cde
کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)	۰/۲۵۳jkl	۰/۲۵۵jkl	۰/۳۳۵cde
کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)	۰/۲۲۳lm	۰/۳۱۳d-g	۰/۲۷۸g-j
کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)	۰/۱۷۵n	۰/۲۵۳jkl	۰/۲۷h-k
نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)	۰/۳۳۵klm	۰/۲mn	۰/۳۳bcd
نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)	۰/۲۴۳jkl	۰/۲۳۳klm	۰/۲۵jkl
نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)	۰/۱۸۳n	۰/۲۶۵ijk	۰/۲۹۵f-i

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

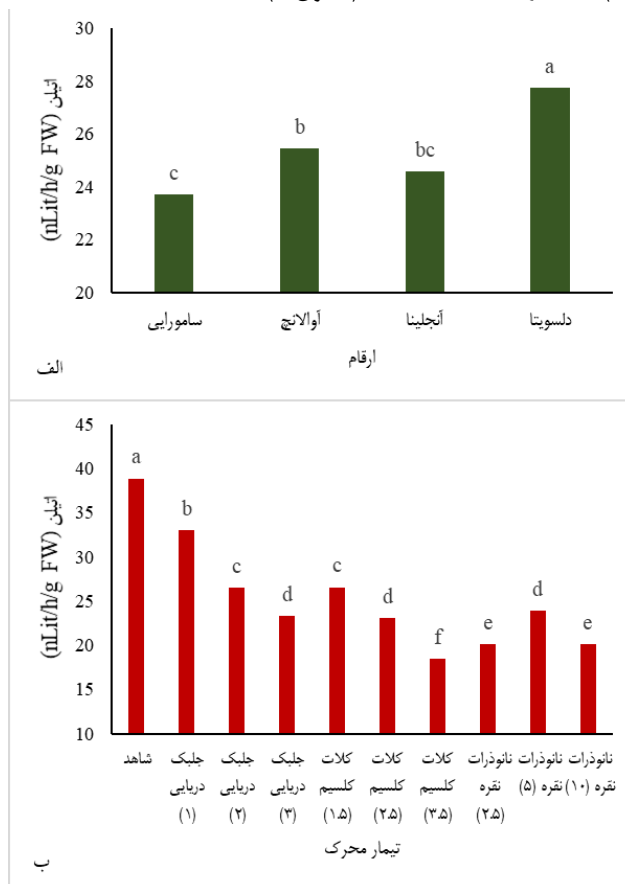
اتیلن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، ارقام، محرک‌ها و اثر متقابل ارقام با محرک‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان اتیلن در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۱). مقایسه میانگین میزان اتیلن در چهار رقم (شکل ۵ الف) نشان داد که بیشترین میزان اتیلن (۲۷/۷۵ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به رقم 'دلسویتا' و کمترین میزان آن (۲۳/۷۶ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به رقم 'سامورایی' بود. مقایسه میانگین‌های میزان اتیلن در تیمارهای محرک (شکل ۵ ب) مشخص کرد که با مصرف محرک‌ها نسبت به شاهد، میزان اتیلن کاهش پیدا کرد، به طوری که بیشترین اتیلن (۳۸/۸۵ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به شاهد و کمترین اتیلن (۱۸/۴۸ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم بود که حاکی از کاهش ۵۲/۴۳ درصدی اتیلن نسبت به شاهد است. مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام × محرک‌ها (جدول ۶) مشخص شد که حداقل اتیلن (۱۳/۲۷ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) در رقم 'سامورایی' با کاربرد ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'آوالانچ' (۱۷/۳۷ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'انجلینا' (۱۹/۰۱ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و در رقم 'دلسویتا' (۱۷/۸۸ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) با کاربرد ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره حاصل گردید. بیشترین میزان اتیلن در ارقام 'دلسویتا' و 'آوالانچ' (به ترتیب ۴۳/۱۱ و ۴۰/۵۴ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) با تیمار شاهد مشاهده گردید (جدول ۶).

جمعیت باکتریایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی ارقام و محرک‌ها و همچنین اثر متقابل ارقام × محرک‌ها بر جمعیت باکتریایی گل شاخه بریده رز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند (جدول ۱). مقایسه میانگین جمعیت باکتریایی تحت تأثیر رقم بیانگر آن بود که بیشترین جمعیت باکتریایی ($5.74 \log_{10} \text{CFU/ml}$) را رقم 'دلسویتا' و کمترین جمعیت باکتریایی ($4.29 \log_{10} \text{CFU/ml}$) را رقم 'آوالانچ' به خود اختصاص دادند (شکل ۶ الف). نتایج مقایسه میانگین جمعیت باکتریایی تحت تأثیر محرک‌ها نشان داد که استفاده از محرک‌ها موجب کاهش جمعیت باکتریایی در گل شاخه بریده رز شده و کمترین جمعیت باکتریایی در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره به میزان $3.09 \log_{10} \text{CFU/ml}$ و $3.06 \log_{10} \text{CFU/ml}$ و بیشترین جمعیت باکتریایی در تیمار شاهد به میزان $8.39 \log_{10} \text{CFU/ml}$ به دست آمد (شکل ۶ ب). مقایسه میانگین جمعیت باکتریایی برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها (جدول ۷) مشخص کرد که حداقل جمعیت باکتریایی در رقم 'سامورایی' ($1.53 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' ($1.93 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره،

در رقم 'آنجلینا' ($3/53 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' ($3/5 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار ۵ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره مشاهده شدند. بیشترین جمعیت باکتریایی در رقم 'دلسویتا' ($9/3 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۷).



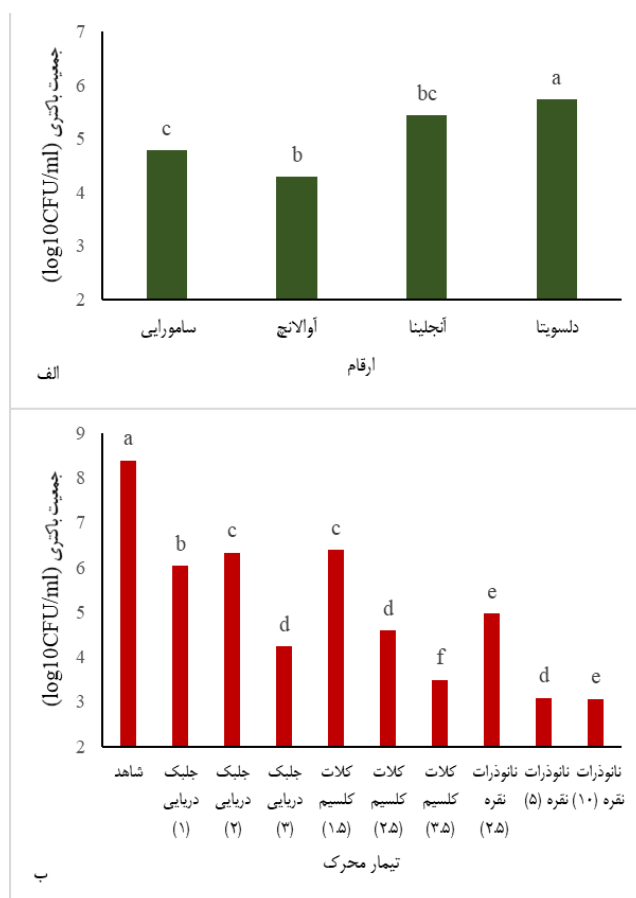
شکل ۵. مقایسه میانگین اثر رقم (الف) و تیمار محرک (ب) بر میزان اتیلن گل شاخه بریده رز میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر میزان اتیلن گل شاخه بریده رز

اتیلن (نانو لیتر در ساعت در گرم وزن تر)

رقم	تیمار محرک	'سامورایی'	'آوالانچ'	'آنجلینا'	'دلسویتا'
شاهد		۳۴/۸۴cd	۴۰/۵۴ab	۳۶/۹c	۴۳/۱۱a
جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)		۳۲/۴۳de	۳۶/۰۳c	۳۶/۰۸hij	۳۷/۵۷bc
جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)		۲۷/۳۸ghi	۲۱/۱۲l-r	۲۱/۹۸k-q	۳۵/۵۸cd
جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)		۲۰/۴۲m-s	۲۴/۷۳i-l	۲۴/۶۹i-l	۲۳/۴۶j-n
کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)		۲۷/۳۱ghi	۲۸/۴۱fgh	۳۱/۵۴ef	۱۸/۹۰-s
کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)		۲۰/۵۹m-s	۲۲/۴۵j-o	۱۹/۰۱۰-s	۳۰/۰۵efg
کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)		۱۳/۲۷t	۲۲/۲k-p	۲۰/۰۷n-s	۱۸/۳۷qrs
نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)		۲۱/۶۵l-q	۱۸/۴qrs	۲۲/۴۹k-o	۱۷/۸۸rs
نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)		۲۱/۱۱l-r	۲۳/۳۷j-n	۲۴/۰۷i-m	۲۷/۱۸ghi
نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)		۱۸/۶۵p-s	۱۷/۳۷s	۱۸/۹۱۰-s	۲۵/۴h-k

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر رقم (الف) و محرک (ب) بر جمعیت باکتریایی گل شاخه بریده رز. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

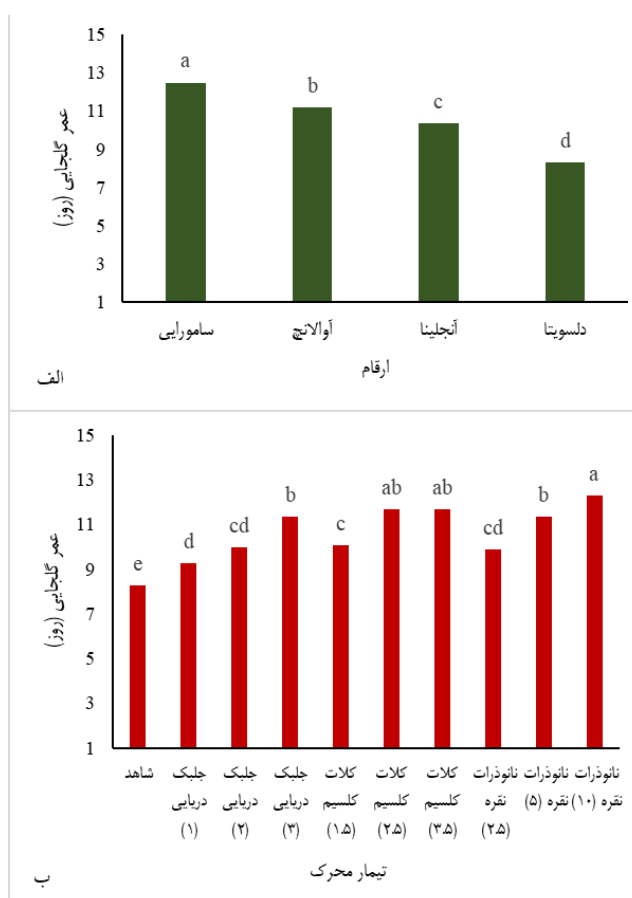
جدول ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر جمعیت باکتریایی گل شاخه بریده رز

جمعیت باکتریایی (تعداد کلنی در میلی لیتر بر اساس لگاریتم بر مبنای ۱۰)				
رقم				
'دلسویتا'	'آنجلینا'	'آوالانچ'	'سامورایی'	تیمار محرک
۹/۳a	۸/۳۳b	۷/۸۵bc	۸/۱b	شاهد
۶/۲f	۴/۴ijk	۶/۳ef	۷/۲۸cd	جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)
۷/۳cd	۶/۷۵def	۴/۴ijk	۶/۸۸de	جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)
۴/۹۸ghi	۴/۳۳ijk	۳/۳mno	۴/۳۵ijk	جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)
۶/۹de	۷/۱۵d	۴/۹۳ghi	۶/۶def	کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)
۵/۱۵gh	۴/۹۵ghi	۴/۵۵hij	۳/۷k-n	کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)
۴/۱۵jkl	۳/۵۳lmn	۳/۲۵mno	۳/۰۳nop	کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)
۵/۳۸g	۶/۹۸de	۳/۷k-n	۳/۸klm	نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)
۳/۵lmn	۴/۴ijk	۱/۹۳qr	۲/۵۳pq	نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)
۴/۵۵hij	۳/۵۳lmn	۲/۶۵op	۱/۵۳r	نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

عمر گلجایی (ماندگاری گل)

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد اثرات اصلی رقم و محرک‌ها و همچنین اثر متقابل ارقام و محرک‌ها بر صفت عمر گلجایی گل شاخه بریده رز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. نتایج مقایسه میانگین (شکل ۷ الف) چهار رقم از نظر عمر گلجایی نشان داد که بیشترین عمر گلجایی به میزان ۱۲/۴۷ روز را رقم 'سامورایی' و کمترین عمر گلجایی به میزان ۸/۳۱ روز را رقم 'دلسویتا' به خود اختصاص دادند. مقایسه میانگین محرک‌ها (شکل ۷ ب) برای عمر گلجایی نشان داد کاربرد محرک‌ها موجب افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده رز شدند. حداکثر عمر گلجایی در تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره به میزان ۱۲/۲۷ روز مشاهده شد و کمترین عمر گلجایی در تیمار شاهد به میزان ۸/۲۷ روز به دست آمد. نتایج بیانگر افزایش ۴۸/۳۷ درصدی عمر گلجایی گل شاخه بریده رز در تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره نسبت به شاهد بود. نتایج مقایسه میانگین عمر گلجایی برای اثر متقابل ارقام و محرک‌ها (جدول ۸) مشخص کرد که بیشترین عمر گلجایی در رقم 'سامورایی' به میزان ۱۵/۷۵ روز را تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' به مقدار ۱۳/۷۹ روز را تیمار ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'آنجلینا' به میزان ۱۲/۲۷ روز را تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' به میزان ۹/۶۷ روز را تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره دارا بودند. کمترین میزان عمر گلجایی در رقم 'دلسویتا' (مقدار ۶/۸۲ روز) با تیمار شاهد (عدم مصرف محرک) مشاهده شد.



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر رقم (الف) و تیمار محرک (ب) بر عمر گلجایی گل شاخه بریده رز میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و محرک بر عمر گلجایی گل شاخه بریده رز

عمر گلجایی (روز)				
رقم				
'دلسویتا'	'آنجلینا'	'آوالانچ'	'سامورایی'	تیمار محرک
۶/۸۲r	۸/۰۹pqr	۸/۴۹n-r	۹/۶۶j-p	شاهد
۷/۸۷pqr	۸/۷۸m-q	۱۰/۱۷h-n	۱۰/۱۹h-n	جلبک دریایی (۱ گرم بر لیتر)
۷/۹۸pqr	۱۰/۴۷h-m	۹/۵۵k-p	۱۱/۹۴d-n	جلبک دریایی (۲ گرم بر لیتر)
۸/۱۸o-r	۱۰/۸۹g-l	۱۲/۵۳c-g	۱۳/۸۲bc	جلبک دریایی (۳ گرم بر لیتر)
۷/۰۸qqr	۱۱/۷۷e-n	۱۰/۳۸h-m	۱۱/۰۶f-k	کلات کلسیم (۱/۵ گرم بر لیتر)
۹/۱۸l-p	۱۱/۶۷e-i	۱۲/۲۴c-g	۱۳/۵۷bcd	کلات کلسیم (۲/۵ گرم بر لیتر)
۸/۵n-r	۹/۹۵i-o	۱۳/۷۹bc	۱۴/۳۹ab	کلات کلسیم (۳/۵ گرم بر لیتر)
۸/۸m-q	۹/۲۱l-p	۹/۹۱i-o	۱۱/۵۸e-i	نانوذرات نقره (۲/۵ میلی گرم بر لیتر)
۹/۰lm-p	۱۰/۲۴h-n	۱۳/۳۳b-e	۱۲/۸b-f	نانوذرات نقره (۵ میلی گرم بر لیتر)
۹/۶۷j-p	۱۲/۲۷c-g	۱۱/۴۸f-j	۱۵/۷۲a	نانوذرات نقره (۱۰ میلی گرم بر لیتر)

میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه همبستگی ساده (جدول ۹) بین صفات نشان داد که عمر گلجایی با میزان پرولین، تعرق، اتیلن، کربوهیدرات، نشت الکترولیت و جمعیت باکتریایی همبستگی معنی‌دار و منفی در سطح احتمال یک درصد داشت. همچنین بالاترین ضرایب همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد مابین میزان اتیلن با جمعیت باکتریایی، میزان تعرق با نشت الکترولیت، میزان اتیلن با جمعیت باکتریایی، میزان پرولین با جمعیت باکتریایی و مقدار کربوهیدرات با نشت الکترولیت مشاهده شد (جدول ۹).

جدول ۹. ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف و عمر گلجایی در چهار رقم گل شاخه‌بریده رز

صفات	عمر گلجایی	کربوهیدرات	پرولین	نشت الکترولیت	تعرق	اتیلن	جمعیت باکتریایی
عمر گلجایی	۱						
کربوهیدرات	-۰/۶۴**	۱					
پرولین	-۰/۳۵**	۰/۴۱**	۱				
نشت الکترولیت	-۰/۶۳**	۰/۷۱**	۰/۳۶**	۱			
تعرق	-۰/۴۴**	۰/۵۷**	۰/۴۳**	۰/۷۴**	۱		
اتیلن	-۰/۴۴**	۰/۴۱**	۰/۳۹**	۰/۴۱**	۰/۳۸**	۱	
جمعیت باکتریایی	-۰/۵۷**	۰/۴۷**	۰/۵۷**	۰/۶۴**	۰/۵۲**	۰/۷۵**	۱

***: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

بحث

انسداد آوندی در گل‌های شاخه بریده عمدتاً به خاطر توسعه جمعیت باکتری در انتهای آوندهای ساقه می‌باشد. یکی از دلایل کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده پس از طی روزهای اولیه، گرفتگی آوندهای ساقه در اثر رشد میکروارگانیسم‌هاست. رشد میکروبی سبب افزایش مقاومت ساقه به جریان آب شده و از حرکت محلول به سمت بالای ساقه جلوگیری می‌کند. کاهش

در وزن تر گل‌های شاخه بریده می‌تواند نتیجه کاهش جذب آب یا افزایش تعرق باشد (Singh et al., 2007). وجود باکتری‌ها در گلجاء، باعث ورود آن‌ها به همراه آب به داخل گیاه و تجمع آن‌ها در سطح بریده و آوندهای چوبی شده و در نهایت افزایش تعداد آن‌ها در گیاه منجر به عدم جذب آب می‌شود (Bleeksma & Van Doorn, 2003). استفاده از مواد بازدارنده تولید و عمل اتیلن به منظور حفظ استحکام و ساختار آوندها و کاهش فعالیت‌های میکروبی در محلول نگهدارنده با استفاده از تیمارهای مختلف می‌تواند با افزایش و حفظ جذب آب نقش مؤثری در بهبود کیفیت و عمر گلجایی گل‌های بریده داشته باشد (Butt, 2003; Capdeville et al., 2005). در این تحقیق هر سه نوع محرک زیستی و غیرزیستی استفاده شده (نانوذرات نقره، کلات کلسیم و جلبک دریایی) باعث کاهش جمعیت باکتریها نسبت به تیمار شاهد شدند، به طوری که در سه رقم 'سامورایی'، 'آوالانچ' و 'دلسویتا' تیمارهای ۵ یا ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره و در رقم 'آنجلینا' ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره کمترین جمعیت باکتریها را نشان دادند. در راستای نتایج این تحقیق، اورعی و همکاران (۱۳۹۳) افزایش طول عمر پس از برداشت گل از طریق کاهش جمعیت باکتریها در انتهای ساقه را گزارش کردند. نقش موثر نانوذرات نقره در کنترل آلودگی‌های باکتریایی و کاهش جمعیت آن‌ها در انتهای ساقه بطور متعدد در تحقیقات گزارش شده است (Park et al., 2005; Lok et al., 2007). در یک گزارش نیز خاصیت ضد میکروبی نانوذرات نقره از طریق کاهش انسداد آوندی منجر به افزایش عمر ماندگاری و بهبود کیفیت فیزیولوژیکی گل شاخه بریده ژربرا شده است (Solgi et al., 2009).

اثر نانوذرات نقره بر طول عمر گل شاخه بریده به خاصیت بازدارندگی آن بر رشد باکتری‌ها نسبت داده شده است (اورعی و همکاران، ۱۳۹۳). نانو نقره یک ماده میکروب کش است که با حمله به دیواره سلولی میکروب‌ها موجب متلاشی شدن آن‌ها می‌گردد و از این رو موجب کاهش باکتری‌هایی می‌شود که انسداد آوندها را باعث می‌گردند، در نتیجه بهبود جذب محلول توسط گل‌های شاخه بریده به حفظ تورژسانس سلول‌های اپیدرمی گلبرگ کمک نموده و در نهایت از پژمردگی آن‌ها جلوگیری می‌کند (Jowkar, 2006). همچنین، نانوذرات نقره به عنوان ماده ضدباکتریایی سبب تغییرات غشاء سلول‌های باکتری، جلوگیری از تکثیر DNA و در نتیجه باعث مرگ آن‌ها می‌شود (Maneerung et al., 2008). از طرف دیگر، گل‌های شاخه بریده از جمله گل‌هایی هستند که حساس به جاذبه زمین می‌باشند و در طول نگهداری، غنچه‌ها در اثر جاذبه زمین خمش یافته و باعث مسدود شدن مسیر جریان آب به غنچه‌ها و گل‌های نیمه باز شده و پلاسیده شدن آن‌ها را تسریع می‌کند. مقاومت به ژئوتروپیسم بستگی به میزان استحکام ساقه گل‌ها و تورژسانس شاخه‌ها در اثر میزان جذب محلول دارد، استفاده از ترکیبات میکروب کش و نگهدارنده از فعالیت باکتری‌ها و سایر عوامل میکروبی جلوگیری کرده و باعث می‌شود که جذب محلول بهتر صورت گیرد (Singh, 2006).

استفاده از مواد بازدارنده تولید یا عمل اتیلن، باعث افزایش طول عمر گل‌های بریده و کاهش پیری می‌شود (Sood et al., 2006). محرک نانوذرات نقره در غلظت‌های پایین باعث افزایش میزان ترکیبات فنلی و آنتی اکسیدانی می‌گردد. از طرف دیگر اثرات مهاری اتیلن در غلظت‌های بالای فنل به اثبات رسیده است، بنابراین می‌توان اثرات مثبت نانوذرات نقره بر افزایش محتوای فنلی و آنتی اکسیدانی را به اثر بازدارندگی آن بر فعالیت اتیلن نسبت داد (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۴). افزایش میزان کلروفیل و کارتنوئید تحت تیمار نانوذرات نقره بر نقش حفاظتی آن به عنوان بازدارنده تولید اتیلن دلالت می‌کند. همچنین، نانوذرات نقره در گیاهان از طریق افزایش نیترات ردوکتاز و گلوتامات دهیدروژناز بر متابولیسم نیتروژن اثر گذاشته و باعث افزایش رشد و میزان فتوسنتز می‌شود (مهدی نژاد، ۱۳۹۸). در این تحقیق هر سه نوع محرک استفاده شده باعث کاهش میزان اتیلن نسبت به تیمار شاهد شدند، بطوری که در دو رقم 'آوالانچ' و 'دلسویتا' به ترتیب تیمارهای ۱۰ و ۲/۵ میلی گرم نانوذرات نقره و در دو رقم 'سامورایی' و 'آنجلینا' ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم کمترین مقدار اتیلن را نشان دادند. در توافق با نتایج این تحقیق، در پژوهشی تیوسولفات نقره از طریق کاهش تولید اتیلن باعث افزایش طول عمر گل‌های شاخه بریده رز نسبت به شاهد گردید (Tuyet et al., 2017). به نظر می‌رسد که علاوه بر تأثیر مفید ترکیب‌های حاوی نقره که باعث ممانعت از تولید اتیلن می‌شود، سبب کاهش پژمردگی گل‌ها نیز می‌شود. این کاهش می‌تواند در اثر ممانعت از رشد باکتری‌ها و قارچ‌های

مسدود کننده مجاری آوندی و متعاقب آن جذب بیشتر محلول نگهدارنده باشد (میردهقان و همکاران، ۱۳۹۱). در این راستا محققان بیان کردند که برخی از باکتری های موجود در محلول های نگهدارنده، اتیلن تولید می کنند که منجر به پیری و پژمردگی، افزایش نفوذپذیری غشا و کاهش پایداری غشای سلولی می شود (Zagory & Reid, 1986).

همچنین مشابه با نتایج این تحقیق، نتایج یک بررسی نشان داده است که با افزایش کلسیم تولید اتیلن در گل رز کاهش می یابد (Ahmadi & Rab, 2020). کلسیم، با سازوکارهای متعددی در فرآیند پیری و افزایش ماندگاری گل های شاخه بریده رز نقش دارد. یکی از این مکانیسم ها، اثر بازدارنده آن بر آنزیم آمینوسیکلو پروپان کربوکسیلیک اکسیداز و به دنبال آن کاهش تولید اتیلن به وسیله گلبرگ ها می باشد (Torre et al., 1999). با توجه به اینکه کلسیم در ساختار و وظایف غشای سلولی با متصل کردن پروتئین های آنزیمی و غیر آنزیمی به فسفولیپیدهای غشای سلولی ایفای نقش می کند، بدین ترتیب از فعالیت آنزیم های تولید کننده اتیلن، که ساختار پروتئینی داشته و به غشای سلولی متصل هستند، می کاهد. در نهایت، با تولید کمتر اتیلن، که تحریک کننده فعالیت آنزیم های هیدرولیز کننده دیواره سلولی است، دیواره سلولی کمتر تخریب می شود. در همین راستا گزارش شده است که در رزهای شاخه بریده تیمار شده با کلسیم میزان تولید اتیلن در برگ ها کاهش و بنابراین عمر پس از برداشت بهبود یافته است (Volpin & Elad, 1991). همچنین گزارش شده است که کاربرد کلرید کلسیم پیش از برداشت در گل مریم (Mortazavi et al., 2016) و رز (Cortes et al., 2011) سبب کاهش تولید اتیلن شده است. علاوه بر این، گزارش شده است که بازدارنده های ساخت پروتئین مانند سیکلو هگزاماید، پیری را هم در گل هایی که پیری در آن ها با اتیلن تنظیم می شود (فرازگرا) و هم در گل هایی که غیر حساس به اتیلن هستند (نافرازگرا) می تواند به تأخیر بیندازد (Wulster et al., 1982). از این رو به نظر می رسد تیمارهای محرک استفاده شده در این تحقیق که بازدارنده اتیلن همراه با حفظ جذب آب بودند، با کاهش دادن فعالیت آندوپروتئازها و به دنبال آن با جلوگیری از تجزیه پروتئین ها باعث افزایش بیشتر عمر پس از برداشت در گل رز می شوند.

افزایش میزان نشت یونی غشای سلول که در اثر از بین رفتن خاصیت نفوذپذیری انتخابی غشای سلول پدید می آید یکی از تغییراتی است که در طی پیری سلول ها رخ می دهد. در این آزمایش کاهش نشت یونی در تمام تیمارهای محرک نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد، به طوری که در دو رقم 'آوالانچ' و 'دلسویتا' تیمار ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و در دو رقم 'سامورایی' و 'انجلینا' تیمار ۱۰ و ۵ میلی گرم نانوذرات نقره کمترین مقدار نشت الکترولیت را نشان دادند. کاربرد نانوذره نقره به علت کاهش تولید اتیلن و فعالیت میکروبی، استحکام بیشتری در بافت گل های بریده ایجاد کرده و به مراتب مقاومت سلولی را افزایش داده و در نتیجه در کاهش نشت یونی سلول ها مؤثرتر عمل می کند (Solgi et al., 2009). همچنین کلسیم باعث کاهش تولید اتیلن شده و نفوذپذیری غشای سلولی را حفظ کرده و از نشت یون ها از غشای سلولی که از جمله فرآیندهای پیری است جلوگیری می کند (Torre et al., 1999). در این رابطه تجمع کلسیم در بافت های گیاهی سبب تقویت ارتباط پلیمری بین تیغه های میانی غشای پکتوسلولزی شده که عامل استحکام شبکه دیواره سلول ها می باشد و نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی سلول ها و کاهش نشت الکترولیت ها است (Mortazavi et al., 2007). در یافته دیگری کلسیم فعالیت و اثر اتیلن را بر دیواره سلولی کاهش داده و با جلوگیری از آسیب غشاء سلولی و نیز کاهش نشت یونی فرآیند پیری را تحت تاثیر قرار داده است (Asfanani et al., 2008). همچنین، کلسیم نقش مهمی در استحکام دیواره سلولی دارد و از این طریق موجب کاهش نشت یونی می شود (Nazari Deljou et al., 2012). محققان گزارش کرده اند که پیری پس از برداشت گل های رز، توسط پروتئین ها و فسفولیپیدهای غشا سلولی، اتیلن و فعالیت آنزیم ATPase کنترل می شود که همه اینها توسط کلسیم تحت تاثیر قرار می گیرند (Torre et al., 1999). کلسیم با به تعویق انداختن نشت یونی در غشای گلبرگ ها و ایجاد تأخیر در کاهش پروتئین های غشاء و فسفولیپیدهای گلبرگ ها طول عمر آن ها را افزایش می دهد (سوری و مهدوی، ۱۳۹۴).

انتقال آب و مواد معدنی برای ادامه حیات گل های شاخه بریده بسیار ضروری است. در گزارش دیگری نشان داده شد که نامتعادل بودن جذب آب و تعرق توسط گل های شاخه بریده سبب پژمردگی زودرس شده و در نتیجه از بین رفتن تورژسانس

سلولی، در نهایت باعث پژمردگی برگشت ناپذیر و پایان زود هنگام عمر گل شاخه بریده می‌شود (Van Meetren *et al.*, 2001). تغییرات وزن تر یکی از مهم‌ترین فاکتورهای نشان دهنده کیفیت گل شاخه بریده بعد از برداشت است، زیرا این فاکتور برآیندی از میزان جذب و تعرق در گل شاخه بریده است. حفظ وزن تر در گل شاخه بریده باعث جلوگیری از پژمردگی گل می‌شود و عمر گل را افزایش می‌دهد (رضایی‌نژاد و اسماعیلی، ۱۳۹۴). در تحقیق حاضر هر سه نوع تیمار محرک نسبت به تیمار شاهد باعث کاهش تعرق در گل شاخه بریده رز شدند. افزایش تعرق موجب از دست دادن آب توسط گل‌ها و بافت ساقه و در نتیجه باعث پژمردگی می‌شود. عدم توانایی در جذب آب و تعرق بالا در گل‌های شاخه بریده هم‌زمان با پیری باعث پژمردگی زودهنگام آن‌ها می‌شود. همچنین، محدود شدن جذب آب ناشی از مسدود شدن آوندهای ساقه نیز با کاهش تدریجی وزن تر گل‌ها همراه است (Van Meetren *et al.*, 2001). کلسیم با تأثیر بر مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها به کاهش تعرق کمک کرده و در نهایت از کاهش وزن تر و محتوای نسبی آب گل‌های شاخه بریده شده جلوگیری می‌کند. به عبارت دیگر، سبب افزایش تورژسانس و کاهش پژمردگی گلبرگ‌ها می‌شود (Capvill *et al.*, 2003).

در این تحقیق هر سه نوع محرک استفاده شده باعث کاهش میزان کربوهیدرات محلول نسبت به تیمار شاهد شدند، به طوری که کمترین میزان کربوهیدرات در مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی دیده شد. در رقم 'سامورایی' غلظت ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' غلظت ۲/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'انجلینا' غلظت ۵ میلی گرم نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' غلظت ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی کمترین میزان کربوهیدرات محلول را نشان دادند. مشابه با نتایج این تحقیق، در پژوهشی تیوسولفات نقره از طریق کاهش کربوهیدرات محلول باعث افزایش طول عمر گل‌های شاخه بریده رز نسبت به شاهد گردید (Tuyet *et al.*, 2017). همچنین، حسین زاده و همکاران (۱۳۹۳) کاهش محتوای کربوهیدرات گلبرک و گل را با تیمار نانوذرات نقره گزارش کرده اند که باعث افزایش طول عمر گل شاخه بریده رز گردید.

در گیاهان در مرحله پیری میزان پرولین سریع‌تر از سایر آمینواسیدها افزایش می‌یابد (Bates *et al.*, 1973). در این تحقیق هر سه نوع محرک استفاده شده باعث تجمع پرولین نسبت به تیمار شاهد شدند، به طوری که کمترین میزان پرولین با مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم بدست آمد. در رقم 'سامورایی' ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره، در رقم 'آوالانچ' ۲/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم 'انجلینا' غلظت ۵ میلی گرم نانوذرات نقره و در رقم 'دلسویتا' غلظت ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی کمترین میزان کربوهیدرات محلول را نشان دادند. نقش عصاره جلبک دریایی احتمالاً به دلیل نقش آن‌ها در تنظیم فعالیت‌های هورمونی و تأثیرات مفید روی گیاهان به دلیل داشتن عناصری مانند آهن، مس، روی، کبالت، مولیبدن، منگنز، نیکل، ویتامین‌ها و آمینو اسیدها می‌باشد و در موارد متعددی افزایش سطح کلروفیل و بهبود رشد با استفاده از عصاره جلبک دریایی گزارش شده است. عصاره جلبک دریایی موجب افزایش مقاومت به تنش‌های اسمزی و دمایی می‌شود. در عصاره جلبک دریایی ۱۶ تا ۱۷ نوع اسید آمینه وجود دارد که در میان آنها گلايسین بتائین از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است و موجب افزایش مقاومت گیاه در برابر تنش‌های خشکی و سرما می‌شود. علاوه بر این، عصاره جلبک دارای مقدار زیادی پتاسیم می‌باشد که نقش این عنصر غذایی نیز در بهبود مقاومت گیاهان به تنش‌ها مشاهده شده است (Ali *et al.*, 2021).

در تحقیق حاضر، بیشترین افزایش عمر گلجایی رز را تیمارهای ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره و ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم نشان دادند. گزارشات دیگر نیز اثر مثبت تیمار کلسیم در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده گلابول (Ahmad & Rab, 2020)، گل مریم (نظری، ۱۳۹۸) و رز (سوری و مهدوی، ۱۳۹۴؛ Asfanani, 2008) را نشان داده‌اند. همچنین، نانوذرات نقره در افزایش عمر گلجایی گل ژربرا (رستگار و زارعی، ۱۳۹۶)، گل شاخه بریده مریم (امانی بنی و همکاران، ۱۳۹۳) و گل شاخه بریده رز (حسین زده و همکاران، ۱۳۹۳؛ Alekasir *et al.*, 2017) موثر بوده است. افزایش عمر گلجایی گل لیلیوم با عصاره جلبک دریایی (جعفری برزانی و همکاران، ۱۳۹۸) نیز گزارش شده است. همسو با نتایج این تحقیق در افزایش

عمر گلجایی با کاربرد کلسیم، (Mortazavi et al., 2016) گزارش کردند که محلول پاشی کلسیم در گل رز می تواند با افزایش مقدار آب نسبی و حفظ تورژسانس سلولی برگ ها و نیز جلوگیری از تخریب دیواره سلولی و کاهش نشت الکترونی، عمر گلبرگ ها را افزایش دهد. انتقال آب و مواد معدنی برای ادامه حیات گل های بریده بسیار ضروری است. محققان گزارش کرده اند که اگر جذب آب و تعرق توسط گل های بریده نامتعادل باشد، آن ها دچار پژمردگی زودرس می شوند که در نتیجه از بین رفتن تورژسانس سلولی به وجود می آید. محدود شدن جذب آب که به علل مختلفی از جمله مسدود شدن آوندهای ساقه ایجاد می شود، می تواند یکی از عوامل این عدم تعادل محسوب گردد که در نهایت باعث پژمردگی برگشت ناپذیر و پایان زود هنگام عمر گل بریده شود (Van Meetren et al., 2001).

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که رقم 'سامورایی' با بالاترین عمر گلجایی از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی و کیفی موثر در افزایش عمر گل شاخه بریده رز نسبت به ارقام دیگر بهتر عمل کرده و دارای میزان کربوهیدرات، نشت الکترولیت، تعرق و اتیلن کمتری بود. حداکثر عمر گلجایی برای تمام ارقام در تیمار محرک ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بدست آمد. همچنین مشاهده شد که کاربرد ترکیبات کاهنده اتیلن (محرک های زیستی و غیرزیستی مورد استفاده) توانست موجب کاهش میزان کربوهیدرات، پرولین، نشت الکترولیت، تعریق، اتیلن و جمعیت باکتریایی در گل شاخه بریده رز ارقام مختلف شود. کمترین نشت الکترولیت از کاربرد ۵ میلی گرم در لیتر نانو ذرات نقره حاصل شد. پایین ترین میزان کربوهیدرات را تیمار ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۵ میلی گرم در لیتر نانو ذرات نقره دارا بود، کمترین پرولین از مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی به دست آمد و کمترین تعرق و اتیلن مربوط به تیمار ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم بود.

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب تشکر خود را از حمایت های مادی و معنوی دانشگاه بین المللی امام خمینی در انجام این تحقیق اعلام می دارند.

منابع

- امانی بنی، مجید؛ حاتم زاده، عبدالله؛ نیکبخت، علی؛ قاسم نژاد، محمود؛ نیکخواه بهرامی، سارا و داورپناه، سهراب. (۱۳۹۳). اثر تیمار هیومیک اسید و نانوذرات نقره در افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده مریم رقم سینگل. *نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)*، ۲۸ (۲)، ۱۹۱-۱۸۵.
- اورعی، عطیه؛ اورعی، تکتیم؛ کیانی، مهناز و گنجی مقدم، ابراهیم (۱۳۹۳). بررسی کنترل رشد باکتری های ساقه گل های شاخه بریده رز (*Dolce vita*) با استفاده از مواد نگهدارنده. *تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی*، ۱۳، ۲۲۷-۲۳۱.
- ایرانشاهی، زهرا؛ قرینه، محمد حسین و فرید، منصور (۱۳۹۵). تأثیر خاصیت ضد میکروبی نانو ذرات نقره بر قدرت جوانه زنی و رویش بذور کلزا. *زراعت (پژوهش و سازندگی)*، ۱۱۱، ۵-۱.
- جعفری برزانی، عبدالله؛ عبدوسی، وحید و لادن مقدم، علیرضا (۱۳۹۸). بررسی اثر عصاره جلبک دریایی *Ecklonia maxima* بر خصوصیات کمی، کیفی و عمر پس از برداشت گل لیلیوم (*Lilium spp.*) رقم Brunell. *گیاه و زیست فناوری ایران*، ۱۴ (۴): ۳۵-۲۹.
- حسین زاده، ابراهیم؛ کلاته جاری، سپیده؛ زرین نیا، وحید؛ مشهدی اکبر بوجار، مسعود و حسین زاده، سعید (۱۳۹۳). بررسی اثر نانوذرات نقره بر روی کیفیت و طول عمر گل بریده رز. *گیاه و زیست بوم*، ۴۰، ۷۳-۸۵.
- رستگار، سمیه و زارعی، اصغر (۱۳۹۶). افزایش طول عمر گلجای ژربرا با استفاده از نانوذرات نقره و هیدروکسی کینولین سیترات. *مجله*

- علمی ترویجی گل و گیاهان زینتی، ۲ (۱)، ۳۵-۴۴.
- رضایی نژاد، عبدالحسین و اسماعیلی، احمد (۱۳۹۴). مقایسه برخی ویژگی‌های فیزیومورفولوژیکی هشت رقم رز شاخه بریده. به زراعی کشاورزی، ۱۶ (۳)، ۶۷۴-۶۶۳.
- سوری، محمد کاظم و مهدوی، محمد (۱۳۹۴). اثر غلظت‌های مختلف کلسیم بر ویژگی‌های کیفی گل در دو رقم رز تحت شرایط هیدروپونیک. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۱۶، ۱۸۹-۱۹۶.
- محمدی، ریحانه و هاشم آبادی، داود (۱۳۹۶). بهبود عمر گل جایی گل بریده آلسترومریا (*Alstroemeria hybrida*) با کاربرد ساکارز، عسل و اسید سیتریک. نشریه اکوفیزیولوژی گیاهی، ۹ (۲۹)، ۲۰۴-۲۱۸.
- میردهقان، سیدحسین؛ زیدآبادی، سعید و روستا، حمیدرضا (۱۳۹۱). برهم کنش اسانس گیاهان دارویی با کلرید کلسیم و نترات نقره بر خصوصیات کیفی و عمر گلجایی گل بریده رز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۴)، ۶۶۹-۶۸۳.
- مهدی نژاد، نفیسه؛ موسوی، حدیث؛ فاخری، براتعلی و حیدری، فروزان (۱۳۹۸). تأثیر نانو ذرات بر تغییرات برخی صفات فیزیولوژیک، رنگیزه‌های فتوسنتزی و ماده مؤثره پارتنولید گیاه بابونه کبیر (*Tanacetum partenium*) تحت تنش کم آبی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸ (۲۹)، ۲۱۹-۲۲۷.
- نظری، فرزاد (۱۳۹۸). اثر محلول پاشی برگ کلرید کلسیم و نانوکلات کلسیم بر ویژگی‌های رویشی، زایشی و عمر پس از برداشت گل مریم (*Polianthes tuberosa* L.). پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۳۲ (۲)، ۲۷۲-۲۸۳.
- یوسفی، کبری؛ ریاحی مدوار، علی و باقی‌زاده، امین (۱۳۹۴). بررسی تاثیر البیستورهای نقره و مس بر بیان ژن فلاون سیتاز ۱ و برخی پارامترهای بیوشیمیایی در گیاهچه‌های زیره سبز (*Cuminum cyminum*) بومی ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی ایران (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۸، ۲۱۰-۲۲۳.

RERERENCES

- Abdolmaleki, M., Khosh-khui, M., Eshghi, S., & Ramezani, A. (2015). Improvement in vase life of cut rose cv. 'Dolce Vita' by preharvest foliar application of calcium chloride and salicylic acid. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 2, 55-66. <https://doi.org/10.22059/ijhst.2015.54264>
- Ahmad, M., & Rab, A. (2020). Calcium effects on post-harvest attributes and vase life of gladiolus using different methods of application. *Pakistan Journal of Botany*, 52(1), 167-179. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2020-1\(28\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2020-1(28))
- Amani Beni, M., Hatamzadeh, A., Nikbakht, A., Ghasemzadeh, M., Nikkhah Bahrami, S., & Davarpanah, S. (2014). Effect of humic acid and silver nanoparticles treatments on extending vase life of cut (*Polianthes tuberosa* L.) cv Single Flowers. *Journal of Horticultural Science*, 28(2), 185-191. <https://doi.org/10.22067/jhorts4.v0i0.39389> (In Persian)
- AleKasir, K., Naghshiband Hassani, R., & Motallebi Azar, A. (2017). Effects of silver nanoparticles (SNPs) pulsing treatment and sucrose holding on flower and leaf senescence of cut rose. *Journal of Ornamental Plants*, 7(20), 103-113.
- Ali, O., Ramsabag, A., & Jayaraman, J. (2021). Biostimulant properties of seaweed extracts in plants: Implications towards sustainable crop production. *Plants (Basel)*, 10(3), 531.
- Asfanani, M., Davarynejad, G. H., & Tehranifar, A. (2008). Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. *Acta Horticulturae*, 804, 215-218.
- Azuma, M., Onozaki, T., & Lchimura, K. (2020). Difference of ethylene production and response to ethylene in cut flowers of dahlia (*Dahlia variabilis*) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 273, 109635.
- Banjaw D.T. (2017). Review on effect of essential oil on vase life of cut flowers. *Research & Reviews. Journal of Agriculture and Allied Science*, 6, 14-17.
- Bates, L.S., Waldren, R.P., & Teare, I.D. (1973). Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, 39, 205-207.
- Bayat, H., & Aminifard, M.H. (2017). Salicylic acid treatment extends the vase life of five commercial cut flowers. *Electronic Journal of Biology*, 13, 67-72.

- Bleeksma, H.C., & Van Doorn, W.G. (2003). Embolism in rose stems as a result of vascular occlusion by bacteria. *Postharvest Biology and Technology*, 29, 334-340.
- Butt, S.J. (2005). Extending the vase life of roses (*Rosa hybrida*) with different Preservatives. *International Journal of Agriculture and Biology*, 7, 97-99.
- Capdeville, G. D., Maffia, L. A., Finger, F. L., & Batista, U. G. (2003). Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. *Fitopatologia brasileira*, 28(4), 380-385.
- Cortes, M. H., Frias, A. A., Moreno, Pina, S. G., De La Cruz Guzman, M. M., & Sandoval, G. H. S. G. (2011). The effects of calcium on postharvest water status and vase life of *Rosa hybrida* cv. Grand Gala. *International Journal of Agriculture and Biology*, 13, 233-238.
- Dabasis, C., Chatterjee, J., & Datta, S. K. (2007). Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in chrysanthemum florets. *Plant Growth Regulation*, 53, 107-115.
- Dung, C. D., Seaton, K., & Singh, Z. (2016). Factors affecting variation in the vase life response of wax flower cultivars (Myrtaceae: *Chamelaucium* Desf. and *Verticordia* spp. Desf.) tested under various vase solutions. *Folia Horticulturae*, 28, 41-50. <https://doi.org/10.1515/fhort-2016-0006>
- Halevy, A., Torre, S., Borochoy, A., Porat, R., Philosoph-Hadas, S., Meir, S., & Friedman, H. (2001). Calcium in regulation of postharvest life of flowers. *Acta Horticulturae*, 543, 345-351. doi: 10.17660/ActaHortic.2001.543.42
- Horbe, T., & Yamad, K. (2017). Petal growth physiology of cut rose flowers: Progress and future prospects. *Journal of Horticultural Research*, 25(1), 5-18.
- Hosseinzadeh, E., Kalatejari, S., Zarrinnia, V., Mashhadi Akbar Boujar, M., & Hosseinzadeh S. (2014). Investigating the impact of nanoparticles on postharvest quality and vase life of the cut roses, *Plant and Ecosystem*, 10(40), 73-85. (In Persian)
- Jafari Barzani, A., Ladan Moghadam, A., & Abdossi, V. (2020). Effect of *Ecklonia maxima* on quantitative, qualitative and vase life of *Lilium* cv. Brunello. *Iranian Plant and Biotechnology*, 14(4), 29-35. (In Persian)
- In, B.C., Seo, J.Y., & Lim, J.H. (2016). Preharvest environmental conditions affect the vase life of winter-cut roses grown under different commercial greenhouses. *Horticulture Environment and Biotechnology*, 57, 27-37.
- Iranshahy, Z., Gharineh, M. H., & Farbod, M. (2016). Anti-microbial effect of silver nano particles on the germination of canola seed. *Journal of Applied Crop Research*, 29(111), 1-5. (In Persian)
- Jowkar, M.M. (2006). Water relations and microbial proliferation in vase solutions of *Narcissus tazetta* L. cv. 'Shahla-e-Shiraz' as affected by biocide compounds. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 81(4), 656-660.
- Jyoti, V., & Parminder, S. (2021). Post-harvest handling and senescence in flower crops: An Overview. *Agricultural Reviews*, 42(2), 145-155. doi: 10.18805/ag.R-1992
- Kader, A., & Lindberg, S. (2010). Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress. *Plant Signaling and Behavior*, 5, 233-238. doi: 10.4161/psb.5.3.10740
- Khan, W., Menon, U., Subramanian, S., & Critchley, A. (2009). Seaweed extract as biostimulants of plant growth and development. *Journal of Plant Growth Regulation*, 28, 386-399. <https://doi.org/10.1007/s00344-009-9103-x>
- Krause, M., Santos, M., & Moreira, K. (2021). Extension of the vase life of *Lilium pumilum* cut flowers by pulsing solution containing sucrose, citric acid and silver thiosulfate. *Viçosa Minas Gerais*, (32), 3379-4983.
- Liue, J., Zhang, Z., & Li, H. (2018). Alleviation of effects of exogenous ethylene on cut 'Master' carnation flowers with nano-silver and silver thiosulfate. *Postharvest Biology and Technology*, 143, 86-91.
- Lok, C. N., Ho, C. M., Chen, R., He, Q., Yu, W. Y., Sun, H. Z., Tam, P. K. H., Chiu J. F., & Che. C. M. (2007). Silver nano-particles: Partial oxidation and antibacterial activities. *Journal of Biology and Inorganic Chemistry*, 12, 527-534. doi:10.1007/s00775-007-0208-z
- Mehdi-Nejad, N., Mousavi, H., Fakheri, B.A., Heydari, F. (2019). The effect of nanoparticles on the

- changes of some physiological traits, photosynthetic pigments and the active ingredient parthenolide of *Tanacetum partenium* under water stress. *Journal of Plant Process and Function*, 8(29), 219-227. (In Persian)
- Maneerung, T., Tokura, S., & Rujiravanit, R. (2008). Impregnation of silver nanoparticles in to bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing Carbohydrate. *Polymer*, 72, 43-51.
- Mirdehghan, S., Zeidabadi, S., & Roosta, H. (2013). Interaction of medicinal essential oils with calcium chloride and silver nitrate on quality and vase life of rose cut flowers. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 28(4), 669-683. (In Persian)
- Mohammadi, R., & Hashemabadi, D. (2017). Improvement postharvest longevity of alstroemeria (*Alstroemeria* hybrid) by sucrose, honey and citric acid. *Plant Ecophysiology* (Arsanjan Branch), 9(29), 204-218. (In Persian)
- 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, 311-313.
- Mortazavi, S. N., Bagheri, F., & Bahadoran, M. (2016). Some characteristics of tuberose as affected by pre-harvest application of calcium chloride and gibberellic acid. *Advances in Horticultural Science*, 30, 69-74.
- Mutui, T. M., Emongor, V. E., & Hutchinson, M. J. (2006). The effects of gibberellin4+7 on the vase life and flower quality of *Alstroemeria* cut flowers. *Plant Growth Regulation*, 48, 207-214.
- Nabti, E., Jha, B., & Hartmann, A. (2017). Impact of seaweeds on agricultural crop production as biofertilizer. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(5), 1119-1134.
- Nazari, F. (2019). The effect of foliar application of calcium chloride and nano-calcium chelated on vegetative, reproductive and post-harvest life of tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 32(2), 497-510. (In Persian)
- 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 Sciences Journal*, 18(5), 698-703.
- Oraee, A., Oraee, T., Kiani, M., & Ganji Moghaddam, E. (2015). The study of controlling the bacterial growth in the cut stem rose (*Rosa Hybrida* L. 'Dolce Vita') flowers with preservative compounds. *Journal of Crop Production and Processing*, 4(13), 227-232. (In Persian)
- Park, S. H., OH, S. G., Mun J. Y., & Han, S. S. (2005). Effects of silver nanoparticles on the fluidity of bilayer in phospholipid liposome. *Colloids and Surfaces A: Physiochemical and Engineering Aspects*, 44, 117-122.
- Rastegar, S., & Zareii, A. (2017). Increasing vase life of gerbera by using silver nano particles and hydroxyquinoline citrate. *Flower and Ornamental Plants*, 2(1), 35-44. (In Persian)
- Rai, M., Yadav, A., & Gade, A. (2009). Silver nanoparticles as a new Generation of antimicrobials. *Biotech Advances*, 27, 76-83. doi: 10.1016/j.biotechadv.2008.09.002.
- Rebecca, L.J., Dhanalakshmi, V., & Sharmila, S. (2012). Effect of the extract of *Ulva* sp. on pathogenic microorganisms. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 4(11), 4875-4878.
- Reid, M., & Jiang, C. (2012). *Postharvest Biology and Technology of Cut Flowers and Potted Plants*. University of California.
- Rezaei Nejad, A., & Ismaili, A. (2014). Comparison of some physio-morphological characteristics of eight cut rose cultivars. *Journal of Crops Improvement*, 16(3), 663-674. (In Persian)
- Saini, R.S., Sharma, K.D., & Dhankhar, O.P. (2001). *Laboratory manual of analytical in horticulture*. Agrobios India.
- Singh, A.K. (2006). *Flower Crops: Cultivation and Management*. New India Publishing Agency, New Delhi, 463 p.
- Singh, J., Upadhyay, A. K., Prasad, K., Bahadur A., & Rai, M. (2007). Variability of carotens, vitamin C, E and phenolic in brassica vegetable. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, 106-112.

- 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 jamesoni* cv. Dune) flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 3:155-158.
- Sood, Sh., Vyas, D., & Nagar, P. K. (2006). Physiological and biochemical studies during flower development in two rose species. *Science Horticulturae*, 108, 390-396.
- Souri, M.K. & Mahdavi, M. (2015). Effect of different calcium concentrations on quality parameters of two rose cultivars under hydroponic culture. *Journal of Crop Production and Processing*, 5(16), 189-197. (In Persian)
- Sriram, S., Raguchander, T., Babu, S., Nandakumar, R., Shanmugam, V., & Vidhyasekaran, P. (2000). Inactivation of phytotoxin produced by the rice sheath blight pathogen *Rhizoctonia solani*. *Canadian Journal of Microbiology*, 46(6), 520-524. doi: 10.1139/w00-018
- Torre, S., Borochoy, A., & Halevy, A.H. (1999). Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiologia Plantarum*, 107, 214-219. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1399-3054.1999.100209.x>
- Tuyet, S., Ha, T., & Chun, B. (2017). Assessment of pretreatment solutions for improving the vase life and postharvest quality of cut roses (*Rosa hybrida* L. 'Jinny'). *Flower Research Journal*, 25(3), 101-109.
- Van Doorn, W.G. (2012). Water relations of cut flowers: an update. In J. Janick (Ed.), *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA, pp. 55-106. <http://dx.doi.org/10.1002/9781118351871.ch2>
- Van Meetren, U., van Iperen, W., Nijsee, J., & Keijzer, K. (2001). Processes and xylem anatomical properties involved in rehydration dynamics of cut flowers, *Acta Horticulturae*, 543, 199-205. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.543.25>
- Volpin, H., & Elad, Y. (1991). Influence of Ca nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. *Phytopathology*, 81(11), 1390-1394. <http://dx.doi.org/10.1094/Phyto-81-1390>
- Wulster, G., Sacalis, J., & Janes, H. (1982). The effect of inhibitors of protein synthesis on ethylene induced senescence in isolated carnation petals. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107(1), 112-115. <http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.107.1.112>
- Yousefi, K., Riahi-Madvar, A. & Baghizadeh A. (2015). Investigation of the effects of Ag and Cu elicitors on flavone synthase 1 gene expression and some biochemical parameters on *Cuminum cyminum* L. endemic to Iran. *International Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology)*, 28, 210 -223. (In Persian).
- Zagory, B., & Reid, M. (1986). Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 111(1), 154-158. doi:10.21273/JASHS.111.1.154