نشریه علمی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۵، شماره ۴، صفحه ۶۳۴-۶۱۷ (۱۳۹۸)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2019.123581.2406
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0905.1398.35.617.96.4.1575.101

اثر کاربرد عصاره و اسانس آویشن زوفایی و مرزه بختیاری در محلول گلجایی بر بهبود کیفیت و عمر گلجایی گل شاخه بریدنی ژربرا (*Gerbera jamesoni* L.) رقم Pink Elegance

میثم محمدی[۱]، میترا اعلایی[۲*] و مهدی صیدی[۳]

۱- دانشجوی دکترای گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران، پست الکترونیک: Maelaei@znu.ac.com

۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷ تاریخ اصلاح نهایی: خرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۸

چکیده

انسداد آوندها به‌دلیل رشد عوامل میکروبی به‌ویژه باکتری‌ها، یکی از مهمترین دلایل کاهش کیفیت و عمر گلجایی گل‌های بریدنی در مرحله پس از برداشت است. به‌منظور بررسی اثر عصاره‌های ۱٪ و ۲٪ و همچنین اسانس‌های ۲۵ppm و ۵۰ppm آویشن زوفایی (*Thymbra spicata* L.) و مرزه بختیاری (*Satureja bachtiarica* L.) بر جمعیت باکتریایی و عمر گلجایی ژربرا (*Gerbera jamesoni* L.) رقم Pink Elegance آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طراحی و اجرا شد. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش با کاهش جمعیت باکتری انتهای شاخه گل‌ها، باعث حفظ شادابی و افزایش عمر گلجایی گل‌ها تا سه روز (در تیمار اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری) نسبت به نمونه‌های شاهد شدند. همچنین با افزایش غلظت اسانس و عصاره هر دو گیاه دارویی، قدرت ضدباکتریایی و عمر گلجایی افزایش یافت. نتایج پس از هشت روز نگهداری نشان داد که بیشترین عمرگلجایی (۱۱ روز)، جذب نسبی محلول گلجایی (۸/۹۵ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) و کمترین جمعیت باکتریایی انتهای شاخه مربوط به تیمار اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری بود. اگرچه از نظر وزن تر نسبی، مواد جامد محلول، محتوای آنتوسیانین، نشت یونی، محتوای مالون دی‌آلدئید، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز با تیمار ۵۰ppm اسانس آویشن زوفایی فاقد اختلاف معنی‌دار بود. بنابراین استفاده از غلظت ۵۰ppm اسانس مرزه بختیاری و در مرتبه بعدی غلظت ۵۰ppm آویشن زوفایی به‌عنوان برنامه‌ای کاربردی در فرایند نگهداری و بازاررسانی گل‌های بریدنی ژربرا توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پس از برداشت، جمعیت باکتریایی، ژربرا (*Gerbera jamesoni* L.)، عمر گلجایی.

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesoni*، از خانواده Asteraceae بومی آفریقای جنوبی بوده که از لحاظ اقتصادی پس از رُز، داوودی، لاله و لیلیوم رتبه پنجم را به خود اختصاص داده است (Nazari deljou *et al.*, 2015). زیبایی و تنوع رنگ زیاد، عملکرد بالا و فاصله کوتاه بین دوره‌های برداشت از مهمترین دلایل توجه به این گل بریدنی است (Vanholme *et al.*, 2010). اگرچه ژربرا در بین مصرف‌کنندگان گل‌های بریدنی دارای محبوبیت بالایی است ولی دارای عمر گلجایی کوتاه پس

از برداشت است (He *et al*., 2006). کیفیت ظاهری، شکل و رنگ اگرچه از عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان گل‌های بریدنی هستند، ولی عمر گلجایی عامل اصلی تعیین‌کننده ارزش تجاری گل‌های بریدنی و متقاعد کردن مصرف‌کننده برای خرید دوباره است (Reid & Jiang, 2012). صرف‌نظر از عوامل تولید پیش از برداشت گل که روی کیفیت پس از برداشت گل‌ها تأثیرگذارند، عوامل دیگری نیز وجود دارند که عمر گلجایی را کم کرده و موجب تسریع در زوال گل‌ها می‌شوند. کاهش کربوهیدرات، کاهش جذب آب به‌دلیل انسداد میکروبی یا فیزیکی آوندها و نیز اتیلن موجود در فضا ازجمله مواردی هستند که بر ماندگاری گل‌های بریدنی مؤثر هستند (Koushesh-Saba & Nazari, 2017). مهمترین عارضه‌هایی که باعث کاهش کیفیت و ماندگاری در گل ژربرا می‌شوند پژمردگی گلبرگ و خمیدگی گردن می‌باشند (Halevy & Mayak, 1981). هرچند که میزان خمیدگی گردن یک صفت وابسته به رقم است، ولی در زمانی که میزان تعرق از میزان جذب آب در ساقه بیشتر باشد، کمبود آب روی‌داده و پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن توسعه می‌یابد (Halevy & Mayak, 1981؛ Koushesh-Saba & Nazari, 2017). این شرایط عمدتاً به‌دلیل انسداد آوندی روی می‌دهد که می‌تواند به دلایل مختلفی همانند فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا و سایر ریزجاندارن مانند قارچ‌ها و مخمرها در آوندها، حباب‌های هوا و پاسخ‌های فیزیولوژیکی ساقه‌ها به برش اتفاق بیفتد (Ichimura *et al*., 2002). افزودن ساکارز به محلول‌های نگهدارنده اثر مثبتی بر افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی ازجمله ژربرا دارد (Halevy & Mayak, 1979؛ Halevy & Mayak, 1981) ولی کاربرد ساکارز به تنهایی در محلول‌های محافظ رشد میکروب‌ها را افزایش می‌دهد (Nair *et a*l., 2003). بنابراین تیمار محلول‌های نگهدارنده گل‌های بریدنی برای جلوگیری از رشد و توسعه ریزجانداران یک روش متداول برای افزایش ماندگاری آنهاست.

در سال‌های اخیر به‌دلیل اثرهای نامطلوب ترکیب‌های ضدمیکروبی شیمیایی مانند نیترات نقره و تیوسولفات نقره بر سلامت انسان و محیط‌زیست (Danaee *et al*., 2013)، استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به‌دلیل خواص ضدمیکروبی آنها در ماندگاری پس از برداشت محصولات باغی ازجمله گل‌های بریدنی رواج یافته است (Serrano *et al*., 2008). وجود این ترکیب‌های طبیعی در محلول نگهدارنده علاوه‌بر نداشتن تهدیدات ترکیب‌های شیمیایی، عامل مؤثری در کنترل و از بین بردن ریزجانداران در محلول‌های نگهدارنده گل هستند که با خاصیت ضدمیکروبی خود از انسداد آوندها جلوگیری کرده، در نتیجه از ایجاد تنش آبی، پژمردگی زودهنگام گلبرگ‌ها و کاهش میزان جذب آب در ساقه ممانعت می‌کنند (Koushesh-Saba & Nazari, 2017؛ Solgi *et al*., 2009). پژوهش‌های زیادی در زمینه اثر ترکیب‌های ضدمیکروبی طبیعی بر ماندگاری گل‌های بریدنی انجام شده است.

در گزارشی کاربرد اسانس‌های گیاهی کارواکرول و تیمول در محلول نگهدارنده گل بریدنی ژربرا، با کاهش دادن رشد ریزجانداران محلول نگهدارنده باعث افزایش جذب محلول نگهدارنده شده و با تأخیر در پژمردگی گلبرگ، کیفیت و عمر گلجایی گل‌ها را بهبود داد (Solgi *et al*., 2009). نتایج دیگر نشان داده که اسانس گیاه زنیان با کنترل ریزجانداران موجود در محلول گلجایی سبب تأخیر در پیری و افزایش عمر گلجایی ژربرا به مدت دو روز نسبت به شاهد شده است (Koushesh-Saba & Nazari, 2017). در گزارشی دیگر استفاده از اسانس‌های منتول و اوژنول به‌ترتیب باعث افزایش هشت و چهار روز عمر گلجایی در گل‌های میخک رقم کانو شدند، که این تیمارها در مقایسه با شاهد پژمردگی گلبرگ را کاهش، مواد جامد محلول گلبرگ، قطر گل و ماندگاری گل را افزایش دادند (Hashemi *et al*., 2012). در پژوهشی تأثیر پس از برداشت اسانس‌های گیاهی آویشن شیرازی، زیره سبز، اکالیپتوس و رزماری بر گل شاخه بریدنی ژربرا مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج آن نشان داد که تیمار آویشن شیرازی

۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به همراه ساکارز ۳٪ موجب افزایش میزان جذب محلول، وزن تر نسبی و کیفیت گل‌های آن شد (Koushesh-Saba & Nazari, 2017). بنابراین باتوجه به مرور پژوهش‌های گذشته، تاکنون گزارشی مبنی بر کاربرد و مقایسه اثر عصاره و اسانس دو گیاه دارویی مرزه بختیاری و آویش وجود ندارد. هدف از این تحقیق بررسی کاربرد عصاره و اسانس این دو گیاه بومی منطقه زاگرس در محلول بر حفظ شادابی و عمر گلجایی گل‌های بریدنی ژربرا رقم Pink Elegance طی فرایند پس از برداشت می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هر تکرار حاوی سه شاخه گل در دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان و دانشگاه ایلام در تابستان ۱۳۹۷ انجام شد. فاکتور اول دارای ۹ سطح شامل عصاره ۱٪ و ۲٪ و همچنین اسانس ۲۵ppm و ۵۰ppm دو گیاه دارویی آویشن زوفایی (*Thymbra spicata* L.) و مرزه بختیاری (*Satureja bachtiari* L.) همراه با شاهد (بدون عصاره و اسانس) و فاکتور دوم دارای ۳ سطح زمان‌های بررسی صفات گل‌ها (در برداشت و ۴ و ۸ روز نگهداری) بودند، که اثر آنها بر جمعیت باکتری محلول نگهدارنده، کیفیت و عمر گلجایی گل‌های بریدنی ژربرا رقم Pink Elegance مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش برای تهیه تیمارها، ابتدا اندام‌های هوایی هر دو گیاه آویشن زوفایی و مرزه بختیاری از رویشگاه طبیعی این گیاهان در شهرستان ایلام در مرحله گلدهی کامل جمع‌آوری گردید و بعد در سایه خشک و آسیاب گردید. عصاره‌ها از روش خیس کردن و اسانس‌ها با روش تقطیر با آب، به‌وسیله دستگاه کلونجر، تهیه شدند.

برای اجرای این پژوهش ابتدا طی یک پیش آزمایش اثر چهار غلظت ۰/۵، ۱، ۲ و ۳٪ عصاره و ۱۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ppm اسانس هر دو گیاه مرزه بختیاری و آویشن زوفایی بر کنترل عوامل میکروبی محلول نگهدارنده گل ژربرا در شرایط درون شیشه روی محیط کشت NA (Nutrient Agar) با سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت، سپس از عصاره و اسانس هر دو گیاه، دو غلظت برتر انتخاب و برای اجرای آزمایش اصلی مورد استفاده قرار گرفت. برای آزمایش درون شیشه‌ای غلظت‌های مختلف عصاره و اسانس با محیط‌های کشت استریل شده مخلوط شد و بعد محلول نگهدارنده‌ای که گل ژربرا در آن نگهداری شده بود، پس از رقیق‌سازی (به نسبت ۱ در ۹۹ میلی‌لیتر پپتون (Peptone) ۰/۱٪ استریل) در زیر هود لامینار بر روی این محیط‌ها کشت گردید. محیط‌های کشت برای مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد در داخل انکوباتور نگهداری شدند و بعد جمعیت کلونی‌ها به‌صورت میزان تشکیل کلونی در محیط کشت محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت (Jowkar *et al*., 2012) و براساس میزان بازدارندگی رشد عوامل میکروبی توسط تیمارهای غلظت‌های ۱٪ و ۲٪ عصاره‌ها و همچنین ۲۵ppm و ۵۰ppm اسانس‌ها برای انجام آزمایش پس از برداشت گل‌های ژربرا انتخاب شدند.

برای اجرای آزمایش اصلی گل‌های ژربرا رقم Pink Elegance (دارای رنگ صورتی) از یک گلخانه تجاری در شهرستان پاکدشت در مرحله بلوغ تجاری (باز شدن چهار ردیف از گلچه‌های خارجی دیسک گل) برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. در آزمایشگاه گل‌ها با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به‌صورت مورب برش داده شدند و درون غلظت‌های مختلف عصاره و اسانس گیاهان دارویی آویشن زوفایی و مرزه بختیاری که حاوی ۱/۵٪ ساکارز بودند، برای مدت هشت روز نگهداری گردیدند. محلول‌های نگهداری تا روز آخر نگهداری به‌صورت محلول نگهداری دائم در دمای ۱±۲۳ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰٪ و ۱۴ ساعت روشنایی با شدت ۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه نگهداری شدند. در این آزمایش وزن تر نسبی و جذب محلول گلجایی در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ روز نگهداری، جمعیت باکتریایی انتهای شاخه گل در روز هشتم نگهداری و سایر صفات در زمان برداشت و همچنین ۴ و ۸ روز نگهداری مورد مطالعه قرار گرفت.

اندازه‌گیری جمعیت باکتریایی

برای اندازه‌گیری میزان جمعیت باکتریایی رشد کرده در مقطع انتهایی ساقه، کشت باکتری در روز هشتم نگهداری گل انجام شد. برای بررسی جمعیت باکتریایی از محیط کشت PCA (Plate Count Agar) با غلظت ۲۳ گرم در لیتر داخل پتری‌دیش‌های سایز ۸ استفاده گردید (محیط کشت و تمامی وسایل قبل از استفاده در داخل اتوکلاو برای مدت ۱۵ دقیقه استریل گردید) (Balestra *et al.*, 2005). برای بررسی جمعیت باکتری رشد کرده در انتهای شاخه گل، ابتدا یک برش از انتهای شاخه ساقه (بخش داخل آب) برداشت شد و در ۵۰ میلی‌لیتر پیتون استریل ۰/۱٪ برای مدت دو ساعت روی شیکر قرار گرفت و بعد زیر هود لامینار ۰/۱ میلی‌لیتر از این محلول در پتری‌دیش‌ها تقسیم و کشت شد. پتری‌دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در داخل انکوباتور نگهداری شدند و بعد برای تعیین جمعیت باکتریایی از روش شمارش صفحه‌ای تعداد میکروارگانیزم‌ها براساس تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده کلونی در میلی‌لیتر تعیین گردید. همچنین شناسایی نوع باکتری در تیمارهای برتر انجام شد و درصد فراوانی آنها در مقایسه با شاهد انجام گردید. به‌طوری که فراوانی هر باکتری در شاهد ۱۰۰٪ در نظر گرفته شد و نسبت به آن درصد بازدارندگی تیمارها بر جمعیت آن محاسبه گردید (Balestra *et al.*, 2005؛ Koushesh-Saba & Nazari, 2017).

$$\text{رشد باکتری} = \text{Log10}\ (Mt_1 - Mt_2)$$

Mt_1: شمار باکتری در روز اندازه‌گیری، Mt_2: شمار باکتری در روز اندازه‌گیری قبل

جذب محلول گلجایی (Vase solution uptake)

میانگین جذب محلول گلجایی در این آزمایش با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید که جذب محلول گلجایی برحسب میلی‌لیتر بر گرم وزن تر گل، St وزن محلول در روزهای ۴ و ۸ برحسب گرم، St_{-1} وزن محلول در روز قبل برحسب گرم می‌باشد (He *et al.*, 2012).

$$\text{جذب محلول گلجایی} = S_{t-1} - S_t$$

وزن تر نسبی شاخه گل

وزن تر نسبی شاخه گل‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پیش از قرارگیری در محلول‌ها و پس از آن در طی دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. وزن تر نسبی شاخه گل با استفاده از رابطه زیر برحسب درصد محاسبه گردید که در آن RFW: وزن تر نسبی برحسب درصد، Wt: وزن شاخه گل برحسب گرم در روزهای صفر، ۴ و ۸، Wt_0: وزن همان شاخه گل در روز صفر می‌باشد (Koushesh-Saba & Nazari, 2017).

$$\text{وزن تر نسبی} = \frac{Wt}{Wt0} \times ۱۰۰$$

عمر گلجایی و مواد جامد محلول

برای ارزیابی عمر گلجایی، پژمردگی گلبرگ به میزان ۶۰٪ و خمیدگی گردن بیشتر از ۹۰ درجه پایان عمر گلجایی گل تلقی شد. مقدار مواد جامد محلول ساقه در ناحیه گردن گل با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل ATC-1e ساخت کشور ژاپن) در دمای اتاق و برحسب درجه بریکس محاسبه گردید (Solgi *et al.*, 2009).

آنتوسیانین و مالون دی‌آلدئید

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل در گلبرگ‌ها از روش pH افتراقی مطابق روش Worlstad (۱۹۷۶) استفاده شد. برای تعیین میزان پراکسیده شدن لیپیدها از غلظت مالون دی‌آلدئید (MDA) به‌عنوان محصول واکنش پراکسیده شدن اسیدهای چرب استفاده گردید (Stewart & Beweley, 1980).

نشت یونی

برای این منظور قطعاتی با ضخامت یکسان (وزن یک گرم) قسمت گلبرگ‌ها توسط پانچ دستی برداشت شد و پس از شستشو با آب مقطر در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر قرار گرفتند. پس از ۴ ساعت قرار گرفتن روی دستگاه شیکر (با سرعت۱۵۰ دور در دقیقه)، هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه هدایت الکتریکی‌سنج (مدلMW301 ساخت کشور کره جنوبی) قرائت گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی محاسبه شد (Sairam *et al*., 1997).

$$\text{درصد نشت یونی} = \frac{EC1}{EC2} \times ۱۰۰$$

سنجش آنزیم‌های کاتالاز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز

برای این منظور ابتدا ۰/۵ گرم از بافت گلبرگ در ۵۰ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷/۵) که دارای پلی‌وینیل پیرولیدین (PVP) بود به‌خوبی ساییده شد. سپس عصاره‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲۰۰۰ دور و دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و از محلول شفاف رویی برای سنجش آنزیم‌ها استفاده شد (Gapinska *et al*., 2008). سنجش فعالیت آنزیمی کاتالاز براساس اندازه‌گیری تجزیه H_2O_2 و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر انجام شد. مخلوط واکنش (۳ میلی‌لیتر) شامل بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار، آب اکسیژنه ۱۵ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با افزودن پراکسید هیدروژن به مخلوط واکنش، واکنش شروع و کاهش جذب پراکسید هیدروژن در مدت یک دقیقه توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-3100 ساخت کشور آلمان) قرائت گردید. برای محاسبه واحد خاموشی برابر ($39.4\ mM^{-1}cm^{-1}$) استفاده شد (Dhindsa *et al*., 1981).

برای سنجش آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز

یک میلی‌لیتر بافر استخراج (بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار) که دارای PVP ۱٪ و EDTA یک میلی‌مولار بود، ۰/۵ میلی‌لیتر فنیل‌آلانین ۱۰ میلی‌مولار، ۰/۴ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر و ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی مخلوط و به‌مدت یک ساعت در داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری شد. واکنش با اضافه کردن ۰/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ مولار متوقف شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه اسیدسینامیک تولید شده، از منحنی استاندارد اسیدسینامیک استفاده شد. هر میلی‌مول اسیدسینامیک تولید شده در یک ساعت برابر یک واحد آنزیمی در نظر گرفته شد (Dcunha *et al*., 1996).

تجزیه‌وتحلیل آماری

در این آزمایش عمر گلجایی و جمعیت باکتریایی انتهای شاخه گل به‌صورت طرح کاملاً تصادفی، جذب نسبی محلول گلجایی و وزن تر نسبی به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور تیمار (عصاره ۱٪ و ۲٪ و همچنین اسانس ۲۵ppm و ۵۰ppm دو گیاه دارویی آویشن زوفایی و مرزه بختیاری همراه با شاهد) و زمان (زمان دارای چهار سطح ۲، ۴، ۶ و ۸ روز) و سایر صفات نیز به‌صورت آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور تیمار و زمان (زمان دارای سه سطح زمان برداشت، ۴ و ۸ روز) توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) تجزیه شد و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون توکی در سطح آماری ۵٪ استفاده شد.

نتایج

اثر تیمارهای آزمایش بر جمعیت باکتری انتهای شاخه و عمر گلجایی گل‌ها

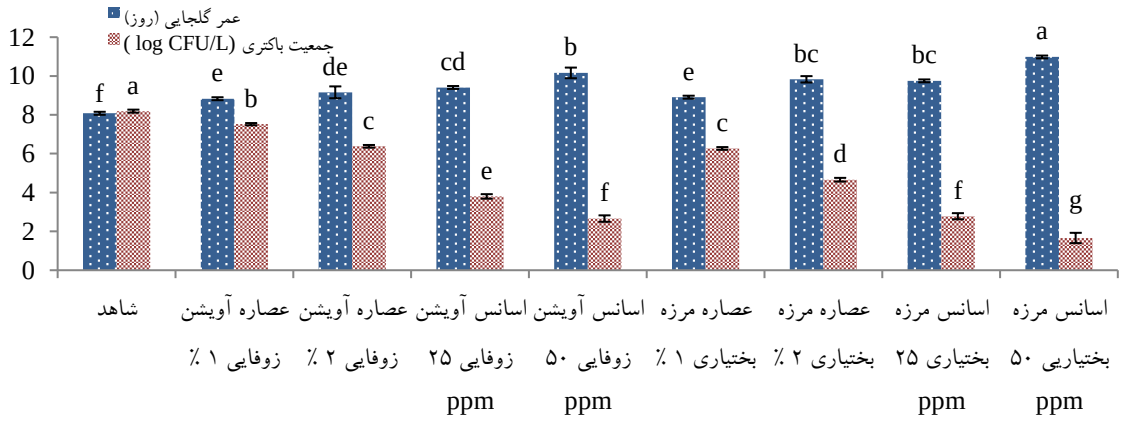
جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها برای عمر گلجایی و جمعیت انتهای شاخه در سطح احتمال ۱٪ آزمون

توکی معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که پس از هشت روز نگهداری گل‌ها، جمعیت باکتری‌های انتهای شاخه افزایش یافت ولی همه تیمارهای آزمایش بخوبی باعث کاهش جمعیت باکتری‌ها نسبت به شاهد شدند. در بین تیمارهای آزمایش اسانس‌ها بهتر از عصاره‌ها جمعیت باکتری‌ها را کاهش دادند. اسانس ۵۰ppm و ۲۵ppm، عصاره ۲٪ و ۱٪ هر دو گیاه دارویی آویش زوفایی و مرزه بختیاری به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین جمعیت باکتری رشد کرده در انتهای شاخه بودند، هرچند که قدرت بازدارندگی و کاهش جمعیت باکتری‌ها در عصاره و اسانس گیاه مرزه بختیاری بیشتر از عصاره و اسانس گیاه آویشن زوفایی بود، به‌طوری که کمترین باکتری رشدکرده در انتهای شاخه در اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری (۱/۶۶ log CFU/L) مشاهده شد. در حالی‌که بعد از شاهد عصاره ۱٪ آویشن زوفایی دارای بیشترین جمعیت باکتری در انتهای شاخه گل‌های ژربرا بود (شکل ۱). نتایج مربوط به عمر گلجایی نشان می‌دهد که تمامی تیمارهای آزمایش دارای عمر گلجایی بیشتری نسبت به شاهد (۸ روز) بودند و بیشترین عمر گلجایی در تیمار اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری (۱۱ روز) مشاهده شد. تیمار ۵۰ppm اسانس آویشن زوفایی (۱۰ روز) در حالی‌که در مرتبه دوم از نظر عمر گلجایی قرار داشت ولی اختلاف آن با اسانس ۲۵ppm (۹/۷۵ روز) و عصاره ۲٪ (۹/۸۵ روز) مرزه بختیاری معنی‌دار نبود. در بین تیمارها بعد از شاهد کمترین عمر گلجایی در عصاره‌های ۱٪ هر دو گیاه دارویی آویشن زوفایی (۸/۸۵ روز) و مرزه بختیاری (۸/۹۵ روز) مشاهده گردید (شکل ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس آزمایش اثر تیمارها بر عمر گلجایی و جمعیت میکروبی انتهای شاخه گل‌ها در روز هشتم نگهداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	عمر گلجایی	جمعیت باکتری انتهای شاخه
تیمار	۸	۱/۹۷۷**	۵۷/۴۱۷**
خطای آزمایش	۱۸	۰/۰۷۸	۰/۸۰۷
ضریب تغییرات (cv)	-	۸/۲۸۳	۱۰/۶۱۴

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی را نشان می‌دهد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر عصاره و اسانس گیاهان دارویی آویشن زوفایی و مرزه بختیاری بر جمعیت باکتریایی انتهای شاخه و عمر گلجایی گل‌های بریدنی ژربرا رقم Pink Elegance

*: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

شناسایی باکتری‌های شایع در محلول گلجایی سه تیمار برتر در این آزمایش شامل غلظت‌های ۲۵ppm و ۵۰ppm اسانس مرزه بختیاری و ۵۰ppm آویشن زوفایی نیز انجام شد. نتایج نشان داد که جنس‌های باسیلوس (دو گونه *Bacillus subtilus* و *Bacillus cereus*) و *Acinetobacter* به‌عنوان باکتری‌های گرم مثبت و سودوموناس (دو گونه *Pseudomonads fluorescens* و *Pseudomonads aeruginosa*) به‌عنوان باکتری‌های گرم منفی دارای بیشترین فراوانی در محلول نگهدارنده بودند که جمعیت آنها به‌ویژه باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی تحت تأثیر تیمارها کاهش یافت و غلظت ۵۰ppm مرزه بختیاری اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۲).

جدول ۲- اثر تیمارهای برتر آزمایش بر فراوانی (٪) باکتری‌های شایع در محلول گلجایی گل‌ها

نوع باکتری	گرم باکتری	فراوانی باکتری (٪)			
		شاهد	اسانس آویشن زوفایی ۵۰ppm	اسانس مرزه بختیاری ۲۵ppm	اسانس مرزه بختیاری ۵۰ppm
Bacillus cereus	+	۱۰۰	۱۸	۱۵	۱۵
Bacillus subtilus	+	۱۰۰	۲۰	۱۸	۱۴
Acinetobacter	+	۱۰۰	۲۲	۲۵	۱۸
Pseudomonads fluorescens	−	۱۰۰	۴۰	۴۵	۳۵
Pseudomonads aeruginosa	−	۱۰۰	۴۸	۵۲	۴۴

*: جمعیت هر باکتری در شاهد ۱۰۰ در نظر گرفته شد و جمعیت باکتری در هر تیمار در مقایسه با شاهد محاسبه گردید.

اثر تیمارهای آزمایش بر جذب نسبی محلول گلجایی

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها، زمان بررسی و اثرهای متقابل تیمار در زمان بررسی برای جذب نسبی محلول گلجایی در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین نشان داد با افزایش زمان نگهداری گل‌ها تا روز هشتم در محلول نگهدارنده، جذب نسبی محلول گلجایی کاهش یافت ولی میزان جذب در تیمارهای حاوی اسانس هر دو گیاه بیشتر از عصاره‌های این گیاهان بود، به‌طوری که پس از هشت روز نگهداری بیشترین جذب نسبی محلول نگهدارنده در تیمار اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری (۸/۹۵ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) مشاهده شد و در مرتبه دوم اسانس ۲۵ppm مرزه بختیاری (۸/۲۷ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) و اسانس ۵۰ppm آویشن زوفایی (۸/۳۹ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر قرار داشتند. همچنین کمترین جذب نسبی محلول نگهدارنده نیز در روز هشتم نگهداری در شاهد (۷/۵۰ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) مشاهده شد، هرچند که اختلاف آن با عصاره ۱٪ آویشن زوفایی (۷/۶۲ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر در روز) معنی‌دار نبود (جدول ۵).

اثر تیمارهای آزمایش بر وزن تر نسبی گل‌ها

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها و زمان بررسی برای وزن تر نسبی گل‌ها طی زمان نگهداری پس از برداشت در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار شد (جدول ۳). همچنین با افزایش زمان نگهداری گل‌ها

وزن تر نسبی کاهش یافت، به‌طوری که گل‌های شاهد پس از هشت روز ماندگاری دارای وزن تر نسبی کمتری نسبت به تیمارها بودند. در روز هشتم بررسی بیشترین وزن تر نسبی در غلظت ۵۰ppm اسانس گیاهان مرزه بختیاری (۷۱٪/۵۸) و آویشن زوفایی (۷۰/۵۰٪) و کمترین در شاهد (۵۸٪/۴۷) مشاهده شد. همچنین در مرتبه دوم اسانس ۲۵ppm مرزه بختیاری (۶۷/۷۵٪) قرار داشت که با تیمار اسانس ۲۵ppm آویشن زوفایی (۶۶/۰۷٪) فاقد اختلاف معنی‌دار بود. به‌طور کلی وزن تر نسبی گل‌های ژربرا در تیمارهای حاوی اسانس بیشتر از تیمارهای حاوی عصاره گیاهان مرزه بختیاری و آویشن زوفایی بود (جدول ۵).

جدول ۳- تجزیه واریانس آزمایش اثر تیمارها بر جذب نسبی محلول گلجایی و وزن تر نسبی گل‌ها طی زمان نگهداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	جذب نسبی محلول گلجایی	وزن تر نسبی
تیمار	۸	۸/۰۳۶**	۵۷/۶۲۲**
زمان بررسی	۳	۱۶۹/۶۱۱**	۲۵۲۴۳/۸۵۵**
تیمار×زمان بررسی	۲۲	۵/۰۳۲**	ns۰/۰۰۱
خطای آزمایش	۶۰	۰/۰۸۷	۳/۱۶۵
ضریب تغییرات (cv)	-	۴/۳۱۹	۴/۰۴۷

**: معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی و ns: عدم معنی‌دار

اثر تیمارهای آزمایش بر مواد جامد محلول گل‌ها

نتایج نشان داد تجزیه واریانس اثر تیمار، زمان بررسی و اثرهای متقابل آنها برای مواد جامد محلول گل‌ها در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که مواد جامد محلول با افزایش دوره نگهداری گل‌ها کاهش یافت ولی تیمارهای آزمایش به‌خوبی باعث حفظ مواد جامد محلول گل‌ها پس از هشت روز نگهداری شد. نتایج مربوط به بررسی روز هشتم نشان داد که بیشترین مواد جامد محلول در اسانس ۵۰ppm هر دو گیاه دارویی مرزه بختیاری (۴٪/۶۳) و آویشن زوفایی (۴/۴۶٪) مشاهده گردید. غیر از تیمار ۱٪ عصاره آویشن زوفایی (۳/۹۶٪) که با شاهد (۳/۷۶٪) اختلاف معنی‌داری نداشت، سایر تیمارها بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر، دارای مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۵).

اثر تیمارهای آزمایش بر محتوای آنتوسیانین گل‌ها

نتایج نشان داد برای محتوای آنتوسیانین‌ها تجزیه واریانس اثر تیمار و زمان بررسی در سطح احتمال ۱٪ و اثرهای متقابل آنها در سطح احتمال ۵٪ آزمون توکی معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که محتوای آنتوسیانین با افزایش زمان نگهداری گل‌ها کاهش یافت، ولی پس از هشت روز نگهداری همه تیمارها دارای آنتوسیانین بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند، هرچند که اختلاف تیمارهای عصاره ۱٪ گیاه آویشن زوفایی با شاهد معنی‌دار نبود. در بین تیمارهای آزمایش بیشترین محتوای آنتوسیانین مربوط به غلظت ۵۰ppm اسانس آویشن زوفایی و مرزه بختیاری بود (جدول ۵).

اثر تیمارهای آزمایش بر نشت یونی گل‌ها

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار و زمان بررسی در سطح احتمال ۱٪ و اثر متقابل آنها در سطح احتمال ۵٪ آزمون توکی برای نشت یونی گل‌ها معنی‌دار شد (جدول ۴). به‌منظور بررسی میزان خسارت دیواره‌های سلولی در طی نگهداری گل‌ها، نشت یونی گلبرگ‌ها مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری گل‌ها در محلول گلجایی میزان نشت یونی افزایش یافت، ولی تیمارهای آزمایش باعث کاهش نشت یونی گل‌ها طی دوره نگهداری شدند، به‌طوری که در روز هشتم بررسی بیشترین (۶۲/۴۸٪) و کمترین (۵۱/۷۲٪) نشت یونی به‌ترتیب مربوط به شاهد و اسانس ۵۰ppm مرزه بختیاری بود، هرچند که شاهد با عصاره آویشن ۱٪ با ۶۰/۱۵٪ نشت یونی و همچنین تیمار ۵۰ppm اسانس مرزه بختیاری با اسانس ۵۰ppm آویشن زوفایی با ۵۳/۰۹٪ نشت یونی فاقد اختلاف معنی‌دار بودند. نتایج جدول ۶ نشان داد که اسانس‌ها بهتر از عصاره‌ها باعث کاهش نشت یونی گل‌ها طی دوره نگهداری شدند (جدول ۶).

اثر تیمارهای آزمایش بر محتوای مالون دی‌آلدئید گل‌ها

نتایج نشان داد تجزیه واریانس اثر تیمار، زمان بررسی و اثرهای متقابل آنها برای محتوای مالون دی‌آلدئید گل‌ها در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار بود (جدول ۴). بررسی محتوای مالون دی‌آلدئید به‌عنوان یکی از نشانه‌های پراکسیده شدن و خسارت لیپیدهای غشاء در این آزمایش نشان داد که محتوای آن با افزایش نگهداری گل‌ها افزایش یافت ولی تیمارهای آزمایش دارای محتوای مالون دی‌آلدئید کمتری نسبت به شاهد بودند. در بین تیمارهای آزمایش پس از هشت روز نگهداری گل‌ها در محلول نگهدارنده، تیمارهای ۵۰ppm اسانس آویشن زوفایی (۲۶/۵۹ نانومول بر گرم وزن تر) و مرزه بختیاری (۲۵/۱۳ نانومول بر گرم وزن تر) بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر دارای کمترین محتوای مالون دی آلدئید بودند، در حالی‌که بیشترین مقدار آن در نمونه‌های شاهد (۴۰/۲۹ نانومول بر گرم وزن تر) در روز هشتم مشاهده شد. همچنین در مرتبه بعدی غلظت ۲۵ppm اسانس و ۲٪ عصاره هر دو گیاه مرزه بختیاری و آویشن زوفایی بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر دارای محتوای مالون دی‌آلدئید کمتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند (جدول ۶).

اثر تیمارهای آزمایش بر فعالیت آنزیم کاتالاز در گل‌ها

در این آزمایش فعالیت آنزیم کاتالاز به‌عنوان یکی از مهمترین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد که تجزیه واریانس اثر تیمار، زمان بررسی و اثرهای متقابل آنها برای فعالیت آنزیم کاتالاز گل‌ها در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار بود (جدول ۴). همچنین مقایسه میانگین نتایج نشان داد اگرچه فعالیت آنزیم کاتالاز با افزایش زمان نگهداری گل‌ها در محلول گلجایی کاهش یافت، ولی همه تیمارها پس از هشت روز نگهداری دارای فعالیت آنزیم کاتالاز بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند، به‌طوری که بیشترین فعالیت آنزیم کاتالاز در روز هشتم نگهداری بدون اختلاف معنی‌دار مربوط به تیمارهای ۵۰ppm اسانس مرزه بختیاری (۴/۱۴ واحد آنزیمی بر گرم وزن تر)، ۵۰ppm اسانس آویشن زوفایی (۴/۰۸ واحد آنزیمی بر گرم وزن تر) و ۲۵ppm اسانس مرزه بختیاری (۳/۸۴ واحد آنزیمی بر گرم وزن تر) بود. همچنین کمترین فعالیت این آنزیم (۳/۰۷ واحد آنزیمی بر گرم وزن تر) مربوط به نمونه‌های شاهد در روز هشتم نگهداری بود (جدول ۶).

جدول ۴- تجزیه واریانس آزمایش اثر تیمارها بر برخی صفات گل‌ها طی زمان نگهداری

منبع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول (٪)	محتوای آنتوسیانین ($\Delta A.\ g^{-1}\ FW$)	نشت یونی (٪)	محتوای مالون دی‌آلدئید ($nm.g^{-1}\ FW$)	فعالیت آنزیم کاتالاز ($U.g^{-1}FW$)	فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز ($\mu g\ Ci.\ \mu g^{-1}Pr$)
تیمار	۸	۰/۲۰۷**	۰/۰۰۴**	۲۷/۹۲۷**	۷۳/۲۸۴**	۰/۴۴۳**	۱/۰۲۷**
زمان بررسی	۲	۵/۸۳۶**	۰/۹۳۲**	۱۱۱۷۵/۸۶۳**	۲۶۶۰/۶۵۷**	۷۹/۳۹۴**	۴۶۱/۸۵۲**
تیمار×زمان بررسی	۱۶	۰/۰۵۲**	۰/۰۰۱*	۹/۸۴۱*	۱۹/۶۴۳**	۰/۱۱۳**	۰/۲۷۲**
خطای آزمایش	۵۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۰۴	۴/۳۳۶	۲/۶۳	۰/۰۵۰	۰/۰۶۹
ضریب تغییرات (cv)	–	۲/۸۱۷	۳/۶۷۴	۷/۳۵۷	۷/۲۰۸	۸/۴۵۳	۵/۳۹۱

** و *: به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ آزمون توکی را نشان می‌دهند.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر عصاره و اسانس گیاهان دارویی آویشن زوفایی و مرزه بختیاری بر برخی صفات گل‌های بریدنی ژربرا رقم **Pink Elegance** پس از برداشت

تیمار / مدت نگهداری	شاهد	عصاره آویشن زوفایی ۱٪	عصاره آویشن زوفایی ۲٪	اسانس آویشن زوفایی **۲۵ppm**	اسانس آویشن زوفایی **۵۰ppm**	عصاره مرزه بختیاری ۱٪	عصاره مرزه بختیاری ۲٪	اسانس مرزه بختیاری **۲۵ppm**	اسانس مرزه بختیاری **۵۰ppm**
	جذب نسبی محلول نگهدارنده (**ml.g^{-1} FW day**)								
۲ روز نگهداری	۹/۱۱ a	۹/۲۳ a	۹/۱۷ a	۹/۲۵ a	۹/۲۵ a	۹/۱۶ a	۹/۱۸ a	۹/۲۹ a	۹/۲۸ a
۴ روز نگهداری	۸/۴۱ c	۸/۸۱ b	۸/۷۸ b	۸/۷۶ b	۸/۹۱ b	۸/۵۰ b	۸/۸۸ b	۸/۹۰ b	۹/۲۳ a
۶ روز نگهداری	۸/۰۲ e	۸/۱۹ d	۸/۳۹c	۸/۵۵ bc	۸/۸۷ b	۸/۳۶ c	۸/۵۵ bc	۸/۸۶ b	۹/۰۹ ab
۸ روز نگهداری	۷/۵۰ g	۷/۶۲ fg	۷/۷۱ f	۸/۰۳ e	۸/۳۹ c	۷/۷۴ d	۷/۹۷ e	۸/۲۷ c	۸/۹۵ b
	وزن تر نسبی (٪)								
۲ روز نگهداری	۹۵/۲۹ a	۹۵/۲۲ a	۹۵/۴۸ a	۹۵/۶۲ a	۹۶/۰۰ a	۹۶/۱۳ a	۹۶/۷۸ a	۹۶/۳۱ a	۹۷/۳۳ a
۴ روز نگهداری	۷۹/۴۸ ij	۸۰/۸۵ hi	۸۱/۸۸ fgh	۸۵/۴۱ de	۸۸/۱۶ bc	۸۱/۳۷ ghi	۸۳/۸۲ ef	۸۶/۹۴ cd	۸۹/۸۷ b
۶ روز نگهداری	۷۰/۵۲ n	۷۲/۹۴ lm	۷۵/۸۷ k	۷۸/۴۵ j	۸۱/۸۸ fgh	۷۴/۴۸ kl	۷۶/۰۹ k	۸۰/۷۹ hi	۸۳/۲۹ efg
۸ روز نگهداری	۵۸/۴۷ s	۶۱/۵۶ r	۶۴/۱۵ pq	۶۶/۰۷ op	۷۰/۵۰ n	۶۲/۴۴ q	۶۵/۳۷ p	۶۷/۷۵ o	۷۱/۵۸ mn
	مواد جامد محلول (٪)								
در برداشت	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a	۵/۱۳ a
۴ روز نگهداری	۴/۳۶ efg	۴/۵۶ cde	۴/۷۰ cd	۴/۷۶ bc	۴/۹۶ ab	۴/۷۰ cd	۴/۸۰ bc	۴/۸۰bc	۵/۰۰ ab
۸ روز نگهداری	۳/۷۶ j	۳/۹۶ ij	۴/۰۶ hi	۴/۲۳ fgh	۴/۴۶ def	۴/۱۶ ghi	۴/۲۰ ghi	۴/۳۶ efg	۴/۶۳ cd
	محتوای آنتوسیانین (**ΔA. g^{-1} FW**)								
در برداشت	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a	۰/۸۱۴ a
۴ روز نگهداری	۰/۶۶۱ e	۰/۶۷۷ de	۰/۶۸۶ de	۰/۶۹۴ cde	۰/۷۲۷ bc	۰/۶۷۷ de	۰/۶۹۶ cd	۰/۷۰۸ bcd	۰/۷۴۲ b
۸ روز نگهداری	۰/۳۸۳ i	۰/۴۱۰ hi	۰/۴۴۴ gh	۰/۴۶۵ g	۰/۵۰۲ f	۰/۴۲۱ h	۰/۴۶۳ g	۰/۴۶۱ g	۰/۵۰۵ f

*، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر عصاره و اسانس گیاهان دارویی آویشن زوفایی و مرزه بختیاری بر برخی صفات گل‌های بریدنی ژربرا رقم **Pink Elegance** پس از برداشت

تیمار / مدت نگهداری	شاهد	عصاره آویشن زوفایی ۱٪	عصاره آویشن زوفایی ۲٪	اسانس آویشن زوفایی **۲۵ppm**	اسانس آویشن زوفایی **۵۰ppm**	عصاره مرزه بختیاری ۱٪	عصاره مرزه بختیاری ۲٪	اسانس مرزه بختیاری **۲۵ppm**	اسانس مرزه بختیاری **۵۰ppm**
					نشت یونی (٪)				
در برداشت	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k	۱۷/۵۴ k
۴ روز نگهداری	۳۱/۲۷ g	۲۹/۵۲ gh	۲۸/۲۶ ghij	۲۷/۳۳ hij	۲۵/۸۹ ij	۲۹/۲۲ ghi	۲۸/۰۸ ghij	۲۶/۸۵ hij	۲۵/۲۸ j
۸ روز نگهداری	۶۲/۴۸ a	۶۰/۱۵ ab	۵۷/۹۸ bc	۵۶/۰۴ cde	۵۳/۰۹ ef	۵۸/۴۰ bc	۵۷/۰۹ bcd	۵۴/۳۷ def	۵۱/۷۲ f
					محتوای مالون دی‌آلدئید (**$nm.g^{-1}$ FW**)				
در برداشت	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k	۱۱/۷۹ k
۴ روز نگهداری	۲۹/۸۵ cd	۲۷/۵۵ def	۲۴/۴۰ ghi	۲۲/۳۳ hi	۱۹/۰۴ j	۲۶/۵۰efg	۲۴/۷۵ fghi	۲۲/۱۰ i	۱۸/۳۸ j
۸ روز نگهداری	۴۰/۲۹ a	۳۵/۹۲ b	۳۱/۳۸ c	۲۹/۲۸ cde	۲۶/۵۹ efg	۳۴/۸۷ b	۳۰/۶۳ c	۲۹/۱۷ cde	۲۵/۱۳ fgh
					فعالیت آنزیم کاتالاز (**$U.g^{-1}FW$**)				
در برداشت	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a	۶/۹۹ a
۴ روز نگهداری	۴/۰۳ efgh	۴/۱۶ e	۴/۵۴ d	۴/۶۴ cd	۴/۹۱ bc	۴/۲۴ e	۴/۵۸ d	۴/۶۶ bcd	۴/۹۶ b
۸ روز نگهداری	۳/۰۷ k	۳/۳۸ j	۳/۷۳ hi	۳/۸۲ gh	۴/۰۸ efg	۳/۴۴ ij	۳/۷۷ gh	۳/۸۴ fgh	۴/۱۴ ef
					فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز (**$\mu g\ Ci.\ \mu g^{-1}Pr$**)				
در برداشت	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a	۱۷/۰۲ a
۴ روز نگهداری	۱۲/۴۷ e	۱۲/۸۱ d	۱۳/۰۹ cd	۱۳/۳۰ c	۱۳/۷۳ b	۱۲/۸۶ d	۱۳/۱۵ cd	۱۳/۲۹ c	۱۳/۹۲ b
۸ روز نگهداری	۷/۹۵ h	۸/۱۶ h	۸/۷۰ g	۸/۹۲ g	۹/۴۳ f	۸/۲۲ h	۸/۸۵ g	۸/۹۱ g	۹/۶۲ f

*، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

اثر تیمارهای آزمایش بر فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز در گل‌ها

نتایج نشان داد تجزیه واریانس اثر تیمار، زمان بررسی و اثرهای متقابل آنها برای فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز طی دوره نگهداری گل‌ها پس از برداشت در سطح احتمال ۱٪ آزمون توکی معنی‌دار بود (جدول ۴). نتایج نشان داد که بیشترین فعالیت این آنزیم پس از هشت روز نگهداری در تیمارهای ۵۰ppm اسانس هر دو گیاه دارویی آویشن زوفایی (۹/۴۳ میکروگرم سینامیک اسید بر میکروگرم پروتئین) و مرزه بختیاری (۹/۶۲ میکروگرم سینامیک اسید بر میکروگرم پروتئین) و کمترین در شاهد (۷/۹۵ میکروگرم سینامیک اسید بر میکروگرم پروتئین) مشاهده شد، هرچند که اختلاف شاهد با غلظت ۱٪ عصاره هر دو گیاه دارویی معنی‌دار نبود. همچنین سایر تیمارها نیز بدون اختلاف معنی‌دار با همدیگر در مرتبه بعدی دارای فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز بیشتری نسبت به نمونه‌های شاهد بودند (جدول ۶).

بحث

گل ژربرا به‌صورت درون‌زاد دارای ۱۵ نژاد باکتریایی در ساقه می‌باشد که شایع‌ترین آنها جنس‌های باسیلوس (دو گونه *Bacillus subtilus* و *Bacillus cereus*) و *Acinetobacter* به‌عنوان باکتری‌های گرم مثبت و سودوموناس (دو گونه *Pseudomonads fluorescens* و *Pseudomonads aeruginosa*) به‌عنوان باکتری‌های گرم منفی می‌باشند (Solgi *et al*., 2009). در این آزمایش غالب بودن این باکتری‌ها در محلول نگهدارنده شناسایی و تأیید گردید که اثر تیمارها بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از گرم منفی بود. این می‌تواند به‌دلیل پیچیدگی دیواره باکتری‌های گرم منفی نسبت به دیواره یکنواخت و آسیب‌پذیر باکتری‌های گرم مثبت باشد (Arshad *et al*., 2008). گزارش شده که انواع عصاره‌ها و اسانس‌های آب‌گریز، با نفوذ در لایه‌های چربی غشای قارچ‌ها و باکتری‌ها باعث اختلال در ساختار غشای آنها و به‌دنبال آن از بین رفتن کامل غشاء می‌شوند. این تغییرات با نفوذپذیری بیشتر یون‌های قابل تبادل هیدروژن و پتاسیم، سبب تغییر در جریان پروتون‌ها و به‌دنبال آن تغییر در شیب یونی یاخته، pH سلول، ترکیب‌های شیمیایی یاخته‌ها و همچنین فرایندهای سلولی شده و در نهایت این تغییرات منجر به مرگ یاخته‌ای میکروارگانیسم می‌شود (Beckman, 2000). در این آزمایش اثر ضدباکتریایی اسانس‌ها بیشتر از عصاره‌ها بود که می‌تواند به این دلیل باشد که در ضمن عصاره‌گیری از گیاهان مورد مطالعه تمامی مواد مؤثره گیاه توسط حلال آبی-الکی استخراج نشده و یا غلظت مواد مؤثره در اسانس‌ها بیشتر از عصاره‌های مورد مطالعه در این آزمایش باشد. همسو با نتایج این آزمایش، در گزارشی عصاره متانولی آویشن در مقابل باکتری‌های گرم مثبت و منفی استافیلوکوکوس اورئوس، انتروکوکوس و مایکروکوکوس فعالیت ضد باکتریایی نشان داده است که خاصیت ضد باکتریایی این ترکیب را به فلاونوئیدها نسبت دادند. فلاونوئیدها با ایجاد ترکیب پیچیده با پروتئین‌های محلول و دیواره سلولی باکتری نقش خود را ایفاء می‌کنند (Arshad *et al*., 2008؛ Naghdi Badi *et al*., 2012).

مسدود شدن آوندها به‌وسیله باکتری‌ها می‌تواند سبب کاهش جذب آب و سرانجام منجر به شکستگی ساقه، خم شدن آن یا پژمردگی گلبرگ‌ها در گل ژربرا و کاهش بازارپسندی و عمر گلجایی آنها شود (Nair *et al*., 2003). تعادل آبی و تورژسانس یاخته‌ای در افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی اهمیت زیادی دارند. در این آزمایش تیمارهای آزمایش با کاهش رشد باکتری‌ها در ساقه باعث حفظ تعادل آبی گیاه شدند که این می‌تواند عاملی در بیشتر بودن جذب نسبی محلول گلجایی و وزن تر نسبی بیشتر تیمارها نسبت به شاهد نیز باشد. همه این عوامل نیز بر افزایش عمر گلجایی تیمارها نسبت به شاهد مؤثر می‌باشند. این نتایج با یافته‌های Koushesh-Saba و Nazari (۲۰۱۷) همسو بود. آنان گزارش کردند که اسانس زنیان در غلظت

۱۵ میکرولیتر باعث جذب بیشتر محلول گلجایی شد و وزن تر نسبی و عمر گلجایی را نیز افزایش داد.

کاهش مواد جامد محلول در فرایند پس از برداشت می‌تواند به‌دلیل افزایش تنفس و تجزیه ترکیب‌های داخلی سلول‌ها باشد. در طی فرایند تنفس و چرخه کربس ماکرومولکول‌ها شکسته و ترکیب‌هایی مانند قندها، چربی‌ها و اسیدها برای تهیه انرژی مورد نیاز سلول مصرف می‌شوند (Koushesh-Saba & Nazari, 2017). این عمل می‌تواند باعث ایجاد سیر نزولی مواد جامد محلول در فرایند ماندگاری گل‌ها شود. در این آزمایش در مرتبه اول اسانس‌ها و بعد عصاره‌های آویشن زوفایی و مرزه بختیاری با کاهش جمعیت باکتری انتهای شاخه گل، از انسداد آوندها جلوگیری کرده و باعث حفظ روند جذب محلول گلجایی شدند. این عوامل به‌دلیل کاهش تنش در گل‌های بریده باعث کاهش تنفس و تأخیر در فرایند پیری گل‌ها شدند، بنابراین این تیمارها از مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. این نتایج با نتایج محققان دیگر (Koushesh-Saba & Nazari, 2017؛ Solgi *et al.*, 2009) برای گل‌های ژربرا تیمار شده با اسانس‌های گیاهی و ترکیب‌های ضدمیکروبی همسو می‌باشد. در پژوهشی دیگر همسو با نتایج این تحقیق، نشان داده شده که اسانس‌های زیره سیاه، آویشن باغی و نعناع در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با کنترل ریزجانداران موجود در ظروف محلول گلجایی سبب تأخیر در پیری و افزایش عمر گلجایی گل بریدنی آلسترومریا شده است (Mousavi Bazaz & Tehranifar, 2011).

برای بررسی میزان خسارت سلول‌ها و پراکسیده شدن لیپیدهای غشاء طی فرایند ماندگاری گل‌ها پس از برداشت در اثر زوال و پیری، در این تحقیق میزان نشت یونی و محتوای مالون دی آلدئید در طی زمان نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش بخوبی با کنترل جمعیت باکتری‌ها و حفظ روابط آبی گیاه، تنش به گل‌ها را طی نگهداری پس از برداشت کاهش داده که باعث کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی آلدئید در گل‌های تیمار شده شد. به‌طور کلی گونه‌های فعال اکسیژن تمایل زیادی برای حمله به غشاهای سلولی از خود نشان می‌دهند و این نتیجه معقول است که کاهش در پایداری غشاء به احتمال زیاد در اثر افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال و کاهش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره ماندگاری باشد. افزایش آنزیم‌های ضداکسیدانی به حفظ ساختار سلول در برابر خسارت اکسیداتیو در اثر گونه‌های اکسیژن فعال کمک می‌کند و ساختار غشاء را که محل اصلی اثر گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد، حفظ می‌کند (Jayaprakasha *et al.*, 2007). در این آزمایش تیمارهای آزمایش با حفظ فعالیت آنزیم کاتالاز و فنیل‌آلانین آمونیالیاز باعث کاهش تنش و به‌دنبال آن کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی‌آلدئید شدند و میزان آنتوسیانین گل‌ها را نیز در سطح بالاتری نگه داشتند. آنتوسیانین رنگدانه‌ای فلاونوئیدی است که در واکوئل سلول‌های اپیدرمی گلبرگ‌ها تجمع پیدا می‌کند. این ترکیب‌ها دارای دامنه رنگی از قرمز تا بنفش در گونه‌های مختلف گل بوده و ظاهر بسیار زیبا با الگوهای متفاوتی را ایجاد می‌کند (Meng & Wang, 2004). حفظ این رنگدانه‌ها در این آزمایش یکی از دلایل افزایش بازارپسندی و عمر گلجایی گل‌ها در تیمارها نسبت به شاهد بود. تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد مواد ضد میکروبی باعث افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریدنی می‌گردد که این امر با کاهش نشت یونی همراه است (Solgi *et al.*, 2009). در گیاهان تیمار شده با مواد ضد میکروبی، کنترل عوامل بیماری‌زا باعث کاهش تنش به سلول‌ها و کاهش نشت یونی می‌شود (Koushesh-Saba & Nazari, 2017). در شرایط تنش در بافت‌های زنده به‌طور طبیعی ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی ازجمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد. این ترکیب‌ها با حذف رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شوند (Kopyra & Gwozdz, 2003). درنتیجه قطع ارتباط گل‌های بریدنی با گیاه مادری و افزایش تنش در طول دوره ماندگاری (به‌دلیل آغاز فرایند پیری و زوال)، مقدار رادیکال‌های آزاد افزایش و به‌دنبال آن میزان مواد ذخیره‌ای

و پیش‌ماده‌های آنتی‌اکسیدانی در طی زمان نگهداری در محصولات نیز کاهش می‌یابد (Chanjirakul *et al*., 2008)، در نتیجه این تغییرات محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی ازجمله کاتالاز در ضمن حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش خسارت تنش، مقدار آنها در طی زمان ماندگاری گل‌ها کاهش می‌یابد. کاهش تنش و تأخیر در فرایند پیری به‌دلیل حفظ روابط آبی شاخه‌های گل توسط تیمارها به‌ویژه اسانس‌ها از مهمترین دلایل سطح بالای آنزیم کاتالاز در این تیمارها می‌باشد. مشابه این نتایج، حفظ آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و افزایش عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا به‌دلیل تأخیر در روند پیری توسط تیمارهای اسید سالیسیلیک و بنزیل آدنین گزارش شده است (Danaee *et al*., 2013).

در گزارشی بیان شده است که کاربرد ترکیب‌های طبیعی پس از برداشت گل‌ها و میوه‌ها با افزایش ظرفیت ضد اکسیدانی محصول و فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی به حفظ ساختار سلول در برابر خسارت اکسیداتیو در اثر گونه‌های اکسیژن فعال کمک می‌کند و ساختار غشاء را که محل اصلی اثر گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد حفظ می‌کند (Chanjirakul *et al*., 2008). البته ممکن است در این پژوهش نیز تیمارهای اسانس‌های گیاهی با افزایش فعالیت آنزیم‌های ضداکسیدانی، فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال را کاهش و پایداری غشاء سلول‌های گلبرگ را حفظ و با تأخیر در پژمردگی گلبرگ‌ها، عمر گلجایی را افزایش دهد.

اثر اسانس‌ها در کاهش تولید اتیلن جنبه دیگری است که مورد توجه قرار گرفته است و اطلاعات کمی در مورد اثر اسانس‌ها روی تولید اتیلن وجود دارد، ولی Golamrabbany و Mizutani (۱۹۹۶) از اسانس‌های ژرانیول (ماده مؤثره ریحان) و سیترونلول (ماده مؤثره بادرنجبویه) روی میوه سیب استفاده کردند که به‌طور مؤثری تولید اتیلن کاهش یافت. اثر اسانس‌ها در تولید اتیلن به نظر می‌رسد به‌دلیل بازدارندگی سنتز ACC (به‌عنوان پیش‌ساز اتیلن) توسط آنها باشد و تولید اتیلن و درنتیجه تنفس فرآورده را کاهش دهد که منجر به تأخیر در رسیدگی میوه می‌شود. در این پژوهش میزان تولید اتیلن اندازه‌گیری نشد ولی ممکن است اسانس‌ها با کاهش تولید اتیلن باعث کاهش تنش و تنفس گل‌ها شده و عمر گل را توسعه داده باشند.

آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز یکی از آنزیم‌های گیاهی است که اگرچه اثر آنتی‌اکسیدانی آن شناخته نشده است ولی در بیشتر تنش‌های زیستی مقدار آن افزایش می‌یابد که این افزایش با ایجاد مقاومت به تنش‌های اکسیداتیو همبستگی مثبت دارد. این آنزیم یکی از مهمترین آنزیم‌ها در مسیر ساخت ترکیب‌های فنلی ازجمله لیگنین است (Bharti & Khurana, 1997). ترکیب‌های فنلی به‌دلیل طبیعت واکنش‌پذیر خود، می‌توانند با رادیکال‌های آزاد واکنش داده و از این‌رو خسارت‌های ناشی از آنها را در سلول‌های گیاهی کاهش دهند (Tepe *et al*., 2006). لیگنین نیز یکی از ترکیب‌های مهم در ایجاد استحکام سلولی و کاهش خمیدگی گردن در گل ژربرا معرفی گردیده است (Nazari deljou *et al*., 2015؛ Vanholme *et al*., 2010). از این‌رو نتایج این تحقیق بخوبی نشان می‌دهد که تیمارهایی که عمر گلجایی بیشتری داشتند، علاوه‌بر اینکه میزان نشت یونی در آنها کمتر بود، دارای بازارپسندی بیشتری (خمیدگی گردن و پژمردگی کمتر) بودند و مقدار آنزیم PAL نیز در آنها در سطح بالاتری قرار داشت. مشابه نتایج این آزمایش Danaee و همکاران (۲۰۱۳) برای گل ژربرا مشاهده کردند که گل‌هایی که دارای عمر گلجایی بیشتری بودند، محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و همچنین آنزیم PAL در آنها بیشتر بود و مقدار مالون دی‌آلدئید و نشت یونی نیز در آنها در سطح پایین‌تری نسبت به شاهد قرار داشت.

به‌طور کلی نتایج نشان داد که با افزایش زمان نگهداری گل‌ها جمعیت باکتری محلول نگهدارنده افزایش و عمر گلجایی و کیفیت گل‌ها کاهش یافت، ولی تیمارهای آزمایش با کاهش جمعیت باکتری محلول نگهدارنده، باعث حفظ کیفیت و افزایش عمر گلجایی گل‌های ژربرا رقم Pink Elegance شدند. باتوجه به نتایج این آزمایش استفاده از غلظت ۲۵ppm و ۵۰ppm اسانس مرزه بختیاری و غلظت

۵۰ppm آویشن زوفایی به‌عنوان راهکاری کاربردی برای افزایش عمر گلجایی گل‌های بریده ژربرا توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

از جناب آقای مهندس رضایی‌مهر و سرکار خانم مهندس شهسواری که ما را در بخش بررسی میکروبی این پژوهش یاری نمودند کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

- Arshad, N., Zitterl-Eglseer, K., Hasnain, S. and Hess, M., 2008. Effect of *Peganum harmala* or its beta-carboline alkaloids on certain antibiotic resistant strains of bacteria and protozoa from poultry. Phytotherapy Research Journal, 22(11): 153-1588.
- Balestra, G.M., Agostini, R., Bellincontro, A., Mencarelli, F. and Varvaro, L., 2005. Bacterial populations related to Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. Phytopathologia Mediterranea, 44: 291-299.
- Beckman, C.H., 2000. Phenolic-storing cells: key to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defense response in plants. Physiological and Molecular Plant Pathology, 57: 101-110.
- Bharti, A.K. and Khurana, J.P., 1997. Mutant of Arabidopsis as tools to understand the regulation of phenyl propanoids pathway and UV-B protection mechanism. Journal Photochemistry and Photobiology, 65(1): 765-776.
- Chanjirakul, K., Shiow, U.Y., Chien, Y.W. and Siriphanich, J., 2008. Effect of natural volatile compounds on antioxidant capacity and antioxidant enzymes in raspberries. Postharvest Biology and Technology, 40: 106-115.
- Danaee, E., Naderi, R., Kalatejari, S. and Ladan-Moghadam, A.R., 2013. Evaluation the effect of Nanosilver with salicylic acid and benzyladenine on longevity of Gerbera flowers. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 3(8): 682-690.
- Dcunha, G.B., Satyanarayan, V. and Nair, P.M., 1996. Purification of phenylalanine ammonialyase from *Rhodotorula glutinis*. Phytochemistry, 42: 17-20.
- Dhindsa, R.S., Plumb-Dhinds, D. and Thorpe, T.A., 1981. Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 32: 93-101.
- Gapinska, M., Skodowska, M. and Gabara, B., 2008. Effect of short and long-term salinity on the activities of antioxidative enzymes and lipid peroxidation in tomato roots. Acta Physiologiae Plantarum, 30: 11-18.
- Golamrabbany, A.B.M. and Mizutani, F., 1996. Effect of essential oils on ethylene production and ACC content in apple fruit and peach seed tissues. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 65: 7-13.
- Halevy, A.H. and Mayak, S., 1979. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers (Part 1). Horticultural Reviews, 1: 204-236.
- Halevy, A.H. and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flowers (Part 2). Horticultural Reviews, 3: 59-143.
- Hashemi, M., Mirdehghan, H., Farahmand, H. and Dashti, H., 2012. Effect of salicylic acid and methyl jasmonate on quality and vase- life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Sazu) cut flower. Journal of Horticultural Science, 26(3): 311-330.
- He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E. and Faragher, J.D., 2006. Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yul-lo' inflorescences. Postharvest and Biology Technology, 41: 78-84.
- Ichimura, K., Shimizu, H., Hiraya, T. and Hisamatsu, T., 2002. Effect of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the vase life of cut carnation, Delphinium and sweet pea flowers. Bulletin of the National Institute of Floricultural Science, 2: 1-8.
- Jayaprakasha, G.K., Negi, P.S., Jena, B.S. and Rao, L.J.M., 2007 Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. Journal of Food Composition and Analysis, 20: 330-336.
- Jowkar, M.M., Kafi, M., Khalighi, A. and Hasanzadeh, N., 2012. Postharvest physiological and microbial impact of hydroxy quinoline citrate as 'Cherry Brandy' rose vase solution biocide. Annals of Biological Research, 3(5): 2238-2247.
- Kopyra, M. and Gwozdz, E.A., 2003. Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*. Plant Physiology and Biochemistry, 41: 1011-1017.
- Koushesh-Saba, M. and Nazari, F., 2017. Vase life of Gerbera cut flower cv. Pink Power affected by different treatments of plant essential oils and silver nanoparticles. Plant Products Research Journal, 24(2): 43-59.

- Meng, X. and Wang, X., 2004. Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera hybrida*. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 79: 131-137.
- Mousavi Bazaz, A. and Tehranifar, A., 2011. Effect of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase-life of *Alstroemeria* flowers. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 5: 41-46.
- Naghdi Badi, H., Omidi, H., Shams, H., Kian, Y., Dehghani Mashkani, M. and Sahandi, M., 2012. Allelopathic effects of harmal (*Peganum harmala* L.) aqueous extract on seed germination and seedling growth of purslan (*Portulaca oleracea* L.) and black weed (*Chenopodium album* L.). Journal of Medicinal Plants Research, 1(33): 116-127.
- Nair, S.A., Singh, V. and Sharma, T.V.R.S., 2003. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. Journal of Tropical Agriculture, 41: 56-58.
- Nazari deljou, M.J., Khalighi, A., Arab, M., KaramiaN, R. and Jaberian Hameda, H., 2015. Effect of postharvest pulse treatment of salicylic acid on phenylalanine ammonia-lyase activity (PAL), lignin formation and stem bending disorder of gerbera cut flowers. Journal of Horticultural Science, 46(2): 279-290.
- Reid, M.S. and Jiang, C.Z., 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. Horticultural Reviews, 40(1): 1-54.
- Sairam, R.K., Siiukla, D.S. and Saxsena, D.C., 1997. Stress induced injury and antioxidant enzymes in relation to drought tolerance in wheat genotypes. Biologia Plantarum, 40(3): 357-364.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Zapata, P.J., Castillo, S. and Valero, D., 2008. The addition of essential oils to MAP as a tool to maintain the overall quality of fruits. Trends in Food Science and Technology, 19: 464-471.
- Stewart, R.C. and Beweley, J.D., 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. Plant Physiology, 25: 123-136.
- Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T.S. and Naderi, R., 2009. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Dune) flowers. Postharvest Biology and Technology, 53: 155-158.
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H.A. and Sokmen, A., 2006. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. Food Chemistry, 95: 200-204.
- Vanholme, R., Demedts, B., Morreel, K., Ralph, J. and Boerjan, W., 2010. lignin biosynthesis and structure. Plant Physiology, 153: 895-905.
- Worlstad, R.E., 1976. Color and Pigment Analysis in Fruit Products. Station Bull. 621. Agricultural Experient Station Oregon State University, 23p.

Effects of extract and essential oil of *Thymbra spicata* L. and *Satureja bachtiari* L. on improving quality and vase life of cut flower *Gerbera jamesoni* L.

M. Mohammadi[1], M. Aelaei[2*] and M. Saidi[3]

1- Ph.D. student of Ornamental Plants, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran E-mail: Mitraaelaei@gmail.com
3- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

Received: October 2018 Revised: June 2019 Accepted: June 2019

Abstract

The vascular obstruction due to the growth of microbial agents, especially bacteria, is one of the most important reasons for reducing the quality and vase life of cut flowers in the postharvest stage. In order to investigate the effect of extract (1 and 2 %) and essential oil (EO) (25 and 50 ppm) of *Thymbra spicata* L. and *Satureja bachtiarica* L. on bacterial population and vase life of cut flower *Gerbera jamesonii* L. var. Pink Elegance**,** this experiment was designed as a factorial based on a completely randomized design with three replications**.** The results showed that the experimental treatments, by reducing the bacterial population at the end of flower branch, maintained the quality and increased the vase life of flowers (up to three days in treatment with 50 ppm of *S. bachtiarica* EO, compared with the control samples. Also, the antibacterial activity and vase life of cut flowers increased by increasing the concentration of EO and extract of both medicinal plants. After eight days of storage, the results showed that the maximum vase life (11 days), relative absorption of vase solution (8.95 ml/g FW per day), and the lowest bacterial population of the end of the flower branch were related to 50 ppm of *S. bachtiarica* EO treatment. However, in terms of relative fresh weight, total soluble solids, anthocyanin content, ion leakage, malondialdehyde content, and the activity of catalase, and phenylalanine ammonia lyase enzymes, there was no significant difference between two treatments of 50 ppm EO from medicinal plants *T. spicata* L. and *S. bachtiarica* L. Therefore, the use of 50 ppm EO of *S. bachtiarica*, and in the second rank of *T. spicata*, is recommended as a practical method in the process of postharvest and marketing of gerbera cut flowers.

Keywords: Post-harvest, bacterial population, *Gerbera jamesoni* L., vase life.