اثر نیترات نقره، تیمول، نانوذرات نقره سبز و کیتوزان بر عمر گلجایی گل شاخه بریدنی میخک رقم 'White Liberty'

موسی سلگی[1]* و مینا تقی‌زاده[2]

۱-***نویسنده مسئول:** استادیار، گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران (M-solgi@araku.ac.ir)
۲- استادیار، گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه اراک، اراک، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۱/۲۷

چکیده

میخک یکی از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گل‌های شاخه بریدنی جهان می‌باشد. در این پژوهش اثر کیتوزان، نانوذرات نقره سبز و اسانس تیمول در سه سطح ۲۵ ، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با ترکیب متداول نیترات نقره و شاهد (ساکارز ۲ درصد) بر عمر گلجایی میخک رقم "WhiteLiberty" بررسی شد. تمامی تیمارها حاوی دو درصد ساکارز بودند. گل‌های شاخه بریدنی به مدت ۲٤ ساعت در تیمارها قرار گرفتند و پس از آن با آب مقطر جایگزین شدند. آزمایش به‌صورت طرح به‌طور کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. صفات مورد ارزیابی شامل عمر گلجایی، وزن تر نسبی (در روزهای ۲، ۳، ٤، ۷، ۹ و ۱۰)، میزان جذب محلول (در روزهای ۱، ۲، ۳، ٤، ۷، ۸، ۹ و ۱۰)، نشت یونی گلبرگ‌ها (روز ۱۱) و میزان کلروفیل برگ‌ها (در روزهای ۲، ٤ و ۸) بود. نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف بر میزان عمر گلجایی میخک اثر معنی‌دار دارند و به‌ترتیب تیمارهای تیمول ۲۵ (با ۱۳ روز)، نانوذرات ۲۵ (با ۱۲/۵ روز) و کیتوزان ۲۵ (۱۲/۳ روز) دارای بیشترین عمر گلجایی در مقایسه با شاهد بودند. در ضمن تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان وزن تر نسبی و میزان جذب آب در روزهای مورد ارزیابی معنی‌دار گردید اما بر میزان کلروفیل برگ‌ها معنی‌دار نگردید.

کلید واژه‌ها: نانوفناوری، میخک، عمر گلجایی.

مقدمه

گل میخک متعلق به خانواده میخک‌سانان[1] بوده و از لحاظ سطح زیر کشت سومین گل شاخه بریدنی در جهان می‌باشد. این گل دارای گونه‌های گلدانی[2]، شاخه بریدنی[3] و فضای سبزی می‌باشد (Dole and Wilkins, 1999؛ Solgi, 2009؛ Solgi *et al.*, 2015).

گل‌های شاخه بریدنی در طی پس از برداشت نیاز به آب، مواد قندی مانند ساکارز، عوامل ضدمیکروبی مانند هیدروکسی کوئینولین سیترات و عوامل ضد اتیلنی مانند نیترات نقره و یا ۱- متیل سیکلوپروپن[4] دارند. از طرفی حفظ کیفیت در طی دوره پس از برداشت یکی از ویژگی‌های مهم برای ارزیابی بازار پسندی گل‌های شاخه بریدنی می‌باشد. به همین منظور از محلول‌های نگهدارنده که حاوی این ترکیبات باشند در صنعت پس از برداشت گل‌ها استفاده می‌شود (Solgi, 2012؛ Solgi *et al.*, 2015).

عمر گلجایی بسیاری از گل‌های شاخه بریدنی به دلیل بسته شدن آوندها کاهش پیدا می‌کند. انسداد آوندی سبب کاهش هدایت محلول نگهدارنده در ساقه‌ها می‌شود.

1- *Caryophyllaceae*
2- *Dianthus carthusianorum*
3- *Dianthus caryophyllus*
4- 1-MCP

Archive of SID
www.SID.ir

این پدیده ممکن است به‌دلایل گوناگونی مانند تجمع عوامل میکروبی از جمله باکتری‌ها، عوامل فیزیولوژیکی و یا تخریب ستون‌های آب موجود در آوندهای چوبی به واسطه حفره‌سازی[1] و یا مولکول‌های هوا[2] پدیدار گردد (Sacalis, 1983؛ Damunupola and Joyce, 2006). عمر گلجایی بیشتر گل‌های شاخه بریدنی توسط تجمع باکتری‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده محدود می‌شود. باکتری‌ها به داخل آوندهای چوبی[3] ساقه‌ها وارد می‌گردند و سبب بسته شدن آوندها و کاهش میزان جذب آب می‌شوند. در پژوهشی اشاره شده است که انسداد آوندی و پژمردگی حاصله از آن در ساقه گل‌های شاخه بریدنی میخک و رز زمانی رخ می‌دهد که تعداد باکتری‌های موجود در محلول نگهدارنده به 10^{7}-10^{11} واحدهای کلونی تشکیل شده در لیتر[4] برسد (Solgi *et al.*, 2015؛ Doorn and Peirik, 1990).

به‌طور معمول برای جلوگیری از افزایش میکروارگانیسم‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده از انواع ترکیبات ضدمیکروبی استفاده می‌شود. با افزودن ترکیبات ضدمیکروبی مانند هیپوکلریت سدیم[5]، نمک‌های فلزات مانند سولفات آلومینیوم، نیترات نقره و استرهای کوئینولین (مانند 8-HQC و 8-HQS) به محلول نگهدارنده می‌توان شمار باکتری‌ها را کاهش داد و در پی آن عمر گلجایی را افزایش داد (Macnish *et al.*, 2004؛ Soli *et al.*, 2011). در دهه کنونی تمایل زیادی به استفاده از مواد و ترکیبات جدید مؤثرتر از ترکیبات رایج وجود دارد. یکی از این مواد می‌تواند نانوذرات فلزاتی مانند نقره باشند. نانوذرات نقره در کشاورزی و در بخش‌هایی مانند صنایع غذایی و بسته‌بندی، ژنتیک و اصلاح گیاهان، علوم دامی و نیز در علوم باغبانی کاربرد دارند (Morrones *et al.*, 2005؛ Navarro *et al.*, 2008؛ Solgi *et al.*, 2009؛ Solgi *et al.*, 2011؛ Solgi *et al.*, 2015؛ Sondi and Salopec-Sondi, 2004).

از ترکیب‌های نوین دیگر اسانس‌های گیاهان دارویی می‌باشند. اسانس‌های مهمی مانند کارواکرول[6]، تیمول[7] و اوژنول[8] جزء ترکیبات فنلی هستند که دارای اثرات ضدباکتری و ضدقارچی بسیار قوی هستند (Kisko and Roller, 2005؛ Botelaho *et al.*, 2007؛ Sharififar *et al.*, 2007؛ Martinez-Romerro *et al.*, 2007؛ Solgi and Ghorbanpour, 2014).

در سال‌های اخیر تیمول جهت افزایش عمر گلجایی برخی گل‌های شاخه بریدنی مورد استفاده قرار گرفته است. Solgi *et al.* (2009) با کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر تیمول، عمر گلجایی ژربرا را از ۸ به ۱۶ روز افزایش دادند. در گزارشی دیگر Damunupola *et al.* (2010) تأثیر اسانس اس-کارون[9] را بر عمر گلجایی پنج گیاه از جمله داودی و آکاسیا[10] را بررسی نمودند و نشان دادند که این اسانس اثر معنی‌دار و مناسبی بر وزن تر نسبی و جذب محلول در آکاسیا و داودی نداشت اما اثر مثبتی بر سایر گیاهان داشت.

از سوی دیگر کیتوزان[11] نیز می‌تواند به‌عنوان ماده جدید جهت افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی مورد استفاده قرار گیرد. کیتوزان از پوست جانوران سخت‌پوست دریایی مانند میگو، خرچنگ و حشرات تهیه می‌شود. کیتین[12] به‌وسیله گروه‌های استیله و جابجایی گروه آمینی به کیتوزان تبدیل می‌گردد. از نظر ساختاری کیتوزان دارای بارهای مثبت قوی است و به همین دلیل مولکول‌های منفی را جذب می‌نماید. ویژگی فیزیولوژیکی و بیولوژیکی منحصر به فرد کیتوزان قابلیت استفاده از آن در صنعت برای حذف یون‌ها از پساب‌ها،

1- Cavitation
2- Air embolism
3- Xylem vessels
4- Colony forming unit per liter
5- NaOCl

6- Carvacrol
7- Thymol
8- Eugenol
9- S-carone
10- *Acacia holosericea*
11- Chitosan
12- Chitin

Archive of SID

www.SID.ir

حذف رنگ، به‌عنوان نگهدارنده در صنایع غذایی و افزودنی در خوراک دام و کشت درون شیشه‌ای محصولات باغبانی را می‌دهد (Asghari-Zakaria *et al.*, 2009؛ Kananont *et al.*, 2010؛ Lay Nge *et al.*, 2006؛ Uthairatanakij *et al.*, 2007).

گرچه پژوهش‌های کمی در ارتباط با اثرات اسانس‌های گیاهی و نانوذرات فلزات بر ماندگاری گل‌های بریدنی انجام پذیرفته است ولی تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه از کیتوزان گزارش نگردیده است. از این رو با توجه به اثرات مخرب زیستی مواد شیمیایی، در این پژوهش به مقایسه بین اثر این ترکیب‌های نوین و ماده شیمیایی متداول نیترات نقره پرداخته شد تا در صورت امکان به‌منظور جایگزین توصیه گردند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این پژوهش از گل‌های شاخه بریدنی میخک رقم "وایت لیبرتی[1]" استفاده شد. گل‌های مورد نظر در صبح هنگام از یک گلخانه استاندارد که گل‌ها تحت شرایط معین تغذیه‌ای، نوری، دمایی و رطوبتی پرورش یافته، برداشت شدند. گل‌ها در مرحله‌ی تجاری‌شان برداشت شدند. پس از اتمام برداشت، گل‌های شاخه بریدنی به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی منتقل شدند. در مرحله بعدی انتهای ساقه‌ها به طول ۴-۳ سانتی‌متر به شکل مورب در زیر آب مقطر بریدنی شد تا ارتفاع نهایی‌شان به ۳۵-۳۰ سانتی‌متر برسد. سپس گل‌ها درون تیمارهای مختلف قرار داده شدند.

اعمال تیمارها و شرایط محل نگهداری گل‌ها در طی دوره پس از برداشت

تیمارها شامل سه نوع ترکیب کیتوزان (H)، تیمول (T)، نانوذرات نقره سبز (N) و نیترات نقره (A) بودند که هر کدام از آن‌ها دارای سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود. تمامی تیمارها دارای دو درصد ساکارز بودند. آب مقطر به‌علاوه ساکارز دو درصد نیز به‌عنوان شاهد (C) در نظر گرفته شد. گل‌های شاخه بریدنی رقم "وایت لیبرتی" در تیمارهای مورد نظر فقط به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و پس از آن با آب مقطر جایگزین شدند (در این آزمایش از تیمارهای با مدت زمان کوتاه[2] استفاده شد). پس از اعمال تیمارها گل‌ها تا پایان عمرشان در شرایط توصیفی زیر نگهداری شدند. شدت نور در آزمایشگاه در حدود ۱۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه[3] بود که توسط لامپ‌های کم مصرف با نور سفید و لامپ‌های مهتابی با نور فلورسنت تامین گردید. مدت زمان روشنایی روی ۲ ± ۱۲ ساعت تنظیم شد. گل‌های تیمار شده تحت شرایط دمایی ۲ ± ۲۲ درجه سلسیوس و میزان رطوبت نسبی ۷۰-۶۰ درصد قرار گرفتند.

صفات مورد ارزیابی

در این آزمایش صفات عمر گلجایی، وزن تر نسبی[4]، میزان محلول جذب شده نسبی[5]، میزان کلروفیل برگ‌ها و میزان نشت یونی مورد ارزیابی قرار گرفتند. عمر گلجایی نشان‌دهنده مدت زمانی است که گل شاخه بریدنی دارای ارزش تجاری و زینتی است. برای اندازه‌گیری عمر گلجایی میخک از ویژگی‌های ظاهری خمیدگی و افتادگی گل‌ها از ناحیه گردن (به اندازه ۹۰ درجه و یا بیشتر)، پژمردگی، آویزان شدن، رنگ پریدگی یا قهوه‌ای شدن گلبرگ‌ها (بیش از ۵۰ درصد گلبرگ‌ها) استفاده گردید و به همین منظور گل‌های مورد نظر هر روز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

وزن تر نسبی در طی روزهای ۲، ۳، ۴، ۷، ۹ و ۱۰ آزمایش بر حسب واحد گرم بر گرم وزن تر اولیه در روز[6] با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد و به‌صورت درصد بیان گردید:

1- White Liberty

2- Pulsing

3- $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$

4- Relative fresh weight

5- Relative solution uptake

6- $g\ g^{-1}$ Initial fresh weight day^{-1}

Archive of SID

www.SID.ir

وزن تر نسبی = $100 \times (W_t/W_{t=0})$

در این فرمول W_t = وزن ساقه بر حسب گرم در روزهای مورد ارزیابی است و $W_{t=0}$= وزن همان ساقه در روز صفر است. در ضمن میزان محلول جذب شده نیز در طی روزهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ آزمایش بر حسب میلی‌لیتر در روز محاسبه گردید. میزان کلروفیل برگ‌ها توسط کلروفیل سنج مدل SPAD در طی روزهای ۲، ۴ و ۸ اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری نشت الکترولیت‌ها، ابتدا یک گرم از گلبرگ‌های تیمارها در روز یازدهم تهیه گردید. پس از سه بار شستشو با آب مقطر این نمونه‌ها خرد شدند و درون لوله‌های آزمایش قرار داده شدند و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند. بعد از اتمام این مرحله، میزان هدایت الکتریکی (L_1) محلول اندازه‌گیری شد. بعد از این مرحله نمونه‌ها به مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند و پس از خنک شدن نمونه‌ها هدایت الکتریکی (L_2) آن‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد. درنهایت میزان نشت الکترولیت‌ها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Tabatabaei, 2009):

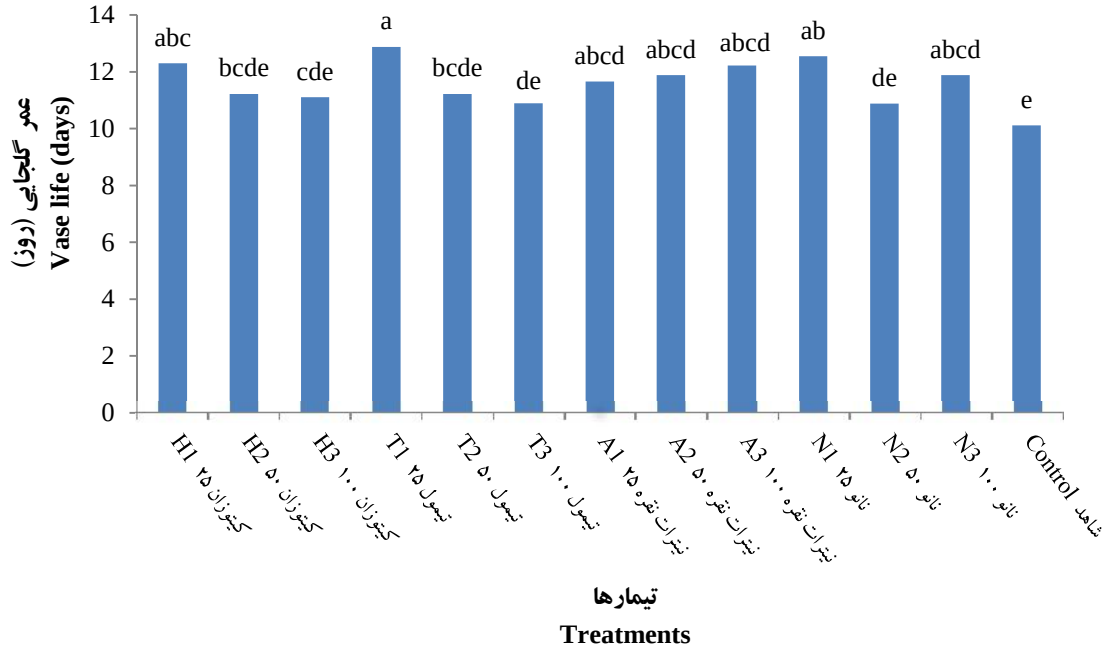
$$EL(\%) = L_1/L_2 \times 100$$

تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به‌صورت طرح به‌طور کامل تصادفی اجرا شدند و هر تیمار دارای سه تکرار با سه شاخه گل در هر تکرار بود. داده‌ها با ANOVA و با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شدند. آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت آماری میان میانگین تیمارها در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای مختلف بر میزان عمر گلجایی در سطح یک درصد معنی‌دار است. به‌ترتیب تیمارهای تیمول ۲۵ (۱۳ روز)، نانوذرات ۲۵ (۱۲/۵ روز) و کیتوزان ۲۵ (۱۲/۳ روز) دارای بیشترین عمر گلجایی بودند. تیمار شاهد که شامل آب مقطر به‌علاوه ۲ درصد ساکارز بود دارای کمترین عمر گلجایی و حدود ۱۰ روز بود (شکل ۱).



شکل ۱- تاثیر تیمارهای گوناگون بر عمر گلجایی میخک رقم "White Liberty"

Figure 1. Effects of different treatments on vase life of cut carnation "White Liberty"

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان وزن تر نسبی در روزهای ۲، ۴، ۸، ۹ و ۱۰ در سطح پنج درصد معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای گوناگون بر میزان وزن تر نسبی در جدول (۲) نشان داده شده است. در طی روزهای مورد ارزیابی که تفاوت معنی‌دار نشان دادند و تیمارهای نانوذرات نقره ۵۰ (در روزهای ۴، ۹ و ۱۰)، نانوذرات نقره ۱۰۰ (در روزهای دوم و چهارم)، نیترات نقره ۲۵ و ۵۰ و تیمول ۲۵ در روز چهارم دارای بیشترین وزن تر نسبی بودند. با این حال تیمارهای حاوی کیتوزان ۵۰ و ۱۰۰ در بیشتر روزها و تیمول ۵۰ و شاهد، نیترات نقره ۵۰ و ۱۰۰ در روز دهم دارای کمترین وزن تر نسبی بودند. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس این آزمایش نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان جذب محلول در تمامی روزها در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین تأثیر تیمارهای گوناگون بر میزان محلول جذب شده در جدول (۴) نشان داده شده است. بر این اساس در طی روزهای مورد ارزیابی که تفاوت معنی‌دار نشان داده‌اند، به‌طورکلی تیمارهای نانوذرات ۵۰ در تمامی روزها و تیمول ۲۵ و ۵۰، کیتوزان ۲۵ و ۵۰ در چند روز دارای بیشترین میزان جذب محلول بودند.

در ضمن تیمارهای حاوی نیترات نقره ۵۰ و ۱۰۰ و نانوذرات ۲۵ نیز فقط در روز اول دارای بیشترین میزان جذب محلول بودند. با این حال تیمارهای حاوی شاهد (آب مقطر به‌علاوه دو درصد ساکارز) دارای کمترین میزان جذب محلول در تمامی روزهای مورد ارزیابی بود. هم‌چنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف بر میزان کلروفیل برگ‌ها و میزان نشت یونی گلبرگ‌ها در طی روزهای مورد ارزیابی معنی‌دار نگردید. علاوه بر صفات فوق میزان تغییر رنگ و رنگ‌پریدگی احتمالی بخش انتهایی ساقه‌های تیمار شده به‌صورت روزانه مورد ارزیابی قرار گرفت. مشاهدات نشان داد که برخی از تیمارها سبب بروز رنگ‌پریدگی و در برخی موارد قهوه‌ای شدن انتهای ساقه‌ها گردیدند. به نحوی که پس از ۳-۲ روز این نشانه‌ها پدیدار گردیدند. بر اساس نتایج حدود ۱۰۰ درصد ساقه‌های قرار گرفته در تیمارهای کیتوزان ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و تمامی تیمارهای دارای نیترات نقره دچار رنگ‌پریدگی شدند.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای گوناگون بر وزن تر نسبی میخک رقم "White Liberty"

Table 1. Variance analysis the effect of different treatments on relative fresh weight of cut carnation "White Liberty"

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares							
		روز دوم Second day	روز سوم Third day	روز چهارم Fourth day	روز هفتم Seventh day	روز هشتم Eighth day	روز نهم Ninth day	روز دهم Tenth day
تیمارها Treatments	12	6.14*	9.99^{ns}	10.69*	17.65^{ns}	26.68*	38.45*	6.14*
خطا Error	26	2.38	8.25	4.45	8.36	9.70	16.76	2.38
ضریب تغییرات C.V. (%)		1.39	2.53	1.83	2.52	2.72	3.62	1.39

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- مقایسه میانگین تیمارهای گوناگون بر وزن تر نسبی میخک رقم "White Liberty" در طی روزهای ارزیابی
Table 2. Mean comparisons of different treatments on relative fresh weight of cut carnations "White Liberty" during evaluated days

روز دهم Tenth day	روز نهم Ninth day	روز چهارم Fourth day	روز دوم Second day	تیمارها Treatments
115.11^{ab}	115.48^{abcd}	115.10^{ab}	110.13^{ab}	H_{25}
108.31^{b}	109.76^{d}	111.68^{b}	108.70^{bc}	H_{50}
109.44^{b}	110.98^{cd}	111.55^{b}	106.81^{c}	H_{100}
114.02^{ab}	114.69^{abcd}	115.79^{a}	110.92^{ab}	A_1
109.01^{b}	114.06^{abcd}	116.90^{a}	110.31^{ab}	A_2
111.07^{b}	112.74^{bcd}	116.60^{a}	11.55^{ab}	A_3
114.00^{ab}	118.50^{ab}	115.21^{ab}	110.91^{ab}	N_1
120.38^{a}	120.04^{a}	118.24^{a}	111.37^{ab}	N_2
116.15^{ab}	116.91^{abc}	116.42^{a}	112.52^{a}	N_3
115.78^{ab}	115.25^{abccd}	116.08^{a}	111.32^{ab}	T_1
111.15^{b}	112.69^{bcd}	115.31^{ab}	110.66^{ab}	T_2
114.27^{ab}	115.56^{abcd}	115.35^{ab}	110.94^{ab}	T_3
109.00^{b}	111.30^{cd}	114.51^{ab}	111.15^{ab}	Control

منظور از H، A، N، T و C به‌ترتیب تیمارهای کیتوزان، نیترات نقره، نانوذرات نقره سبز، تیمول و شاهد می‌باشند.

منظور از اعداد ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی گرم در لیتر از هر کدام از تیمارها می‌باشد. (برحسب گرم بر گرم وزن تر اولیه در روز)

H, A, N, T and C means chitosan, silver nitrate, green silver nanoparticles and control, respectively.
1, 2 and 3 means 25, 50 and 100 mg L^{-1} from each treatments. (g g^{-1} Initial fresh weight day^{-1})

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای گوناگون بر میزان محلول جذب شده میخک رقم "White Liberty"
Table 3. Variance analysis of different treatments on relative solution uptake of cut carnations "White Liberty"

منابع تغییرات Source of variations	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares								
		روز اول First day	روز دوم Second day	روز سوم Third day	روز چهارم Fourth day	روز هفتم Seventh day	روز هشتم Eighth day	روز نهم Ninth day	روز دهم Tenth day
تیمارها Treatments	12	37.04**	64.27**	81.09**	40.52**	311.90**	36.60**	39.18**	170.57**
خطا Error	26	3.49	7.69	23.43	2.98	21.93	3.21	3.20	14.52
ضریب تغییرات C.V. (%)		12.74	11.74	18.01	21.48	11.15	11.33	12.68	12.88

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

ns, * and ** show no significant differences, significant at the 5 and 1 % respectively.

به‌طورکلی حضور دو بخش ضد میکروبی و ساکارز در محلول‌های نگهدارنده اغلب گل‌های شاخه بریدنی الزامی است. در پژوهش‌های پیشین نویسنده در زمینه نقش نانوذرات نقره به‌عنوان عامل ضدمیکروبی و ساکارز به‌عنوان حفظ پتانسیل اسمزی، بهبود تعادل آبی به‌واسطه کاهش میزان تعرق، به تأخیر افتادن پیری و افزایش استحکام مکانیکی ساقه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است (Solgi, 2014؛ Solgi *et al.*, 2009؛ Solgi *et al.*, 2011).

هرچند که در زمینه تأثیر اسانس‌های گیاهی بر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی اطلاعات کمتری در دسترس است. با این حال در مورد نحوه عمل تیمول و کارواکرول به‌عنوان ترکیب اصلی عصاره گیاهان خانواده نعنائیان مانند آویشن باغی، آویشن شیرازی، مرزه و مرزنجوش مطالعات گسترده‌ای انجام گرفته است (Momeni and Shahrokhi, 1998؛ Sharififar *et al.*, 2007؛ Moosavy *et al.*, 2008).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین تیمارهای گوناگون بر میزان محلول جذب شده میخک رقم "White Liberty" در طی روزهای ارزیابی

Table 4. Mean comparisons of different treatments on solution uptake of cut carnations "White Liberty" during evaluated days

تیمارها Treatments	روز اول First day	روز دوم Second day	روز سوم Third day	روز چهارم Fourth day	روز هفتم Seventh day	روز هشتم Eighth day	روز نهم Ninth day	روز دهم Tenth day
H_{25}	19.42^{a}	17.66^{abc}	18.40^{ab}	14.17^{bc}	50.31^{a}	17.12^{ab}	15.75^{b}	35.38^{ab}
H_{50}	18.29^{a}	18.09^{abc}	18.40^{ab}	18.19^{ab}	51.26^{a}	16.58^{ab}	15.64^{b}	34.41^{ab}
H_{100}	11.40^{b}	8.82^{d}	11.37^{bc}	10.61^{c}	29.88^{c}	9.50^{de}	9.06^{c}	19.23^{c}
A_{25}	13.93^{b}	9.71^{d}	17.02^{bc}	11.74^{c}	31.71^{bc}	10.75^{de}	10.66^{c}	23.02^{c}
A_{50}	20.94^{a}	18.80^{ab}	19.57^{ab}	18.48^{ab}	48.81^{a}	16.18^{ab}	16.70^{ab}	34.28^{ab}
A_{100}	19.23^{a}	18.76^{ab}	18.56^{ab}	18.66^{ab}	47.28^{a}	15.89^{ab}	15.50^{b}	32.73^{b}
N_{25}	12.18^{a}	9.08^{d}	11.16^{bc}	10.47^{c}	32.23^{bc}	11.64^{cd}	11.07^{c}	23.97^{c}
N_{50}	18.65^{a}	22.67^{a}	26.74^{a}	19.17^{a}	53.93^{a}	19.13^{a}	19.44^{a}	40.78^{a}
N_{100}	14.23^{b}	13.49^{cd}	13.42^{bc}	15.49^{b}	39.41b	14.49^{bc}	14.37^{c}	30.62^{b}
T_{25}	17.43^{a}	19.11^{a}	16.35^{bc}	19.32^{a}	48.94^{a}	16.57^{ab}	16.75^{ab}	35.34^{ab}
T_{50}	17.99^{a}	19.13^{a}	16.43^{bc}	18.78^{a}	48.60^{a}	16.86^{ab}	17.31^{ab}	36.90^{ab}
T_{100}	11.77^{b}	13.78^{bcd}	7.53^{c}	11.89^{c}	29.92^{c}	10.61^{de}	10.41^{c}	22.23^{c}
Control	11.26^{b}	10.99^{d}	8.86c	11.25^{c}	24.98^{c}	8.28^{e}	7.96^{c}	16.99^{c}

منظور از H، A، N، T و C به‌ترتیب تیمارهای کیتوزان، نیترات نقره، نانوذرات نقره سبز، تیمول و شاهد می‌باشند.

منظور از اعداد ۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از هر کدام از تیمارها می‌باشد. (برحسب گرم بر گرم وزن تر اولیه در روز)

H, A, N, T and C means chitosan, silver nitrate, green silver nanoparticles and control, respectively.
1, 2 and 3 means 25, 50 and 100 mg L^{-1} from each treatments. (g g^{-1} Initial fresh weight day^{-1})

در یک بررسی اثر اسانس تیمول، اسید هیومیک، ژل آلوئه ورا بر طول عمر رز رقم "وایت لیبرتی" بررسی شد. نتایج نشان داد بیشترین طول عمر گلجایی مربوط به تیمار تیوسولفات ۰/۵ میلی‌مولار می باشد. تیمار تیمول ۲۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام نیز بر قطر گل اثر مثبتی نشان دادند (Kavosiv *et al.*, 2013). ساکارز می‌تواند موجب تحریک رشد باکتری شود. به همین دلیل از اسانس‌های گیاهی مانند تیمول، و کارواکرول استفاده می‌شود (Zguven and Tansi, 1998؛ Solgi *et al.*, 2009). در پژوهشی دیگر تأثیر اتانول و اسانس گیاهان دارویی در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی میخک رقم "یلو کندی[1]" بررسی شد. از بین تیمارها ترکیب اتانول با اسانس مرزه، آویشن و زنیان (۱۰۰ قسمت در میلیون) موجب ماندگاری تا ۱۰ روز گل‌ها در مقایسه با شاهد (با ماندگاری ۶ روز) گردید (Karimian Fariman and Tehranifar, 2011).

Solgi *et al.* (2009) و Solgi *et al.* (2011) در پژوهشی به مقایسه تأثیر اسانس‌های تیمول و کارواکرول و عصاره آلی گیاهان آویشن باغی و شیرازی به‌علاوه شش درصد ساکارز و دو غلظت نانوذرات نقره بر عمر گلجایی، وزن تر نسبی و مقدار محلول جذب شده نسبی ژربرا پرداختند. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون کارواکرول، ۱۰۰ قسمت در میلیون تیمول، آویشن باغی و شیرازی، ۱ و ۲ قسمت در میلیون نانوذرات نقره، سبب افزایش تقریباً دو برابری عمر گلجایی ژربرا در مقایسه با شاهد شدند. انسداد آوندی که به علت تجمع باکتری‌ها در انتهای ساقه و یا در محلول گلجای روی می‌دهد، باعث کاهش عمر گلجایی گل شاخه بریدنی میخک می‌شود. اسانس‌ها می‌توانند به‌عنوان ترکیبات ایمن و دوست‌دار طبیعت جایگزین‌های مناسبی برای مواد شیمیایی در افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی از جمله ژربرا، میخک و رز باشند

1- Yellow Candy

Archive of SID

www.SID.ir

(Mirdehgan *et al.*, 2013؛ Bayat *et al.*, 2011؛ Ziaei *et al.*, 2008).

عصاره گیاهان دارویی که دارای اثرات بسیار قوی علیه باکتری‌ها و قارچ‌ها هستند، حاوی درصد بالایی از اسانس‌های مختلف به‌ویژه کارواکرول و تیمول هستند. کارواکرول و تیمول علاوه بر داشتن حلقه فنلی دارای یک گروه هیدروکسیل موجود بر روی این حلقه هستند که موجب اثرات ضدمیکروبی فوق‌العاده آن‌ها می‌شود (Martinez-Romerro *et al.*, 2007؛ Yahyazadeh *et al.*, 2008). آب‌گریزی اسانس‌هایی مانند کارواکرول و تیمول باعث می‌شود تا آن‌ها به درون لیپیدهای غشاء سلول‌های دیواره و میتوکندری‌ها نفوذ نمایند و سبب برهم زدن ساختار و نفوذپذیری بیشتر آن‌ها شوند. این تغییرات منجر به نشت یون‌ها و دیگر محتویات سلولی می‌گردد. درنهایت از دست رفتن فراوان محتویات سلولی و خروج مولکول‌ها و یون‌های حیاتی سبب مرگ سلول‌ها خواهد شد (Burt, 2004؛ Solgi and Ghorbanpour, 2014).هرچند که در زمینه کاربرد کیتوزان بر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی مدرکی در دست نیست اما تأثیر ضدمیکروبی آن بر انواع قارچ‌ها و باکتری‌ها در پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها و سایر محصولات غذایی به اثبات رسیده است. بنابراین به نظر می‌رسد اثرات مفید و قابل ملاحظه کیتوزان و تیمول بر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی میخک به جلوگیری از رشد، تکثیر و تجمع عوامل میکروبی به‌ویژه باکتری‌های موجود در محلول نگهدارنده و درون آوندهای یا در انتهای ساقه‌های یا چوبی این گل‌ها نسبت داده شود (Lay Nge *et al.*, 2006؛ Uthairatanakij *et al.*, 2007).

گزارش‌های گوناگونی در ارتباط با تأثیرات ضدباکتریایی و ضدقارچی نانوذرات نقره ارائه گردیده است (Navarro *et al.*, 2008؛ Morrones *et al.*, 2005؛ Sondi and Salopec-Sondi, 2004). هم‌چنین در زمینه اثرات نانوذرات نقره تولید شده به روش شیمیایی بر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی گزارش‌های گوناگونی موجود می‌باشد. در آزمایشی Solgi *et al.* (2009) به مقایسه تأثیر دو غلظت نانوذرات نقره (۱ و ۲ قسمت در میلیون به علاوه ۶ درصد ساکارز)، اسانس‌های تیمول و کارواکرول و عصاره آلی گیاهان آویشن باغی و شیرازی (۵۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون به‌علاوه ۶ درصد ساکارز) بر عمر گلجایی، وزن تر نسبی و مقدار محلول جذب شده نسبی گل شاخه بریدنی ژربرا پرداختند. نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای ۱ و ۲ قسمت در میلیون نانوذرات نقره، ۵۰ و ۱۰۰ قسمت در میلیون کارواکرول، ۱۰۰ قسمت در میلیون تیمول، آویشن باغی و شیرازی سبب افزایش دو برابری عمر گلجایی در مقایسه با شاهد گردید.

در پژوهشی دیگر تأثیر نانوذرات نقره تولید شده توسط عصاره گلبرگ‌های زعفران بر پس از برداشت گل شاخه بریدنی رز رقم "وایت نااامی[1]" مورد بررسی قرار گرفت. در این آزمایش چهار نسبت نانوذرات نقره (۲:۱، ۱:۵، ۱:۲۰ و صفر (نیترات نقره)) و هر کدام در دو سطح غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌کار گرفته شد و سپس عمر گلجایی، وزن تر نسبی و میزان محلول جذب شده نسبی این رقم اندازه‌گیری شد. نتایج آن نشان داد که فقط تأثیر غلظت بر عمر گلجایی و وزن تر نسبی در روزهای سوم و چهارم معنی‌دار شد و سطح غلظت کمتر (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) موجب بهبود آن‌ها گردید. هم‌چنین تأثیر نانوذرات نقره تولید شده به روش سبز حاصله از گلبرگ‌های زعفران (غلظت‌های ۱:۲۰، ۱:۵، ۲:۱ و عصاره گلبرگ‌های زعفران) بر بازدارندگی رشد پنج جنس از مهم‌ترین باکتری‌های آلوده سازنده محلول‌های محافظ گل‌های شاخه بریدنی بررسی شد و نتایج آن نشان داد که عصاره گلبرگ‌های زعفران در مقایسه با سایر غلظت‌های نانوذرات نقره ساخته شده دارای هیچ گونه اثر ضدباکتری نبودند اما غلظت‌های ۱:۵ و ۱:۲۰ دارای

1- White naomi

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین اثر بازدارندگی بودند (Solgi, 2014).

سپاس‌گزاری

ایـن مقالـه بخشـی از طـرح پژوهشـی مـورد حمایـت معاونـت پژوهشـی و فنـاوری دانشـگاه اراک بـه شـماره قرارداد ۹۳/۵۸۷۲ مورخ ۱۳۹۳/۶/۲۹ می باشـد کـه بـدین وسیله از همکاری‌شان تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

Asghari-Zakaria, R., Maleki-Zanjani, B., and Sedghi, E. (2009). Effect of *in vitro* chitosan application on growth and minituber yield of *Solanum tuberosum* L. Plant Soil Environ., 55(6): 252-256.

Bayat, H., Azizi, M., Shoor, M., and Vahdati, N. (2011). Effect of ethanol and essential oils on extending vase life of carnation cut flowe (*Dianthus caryophyllus* cv. Yellow candy). The 5Th National Conference on New Ideas in Agriculture. [In Farsi]

Botelaho, M.A., Noguerira, N.A.P., Bastos, G.M., Fonseca, S.G.C., Lemos, T.L.G., Matos, F.J.A., Montenegro, D., Heukelbach, J., Rao, V.S., and Brito, G.A.C. (2007). Antimicroibial activity of the essential oil from Lippia sidoides, carvacrol and thymol against oral pathogens. Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 40: 349-356.

Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. International Journal of Food Microbiology, 94: 223-253.

Damunupola, J.W. and Joyce, D.C. (2006). When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 77: 1-18.

Damunupola, J.W., Qian, T., Muusers, R., Joyce, D.C., Irving, D.E., and Van Meeteren, U. (2010). Effect of S-carvone on vase life parameters of selected cut flower and foliage species. Postharvest Biology and Technology, 55: 66-69.

Dole, J.M. and Wilkins, H.F. (1999). Floiculture: Principles and species. Prentice Hall Pub. Washington, USA. P. 613.

Doorn, W.G.V. and Peirik, R.R.J. (1990). Hydroxyquinoline citrate and low pH prevent vascular blockage in stems of cut rose flowers by reducing the number of bacteria. Journal of American Society for Horticultural Sciences, 115(6): 979-981.

Kananont, N., Pichyangkura, R., Chanprame, S., Chadchawan, S., and Limpanavech, P. (2010). Chitosan specificity for the *in vitro* seed germination of two *Dendrobium* orchids. Scientia Horticulture, 124: 239-247.

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 Biodiversity and Environmental Sciences, 5(14): 91-94.

Kavosiv, M., Mirzakhani, A., and Hakimi, L. (2013). Influences of Thyme oil (*Thymus*

Archive of SID

www.SID.ir

vulgaris L.), *Aloe vera* gel and some chemical substances on vase- life of cut *Rosa hybrida* cv. White Naomi. International Journal of Agronomy and Plant Production, 4(5): 970-975.

Kisko, G. and Roller, S. (2005). Carvacrol and p-cymene inactivate *Escherichia coli* O157:H7 in apple Juice. BMC Microbiology, 36: 1-12.

Lay Nge, K., Nwe, N., Chandrakachang, S., and Stevens, W.F. (2006). Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. Plant Science, 170: 1185-1190.

Macnish, A.J., Joyce, D.C., Irving, D.E., and Wearing A.H. (2004). A simple sustained release device for the ethylene binding inhibitor 1-methylcyclopropene. Postharvest Biology and Technology, 32: 321-338.

Martinez-Romerro, D., Guillen, F., Valverde, J.M., Bailen, G., Zapata, P., Serrano, M., Castillo, S., and Valero, D. (2007). Influence of carvacrol on survival of *Botrytis cierea* inoculated in table grapes. International Journal of Food Microbiology, 115: 144-148.

Mirdehgan, H., Zeidanadi, S., and Roosta, H. (2013). Interaction of medicinal essential oils with calcium chloride and silver nitrate on quality and vase life of rose cut flowers. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 28(4): 669-683.

Momeni, T. and Shahrohki, N. (1998). Essential oils. Tehran University Publication, Tehran, Iran. P. 158.

Moosavy, M.H., Basti, A.A., Misaghi, A., Salehi, T.Z., Abbasifar, R., Mousavi, H.A.E, Alipour, M., Razavi, N.E., and Gandomi, H. (2008). Effect of *Zataria multiflora* Boiss. Essential oil and nisin on *Salmonella typhymurium* and *Staphylococcus aureus* in food model system and on the bacterial cell membrane. Food Research International, 41: 1050-1057.

Morrones, J.R., Elechiguerra, J.L., Camacho, A., Holt, K., Kouri, J., Ramirez, J.T., and Yacamoo, M.J. (2005). The bactericidal effect of silver nanoparticles. Nanotechnology, 16: 2346-2353.

Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartman, N.B., Filser, J., Miao. A.J., Quiagg, A., and Santschi, L.S. (2008). Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nonoparticles to algae, plants, and fungi. Ecotoxicology, 17: 372-386.

Sacalis, J.N. (1983). Vascular blockage and its inhibition in cut rose flowers. Acta Horticulturae, 41: 159-170.

Sharififar, F., Moshafi, M.H., Mansouri, S.H., Khodashenas, M. and Khoshnoodi, M. (2007). *In vitro* evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *Zataria multiflora* Bioss. Food Control, 18: 800-8050.

Solgi, M. (2009). Effects of silver nanoparticles and essential oils of thyme (*Thymus*

Archive of SID

www.SID.ir

vulgaris) and zattar (*Zataria multiflora* Boiss.) on postharvest qualitative aspects of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* L.). Ph.D. Thesis of Tehran University. [In Farsi]

Solgi, M. (2012). Application of nanotechnology and "smart packaging" in marketing and postharvest of cut flowers. Nanotechnology and its application in agriculture and natural resources 1st, conference, Symposium, Karaj, Iran 15-16 May, 2012. University College of Agriculture & Natural resources University of Tehran, Karaj, Iran, [In Farsi]

Solgi, M. (2014). Evaluation of plant-mediated silver nanoparticles synthesis and its application in postharvest physiology of cut flowers. Physiolgy and Molecular Biology of Plants, 20(3): 279-285.

Solgi, M. and Ghorbanpour, M. (2014). Application of essential oils and their biological effects on extending the shelf-life and quality of horticultural crops. Trakia Journal of Sciences, 2: 198-210.

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T.T., Naderi, R., Eyre, J.X., and Joyce, D.C. (2011). Effects of silver nanoparticles (SNP) on Gerbera jamesonii cut flowers. International Journal of Postharvest Technology and Innovation, 3: 274-285.

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.

Solgi, M., Taghizadeh, M., Asadi, L., and Kamyab, A. (2015). Investigation of some postharvest characteristics carnation cut flowers "White Liberty" holding in green nanoparticles and essential oils solutions. National conference on nanotechnology application in agriculture and environment 3rd, Symposium, Arak, Iran. 29-30 April 2015. Arak University, Arak, Iran [In Farsi]

Sondi, I. and. Salopek-Sondi, B. (2004). BSilver nanoparticles as antimicrobial agent: A case study as a model for Gram-negative bacteria. Journal of Colloid Interface Science, 275: 177-182.

Tabatabaei, S.J. (2009). Princilpes on mineral nutrition of plants. Tabriz University Press. pp: 652.

Uthairatanakij, A., Teixeira da Silva, J.A., and Obsuwan, K. (2007). Chitosan for improving orchid production and quality. Orchid Science and Biotechnology, 1: 1-5.

Yahyazadeh, M., Omidbaigi, R., Zare, R., and Taheri, H. (2008). Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 24: 1445-1450.

Zguven, M. and Tansi, S. (1998). Drug yield and essential oil of *Thymus vulgaris* L. as in influenced by ecological and ontogenetical variation. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 537-542.

Archive of SID

www.SID.ir

Ziaei, M.Z. (2008). The effect of natural compounds (clove, menthe, rosemary extracts and clove and menthe essential oils) on vase life and somequalitative characteristics of gerbera cut flowers cv. Eco. M.Sc. Thesis of Tehran University. [In Farsi]

Archive of SID

www.SID.ir

The Effects of Silver Nitrate, Thymol, Green Silver Nanoparticles and Chitosan on Vase Life of Carnation Cut Flowers cv. White Liberty

M. Solgi[1]* and M. Taghizadeh[2]

1- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticultural Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran (M-solgi@araku.ac.ir)
2- Assistant Professor, Department of Horticultural Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran

Received: 20 October, 2015 Accepted: 15 February, 2017

Abstract

Background and Objectives

Carnation (*Dianthus caryophyllus*) is one of the most important and consumption cut flowers in the world. Carnation cut flowers are sensitive to microbial contaminations at the stem end or in the vase solutions that make their vase life shorter. Numerous studies have reported that three genera of bacteria are the main bacteria which were recognized in the preservative solution of cut flowers. Nowadays, the finding of new compounds as alternatives to common chemicals is important in postharvest of cut flowers. The aim of this study was to investigate the effects of new compounds including chitosan, thymol and green silver nanoparticles on vase life of cut carnation flowers.

Material and Methods

The effects of green silver nanoparticles (25, 50 and 100 mg L^{-1}), thymol (25, 50 and 100 mg L^{-1}) and chitosan (25, 50 and 100 mg L^{-1}) were investigated against of silver nitrate (25, 50 and 100 mg L^{-1}) and control (2% sucrose) on vase life of carnation cut flowers "White Liberty", in this research. All treatments included 2% sucrose. Cut flowers were held in treatments for 24 hours, then replaced with distilled water. The experiment was carried out as completely randomized design with three replications. Evaluated characteristics were vase life, relative fresh weight (on days 2, 3, 4, 7, 9 and 10), solution uptake (on days 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9 and 10), ion leakage of petals (on day 11) and chlorophyll contents (on days 2, 4 and 8).

Results

Results showed that the effects of different treatments on vase life were significant and thymol 25 (13 days), green silver nanoparticles and chitosan 25 (12.5 days) had the highest vase life in comparison with control. The effects of different treatments on relative fresh weight and solution uptake were significant in the evaluated days. Although, the chlorophyll content of leaves and ion leakage of petals were not significant.

Discussions

In the present study, it was found that pulse treatment by chitosan, thymol and green silver nanoparticles (25 mg L^{-1}) significantly increased the vase life of cut carnations cv. "White Liberty". The presence of two sections of sucrose as nutrition source and antimicrobial agents seems to be necessary for carnation cut flowers. The antimicrobial effects of these compounds have been demonstrated in several studies. The application of thymol and chitosan as non-toxic compounds in the preservative solutions showed positive prospects for using these in extending carnation cut flowers.

Keywords: Nanotechnology, Carnation, Vase Life.

Archive of SID

www.SID.ir