https://ijpb.ui.ac.ir/?lang=en
IRANIAN JOURNAL OF PLANT BIOLOGY
E-ISSN: 2322-2204
Vol. 13, Issue, No. 4, Winter 2021
Document Type: Research Paper
Received: 13/09/2021 Accepted: 10/09/2022

Effect of different treatments on increasing vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cut flower

Fatemeh Abdoli, Maryam Dehestani-Ardakani*, Jalal Gholamnezhad
Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Ardakan University, Ardakan, Iran

Abstract

Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* (Raf) shinn.) is one of the most important and marketable cut flowers in the world and a relatively limited vase life reduces its marketability. The present study's aim was to evaluate the effects of *Citrus aurantifolia* peel extract, *tragacanth gel*, hot water treatments and different waters on extending vase life and increasing the qualitative properties of cut flowers of lisianthus. This experiment was conducted based on a completely randomized design with 25 treatments contained three concentrations of *C. aurantifolia* peel extract (15, 25 and 50 ppm) by three solvents containing distilled water, ethanol and methanol, three levels of tragacanth (1, 2.5 and 5%) in two ways (pulsing and continues), hot water at two temperatures of 35 and 45 °C for 2, 5 and 10 min, tap water, sterilized and non-sterilized distilled water and control without any treatment, each one by three replications. According to the results, the highest vase life (13.66 days) was obtained in 25 and 50 ppm of distilled water *C. aurantifolia* peel extracts treatments. The lowest stem end bacteria were observed in sterilized distilled water, tap water, 50 ppm of distilled water *C. aurantifolia* peel extracts, hot water in 35° C for 10 min and 2.5% tragacanth gel. The highest relative water content of petals in 2.5 and 5% of continuous tragacanth gel treatment and 25 ppm of methanolic *C. aurantifolia* peel extracts were obtained. The maximum activity of catalase and peroxidase was observed in 1% continues tragacanth gel treatment. Generally, using tragacanth gel by pulsing, distilled water and ethanolic extracts could increase lisianthus vase life but using methanolic *C. aurantifolia* peel extracts is not recommended.

Keywords: Hot water, *Citrus aurantifolia* peel extract, Vase life, Tragacanth, Lisianthus

*Corresponding author: mdehestani@ardakan.ac.ir

2322- 2204/ © 2021 University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)

DOI. 10.22108/IJPB.2022.130564.1260

زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال سیزدهم، شمارهٔ پنجاهم، زمستان ۱۴۰۰، صفحهٔ ۳۱-۱۵
تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲
تاریخ بررسی مجدد: ۱۴۰۱/۰۶/۰۱
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۰۶/۱۹
مقاله پژوهشی

اثر تیمارهای مختلف بر افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس (*Eustoma grandiflorum*)

فاطمه عبدلی، مریم دهستانی اردکانی*، جلال غلام‌نژاد
گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

چکیده

لیزیانتوس (*Eustoma grandiflorum* Raf. shinn.) یکی از مهم‌ترین و بازارپسندترین گل‌های شاخه بریده در جهان است که عمر گلجایی نسبتاً کوتاه، بازارپسندی آن را تا حدی کاهش داده است. هدف از پژوهش حاضر، ارزیابی تأثیرات عصاره پوست‌لیمو، ژل کتیرا، تیمار آب گرم و انواع آب در افزایش عمرگلجایی و بهبود ویژگی‌های کیفی گل شاخه بریده لیزیانتوس است. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۵ تیمار شامل سه غلظت عصاره پوست‌لیمو (۱۵، ۲۵ و۵۰ پی‌پی‌ام) با سه حلال شامل آب مقطر، اتانول و متانول، ژل کتیرا در سه سطح (۱، ۲/۵ و ۵ درصد) با دو روش کوتاه‌مدت و دائم، آب گرم در دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد هر کدام به مدت ۲، ۵ و ۱۰دقیقه، آب شهری، آب مقطر استریل، آب مقطر غیراستریل و شاهد (آب دوبار تقطیر)، هر کدام با سه تکرار انجام شد. بر اساس نتایج، بیشترین عمرگلجایی (۱۳/۶۶ روز) در تیمار عصاره آب مقطر پوست‌لیمو با غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام به دست آمد. کمترین میزان باکتری انتهای ساقه در تیمارهای آب مقطر استریل، آب شهری، عصاره آب مقطر پوست‌لیمو با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام، آب گرم ۳۵ درجه به‌مدت ۱۰ دقیقه و کتیرا کوتاه مدت (۲/۵ درصد) مشاهده شد. بیشترین محتوای آب نسبی گلبرگ در تیمار کتیرا (دائم) غلظت ۲/۵ و ۵ درصد و عصاره متانولی پوست‌لیمو با غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام حاصل شد. بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در تیمار کتیرا دائم ۱ درصد به دست آمد. به‌طورکلی، استفاده از ژل کتیرا به‌صورت کوتاه مدت، عصاره‌های آب مقطر و اتانولی و نیز آب گرم به افزایش عمر گلجایی منجر شد، اما استفاده از عصاره متانولی پوست‌لیمو در محلول گلجایی توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: آب گرم، عصاره پوست‌لیمو، عمر گلجایی، کتیرا، لیزیانتوس

* نگارندهٔ مسؤول: نشانی پست الکترونیک: mdehestani@ardakan.ac.ir، شمارهٔ تماس: ۰۳۵۳۲۲۶۷۶۷

2322- 2204/ © 2021 University of Isfahan
This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (https://creativecommons.org/licenses BY-NC-ND 4.0)

DOI. 10.22108/IJPB.2022.130564.1260.

مقدمه

لیزیانتوس با نام علمی *Eustoma grandiflorum* L. یکی از اعضای خانواده Gentianaceae است. بومی آمریکای شمالی بوده که بیش از ۷۰ سال پیش به ژاپن وارد شد و از آن زمان، ارقام زیادی با تنوع در رنگ، اندازه و شکل گل در ژاپن پرورش و منتشر شده‌اند. در زیستگاه طبیعی، گیاهان لیزیانتوس در ابتدا رزت را تشکیل می‌دهند، در زمستان رشد بسیار کند دارند، در بهار ساقه‌های آنها طویل می‌شود و در تابستان گل می‌دهند (Dehestani Ardakani, 2022). گل شاخه بریده لیزیانتوس در جایگاه یازدهم گل‌های شاخه بریده قرار دارد (Barba-Gonzalez1 *et al.*, 2017)، که طی ده سال گذشته بازار فروش آن در جهان بیش از ۵۰ درصد افزایش یافته است (Barba-Gonzalez1 *et al.*, 2017). بنابراین، گل شاخه بریده لیزیانتوس یکی از گزینه‌های صادراتی در صنعت گل کاری محسوب می شود که لزوماً توجه بیشتر بدان معطوف است. گل‌های آن با رنگ‌های سفید، آبی، یاسی و بنفش به‌صورت منفرد یا چندتایی روی ساقه‌های برگ‌دار تشکیل می‌شوند. گل‌آذین لیزیانتوس چندین گل باز و جوانه دارد که ماندگاری هر گل و میزان باز شدن جوانه‌ها عامل مهمی در افزایش عمر گلجایی گل‌آذین است. یکی از مشکلات اساسی این گل، عمر کوتاه پس از برداشت است که افزایش آن یک عامل مهم در ترجیح خریداران است. عمر این گل پس از برداشت زیاد نیست و از ۷ تا ۱۴ روز در بین رقم‌های مختلف متفاوت است (Shimizu and Ichimura, 2010). این گیاه در ایران عمدتاً در گلخانه پرورش داده می‌شود.

از گذشته‌های دور مطالعات زیادی به‌منظور به تأخیر انداختن پیری گل‌های شاخه بریده انجام و مشخص شده است که تأمین انرژی و جذب آب مهم‌ترین عوامل در افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده هستند. از این‌رو محلول‌های نگهدارنده مختلفی معرفی شده‌اند که دارای دو جزء اصلی ترکیبات قندی و ماده ضدعفونی‌کننده هستند، و از طریق تأمین کربوهیدرات‌ها و انرژی مورد نیاز گل شاخه بریده و همچنین، کنترل آلودگی‌های باکتریایی و قارچی محلول نگهدارنده، موجب کاهش ضایعات پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌شوند (Kazemipour *et al.*, 2016). پژوهش‌ها نشان داده است که گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس به جمعیت زیاد باکتری‌ها در محلول گلجایی حساس هستند و وجود باکتری‌ها موجب انسداد آوندی، جلوگیری از جذب آب و در نهایت به کاهش وزن تر منجر می‌شود (De La Riva *et al.*, 2009). محققان پیشنهاد کردند که استفاده از ترکیبات ضد باکتریایی با جلوگیری از رشد باکتری‌ها هدایت آب را بهبود بخشیده و از انسداد آوندها جلوگیری می‌نمایند (Kazemipour *et al.*, 2016). پوست مرکبات به‌عنوان ضایعات (محصول جانبی) آبگیری از مرکبات مطرح بوده و از سه لایه اگزوکارپ (فلاودو)، مزوکارپ (آلبیدو) و اندوکارپ تشکیل شده است. در لایه بیرونی یا همان اگزوکارپ، گروهی از سلول‌ها به شکل غده‌های تورفته قرار دارند که حاوی اسانس‌های فرار هستند (Bennici and Tani, 2004). اسانس مرکبات دارای خواص آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی و از همه مهم تر عطر و طعمی هستند که

به‌علت وجود ترکیباتی مانند لیمونن (۳۲ تا ۹۸ درصد) است. باتوجه‌به حجم بالای تولید مرکبات و عدم استخراج اسانس از پوست آن‌ها به شکل صنعتی، بررسی شرایط استخراج و ارزیابی ویژگی‌های کیفی اسانس به‌منظور استفاده بهینه از این ترکیبات از لحاظ اقتصادی سودمند است (Matsuura *et al*., 2006). همچنین، خاصیت ضدویروسی، ضدباکتریایی و ضدلاروی آن نیز به‌علت وجود سیترال و کومارین در ترکیبات ثابت شده است (Kirbaslar, 2009). استفاده از غلظت‌های مناسب عصارهٔ پوست پرتقال، عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده داوودی را افزایش داد. بیشترین عمر گلجایی و کمترین جمعیت باکتری‌های انتهای ساقه در تیمار کوتاه مدت (پالسینگ) با استفاده از غلظت ۲۵ پی‌پی‌ام عصارهٔ پوست پرتقال حاصل شد (Tavoosi *et al*., 2020).

در اکثر پژوهش‌ها، آب محلول گلجایی از آب شهری (Gorbe, 2009) یا آب مقطر دیونیزه (آب بدون مواد معدنی) با اسیدیته حدود ۵/۸ استفاده شده است (Mortensen and Gislerod, 2011). بر اساس نتایج آزمایشات Hutchinson و همکاران (۲۰۱۳) باتوجه‌به منابع آب و کیفیت ترکیب محلول‌های شیمیایی در محلول‌های گلجایی ساخته شده با آب از هر منبع (آب شهری، آب مقطر و آب باران) و تنظیم اسیدیته آنها تا ۳/۵ می‌توان موجب بهبود عمر گلجایی، باز شدن و جذب آب گل‌های پژمرده به دو برابر شد.

تیمار گرمایی با روش‌های مختلفی از جمله بخار آب گرم، هوای گرم و آب گرم انجام می‌شود. استفاده از هر کدام از این روش‌ها بستگی به دمای مورد استفاده، مدت زمان تیمار، نوع عامل بیماری‌زا و حساسیت محصول دارد. سازوکارهایی که در زمان تیمار گرمایی درگیرند به حفظ تمامیت غشا، تجمع پروتئین‌های شوک گرمایی، تجمع قند و آنتی‌اکسیدان‌ها برمی‌گردد (Lafuente *et al*., 2017). فروبری در آب گرم را می‌توان برای کنترل حشرات و بیماری‌های قارچی به‌کار برد. فروبری رزها به مدت ۳۰ ثانیه در ۵۰ درجه سانتیگراد در پیشگیری از توسعه *بوتریتس سینرا* مؤثر بود (Elad and Volpin, 1991).

کتیرا ماده صمغی است که به‌صورت خودبه‌خود یا در اثر ایجاد شکاف از بافت ساقه گونه‌هایی از گون که به گون کتیرا (*Astragalus tragacanthus*) معروف‌اند، خارج می‌شود (Shamspur and Motasadizadeh, 2015). کتیرا از دو بخش اصلی، یکی تراگاکانتیک اسید (Tragacanthic Acid) محلول در آب و دیگری باسورین (Bassourin) نامحلول در آب تشکیل شده که هر بخش ویژگی‌های رئولوژیک متفاوتی دارد (Mohammadifar *et al*., 2005). عصاره کتیرا دارای خواص ضد میکروبی است (Ghayempour *et al*., 2015). نتایج تحقیقات Jahanshahi و همکاران (۲۰۱۸) نشان داد که غلظت ۰/۱۵ گرم در لیتر کتیرا تا حدود زیادی رشد و گسترش کپک آبی را روی محیط کشت کنترل نمود، در حالی‌که این غلظت از پوشش کتیرا به خاطر سفتی بیش از حد ژل تشکیل شده، پوشش مناسبی روی میوه سیب ایجاد نکرد.

باتوجه‌به حجم بالای تولید مرکبات و عدم استخراج و کاربرد اسانس و عصاره از پوست آنها

به شکل صنعتی، بررسی شرایط استخراج و ارزیابی تأثیرات اسانس و عصاره بر ویژگی‌های کیفی گل شاخه بریده لیزیانتوس از لحاظ اقتصادی مفید است. همین‌طور باتوجه‌به اینکه ایران یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان کتیرا در دنیا است، اما حدود ۹۰ درصد آن به‌صورت خام صادر می‌شود، لزوم فرآوری و کاربرد آن در صنایع مختلف احساس می‌شود. استفاده از تیمارهای گرمایی (از جمله آب گرم) در مدیریت بیماری‌های پس از برداشت هم نقش حفاظت‌کننده و هم درمان‌کننده دارد. بنابراین، پژوهش حاضر، با هدف ارزیابی تأثیرات عصاره پوست‌لیمو، ژل کتیرا، تیمار آب گرم و انواع آب (آب شهری، آب مقطر استریل، آب مقطر غیراستریل) در افزایش عمرگلجایی و بهبود ویژگی‌های کیفی گل شاخه بریده لیزیانتوس انجام شد که بر اساس اطلاع نویسندگان برای نخستین بار در این گیاه است.

مواد و روش

تهیه مواد گیاهی: در این پژوهش از گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس سفید رقم Miariachi Grand White که کم پر بود، استفاده شد. این رقم دارای گل‌های سفید و گل‌آذین خوشه‌ای است و در زمان برداشت بیش از ۵۰ درصد گل‌ها باز بودند. گل‌ها تحت شرایط معین تغذیه‌ای، نوری، دمایی و رطوبتی در یک گلخانه استاندارد در اصفهان (میانگین دما در گلخانه به طور میانگین ۴ ± ۲۶ در روز و ۴ ± ۱۶ در شب) پرورش یافته بودند. گل‌های مورد نظر در مرحله تجاری، صبح زود از گلخانه برداشت و تحت شرایط کنترل شده به آزمایشگاه پس از برداشت گروه علوم باغبانی دانشگاه اردکان منتقل شدند. در مرحله بعد انتهای ساقه گل‌های لیزیانتوس به طول ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر به‌صورت مورب در زیر آب قطع شد تا ارتفاع نهایی به ۳۰ سانتی‌متر رسید و همه‌ی برگ‌ها تا گره سوم از پایین حذف شدند و پس از وزن شدن با ترازوی دیجیتال و ثبت وزن اولیه، یک شاخه گل در گلدان‌های شیشه‌ای به حجم ۲۵۰ سی‌سی که با برچسب کدگذاری شده بودند، قرار داده شدند. گلدان‌ها در شرایط اتاق با شدت نور ۱۲ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه، دمای ۲±۲۰ درجه سانتیگراد، ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و رطوبت نسبی بین ۶۰ تا ۷۰ درصد نگهداری شدند (Ebrahimipour Bafghi *et al*., 2020).

اعمال تیمار: این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۴ تیمار و سه تکرار انجام شد که شامل عصاره پوست لیمو که با سه روش محلول آبی، اتانولی و متانولی استخراج شد، در سه سطح ۱۵، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام، ژل کتیرا با سه غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ درصد با دو روش کوتاه مدت (۱۸ ساعت نگهداری در محلول و سپس انتقال به آب تا پایان آزمایش) و دائم (تا پایان عمر گلجایی) و تیمار آب گرم در دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد در سه زمان ۲، ۵ و ۱۰ دقیقه و تیمار آب شهری، آب مقطر استریل و آب مقطر غیر استریل بود. آب مقطر دوبار تقطیر نیز برای شاهد استفاده شد. هر گلدان شیشه‌ای برای یک تکرار در نظر گرفته شد و داخل هر گلدان یک عدد گل قرار گرفت.

روش تهیه عصاره پوست لیمو: ابتدا پوست لیمو شستشوی سطحی شد و سپس با هیپوکلریت ۲ درصد به‌مدت پنج دقیقه ضدعفونی و سپس با آب

مقطر استریل سه مرتبه شسته شد. نمونه‌ها در شرایط آزمایشگاه و دور از تابش مستقیم نور آفتاب خشک شدند. سپس پوست میوه به‌وسیله خردکن پودر و از الک یک سانتی‌متری عبور داده شدند. تهیه عصاره با روش استفاده از اتانول، متانول، و آب مقطر انجام شد. در تهیه هر سه عصاره مقدار ۲۰ گرم از پوست لیمو به‌ترتیب در ۱۰۰ میلی‌لیتر اتانول، متانول خالص (شرکت مرک) و آب مقطر اتوکلاو شده خیسانده شد و پس از ۲۴ ساعت ماندن در فضای آزمایشگاه به مدت ۲۴ ساعت روی شیکر با سرعت ۱۱۰ دور در دقیقه قرار گرفت. پس از اتمام زمان مورد نظر محلول‌های حاصل توسط پارچه ململ صاف و در دور ۵۰۰۰ در دقیقه (rpm) به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (مدل SIGMA ساخت ایران) شدند. سپس ۷۵ میلی‌لیتر از محلول رویی (اتانولی و متانولی) به یک استوانه مدرج منتقل شد، ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به آنها اضافه شد تا حجم آنها به ۱۰۰ میلی‌لیتر برسد، سپس هم حجم با آنها هگزان اضافه شد. این مخلوط دو ساعت روی شیکر قرار گرفت و پس از این مرحله، بخش‌های مختلف به کمک قیف دکانتور جدا شد و بخش متانولی برای تبخیر متانول و اتانول حاصل از عصاره در زیر هود قرار داده شد (Gholamnezhad, 2018).

تهیه ژل کتیرا: در این آزمایش از سه غلظت ۱، ۲/۵ و ۵ درصد ژل کتیرا استفاده شد. برای این منظور پس از تهیه کتیرا از بازار محلی آن را پودر و در آب مقطر استریل حل و به حجم مورد نظر رسانده شد. آزمایش با دو تیمار دائم و کوتاه مدت انجام شد. در تیمار کوتاه مدت، گل‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت درون محلول کتیرا و پس از آن تا پایان عمر گلجایی در آب مقطر قرار داده شدند. اما در تیمار دائم، گل‌ها تا پایان عمر گلجایی در محلول کتیرا باقی ماندند.

انواع آب و روش اعمال تیمار آب گرم: در این پژوهش از سه آب شامل آب مقطر استریل، آب مقطر غیر استریل و آب شهری در محلول گلجایی استفاده شد. آب شهری دارای اسیدیته ۷/۲ و شوری ۰/۵۵ دسی زیمنس بر متر بود که بدون اعمال هیچگونه تغییری مورد استفاده قرار گرفت. آب مقطر توسط اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتیگراد و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۱۵ دقیقه استریل شد. پس از اعمال تیمارها گل‌ها تا پایان عمر گلجایی در محلول ابتدایی، نگهداری شدند. به‌منظور اعمال تیمار آب گرم از دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد در سه زمان ۲، ۵ و ۱۰ دقیقه استفاده شد. بدین منظور پس از رسیدن دمای آب به دمای مورد نظر، نمونه‌ها به مدت مشخص درون آب گرم گذاشته شدند و پس از آن بلافاصله به آب با دمای اتاق منتقل شدند و تا پایان آزمایش در همین شرایط باقی ماندند. شاهد بدون هیچ گونه تیماری در نظر گرفته شد.

صفات مورد ارزیابی

طول عمر گلجایی: به فاصله شروع تیمار تا زمان پیری گل که همراه با پژمردگی گلبرگ‌ها و زرد شدن برگ‌ها است، طول عمر گلجایی گفته می‌شود و به‌صورت روز بیان می‌شود. در واقع زمانی که ۸۰ درصد از گل‌ها پیر می‌شوند با پیری گلبرگ‌ها و از دست رفتن فشار تورژسانس همراه است. بدیهی است که هر یک از شاخه‌های گل در هر تکرار دارای طول عمر متفاوت بوده و میانگین

آنها برای طول عمر گلجایی آن در نظر گرفته شد (Hashemabadi *et al*., 2017).

شمارش باکتری‌های انتهای ساقه: شمارش باکتری انتهای ساقه با روش Van Meteren و همکاران (۲۰۰۰) انجام شد. برای این منظور، در آخرین روز نگهداری گل، یک سانتی‌متر از انتهای ساقه بریده و نمونه سه مرتبه با آب دیونیزه شسته شد تا بار میکروبی سطح آن کاهش یابد. سپس نمونه در هاون چینی کاملاً له و با محلول نرمال سالین ۰/۹ درصد رقیق شد. ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول روی پتری‌دیش‌های حاوی محیط کشت نوترینت آگار پهن و کلونی‌های باکتری ۲۴ ساعت پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، مورد شمارش قرار گرفت.

محتوای نسبی آب گلبرگ (WP): برای اندازه‌گیری این شاخص، یک گرم از گلبرگ‌ها از هر تکرار و از هر نمونه برداشته شد که به‌عنوان FW بود. سپس در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و DW به‌دست آمد. محتوای آب نسبی گلبرگ از رابطه (۱) به‌دست آمد.

رابطه (۱): $\%WP=(FW-DW)/DW*100$

نشت الکتریکی غشا: برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها، ابتدا یک گرم از گلبرگ‌های تیمارها در روز پایان عمر گلجایی تهیه شد. پس از سه بار شستشو با آب مقطر این نمونه‌ها خرد شدند و درون لوله‌های آزمایش همراه با ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شدند و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد گذاشته شدند. پس از اتمام این مرحله، میزان هدایت الکتریکی (L_1) محلول اندازه‌گیری شد. پس از این مرحله نمونه‌ها به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند و پس از خنک شدن آنها دوباره هدایت الکتریکی (L_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان نشت الکترولیت‌ها با استفاده از رابطه (۲) محاسبه شد (Tabatabaei, 2009).

رابطه (۲): $EL(\%) = L_1/L_2 \times 100$

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز: فعالیت آنزیم کاتالاز بر اساس روش ارائه شده توسط Gong و همکاران (۲۰۰۵) ارزیابی شد. مقداری از عصاره که دارای ۴۰ میکروگرم پروتئین است (این مقدار با استفاده از منحنی استاندارد پروتئین محاسبه شد. میزان پروتئین تام موجود در نمونه‌ها با روش Bradford (۱۹۷۶) تعیین شد) با مقداری از بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار با اسیدیته ۷ به حجم دو میلی‌لیتر رسانده و سپس در دستگاه اسپکتروفتومتر(UV-BT-770 UV/VIS Spectrophotometer، ساخت کشور کانادا) قرار داده شد و دستگاه با آن کالیبره شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر پراکسید هیدروژن سه درصد به مخلوط واکنش اضافه و میزان جذب نور به مدت دو دقیقه اندازه‌گیری شد. میزان فعالیت آنزیم بر اساس مقدار تجزیه شدن پراکسید هیدروژن اندازه‌گیری شد. جذب محلول‌ها در ۲۴۰ نانومتر نسبت به آب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. فعالیت کاتالاز بر اساس مقدار فعالیت آنزیم برحسب تغییرات جذب نور بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز: به‌منظور ارزیابی میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز، به مقداری از عصاره که دارای ۵۰ میلی‌گرم پروتئین بود (این مقدار با استفاده از منحنی استاندارد محاسبه شد)، ۵

میلی‌مولار گایاکول اضافه و با بافر فسفات ۲۵ میلی‌مول با اسیدیته ۷ به حجم نهایی دو میلی‌لیتر رسید و دستگاه اسپکتروفتومتر با استفاده از این مخلوط در طول موج ۴۷۰ نانومتر صفر شد. سپس پنج میکرولیتر پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ۳۰ درصد به این مخلوط اضافه شد و سریعاً تغییرات جذب نور به فواصل ۱۰ ثانیه، به مدت یک دقیقه اندازه‌گیری شد. مقدار فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات جذب نور بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد (Reuveni *et al*., 1995).

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌ها با ANOVA و با نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه شدند. آزمون LSD برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت آماری میان میانگین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

عمر گلجایی

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار در سطح احتمال یک درصد بر عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس معنی‌دار بود (جدول ۱). در میان تیمارهای مختلف بیشترین عمر گلجایی (۱۳/۶۶ روز) در گل‌هایی که با ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام عصاره آب مقطر پوست لیمو تیمار شده بودند، حاصل شد (جدول ۲). کمترین عمر گلجایی با ۶/۳۳ روز در گل‌هایی که با عصاره اتانولی پوست لیمو تیمار شده بودند، به‌دست آمد (جدول ۲). در تیمار کتیرای دائم، با افزایش غلظت، عمر گلجایی کاهش یافت، اما در تیمار گل‌ها با کتیرا به‌صورت کوتاه مدت، بیشترین عمر گلجایی در غلظت ۲/۵ درصد حاصل شد و با افزایش غلظت به ۵ درصد مجدداً عمر گلجایی کاهش یافت (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل، تیمار کوتاه مدت کتیرا بهتر از تیمار دائم توانست عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس را افزایش دهد (جدول ۲). در عصاره آب مقطر و متانولی با افزایش غلظت، عمر گلجایی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، درحالی‌که در عصاره اتانولی عمر گلجایی کاهش یافت (جدول ۲). تفاوت معنی‌داری میان سه نوع آب مورد بررسی در افزایش عمر گلجایی مشاهده نشد (جدول ۲). در میان سه زمان بررسی‌شده برای آب گرم، مشخص شد که در هر دو دمای ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد با افزایش مدت زمان تیمار، عمر گلجایی نیز افزایش یافت (جدول ۲).

نتایج نشان داد که نحوه استخراج عصاره اثر معنی‌داری بر عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس دارد. به‌طوری‌که در میان سه روش استخراج عصاره، بیشترین عمر گلجایی به عصاره‌ای مربوط بود که با آب مقطر استخراج شده بود. به نظر می‌رسد که اثر مثبت عصاره پوست لیمو در افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس به‌علت خواص ضد میکروبی آن است که موجب جلوگیری از بسته شدن آوندها و جذب بهتر آب می‌شود (Kumar *et al*., 2011). Hashemabadi و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که با افزایش غلظت عصاره مورخوش (*Zhumeria Majdae*)، کاهش وزن تر گل شاخه بریده میخک به طور معنی‌داری کاهش یافت. Karimian Fariman و Tehranifar (۲۰۱۱) بیان کردند که استفاده از ترکیبات ضدعفونی کننده شامل اسانس‌های گیاهی، اتانول و متانول در محلول گلجایی از راه حفظ تعادل آب درآوندها از کاهش وزن‌تر جلوگیری می‌کند.

عصاره پوست لیمو با خاصیت ضد میکروبی و جلوگیری از انسداد آوندی موجب کاهش تنش آبی شده و در نتیجه کاهش کمتر وزن تر را به همراه داشته است. همچنین، بر اساس نتایج حاصله، تیمار کتیرا کوتاه مدت اثر بیشتری در افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس نسبت به تیمار دائم آن نشان داد. باتوجه‌به اینکه کتیرا منبع غنی از قندها است، ممکن است حضور دائم آن موجب افزایش رشد میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه انسداد آوندی و کاهش عمر گلجایی شده است. در حالی‌که تیمار کوتاه مدت آن با تأمین قند مورد نیاز توانسته جلوی انسداد آوندی را بگیرد و عمر گلجایی را افزایش دهد.

از مدت‌ها پیش معلوم شده بود که ترکیب آبی که در محلول گلجایی استفاده می‌شود، در کیفیت ماندگاری گل‌های شاخه بریده تفاوت ایجاد می‌کند (Waters, 1968). آب شهری به‌طور معنی‌داری از نظر مواد معدنی متفاوت است و بنابراین، برای یک تیمار استاندارد قابل قبول نیست. نمک‌های رایج در آب شهری شامل $Ca(HCO_3)_2$ و $CaSO_4$ هستند و این نمک‌ها درجه سختی آب را تعیین می‌کنند (Anonymous, 1980). در پژوهش حاضر، سه آب مورد استفاده (شهری، مقطر استریل و مقطر غیر استریل) تفاوت معنی‌داری در عمر گلجایی نشان ندادند. تنها آب مقطر استریل با ۹ روز عمر گلجایی، بیشترین اثر را در افزایش عمر گلجایی نشان داد.

هر چند دو تیمار آب گرم ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در افزایش عمر گلجایی نشان ندادند، نتایج نشان داد که تیمار ۱۰ دقیقه آب گرم (در هر دو دما) نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری عمر گلجایی را افزایش داده است. همچنین، با افزایش مدت زمان تیمار در هر دو دما، عمر گلجایی افزایش یافت. تیمارهای گرمایی علاوه‌بر کنترل عوامل بیماری‌زا با تشکیل مواد لیگنینی در بافت آسیب دیده، از کاهش آب محصول جلوگیری می‌کنند (Ben-Yehoshua *et al.*, 2004). گرما در برخی از محصولات به‌طور موقت سرعت تنفس را کاهش می‌دهد و سبب حفظ قند و مواد جامد قابل حل در آنها می‌شود. افزایش کیفیت و ماندگاری پس از برداشت توسط تیمار آب گرم در گل‌هایی نظیر لیلیوم گزارش شده است (Woolf *et al.*, 2012).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر برخی ویژگی‌های گل شاخه بریده لیزیانتوس

Table 1- Variance analysis of the effect of different treatments on some characteristics of Lisianthus cut flowers

منابع تغییرات	Df	میانگین مربعات					
		عمر گلجایی	تعداد باکتری	محتوای نسبی آب گلبرگ	نشت الکتریکی غشا	کاتالاز	پراکسیداز
تیمارها	۲۴	۱۱/۹۷**	۵۷۹۹۵۴/۳۶**	۶۴/۷۷*	۱۲۱۵/۵۲**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۳**
خطا		۱/۹۵	۲۴۱۸/۱۲	۲۹/۰۰	۲۳/۹۲	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰۰۵
CV%		۱۵/۲۱	۵/۹۸	۶/۴۹	۹/۹۶	۱۵/۲۴	۳/۱۸

* و ** به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

* and **, significant at the 5% and 1%, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر برخی ویژگی‌های گل شاخه بریده لیزیانتوس

Table 2– Comparison of the average effect of different treatments on some characteristics of Lisianthus cut flowers

تیمار	غلظت	عمر گلجایی (روز)	باکتری انتهای ساقه Log_{10} CFU (ml^{-1})	محتوای نسبی آب گلبرگ (درصد)	نشت الکتریکی غشا (٪)	کاتالاز (ΔOD/min/mg protein)	پراکسیداز (ΔOD/min/mg protein)
شاهد	۰	۷/۸۳^{defg}	۱۱۰۸/۳۳^{c}	۸۰/۰۰^{abc}	۳۳/۰۵^{de}	۰/۰۴۲^{d}	۰/۰۴۱^{d}
کتیرا دائم	٪۱	۸/۶۶^{cdefg}	۶۱۶/۶۷^{klm}	۸۶/۶۶^{ab}	۳۶/۹۴^{cd}	۰/۰۹۳^{a}	۰/۱۲۸^{a}
	٪ ۲/۵	۷/۶۶^{defg}	۷۴۶/۶۷^{hij}	۹۰/۰۰^{a}	۸۸/۰۸^{a}	۰/۰۱۹^{g}	۰/۱۰۴^{b}
	٪۵	۷/۰۰^{fg}	۵۹۸/۰۰^{lm}	۹۰/۰۰^{a}	۸۴/۰۴^{a}	۰/۰۳۵^{e}	۰/۱۰۱^{c}
کتیرا کوتاه مدت	٪۱	۹/۳۳^{cdef}	۸۵۰/۰۰^{efg}	۷۶/۶۶^{bc}	۳۸/۰۵^{cd}	۰/۰۶۵^{b}	۰/۰۰۹^{j}
	٪ ۲/۵	۱۲/۶۶^{ab}	۵۰۸/۳۳^{n}	۸۳/۳۳^{abc}	۵۹/۶۶^{b}	۰/۰۵۸^{c}	۰/۰۰۱^{n}
	٪۵	۱۰/۳۳^{bcd}	۶۶۶/۶۷^{jkl}	۷۶/۶۶^{bc}	۳۲/۲۰^{de}	۰/۰۲۲^{fg}	۰/۰۰۸^{jk}
عصاره آب مقطر پوست لیمو	ppm۱۵	۷/۰۰^{fg}	۹۵۳/۳۳^{d}	۸۶/۶۶^{ab}	۵۳/۵۸^{b}	۰/۰۰۳^{lm}	۰/۰۰۲^{n}
	ppm۲۵	۱۳/۶۶^{a}	۶۹۵/۰۰^{ijk}	۸۳/۳۳^{abc}	۳۲/۴۶^{de}	۰/۰۰۱ ^{lm}	۰/۰۰۱^{n}
	ppm ۵۰	۱۳/۶۶^{a}	۴۹۲/۰۰^{n}	۸۰/۰۰^{abc}	۴۲/۸۴^{c}	۰/۰۰۱^{m}	۰/۰۰۲^{n}
عصاره اتانولی پوست لیمو	ppm۱۵	۸/۰۰^{defg}	۱۴۴۰^{b}	۸۳/۳۳^{abc}	۵۳/۴۲^{b}	۰/۰۰۳^{lm}	۰/۰۰۳^{m}
	ppm۲۵	۸/۶۶^{cdefg}	۸۵۶/۶۷^{efg}	۷۳/۳۳^{c}	۲۵/۴۳^{ef}	۰/۰۰۴^{klm}	۰/۰۰۴^{m}
	ppm ۵۰	۶/۳۳^{g}	۲۶۳۳/۳۳^{a}	۸۰/۰۰^{abc}	۸۷/۰۲^{a}	۰/۰۰۵^{jklm}	۰/۰۰۷^{k}
عصاره متانولی پوست لیمو	ppm۱۵	۷/۳۳^{efg}	۹۲۰/۰۰^{de}	۸۶/۶۶^{ab}	۳۷/۰۴^{cd}	۰/۰۲۱^{fg}	۰/۰۰۲^{n}
	ppm۲۵	۷/۳۳^{efg}	۸۸۶/۶۷^{def}	۹۰/۰۰^{a}	۸۵/۵۱^{a}	۰/۰۱۶^{gh}	۰/۰۰۸^{jk}
	ppm ۵۰	۸ /۰۰^{defg}	۸۶۵/۰۰^{efg}	۸۳/۳۳^{abc}	۳۳/۵۰^{de}	۰/۰۱۰^{hijk}	۰/۰۰۷^{k}
آب شهری	–	۸/۰۰^{defg}	۴۶۱/۶۷^{n}	۸۶/۶۶^{ab}	۵۷/۴۷^{b}	۰/۰۰۴^{klm}	۰/۰۰۵^{l}
آب مقطر غیراستریل	–	۸/۶۶^{cdefg}	۵۳۳/۳۳^{mn}	۸۶/۶۶^{ab}	۵۴/۱۸^{b}	۰/۰۰۷^{ijkl}	۰/۰۱۲^{i}
آب مقطر استریل	–	۹/۰۰^{cdefg}	۴۵۰/۳۳^{n}	۸۰/۰۰^{abc}	۲۵/۱۰^{ef}	۰/۰۱۱^{hij}	۰/۰۱۳^{i}
آب گرم (۳۵°C)	۲ دقیقه	۸/۶۶^{cdefg}	۷۹۶/۶۷^{fgh}	۷۶/۶۶^{bc}	۲۲/۲۰^{f}	۰/۰۳۴^{e}	۰/۰۱۴^{h}
	۵ دقیقه	۹/۶۶^{cdef}	۷۳۳/۳۳^{hij}	۸۰/۰۰^{abc}	۵۹/۱۵^{b}	۰/۰۱۲^{hi}	۰/۰۱۷^{g}
	۱۰ دقیقه	۱۱/۰۰^{bc}	۴۹۶/۶۷^{n}	۸۶/۶۶^{ab}	۵۹/۷۰^{b}	۰/۰۱۲^{hi}	۰/۰۲۶^{e}
آب گرم (۴۵°C)	۲ دقیقه	۱۰/۰۰^{cde}	۷۷۵/۳۳^{ghi}	۸۶/۶۶^{ab}	۳۱/۰۴^{de}	۰/۰۲۷^{f}	۰/۰۲۲^{f}
	۵ دقیقه	۱۰/۰۰^{cde}	۶۰۷/۶۷^{klm}	۸۰/۰۰^{abc}	۴۲/۶۸^{c}	۰/۰۳۳^{e}	۰/۰۱۵^{h}
	۱۰ دقیقه	۱۱/۰۰^{bc}	۸۴۵/۶۷^{efg}	۸۰/۰۰^{abc}	۵۳/۰۶^{b}	۰/۰۱۳^{hi}	۰/۰۱۲^{i}

حروف غیرمشابه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون LSD بین تیمارها است.

Different letter indicates significant differences between treatments according to LSD test.

باکتری‌های انتهای ساقه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر تعداد باکتری‌های موجود در انتهای ساقه بریده شده گل‌های لیزیانتوس در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج به‌دست آمده بیشترین تعداد باکتری (Log_{10} CFU ml^{-1} ۲۶۳۳/۳۳) در انتهای ساقه گل‌های تیمار شده با عصاره اتانولی پوست لیمو با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام مشاهده شد (جدول ۲). در میان تیمارهای مورد بررسی کمترین تعداد باکتری (Log_{10} CFU ml^{-1} ۴۵۰/۳۳) در انتهای ساقه گل‌های بریده تیمار شده با آب مقطر استریل، آب شهری، عصاره آب مقطر پوست لیمو با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام، آب گرم دمای ۳۵ درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ دقیقه و کتیرا کوتاه مدت با غلظت ۲/۵ درصد حاصل شد (جدول ۲). در تیمار کتیرای دائم، با افزایش غلظت به ۲/۵ درصد میزان باکتری افزایش و در غلظت ۵درصد کاهش یافت (جدول ۲). در تیمار کتیرا کوتاه مدت با افزایش غلظت، از جمعیت باکتری کاسته شد، اما کمترین مقدار باکتری در غلظت ۲/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). در هر سه عصاره مورد بررسی با افزایش غلظت، تعداد باکتری‌های انتهای ساقه بریده به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، اما در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اتانول جمعیت باکتری‌ها به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۲).

تأثیرات مثبت ترکیبات ضدباکتریایی عصاره پوست لیمو توسط برخی محققان (Delgado-Adamez *et al*., 2012; Espina *et al*., 2011) به‌علت وجود مقادیر بالای ترپنوئیدها، تانن‌ها، کوئینون‌ها، اسیدهای فنلی و پلی‌فنل‌ها گزارش شده است (Lee and Lee, 2010). بنابراین، به نظر می رسد که به علت کاهش جمعیت باکتری ها و ممانعت از انسداد آوند چوبی، عمر گلجایی در گل شاخه بریده لیزیانتوس افزایش یافته است. Dela Riva و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس به جمعیت زیاد باکتری‌ها در محلول گلجایی حساس هستند و وجود باکتری‌ها موجب انسداد آوندی، جلوگیری از جذب آب و در نهایت به کاهش وزن تر منجر می‌شود.

در بررسی تیمارها مشخص شد که استفاده از کتیرا (دائم و کوتاه مدت) نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری جمعیت باکتری‌های انتهای ساقه را کاهش داد. نتایج حاصل بابا نتایج پژوهش Jahanshahi و همکاران (۲۰۱۸) روی سیب مطابقت داشت. Ghayempour و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که عصاره کتیرا دارای خواص ضد میکروبی است. همچنین، گزارش شده است که ژرانیول موجود در کتیرا دارای خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی است. همچنین، کارواکرول موجود در آن طیف وسیعی از آثار ضد میکروبی را دارد (Gil *et al*., 2000).

استفاده از آب گرم به‌طور معنی‌داری جمعیت باکتری‌های انتهای ساقه را نسبت به شاهد کاهش داد. با افزایش مدت زمان تیمار، جمعیت باکتری در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد کاهش یافت، اما در ۴۵ درجه بیشترین جمعیت در مدت زمان ۱۰ دقیقه حاصل شد. دماهای بالا تأثیرات کشنده یا نیمه‌کشنده در جلوگیری از جوانه‌زنی و رشد قارچ‌ها دارند (Barkai-Golan and Phillips, 1991). فروبری در آب در دماهای ۳۸ تا ۶۰ درجه سانتیگراد به مدت ۲ تا ۶۰ دقیقه برای کنترل درون

و بـرون شیشـه‌ای جوانـه‌زنـی اسـپور و نمـو فسـاد قـارچ‌هـای پـس از برداشـت در نـارنگی (Kahramanoglu *et al.*, 2020)، انبـه (Hasan *et al.*, 2020) و پاپایـا (Vilaplana *et al.*, 2020) گزارش شده است.

محتوای نسبی آب گلبرگ

بـر اسـاس نتـایج تجزیـه واریـانس اثـر تیمـار بـر محتوای نسبی آب گلبـرگ گـل‌هـای شـاخه بریـده لیزیانتوس معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین محتوای نسبی آب گلبرگ در تیمارهای کتیرا (دائم) غلظـت ۲/۵ و ۵ درصد و در تیمـار عصـاره متـانولی پوسـت لیمو بـا غلظـت ۲۵ پـی‌پـی‌ام مشـاهده شـد. کمتـرین میزان محتوای نسبی آب گلبـرگ در تیمـار عصـاره پوست لیمو (اتانولی) با غلظت ۲۵ پی‌پـی‌ام مشـاهده شد (جدول ۲).

کاهش محتوای نسبی آب برگ احتمالاً به‌علـت انسداد آب در بافت‌ها به‌ویژه در آوندهای چوبی در اثر هـواگرفتگی آونـدها، تجمـع میکروارگانیسـم‌هـا (قارچ‌ها و بـاکتری‌هـا) و همـین‌طـور تشـکیل موانـع فیزیولوژیک، تیلوزها و ژل‌ها در ساقه گل‌ها پـس از برداشت آنها است (Van Doorn, 2012). به‌علاوه، فعالیت زیـاد آنـزیم پلـی‌فنـل اکسـیداز، بسـته شـدن آوندهای چوبی را در گل‌های شاخه بریده از طریـق تولید و تجزیه برخی مـواد ماننـد تـانن‌هـا و سـوبرین تحریک کرده و در نتیجـه نـرخ جـذب آب توسـط گل کـاهش مـی‌یابـد (Van Doorn, 2012). نتـایج این پژوهش با نتایج سایر پژوهشـگران (Liu *et al.*, 2009; Perik *et al.*, 2012) کـه ثابـت کردنـد کـه جذب آب کافی یک عامل مهم برای حفـظ تعـادل آبی مطلوب است، مطابقت داشت.

تیمار کتیرا (دائم) ۲/۵ و ۵ درصد سبب افـزایش محتـوای نسـبی آب گلبـرگ گـل شـاخه بریـده لیزیـانتوس شـد. علـت آن جـذب بـالای آب در محلول‌های حاوی این تیمارها بـوده اسـت. محتـوای بـالای آب گلبـرگ در محلـول‌هـای حـاوی ایـن تیمارهـا ناشـی از خاصـیت ضـد باکتریـایی عصـاره کتیـرا اسـت. مصـرف اسـانس و عصـاره از طریـق ضـدعفونی آونـدهای چـوبی و رسـوب دادن کلوئیـدهای محلـول موجـب افـزایش جـذب آب و فعالیت سـلولی و در نتیجـه کـاهش بیوسـنتز اتـیلن و افـزایش مانـدگاری شـده اسـت. چنـین نتیجـه‌ای را Liao و همکاران (۲۰۰۱) در پژوهش‌های خود ارائه دادند.

نشت الکتریکی غشا

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار بر میزان نشت الکتریکی غشا گلبرگ در سطح احتمـال یـک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان نشـت الکتریکی غشا در تیمار کتیرا دائـم ۲/۵ و ۵ درصـد، عصاره اتانولی پوست لیمو با غلظـت ۵۰ پـی‌پـی‌ام و عصاره متانولی با غلظت ۲۵ پی‌پـی‌ام مشـاهده شـد و کمتـرین نشـت الکتریکـی غشـا گلبـرگ (۲۲/۲۰ درصد) در تیمار آب گرم ۳۵ درجه و مدت زمان ۲ دقیقه حاصل شد (جدول ۲). در تیمار کتیرا دائـم بـا افزایش غلظت، میزان نشت الکتریکـی غشـا بـه‌طـور معنی‌دار افـزایش یافـت، امـا در تیمـار کوتـاه مـدت کتیرا، ابتدا افزایش و سپس کاهش نشان داد (جدول ۲). در تیمـار عصـاره آب مقطـر و اتـانول کمتـرین نشت الکتریکـی غشـا در غلظـت ۲۵ پـی‌پـی‌ام و در عصاره متانولی در بیشترین نشت الکتریکـی غشـا در این غلظت حاصل شد (جدول ۲). در میـان سـه آب

مورد بررسی آب مقطر استریل کمترین درصد نشت الکتریکی غشا (۲۵/۱۰) را نشان داد (جدول ۲). در هر دو تیمار آب گرم مورد بررسی با افزایش زمان تیمار، درصد نشت الکتریکی غشا نیز به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۲).

همراه با افزایش نشت یونی در غشا، فرایند پیری توسعه می‌یابد. به نظر می‌رسد که عصاره پوست لیمو و کتیرا (در تیمار کوتاه مدت) به‌صورت مستقیم با رادیکال‌های پروکسیل واکنش داده یا به‌صورت غیرمستقیم با جلوگیری از فعالیت لیپوکسیژناز از غشاها و لیپوپروتئین‌ها در برابر اکسیداسیون محافظت می‌کند. به‌طور طبیعی با گذشت زمان و پیر شدن گلبرگ‌ها تراوایی غشا به‌علت کاهش پروتئین‌های غشا دچار اختلال می‌شود و کاهش پروتئین‌ها، مقدمه نشت یون‌ها است و باعث کاهش ثبات غشای سلولی می‌شود. نتایج حاصل با نتایج Ebrahimipour Bafghi و همکاران (۲۰۲۰) مطابقت نشان داد. آنها نشان دادند که کمترین نشت الکتریکی غشا در گل‌های شاخه بریده داودی تیمار شده با ۲۵ میلی‌گرم در لیتر عصاره پوست انار رقم "ملس پوست سیاه یزد" به دست آمد. میزان نشت الکتریکی غشا با افزایش غلظت در اسانس‌ها و عصاره‌ها به جز عصاره پوست انار رقم "رباب دانه قرمز" به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

کاتالاز و پراکسیداز

اثر تیمار بر فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۰۹۳ ΔOD/min/mg protein) و پراکسیداز (۰/۱۲۸ ΔOD/min/mg protein) در گلبرگ‌های گل تیمار شده با کتیرا (دائم) با غلظت ۱ درصد مشاهده شد. چنین نتیجه‌ای را Mortazavi و همکاران (۲۰۱۱) در رز نیز به دست آوردند. کمترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (۰/۰۰۱ ΔOD/min/mg protein) در گلبرگ‌های تیمار شده با غلظت ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام عصاره پوست لیمو (آب مقطر) مشاهده شد (جدول ۲). کمترین فعالیت آنزیم پراکسیداز در تیمار کتیرا کوتاه مدت ۲/۵ درصد و ۱۵، ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام عصاره آب مقطر پوست لیمو و تیمار اتانولی پوست لیمو با غلظت ۱۵ پی‌پی‌ام (۱ ΔOD/min/mg protein) مشاهده شد (جدول ۲). در تیمار کتیرا دائم و کوتاه مدت با افزایش غلظت، فعالیت آنزیم کاتالاز به‌ترتیب به‌طور معنی‌داری ابتدا کاهش و سپس افزایش نشان داد (جدول ۲). در تیمار کتیرا دائم با افزایش غلظت، فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). در تیمار کتیرا کوتاه مدت، بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در غظت ۱ درصد سپس ۵ و ۲/۵ درصد مشاهده شد (جدول ۲). در میان سه عصاره پوست لیموی مورد بررسی، عصاره آب مقطر کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز را نشان داد (جدول ۲). Zangooei و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند، استفاده از عصاره پوست گردو موجب افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و پراکسیداز در سیب شد. میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار آب مقطر استریل نسبت به دو نوع دیگر آب بیشتر بود (جدول ۲). هر دو نوع آب مقطر (استریل و غیر استریل) نسبت به آب شهری تأثیر بیشتری در

فعالیت آنزیم پراکسیداز نشان دادند (جدول ۲). در تیمار آب گرم ۳۵ و ۴۵ درجه سانتیگراد، با افزایش مدت زمان تیمار، به‌ترتیب فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌طور معنی‌دار افزایش و کاهش یافت (جدول ۲).

جمع‌بندی

به‌طورکلی، بر اساس نتایج، بیشترین عمر گلجایی (۱۳/۶۶ روز) در گل‌های تیمار شده با عصاره پوست لیمو (آب مقطر) با غلظت ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام به‌دست آمد. کمترین تعداد باکتری در انتهای ساقه گل‌های بریده تیمار شده با عصاره پوست لیمو (آب مقطر) با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام، تیمار کتیرا (کوتاه مدت) ۲/۵ درصد، تیمار آب شهر و آب مقطر استریل حاصل شد. با افزایش غلظت عصاره، جمعیت باکتری در انتهای ساقه بریده شده به طور معنی‌داری کاهش و فعالیت آنزیم پراکسیداز نیز به طور معنی‌داری کاهش یافت. بر اساس نتایج حاصله در میان سه عصاره، عصاره آب مقطر با غلظت ۲۵ و ۵۰ پی‌پی‌ام به افزایش عمر گلجایی و بهبود ویژگی‌های کیفی گل منجر شد. همچنین، تیمار کوتاه مدت کتیرا نسبت به تیمار دائم آن و شاهد تأثیر بیشتری در افزایش عمر گلجایی نشان داد. در میان سه آب مورد بررسی، آب مقطر استریل بیشترین عمر گلجایی و کمترین تعداد باکتری را نشان داد. همچنین، در میان دو آب گرم مورد مطالعه، بیشترین عمر گلجایی و کمترین جمعیت باکتری در انتهای ساقه در دمای ۳۵ درجه سانتیگراد و به‌مدت ۱۰ دقیقه حاصل شد. به‌طورکلی، استفاده از ژل کتیرا به‌صورت کوتاه مدت، عصاره‌های آب مقطر و اتانولی پوست لیمو و نیز آب گرم به افزایش عمر گلجایی منجر شد، اما استفاده از عصاره متانولی پوست لیمو در محلول گلجایی توصیه نمی‌شود.

References

Anonymous. (1980) Council directive 80: 778: EEC of 15 July 1980 on the quality of water intended for human consumption. Official Journal of The European Union Communities L229.

Barba-Gonzalez1, R., Tapia-Campos1, E., Lara-Banuelos, T. Y. and Cepeda-Cornejo, V. (2017) Lisianthus (*Eustoma*) breeding through interspecific hybridization. Acta Horticulturae 1171(31): 241-244.

Barkai-Golan, R. and Phillips, D. (1991) Postharvest heat treatment of fresh fruits and vegetables for decay control. Plant Disease 75: 1085-1089.

Bennici, A. and Tani, C. (2004) Anatomical and ultrastructural study of the secretory cavity development of *Citrus sinensis* and *Citrus limon*: evaluation of schizolysigenous ontogeny. Flora 199: 464-475.

Ben-Yehoshua, S., Rodov, V., Dhallewin, D. and Dore, A. (2004) Elicitation of resistance against pathogens in citrus fruits by combined UV illumination and heat treatments. In V International Postharvest Symposium. Verona, Italy, June 6-11, 2004.

Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Dehestani Ardakani, M. (2022) Postharvest physiology and technology of cut and edible flowers. Ardakan University Press, Ardakan (in Persian).

De la Riva, F., Carolina Mazuela, P., Eugenio, A., lvaro, J. and Urrestarazu, M. (2009) Treatment with peracetic acid extends the vase life of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) flowers. HortScience 44(2): 418-420.

Delgado-Adamez, J., Gamero, E., Valdes, E. and Gonzalez-Gomez, D. (2012) *In vitro* estimation of the antibacterial activity and antioxidant capacity of aqueous extracts from grape-seeds (*Vitis vinifera* L.). Food Control 24: 136-141.

Ebrahimipour Bafghi, M., Dehestani-Ardakani, M. and Gholamnezhad, J. (2020) Effect of pomegranate peel extract, rosmarinus and artemisia essential oils on vase life of cut chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* R.). Journal of Plant Productions (Agronomy, Breeding and Horticulture) 43(1): 129-143.

Elad, Y. and Volpin, H. (1991) Heat treatment for the control of rose and carnation grey mould (*Botrytis cinerea*). Plant Pathology 40: 278-286.

Espina, L., Somolinos, M., Loran, S., Conchello, P., Garcia, D. and Pagan, R. (2011) Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes. Food Control 22: 896-902.

Ghayempour, S., Montazer, M. and Mahmoudi Rad, M. (2015) Tragacanth gum as a natural polymeric wall for producing antimicrobial nanocapsules loaded with plant extract. International Journal of Biological Macromolecules 81: 514-520 (in Persian).

Gholamnezhad, J. (2018) Effect of plant extracts on activity of some defense enzymes of apple fruit in interaction with *Botrytis cinerea*. Journal of Integrative Agriculture 18(1): 115-123.

Gil, M. I., Tomas-Barbern, F. A., Hess-Pierce, B., Holcrofi, D. M. and Kader A. A. (2000) Antioxidant activity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 45-81.

Gong H. Z., Chen K., Wang S. and Zhang C. (2005) Silicon alleviates oxidative damage of wheat plants in pots under drought. Plant Science 169: 313-321.

Gorbe, E. (2009) Study of nutrient solution management in soilless rose cultivation, through the analysis of physiological parameters and nutrient absorption. Ph.D. Thesis. Polytechnic University of Valencia, Spain.

Hasan, M. U., Malik, A. U., Khan, A. S., Anwar, R., Latif, M., Amjad, A., Suliman Shah, M. and Amin, M. (2020) Impact of postharvest hot water treatment on two commercial mango cultivars of Pakistan under simulated air freight conditions for China. Pakistan Journal of Agricultural Sciences 57(5): 1381-1391.

Hashemabadi, D., Bagheri, H., Shafiei, M. R. and Alipour, M. R. (2017) Antimicrobial effect of *Zhumeria majdae* extraction and 8- HQS on longevity of cut carnation (*Dianthus caryophyllus* 'White Liberty'). Iranian Journal of Horticultural Science 47 (4): 785-796 (In Persian).

Hutchinson, M. J., Muchiri, J. N. and Waithaka, K. (2013) Effects of chemical preservatives and water quality on postharvest keeping quality of cut Lisianthus (*Eustoma grandiflorum* L.). Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences 9: 8-18.

Jahanshahi, B., Jafari, A., Vazifeshenas, M. and Gholamnejad, J. (2018) A novel edible coating for apple fruits. Journal of Horticulture and Postharvest Research. 1(1): 63-72.

Kahramanoglu, I., Chen, C., Chen, Y., Chen, J., Gan, Z. and Wan, C. (2020) Improving storability of "Nanfeng" mandarins by treating with postharvest hot water dipping. Journal of Food Quality 2020: 1-12.

Karimian Fariman, Z. and Tehranifar, A. (2011) Effect of essential oils, ethanol

and methanol to extend the vase life of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. Journal of Biological and Environmental Sciences 5(14): 91-94 (in Persian).

Kazemipour, S., Hashemabadi, D., Kaviani, B. and Mohammadi, R. (2016) Effect of silver nanoparticles and sodium silicate on vase life and quality of cut chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* L.) flower. Journal of Crop Production and Processing 5 (18) :63-74 (in Persian).

Kirbaslar, F. G., Tavman, A., Dulger, B. and Turker, G. (2009) Antimicrobial activity of Turkish citrus peel oils. Pakistan Journal of Botany 41(6): 3207-3212.

Kumar, A., Narayani, M., Subanthini, A. and Jayakumar, M. (2011) Antimicrobial activity and phytochemical analysis of citrus fruit peels-utilization of fruit waste, International Journal of Engineering, Science and Technology 3: 5414-5421.

Lafuente, M. T., Estables-Ortiz, B. and Gonzalez-Candelas, L. (2017) Insights into the molecular events that regulate heat-induced chilling tolerance in citrus fruits. Frontiers Plant Science 8: 11-13.

Lee, O. H. and Lee, B. Y. (2010) Antioxidant and antimicrobial activities of individual andcombined phenolic in *Olea europaea* leaf extract. Bioresource Technology 101: 3751-3754.

Liao, L., Lin, Y., Huang, K. and Chen, W. S. (2001) Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. Botanical Bulletin of Academia Sinica 42(1): 35-38.

Liu, J., He, S., Zhang, Z., Cao, J., Lv, P., He, S., Cheng, G. and Joyce, D. C. (2009) Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv: ruikou flowers. Postharvest Biology and Technology 54: 59-62.

Matsuura, R., Ukeda, H. and Sawamura, M. (2006) Tyrosinase inhibitory activity of citrus essential oils. Journal of Agriculture of Food Chemistry 54: 2309-2313.

Mohammadifar, M. A., Musavi, S. M., Kiumarsi, A. and Williams, P. A. (2005) Solution properties of targancanthin (water-soluble part of gum tragacanth exudate from *Astragalus gossypinus*). International Journal of Biological Macromolecules 38: 31-39.

Mortazavi, S. N., Mohebbi, M. and Sharafi, Y. (2011) Effects of nanosilver and sucrose on vase life of cut Rose flower (*Rosa hybrid* cv. 'Royal'). Journal of Medicinal Plants Research 5: 6455-6459 (in Persian).

Mortensen, L. M. and Gislerod, H. R. (2011) Vase life: the influence of variation in air humidity, temperature and super-elevated CO_2 concentration in roses grown under continuous light. European Journal of Horticultural Science 76: 63-68.

Perik, R. R. J., Raze, D., Harkema, H., Zhong, Y. and Van Doorn, W. G. (2012) Bending in cut Gerbera jamesonii flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. Postharvest Biology and Technology 74: 11-18.

Reuveni, M., Agapov, V. and Reuveni, R. (1995) Induced systematic protection to powdery mildew in cucumber by phosphate and potassium fertilizers: effect of inoculum concentration and post-inoculation treatment. Canadian Journal of Plant Pathology 17: 245-251.

Shamspur, T. and Motasadizadeh, H. (2015) Extraction chemical composition in the gum tragacanth of astragalus calliphysa bge by soxhelt and identification composition using GC/MS. Journal of Separation Science and Engineering. 7(1): 55-62. (in Persian).

Shimizu, H. and Ichimura, K. (2010) Postharvest physiology and technology of cut *Eustoma* flowers. Journal of the

Japanese Society for Horticultural Science 79(3): 227-238.

Tavoosi, H., Gholamnezhad, J., Dehestani Ardakani, M., Shirmardi, M. and Naserinasab, F. (2020) Extending the vase life of *Chrysanthemum morifolium* (Ramat.) Hemsl. using orange peels extract. Flower Journal 4(2) :115-130 (in Persian).

Van Doorn, W. G. (2012) Water relations of cut flowers. An update. Horticultural Review 40: 55-106.

Van Meteren, U., Van Gelder, H. and Van Leperen, W. (2000) Reconsideration of use of deionized Water as vase water, in postharvest experiments of cut flowers. Postharvest Biology and Technology 16: 169-181.

Vilaplana, R., Chicaiza, G., Vaca, C. and Valencia-Chamorro, S. (2020) Combination of hot water treatment and chitosan coating to control anthracnose in papaya (*Carica papaya* L.) during the postharvest period. Crop Protection 128, 105007.

Waters, W. E. (1968) Relationship of water salinity and fluorides to keeping quality of chrysanthemum and gladiolus cut-flowers. Journal of the American Society for Horticultural Science 92: 633-640.

Woolf, A. B., Combes, S., Petley, M., Olsson, S. R., Wohlers, M. and Jackman, R. C. (2012) Hot water treatments reduce leaf yellowing and extend vase life of Asiatic hybrid lilies. Postharvest Biology and Technology 64(1): 9-18.

Zangooei, E., Bazgir, E., Gholamnejad, J. and darvishnia, M. (2018) Investigation of the peroxidase and catalase enzymes activity and expression level of it’s encoding genes in pathogen stress (*Penicillium expansum*) and Walnut green skin extract condition in apple fruits. Journal of Cell and Tissue, 9(2): 159-175 (in Persian).