

بررسی تاثیر تنوع ژنتیکی و محلول پاشی محرک ها بر بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی-بیوشیمیایی

موثر بر ماندگاری گل شاخه بریده رز

چکیده

عمر کوتاه گل های شاخه بریده رزها موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی این گل ها 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. این تحقیق به منظور بررسی اثرات مفید محرک های زیستی و غیرزیستی (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)) از نظر ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در ماندگاری گل های شاخه بریده چهار رقم گل رز هلندی و نیز اثر تنوع ژنتیکی در پاسخ به این محرک ها به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام گرفت. با تجزیه واریانس داده ها، اثرات جداگانه ارقام و محرک ها و همچنین اثر متقابل ارقام $\times$ محرک ها در سطح احتمال $P \leq 0.01$ برای صفات میزان کربوهیدرات، پرولین، نشت الکترولیت، تعرق، اتیلن، جمعیت باکتریایی و عمر گلجایی معنی دار گردید. با کاربرد محرک ها میزان پرولین، کربوهیدرات، نشت 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 نشت 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 اتیلن مربوط به شاهد و کمترین اتیلن 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 جمع بندی نهایی ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره به عنوان محرک مناسب در افزایش طول عمر و ماندگاری گل شاخه بریده رز معرفی گردید.

کلیدواژه ها: ارقام رز، جلبک دریایی، کلات کلسیم، عمر گل، نانوذرات نقره

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

ABSTRACT

The short life of roses cut flowers causes a decrease in the quality and marketability of these flowers, and this decrease in quality is a result of physiological and biochemical changes 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 (control, seaweed extract (1, 2 and 3 gr l^{-1}), calcium chelate (1.5, 2.5 and 3.5 gr l^{-1}), silver nanoparticles (2.5, 5 and 10 mg l^{-1}) to improve the physiological and biochemical characteristics effective in flowering life of cut-flowers in four Dutch roses cultivars using a factorial experiment based on completely randomized design with four replications. The analysis of variance results showed that the main effects of cultivars and elicitors as well as the interaction effect of cultivars and elicitors were significant at the probability level of $P \leq 0.01$ for all traits: carbohydrates content, proline, electrolyte leakage, transpiration, the amount of ethylene, bacterial population, and vase life. With the used elicitors, the amount of proline, carbohydrate, electrolyte leakage, transpiration, ethylene, and bacterial population showed a significant decrease, and the maximum vase life observed with 10 mg l^{-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 consumption of 3.5 gr l^{-1} of calcium chelate, and 10 mg l^{-1} of silver nanoparticles, respectively. The lowest transpiration was

related to the treatment of 2.5 mg l^{-1} silver nanoparticles with 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 gr l^{-1} calcium chelate (52.43% reduction compared to the control). The lowest bacterial population was obtained in the Samurai cultivar with the treatment of 10 mg l^{-1} silver nanoparticles. The longest and lowest vase life was observed in Samurai cultivar with 10 mg l^{-1} silver nanoparticles (15.75 days) and in Delsoita (6.82 days) with the control treatment, respectively. Finally, 10 mg l^{-1} of silver nanoparticles were introduced as a suitable elicitor to increase the vase life of rose cut flowers.

Keywords: Calcium chelate, Flower life, Seaweed, Silver nanoparticles, Rose varieties

مقدمه

پرورش گل‌ها و گیاهان زینتی از فعالیتهایی است که در جهان امروز به سرعت در حال گسترش می‌باشد. رزها به‌خاطر داشتن عادات رشد متنوع، شکل دلپسند، تنوع در اندازه و فرم گل، رنگ‌های جذاب، عطرمطبوع و رقم‌های 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 گل‌های شاخه بریده جهان، بیشترین تجارت را به خود اختصاص داده است. عمر گل‌های این گیاه بسته به نوع آن بین ۲ تا ۴ هفته می‌باشد و گلی محبوب و دوست داشتنی برای استفاده به صورت انواع دسته گل، سبد گل و حتی تاج گل می‌باشد. 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 می‌شود (In et al., 2016).

گل‌های شاخه بریده به ویژه گل رز به دلیل سطح تعرق بیشتر، سریعتر آب خود را از دست داده و پلاسیده می‌شوند. رفع پیوستگی ستون آب در آوندها با هوا، آلودگی باکتریایی و کیفیت پایین آب از مهم‌ترین عوامل دخیل در کاهش جذب آب توسط ساقه گل‌دهنده طی دوره پس از برداشت می‌باشند. در گل‌های رز هنگامی که گل‌ها در مرحله غنچه هستند، میزان اتیلن کمی تولید می‌کنند ولی بتدریج با باز شدن گلبرگ‌ها از خارج به داخل میزان اتیلن افزایش یافته و در گل‌های کاملاً باز همزمان با پیری میزان اتیلن به حداکثر خود می‌رسد. اتیلن اثر منفی بر گل‌های بریده داشته و قرار گرفتن محصولات در معرض اتیلن باعث فعال شدن مسیر بیوشیمیایی می‌شود که سرانجام منجر به افزایش اتیلن داخلی در گونه‌های حساس می‌گردد. اتیلن در گیاهان زینتی به دلیل تحریک فرآیند پیری و بلوغ، عموماً به عنوان یک عامل منفی به شمار می‌رود (Reid & Jiang, 2012; Dung et al., 2016; Bayat & Aminifard, 2017). تجمع پرولین یکی دیگر از شاخص‌های بیوشیمیایی در زمان پیری است، همچنین در گیاهان تحت تنش میزان پرولین سریعتر از سایر اسیدآمینه‌ها افزایش می‌یابد (Dabasis et al., 2007). سایر تغییرات ضمن پیری گلبرگ‌ها شامل افزایش نفوذپذیری غشای سلولی، نشت محتویات واکوئل، تغییر کربوهیدرات گلبرگ‌ها، افزایش فعالیت آنزیم‌های اسید فسفاتاز، ریبونوکلاز، تغییر شکل پروتئین‌ها، متابولیسم دیواره سلولی و افزایش میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌باشد (Sood et al., 2006; Abdolmaleki et al., 2015). گزارشهای زیادی در خصوص بهبود عمر گلجایی و کیفیت گل‌های شاخه بریده با کاربرد مواد نگهدارنده مختلف در آب وجود دارد که منجر به تعویق افتادن پیری گل شاخه بریده می‌شود. این نگهدارنده‌ها معمولاً حاوی مواد میکروب‌کش، تنظیم کننده‌های رشد و مهارکننده‌های سنتز اتیلن، اسید آسبیزیک و کربوهیدرات‌ها هستند که برای افزایش عمر گل‌های شاخه بریده ضروری هستند (Banjaw, 2017).

معمولاً عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده رز کوتاه بوده و با علائمی مانند پژمردگی گلبرگ‌ها و برگ‌ها و خمیدگی گردن گل مشخص می‌شود (Jyoti & parinder, 2021). امروزه توانایی نگهداری گل‌های شاخه بریده یک ضرورت در امر بازاری رسانی و صادرات بوده و طول عمر گل مهم‌ترین شاخص تعیین ارزش گل می‌باشد (Horbe & Yamad, 2017). با توجه به اینکه عمر کوتاه گل‌های شاخه‌بریده رز موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی آنها می‌شود و این کاهش کیفیت برآیندی از تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی

در طول چرخه حیاتی قبل و پس از برداشت گل‌های رز می‌باشد، بدین منظور در این مطالعه تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده ارقام رز هلندی دلسویتا، سامورایی، آوالانچ و آنجلینا با تیمارهای محرک مختلف مقایسه و بررسی شدند.

پیشینه پژوهشی

تولید اتیلن معمولاً باعث زردی برگ‌ها، ریزش گل‌ها و گلبرگ‌ها، باز شدن ناهنجار و نامنظم گل‌ها و سرانجام مرگ سریع‌تر گل‌های شاخه بریده می‌شود (Liue et al., 2018). همچنین اتیلن باعث خمیدگی گلبرگ‌ها به طرف پایین و قهوه‌ای شدن آن‌ها شده و به شدت از کیفیت و بازارپسندی گل‌ها می‌کاهد (Azuma et al., 2020). برای کاهش اثرهای زیان آور اتیلن، از ترکیبات بازدارنده تولید اتیلن یا از ترکیبات بازدارنده عمل اتیلن استفاده می‌شود (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 پلی-گالاکتروناز 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 کلسیم پایین، 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 (Lu et al., 2010). 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 پی پی ام نانوذرات نقره به مدت یک ساعت تیمار شدند. سپس جهت ارزیابی تا پایان آزمایش در آب مقطر قرار گرفتند و نقش نانوذرات نقره در شاخص‌های فیزیولوژیکی پس از برداشت گل بریده شامل کربوهیدرات محلول برگ و گلبرگ و محتوی آنتوسیانین گلبرگ مورد بررسی قرار گرفت. طبق نتایج حاصله، تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۵۰ پی پی ام موجب تعویق پیری گل‌های بریده رز شد. در بررسی نتایج محتوای کربوهیدرات محلول گلبرگ و برگ روند نزولی داشتند و تیمار نانوذرات نقره ۵۰ پی پی ام 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). همچنین مواد تنظیم کننده موجود در عصاره جلبک دریایی مانند جیبرلین-ها، اکسین‌ها و بتائین‌ها بر طویل شدن سلول، تمایز یابی 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 که از ترکیب‌های کلسیم-دار 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 (Nazari, 2019). سوری و مهدوی (Souri & Mahdavi, 2015) نیز گزارش کردند که افزایش غلظت کلسیم محلول غذایی در رزهای بریدنی سبب بهبود عمر پس از برداشت می‌شود. استفاده از نانوذرات نقره در افزایش طول عمر گل توسط محققان مختلف گزارش شده است. رستگار و زارعی (Rastegar & Zareii, 2017) 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 (Amani Beni et al., 2014). همچنین محلول پاشی عصاره جلبک دریایی بهبود عمر پس از برداشت گل‌های لیلیوم را نشان داد و بیشترین عمر پس از برداشت گل‌ها (۱۶ روز) در محلول پاشی عصاره جلبک دریایی و کمترین (۳/۵ روز) در تیمار شاهد گزارش شده است (Jafari Barzani et al., 2020).

روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق به منظور بررسی اثرات مفید محرک‌های زیستی و غیرزیستی از نظر ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در ماندگاری گل‌های شاخه بریده ارقام رز و نیز بررسی تنوع ژنتیکی در پاسخ به محرک‌های 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 سامورایی، آوالانچ، آنجلینا و دلسویتا) و فاکتور محرک‌های 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 گلخانه تجاری در تهران، شهرستان ملارد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. قلمه‌های رز خریداری شده از شرکت لکس هلند به گلخانه هیدروپونیک مجهز به سیستم مکانیزه با میانگین دمای روزانه ۲۵ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای شبانه ۱۶ تا ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ تا ۵۵ درصد منتقل شدند. بستر کشت در گلدان‌های یونولیتی به ابعاد ۴۰×۱۰۰ cm و ارتفاع ۲۰ سانتی متر با محتوای بستر کشت هیدروپونیک شامل کوکوپیت و پرلیت با نسبت حجمی ۱:۲ آماده شده و قلمه‌ها به گلدان‌های یونولیتی با تراکم ۱۰ بوته در متر مربع منتقل شدند. در هفته اول آبیاری با آب تصفیه شده با شوری ۳۰۰ میکروزیمنس در سانتی‌متر (pH=7) به میزان هر بوته ۱/۵ لیتر در روز و سه مرحله تغذیه ریشه با کود ریشه‌زا (کود بیورادیکانت حاوی عناصر آهن، نیتروژن، منگنز، روی، بر، مولیبدن و غنی از اسیدآمین‌های تریپتوفان، متیونین و اسید گلوتامیک) جهت ریشه‌دوانی انجام شد. در هفته‌های بعد طبق فرمول غذایی شرکت وارد کننده، کود کامل و ریز مغذی‌ها (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 و نیم ماه غنچه‌ها ظاهر شدند و در این مرحله به منظور تقویت بوته و رسیدن به شاخه

تجاری اقدام به غنچه‌گیری شد. زمان انجام بندینگ (خم کردن شاخه) ۲ ماه بعد از کاشت بوته صورت پذیرفت و پس از بندینگ، شاخه‌های با کیفیت و با قطر مناسب تا ارتفاع یک متر رشد کردند. اعمال تیمار محرک‌های زیستی و غیرزیستی مورد آزمایش به صورت محلول‌پاشی در همین مدت یک و نیم ماه صورت پذیرفت. محلول‌پاشی به صورت مه‌پاشی به مدت یک و نیم ماه و هر هفته یکبار انجام شد. محلول‌پاشی روی برگ‌ها به گونه‌ای انجام شد که حالت چکه کردن محلول از نوک آن‌ها رخ داد. برای تهیه محلول در غلظت‌های مورد نظر، نیترات کلسیم از شرکت مرک (Merck) آلمان، جلبک دریایی با نام تجاری آگ لاین شرکت صفاتریم ترکیه و نانوذرات نقره از شرکت نانوسید در تهران تهیه گردید. محلول‌پاشی تیمار شاهد نیز با آب مقطر انجام گردید. گل‌های شاخه بریده رز در مرحله برداشت تجاری، برداشت و به سالن نگهداری گل‌ها در همان گلخانه منتقل شدند. گل‌های شاخه بریده با طول ۴۰ سانتی‌متر در چهار تکرار و هر تکرار شامل سه شاخه برداشت و به ظروف شیشه‌ای ۳۵۰ میلی‌لیتری حاوی آب مقطر انتقال یافتند. گل‌های شاخه بریده در دمای اتاق (20 ± 2 درجه سانتی‌گراد)، رطوبت نسبی ۶۰ درصد با شدت نور ۱۴ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه و دوره نوری ۱۲ ساعت قرار گرفتند و صفات فیزیولوژیکی-بیوشیمیایی زیر در زمان ۴۸ ساعت پس از برداشت مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.

اندازه‌گیری نشت یونی (الکترولیت)

جهت اندازه‌گیری پایداری غشای سلولی، ۱۰ قطعه برگ یک سانتی‌متر مربعی از هر تیمار تهیه و داخل فالکن‌های ۵۰ ml قرار داده و ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه گردید. سپس فالکن‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق روی شیکر قرار داده و بعد از این مدت با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی، هدایت الکتریکی (EC1) آن‌ها اندازه‌گیری شد. فالکن‌های حاوی نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد 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 $(\text{هدایت الکتریکی ثانویه} / \text{هدایت الکتریکی اولیه}) \times 100 =$ درصد نشت الکترولیت محاسبه گردید (Sairam et al., 2000).

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 را در فالکون ریخته و به مدت یک ساعت در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد 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 لایه بالایی نمونه برداشته و داخل کوت ریخته شد، سپس با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۳ نانومتر میزان جذب قرائت 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 (دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد 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 و 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 سانتی‌گراد به منظور تولید اتیلن نگهداری شدند. در نهایت میزان اتیلن تولید شده با کمک دستگاه GC-8 AIT مدل Shimadzu اندازه‌گیری شد (هاشم آبادی و محمدی، ۱۳۹۶).

میزان تعرق

میزان تعرق از روش وزنی و از رابطه $(TW_{t-1} - TW_t) / FW_0$ = میزان تعرق به دست آمد (رضایی نژاد و اسماعیلی، ۱۳۹۴). 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

برای نمونه برداری از انتهای ساقه، با استفاده از قیچی تیز استریل انتهای ساقه را بریده و وزن کرده و برای حذف باکتری‌های سطحی و ترکیبات شیمیایی مورد استفاده در محلول سه مرتبه با آب مقطر استریل شستشو شدند. سپس ساقه به قطعات ریز تقسیم و در هاون استریل با فشار له شده و 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 و همکاران (Van Doorn et al. 2004) انجام شد.

ماندگاری گل (عمر گلجایی)

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 MSTATC، محاسبه ضرایب همبستگی ساده پیرسونی بین هر جفت صفت از نرم‌افزار Minitab و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

یافته‌های پژوهش

غلظت کربوهیدرات محلول

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی ارقام و محرک‌ها و همچنین اثر متقابل ارقام $\times$ محرک‌ها در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) 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 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 کربوهیدرات به مقدار 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 $\times$ 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 به 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 میلی گرم در گرم وزن خشک) در تیمار شاهد (عدم مصرف محرک) مشاهده شد.

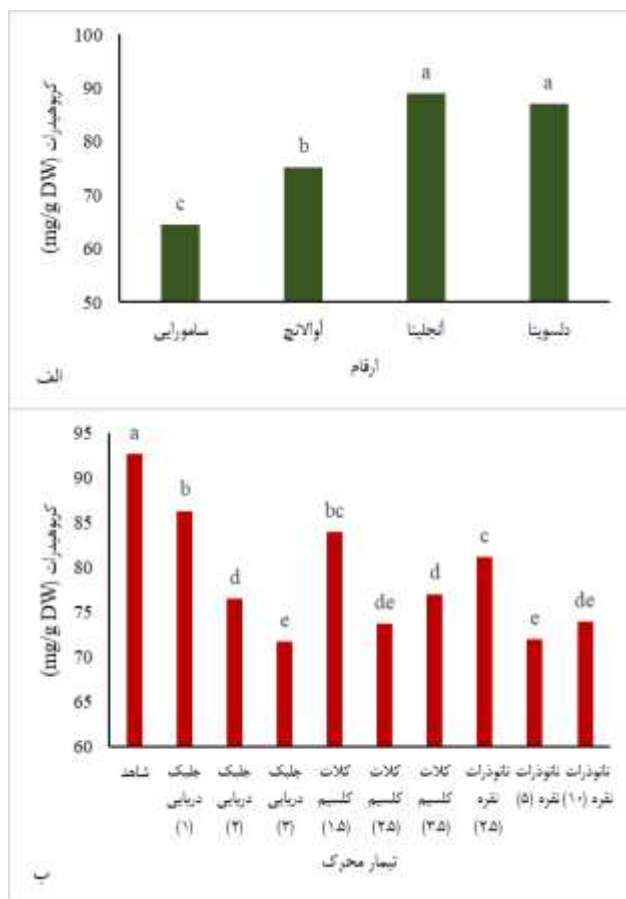
جدول ۱. تجزیه واریانس تأثیر تنوع ژنتیکی و محرکها بر صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی موثر در افزایش عمر گلجایی ارقام گل رز

میانگین مربعات (M.S)							منابع تغییر (S.O.V)
عمر گلجایی	جمعیت باکتریایی	اتیلن	تغرق	نشت الکتروولیت	پرولین	کربوهیدرات	درجه آزادی d.f
۱/۱۵ ^{NS}	۰/۳۶ ^{NS}	۹/۲۸ ^{NS}	۰/۰۰۷ ^{NS}	۹/۵۷ ^{NS}	۱/۰۸ ^{**}	۴۰/۹۹ ^{NS}	۳
۱۲۲/۱ ^{**}	۱۷/۰۹ ^{**}	۱۱۸/۴۵ ^{**}	۰/۱۲ ^{**}	۱۴۹۹/۷۹ ^{**}	۳/۶۶ ^{**}	۵۲۴۰/۰۵ ^{**}	۳
۲۵/۹ ^{**}	۴۷/۵۴ ^{**}	۶۳۶/۱۷ ^{**}	۰/۰۱ ^{**}	۲۱۸/۸۷ ^{**}	۲/۶۳ ^{**}	۷۷۶/۲۴ ^{**}	۹
۴/۰ ^{**}	۲/۹۵ ^{**}	۶۶/۹۷ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{**}	۴۵/۵۲ ^{**}	۰/۴۱ ^{**}	۱۳۸/۴۹ ^{**}	۲۷
۱/۱۴	۰/۱۸	۴/۶۶	۰/۰۰۱	۷/۴۷	۰/۰۷	۱۱/۲۵	۱۲۷
۱۰/۱	۸/۴۳	۸/۵	۱۰/۸۵	۸/۱۵	۸/۴۹	۶/۳۵	CV%

*** و ** و NS: به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی دار.

پرولین

تجزیه واریانس صفت پرولین (جدول ۱) نشان داد که اثرات اصلی ارقام و محرکها در سطح احتمال یک درصد ($P \leq 0.01$) روی تغییرات میزان پرولین معنی دار شدند، اما اثر متقابل ارقام $\times$ محرکها تأثیر معنی داری در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq 0.05$) بر میزان پرولین نشان داد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین ارقام از نظر پرولین (شکل ۲ الف) بیشترین پرولین در رقم آنجلینا به مقدار ۳/۵۷ میکرومول در گرم وزن تر و کمترین پرولین 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 پرولین به میزان ۲/۶۹ و ۲/۷۲ میکرومول در گرم وزن تر در تیمارهای ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم و حداکثر پرولین به میزان ۳/۹۸ میکرومول در گرم وزن تر در تیمار شاهد حاصل شد. نتایج مقایسه میانگین پرولین برای اثر متقابل ارقام $\times$ محرکها (جدول ۳) مشخص کرد که کمترین پرولین در رقم سامورایی به مقدار ۲/۲۴ میکرومول در گرم وزن تر مربوط به کاربرد ۳ گرم در لیتر کلات کلسیم، در رقم آنجلینا به مقدار ۲/۸۸ میکرومول در گرم وزن تر مربوط به کاربرد ۱۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره و در رقم دلسویتا به مقدار 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.

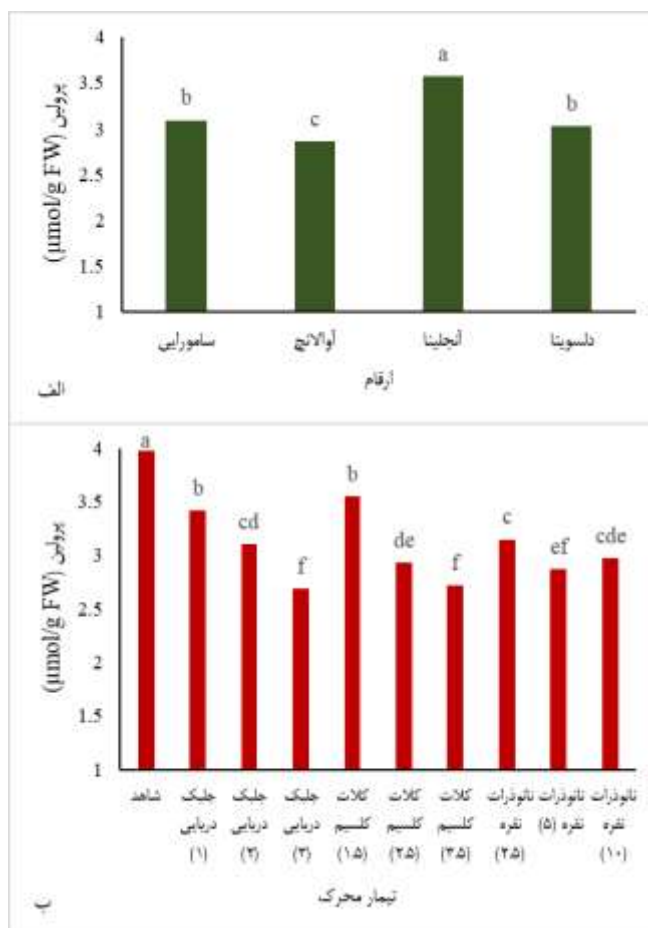


شکل ۱. مقایسه میانگین میزان کربوهیدرات گل شاخه بریده رز بین (الف) ارقام و (ب) تیمارهای محرک. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های میزان کربوهیدرات گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

کربوهیدرات (میلی گرم در گرم وزن خشک)				
رقم				
دلسویتا	آنجلینا	آوالانچ	سامورایی	تیمار محرک
۱۰۷/۶۹a	۱۰۱/۳۹abc	۸۶/۶۹f-i	۷۵/۰۱k-n	شاهد
۱۰۳/۳۵ab	۹۳/۹۶c-f	۸۰/۷h-l	۶۷/۴۵nop	جلبک دریایی (1 g/L)
۸۸/۹۷e-h	۸۴/۴۸g-j	۷۲/۴۱l-o	۶۰/۳۴pq	جلبک دریایی (2 g/L)
۶۷/۱۷nop	۸۷/۱۳f-i	۷۴/۶۳k-n	۵۸/۲۱q	جلبک دریایی (3 g/L)
۹۷/۴۴bcd	۸۸/۹۲e-h	۸۱/۷۹g-k	۶۸/۰۸nop	کلات کلسیم (1.5 g/L)
۸۲/۰۲g-k	۸۷/۸۶e-i	۵۹/۸۴pq	۶۵/۳۲opq	کلات کلسیم (2.5 g/L)
۷۸/۱۷j-m	۹۵/۴۶cde	۷۳/۹۶k-n	۶۰/۶pq	کلات کلسیم (3.5 g/L)
۸۴/۶۸g-j	۸۹/۷۹d-g	۸۰/۲۶i-l	۷۰/۰۴mno	نانونذرات نقره (2.5 mg/L)
۸۴/۳۴g-j	۷۴/۸k-n	۶۷/۳۵nop	۶۱/۳۵pq	نانونذرات نقره (5 mg/L)
۷۸/۲۱j-m	۸۵/۵۸g-j	۷۴/۰۶k-n	۵۷/۹q	نانونذرات نقره (10 mg/L)

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



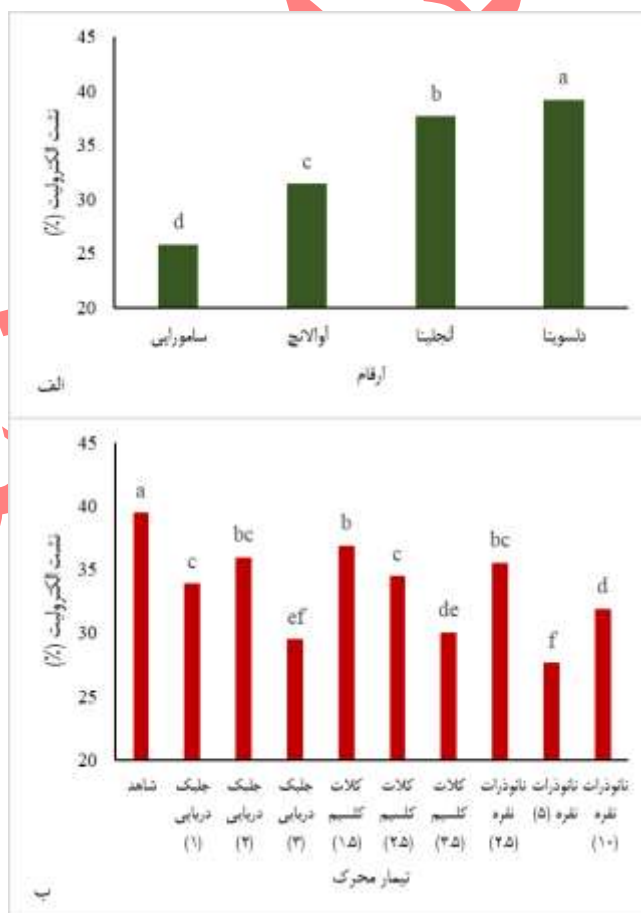
جدول ۳. مقایسه میانگین‌های میزان پرولین گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

پرولین (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 (1 g/L)
۲/۸۹h-l	۳/۶۵bcd	۲/۸۱i-n	۳/۰۷e-k	جلبک دریایی (2 g/L)
۳/۱۴d-i	۳/۲۴d-j	۲/۰۳p	۲/۳۴m-p	جلبک دریایی (3 g/L)
۳/۵۵b-e	۳/۸۸abc	۳/۲۶d-i	۳/۵c-f	کلات کلسیم (1.5 g/L)
۲/۹۱h-l	۳/۶bcd	۲/۴۱l-p	۲/۷۷i-n	کلات کلسیم (2.5 g/L)
۲/۶۴k-o	۳/۱۷d-j	۲/۸۴h-m	۲/۲۴op	کلات کلسیم (3.5 g/L)
۲/۳۵d-h	۳/۴۶c-f	۲/۳۶m-p	۳/۴۴c-g	نانوذرات نقره (2.5 mg/L)
۲/۳۳nop	۳/۵۷b-e	۲/۷۱j-o	۲/۸۹h-l	نانوذرات نقره (5 mg/L)
۲/۹۳g-l	۲/۸۸h-l	۳/۲۱d-j	۲/۸۷h-l	نانوذرات نقره (10 mg/L)

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

نشت یونی (الکترولیت)

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثرات اصلی ارقام و محرک‌ها و نیز اثر متقابل ارقام $\times$ محرک‌ها در سطح احتمال یک درصد از نظر صفت نشت الکترولیت معنی‌دار شدند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های نشت الکترولیت در چهار رقم (شکل ۳ الف) نشان داد که حداقل نشت الکترولیت به مقدار ۲۵/۸۵ درصد را رقم سامورایی و حداکثر نشت الکترولیت به مقدار ۳۹/۲ درصد را رقم دلسویتا دارا بودند. مقایسه میانگین‌های نشت الکترولیت تحت تأثیر محرک‌های مختلف (شکل ۳ ب) نشان داد که با کاربرد محرک‌ها، کاهش نشت الکترولیتی نسبت به تیمار شاهد رخ داد، به نحوی که کمترین نشت الکترولیت به میزان ۲۷/۶۷ درصد در تیمار ۵ میلی گرم 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 میلی گرم 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 میلی گرم 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 نشت الکترولیت گل شاخه بریده رز بین ارقام و ب) تیمارهای محرک میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

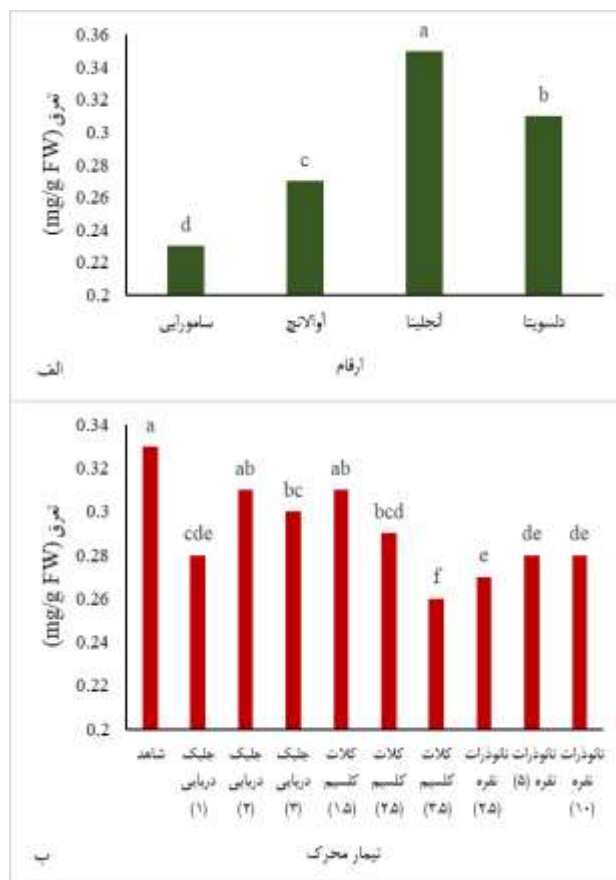
جدول ۴. مقایسه میانگین‌های میزان نشت الکترولیت گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

نشت الکترولیت (%)				
رقم				
تیمار محرک	سامورایی	آوالانچ	آنجلینا	دلسویتا
شاهد	۳۲/۱۶hij	۳۸/۳۵b-e	۴۲/۶۱ab	۴۴/۸۸a
جلبک دریایی (1 g/L)	۳۰/۵۵h-k	۳۰/۷h-k	۳۲/۴۴hij	۴۱/۹۷bc
جلبک دریایی (2 g/L)	۲۵/۹۱lm	۳۰/۰۱d-g	۳۸/۹۲b-e	۴۲/۰۲abc
جلبک دریایی (3 g/L)	۲۶/۵۴klm	۲۲/۶۵mno	۳۸/۵۶b-e	۳۰/۳۸ijk
کلات کلسیم (1.5 g/L)	۳۱/۳۲hij	۳۰/۸۵h-k	۴۰/۷۵a-d	۴۴/۶۵a
کلات کلسیم (2.5 g/L)	۲۱/۴۸no	۳۳/۸۳f-i	۴۱/۶۲abc	۴۱/۰۲a-d
کلات کلسیم (3.5 g/L)	۲۵/۵۹lmn	۲۸/۵۵jkl	۳۲/۵۴hij	۳۳/۴۸ghi
نانوذرات نقره (2.5 mg/L)	۲۵/۰۳lmn	۲۵/۱۷e-h	۴۰/۶۴a-d	۴۱/۳۶a-d
نانوذرات نقره (5 mg/L)	۲۱/۳۲no	۲۵/۶۳lmn	۳۰/۷۳h-k	۳۳/۰۲g-j
نانوذرات نقره (10 mg/L)	۱۸/۶۸o	۳۱/۷۸hij	۳۷/۹۵c-f	۳۹/۱۸b-e

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 همچنین اثر متقابل رقم × محرک‌ها 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 × 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 جلپک 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 میانگین‌های میزان تعرق گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

تعرق (میلی لیتر در ساعت در گرم وزن تر)				
رقم				
دلسویتا	آنجلینا	آوالانچ	سامورایی	تیمار محرک
۰/۳۶۳abc	۰/۳۶۵abc	۰/۳۲۳def	۰/۲۵۵jkl	شاهد
۰/۳۰۵d-h	۰/۳e-i	۰/۲۹۵f-i	۰/۲۵۳jkl	جلبک دریایی (1 g/L)
۰/۳۶۵abc	۰/۳۴bcd	۰/۲۶۳i-l	۰/۲۸g-j	جلبک دریایی (2 g/L)
۰/۳۳۵cde	۰/۳۹۳a	۰/۲۵۵jkl	۰/۲۲۳lm	جلبک دریایی (3 g/L)
۰/۳۳۵cde	۰/۳۷۸ab	۰/۲۵۵jkl	۰/۲۵۳jkl	کلات کلسیم (1.5 g/L)
۰/۲۷۸g-j	۰/۳۶۳abc	۰/۳۱۲d-g	۰/۲۲۳lm	کلات کلسیم (2.5 g/L)
۰/۲۷h-k	۰/۳۲۳def	۰/۲۵۳jkl	۰/۱۷۵n	کلات کلسیم (3.5 g/L)
۰/۳۴bcd	۰/۳۱۲d-g	۰/۲mn	۰/۲۲۵klm	نانوذرات نقره (2.5 mg/L)
۰/۲۵jkl	۰/۴a	۰/۲۳۳klm	۰/۲۴۳jkl	نانوذرات نقره (5 mg/L)
۰/۳۹۵f-i	۰/۳۷۵ab	۰/۲۶۵ijk	۰/۱۸۳n	نانوذرات نقره (10 mg/L)

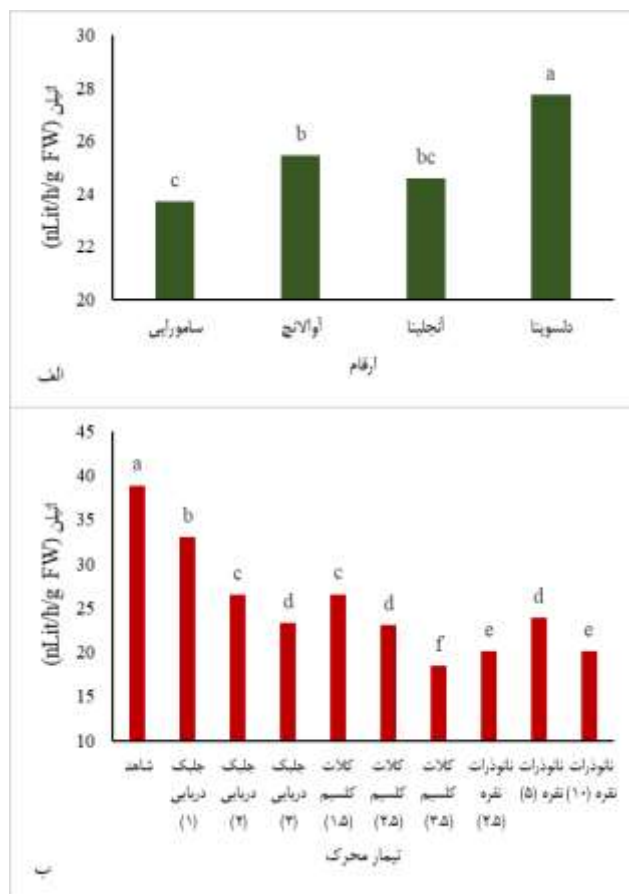
میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

اتیلن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس در منابع تغییر ارقام، محرک‌ها و اثر متقابل ارقام با محرک‌ها تأثیر معنی‌داری بر میزان اتیلن در سطح احتمال یک درصد دیده شد (جدول ۱). مقایسه میانگین میزان اتیلن در چهار رقم (شکل ۵ الف) نشان داد که بیشترین اتیلن (۲۷/۷۵ نانولیتتر در ساعت در گرم وزن تر) مربوط به رقم دلسویتا و کمترین اتیلن (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 میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم آنجلینا (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 میلی گرم 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 همینطور 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، استفاده از محرک‌ها موجب کاهش جمعیت باکتریایی در گل شاخه بریده رز شده و کمترین جمعیت باکتریایی در تیمارهای ۵ و ۱۰ میلی گرم 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 میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره، در رقم آوالانچ ($1.93 \log_{10} \text{CFU/ml}$) با تیمار ۵ میلی گرم 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).

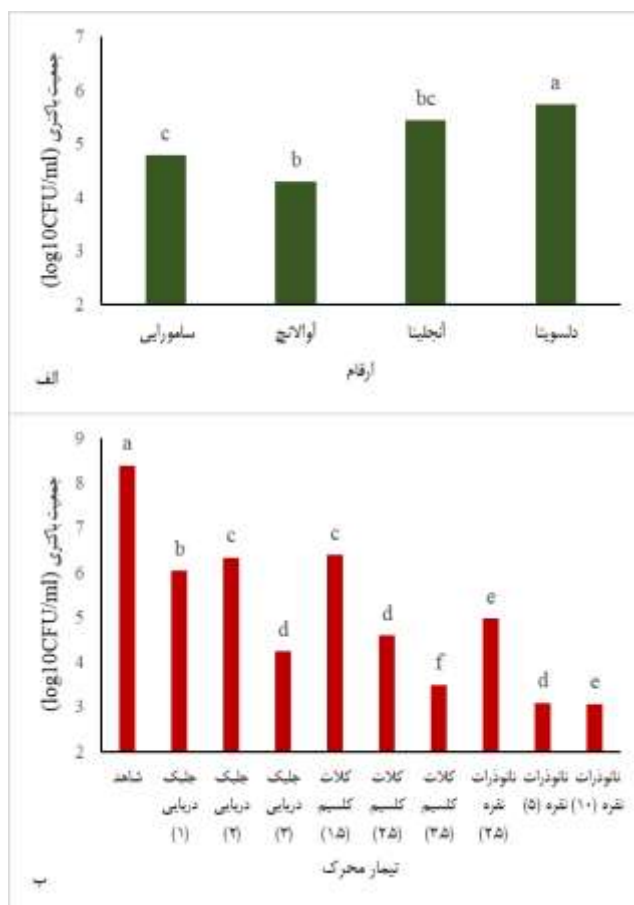


شکل ۵. مقایسه میانگین میزان اتیلن گل شاخه بریده رز بین الف) ارقام و ب) تیمارهای محرک. میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین‌های میزان اتیلن گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

اتیلن (نانو لیتر در ساعت در گرم وزن تر)				
رقم				
دلسویتا	آنجلینا	آوالانچ	سامورایی	تیمار محرک
۴۳/۱۱a	۳۶/۹c	۴۰/۵۴ab	۳۴/۸۴cd	شاهد
۳۷/۵۷bc	۲۶/۰۸hij	۳۶/۰۳c	۳۲/۴۳de	جلبک دریایی (1 g/L)
۳۵/۵۸cd	۲۱/۹۸k-q	۲۱/۱۲l-r	۲۷/۳۸ghi	جلبک دریایی (2 g/L)
۲۲/۴۶j-n	۲۴/۶۹i-l	۲۴/۷۳i-l	۲۰/۴۲m-s	جلبک دریایی (3 g/L)
۱۸/۹۰-s	۳۱/۵۴ef	۲۸/۴۱fgh	۲۷/۳۱ghi	کلات کلسیم (1.5 g/L)
۳۰/۰۵efg	۱۹/۰۱۰-s	۲۲/۴۵j-o	۲۰/۵۹m-s	کلات کلسیم (2.5 g/L)
۱۸/۳۷qrs	۲۰/۰۷n-s	۲۲/۲k-p	۱۳/۲۷t	کلات کلسیم (3.5 g/L)
۱۷/۸۸rs	۲۲/۴۹k-o	۱۸/۴qrs	۲۱/۶۵l-q	نانوذرات نقره (2.5 mg/L)
۲۷/۱۸ghi	۲۴/۰۷i-m	۲۳/۳۷j-n	۲۱/۱۱l-r	نانوذرات نقره (5 mg/L)
۲۵/۴h-k	۱۸/۹۱۰-s	۱۷/۳۷s	۱۸/۶۵p-s	نانوذرات نقره (10 mg/L)

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



شکل ۶. مقایسه میانگین جمعیت باکتریایی 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.

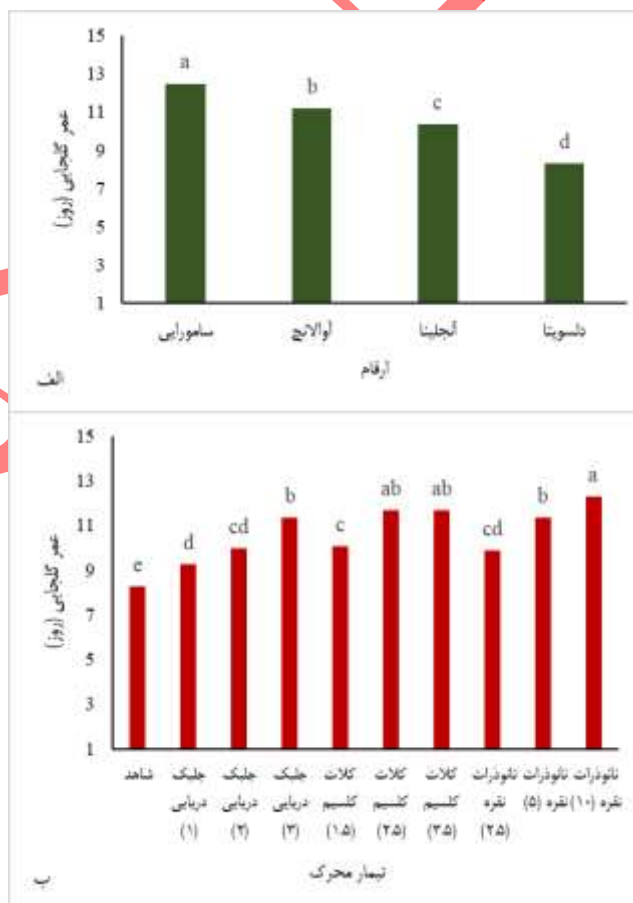
جدول ۷. مقایسه میانگین‌های جمعیت باکتریایی گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

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	۶/۲ef	۷/۲۸cd	جلبک دریایی (1 g/L)
۷/۳cd	۶/۷۵def	۴/۴ijk	۶/۸۸de	جلبک دریایی (2 g/L)
۴/۹۸ghi	۴/۳۳ijk	۳/۳mno	۴/۲۵ijk	جلبک دریایی (3 g/L)
۶/۹de	۷/۱۵d	۴/۹۳ghi	۶/۶def	کلات کلسیم (1.5 g/L)
۵/۱۵gh	۴/۹۵ghi	۴/۵۵hij	۳/۷k-n	کلات کلسیم (2.5 g/L)
۴/۱۵jkl	۳/۵۴lmn	۳/۲۵mno	۳/۰۳nop	کلات کلسیم (3.5 g/L)
۵/۲۸g	۶/۹۸de	۳/۷k-n	۳/۸klm	نانوذرات نقره (2.5 mg/L)
۳/۵lmn	۴/۴ijk	۱/۹۳qr	۲/۵۳pq	نانوذرات نقره (5 mg/L)
۴/۵۵hij	۳/۵۴lmn	۲/۶۵op	۱/۵۳r	نانوذرات نقره (10 mg/L)

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 همینطور 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 عمر گلجایی 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 ۸. مقایسه میانگین‌های عمر گلجایی گل شاخه بریده رز برای اثر متقابل ارقام × محرک‌ها

عمر گلجایی (روز)				
رقم				
تیمار محرک	سامورایی	آوالانچ	آنجلینا	دلسویتا
شاهد	۹/۶۶j-p	۸/۴۹n-r	۸/۰۹pqr	۶/۸۲r
جلبک دریایی (1 g/L)	۱۰/۱۹h-n	۱۰/۱۷h-n	۸/۷۸m-q	۷/۸۷pqr
جلبک دریایی (2 g/L)	۱۱/۹۴d-n	۹/۵۵k-p	۱۰/۴۷h-m	۷/۹۸pqr
جلبک دریایی (3 g/L)	۱۳/۸۲bc	۱۲/۵۳c-g	۱۰/۸۹g-l	۸/۱۸o-r
کلات کلسیم (1.5 g/L)	۱۱/۰۶f-k	۱۰/۳۸h-m	۱۱/۷۷e-n	۷/۰۸qf
کلات کلسیم (2.5 g/L)	۱۳/۵۷bcd	۱۲/۲۴c-g	۱۱/۶۷e-i	۹/۱۸l-p
کلات کلسیم (3.5 g/L)	۱۴/۳۹ab	۱۳/۷۹bc	۹/۹۵i-o	۸/۵n-r
نانوذرات نقره (2.5 mg/L)	۱۱/۵۸e-i	۹/۹۱i-o	۹/۲۱l-p	۸/۸m-q
نانوذرات نقره (5 mg/L)	۱۲/۸b-f	۱۳/۳۳b-e	۱۰/۲۴h-n	۹/۰lm-p
نانوذرات نقره (10 mg/L)	۱۵/۷۲a	۱۱/۴۸f-j	۱۲/۲۷c-g	۹/۶۷j-p

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 که یکی از دلایل کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده پس از طی روزهای اولیه، گرفتگی آوندهای ساقه در اثر رشد میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. رشد میکروبی سبب افزایش مقاومت ساقه به جریان آب شده و از حرکت محلول به سمت بالای ساقه جلوگیری می‌کند و کاهش در وزن تر گل‌های شاخه بریده می‌تواند نتیجه کاهش جذب آب یا افزایش تعرق باشد (Singh et al., 2007). وجود باکتری‌ها در گلجا، باعث ورود آن‌ها به همراه آب به داخل گیاه و تجمع آن‌ها در سطح بریده و آوندهای چوبی می‌شود 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, 2005; Capdeville et al., 2003). در این تحقیق هر سه نوع محرک زیستی-غیرزیستی استفاده شده (نانوذرات نقره، کلات کلسیم و جلبک دریایی) باعث کاهش جمعیت باکتریها نسبت به تیمار شاهد شدند، بطوری 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 توافق با 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; Roi et al., 2009). در گزارش سلجی و همکاران (Solgi et al., 2009) 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.

اثر نانوذرات نقره بر طول عمر گل شاخه بریده به خاصیت بازدارندگی آن بر رشد باکتری‌ها نسبت داده شده است (Oraee et al., 2011). نانونقره یک ماده میکروب‌کش 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 طرفی دیگر گل‌های شاخه بریده از جمله گل‌هایی هستند که حساس به جاذبه زمین می‌باشند و در طول نگهداری شاخه گل‌های بریده، 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 که استفاده از ترکیبات میکروب‌کش 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 آنتی‌اکسیدانی می‌گردد. از طرف دیگر اثرات مهاری اتیلن در غلظتهای بالای فنل به اثبات رسیده است و بنابراین میتوان اثرات مثبت نانوذرات نقره بر افزایش محتوای فنلی و آنتی‌اکسیدانی را به اثر بازدارندگی آن بر فعالیت اتیلن نسبت داد (Yousefi & Riahi Madvar, 2016). 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 ردوکناز و گلوتامات دهیدروژناز بر متابولیسم نیتروژن اثر گذاشته و باعث افزایش رشد و میزان فتوسنتز می‌شود (Mahdinezad et al., 2019). 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 باکتری‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده، اتیلن تولید می‌کنند که منجر به پیری و پژمردگی، افزایش نفوذپذیری غشا و کاهش پایداری غشای سلولی می‌شود (Zagory & Reid, 1986).

همچنین در توافق با نتایج این تحقیق، نتایج آزمایشی نشان داده است که با افزایش کلسیم تولید اتیلن در گل رز کاهش می‌یابد (Ahmadi & Rab, 2020). کلسیم، با سازوکارهای متعددی در فرآیند پیری و افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده رز نقش دارد. یکی از این مکانیسم‌ها، اثر بازدارنده آن بر آنزیم ACC اکسیداز و به دنبال آن کاهش تولید اتیلن به وسیله گلب‌رگ‌ها می‌باشد (Torre et al., 1999). با توجه به اینکه کلسیم در ساختار و وظایف غشای سلولی با متصل کردن پروتئین‌های آنزیمی و غیرآنزیمی به فسفولیپیدهای غشای سلولی ایفای نقش می‌کند، بدین ترتیب از فعالیت آنزیم‌های تولید کننده اتیلن، که ساختار پروتئینی داشته و به غشای سلولی متصل هستند، می‌کاهد. در نهایت، با تولید کمتر اتیلن، که تحریک کننده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره سلولی است، دیواره سلولی کمتر تخریب می‌شود. در همین راستا گزارش شده که در رزهای شاخه بریده تیمار شده با کلسیم میزان تولید اتیلن در برگ‌ها کاهش و بنابراین عمر پس از برداشت بهبود یافته است (Volpin & Elad, 1991). همچنین گزارش شده 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. گزارش شده که بازدارنده‌های ساخت پروتئین مانند سیکلو هگزاماید، پیری را هم در گل‌هایی که پیری در آن‌ها با اتیلن تنظیم می‌شود (فرازگرا) و هم در گل‌هایی که غیر حساس به اتیلن هستند (نافرازگرا) می‌تواند به تأخیر بیاندازد (Wulster et al., 1982). از این رو به نظر می‌رسد 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 پروتئین‌ها باعث افزایش بیشتر عمر پس از برداشت در گل رز می‌شوند.

افزایش میزان نشت یونی غشای سلول که در اثر از بین رفتن خاصیت نفوذپذیری انتخابی غشای سلول پدید می‌آید یکی از تغییراتی است که در طی پیری سلول‌ها رخ می‌دهد. در این آزمایش کاهش نشت یونی در تمام تیمارهای محرک نسبت به تیمار مشاهده شد، بطوری که در دو رقم آوالانچ و دلسویتا تیمار ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی و در دو رقم سامورایی و آنجلینا 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 گل‌های بریده ایجاد کرده و به مراتب مقاومت سلولی را افزایش داده و در نتیجه در کاهش نشت یونی سلول‌ها مؤثرتر عمل می‌کند (Solgi et al., 2009). همچنین کلسیم باعث کاهش تولید اتیلن شده و نفوذپذیری غشای سلولی را حفظ کرده و از نشت یون‌ها از غشای سلولی که از جمله فرآیندهای پیری است جلوگیری می‌کند (Torre et al., 1999). در این رابطه تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباط پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی شده که عامل استحکام شبکه دیوار سلول‌ها می‌باشد و نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی سلول‌ها و کاهش نشت الکترولیت‌ها 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 تأثیر قرار داده است (Asfanani et al., 2008). نظری و دلجو نیز نتیجه گرفتند که کلسیم نقش مهمی در استحکام دیواره سلولی دارد و از این طریق موجب کاهش نشت یونی می‌شود (Nazari Deljou et al., 2012). محققان (Torre et al., 1999) گزارش کردند که پیری پس از برداشت گل‌های رز، توسط پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشا سلولی، اتیلن و فعالیت آنزیم ATPase کنترل می‌شود که همه اینها توسط کلسیم تحت تأثیر قرار می‌گیرند. کلسیم با به تعویق انداختن نشت یونی در غشای

گلبرگ‌ها و ایجاد تأخیر در کاهش پروتئین‌های غشاء و فسفولیپیدهای گلبرگ‌ها طول عمر آن‌ها را افزایش می‌دهد (سوری و مهدوی، ۱۳۹۴).

انتقال آب و مواد معدنی برای ادامه حیات گل‌های شاخه بریده بسیار ضروری است. محققان گزارش کرده‌اند که اگر جذب آب و تعرق توسط گل‌های شاخه بریده نامتعادل باشد، آن‌ها دچار پژمردگی زودرس می‌شوند که در نتیجه از بین رفتن تورژسانس سلولی، در نهایت باعث پژمردگی برگشت ناپذیر و پایان زود هنگام عمر گل شاخه بریده شود (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 زود هنگام 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). همچنین، کلسیم با تأثیر بر مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها به کاهش تعرق کمک کرده و در نهایت موجب جلوگیری از کاهش وزن تر و محتوای نسبی آب گل‌های شاخه بریده شده و منجر به 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، بطوری که کمترین میزان کربوهیدرات در مصرف ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی دیده شد. 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 آنجلینا ۵ میلی گرم نانوذرات نقره و در رقم دلسویتا ۳ گرم در لیتر جلبک دریایی کمترین میزان کربوهیدرات محلول را نشان دادند. در توافق 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 کرده‌اند که باعث افزایش طول عمر گل شاخه بریده رز گردید.

در گیاهان تحت پیری میزان پرولین سریع‌تر از سایر آمینو اسیدها افزایش می‌یابد (Bates et al., 1973). در این تحقیق هر سه نوع محرک استفاده شده باعث کاهش تجمع پرولین نسبت به تیمار شاهد شدند، بطوری 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 آنجلینا ۵ میلی گرم نانوذرات نقره و در رقم دلسویتا 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 (Prasad et al., 2012). 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. به علاوه 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 زر را تیمارهای ۱۰ میلی گرم نانوذرات نقره و ۳/۵ گرم در لیتر کلات کلسیم نشان دادند. در توافق با نتایج این تحقیق، اثر مثبت تیمار کلسیم در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده گلابول (Ahmad & Rab, 2020)، گل شاخه بریده مریم (Nazari, 2019)، گل‌های شاخه بریده رز (Souri & Mahdavi, 2015; Asfanani, 2008)، تأثیر

مثبت نانوذرات نقره در افزایش عمر گلجایی گل ژبر (Rastegar & Zareii, 2017)، گل شاخه بریده مریم (Amani Beni et al., 2014) و گل شاخه بریده رز (Hosseinzadeh et al., 2014; Alekasir et al., 2017) و نیز افزایش عمر گلجایی گل لیلیوم با عصاره جلبک دریایی (Jafari Barzani et al., 2020) گزارش شده است. همسو با نتایج این تحقیق در افزایش عمر گلجایی با کاربرد کلسیم، مرتضوی و همکاران (Mortazavi et al., 2016) گزارش کردند که محلول پاشی کلسیم در گل رز می‌تواند با افزایش مقدار آب نسبی و حفظ تورژسانس سلولی برگ‌ها و نیز جلوگیری از تخریب دیواره سلولی و کاهش نشت الکترونی، عمر گلبرگ‌ها را افزایش دهد. انتقال آب و مواد معدنی برای ادامه حیات گل‌های بریده بسیار ضروری است. محققان گزارش کرده‌اند که اگر جذب آب و تعرق توسط گل‌های بریده نامتعادل باشد، آن‌ها دچار پژمردگی زودرس می‌شوند که در نتیجه از بین رفتن تورژسانس سلولی به وجود می‌آید. محدود شدن جذب آب که به علل مختلفی از جمله مسدود شدن آوندهای ساقه ایجاد می‌شود، می‌تواند 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).

نتیجه‌گیری

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 (محرک‌های 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. پایین‌ترین 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 حمایت‌های مادی و معنوی دانشگاه بین‌المللی امام خمینی در انجام این تحقیق اعلام می‌دارند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند هیچگونه تعارض منافع در ارائه مقاله حاضر وجود ندارد.

منابع

- امانی بنی، مجید، حاتم زاده، عبدالله، نیکبخت، علی، قاسم نژاد، محمود، نیکخواه بهرامی، سارا، 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؛ گنجی مقدم، ابراهیم (۱۳۹۳). بررسی کنترل رشد باکتری‌های ساقه گل‌های شاخه بریده رز (Dolce vita) با استفاده از مواد نگهدارنده. تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۱۳: ۲۲۷-۲۳۱.

ایران‌شاهی، زهرا؛ قرینه، محمد حسین؛ فرید، منصور (۱۳۹۵). تأثیر خاصیت ضد میکروبی نانو ذرات نقره بر قدرت جوانه‌زنی و رویش بذور کلزا. زراعت (پژوهش و سازندگی). ۱۱۱: ۵-۱.

جعفری برزانی، عبدالله؛ عبدوسی، وحید؛ 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.

حسین‌زاده، ابراهیم؛ کلاته جاری، سپیده؛ زرین نیا، وحید؛ مشهدی اکبر بوجار، مسعود؛ 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؛ 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.

رضایی‌نژاد، عبدالحسین؛ اسماعیلی، احمد (۱۳۹۴). مقایسه برخی ویژگی‌های فیزیومورفولوژیکی هشت رقم رز شاخه بریده. به زراعی کشاورزی. ۱۶(۳): ۶۷۴-۶۶۳.

سوری، محمد کاظم؛ مهدوی، محمد (۱۳۹۴). اثر غلظت‌های مختلف کلسیم بر ویژگی‌های کیفی گل در دو رقم رز تحت شرایط هیدروپونیک. نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی، ۱۶: ۱۸۹-۱۹۶.

محمدی، ریحانه؛ 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؛ روستا، حمیدرضا (۱۳۹۱). برهم‌کنش اسانس گیاهان دارویی با کلرید کلسیم و نیترات نقره بر خصوصیات کیفی و عمر گلجایی گل بریده رز. تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۸ (۴): ۶۶۹-۶۸۳.

مهدی‌نژاد، نفیسه؛ موسوی، حدیث؛ فاخری، براتعلی؛ حیدری، فروزان (۱۳۹۸). تأثیر نانو ذرات بر تغییرات برخی صفات فیزیولوژیک، رنگیزه‌های فتوسنتزی و ماده مؤثره پارتولید گیاه بابونه کبیر (*Tanacetum parthenium*) تحت تنش کم آبی. فرآیند و کارکرد گیاهی، ۸(۲۹): ۲۱۹-۲۲۷.

نظری، فرزاد (۱۳۹۸). اثر محلول‌پاشی برگی 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.

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.

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.

Ahmadi, 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.

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. (In Persian)

AleKasir, K., Naghshband 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., Ramsubhag, 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.

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.
- Bleeksmas, 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.
- Halevy, A., Torre, S., Borochov, A., Porat, R., Philosoph-Hadas, S., Meir, S., & Friedman, H. (2001). Calcium in regulation of postharvest life of flowers. *Acta Horticulturae*, 543, 345-351.
- 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.
- Kader, A., & Lindberg, S. (2010). Cytosolic calcium and pH signaling in plants under salinity stress. *Plant Signaling and Behavior*, 5, 233-238.
- 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.
- 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 parthenium* under water stress. *Journal of Plant Process and Function*, 8(29), 219-227. (In Persian)
- Maneering, 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.
- 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: Physicochemical 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.
- 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)
- Rezaei Nejad, A., & van Meeteren, U. (2005). Stomatal response characteristics of *Tradescantia virginiana* grown at high relative air humidity. *Physiologia Plantarum*, 125, 324-32.
- 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.
- Torre, S., Borochoy, A., & Halevy, A.H. (1999). Calcium regulation of senescence in rose petals. *Physiologia Plantarum*, 107, 214-219.

- 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: Janick, J. (Ed.), *Horticultural Reviews*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA, pp. 55-106.
- 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, 207-211.
- 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, 207-211.
- Volpin, H., & Elad, Y. (1991). Influence of Ca nutrition on susceptibility of rose flowers to *Botrytis* blight. *Phytopathology*, 81, 1390-1394.
- 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, 112-115.
- Yousefi, K., & Riahi Madvar, A. (2016). Effect of flavone synthase gene expression and elicitor silver and copper on some biochemical parameters in seedlings of native Iranian cumin (*Cuminum cyminum* L). *Iranian Journal of Biology*, 28, 210 -223.
- Zagory, B., & Reid, M. (1986). Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 11(1), 154-158.

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

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, and this decrease in quality is a result of physiological and biochemical changes during pre and post harvesting in the life cycle of roses. This research aimed to investigate the beneficial effects of biotic and abiotic in terms of creating effective physiological and biochemical changes in the longevity of cut flowers of rose cultivars, as well as to survey the genetic diversity at four Dutch rose cultivars in response to the elicitors used.

Materials and methods

This research was conducted in order to investigate the effect of biotic and abiotic elicitors to improve the physiological and biochemical characteristics and the quality and marketability by increase the flowering life of cut-flowers in four Dutch roses cultivars. This experiment was done as a factorial based on a completely randomized design with four replications. The two factors applied in this research were the cultivar factor in four levels (Samurai, Avalanche, Angelina and Delsovita) and the elicitors factor in ten levels (control, seaweed extract (1, 2 and 3 gr⁻¹), calcium chelate (1.5, 2.5 and 3.5 gr⁻¹), silver nanoparticles (2.5, 5 and 10 mg⁻¹)). The elicitors treatment was applied by foliar spraying for one and a half months. The foliar spraying of the control treatment was distilled water. The cut flowers with stem length of 40 cm were placed at room temperature (20 ± 2 °C), relative humidity of 60% with light intensity of 14 μmol/m²/s and photoperiod of 12 hours. Finally, the traits of carbohydrates content, proline, electrolyte leakage, the amount of ethylene, the bacterial population, the amount of transpiration, and the flower vase life were measured.

Results and Discussion

The analysis of variance results showed that the main effects of cultivars and elicitors as well as the interaction effect of cultivars and elicitors were significant at the probability level of $P \leq 0.01$ for all studied physiological/biochemical characteristics. The lowest amount of carbohydrates was 58.21 and 57.9 mgg⁻¹ of dry

weight in Samurai variety, and was observed with the treatments of 3 grl⁻¹ seaweed extract and 10 mg l⁻¹ of silver nanoparticles, respectively. With the use of elicitors, the amount of proline decreased compared to the control, so that the minimum proline was 2.69 and 2.72 $\mu\text{mol g}^{-1}$ of fresh weight in the treatments of 3 grl⁻¹ of seaweed and 3.5 gr/liter of calcium chelate. The maximum amount of proline was 3.98 $\mu\text{mol g}^{-1}$ of fresh weight in the control treatment. Using the elicitors, electrolyte leakage decreased compared to the control treatment, so that the lowest electrolyte leakage (27.67%) was in the treatment of 5 mg l⁻¹ silver nanoparticles, while the highest electrolyte leakage (39.5%) was in the control treatment. The use of elicitors reduced the amount of transpiration compared to the control, so that the minimum transpiration (0.27 mlh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was related to the treatment of 2.5 mg l⁻¹ silver nanoparticles and the maximum transpiration (0.33 mlh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was related to the control, which indicated a 18.18 percent reduction in transpiration when consuming silver nanoparticles compared to not consuming it (control). The amount of ethylene decreased with the use 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, while the lowest ethylene (18.48 nanolh⁻¹g⁻¹ of fresh weight) was observed in treatment of 3.5 grl⁻¹ calcium chelate, which indicates a reduction of 52.43% of ethylene compared to the control. All used elicitors decreased the bacterial population in rose cut flowers; the lowest bacterial population (3.09 and 3.06 log₁₀ CFUml⁻¹) was observed in the treatments of 5 and 10 mg l⁻¹ silver nanoparticles, while the highest bacterial population (8.39 log₁₀ CFUml⁻¹) was in the control treatment. All used elicitors increased the vase life of rose cut flowers; The longest and lowest vase life was observed in the Samurai cultivar with 10 mg l⁻¹ silver nanoparticles (15.75 days) and in the Delsoita (6.82 days) with the control treatment, respectively.

Conclusion

The results showed that the Samurai cultivar was better than other cultivars in terms of evaluated physiological characteristics effective in increasing the vase life of rose cut flowers, and it had less carbohydrates, electrolyte leakage, transpiration and ethylene. It was also observed that the used elicitors were able to reduce the amount of carbohydrates, proline, electrolyte leakage, transpiration, ethylene and bacterial population in rose cut flowers of different cultivars. Finally, mg l⁻¹ of silver nanoparticles were introduced as a suitable elicitor to increase the vase life of rose cut flowers.