# اثر اسانس‌های گیاهی مرزه، آویشن، لیموترش و ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات بر عمر گلجایی گل بریدنی سوسن دورگه (*Longiflorum × Asiatic hybrids*) رقم 'سبدازل' تحت شرایط انبارداری خشک و مرطوب

نجمه فرهودی[۱]، محمدرضا صالحی سلمی[۲]*، فتانه یاری[۳] و احسان شهبازی[۴]

۱- دانش‌آموخته ارشد گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

۲-* **نویسنده مسئول:** استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران (mrsalehisalmi@gmail.com)

۳- استادیار، گروه تولیدات گیاهی و کشاورزی پایدار، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

## چکیده

**سوسن یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی تجاری می‌باشد و به علت انسداد آوندی عمر گلجایی کوتاهی دارد. از طرفی استفاده از مواد شیمیایی جهت افزایش عمر پس از برداشت، اثرات منفی بر محیط‌زیست و سلامتی انسان در بر دارد. در این پژوهش فعالیت ضدقارچی اسانس‌های ۳ گیاه مرزه، لیموترش و آویشن به منظور جایگزینی مواد شیمیایی مورداستفاده در محلول گلجایی بررسی شدند. با روش تقطیر با آب اسانس استخراج و توسط دستگاه GC–MS ترکیبات آن شناسایی گردید. لیمونین ترکیب اصلی اسانس لیموترش و کارواکرول ترکیب اصلی اسانس‌های آویشن و مرزه بود. این پژوهش به بررسی اثر اسانس‌های گیاهی مرزه، آویشن، لیموترش و ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر) همراه با ساکارز ۳ درصد بر عمر گلجایی سوسن پرداخت. در تیمار کنترل از ساکارز ۳ درصد استفاده شد. بدین منظور گل‌های شاخه بریده به‌مدت ۱۲ ساعت در محلول گلجایی قرارگرفته و سپس به‌صورت خشک و یا مرطوب (در آب‌مقطر) بسته‌بندی‌شده و در دمای ۸ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۱۵ روز قرار گرفتند. در ادامه به‌مدت ۱۰ روز در دمای اتاق نگهداری شدند و پس از آن مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که استفاده از اسانس‌ها و ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات نسبت به تیمار شاهد سبب بهبود ویژگی‌های مثبت و عمر گلجایی گردید. گرچه در بین تیمارها، ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات و اسانس آویشن سبب حفظ بیشتر تعادل آبی گل شاخه بریده گردیدند و علاوه‌براین سبب جلوگیری از تجزیه کلروفیل، آنتوسیانین، فنول و کربوهیدرات‌ها شدند. همچنین این دو تیمار سبب حفظ بیشتر پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شدند. لذا می‌توان گفت که اسانس آویشن می‌تواند جایگزین مناسبی برای ماده شیمیایی ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات در محلول نگهداری گل‌ها باشد.**

***کلید واژه‌ها: آنتی‌اکسیدانت، پس از برداشت، گل شاخه بریده، ماندگاری***

## مقدمه

سوسن با نام علمی *Lilium longiflorum* Thunb. از خانواده Liliaceae از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده دنیا بوده و به سبب کوتاه بودن عمر گلجایی، پژوهش در ارتباط با پس از برداشت گل آن ضروری است (Sadeghi *et al.*, 2012). بیشتر گل‌های بریدنی چند روز پس از برداشت گلبرگ‌ها بی‌رنگ، بافت آن‌ها قهوه‌ای و ریخته‌شده و پیری رخ می‌دهد. معمولاً برای افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده از محلول‌های نگهدارنده استفاده می‌شود. محلول‌های نگهدارنده گل‌ها بیشتر دارای pH اسیدی بوده که علاوه بر تأمین کربوهیدرات و تغذیه گل، در جذب بهتر آب و مواد غذایی کمک نموده و

جلوی رشد باکتری‌ها و پاتوژن‌ها در محلول و انسداد آوندی و پژمردگی زودهنگام گل را می‌گیرند. تاکنون تلاش‌های زیادی برای افزایش طول عمر گل‌های شاخه بریده انجام شده است. از جمله، بررسی‌هایی با چند صد نوع ماده شیمیایی که بیش‌تر آن‌ها اثر مفید نداشتند (Kader, 2002). در دهه گذشته استفاده از اسانس‌ها به‌عنوان محلول نگهدارنده کاربرد پیداکرده است. اسانس‌ها حاوی مخلوطی از اجزای ترپنیک بوده که از قسمت‌های مختلف گیاهان استخراج می‌شوند (Deferera *et al.*, 2000). امروزه به علت خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی علاقه فزاینده‌ای به گیاهان دارویی در زمینه پژوهش‌های علمی وجود دارد (Singh *et al.*, 2006). گزارش‌شده که اسانس آویشن سبب افزایش ماندگاری گل شاخه بریده نرگس شد (Salehi Sardoei *et al.*, 2014). اثر اسانس‌های گیاهی بر ماندگاری گل شاخه بریده میخک نشان داد، که اسانس‌ها عمرگلجایی میخک را افزایش داده‌اند، در این بین اسانس مرزه بیشترین تأثیر را داشت (Bayat *et al.*, 2012). نتایج پژوهش دیگری نشان داد، که عصاره یک درصد فلفل در محلول‌های نگهدارنده گل بریده رز مانع رشد میکروب، به تأخیر انداختن خمیدگی گردن، تولید اتیلن و حفظ طراوت برگ‌ها شد (Jitareerat *et al.*, 2008). در پژوهشی مشخص شد که اسانس‌های گیاهی دارای کارواکرول و تیمول سبب بهبود ویژگی‌های پس از برداشت گل‌های بریده ژربرا شدند (Solgi *et al.*, 2009). اثر محلول‌های حاوی اسانس بذر رازیانه بر عمرگلجایی گل شاخه بریده میخک مینیاتوری بررسی شد، نتایج نشان داد همه تیمارها، ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده را به‌طور معنی‌دار نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند (Azhari and Sani, 2010). بر اساس منابع و فرضیه‌های موجود هدف از این تحقیق بررسی تأثیر اسانس گیاهان دارویی مرزه، آویشن و لیموترش بر عمرگلجایی سوسن است، تا درصورت حصول نتایج مطلوب، بتوان از آن‌ها به‌عنوان یکی از جایگزین‌های 8-HQC، در کاهش ضایعات و افزایش عمرگلجایی سوسن شاخه بریده استفاده نمود.

## مواد و روش‌ها

### تهیه اسانس و آنالیز آن

اسانس‌های موردنظر از شرکت باریج اسانس خریداری شد. شناسایی و تجزیه ترکیبات اسانس با استفاده از دستگاه‌های کروماتوگرافی و گاز کروماتوگرافی همراه با طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) انجام شد. مدل دستگاه مورداستفاده در آنالیز اسانس‌ها، Agilent 6890A، مجهز به ستون HP-5 (به‌طول ۳۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر و ضخامت لایه داخلی ۰/۲۵ میکرومتر) متصل به طیف‌سنج جرمی مدل Agilent 5975 بود. برنامه دمایی ۵۰ تا ۲۶۵ با افزایش تدریجی ۵ درجه در هر دقیقه و نگهداری ستون در ۲۶۵ به‌مدت ۳۰ دقیقه استفاده شد. دمای محفظه تزریق ۳۰۰ درجه و گاز حامل شامل گاز هلیوم با خلوص ۹۹/۹۹ درصد بود. از شناساگر EI باانرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون‌ولت و دمای منبع یونیزاسیون ۲۵۰ جهت تشخیص اجزای اسانس استفاده شد.

### تهیه گل‌های شاخه بریده و اعمال تیمارها

در پاییز ۱۳۹۳ شاخه‌های گل بریده سوسن در مرحله ظهور رنگ در بزرگ‌ترین غنچه گل از گلخانه تولیدی واقع در شهرستان دزفول برداشت‌شده و بی‌درنگ با بسته‌بندی مناسب به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان منتقل شدند. برای یکنواختی گل‌ها و ممانعت از ورود هوا، انتهای ساقه‌ها به‌صورت مورب با طول ۴۰ سانتی‌متر در زیرآب سرد باز برش شدند. ابتدا گل‌ها در گلجایی حاوی محلول‌های نگهدارنده شامل: اسانس مرزه، اسانس آویشن، اسانس لیموترش و 8-HQC همگی با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه ساکارز ۳ درصد، به‌صورت پالسی به‌مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند. برای تیمار شاهد از محلول ساکارز ۳ درصد استفاده شد. سپس گل‌ها در پوشش‌های پلی‌اتیلنی باضخامت ۲۰ میکرون و ابعاد ۳۲×۶۵ سانتی‌متر به‌صورت خشک و مرطوب بسته‌بندی‌شده و به‌مدت ۱۵ روز در سردخانه با دمای ۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. در بسته‌بندی‌های مرطوب، انتهای ساقه در کپسول‌های ۵۰ میلی‌لیتری

آب‌مقطر استریل قرار گرفت. همچنین برای حذف رطوبت ناشی از تنفس، در تمامی پوشش‌ها از بسته‌های ۲ گرمی سیلیکاژل استفاده شد. سپس گل‌ها به آزمایشگاه با دمای اتاق (۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد) و رطوبت ۷۰ درصد انتقال یافتند و مجدد انتهای ساقه‌ها به‌صورت مورب با طول ۳۵ سانتی‌متر در زیر آب سرد بازبرش شدند. گل‌ها به‌مدت ۱۰ روز در این شرایط نگه‌داری شدند.

## اندازه‌گیری

در روز آخر آزمایش ویژگی‌های زیر بررسی شد:

کاهش نسبی وزن گل براساس فرمول ذیل محاسبه گردید.

$$RWL = [(W_1-W_n)/W_1\times100]$$

که در این فرمول RWL کاهش نسبی وزن گل، $W_1$ وزن اولیه و $W_n$ وزن در nام اندازه‌گیری می‌باشد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ بدین صورت انجام شد، که ۰/۱ گرم بافت خشک با استفاده از ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر ساییده شد و درون فلاسک ریخته شد. فلاسک حاوی عصاره به‌مدت ۶۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده و سپس بوسیله پارچه صاف شد و حجم عصاره به ۵۰ میلی لیتر رسانیده شد. عصاره به‌مدت ۵ دقیقه سانتریفوژ گردید. درنهایت به ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره، یک میلی‌لیتر محلول فنل ۵ درصد و ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک غلیظ اضافه شد. محلول فوق به‌مدت ۲۰ دقیقه در بن ماری در دمای ۲۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس جذب در طول موج‌های ۴۸۸، ۴۸۰ و ۴۹۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Ranwala and Miller, 1998)؛ اندازه‌گیری فنول کل برگ (Singelton and Rossi, 1965)؛ نشت یونی گلبرگ (Lim *et al.*, 1998)؛ برای اندازه‌گیری آنتوسیانین گلبرگ ۰/۱ گرم گلبرگ در ۳ میلی‌لیتر متانول اسیدی ساییده شد، سپس محلول رویی به‌مدت یک شب در تاریکی قرار داده شد و مقدار جذب توسط دستگاه اسپکتروفتومتردر طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد (Wanger, 1979)؛ اندازه‌گیری کلروفیل برگ بدین صورت انجام شد که ۱ گرم برگ تازه در شیشه‌های حاوی ۱۰میلی‌لیتر استون ۸۰٪ قرار داده و شیشه‌ها در محیط خنک و تاریک به‌مدت یک هفته قرار داده شدند. سپس عصاره صاف‌شده در طول موج‌های ۶۴۸ و ۶۶۴ نانومتر قرائت گردید و کلروفیل کل محاسبه شد (Lichtenthaler and Wellburn, 1985)؛ مقدار پروتئین محلول (Bradford, 1976) و فعالیت آنزیم‌های سوپراکسید دیسموتاز (Dhindsa *et al.*, 1981) و کاتالاز (Aebi, 1984) اندازه‌گیری شد. شادابی گل‌ها بر اساس درصد محاسبه گردید (Lua *et al.*, 2010).

## تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام گرفت. فاکتورها شامل نوع محلول‌نگهدارنده در ۵ سطح و نوع انبارمانی در ۲ روش نگهداری (تر و خشک) بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گردید. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

# نتایج و بحث

ترکیبات اسانس‌های پوست لیموترش، آویشن و مرزه به‌وسیله دستگاه GC/MS در جدول (۱) نمایش داده شده است. همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، لیمونن اصلی‌ترین ترکیب اسانس لیموترش می‌باشد (۶۵/۴۴ درصد). پس از این ترکیب گاما-ترپینن، بتا-پینن، میرسن و آلفا-پینن در رتبه‌های بعدی قرار داشتند. در اسانس آویش ترکیب کارواکرول (۶۷/۳۶ درصد) بیشترین مقدار را داشت و ترکیبات تیمول، آلفا-پینن، گاما- ترپینن و اکالیپتول در رده دوم تا پنجم قرار داشتند. در اسانس مرزه کارواکرول (۶۶/۶۴ درصد)، پارا-سیمن، لینالول، گاما-ترپینن و برنئول به‌ترتیب ترکیبات اصلی بودند.

**جدول ۱- ترکیبات اصلی شناسایی‌شده در اسانس‌های لیمو، آویشن و مرزه به روش GC/MS**

**Table 1. Identification of major chemical components in the essential oils of *S. hortensis* L., *Th .vulgaris* L. and *C .limon* L. by GC/MS**

| مرزه *S. hortensis* L. | آویشن *Th. vulgaris* L. | لیمو *C .limon* L. | شاخص بازداندگی R. I. | ترکیب Component |
|---|---|---|---|---|
| 0.3 | 0.18 | 0.65 | 924 | آلفا توجن α-Thujene |
| 0.5 | 4.25 | 2.74 | 932 | آلفا- پینن α-Pinene |
| - | - | 2.01 | 971 | سابینن Sabinene |
| 0.1 | 0.44 | 9.36 | 977 | بتا-پینن β-Pinene |
| 0.6 | 0.86 | 2.82 | 989 | میرسن Myrcene |
| - | 3.32 | - | 1018 | اکالیپتول Eucalyptol |
| 18.1 | - | - | 1021 | پارا- سیمن p-Cymene |
| - | - | 65.44 | 1036 | لیمونن Limonene |
| 3.95 | 3.53 | 11.75 | 1059 | گاما- ترپینن γ-Terpinene |
| 4.5 | 0.71 | - | 1086 | لینالول Linalool |
| 1.8 | - | - | 1159 | برنئول Borneol |
| - | - | 0.94 | 1268 | گرانیل Geranyl |
| 0.3 | 27.94 | - | 1289 | تیمول Thymol |
| 66.46 | 67.36 | - | 1293 | کارواکرول Carvacrol |
| - | - | 1.12 | 1362 | نیریل استات Neryl acetate |
| - | - | 0.55 | 1381 | گرانیل استات Geranyl acetate |
| - | - | 0.72 | 1432 | آلفا- برگاموتنن α –Bergamotene |
| - | - | 1.04 | 1505 | بتا- بیسابولن β-bisabolene |
| 1.2 | - | - | 1575 | کاریوفیلن اکسید Caryophyllene oxide |
| 96.81 | 98.59 | 99.14 | | مجموع Total |

Amini *et al.* (2015) بیان کردند کارواکرول، گاما ترپینن، آلفا-ترپینن و پاراسیمن به‌عنوان ترکیبات اصلی تشکیل‌دهنده اسانس مرزه هستند. همچنین اسانس مرزه در سطح غلظت ۰/۳ درصد بهترین اثر آنتی‌اکسیدانی را نشان داد. Lahoji *et al.* (2010) اثر اسانس‌های آویشن شیرازی و مرزه، و مواد تیمول و کارواکرول بر رشد ده

جدایه جنس *Fusarium* بررسی کردند. ایشان بیان کردند مواد مذکور به سبب دارا بودن ویژگی بازدارندگی از رشد قارچ به‌طور غیرمستقیم نیز بر کاهش تولید داکسی نیوالنول مؤثر بودند. Sharafi *et al.* (2010) در مطالعه‌ای فعالیت‌های آنتی‌اکسیدانی و سمیت سلولی اسانس لیمو ترش (*Citrus limon* L.) را مورد آزمایش قرار دادند. نتایج بررسی نشان داد پراکسیداسیون لیپید به وسیله اسانس لیمو تقریباً برابر یا بیش از قدرت آنتی‌اکسیدان های شیمیایی بود. ایشان بیان کردند که اسانس لیمو با احتیاط و فقط پس از تعیین دوز مورد مصرف قرار گیرد.

جدول (۲) نشان داد که نوع انبارداری و نوع محلول نگهدارنده به‌طور معنی‌داری بر صفات اندازه‌گیری‌شده تأثیر داشته است. اثر برهمکنش نوع انبار و نوع محلول نگهدارنده بر تمامی ویژگی‌ها به‌جزء مقدار کربوهیدرات‌های محلول و فنول معنی‌دار بود.

نتایج برهمکنش نوع انبار و نوع محلول نگهدارنده بر کاهش وزن نشان داد (جدول ۳) که در پایان آزمایش کمترین کاهش وزن مربوط به تیمارهای اسانس آویشن و 8-HQC در بسته‌بندی‌های مرطوب بود. بیشترین کاهش وزن مربوط به شاهد در نگهداری به‌صورت خشک بود (۲۰ درصد). یکی از علت‌های کاهش وزن گل‌های شاخه بریده مسدود شدن آوندها می‌باشد، که اجازه جایگزینی آب ازدست‌رفته توسط تبخیر را نمی‌دهد (Heins,1980). 8-HQC باعث اسیدی شدن محلول گردیده و با یون‌های فلزات دو ظرفیتی نظیر آهن و مس در آنزیم‌های فعال که عامل انسداد ساقه هستند، ترکیب‌شده و استرهای کوینولین تولید می‌کنند. از دیگر سو به حفظ تعادل آب در گل‌ها به سبب بسته شدن روزنه‌ها کمک می‌کند (Kim and Lee, 2002). نتایج این آزمایش با گزارشی که اثر 8-HQC را روی گل شاخه بریده رز بررسی کردند، همسویی داشت (Kim and Lee, 2002). همچنین اسانس‌های آویشن، مرزه و لیموترش با جلوگیری از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها سبب بهبود جذب آب توسط گل‌های شاخه بریده شدند. در پژوهش مشابه اسانس و عصاره میخک هندی توانست با افزایش مقدار جذب محلول و بالاتر نگه‌داشتن وزن تر نسبی گل‌های شاخه بریده ژربرا سبب افزایش طول عمر گل‌ها در مقایسه با تیمار شاهد گردد (Ziyaei Movahed *et al.*, 2010). نتایج این آزمایش با نتایج به‌دست آمده بر پس از برداشت گل شاخه بریده گلایل همسویی داشت (Singh *et al.*, 2008).

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل برگ نشان داد (جدول ۳) تیمار محلول نگهدارنده اسانس‌ها و 8-HQC در شرایط خشک و مرطوب توانسته به حفظ کلروفیل در طی پیری کمک شایانی نماید. کمترین مقدار کلروفیل برگ مربوط به تیمار محلول نگهدارنده شاهد در شرایط خشک انبارمانی بود (۰/۹۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ). تنش آبی ناشی از جدا شدن شاخه گل از گیاه مادری و انسداد آوندها توسط باکتری‌ها، سبب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست می‌شود و در نتیجه تخریب مولکول کلروفیل را در پی دارد (Lise *et al.*, 2004). کاهش غلظت کلروفیل یک نشانه بارز از تنش اکسیداتیو است که به‌علت ازهم‌پاشیدگی غشاء کلروفیل است (Turkan *et al.*, 2005). به احتمال اسانس‌ها با خاصیت آنتی‌اکسیدانی خود به‌صورت مستقیم جلو فعالیت رادیکال‌های آزاد را گرفته و از تجزیه کلروفیل جلوگیری می‌کنند و همچنین به‌صورت غیرمستقیم با افزایش جذب آب از تنش کم‌آبی جلوگیری می‌کنند. نتایج نشان داد خشک انبارمانی سبب کاهش مقدار کلروفیل برگ گردید. این به‌علت کاهش آب ساقه و شروع علائم پیری است. نتایج این پژوهش با بررسی انجام‌شده روی گلایول (Hasanpoorasl *et al.*, 2014) و همچنین نتایج به‌دست‌آمده با پژوهشی که نشان داد نتایج کاربرد 8-HQC سبب افزایش مقدار کلروفیل کل شد، همسویی داشت (Kazemi *et al.*, 2014). بررسی مقدار فنول گلبرگ در پایان آزمایش نشان داد (جدول ۳) که گل‌های شاهد در بسته‌بندی به‌صورت خشک و پس از آن تیمار شاهد در شرایط بسته‌بندی مرطوب بیشترین افت در مقدار فنول را داشته‌اند و محلول‌های نگهدارنده حاوی اسانس‌ها و 8-HQC سبب حفظ بهتر فنول گردیدند.

**جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع انبارمانی، نوع محلول نگهدارنده و برهمکنش آن‌ها بر ویژگی‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریدنی سوسن دورگه رقم 'سبدازل'**

**Table 2. ANOVA of effects of storage conditions, type of hold-solutions and their interactions on morphological, physiological and biochemical of cut Lily (*Longiflorum* × *Asiatic* hybrids cv. CebDazzle) flower.**

| منابع Source | درجه آزادی df | کربوهیدرات‌های محلول Soluble sugars | فنول Phenol | آنتوسیانین Anthocyanins | کلروفیل Chlorophyll | وزن تر F.W. | نشت یونی Electrolyte leakage | کاتالاز CAT | سوپراکسید دیسموتاز SOD | پروتئین Protein | طراوت Freshness |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| انبارمانی (A) Storage (A) | 1 | 64.93* | 0.097** | 0.049** | 0.91** | 360** | 662.7** | 234** | 4313.5** | 21.6** | 598** |
| محلول (B) Solution (B) | 4 | 229.3** | 0.44** | 0.078** | 0.19** | 757** | 4.834** | 122.4** | 6591.8** | 28.5** | 914** |
| انبارمانی × محلول Storage × Solution | 4 | 8.81ns | 0.017ns | 0.004* | 0.13** | 53.8** | 10.2* | 15.4** | 341.9** | 0.55** | 27.7* |
| خطا Error | 20 | 8.58 | 0.009 | 0.0013 | 0.007 | 0.85 | 2.4 | 0.3 | 5.4 | 0.11 | 7.29 |
| ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%) | | 6.36 | 6.1 | 4.48 | 4.11 | 10.53 | 2.96 | 2.32 | 2 | 2.52 | 4.24 |

**،* و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد و عدم معنی‌داری.

**,* and ns Significant at p<0.001, p<0.005 and non-significant respectively.

**جدول ۳- تأثیر محلول‌های نگهدارنده مرزه، آویشن، لیموترش و 8-HQC در شرایط نگهداری خشک و مرطوب بر ویژگی‌های درصد کاهش وزن، مقدار کلروفیل برگ، مقدار کربوهیدرات برگ، مقدار فنول برگ، مقدار آنتوسیانین،مقدار کاروتنوئید گلبرگ، مقدار پروتئین، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز، نشت یونی و درصد پژمردگی سوسن دورگه رقم 'سبدازل'**

**Table 3. Effects of *S. hortensis* L., *Th. vulgaris* L., *C. limon* L. Essential Oils and 8-hydroxyquinoline citrate in Dry and Wet Storage Conditions on water balance; chlorophyll, carbohydrate, phenol, anthocyanin and carotenoids content; protein content; peroxidase, superoxide dismutase, catalase activities; ion leakage and vase life of Cut Lily (*Longiflorum* × *Asiatic* hybrids cv. CebDazzle) flowers**

| نوع انبار Storage Type | | اسانس Essential Oils | وزن تر (درصد) F.W. (%) | کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن تر) Chlorophyll (mg/g) | فنل (میکروگرم بر گرم وزن خشک) Phenol (µg.g$^{-1}$ DW) | کربوهیدرات (میلی گرم بر گرم وزن تر) Soluble sugars (mg.g$^{-1}$ FW) | آنتوسیانین (میلی گرم بر گرم وزن تر) Anthocyanins (mg.g$^{-1}$ FW) | پروتئین (میلی گرم بر گرم وزن تر) Protein (mg.g$^{-1}$ FW) | سوپراکسید دیسموتاز (واحد بر دقیقه بر میلی گرم پروتئین) SOD (Units min$^{-1}$ mg$^{-1}$ protein) | کاتالاز (واحد بر دقیقه بر میلی گرم پروتئین) CAT (Units min$^{-1}$ mg$^{-1}$ pro) | نشت یونی (درصد) Electrolyte leakage (%) | طراوت (درصد) Freshness (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ترانبارمانی Wet Storage | | شاهد Control | 20.0$^{a}$ | 0.98$^{g}$ | 1.05$^{d}$ | 38.2$^{d}$ | 0.52$^{e}$ | 8.21$^{f}$ | 61.20$^{i}$ | 11.2$^{h}$ | 74.3$^{a}$ | 40.0$^{e}$ |
| | | ۸-هیدروکسی کینولین‌سیترات 8-HQC | 2.32$^{g}$ | 2.61$^{ab}$ | 1.86$^{a}$ | 54.9$^{a}$ | 0.86$^{ab}$ | 14.3$^{b}$ | 153.7$^{b}$ | 27.3$^{c}$ | 40.7$^{f}$ | 76.0$^{b}$ |
| | | آویشن Thyme | 9.33$^{e}$ | 2.31$^{d}$ | 1.77$^{a}$ | 46.6$^{b}$ | 0.83$^{b}$ | 14.0$^{b}$ | 125.5$^{e}$ | 24.2$^{e}$ | 49.3$^{e}$ | 65.3$^{c}$ |
| | | مرزه Satureja | 13.3$^{c}$ | 2.08$^{e}$ | 1.57$^{b}$ | 42.4$^{bcd}$ | 0.75$^{c}$ | 13.0$^{c}$ | 97.80$^{g}$ | 22.3$^{f}$ | 57.0$^{c}$ | 62.0$^{c}$ |
| | | لیمو Lime | 15.7$^{b}$ | 1.49$^{f}$ | 1.47$^{b}$ | 40.6$^{cd}$ | 0.69$^{d}$ | 12.2$^{d}$ | 80.80$^{h}$ | 19.5$^{g}$ | 63.3$^{b}$ | 53.0$^{d}$ |
| خشک انبارمانی Dry Storage | | شاهد Control | 11.5$^{d}$ | 1.38$^{f}$ | 1.29$^{c}$ | 44.2$^{bc}$ | 0.64$^{d}$ | 10.8$^{e}$ | 77.81$^{h}$ | 21.8$^{f}$ | 62.7$^{b}$ | 54.6$^{d}$ |
| | | ۸-هیدروکسی کینولین‌سیترات 8-HQC | 0.34$^{h}$ | 2.63$^{a}$ | 1.82$^{a}$ | 58.1$^{a}$ | 0.91$^{a}$ | 15.3$^{a}$ | 158.6$^{a}$ | 29.2$^{a}$ | 35.7$^{g}$ | 84.0$^{a}$ |
| | | آویشن Thyme | 1.3$^{gh}$ | 2.49$^{bc}$ | 1.85$^{a}$ | 46.2$^{b}$ | 0.85$^{ab}$ | 15.4$^{a}$ | 145.2$^{c}$ | 28.2$^{b}$ | 39.3$^{f}$ | 75.0$^{b}$ |
| | | مرزه Satureja | 4.04$^{f}$ | 2.42$^{cd}$ | 1.77$^{a}$ | 46.4$^{b}$ | 0.82$^{b}$ | 14.9$^{a}$ | 137.3$^{d}$ | 27.3$^{bc}$ | 47.7$^{e}$ | 64.6$^{c}$ |
| | | لیمو Lime | 9.31$^{e}$ | 2.29$^{d}$ | 1.55$^{b}$ | 42.7$^{bcd}$ | 0.83$^{b}$ | 13.8$^{b}$ | 120.1$^{f}$ | 25.8$^{d}$ | 52.3$^{d}$ | 62.6$^{c}$ |

در هر ستون، اعدادی با حروف مشترک ازلحاظ آماری در سطح پنج درصد آزمون LSD اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each colum, means with different letters are significantly different at 5% level of probability by LSD test.

بیشترین مقدار فنول مربوط به تیمارهای اسانس آویشن و محلول نگهدارنده 8-HQC چه به‌صورت بسته‌بندی مرطوب و چه به‌صورت خشک مشاهده شد، اگرچه تیمار اسانس مرزه در شرایط بسته بندی به صورت مرطوب اثر بخشی مطلوب‌تری در حفظ فنول داشت. فنول‌ها در سیستم آنتی‌اکسیدانی دخالت دارند. در پژوهشی مشخص گردید غلظت فنول در غنچه گل رز بالاتر و پس‌ازآن کاهش پیدا می‌کند و این کاهش در طول نمو به پیری مربوط می‌شود. کاهش این ترکیبات سبب حساسیت گل‌ها به تنش‌های اکسیداتیو و درنهایت پیری گلبرگ می‌گردد (Rubinstein, 2000). تیمارهای اعمال‌شده در این بررسی بر حفظ محتوای فنولی گل‌ها در طی دوره انبارمانی تأثیر مطلوبی داشته است و ثابت‌شده که ترکیبات فنولیک از مهم‌ترین ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است که در پاک‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن نقش مهمی دارد و از ساختار غشاء نگهداری می‌کند (Sakihama *et al.*, 2000). اسانس‌های گیاهی با حفظ بهتر محتوای فنول‌ها به‌صورت غیرمستقیم با پاک‌سازی گونه‌های فعال اکسیژن سبب کاهش در اکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی شد.

بیشترین افت مقدار کربوهیدرات‌ها مربوط به تیمار شاهد در بسته‌بندی به‌صورت خشک (۳۸/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. تیمار 8-HQC به حفظ کربوهیدارت‌ها کمک نموده است (۵۷/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) (جدول ۳). همچنین تیمار با محلول نگهدارنده اسانس‌ها نسبت به شاهد نیز توانسته است محتوای کربوهیدرات را در گل‌ها به نحو مطلوبی حفظ نماید، اسانس‌های گیاهی با توجه به خواص ضدباکتریایی و آنتی‌اکسیدانی خود می‌توانند فرایند پیری را در گل‌های شاخه بریده به تأخیر بیندازند، از آنجایی‌که پیری فرایندی وابسته به تنفس محصول و شدت گرفتن تنفس محصول و کاهش سوبستراهای تنفسی است، لذا تأخیر در پیری به منزله حفظ بیشتر سوبستراهای تنفسی به‌ویژه کربوهیدرات‌ها می‌باشد. پیری گل‌ها به تغییرات وضعیت کربوهیدرات‌های در گلبرگ‌ها وابسته بوده و بیان‌شده ارتباط مستقیمی بین غلظت قندها در گلبرگ‌ها و عمر گلجایی وجود دارد (Ichimura, 1999). این نتایج با یافته‌های به‌دست آمده که نشان داد به‌طور عمده کمبود کربوهیدرات، سبب کوتاهی عمر گلجایی رز می‌شود، همسویی دارد (Reid, 2001). همچنین با نتایجی که نشان دادند طولانی بودن عمر گلجایی در گل‌های بریدنی رز رقم 'Delilah' می‌تواند تا حدودی به بالاتر بودن غلظت کربوهیدرات‌های محلول در گلبرگ‌هایش نسبت داده شود همسو است (Ichimura *et al.*, 2006). در گل سوسن کاهش مقدار کربوهیدرات گیاه منجر به کاهش طول عمر شاخه بریده می‌شود (Sadeghi *et al.*, 2012). با توجه به این‌که این مواد جهت انجام فعالیت تنفسی گل‌ها موردنیاز می‌باشند و از طرفی کاهش آن‌ها در گل‌های شاخه بریده موجب مصرف سایر مواد جایگزین مانند پروتئین‌های محلول و اسیدهای آمینه خواهد شد که این امر فرایند پیری را تحریک می‌نماید، بنابراین استفاده از تیمارهایی که به حفظ و افزایش کربوهیدرات‌ها کمک نمایند، باعث تأخیر در پیری نیز می‌گردد (Van Doorn, 2001).

برهمکنش نوع محلول‌های نگهدارنده و شرایط نگهداری بر مقدار آنتوسیانین گلبرگ نشان داد (جدول ۳) که بیشترین مقدار آنتوسیانین مربوط به تیمار محلول نگهدارنده 8-HQC در شرایط ترانبارمانی (۰/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود ولی اختلاف معنی‌داری با تیمارهای محلول نگهدارنده آویش در شرایط تر انبارمانی و محلول نگهدارنده 8-HQC در شرایط خشک انبارمانی وجود نداشت. کمترین مقدار آنتوسیانین گلبرگ نیز مربوط به تیمار محلول نگهدارنده شاهد در شرایط خشک انبارمانی (۰/۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) بود. کاهش آنتوسیانین در گلبرگ رابطه مستقیمی با طول عمر و بازارپسندی محصول دارد (Dolatkhah, 2011). گزارش شده است با پیر شدن گل رز غلظت آنتوسیانین کاهش پیدا می‌کند (Halliwell *et al.*, 1999). عامل دیگری که سبب

کاهش غلظت آنتوسیانین در مرحله پیری می‌گردد، کاهش فعالیت آنزیم بیوسنتز آن، فنیل آلانین آمونیولیاز، می‌باشد (Sakihama *et al.*, 2002). تاکنون آنزیم‌های پلی‌فنل اکسیداز و پراکسیداز در مسیر تخریب آنتوسیانین شناسایی شده‌اند. گرچه به نظر می‌رسد این آنزیم‌ها ابتدا با مواد فنلی واکنش داده و تولید مولکول بی‌ثباتی کوئینون می‌نمایند و در ادامه با آنتوسیانین واکنش می‌دهد که منجر به بی‌رنگی، قهوه‌ای شدن و در نهایت کاهش آنتوسیانین می‌گردند. اخیرا آنزیم لاکییز نیز به‌عنوان آنزیم تخریب کننده آنتوسیانین شناسایی شده است (Kazemi *et al.*, 2014).

بررسی نتایج حاصل از پروتئین محلول نشان داد که تیمارهای محلول نگهدارنده آویشن و مرزه در شرایط انباری مرطوب قادر به حفظ مطلوب محتوای پروتئین محلول در روز آخر شده است و با تیمار محلول نگهدارنده 8-HQC در شرایط بسته‌بندی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. همچنین گل‌ها شاخه بریده در تیمار شاهد در بسته‌بندی خشک کمترین مقدار پروتئین (۸/۱ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) را داشتند (شکل ۱). در گل‌های زنبق در حال پیر شدن مقدار پروتئین با افزایش فعالیت پروتئازها و سنتز پایین‌تر پروتئین‌های جدید کاهش یافت (Jin *et al.*, 2006). همچنین نشان داده شد که مقدار پروتئین در زمان پیری گل سوسن کاهش می‌یابد (Lay-Yee *et al.*, 1992). موادی که بتوانند از تجزیه پروتئین‌ها جلوگیری کنند قادر به افزایش ماندگاری خواهند بود، نشان داده شد که کاربرد محلول نگهدارنده 8-HQC از طریق تأخیر در فعالیت آنزیم پروتئاز و تجزیه پروتئین‌ها فرایند پیری گل ساندرسونیا را به تأخیر انداخته و سبب افزایش عمر گلجایی این گل می‌شود (Eason, 2002). ازآنجایی‌که پروتئین‌ها خود به‌منزله یک سوبسترا در میتوکندری به دنبال قندها برای تولید انرژی استفاده می‌شوند می‌توانند موجب افزایش ماندگاری شوند ازاین‌رو می‌توان نتیجه گرفت که اسانس‌های گیاهی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی مانع از تخریب ساختار پروتئین می‌شوند (Mousavizadeh and Sedaghatpoor, 2011). گزارش‌شده کارواکرول و تیمول موجود در اسانس گیاهانی مانند نعناع، آویشن باغی و آویشن شیرازی با ویژگی آنتی‌اکسیدانتی، سبب حفظ مقدار پروتئین گلبرگ شده‌اند (Solgi *et al.*, 2009). در بررسی که بر گل بریدنی میخک، به این نتیجه رسیده شد که تیمارهای اسانس گیاهی تجزیه پروتئین را به تأخیر می‌اندازند (Basiri *et al.*, 2001). نتایج پژوهش این پژوهشگران با نتایج پژوهش حاضر همسویی دارد.

نتایج حاصل از بررسی فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که تیمار 8-HQC در شرایط ترانبارمانی بیشترین تأثیر را در فعالیت این آنزیم داشته (۱۸۵/۵ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) و اگرچه کاربرد تیمار اسانس‌های گیاهی نیز بر بهبود فعالیت این آنزیم نسبت به تیمار شاهد موفقیت مطلوبی داشته است. به نظر می‌رسد در خصوص این آنزیم، فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس‌های اعمال‌شده کمرنگ تر می‌باشد. همچنین نتایج بررسی حاصل از فعالیت آنزیم کاتالاز نشان داد که محلول‌های نگهدارنده اسانس و 8-HQC سبب حفظ بیشتر فعالیت آنزیم کاتالاز گردید. اگرچه تیمار 8-HQC در شرایط بسته‌بندی مرطوب بر شاخص فعالیت این آنزیم تأثیر مثبتی داشته است، اما کاربرد تیمار اسانس‌های گیاهی در هر دو نوع بسته‌بندی خشک و مرطوب توانسته است که توان آنتی‌اکسیدانی گل‌ها را نسبت به شاهد بهبود بخشد و فعالیت آنزیم کاتالاز را نسبت به شاهد افزایش دهد (جدول ۳). وقتی شاخه‌های گل از گیاه جداشده و در محلول نگهداری می‌شوند دچار تنش به‌ویژه تنش آبی می‌شوند. فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها در چنین شرایطی به وجود می‌آید، تیمارهای مطلوب محلول‌های نگهدارنده از طریق کاهش تنش آبی و کمک در جذب آب سبب کاهش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه، کاهش اکسیداسیون لیپیدهای غشاء می‌شود و از این طریق از پژمردگی گل‌ها جلوگیری می‌کند.

نتایج حاضر با نتایج پژوهش در گل شاخه بریده

لیزیانتوس (Kazemi *et al*., 2014) و در گل بریدنی رز (Mortazavi *et al*., 2007) همسویی داشت. ایشان بیان داشتند که اسانس‌های گیاهی سبب حفظ و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی می‌گردد.

بررسی نشت یونی گلبرگ در روز آخر نشان داد که بیشترین نشت یونی مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). شاخص ثبات غشای بیان‌کننده مقدار نشت یونی بافت‌ها می‌باشد، در اوایل برداشت گل‌های شاخه بریده تفاوت کمی در مقایسه با یکدیگر دارند، اما با افزایش ماندگاری آن‌ها این تفاوت قابل‌توجه خواهد شد و به کمترین مقدار خود در زمان پیر شدن گل می‌رسد (Singh and Sharma, 2003). بهبود کیفیت گل‌های شاخه بریده در انبارهای سرد در نتیجه سالم ماندن غشاءهای سلولی است و سالم ماندن این غشاءها حساسیت گل‌های شاخه بریده به اتیلن نیز کاهش می‌یابد (Kofranek and Halevy, 2000).

نتایج بررسی نشان داد که تیمارهای محلول نگهدارنده اسانس و 8-HQC سبب کاهش پژمردگی گردیدند (جدول ۳). پژمردگی گل‌های بریدنی در پس از برداشت می‌تواند ناشی از جذب ناکافی آب به دلیل بسته شدن آوندها باشد. که این خود نتیجه رشد باکتریایی، رسوب موادی مثل صمغ‌ها، تشکیل تیلوز، وجود حباب‌های هوا در سیستم آوندی، پاسخ‌های فیزیولوژیکی ساقه به برش و مرگ برنامه‌ریزی‌شده یاخته باشد. برای از بین بردن حباب‌های هوای موجود در لوله‌های آوندی می‌توان به وسیله برش انتهای ساقه تا اندازه‌ای سبب جذب دوباره آب شد و یک تعادل آبی مثبت را در گل ایجاد نمود و یا می‌توان از مواد باکتری‌کش مثل اسانس‌های گیاهی یا ۸- هیدروکسی کینولین‌سیترات استفاده کرد، لذا کاهش تعداد و تراکم میکروارگانیسم‌ها در محلول و همچنین در قسمت پایین شاخه‌های گل، سبب می‌شود که سطح مقطع آوندی بریده‌شده به وسیله تجمع آن‌ها بسته نشود و شاخه‌ها، همچنان آب و محلول نگهدارنده را جذب نمایند، وجود باکتری‌کش‌ها به‌ویژه در محلول‌های نگهدارنده که بیشتر دارای ساکارز هستند اهمیت بیشتری دارد. زیرا محلول‌های دارای ساکارز برای رشد و نمو میکروب‌ها مناسب هستند (Hasanpoorasl *et al*., 2014؛ Van Doorn *et al*., 1991). اسانس‌ها نیز دارای خواص ضدمیکروبی می‌باشند که باعث کاهش مقدار باکتری‌ها در محلول گلجایی و آوندها می‌شود. افزودن اسانس‌ها به محلول نگهدارنده و به دنبال آن افزایش عمرگلجایی ممکن است به دلیل تأثیر آن‌ها در جلوگیری از انسداد آوندی باشد. Mousavi and Tehranifar (2011) گزارش کردند که استفاده از اسانس نعناع فلفلی، آویشن و زیره سیاه در محلول گلجایی گل شاخه بریده آلسترومریا باعث افزایش عمرگلجایی گردید.

## نتیجه‌گیری

اسانس‌های گیاهی به‌ویژه آویشن، با توجه به ترکیبات فنولی و الکلی که در آن‌ها وجود دارد و خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند و از طریق این خاصیت تأثیر بسزایی در خنثی کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن داشتند، از تخریب ساختار کلروفیل و پروتئین جلوگیری کردند و با بهبود فعالیت آنزیم‌ها از اکسیداسیون لیپیدهای غشا جلوگیری و در نهایت از پژمردگی گل‌ها ممانعت‌کردند، از دیگر سو مقایسه کاربرد اسانس در محلول محافظ با ماده 8-HQC که جزء مواد متداول محلول‌های نگهدارنده می‌باشد، بیانگر این مطلب بود که اسانس‌های گیاهی را می‌توان جایگزین مواد شیمیایی ساخت و در مسیر احیای دوستداری طبیعت گام برداشت.

## References

Aebi, H. (1984). Catalase *in vitro*. Methods Enzymology, 105, 121-126.

Amini, B., Keramat, J., Hojatolislami, M., Jahadi, M. and Mohmodian, K. (2015). Evaluation of the antioxidant activity of the essential oil of *Satureja hortensis* on the stability of colza and anchovy oil. Journal of Food Technology and Nutrient, 12(3), 29-38.

Azhari, M. and Sani, R. (2010). Effect of essential oils of fennel on vase life of Mini Carnation. 5th National Conference on New Ideas in Agriculture, Isfahan. pp. 34-42.

Basiri, Y., Zarei, H. and Mashayekhi, K. (2011). Effects of nano-silver treatments on vase life of cut flowers of Carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. 'White Librity'). Journal of Advanced Laboratory Research in Biology, 2(2), 48-55.

Bayat, H., Azizi, M., Shoor, M. and Vahdati, N. (2012). Effect of ethanol and essential oils on extending vase life of carnation cut flower (*Dianthus caryophyllus* cv. Yellow Candy). Journal of Horticultural Science, 25(4), 384-390. [In Farsi]

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2), 248-254.

Deferera, D. J., Ziogas, B. N. and Polissiou, M. G. (2000). GC-MS analysis of essential oils from some Greek aromatic plants and their fungitoxicity on *Penicillium digitatum*. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 48(6), 2576-2581.

Dhindsa, R. S., Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T.A. (1981). Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and increased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 32(1), 93-101.

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. Iranian Journal of Horticultural Science, 42(2), 151-158.

Eason, J. R. (2002). *Sandersonia aurantiaca*: an evaluation of postharvest pulsing solutions to maximize cut flower quality. Horticulture Science, 30(4), 27-279.

Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. (1999). Free radicals in biology and medicine (3th ed.). Oxford: Oxford University Press.

Hasanpoorasl, M., Karimi, H. and Moosanejad, S. (2014). Effects of essential oils, silver nanoparticles and some of the chemical compounds on vase life of gladiolus (*Gladiolus grandiflora* L.) cut flowers. Iranian Journal of Horticultural Science, 45(3), 449-460. [In Farsi]

Heins, R. D. (1980). Inhibition of ethylene synthesis and senescence in carnation by ethanol. Journal of the American Society for Horticultural Science, 105(1), 141-144.

Ichimura, K., Kojima, K. and Goto, R. (1999). Effect of temperature, 8-hydroxy quinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut roses flowers. Postharvest Biology and Technology, 15(1), 33-40.

Ichimura, K., Taguchi, M. and Norikoshi, R. (2006). Extension of vase life in cut roses

by treatment with glucose, isothiazolinonic germicide citric acid and aluminum sulphate solution. Japan Agricultural Research Quarterly, 40(3), 263-269.

Jin, J., Ningwei, S.H., Nan, M., Jinhe, B. and Junping, C. (2006). Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose samanta. Postharvest Biology and Technology, 40(3), 236-243.

Jitareerat, P., Ruenroengklin, N., Uthairatanakij, A. and Wongs-Aree, C. (2008). Use of herbal extracts for inhibiting microbial growth in holding solutions of cut-rose. Acta Horticulturae, 804, 291-295.

Kader, A. A. (2002). Postharvest technology of horticultural crops California: Ucanr Publications.

Kazemi, S., Hasan-Pour, M. and Ghaseminejad, M. (2014). Physiological effects of some essential oils in comparison with 8-hydroxyquinoline in cut Lisianthus flowers (*Eustoma grandiflorum* L.). Iranian Journal of Horticultural Science, 45(2), 185-195. [In Farsi]

Kim, Y. and Lee, J. S. (2002). Change in bent neck, water balance and vase life of cut rose cultivars as effected by preservative solution. Journal of the Korean Society for Horticulture Science, 43(2), 201-207.

Kofranek, A. M. and Halevy, A. H. (1976). Sucrose pulsing of gladiolus stems before storage to increase spike quality. HortScience, 11(4), 572-573.

Lahoji, A. Mir Abolfathi, M. and Karami, R. (2010). Effect of *Zataria multiflora* and *Satureja hortensis* essential oils, thymol and carvacrol on growth of *Fusarium graminearum* isolates and deoxynivalenol production. Iranian journal of Plant Pathology, 46(1), 37-50.

Lay-Yee, M., Stead, A. and Reid, M. S. (1992). Flower senescence in daylily Hemerocallis. Physiologia Plantarum, 86(2), 308-314.

Lichtenthaler, H. K. and Wellburn, A. R. (1985). Determination of total carotenoids and chlorophylls of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions, 11, 591-592.

Lim, C. C., Arora, R. and Townsenal, E. C. (1998). Comparing gompertz and richards functions to estimate freezing injury in Rhodoendron using electrolyte leakage. American Horticultureal Science, 123(2), 246-252.

Lise, A., Michelle, H. and Serek, M. (2004). Reduced water availability improves drought tolerance of potted miniature roses: Is the ethylene pathway involved. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 99(1), 95-105.

Lua, P., He, S., Li, H., Cao, J. and Xu, H. (2010). Effects of nano-silver treatment on vase life of cut flower rose cv. Movie Star flowers. Journal of Food, Agriculture Environment, 8(2), 1118-1122.

Mortazavi, N., Naderi, R., Khalighi, A., Babalar, M. and Allizadeh, H. (2007). The effect

of cytokinin and calcium on cut flowers quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. Journal of Food Agriculture and Environment, 5(3-4), 311-313.

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 Environmental Biology Science, 5(1), 41-46.

Mousavizadeh, S. J. and Sedaghathoor, S. H. (2011). Apple and quince peroxidase activity in response to essential oils application. African Journal of Biotechnology, 57(10), 12319-12325.

Ranwala, A. P. and Miller, W. B. (1998). Gibberellin$_{4+7}$, benzyladenine, and supplemental light improve postharvest leaf and flower quality of cold-stored 'Stargazer' hybrid lilies. Journal of the American Society for Horticultural Science, 123(4), 563-568.

Reid, M. (2001). Advances in shipping and handling of ornamentals. Acta Horticulturae, 543, 277-284.

Rubinstein, B. (2000). Regulation of cell death in flower petals. Plant Molecular Biology, 44(3), 303-318.

Sadeghi Chrori, M., Golchin, A. and Mortazavi, S. (2012). The effects of cultivar, foliar fertilization and plant density on quantitative and qualitative traits and vase life of cut of *lilium*. Journal of horticulture science, 26(3), 255-262.

Sakihama, Y., Michael, F., Cohen, S., Grace, C. and Hideo, Y. (2002). Plant phenolic antioxidant and proxidant activities: phenolics- induced oxidative damage mediated by metals in plants. Toxicology, 177(1), 67-80.

Salehi Sardoei, A., Mohammadi, G. and Shahdadneghad, M. (2014). Interaction effect of temperature and thyme essential oil on vase life of cut narcissus flowers. European Journal of Experimental Biology, 4(2), 82-87.

Sharafi, S. M., Rasooli, I., Allahghadri, T., Jalali Nadoushan, M. R. and Rezaei, M. B. (2010). Antimicrobial, antioxidant, hematologic and cytotoxic properties of *Citrus limon* L. essential oil. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 26(3), 423-437. [In Farsi]

Singelton, V. L. and Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungistic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture, 16, 144-158.

Singh, A., Kumar, J. and Kumar, P. (2008). Effect of plant growth regulators and sucrose on post-harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of *Gladiolus*. Journal of Plant Growth Regulation, 55(3), 221-229.

Singh, G., Maurya, S., Lampasona, M. P. and Catalan, C. (2006). Chemical constituent, antifungal and antioxidative potential of *Foeniculum vulgare* volatile and its acetone extract. Food Control, 17(9), 745-752.

Singh, P. V. and Sharma, M. (2003). The postharvest life of pulsed gladiolus spikes: the effect of preservative solutions. Acta Horticulture, 624, 395-398.

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.

Turkan, I., Bor, M., Ozademir, F. and Koca, H. (2005). Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* gray and drought sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated. Plant Science, 168(1), 223-231.

Van Doorn, W. G. (2001). Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. Acta Horticulturae, 543, 179-183.

Ziyaei Movahed, Z., Kafi, M., Khalighi, A., Azizi, M. and Sharifi, R. (2010). Investigation of the possibility in replacing natural ingredients (essential oil and extracts of australian cheesewood) instead of anti-bacterial chemicals ingredients in preservative solution of the Gerbera cut flower. Iranian Journal of Horticultural Science, 41(4), 337-345. [In Farsi]

# 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 cv. CebDazzle) Flowers

N. Farhodi[1], M.R. Salehi Salmi[2]*, F. Yari[3] and E. Shahbazi[4]

1- M.Sc. Graduate of Floriculture, Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran
2- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran (mrsalehisalmi@gmail.com)
3- Assistant Professor, Department of Agriculture, Iranian Research Organization for Science and Technology, Tehran, Iran
4- Assistant Professor, Department of Plant Breeding and Biotechnology, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran

Received: 19 November, 2016 Accepted: 22 November, 2017

## Abstract

### Background and Objectives

Recently, the use of cut flowers has increased, and some of these cut flowers (Lily, Rose etc.) are among the most used for decorative purposes. With this boom in popularity has also come a rise in the need for commercial use, and very little academic literature exists on how to best utilize the preservative solutions (here 8-HQC and essential oils) to prolong cut flowers vase life keeping their full quality. The vase life of Lily is usually short due to vascular occlusion. The use of synthetic chemical fungicides to protect cut flowers raises environmental and human health concerns because of chemical residue routinely found on food meant for consumption. Thus, biocides showing insignificant toxicity to human and organisms are more desirable and less likely to cause negative environmental effects.

### Materials and Methods

The chemical composition of essential oils extracted from the endemic Iranian plants *Satureja hortensis* L., *Thymus vulgaris* L. and *Citrus limon* L. was studied in order to evaluate their efficacy as a substitute for synthetic chemical that was used as preservative-solutions. The effects of essential oils (250 mg $L^{-1}$) individually and 8-hydroxyquinoline citrate (8-HQC) with sucrose 3% were evaluated. Cut flowers were pulsed for 12 h in different preservative solutions, followed by storage in dry and wet conditions (in distilled water) at 8˚C for 15 days, and then all treated cut flowers were kept in room temperature to evaluate commercial vase life. At the end of commercial vase life, parameters such as relative fresh weight, amount of chlorophyll, phenol, anthocyanin, protein and carbohydrate, vase life and antioxidant enzyme activities were measured. In this experiment, flowering stems were arranged using a completely randomized design.

### Results

Limonene was identified as major component of *C. limon* L. essential oil, whereas Carvacrol was the major component in *S. hortensis* L. and *Th. vulgaris* L. Results showed that applying all essential oil treatments or 8-HQC increased positive characteristics and vase life compared with control. However, among all these treatments, the flowers treated with Thyme essential oil plus 3% sucrose or 8-HQC were kept in wet storage condition showed best vase life. Based on our results, new antimicrobial agents such as limonene, thymol and carvacrol in combination with 3% sucrose had a positive effect on the vase-life and relative fresh weight. The senescence of cut flowers is associated with a series of highly regulated physiological and biochemical processes, including breakage of water balance, degradation of photosynthetic pigment, decrease in metabolic constituents, and loss of membrane integrity. In our experiment, Thyme essential and 8-HQC oil treatments were reduced degradation of leaf protein and chlorophyll content which was seen in the controls. Essential oils derived from plants such as *T. vulgaris* are particularly valuable because of their antibacterial and antioxidant properties.

### Discussion

In conclusion, using various concentrations of essential oils and 8-HQC in preservative solutions showed promising prospects for the utilization of natural essential oils or plant extracts in extending lily vase-life. The proposed mechanism of action, e.g. inhibition of the growth of bacteria in the vase water or inside the xylem vessels of the flower stem needs further elucidation.

***Keywords: Anti-oxidant, Cut flower, longevity, Post-harvest***