Archive of SID

Plant Prod., 43(2) (2020) 171-184
DOI: 10.22055/ppd.2019.27785.1680

ISSN (P): 2588-543X
ISSN (E): 2588-5979

Effect of Harmel Extract on Bacterial Population in Vase Solution and Vase Life of 'Stanza' and 'Pink Elegance' Cultivars of Gerbera Cut Flower

Meisam Mohammadi[1], Mitra Aelaei[2]* and Mehdi Saidi[3]

1- Ph.D. Student of Ornamental Plants, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran
2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran (Maelaei@znu.ac.ir)
3- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Iran, Iran

Received: 11 December, 2018 Accepted: 25 September, 2019

Abstract

Background and Objectives

Gerbera is one of the important cut flowers in the floriculture industry, but it is sensitive to early wilting and neck bending which reduce its postharvest vase life. In cut flowers, water deficits are created when transpiration is more than water absorption. Therefore, petal wilting and neck bending increase in these flowers. These conditions are mainly due to occlusion of the vascular bundle, which can occur in different ways, such as the activity of pathogenic bacteria and other microorganisms in vascular bundle. In recent years, due to the adverse effects of chemical antimicrobial compounds on human health and the environment, many studies have been conducted to find replacement materials to maintain the quality and vase life of cut flowers in postharvest. Therefore, in this study, the effect of different concentrations of harmel aqueous-alcoholic extract (*Peganum harmala* L.) on bacterial population and vas life of 'Stanza' and 'Pink Elegance' cultivars of Gerbera cut flower were studied.

Materials and Methods

The effect of concentrations 0, 0.25, 0.5, 0.75 and 1% of the aqueous-alcoholic extract of Harmel plant was studied in a factorial experiment based on completely randomized design with four replications. At harvest time, 3, 6 and 9 days after harvest (at 20 °C and 70% relative humidity), the effect of treatments on the bacterial population of the vase solution and end stem, vase life and some characteristics of 'Stanza' and 'Pink Elegance' Gerbera cut flowers were studied.

Results

The results showed that the inhibitory effect of harmal extracts on gram-positive bacteria was higher than gram-negative bacteria. Also, 'Stanza' cultivar had better quality and longer vase life than 'Pink Elegance' cultivar. By increasing the vase life of flowers, the quality of these flowers decreased. In the first place, however, concentrations of 0.25% and then 0.5% of the harmal extract performed better than other treatments in various aspects: first, they reduced the bacterial solution, stem end, and electrolyte leakage in stem and petals; second, they preserved quality (discolored of vase solution**,** discolored of petals and stem), relative fresh weight, stem diameter, total soluble solids, catalase activity and phenylalanine ammonia lyase activity; and finally, they increased vase life of gerbera flowers in both cultivars. Concentrations of 0.75% and 1% increased allelopathic substances in cut flower. While these treatments decreased the bacterial

www.SID.ir

Archive of SID

population in vase solution and stem end, they did not have a significant effect on the quality and vase life of gerbera cut flowers.

Discussion

The results of this study showed that the different concentrations of harmal extract significantly reduced the growth of microbial agents, including the bacterial population, but by increasing the concentration of the harmal extract, the allelopathic effects of this plant extract on gerbera cut flowers were harmful and did not affect their vase life and quality. Therefore, the concentration of 0.25% then 0.5% reduced the bacterial populations in vase solution and stem end of cut flowers and preserved the quality and vase life of ‘Stanza’ and ‘Pink Elegance’ cultivars. Therefore, the use of low concentrations of the harmel aqueous-alcoholic extract is recommended to reduce the microbial population of the vase solution and maintain the quality and vase life of the gerbera cut flowers.

Keywords: Bacterial population, Catalase, Electrolyte leakage

www.SID.ir

Archive of SID

اثر عصاره گیاه اسپند بر جمعیت باکتریایی محلول نگهدارنده و عمر گلجایی ارقام 'Stanza' و 'Pink Elegance' گل شاخه بریده ژربرا

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

۱- دانشجوی دکتری گیاهان زینتی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران
۲-*نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران (Maelaei@znu.ac.ir)
۳- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۳

چکیده

تیمار محلول‌های نگهدارنده گل‌های بریده با مواد باکتری‌کش یکی از راه‌های کاهش انسداد آوندی و افزایش عمر گلجایی می‌باشد. در این پژوهش عصاره آبی-الکلی گیاه اسپند در غلظت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد به مدت ۳، ٦ و ۹ روز در دمای ۱±۲۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰ درصد بر جمعیت باکتری‌های محلول نگهدارنده و برخی خصوصیات کیفی رقم‌های 'Stanza' و 'Pink Elegance' گل بریده ژربرا به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در بهار سال ۱۳۹۷ در دانشگاه ایلام مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که اثر بازدارندگی عصاره‌ها بر رشد باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی بود و با افزایش غلظت عصاره اسپند، اثر بازدارندگی نیز افزایش یافت. همچنین تحت تأثیر تیمارها، رقم 'Stanza' نسبت به رقم 'Pink Elegance' از کیفیت بهتر و عمر گلجایی بیشتری برخوردار بود. با افزایش مدت زمان نگهداری گل‌ها، کیفیت آن‌ها کاهش یافت، ولی در مرتبه اول غلظت ۰/۲۵ و سپس ۰/۵ درصد عصاره اسپند علاوه بر کاهش جمعیت باکتری‌ها در محلول گلجایی و انتهای ساقه، باعث کاهش نشت یونی ساقه و گلبرگ، حفظ کیفیت (تغییر رنگ محلول گلجایی، ساقه و گلبرگ)، وزن تر نسبی، قطر ساقه، مواد جامد محلول و حفظ آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالیاز نسبت به نمونه‌های شاهد شدند و عمر گلجایی گل‌های ژربرا را افزایش دادند. غلظت‌های ۰/۷۵ و یک درصد اگرچه جمعیت میکروبی محلول گلجایی و انتهای ساقه را کاهش دادند ولی در حفظ کیفیت و عمر گلجایی گل‌های ژربرا اثر قابل توجهی نداشتند که می‌تواند به دلیل افزایش غلظت مواد آللوپاتیک در آن‌ها باشد.

کلیدواژه‌ها: جمعیت میکروبی، کاتالاز، نشت یونی

مقدمه

ژربرا با نام علمی *Gerbera jamesoni* L.، از خانواده Asteraceae و بومی منطقه ترانسوال آفریقای جنوبی است که با وجود محبوبیت بالا ولی دارای عمر گلجایی کوتاه می‌باشد (He et al., 2012; Moallaye Mazrae et al., 2020). مهم‌ترین عارضه‌هایی که باعث کاهش کیفیت و ماندگاری گل ژربرا در دوره پس از برداشت می‌شوند شامل پژمردگی گلبرگ و خمیدگی گردن می‌باشند. هر چند که میزان خمیدگی گردن یک صفت وابسته به رقم می‌باشد ولی در زمانی که میزان تعرق از میزان جذب آب در ساقه بیشتر باشد، کمبود آب روی داده و پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن توسعه می‌یابد

www.SID.ir

Archive of SID

(Halevy and Mayak, 1981). این شرایط عمدتاً به دلیل انسداد آوندی روی می‌دهد که می‌تواند به دلایل مختلفی همچون فعالیت باکتری‌های بیماری‌زا و سایر ریزجانداران مانند قارچ‌ها و مخمرها در آوندها، حباب‌های هوا و پاسخ‌های فیزیولوژیکی ساقه‌ها به برش اتفاق افتد (Ichimura et al., 2002).

به دلیل اثرات نامطلوب ترکیبات ضدمیکروبی شیمیایی مانند نیترات نقره و تیوسولفات نقره بر سلامت انسان و محیط‌زیست (Danaee et al., 2013)، در سال‌های اخیر استفاده از عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی به دلیل خواص ضدمیکروبی آن‌ها رواج یافته است. وجود این ترکیبات طبیعی در محلول نگهدارنده علاوه بر نداشتن تهدیدات ترکیبات شیمیایی، با خاصیت ضدمیکروبی خود از انسداد آوندها در گل‌های شاخه بریده جلوگیری کرده و در نتیجه از ایجاد تنش آبی، پژمردگی زود هنگام گلبرگ‌ها و کاهش میزان جذب آب در ساقه ممانعت می‌کنند (Liu et al., 2009). کاربرد اسانس‌های گیاهی کارواکرول و تیمول در محلول نگهدارنده گل بریده ژربرا، با کاهش رشد ریزجانداران در محلول نگهدارنده باعث افزایش جذب محلول‌شده و با تأخیر در پژمردگی گلبرگ، کیفیت و عمر گلجایی گل ژربرا را بهبود بخشید (Solgi et al., 2009). همچنین نتایج گزارشی دیگر نشان داد که اسانس گیاه زنیان با کنترل ریزجانداران موجود در محلول گلجایی سبب تأخیر در پیری و افزایش عمرگلجایی گل بریده ژربرا به مدت دو روز نسبت به شاهد شد (Koushesh Saba and Nazari, 2017).

اسپند با نام علمی *Peganum harmala* L. گیاهی از خانواده Zygophyllaceae بوده که ترکیبات اصلی آن چند آلکالوئید شامل هارمان (Harman)، نورهارمان (Norharman)، هارمین (Harmine)، هارمالین (Harmalyn) می‌باشد که به بتاکربولین‌ها معروفند. به دلیل وجود ترکیبات هارمین و هارمالین در عصاره این گیاه، دارای قدرت آنتی‌اکسیدانی بالایی می‌باشد (Bourke et al., 1990). اسپند دارای ترکیبات فلاونوئیدی است که این ترکیبات نیز باعث ایجاد خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌شوند و توانایی جمع‌آوری رادیکال‌های آزاد و ممانعت از پراکسیداسیون لیپیدها را دارا هستند (Bahrami et al., 2016). در گزارشی اثر بازدارندگی عصاره اتانولی اسپند در کنترل باکتری‌های باسیلوس و سالمولنا در شرایط آزمایشگاهی به وجود ترکیبات هارمین و هارمالین موجود در عصاره این گیاه نسبت داده شده است (Mazandarani et al., 2009). همچنین Arshad et al. (2008) نشان دادند که اثرات ضدباکتریایی عصاره اسپند بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی است. بنابراین در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف عصاره اسپند بر کنترل عوامل میکروبی محلول‌نگهدارنده و عمر گلجایی ارقام 'Stanza' و 'Pink Elegance' گل ژربرا مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در بهار سال ۱۳۹۷ طراحی و اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های مختلف عصاره گیاه اسپند (صفر (شاهد)، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد) بودند که در زمان برداشت (روز صفر)، ۳، ۶ و ۹ روز پس از برداشت برای دو رقم 'Stanza' و 'Pink Elegance' گل بریده ژربرا مورد بررسی قرار گرفتند. در این پژوهش ابتدا اندام‌های هوایی گیاه اسپند در اواسط اردیبهشت ماه ۱۳۹۷ در مرحله رسیدن کپسول بذر از رویشگاه طبیعی این گیاه در شهرستان ایلام (بخش صالح‌آباد، منطقه سرکان) جمع‌آوری گردید و سپس برای تهیه عصاره، ۱۰۰ گرم از بافت آسیاب‌شده گیاه در یک لیتر محلول آبی-الکلی شامل ۳۰ درصد الکل از منبع متانول به‌صورت خیساندن به مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق تهیه گردید. پس از صاف کردن عصاره، متانول موجود در عصاره توسط دستگاه روتاری جدا شد و عصاره باقی مانده توسط آب‌مقطر به حجم یک لیتر رسید و به عنوان عصاره مادر

www.SID.ir

Archive of SID

(استوک) از آن غلظت‌های موردنیاز جهت انجام آزمایش تهیه گردید (Babagoli and Ebrahimi, 2012).

جهت اجرای این پژوهش ابتدا طی یک پیش آزمایش اثر غلظت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱، ۱/۵، ۲، ۲/۵ و ۳ درصد عصاره آبی-الکلی گیاه اسپند بر کنترل عوامل میکروبی محلول نگهدارنده گل ژربرا در شرایط درون شیشه روی محیط کشت Nutrient Agar (NA) با غلظت ۲۲ گرم در لیتر درون پتری‌دیش‌های سایز هشت مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار غلظت‌های فوق عصاره اسپند با محیط‌های کشت در شرایط ایزوله و زیر هود استریل مخلوط و سپس جهت بررسی جمعیت میکروبی محلول نگهدارنده استفاده شدند. یک میلی‌لیتر از محلول نگهدارنده‌ای که گل‌های ژربرا برای مدت هفت روز در آن نگهداری شده بودند توسط پیپتون ۰/۱ درصد استریل‌شده به حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد و سپس ۰/۱ میلی‌لیتر از آن روی محیط‌های کشت فوق در زیر هود استریل پخش گردید. پتری‌دیش‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ درجه سلسیوس در داخل انکوباتور نگهداری شدند و سپس برای تعیین جمعیت میکروبی از روش شمارش صفحه‌ای تعداد میکروارگانیزم‌ها بر اساس تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده کلونی در میلی‌لیتر براساس رابطه ۱ تعیین گردید و بر حسب درصد بازدارندگی نسبت به نمونه‌های شاهد گزارش گردید (Balestra et al., 2005; Jowkar et al., 2012).

رابطه (۱) جمعیت باکتری = Log10 (PC)

PC: شمار میکروبی در روز اندازه‌گیری

سپس چهار غلظت برتر انتخاب و همراه با شاهد (آب‌مقطر) جهت اجرای آزمایش اصلی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمامی غلظت‌ها به‌خوبی باعث کاهش رشد عوامل میکروبی در شرایط درون شیشه‌ای شده‌اند، بنابراین برای اجرای آزمایش اصلی غلظت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد عصاره گیاه اسپند مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۱). جهت اجرای آزمایش اصلی گل‌های ژربرا رقم‌های 'Stanza' و 'Pink Elegance' از یک گلخانه تجاری در شهرستان پاکدشت در مرحله بلوغ تجاری برداشت و در داخل ظروف حاوی آب‌مقطر به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ایلام منتقل گردید. در آزمایشگاه گل‌ها با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به‌صورت مورب برش داده شدند و درون بطری‌های شیشه‌ای (با ظرفیت حداکثر ۴۲۰ میلی‌لیتر) حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر که دارای غلظت‌های مختلف عصاره‌های اسپند و ۱/۵ درصد ساکارز (به‌عنوان منبع تأمین انرژی گل‌ها) بودند، برای مدت نه روز نگهداری شدند. آزمایش با چهار تکرار و هر تکرار حاوی پنج شاخه گل بود. محلول‌های نگهداری (گلجایی) تا روز نهم به‌صورت محلول نگهداری دائم تحت دمای ۱±۲۲ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و ۱۴ ساعت روشنایی با شدت نور ۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه نگهداری شدند. در این آزمایش در زمان برداشت (صفر) و زمان‌های ۳، ۶ و ۹ روز صفات مختلف گل‌های نگهداری‌شده در محلول‌های نگهدارنده مورد بررسی قرار گرفت.

رابطه (۲) $$\text{درصد تغییر رنگ} = \frac{(n \times v)}{9N} \times 100$$

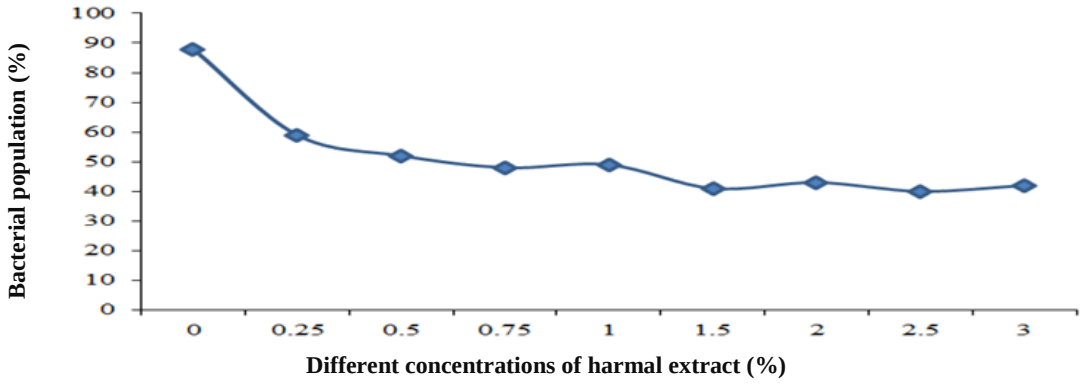

Figure 1. Effect of harmal extract on bacterial population of vase solution of gerbera on *in vitro* NA culture medium

www.SID.ir

Archive of SID

تغییر رنگ محلول گلجایی، گلبرگ و ساقه

برای تغییر رنگ محلول گلجایی و گلبرگ هر کدام جداگانه نمره‌هایی بین ۱ تا ۹ در نظر گرفته شد، به‌طوری‌که برای همه تیمارها به‌صورت مشاهده‌ای در روز اول نمره یک در نظر گرفته شد و با توجه به میزان تغییر رنگ محلول نگهدارنده و گلبرگ در طی دوره ماندگاری این نمره افزایش یافت و درصد تغییر رنگ با استفاده از رابطه ۲ محاسبه گردید. از آنجایی‌که تغییر رنگ ساقه ژربرا طی زمان نگهداری به دلیل علفی بودن، انسداد آوندها و تماس با مواد آللوپاتیک عصاره‌ها تغییر رنگ آن از انتهای بخش‌های داخل آب به سمت بالا (دیسک گل) گسترش می‌یابد، بنابراین آن بخش از ساقه گل که رنگ آن در حال تغییر بود توسط خط‌کش اندازه‌گیری شد و بر حسب درصد گزارش شد. که در این رابطه n تعداد گل‌های تغییر رنگ یافته، v عدد شدت تغییر رنگ (۱ تا ۹) و N تعداد کل گل‌ها در هر واحد آزمایشی و ۹ هم ثابت رابطه است (Latha et al., 2009).

شناسایی و اندازه‌گیری جمعیت میکروبی

برای اندازه‌گیری میزان جمعیت باکتریایی رشد کرده در مقطع انتهایی ساقه و محلول گلجایی، کشت میکروبی در روز صفر و نهم نگهداری گل انجام گرفت. سپس از روش شمارش صفحه‌ای تعداد میکروارگانیزم‌ها بر اساس تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده کلونی در میلی‌لیتر تعیین گردید (Balestra et al., 2005). همچنین پس از شناسایی و خالص‌سازی باکتری‌های محلول گلجایی با روش Janse et al. (2005)، اثر غلظت‌های صفر، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۱ درصد عصاره گیاه اسپند بر کنترل هر کدام از باکتری‌های جنس‌های باسیلوس (دو گونه *Bacillus subtilus* و *B.cereus*) و *Acinetobacter* به‌عنوان باکتری‌های گرم مثبت و سودوموناس (دو گونه *Pseudomonads fluorescens* و *P. aeruginosa*) به‌عنوان باکتری‌های گرم منفی در شرایط درون شیشه و روی محیط کشت نوترینت آگار (Nutrient Agar) به روش Jowkar et al. (2012) و Balestra et al. (2005) که در بخش بالا توضیح داده شد، مورد مطالعه قرار گرفت.

وزن تر نسبی شاخه گل و جذب محلول گلجایی

وزن تر نسبی شاخه گل ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پیش از قرارگیری در محلول‌های گلجایی و پس از آن در طی دوره نگهداری مورد بررسی قرار گرفت. جذب محلول گلجایی نیز به‌صورت اختلاف وزن محلول در هر دوره بررسی نسبت به وزن محلول در دوره قبل از آن محاسبه شد (He et al., 2012).

مواد جامد محلول، خمیدگی گردن، قطر ساقه و عمر گلجایی

مقدار مواد جامد محلول ساقه در ناحیه گردن گل با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی (مدل ATC-1e)، میزان خمیدگی گردن برحسب درجه و به‌وسیله نقاله، قطر ساقه توسط کولیس بر حسب سانتی‌متر و در بخش گردن گل اندازه‌گیری شد. عمر گلجایی گل‌ها زمانی پایان یافت که پژمردگی گلبرگ به میزان ۶۰ درصد و بیشتر و همچنین خمیدگی گردن بیشتر از ۹۰ درجه بود (He et al., 2012).

نشت یونی

برای این منظور قطعاتی با ضخامت یکسان (وزن یک گرم) از دو قسمت گلبرگ‌ها و انتهای ساقه (قسمت داخل آب) هر کدام جداگانه در روزهای صفر، ۳، ۶ و ۹ توسط پانچ دستی برداشته و پس از شستشو با آب‌مقطر در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر قرار گرفتند و نشت یونی با استفاده از رابطه ۳ اندازه‌گیری شد (Ben Hamed et al., 2007)

سنجش آنزیم‌های کاتالاز و فنیل آلانین آمونیالیاز

سنجش فعالیت آنزیمی کاتالاز بر اساس اندازه‌گیری تجزیه H_2O_2 و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر صورت گرفت (Dcunha et al., 1996). جهت سنجش آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز از روش Dcunha et al. (1996) بر اساس میزان اسیدسینامیک تولیدشده و جذب نمونه‌ها در ۲۴۰ نانومتر استفاده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه آماری

نتایج مربوط به عمر گلجایی و جمعیت باکتری‌ها به‌صورت طرح کاملاً تصادفی برای هر رقم مورد بررسی قرار گرفتند، ولی سایر صفات به‌صورت آزمایش فاکتوریل با سه فاکتور شامل تیمارها (فاکتور اول)، رقم (فاکتور دوم) و زمان‌های نگهداری (فاکتور سوم) بر پایه طرح کاملاً تصادفی مورد مطالعه قرار گرفت. داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) تجزیه شد و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

درصد بازدارندگی عصاره‌ها و جمعیت باکتری‌ها در محلول نگهدارنده و انتهای ساقه در شرایط درون شیشه

گل ژربرا به‌صورت درون زاد دارای ۱۵ نژاد باکتریایی کند رشد در ساقه می‌باشد. شایع‌ترین باکتری‌های محلول نگهدارنده گل‌های بریدنی جنس‌های باسیلوس (دو گونه *Bacillus subtilus* و *B. cereus*) و *Acinetobacter* به‌عنوان باکتری‌های گرم مثبت و سودوموناس (دو گونه *Pseudomonads fluorescens* و *P. aeruginosa*) به‌عنوان باکتری‌های گرم منفی می‌باشند (Solgi et al., 2009) که در این آزمایش نیز این باکتری‌ها در محلول نگهدارنده گل‌ها شناسایی شدند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره اسپند، درصد بازدارندگی عصاره‌ها بر رشد باکتری‌ها فوق در شرایط درون شیشه و روی محیط کشت NA افزایش یافت. همچنین اثر بازدارندگی عصاره بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی بود (جدول ۱). غلظت‌های مختلف اسپند بدون داشتن اختلاف معنی‌دار با یکدیگر، باعث کاهش رشد جمعیت باکتریایی در محلول نگهدارنده و انتهای ساقه نسبت به شاهد شدند (شکل ۲).

مشابه با نتایج حاضر اثر بازدارندگی عصاره اتانولی اسپند بر کنترل باکتری‌های *باسیلوس* و *سالمولنا* شرایط آزمایشگاهی به وجود ترکیبات هارمین و هارمالین موجود در اسپند نسبت داده شده است (Mazandarani et al., 2009). در گزارشی مشابه، اثر عصاره الکلی اسپند بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از گرم منفی بود که این می‌تواند به دلیل پیچیدگی دیواره باکتری‌های گرم منفی نسبت به دیواره یکنواخت و آسیب‌پذیر باکتری‌های گرم مثبت باشد (Arshad et al., 2008). همچنین Behmanesh et al. (2007) اذعان داشتند که باکتری‌های گرم مثبت به دلیل یک لایه بودن دیواره نسبت به باکتری‌های گرم منفی از حساسیت بیشتری نسبت به عصاره اسپند برخوردارند. Mazandarani et al. (2009) گزارش کردند که عصاره گیاه اسپند بر باکتری‌های گرم منفی *Pseudomonas aeroginosa* و *Escherchia coli* اثری ندارد. درحالی‌که Arshad et al. (2008) گزارش کردند که عصاره دانه‌های اسپند، باکتری گرم منفی *E. coli* را در شرایط درون شیشه به‌خوبی کنترل می‌کند. فعالیت ضدباکتریایی عصاره متانولی آویشن در مقابل باکتری‌های بیماری‌زا به فلاونوئیدها نسبت داده شده است.

عمر گلجایی

عمر گلجایی رقم 'Stanza' بیشتر از رقم 'Pink Elegance' بود. در هر دو رقم بیشترین عمر گلجایی در غلظت ۰/۲۵ درصد مشاهده شد و اختلاف آن با غلظت ۰/۵ درصد نیز معنی‌دار نشد. همچنین بین غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).

Table 1. Effect of different concentrations of harmel extracts on growth of different types of bacteria in *in vitro* condition

Types of bacteria	Mrag +/-	Control	Frequency of bacteria (%)			
			Extract 0.25%	Extract 0.5%	Extract 0.75%	Extract 1%
Bacillus cereus	+	100^{a}	50.0^{b}	27.0^{c}	0.0^{d}	0.0^{d}
Bacillus subtilus	+	100^{a}	45.5^{b}	26.0^{c}	8.0^{d}	1.5^{e}
Acinetobacter	+	100^{a}	53.5^{b}	29.5^{c}	0.0^{d}	0.0^{d}
Pseudomonads fluorescens	-	100^{a}	70.5^{b}	57.5^{c}	32.5^{d}	28.0^{d}
Aeruginosa pseudomonads	-	100^{a}	88.0^{b}	59.0^{c}	29.0^{d}	25.5^{d}

*Means with the same letters within rows are not significantly different at $p < 0.05$ using Duncan.

www.SID.ir

Archive of SID

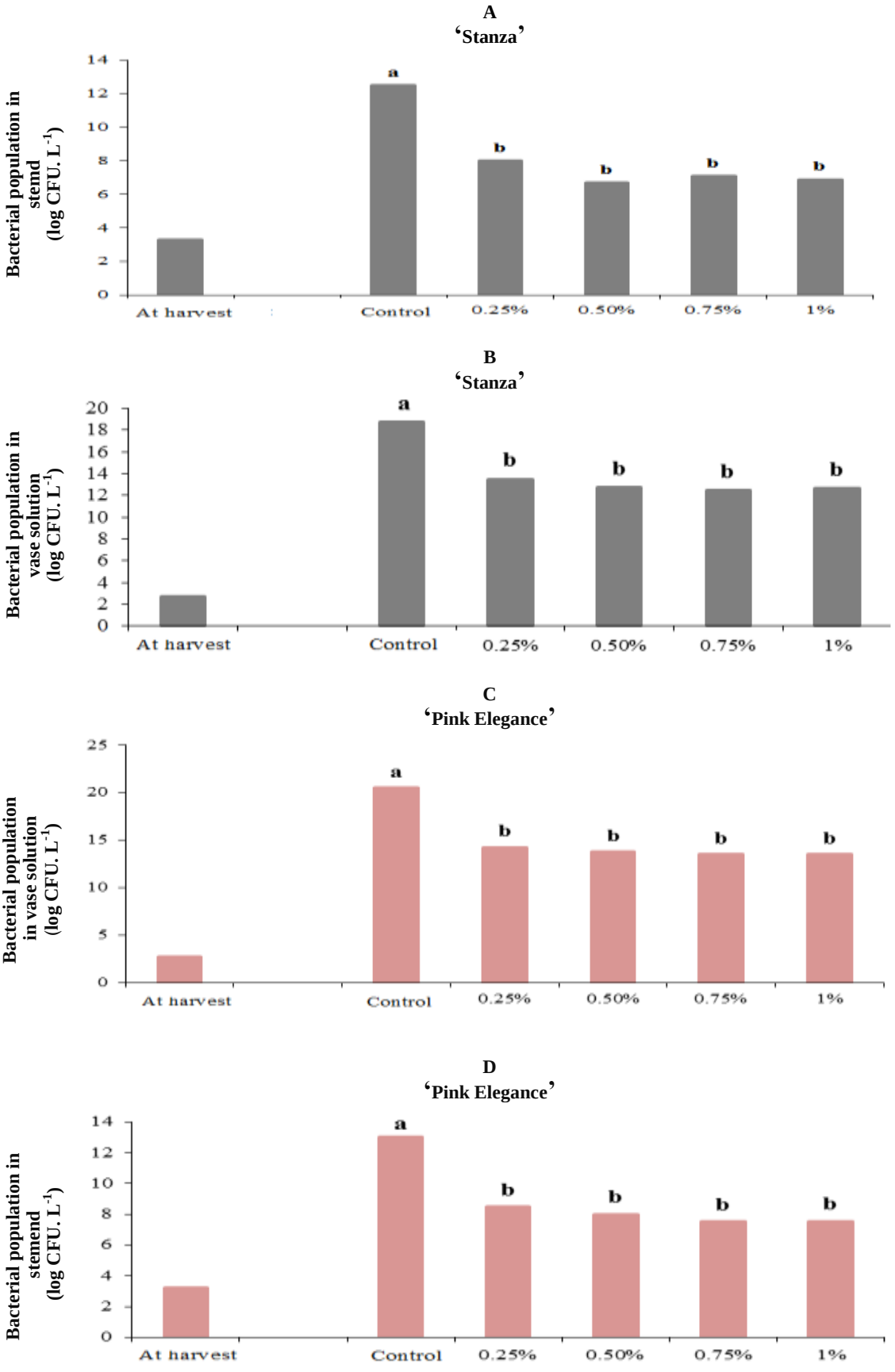

Figure 2. Effect of harmel extract on bacterial population in vase solution and stem end of 'Stanza' and 'Pink Elegance' cultivars of Gerbera cut flower 9 days postharvest

www.SID.ir

Archive of SID

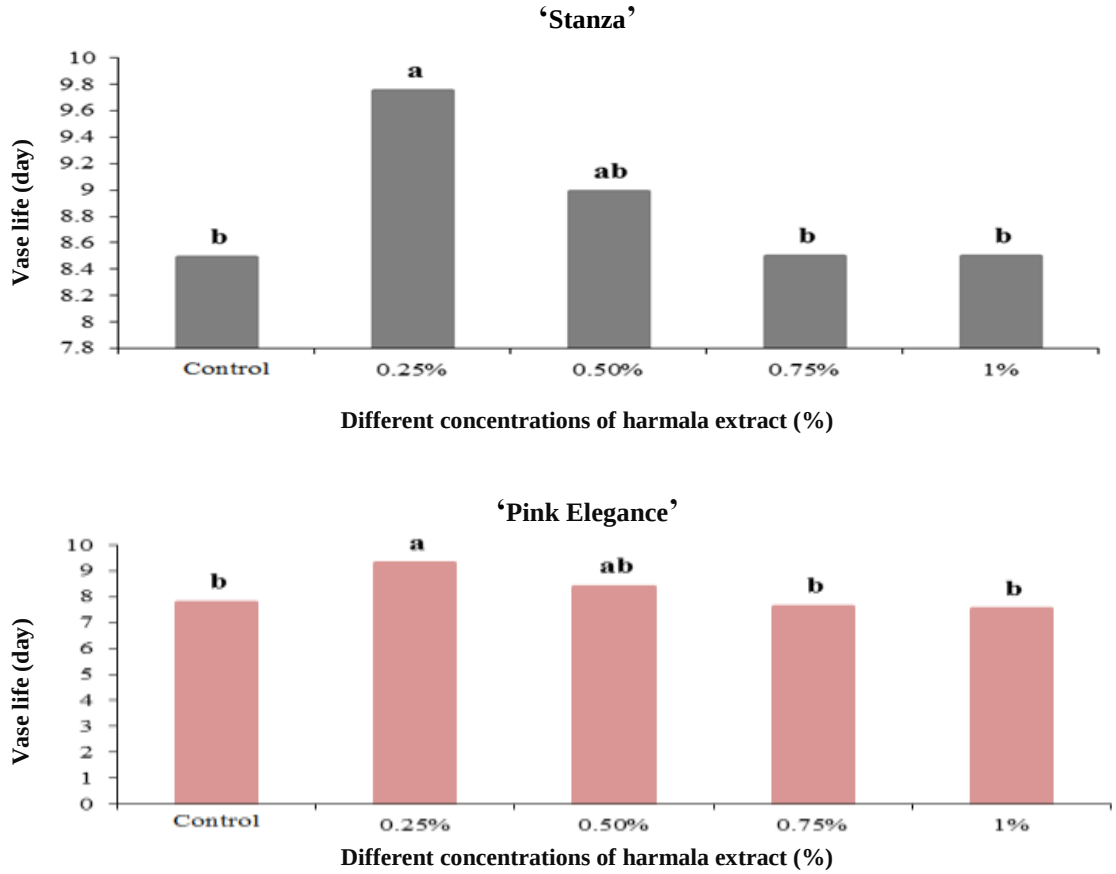

Figure 3. Effect of harmala extract on vase life of 'Stanza' and 'Pink Elegance' cultivars of gerbera cut flower in postharvest

در این آزمایش غلظت پایین عصاره (۰/۲۵ درصد) با کنترل جمعیت باکتریایی در محلول نگهدارنده و انتهای ساقه از انسداد آوندی جلوگیری و باعث افزایش عمر گلجایی در هر دو رقم شد، ولی با افزایش غلظت عصاره، اگرچه رشد عوامل میکروبی در محلول نگهدارنده و انتهای ساقه کنترل شد، ولی دلیل ناکارآمدی آن شاید به دلیل تشدید اثر آللوپاتیک عصاره (Mahmoudian et al., 2002) و افزایش تنش به دلیل افزایش غلظت باشد. در شرایط تنش به دلیل اثر ترکیبات آللوپاتیک، خسارت به دیواره‌های سلولی و نشت ترکیبات داخلی سلول‌های مورد تهاجم افزایش می‌یابد که این عامل باعث از بین رفتن سلول‌ها گیاهی طی تماس با مواد آللوپاتیک می‌شود (Mahmoudian et al., 2002; Mazandarani et al., 2009).

تاکنون گزارشی مشابه این آزمایش توسط عصاره گیاه اسپند برای گل‌های شاخه بریده وجود ندارد، ولی افزایش عمر گلجایی گل‌های ژربرا توسط اثرات ضدباکتریایی اسانس گیاهان اکالیپتوس، زنیان و اسطوخودوس در محلول نگهدارنده گزارش شده است (Koushesh Saba and Nazari, 2017). به‌طور معمول چهار تا پنج روز پس از قرارگیری شاخه گل در محلول گلجایی، شیره‌های باکتریایی مجرای آوندها را در ساقه مسدود می‌کنند و جذب محلول گلجایی با مشکل مواجه خواهد شد، بنابراین ترکیبات و عصاره‌هایی که دارای ویژگی ضدباکتریایی باشند، با باز گذاشتن مجراهای آوندی ساقه در افزایش عمر گلجایی آن مفید خواهند بود (Solgi et al., 2009; Dolatkhah et al., 2011).

تغییر رنگ محلول گلجایی، گلبرگ و ساقه

با افزایش زمان ماندگاری میزان تغییر رنگ محلول گلجایی، کیفیت گلبرگ و رنگ ساقه افزایش یافت و این مقدار در رقم 'Pink Elegance' بیشتر از رقم

www.SID.ir

Archive of SID

'Stanza' بود. تیمار ۰/۲۵ درصد و یک درصد به‌ترتیب داری کمترین و بیشترین تغییر و کاهش در کیفیت بودند (جدول ۲). رشد عوامل میکروبی و نشت محتوای سلولی ساقه گل‌ها به داخل محلول نگهدارنده از مهم‌ترین دلایل تغییر رنگ محلول گلجایی می‌باشند (Liu et al., 2009). در این آزمایش غلظت ۰/۲۵ درصد عصاره اسپند شاید به دلیل بهینه بودن غلظت آن، با کنترل عوامل باکتریایی و جلوگیری از انسداد آوندها باعث حفظ جریان جذب محلول‌شده و میزان تغییر رنگ محلول گلجایی و به دنبال آن تغییر کیفیت گلبرگ‌ها و ساقه را در هردو رقم مورد مطالعه کاهش داد. همچنین به نظر می‌رسد که یکی از دلایل تغییر رنگ محلول گلجایی در غلظت‌های بالای اسپند، تجزیه و آسیب بافت ساقه به دلیل تماس با مواد آللوپاتیک عصاره و نشت محتوای سلول‌ها به داخل محلول گلجایی باشد. همسو با نتایج این تحقیق حفظ کیفیت، شادابی و افزایش عمر گلجایی گل‌های ژربرا رقم 'Pink Power' (Koushesh Saba and Nazari, 2017) و رقم 'Dune' (Solgi et al., 2009) تحت تیمار اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره گزارش شده است.

وزن تر نسبی و جذب محلول گلجایی

با افزایش زمان ماندگاری تا روز نهم وزن تر نسبی و جذب محلول گلجایی کاهش یافت. در بین غلظت‌های مورد بررسی، ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد دارای بیشترین جذب محلول گلجایی و وزن تر نسبی بودند، درحالی‌که برای وزن تر نسبی بین غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۲). روند جذب محلول گلجایی در طول دوره نگهداری گل‌های ژربرا در محلول‌های گلجایی در هردو رقم مورد مطالعه روندی کاهشی داشت که می‌تواند به دلیل کاهش پتانسیل مکشی سلول‌ها و آسیب به دیواره آوندها برای جذب آب باشد. اثر آللوپاتیک ترکیبات فنلی و همچنین برخی از اسانس‌های گیاهی گزارش شده است (Azizi et al., 2006) که در پژوهش حاضر عدم کارایی عصاره اسپند در غلظت‌های بالا به دلیل افزایش مواد آللوپاتیک (ترکیبات فنلی) را تأیید می‌کند. در این آزمایش غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد به‌خوبی با کاهش عوامل میکروبی انتهای ساقه باعث حفظ جریان آب و وزن تر نسبی هردو رقم مورد مطالعه در پس از برداشت شدند که همسو با نتایج محققین دیگر (Koushesh Saba and Nazari, 2017; Solgi et al., 2009) می‌باشد.

قطر ساقه و خمیدگی گردن

یکی از عوامل مؤثر بر کیفیت و بازارپسندی گل ژربرا میزان خمیدگی گردن می‌باشد (Halevy and Mayak, 1981). نتایج این آزمایش نشان داد که با افزایش زمان نگهداری به دلیل انسداد آوندها و اختلال در جذب آب، قطر ساقه کاهش و میزان خمیدگی گردن در هردو رقم افزایش یافت، هر چند که میزان خمیدگی گردن و قطر ساقه در رقم 'Pink Elegance' (۰/۶۲ سانتی‌متر) کمتر از رقم 'Stanza' (۰/۷۰ سانتی‌متر) بود. عصاره اسپند در غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد در هر دو رقم دارای بیشترین قطر ساقه و کمترین خمیدگی گردن بودند (جدول ۳). مشابه نتایج این تحقیق کاهش قطر ساقه و افزایش خمیدگی گردن در رقم 'پینک پاور' گل ژربرا در طی زمان نگهداری گل‌ها تحت تیمار با اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره گزارش شده است (Koushesh Saba and Nazari, 2017). خمیدگی گردن در ژربرا می‌تواند یک ویژگی وابسته به رقم باشد،که یکی از دلایل کمتر بودن خمیدگی گردن در رقم 'Pink Elegance' نسبت به 'Stanza' با وجود کمتر بودن قطر ساقه، می‌تواند به دلیل فعالیت بالای آنزیم فنیل‌آلانین آمونیالیاز در این رقم باشد. این آنزیم یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها در مسیر ساخت لیگنین است که باعث استحکام ساقه می‌شود (Bharti and Khurana, 1997). در این پژوهش غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد در هردو رقم با حفظ تورژسانس سلولی و جلوگیری از کاهش قطر ساقه در ناحیه زیر طبق گل باعث کاهش خمیدگی گردن شدند. همسو با این نتایج، حفظ قطر ساقه و کاهش خمیدگی گردن توسط اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره در محلول گلجایی گل‌های ژربرا گزارش شده است (Koushesh Saba and Nazari, 2017).

www.SID.ir

Archive of SID

Table 2. Investigation some of characteristic of 'Stanza' and 'Pink Elegance' cultivars of gerbera cut flower at postharvest

	*Mean comparison	Discolored of vase solution (%)	Discolored of petals (%)	Discolored of stem (%)	Relative fresh weight (%)	Vase solution uptake (ml/g FW)
Cultivar	'Stanza'	42.77^{b}	31.22^{b}	22.20^{b}	90.01^{a}	11.2^{a}
	'Pink Elegance'	47.33^{a}	36.27^{a}	30.93^{a}	89.65^{a}	10.14^{b}
Investigation time	At harvest	0.00^{d}	0.00^{d}	0.00^{d}	100.00^{a}	0.00^{d}
	3 day	26.66^{c}	17.23^{c}	9.90^{c}	100.32^{a}	12.21^{a}
	6 day	53.55^{b}	35.27^{b}	34.27^{b}	86.87^{b}	10.67^{b}
	9 day	88.90^{a}	63.13^{a}	62.10^{a}	72.12^{c}	8.83^{c}
Treatments	Control	57.44^{b}	34.66^{b}	30.18^{c}	88.46^{b}	10.52^{b}
	0.25%	29.77^{d}	23.32^{d}	17.84^{e}	91.63^{a}	11.64^{a}
	0.50%	32.80^{e}	29.02^{c}	19.59^{d}	91.47^{a}	11.4^{a}
	0.75%	54.77^{b}	33.11^{b}	31.62^{b}	88.94^{b}	10.06^{bc}
	1%	61.2^{a}	40.88^{a}	33.59^{a}	88.62^{b}	9.74^{c}

*Means with the same letters within columns are not significantly different at p<0.05 using Duncan.

Table 3. Effect of harmel extract on different characteristic of 'Stanza' and 'Pink Elegance' cultivars of gerbera cut flower at postharvest

	*Mean comparison	Stem diameter (cm)	Bending neck	Total soluble solids (%Brix)	Electrolyte leakage in stem (%)	Electrolyte leakage in petals (%)	Catalase activity U.g^{-1}FW)(	Phenylalanine ammonia lyase activity (µg Ci. µg^{-1}Pr.)
Cultivar	'Stanza'	0.70^{a}	4.07^{a}	5.15^{a}	40.68^{b}	35.11^{b}	5.49^{a}	12.56^{b}
	'Pink Elegance'	0.62^{b}	2.25^{b}	5.08^{b}	46.16^{a}	39.57^{a}	5.11^{b}	13.01^{a}
Investigation time	At harvest	0.67^{a}	1.30^{d}	5.00^{c}	26.15^{d}	20.17^{d}	7.06^{a}	17.72^{a}
	3 day	0.68^{a}	1.70^{c}	6.49^{a}	34.64^{c}	24.74^{c}	5.98^{b}	15.87^{b}
	6 day	0.66^{b}	3.40^{b}	5.06^{b}	41.92^{b}	37.58^{b}	4.73^{c}	10.40^{c}
	9 day	0.62^{c}	6.25^{a}	3.90^{d}	70.98^{a}	66.86^{a}	3.44^{d}	7.16^{d}
Treatments	Control	0.661^{bc}	3.21^{ab}	5.04^{c}	44.39^{a}	38.45^{a}	5.25^{c}	12.53^{b}
	0.25%	0.672^{a}	2.65^{c}	5.20^{a}	41.09^{b}	35.44^{c}	5.42^{a}	13.00^{a}
	0.50%	0.665^{ab}	2.90^{bc}	5.15^{ab}	41.88^{b}	36.44^{b}	5.34^{b}	12.91^{a}
	0.75%	0.659^{bc}	3.43^{a}	5.10^{bc}	44.66^{a}	37.87^{a}	5.24^{c}	12.75^{ab}
	1%	0.656^{c}	3.59^{a}	5.08^{c}	45.10^{a}	38.50^{a}	5.21^{c}	12.73^{ab}

*Means with the same letters within columns are not significantly different at p < 0.05 using Duncan.

مواد جامد محلول

نتایج نشان داد که با افزایش زمان ماندگاری میزان مواد جامد محلول در هردو رقم کاهش یافت، هر چند که مقدار مواد جامد محلول در رقم 'Pink Elegance' نسبت به رقم 'Stanza' کمتر بود (جدول ۳). در بین تیمارهای آزمایش غلظت ۰/۲۵ درصد (۵/۲۰ درصد) و ۰/۵ درصد (۵/۱۵ درصد) به‌ترتیب بهتر از سایر غلظت‌ها باعث حفظ مواد جامد محلول در گل‌ها طی زمان نگهداری شدند (جدول ۳). کاهش مواد جامد محلول می‌تواند به دلیل افزایش تنفس و تجزیه ترکیبات داخل سلول‌ها طی فرایند تنفس باشد (Tepe et al., 2006; Farhodi et al., 2018). در این آزمایش غلظت‌های پایین عصاره اسپند (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) با کنترل عوامل میکروبی محلول نگهدارنده و انتهای ساقه باعث کاهش تنش، کاهش تنفس و تأخیر در فرایند پیری گل‌ها شدند، بنابراین این غلظت‌ها از مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. همچنین در غلظت‌های ۰/۷۵ و ۱ درصد به دلیل افزایش خاصیت آللوپاتیک عصاره و به دنبال آن تنش و تنفس در بافت گل‌ها افزایش یافت که این باعث مصرف بیشتر کربوهیدرات‌ها و سایر مواد جامد محلول در فرایند تنفس

www.SID.ir

Archive of SID

شد (Farhodi et al., 2018).

نشت یونی گلبرگ و ساقه

نتایج نشان داد که رقم 'Pink Elegance' نسبت به رقم 'Stanza' از نشت یونی بیشتری در گلبرگ و ساقه برخوردار بود (جدول ۳). این عامل می‌تواند یکی از دلایل عمر گلجایی کمتر رقم 'Pink Elegance' نسبت به 'Stanza' باشد. همچنین با افزایش مدت زمان نگهداری به دلیل شروع فرایند زوال و پیری، هم‌راستا با آن نشت یونی نیز افزایش یافت. در این پژوهش به‌ترتیب غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد باعث کاهش نشت یونی در گل‌ها شدند (جدول ۳). کاهش پایداری غشاء به احتمال زیاد در اثر افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال و کاهش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره ماندگاری می‌باشد (Jayaprakasha et al., 2007). کاربرد مواد ضد میکروبی باعث افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده می‌گردد که این امر با کاهش نشت یونی همراه است (Solgi et al., 2009).

آنزیم کاتالاز

میزان فعالیت این آنزیم در رقم 'Stanza' بیشتر از رقم 'Pink Elegance' بود که مقدار آن از زمان برداشت (صفر) تا روز نهم، سیر نزولی نشان داد (جدول ۳). فعالیت کاتالاز به ترتیب در تیمارهای ۰/۲۵ و ۰/۵ درصد عصاره اسپند نسبت به سایر تیمارها بیشتر بود (جدول ۳). در شرایط تنش در بافت‌های زنده به‌طور طبیعی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد (Jayaprakasha et al., 2007). این ترکیبات با حذف رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شوند (Kopyra and Gwozdz, 2003). از این‌رو محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله کاتالاز در ضمن حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش خسارت تنش، مقدار آن‌ها طی زمان نگهداری گل‌ها کاهش می‌یابد (Chanjirakul et al., 2008). مشابه نتایج حاضر، حفظ آنزیم کاتالاز و افزایش عمر گلجایی گل بریده ژربرا به دلیل تأخیر در روند پیری آن‌ها گزارش شده است (Danaee et al., 2013). عصاره اسپند در غلظت‌های پایین با کاهش تنش پس از برداشت و حفظ ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل‌ها، باعث کاهش نشت یونی و تأخیر در فرایند پیری گل‌ها شد. همچنین با افزایش غلظت عصاره فعالیت آنزیم کاتالاز کاهش یافت، این می‌تواند به دلیل افزایش تنش و مصرف ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم کاتالاز باشد.

آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز

اگرچه نتایج نشان می‌دهد که عمر گلجایی در رقم 'Stanza' بیشتر بوده است ولی در طی این تحقیق به‌خوبی مشاهده شد که رقم 'Pink Elegance' دارای خمیدگی گردن کمتری نسبت به رقم 'Stanza' بود. با افزایش زمان ماندگاری گل‌ها مقدار این آنزیم سیر نزولی داشت ولی در هر دو رقم تیمارها باعث حفظ این آنزیم در طول ماندگاری نسبت به شاهد شدند، هر چند که بین غلظت ۰/۷۵ و ۱ درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌ها در مسیر ساخت ترکیبات فنلی از جمله لیگنین است (Bharti and Khurana, 1997). ترکیبات فنلی به دلیل 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 دیگر از ترکیبات فنلی مهم در ایجاد استحکام دیواره سلول و کاهش خمیدگی گردن درگل ژربرا معرفی شده است (Nazari Deljou et al., 2015).

نتیجه‌گیری

عصاره اسپند جمعیت باکتری‌های محلول نگهدارنده و انتهای ساقه گل‌های شاخه بریده ژربرا را کاهش داد و اثر بازدارندگی آن‌ها بر باکتری‌های گرم مثبت بیشتر از باکتری‌های گرم منفی بود. غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۵درصد باعث افزایش عمر گلجایی، جذب محلول گلجایی، حفظ وزن تر نسبی و حفظ سایر خصوصیات کمی و کیفی هردو رقم ژربرا شدند ولی افزایش غلظت عصاره (۰/۷۵ و ۱ درصد) کارایی مناسبی در جهت حفظ کیفیت گل‌های ژربرا نداشتند. همچنین اثر عصاره اسپند در افزایش عمر گلجایی و حفظ کیفیت گل‌های رقم

www.SID.ir

Archive of SID

'Stanza' بیشتر از رقم 'Pink Elegance' بود. بنابراین استفاده از غلظت‌های پایین عصاره اسپند (۰/۲۵ و ۰/۵ درصد) جهت حفظ کیفیت و افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی ژربرا توصیه می‌گردد.

سپاس‌گزاری

نویسندگان از گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه زنجان و دانشگاه ایلام برای حمایت از پژوهش حاضر سپاسگزاری می‌کنند.

References

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), 1533-1538.

Azizi, M., Alimoradee, L. and Rashedmohassel, M. H. (2006). Allelopathic Effects of *Bunium persicum* and *Cuminum cyminum* Essential Oils on Seed Germination of some Weeds Species. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(3), 198-208. [In Farsi]

Babagoli, M. and Ebrahimi, B. (2012). Effects of three essential oils on the growth of the fungus *Alternaria solani*. *Journal of Research in Agricultural Science*, 8(1), 45-57.

Bahrami, T., Yousefvand, N., Eslimiesfahani, D. and Oryan, S. (2016). The effects of hydroalcholic extracts of *Peganum harmala* and piper longum on blood lipids profile in male NMRI mice. *Journal of Medicinal Plants*, 24(5), 1-7. [In Farsi]

Balestra, G. M., Agostini, R., Bellincontro, A., Mencarelli, F. and Varvaro, L. (2005). Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. *Phytopathology Mediterranea*, 44(3), 291-299.

Behmanesh, B., Heshmati, G. H., Mazandarani, M. and Ghaemi, E. A. (2007). Chemical composition and antibacterial activity from essential oil of Artemisia sieberi besser sieberi in North of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(3), 562-564.

Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A. and Abdelly, C. (2007). Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: A comparison of leaf and root antioxidant responses. *Plant Growth Regulation*, 53(1), 185-194.

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 of Photochemistry and Photobiology*, 65(1), 765-776.

Bourke, C. A., Carrigan, M. J. and Dixon, R. J. (1990). Upper motor neurone effects in sheep of some beta-carboline alkaloids identified in zygophyllaceous plants. *Australian Veterinary Journal*, 67(7), 248-51.

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(2), 106-115.

Danaee, E., Naderi, R., Kalatejari, S. and Ladan-Moghadam, A. R. (2013). Evaluation the effect of Nnosilver 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 Journal*, 42(1), 17-20.

Dolatkhah, F., Mostofi, Y., Famil Momen, R. and Shafiei, M. (2011). Maintainance of quality and extending the vase life of cut rose flower 'Grand Prix' through modified atmospheric packaging. *Journal of Horticultural Science*, 42(2), 151-158. [In Farsi]

Farhodi, N., Salehi Salmi, M. R., Yari, F. and Shahbazi, E. (2018). Effects of *Satureja hortensis* L., *Thymus vulgaris* L., *Citrus limon* L. Essential oils and 8-hydroxyquinoline citrate in dry and wet storage conditions on vase life of cut lily (*Longiflorum* × Asiatic hybrids) flowers. *Plant Productions*, 41(2), 41-55. [In Farsi]

www.SID.ir

Archive of SID

Halevy, A. H. and Mayak, S. (1981). Senescence and postharvest physiology of cut flower (Part 2). *Horticulture Review*, 3(1), 59-146.

He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E. and Faragher, J. D. (2012). Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yul-lo'inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 41(1), 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(3), 1-8.

Janse, J. D. (2005). *Phytobacteriology: Principles and practices*. Wallingford: CABI Publishing.

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 Anallysis*, 20(3), 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 Biology 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 Lupinusluteus. *Plant Physiology and Biochemistry*, 41(11), 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. *Journal of Plant Production Research*, 24(2), 43-59. [In Farsi]

Latha, P., Anand, T., Ragupathi, N., Prakasam, V. and Samiyappan, R. (2009). Antimicrobial activity of plant extracts and induction of systemic resistance in tomato plant by mixtures of PGPR strains and zimmu leaf extracts against *Alternaria solani*. *Biological Control*, 50(2), 85-93.

Liu, J., He, S., Zhang, Z., Cao, J., Lv, P., 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(1), 59-62.

Mahmoudian, M., Jalilpour, H. and Salehian, P. (2002). Toxicity of *peganum harmala*: Review and a case Report. *Iranian Journal Pharmacology and Therapeutics*, 1(1), 1-4. [In Farsi]

Mazandarani, M., Ghaemi, E.A. and Ghaffari, F. (2009). Antibacterial investigation of different extracts of different parts of *Peganum harmala* L. in North East of Golestan province (Inche Borun). *Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research*, 4(3), 27-38. [In Farsi]

Moallaye Mazrae, S., Chehrazi, M. and Khaleghi, E. (2020). The effect of calcium nanochelate on morphological, physiological, biochemical characteristics and vase life of three cultivars of Gerbera under hydroponic system. *Plant Productions*, 43(1), 53-66. [In Farsi]

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. [In Farsi]

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(3), 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(2), 200-204.

© 2020 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

www.SID.ir