

بررسی اثر خشک و تر انبارمانی گل بریدنی سوسن دورگه (*Longiflorum* × *Asiatic* hybrids) رقم "سبدازل" در شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول

The Effect of Dry and Wet Storage of Cut Lily (*Longiflorum* × *Asiatic* hybrids cv. CebDazzle) Flowers under Passive MAP Conditions

نجمه فرهودی^۱، محمدرضا صالحی سلمی^{۲*}، فتانه یاری^۳ و احسان شهبازی^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۲۵

چکیده

گل سوسن یکی از معروفترین گل‌های شاخه بریدنی بوده که انبارداری صحیح آن ضامن کیفیت مطلوب گل در هنگام عرضه آن به بازار مصرف می‌باشد. لذا در پژوهش حاضر اثر تیمار پالس ۱۲ ساعته ساکارز ۳٪ به‌تنهایی یا در ترکیب با ۸-هیدروکسی کینولین سیترات (8-HQC) در شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول به‌صورت خشک و تر انبارمانی در گل بریدنی سوسن رقم "سبدازل" مورد ارزیابی قرار گرفت. در ادامه گل‌ها به‌مدت ۱۵ روز در دمای ۸ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در خاتمه انبارداری به‌منظور برآورد عمر گلجایی گل‌ها در مرحله نهایی عرضه در بازار مصرف، گل‌ها از بسته‌بندی خارج شده و به‌مدت ۱۰ روز در شرایط دمای اتاق نگهداری شدند. ویژگی‌های موردنظر هر ۵ روز یک‌بار از شروع آزمایش اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تیمار پالس کوتاه‌مدت ساکارز ۳٪ در ترکیب با 8-HQC سبب بهبود عمر گلجایی شد. همچنین بسته‌بندی در شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول به‌صورت تر انبارمانی در برابر خشک انبارمانی عمر گلجایی و ویژگی‌های کیفی گل بریدنی را تحت تأثیر قرار داد. به‌طوری‌که، تیمار پالس ساکارز ۳٪ در ترکیب با 8-HQC در شرایط تر انبارمانی سبب حفظ تعادل آبی گل‌ها شد و علاوه بر این سبب جلوگیری از تجزیه کلروفیل، کاروتنوئید، آنتوسیانین، فنل و کربوهیدرات‌ها گردید. همچنین این تیمار در حفظ پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی تأثیر معنی‌داری داشت. لذا به‌نظر می‌رسد که تیمار پالس کوتاه‌مدت ساکارز ۳٪ به‌همراه 8-HQC پیش از بسته‌بندی می‌تواند نیاز کربوهیدرات، گل سوسن برای ادامه فرایند نمو را مرتفع نماید، بنابراین، نگهداری طولانی‌مدت این گل در شرایط اتمسفر تعدیل یافته به‌صورت تر انبارمانی ترجیح داده شود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین، کلروفیل، عمر گلجایی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران
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
*: نویسنده مسئول Email: mrsalehisalmi@gmail.com

مقدمه

گل سوسن با نام علمی *Lilium longiflorum* Thunb. از تیره سوسن‌سانان^۱ یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی دنیا بوده و به سبب ارزش صادراتی و هم‌چنین کوتاه بودن عمر گلجایی آن، جایگاه خاصی در عرصه تحقیقات پس از برداشتی داشته است (وارشنی^۲ و همکاران، 2000). اغلب گل‌های بریدنی عمر کوتاهی دارند و گلبرگ آن‌ها چند روز پس از برداشت علائمی را به صورت بی‌رنگ یا بدرنگی نشان داده که متعاقب آن بافت گلبرگ قهوه‌ای شده و گاه با ریزش گلبرگ همراه است و در ادامه پیری رخ می‌دهد. تمامی این وقایع به‌طور قابل‌توجهی از ارزش تجاری گل‌ها بعد از برداشت می‌کاهد. یکی از روش‌های مورد استفاده جهت نگهداری طولانی‌مدت گل‌ها شیوه بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته^۳ است (پسیفیس^۴ و همکاران، 2013). استفاده از بسته‌های مهر و موم شده پلی‌فیلیم‌های مختلف در خصوص گل‌های شاخه بریده در طی انبارداری سرد، نقش مهمی در حفظ کیفیت گل، پتانسیل شکوفایی آن و کاهش میزان افت آب بافت در طی انبارمانی گل‌ها داشته است (ویتاکا^۵ و همکاران، 2001؛ سینگ و کومار^۶، 2008؛ سینگ و همکاران، 2009). حمل‌ونقل گل‌ها به صورت خشک همواره کیفیت را تحت تأثیر منفی قرار داده است خصوصاً در طی حمل‌ونقل‌های طولانی با کشتی (رید^۷، 2004 و 2009). گزارش شده در گل‌های ژربرا و یاس استفاده از بسته‌بندی‌های اتمسفر تعدیل یافته مجهول با نسبت‌های مختلف ضخامت در ترکیب با انبارداری سرد اثرات مطلوبی در حفظ کیفیت گل‌ها داشته است، پوشش‌های دارای ضخامت بیشتر که از میزان تبدلات گازی بکاهند و دمای پایین‌تر بر میزان اثرات مطلوب افزوده است. این در حالی است که گل‌های نگهداری شده در انبارهای سرد بدون پوشش و بسته‌بندی بر زوال گل‌ها بر اثر افزایش افت میزان آب و خم شدن ساقه‌ها افزوده است (پاتل و سینگ^۸، 2008؛ سینگ و همکاران، 2008). اگرچه در برخی مطالعات صورت گرفته اثر اتمسفر تعدیل یافته معلوم نسبت به مجهول آن در حفظ و کنترل کیفیت گل مؤثرتر بوده است، اما هزینه‌بر بودن و درعین حال ایجاد خلاء

اولیه برای گل‌ها و در نتیجه احتمال افت آب بیش‌تر از معایب عمده این روش به حساب می‌آید (یاماشیتا^۹ و همکاران، 1999). گرچه اتمسفر تعدیل‌یافته معلوم روشی هزینه‌بر می‌باشد، اما می‌توان به‌عنوان جایگزین از نوع مجهول آن در بسته‌بندی گل‌ها استفاده بهینه برد. درعین حال روش ساده برای نگهداری گل استفاده از تر انبارمانی می‌باشد. در بررسی اثر انبارمانی خشک و مرطوب در دمای پایین بر عمر گلجایی گل بریدنی نرگس رسمی واریته "کشمیر"^{۱۰} مشخص شده است که انبارمانی سرد و مرطوب عملکرد پس از برداشت را بهبود بخشیده و سبب کاهش تولید اتیلن می‌شود و به‌عنوان یک راه‌کار مؤثر پیشنهاد گردید (گول و طاہر^{۱۱}، 2012). در پژوهش‌های دیگر عمر گلجایی چندین گل بریدنی مهم در شرایط انباری تر و خشک مورد بررسی قرار گرفته است و نتایج نشان داده که گل‌های بریدنی رز و جعفری در تر انبارمانی و گل‌های بریدنی آهار و لیسسیانتوس در خشک انبارمانی قابلیت نگهداری بیش‌تری داشتند (مجد و احمد^{۱۲}، 2012).

استفاده از مواد شیمیایی از دیگر روش‌هایی است که در سال‌های گذشته برای افزایش عمر گلجایی استفاده شده است. یکی از این مواد ۸- هیدروکسی کینولین سیترات (8-HQC) با نام مخفف 8-HQC می‌باشد که یک ماده ضد میکروبی قوی بوده و از فعالیت باکتری‌ها و سایر عوامل میکروبی و انسداد ناشی از آن جلوگیری کرده و در ادامه سبب می‌شود که جذب آب به‌مدت بیش‌تری صورت گرفته و در نتیجه میزان خمش گل‌ها و غنچه‌ها کاهش یافته و سبب افزایش عمر گلجایی می‌شود (سینگ و شارما^{۱۳}، 2003). استفاده از 8-HQC به مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ۱۲ گرم در لیتر ساکارز به‌مدت ۱۰ ساعت در گل‌های بریدنی رز، طول عمر گل‌ها را تا ۸/۲ روز افزایش داده است (لیائو^{۱۴} و همکاران، 2000). از دیگر سو، تیمار گل‌های بریدنی گلابول با محلول 8-HQC و ساکارز علاوه بر افزایش عمر گلجایی، باعث بهبود باز شدن غنچه‌های گل و جذب آب به‌وسیله سنبله‌ها شده و میزان قندهای احیاء و غیراحیاء شونده را در گلبرگ‌ها در مقایسه با شاهد افزایش داده است (سینگ^{۱۵}، 2003). پژوهش مشابهی نشان داد که تیمار گل‌های بریدنی گلابول با ساکارز ۰.۴٪ به‌همراه ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر 8-HQC، عمر ماندگاری گل را

1. Liliaceae
2. Varshney
3. Modified atmosphere packaging
4. Pacifici
5. Waithaka
6. Singh and Kumar
7. Reid
8. Patel and Singh

9. Yamashita
10. *Narcissus tazetta* cv. Kashmir
11. Gul and Tahir
12. Amjad and Ahmad
13. Sing and Sharma
14. Liao
15. Sing

تنفس و تعریق، در تمامی پوشش‌ها از بسته‌های ۲ گرمی سیلیکاژل استفاده شد. در ادامه به‌منظور شبیه‌سازی عمر گلجایی پس از اتمام انبارداری، پس از ۱۵ روز انبارمانی گل‌ها به آزمایشگاه انتقال یافتند و دوباره انتهای ساقه‌ها به‌صورت مورب با طول ۳۵ سانتی‌متر در زیر آب سرد بازبرش شدند. سپس گل‌ها به‌مدت ۱۰ روز در ۲۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر و شرایط دمایی ۲۰-۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰٪ با نورگاه ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند تا عمر گلجایی گل‌ها پس از این دوره انبارمانی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول مورد بررسی قرار گیرد. اگرچه از روز اول آزمایش و با فواصل هر ۵ روز یک‌بار کلیه صفات زیر اندازه‌گیری شدند:

کاهش نسبی وزن گل براساس فرمول زیر محاسبه گردید.

$$RWL = [(W_1 - W_n) / W_1] \times 100$$

که در این فرمول RWL: کاهش نسبی وزن گل، W_1 : وزن اولیه و W_n : وزن در روز n م برحسب درصد اندازه‌گیری می‌باشد.

اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ با روش پیشنهادی رانوالا و میلر^۴ (1998): با استفاده از بافت خشک گلبرگ، اسیدسولفوریک غلیظ و قرائت در طول موج ۳۱۵ نانومتر به‌وسیله دستگاه اسپکتروفوتومتر (Spectronic Genesys 5)، اندازه‌گیری فنل کل برگ با روش سینگلتون و روزی^۵ (1965): با استفاده از معرف فولین و کربنات سدیم ۲۰ و در پایان قرائت در طول موج ۷۶۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر، نشت یونی گلبرگ به روش لیم^۶ و همکاران (1998): به‌وسیله قراردهی دیسک‌های گلبرگ در آب ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت و قرائت در طول موج ۲۸۰ نانومتر دستگاه اسپکتروفوتومتر و سپس قراردهی نمونه‌ها در فریز به‌مدت ۲۴ ساعت و قرائت در طول موج ۲۸۰ نانومتر، اندازه‌گیری آنتوسیانین گلبرگ از روش وانگر^۷ (1979): به این ترتیب که ۰/۱ گرم از بافت گلبرگ در ۳ میلی‌لیتر متانول اسیدی ساییده شد، سپس عصاره حاصل سانتریفیوژ گردید. محلول رویی به‌مدت یک شب در تاریکی قرار داده شد و میزان جذب توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۵۵۰ نانومتر خوانده شد، اندازه‌گیری کلروفیل کل برگ و کاروتنوئیدها گلبرگ با روش لیختنالر و ولبورن^۸ (1985): مقدار ۰/۱ گرم بافت از نمونه

نسبت به شاهد ۳ روز افزایش داده است. هم‌چنین مقدار آنتوسیانین، قطر گل‌ها و درصد گلچه‌های باز شده در این تیمار نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داده است (پال و کومار^۱، 2004). در گل لیسیانوس، کاربرد 8-HQC با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ساکارز ۲٪ توانسته بیش‌ترین تأثیر را در افزایش ماندگاری و حفظ ویژگی‌های کیفی و کمی گل داشته باشد، اگرچه تیمار 8-HQC در همه غلظت‌ها همراه با ساکارز ۲٪، میزان تولید اتیلن را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش داده است (فرخ‌زاد^۲ و همکاران، 2008). باتوجه به اهمیت این گل شاخه بریدنی و مشکلات فعلی موجود در سیستم حمل و نقل و بسته‌بندی این گل در ایران و اطلاعات ناکافی در خصوص روند تغییرات، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در زمان پس از برداشت گل سوسن در صورت استفاده از شیوه اتمسفر تعدیل یافته مجهول به‌منظور بهینه‌سازی بسته‌بندی آن مورد توجه قرار گرفت. لذا، این پژوهش به‌منظور بررسی اثر پالس کوتاه‌مدت ساکارز در ترکیب با 8-HQC در شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول خشک و تر بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گل بریدنی سوسن دورگه رقم "سبذال^۳" در طی دوره انبارمانی و بازاررسانی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

در پاییز ۱۳۹۳ شاخه‌های گل‌بریدنی سوسن، در مرحله ظهور رنگ در بزرگ‌ترین غنچه گل، از گلخانه تولیدی واقع در دزفول برداشت شده و بی‌درنگ با بسته‌بندی مناسب به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان منتقل شدند. برای یکنواختی گل‌ها و ممانعت از ورود هوا، انتهای ساقه‌ها به‌صورت مورب با طول ۴۰ سانتی‌متر در زیر آب سرد باز برش شدند. ابتدا گل‌ها در گلجایی حاوی محلول‌های نگهدارنده شامل: تیمار ساکارز ۳٪ و یا تیمار 8-HQC با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه ساکارز ۳٪ به‌صورت پالسی به‌مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند. سپس گل‌ها با پوشش‌های پلی‌اتیلنی با ضخامت ۲۰ میکرون و ابعاد ۳۲×۶۵ سانتی‌متر به‌صورت خشک و تر بسته‌بندی شدند و سپس در سردخانه با دمای ۸ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۵ روز (شبیه‌سازی شرایط در طی حمل و نقل) قرار داده شدند. برای اعمال تیمار تر انبارمانی، انتهای ساقه در کپسول‌های ۵۰ میلی‌لیتری آب مقطر استریل قرار گرفت و در تیمار خشک انبارمانی انتهای ساقه‌ها در آب مقطر قرار نگرفتند. هم‌چنین برای حذف رطوبت ناشی از

4. Ranwala and Miller

5. Singelton and Rossi

6. Lim

7. Wanger

8. Lichtenthaler and Wellburn

1. Pal and Kumar

2. Farokhzad

3. CebDazzle

افزایش تنفس و افزایش میزان تولید اتیلن نیز بر تغییرات و افت وزن گل مؤثر می‌باشد. کاربرد بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته باتوجه به ماهیت آن که فرایندی کاهش‌دهنده تبادلات گازی است و در ادامه به‌صورت غیرمستقیم بر شدت تنفس و تولید اتیلن نیز تأثیرگذار است (وایتاکا^۶ و همکاران، 2001؛ سینگ و کومار^۷ 2008؛ سینگ و همکاران، 2009)، در این صفت به‌خوبی توانسته است به حفظ کیفیت ظاهری گل از جهت شادابی حتی در شرایط خشک انباری کمک به‌سزایی نماید. درعین‌حال مشاهده شد که کاربرد 8-HQC باعث اسیدی شدن محلول گردیده و جذب آب را بهبود بخشیده است. 8-HQC با یون‌های فلزات دو ظرفیتی نظیر آهن و مس در آنزیم‌های فعال که عامل انسداد ساقه هستند ترکیب شده و استرهای کونولین تولید می‌کنند و با این مکانیسم از انسداد آوندی ممانعت می‌نماید. بخشی دیگر از اثر سودمند 8-HQC به خاطر حفظ تعادل آب در گل‌ها به سبب بسته‌شدن روزنه‌ها می‌باشد (کیم و لی^۸، 2002). از آنجایی که کاربرد این ماده چه در بسته‌بندی تر انبارمانی و چه خشک انبارمانی تا حد مطلوبی از افت وزن ممانعت نموده است، این مطلب را به هر دو مکانیسم بسته شدن روزنه‌ها و جذب بهتر آب از طریق اوند می‌توان نسبت داد. نتایج این آزمایش با گزارش‌های کیم و لی (2002)، نی^۹ (2000) و اچیچیمورا^{۱۰} و همکاران (1999) که اثر 8-HQC را روی گل بریدنی رز بررسی کردند، همسویی داشت. با گذشت زمان از میزان کلروفیل کاسته شد گرچه در طی مدت انبارمانی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته میزان افت کلروفیل بسیار ناچیز بوده است و پس از آن شدت یافته و کم‌ترین میزان کلروفیل در تمامی تیمارها در روز ۲۵ام مشاهده شده است. بررسی نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده نشان داد که شیب کاهش کلروفیل در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود و در روز آخر کم‌ترین میزان کلروفیل مربوط به این تیمار بود. کمترین روند تغییرات کلروفیل مربوط به تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود. تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول ساکارز ۳٪ و تیمار خشک انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC تقریباً روند کاهشی کلروفیل مشابه داشته و در روز آخر میزان کلروفیل یکسانی داشتند (شکل ۱، ب) این امر بیانگر این است که بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته حتی به‌صورت خشک توانسته است از میزان تجزیه کلروفیل بکاهد، لذا

گلبرگ و برگ به قطعات کوچک ۲ تا ۳ میلی‌متری تقسیم و قطعات در ظروف حاوی استون ۸۰٪ قرار داده شدند. ظروف در شرایط تاریکی و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، تا کلروفیل بافت خارج شده گردد. میزان جذب در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شده و میزان کلروفیل‌های a و b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها محاسبه گردید، میزان پروتئین محلول با روش برادفور^۱ (1976): با استفاده از کیت پروتئین کل و قرائت میزان جذب نور در طول موج ۵۴۶ نانومتر توسط اسپکتروفوتومتر، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز و کاتالاز به‌ترتیب با روش‌های چانس و ماهلی^۲ (1995)، دیندسا^۳ و همکاران (1981) و/بی^۴ (1984) انجام شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۶ مشاهده انجام گرفت. فاکتورها شامل نوع انبارمانی در دو سطح (تر و خشک)، محلول نگهدارنده با دو سطح (ساکارز ۳٪ به‌عنوان شاهد و 8-HQC با غلظت ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه ساکارز ۳٪) و زمان اندازه‌گیری در ۶ سطح (هر ۵ روز یک‌بار) بود. واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. رسم نمودارها با نرم‌افزار اکسل انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیان‌گر آن بود که نوع انبارمانی، نوع محلول نگهدارنده، زمان اندازه‌گیری و برهمکنش نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری بر تمام صفات مورداندازه‌گیری معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج تغییر افت وزن نشان داد که تا روز پنجم وزن گل‌های بریدنی در تمام تیمارها تقریباً از افت ناچیزی برخوردار بود، این درحالی است که در تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC وزن گل در روز پنجم نسبت به وزن اولیه افزایش مختصری نشان داده است. باتوجه به شکل ۱، الف بیش‌ترین افت وزن و کم‌ترین وزن گل در روز آخر مربوط به تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بود. کم‌ترین افت وزن در تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC مشاهده شد (شکل ۱، الف). انسداد فیزیکی آوندها از علت‌های اصلی کاهش وزن در گل‌های بریدنی است که این امر ناشی از عدم جایگزینی آب از دست‌رفته توسط تعریق می‌باشد (هینس^۵، 1980). از دیگر سو، افت آب ناشی از تبخیر و تعرق بافت،

6. Waithaka
7. Singh and Kumar
8. Kim and Lee
9. Knee
10. Ichimura

1. Bradford
2. Chance and Maehly
3. Dhindsa
4. Aebi
5. Heins

فنل‌ها در سیستم آنتی‌اکسیدانی سلول دخالت دارند. در پژوهشی مشخص شد که غلظت این ترکیبات در غنچه گل رز بالاتر و پس از آن کاهش پیدا می‌کند و این کاهش در طول نمو به پیری مربوط می‌شود (هالیول و گوتریدج، ۴، ۱۹۹۹). عامل دیگری که سبب کاهش غلظت فنل در مرحله پیری می‌گردد، کاهش فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیز Phenylalanine ammonia lyase (PAL) می‌باشد که آنزیم اصلی بیوسنتز آنتوسیانین می‌باشد (ساکیهاما^۵ و همکاران، ۲۰۰۲). کاهش تنفس و کاهش میزان تولید اتیلن به‌طور مستقیم با تأخیر در فرایند پیری مرتبط می‌باشد، از آنجایی که نقش اتمسفر تعدیل یافته در ایجاد تأخیر در فرایند پیری در بسیار از گل‌ها و میوه‌ها به‌دلیل اثرات ممانعتی بر شدت تنفس ثابت شده است، لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که در این تحقیق نیز تیمار بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته به دلیل کاهش تبادلات گازی و در ادامه کاهش تنفس و تولید اتیلن فرایند پیری و تخریب ماکرومولکول‌ها از جمله رنگیزه‌ها را به تأخیر انداخته است (راید، ۶، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۹). از دیگر سو محلول‌های نگهدارنده از جمله 8-HQC با احیای کوئینون باعث تبدیل آن به ترکیبات فنل اولیه می‌گردد (پونگسوری^۷ و همکاران، ۲۰۰۷) که به احتمال می‌تواند دلیل بالا بودن مقدار آنتوسیانین در گل‌های تیمار شده باشد. همچنین یکی از عوامل مهم در سنتز آنتوسیانین‌ها وجود ساکارز است. ساکارز با ایجاد فشار اسمزی در جذب آب مؤثر است و سبب ایجاد فشار تورژسانس در سلول‌ها می‌شود و در نتیجه تنش ناشی از کمبود آب کاهش می‌یابد و رادیکال‌های آزاد اکسیژن کم‌تری تولید می‌شود و به‌دنبال آن از نشت محتویات سلولی جلوگیری می‌شود (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۲). این نتایج با پژوهش کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) که بیان کردند کاربرد 8-HQC سبب حفظ مقدار آنتوسیانین در گلبریدنی لیسپانتوس می‌شوند هم‌سویی داشت.

نتایج تغییرات فنل نشان داد که باگذشت زمان میزان آن کاسته شد و کم‌ترین میزان فنل در تمامی تیمارها در روز آخر مشاهده شد. بررسی نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده نشان داد که بیش‌ترین شیب کاهش فنل و کم‌ترین میزان فنل در روز آخر در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود. کم‌ترین روند تغییرات فنل مربوط به تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود. بااین‌وجود در این تیمار

می‌توان نتیجه گرفت که بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته از شدت تنش‌های آبی در گل‌ها در طی انبارمانی کاسته است. 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 تخریب غشاء کلروپلاست و مولکول کلروفیل را در پی دارد، که خود منجر به کاهش فتوسنتز و رشد می‌شود (لایز^۱ و همکاران، ۲۰۰۴). کاهش در غلظت کلروفیل یک نشانه بارز از تنش اکسیداتیو است که ازهم‌پاشیدگی غشاء از پیامدهای آن می‌باشد (ترکان^۲ و همکاران، ۲۰۰۵). از دیگر سو نی‌گل و همکاران (۱۳۸۴) گزارش دادند که شاخه‌های گل داودی تیمار شده با 8-HQC، میزان کلروفیل، وزن تر و عمر گلجایی بالاتری نسبت به تیمار شاهد داشتند. همچنین نتایج به‌دست آمده با نتایج کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) که کاربرد 8-HQC سبب افزایش میزان کلروفیل کل شد، هم‌سویی داشت.

نتایج نشان داد که تا روز پنجم میزان کاروتنوئید در تمام تیمارها یکسان و ثابت بود. پس از آن میزان کاروتنوئید گلبرگ در تیمارها کاهش یافت. بیش‌ترین روند کاهش در تیمار خشک انبارمانی و محلول ساکارز ۳٪ و کم‌ترین تغییرات کاروتنوئید مربوط به تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود (شکل ۱، ج). کاروتنوئیدها اهمیت زیادی در جلوگیری از خسارت القای تنش اکسیداتیو و نگهداری تعادل اسمزی دارند. ثبات کاروتنوئیدها از جمله استراتژی‌های آنتی‌اکسیدانی برای مقابله با تنش اکسیداتیو در گیاهان شناخته شده است (زرینگ^۳ و همکاران، ۲۰۱۱).

نتایج تغییرات آنتوسیانین گلبرگ در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری نشان داد که به‌طور کلی با گذشت زمان در تمامی تیمارها میزان آنتوسیانین کاهش یافت اگرچه این روند در طی انبارمانی گل‌ها در شرایط اتمسفر تعدیل یافته تغییرات ناچیزی داشت، باوجود این شیب کاهش در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود و در پایان کم‌ترین میزان آنتوسیانین در روز آخر مربوط به این تیمار بود. کم‌ترین روند کاهش تغییرات آنتوسیانین مربوط به تیمار تر انبارمانی به‌همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود (شکل ۱، د). آنتوسیانین موجود در گلبرگ‌ها در مرحله پس از برداشت تغییرات ظاهری زیادی را نشان می‌دهند. کاهش آنتوسیانین در گلبرگ رابطه مستقیمی با طول عمر و بازاری‌پسندی محصول دارد (دولتخواه و همکاران، ۱۳۸۸). آنتوسیانین جزء ترکیبات فنلی می‌باشد و

4. Halliwell and Gutteridge
5. Sakihama
6. Reid
7. Pongsuriya

1. Lise
2. Turkan
3. Zring

در روز آخر با تیمار خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC اختلاف معنی داری نداشت (شکل ۲، الف). باتوجه به شکل، تر انبارمانی نسبت به خشک انبارمانی سبب حفظ فنل برگ گردید و هم‌چنین محلول نگهدارنده 8-HQC نسبت به محلول ساکارز ۳٪ در حفظ فنل برگ مؤثرتر بود. فنل‌ها در سیستم آنتی‌اکسیدانی دخالت دارند. در پژوهشی در غنچه گل رز غلظت فنل بالاتر و پس‌از آن کاهش پیدا کرد و این کاهش در طول نمو به پیری نسبت داده شده است. کاهش این ترکیبات سبب حساسیت گل‌ها به تنش‌های اکسیداتیو و درنهایت پیری گلبرگ می‌گردد (رابینستین^۱، ۲۰۰۰). لذا می‌توان چنین نتیجه گرفت که حفظ رطوبت و کاهش تنش‌های رطوبتی در حفظ فنل‌ها و کاهش تنش‌های اکسیداتیو مؤثر می‌باشد. لذا بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته به دلیل ایجاد اتمسفر رطوبتی یکنواخت‌تر حتی در شرایط خشک انبارمانی می‌تواند از تنش‌های رطوبتی بکاهد و فرایند پیری را به تأخیر بیندازد و استفاده از موادی همچون 8-HQC که قادر است جذب اولیه آب را در آوند بهبود بخشد و از سوی دیگر باز شدن روزنه را تعدیل نماید به صورت مضاعف در کاهش تنش‌های رطوبتی مؤثر بوده است.

باتوجه به نتایج به دست آمده، میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ با گذشت ۱۰ روز از شروع آزمایش رو به کاهش نهاد و مشخص شد که کاربرد 8-HQC قبل از بسته‌بندی خشک در ترکیب با اتمسفر تعدیل یافته مجهول با بهبود محتوای آبی گل از میزان تنش‌های آبی کاسته است. هم‌چنین بیش‌ترین شیب کاهشی مربوط به تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ و کم‌ترین شیب کاهشی مربوط به تیمار خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود. با این وجود در آخرین اندازه‌گیری میزان کربوهیدرات‌های محلول برگ در تمامی تیمارها اختلاف نداشتند. بررسی جداگانه تیمارها به وسیله نمودار خطی نشان می‌دهد که میزان کربوهیدرات‌های برگ تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ در روز ۱۰ام به شدت کاهش می‌یابد، این در حالی است که سایر تیمارها پس از خروج از سردخانه (روز ۱۵ام) کاهش شدید یافت (شکل ۲، ب). باتوجه به جدول تجزیه واریانس و شکل، تر انبارمانی نسبت به خشک انبارمانی و هم‌چنین محلول نگهدارنده 8-HQC نسبت به محلول ساکارز ۳٪ در حفظ کربوهیدرات‌های محلول برگ مؤثرتر بودند. پیری گل‌های بریدنی به تغییرات وضعیت کربوهیدرات‌های در گلبرگ‌ها بستگی دارد (هالوی و مایک^۲، ۱۹۸۱). ارتباط مستقیمی بین غلظت قندها در

گلبرگ‌ها و عمر گلجایی وجود دارد، در حالی که بین غلظت قندها و تولید اتیلن ارتباط معکوسی وجود دارد (ایچی‌مورا^۳ و همکاران، ۱۹۹۹). این نتایج با یافته‌های ریید^۴ (۲۰۰۱)، ون دروم^۵ و همکاران (۱۹۹۱) و /شلابیر^۶ و همکاران (۱۹۹۳) روی گل بریدنی رز که نشان دادند به طور عمده کمبود کربوهیدرات سبب کوتاهی عمر گلجایی رز رقم Sonia می‌شود، هم‌سویی دارد. هم‌چنین با نتایج ایچی‌مورا^۶ و همکاران (۲۰۰۶) 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. مطالعات نشان داده است که پیری گل سوسن در ارتباط مستقیم با میزان کاهش کربوهیدرات‌ها و افزایش میزان تنفس است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). در این بررسی نیز یکی از اثرات تیمار بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته کاهش میزان تنفس می‌باشد. مشاهده پیری گل سوسن بیانگر این موضوع است که کاهش میزان کربوهیدرات‌های گیاه به کاهش طول عمر گل بریدنی کمک نموده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱). هم‌چنین اثر مثبت میزان کربوهیدرات‌های موجود در گل‌های بریدنی بر افزایش عمر گلجایی آن‌ها توسط ون دروم^۵ (۲۰۰۱) بیان شده است. باتوجه به این که این مواد جهت انجام فعالیت تنفسی گل‌ها مورد نیاز می‌باشند و از طرفی کاهش آن‌ها در گل‌های 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 کربوهیدرات‌های لازم جهت انجام فعالیت‌های مختلف گل‌ها را فراهم نماید یا از میزان تنفس بکاهد، باعث تأخیر در پیری آن‌ها می‌گردد.

باتوجه به جدول تجزیه واریانس و شکل ۲، ج، بسته‌بندی تحت اتمسفر تعدیل یافته مجهول به صورت تر انبارمانی نسبت به خشک انبارمانی سبب حفظ بیش‌تر پروتئین محلول برگ گردید و هم‌چنین محلول نگهدارنده 8-HQC نسبت به محلول ساکارز ۳٪ در حفظ آن مؤثرتر بود. نتایج نشان داد که با گذشت زمان میزان پروتئین محلول برگ کاسته شد، به گونه‌ای که در تمامی تیمارها کم‌ترین میزان پروتئین محلول برگ در روز آخر مشاهده شد. بررسی نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده نشان داد که شیب کاهشی پروتئین محلول برگ در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود و در نهایت

3. Reid
4. Van Droom
5. Sellabear
6. Ichimura
7. Van Droom

1. Rubinstein
2. Halevy and Mayak

باتوجه به شکل ۲، ۵، در تمامی تیمارها میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ ابتدا روند افزایشی داشته و سپس از فعالیت آن کاسته شده است. فعالیت آنزیم در تیمارهای خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪، خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC، تر انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ و تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC به ترتیب تا روز ۵ام، روز ۱۰ام، روز ۱۵ام و روز ۲۰ام اندازه گیری میزان فعالیت آنزیم افزایش یافت. با این وجود بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در تیمار تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC مشاهده شد و همچنین در روز آخر این تیمار بیشترین فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ را داشتند. با توجه نتایج جدول تجزیه واریانس و نمودار، اتمسفر تعدیل یافته مجهول به صورت تر انبارمانی نسبت به خشک انبارمانی و همچنین محلول نگهدارنده 8-HQC نسبت به محلول ساکارز ۳٪ در افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ مؤثرتر بود.

کمترین میزان پروتئین محلول برگ در روز آخر اندازه گیری مربوط به این تیمار بود. کمترین روند تغییرات پروتئین مربوط به تیمار تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود (نمودار ۲، ج). این نتایج با نتایج آزمایش کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) بر گیاه لیسیانوس همسویی داشت. در گل های زنبق در حال پیر شدن میزان پروتئین با افزایش فعالیت پروتئازها و سنتز پایین تر پروتئین های جدید کاهش یافت (جین^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). در گل های رز میزان پروتئین در مرحله غنچه بیشترین و در مرحله پیری کمترین بود (ناکتور^۲، ۱۹۹۸). همچنین نشان داده شد که میزان پروتئین در زمان پیری گل های سوسن (لای یی^۳، ۱۹۹۲) و گل *Sandersonia aurantiaca* (ایسون^۴، ۲۰۰۲) کاهش می یابد. کاهش تنفس و استفاده از موادی که بتوانند از تجزیه پروتئین ها جلوگیری کنند قادر به افزایش ماندگاری خواهند بود. ایسون (۲۰۰۲) گزارش کرد که کاربرد محلول نگهدارنده 8-HQC از طریق تأخیر در فعالیت آنزیم پروتئاز و تجزیه پروتئین ها فرایند پیری گل های *Sandersonia aurantiaca* را به تأخیر انداخته و سبب افزایش عمر پس از برداشت این گل می شود.

-
1. Jin
 2. Noctor
 3. Lay-Yee
 4. Eason

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر شرایط انبار، محلول نگهدارنده، زمان اندازه‌گیری ویژگی‌ها و برهم‌کنش آن‌ها روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریدنی سوسن دورگه رقم "سبدازل"

Table 1: ANOVA results of the effect of storage conditions, preservative solution, measurement stage and their interaction on some physiological and biochemical characteristics in cut lily flowers cv. CebDazzle

میانگین مربعات Mean of squares						درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of Variations
کربوهیدرات‌های محلول Soluble carbohydrates	فنل Phenol	آنتوسیانین Anthocyanin	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل Cholorophll	تغییر وزن Weight change		
268.9**	0.35**	0.042**	73.9**	0.31**	0.04**	1	شرایط انبار (A) Storage conditions (A)
68.3*	0.57**	0.055**	36.8**	0.72**	0.006**	1	محلول (B) Preservative solution (B)
3859.8**	4.75**	0.699**	791.6**	2.41**	0.19**	5	زمان اندازه‌گیری (C) Measurement stage (C)
38.55 ^{ns}	0.03**	0.00 ^{ns}	0.65 ^{ns}	0.14**	0.00 ^{ns}	1	شرایط انبار × محلول A × B
63.42 ^{ns}	0.12**	0.041**	24.5**	0.17**	0.001**	5	شرایط انبار × زمان اندازه‌گیری A × C
176.8**	0.2**	0.077**	20.5**	0.21**	0.001**	5	محلول × زمان B × C
524.8**	0.8*	0.088**	20.4**	0.037**	0.001**	5	شرایط انبار × محلول × زمان اندازه‌گیری A × B × C
524.8	0.319	0.078	23.73	0.005	0.002	48	خطا Error
6.52	4.68	4.87	4.08	3.05	14.26	-	درصد ضریب تغییرات CV (%)

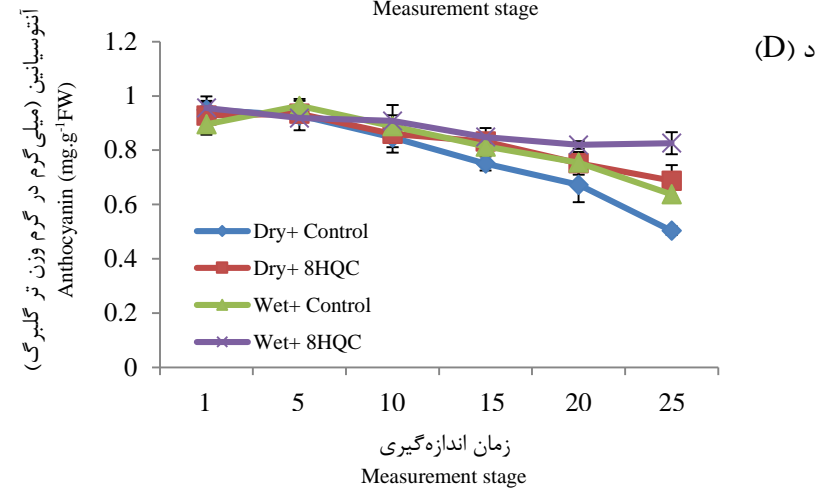
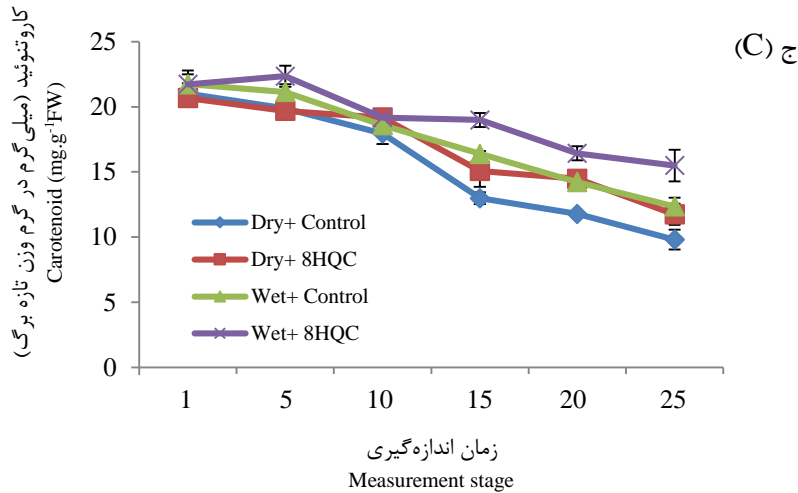
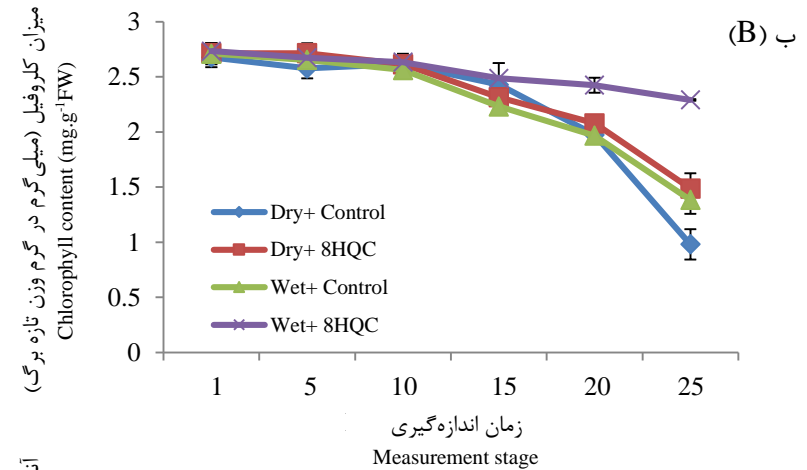
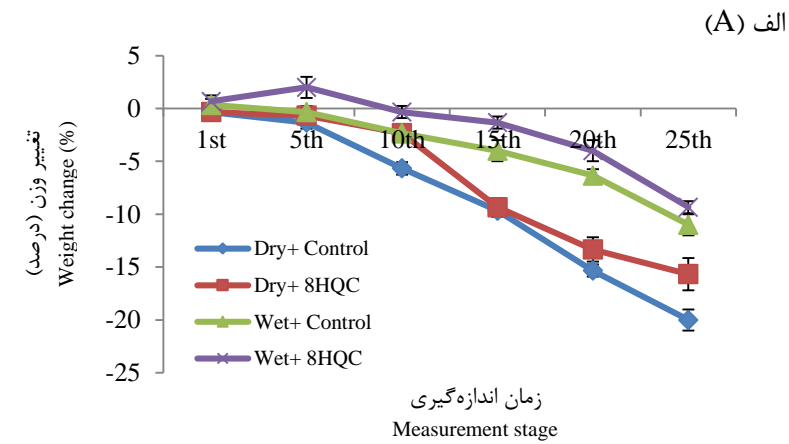
ns, ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۰.۱، ۰.۰۵، ۰.۰۱، ۰.۰۰۱، ۰.۰۰۰۱ و ۰.۰۰۰۰۱ به ترتیب معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۰.۱، ۰.۰۵، ۰.۰۱، ۰.۰۰۱، ۰.۰۰۰۱ و ۰.۰۰۰۰۱، ns, ** and *: Non-significant, Significant at 1% and 5% probability levels, respectively

ادامه جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس اثر شرایط انبار، محلول نگهدارنده، زمان اندازه‌گیری ویژگی‌ها و برهم‌کنش آن‌ها روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریدنی سوسن دورگه رقم "سبدازل"

Table 1 Continued: ANOVA results of the effect of storage conditions, preservative solution, measurement stage and their interaction on some physiological and biochemical characteristics in cut lily flowers cv. CebDazzle

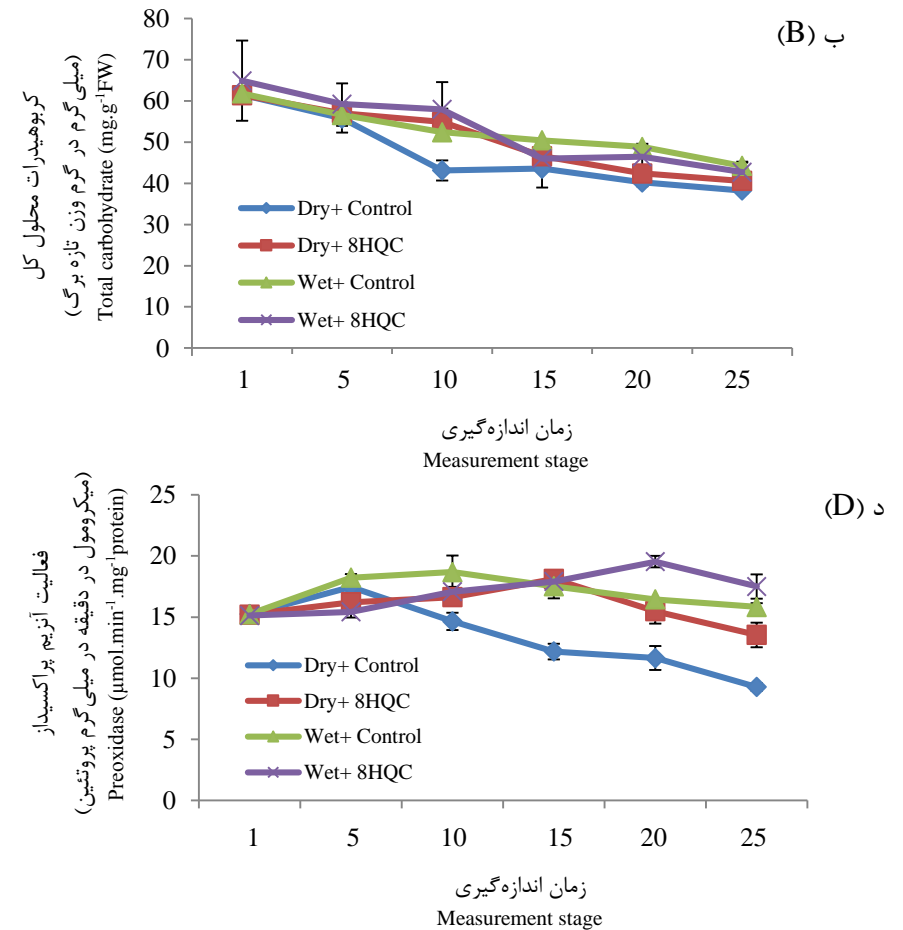
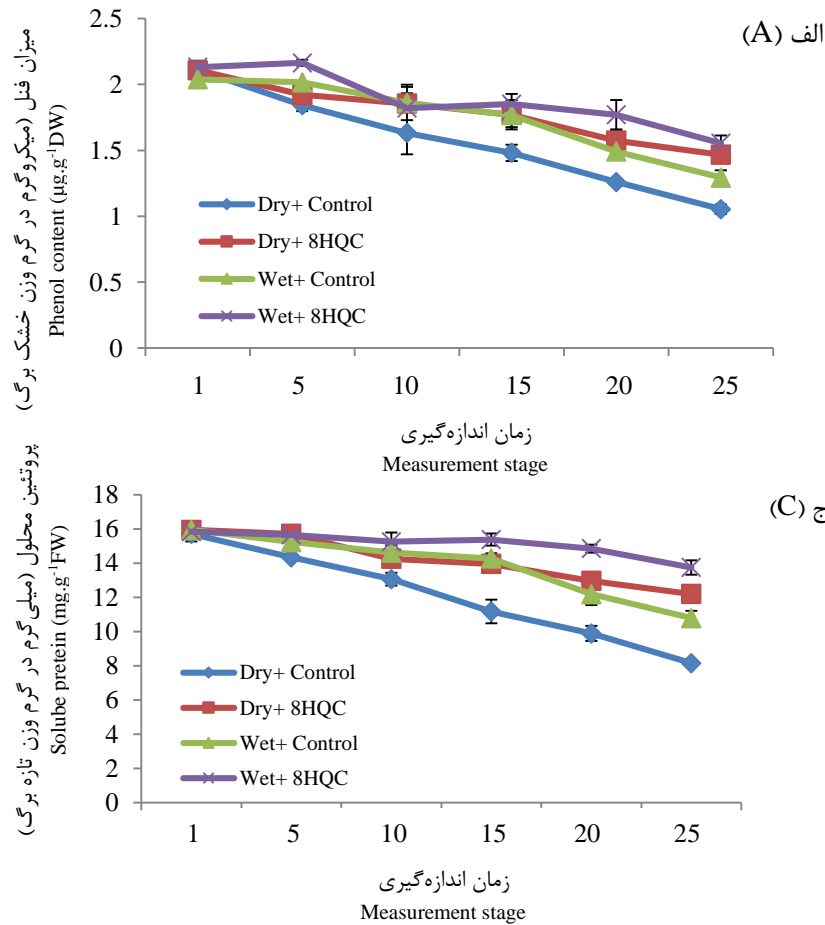
میانگین مربعات Mean of squares					درجه آزادی df	منابع تغییرات Source of variations
نشت یونی Ion leakage	کاتالاز Catalase	سوپراکسید دیسموتاز Superoxide dismutase	پراکسیداز Proxidase	پروتئین محلول Soluble protein		
539.03**	197.4**	3228.5**	103.9**	33.7**	1	شرایط انبار (A) Storage conditions (A)
550.01**	114.3**	3137.5**	29.37**	50.02**	1	محلول (B) Preservative solution (B)
7899.9**	1144.1**	64435**	70.08**	179.8**	5	زمان اندازه‌گیری (C) Measurement stage (C)
13.34*	2.07*	261.1**	24.77**	3.15**	1	شرایط انبار × محلول A × B
238.5**	183.03**	2803.6**	72.25**	3.35**	5	شرایط انبار × زمان اندازه‌گیری A × C
251.9**	133.8**	3632.3**	75.4**	25.9**	5	محلول × زمان B × C
28.9**	21.7**	474.5**	15.22**	0.97*	5	شرایط انبار × محلول × زمان اندازه‌گیری A × B × C
107.3	15.68	206.44	19.16	6.15	48	خطا Error
3.25	2.22	1.57	3.98	2.59	-	درصد ضریب تغییرات CV (%)

ns, ** و * به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح ۰.۱، ۰.۰۵، ۰.۰۱، ۰.۰۰۱، ۰.۰۰۰۱ و ۰.۰۰۰۰۱، ns, ** and *: Non-significant, Significant at 1% and 5% probability levels, respectively



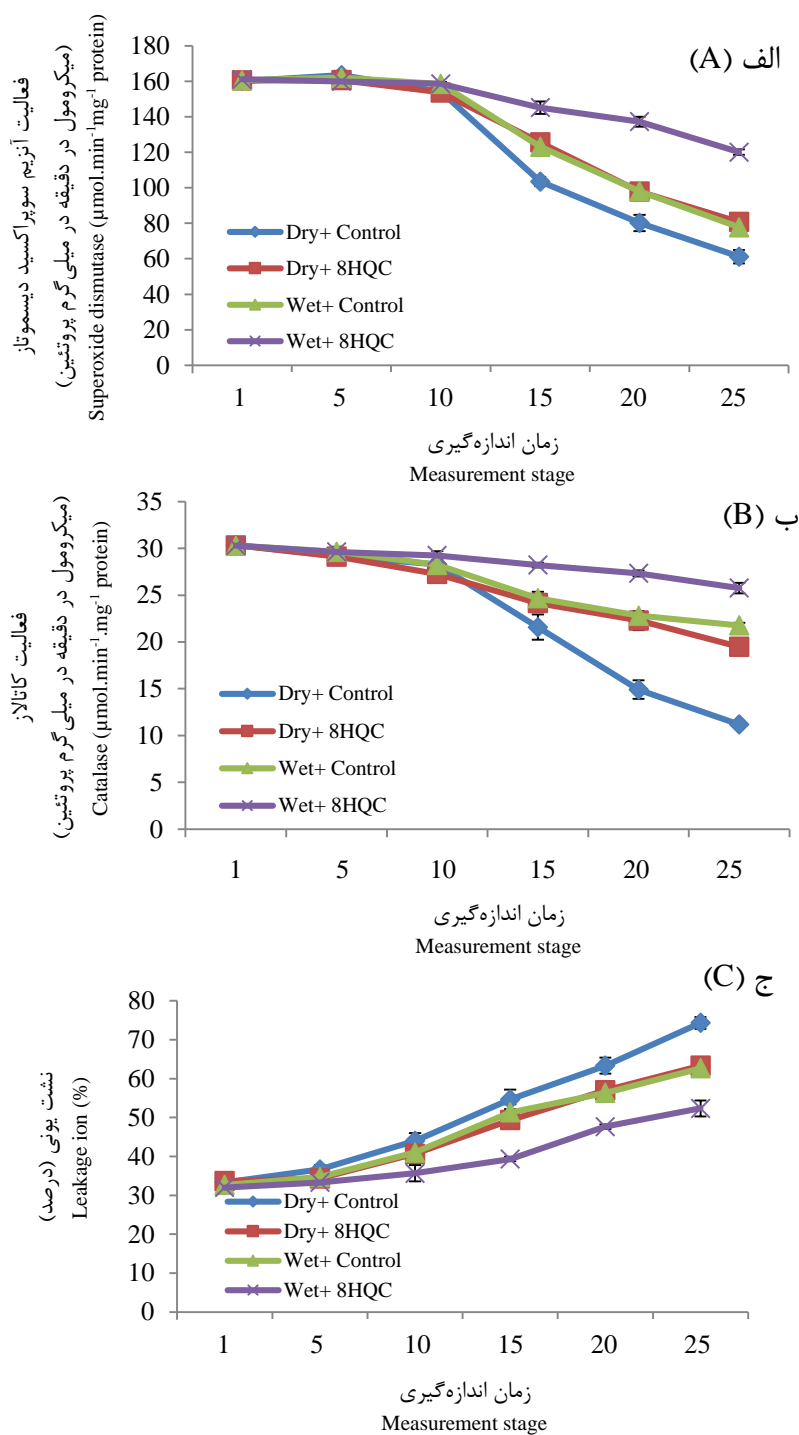
نمودار ۱: اثر تیمارهای خشک انبارمانی (Dry+Control)، خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸- هیدروکسی کینولین (Dry + 8HQC)، تر انبارمانی (Wet + Control) و تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸- هیدروکسی کینولین سیترات (Wet+ 8HQC) بر تغییر وزن (الف)، میزان کلروفیل برگ (ب)، میزان کاروتنوئید گلبرگ (ج) و میزان آنتوسیانین گلبرگ (د)، سوسن دورگه رقم "سبدازل" در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

Graph 1: Effect of treatments: Dry condition, Dry condition+8-HQC, Wet condition, Wet condition+8-HQC on Weight change (A), Chlorophyll content (B), Carotenoid (C) and Anthocyanin (D) of cut lily flowers cv. CebDazzle at different measurement stage



نمودار ۲: اثر تیمارهای خشک انبارمانی (Dry + Control)، خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸-هیدروکسی کینولین (Dry + 8HQC)، تر انبارمانی (Wet + Control) و تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸-هیدروکسی کینولین سیترات (Wet + 8HQC) بر میزان فنل برگ (الف)، کربوهیدرات‌های محلول (ب)، پروتئین محلول (ج) و فعالیت آنزیم پراکسیداز (د) سوسن دورگه رقم "سبدازل" در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

Graph 2: Effect of treatments: Dry condition, Dry condition+8-HQC, Wet condition, Wet condition+8-HQC on Phenol content (A), Soluble carbohydrate (B), Soluble protein (C) and Peroxidase activity (D) of cut lily flowers cv. CebDazzle at different measurement stage



نمودار ۳: اثر تیمارهای خشک انبارمانی (Dry + Control)، خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸-هیدروکسی کینولین (Dry + 8HQC)، تر انبارمانی (Wet + Control) و تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده ۸-هیدروکسی کینولین سیترات (Wet + 8HQC) بر میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (الف)، فعالیت آنزیم کاتالاز برگ (ب)، نشت یونی گلبرگ (ج) سوسن دورگه رقم "سبذال" در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری

Graph 3: Effect of treatments: Dry condition, Dry condition+8-HQC, Wet condition, Wet condition+8-HQC on superoxide dismutase (A), Catalase (B), Ion leakage (C) of cut lily cv. CebDazzle flowers at different measurement stage

آنزیم مشاهده شد. بیشترین سرعت کاهش و کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در روز آخر مربوط به تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بود. کمترین سرعت کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در تیمار تر انبارمانی

نتایج فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز نشان داد که تا روز ۱۰ام فعالیت آن در تمامی تیمارها ثابت بود و اتمسفر تعدیل یافته مجهول توانسته است فرایند کاهشی آنرا به تأخیر بیندازد و پس از باز شدن بسته روند کاهشی در فعالیت این

به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود. تیمار تر انبارمانی به همراه محلول ساکارز ۳٪ و تیمار خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC تقریباً روند کاهشی یکسانی داشتند و در روز آخر (روز ۲۵) میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز یکسانی داشتند (شکل ۳، الف).

باتوجه به نتایج تجزیه واریانس و شکل ۳، ب، بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول به صورت تر انبارمانی نسبت به خشک انبارمانی و هم‌چنین کاربرد محلول نگهدارنده 8-HQC نسبت به محلول ساکارز ۳٪ در حفظ فعالیت آنزیم کاتالاز مؤثرتر بوده است. با گذشت زمان میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برگ کاسته شد، به گونه‌ای که کم‌ترین میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برگ در تمامی تیمارها در روز ۲۵ام مشاهده شد. بررسی نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده نشان داد که شیب کاهشی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود و درنهایت کم‌ترین میزان فعالیت در روز آخر مربوط به این تیمار بود. کم‌ترین روند تغییرات میزان فعالیت آنزیم کاتالاز مربوط به تیمار تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود (شکل ۳، ب). از جمله مکانیسم‌های دفاعی گوناگون برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد ناشی از اکسیژن وجود سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی با سازوکار آنزیمی کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را از بین برده و خسارت‌های ناشی از تنش اکسیداتیو را کم کند. فعال بودن این آنزیم‌ها در رز هم مانع بیوستنز اتیلن و هم از خسارت عوامل بیرونی جلوگیری نموده است (مرتضوی و همکاران، ۱۳۸۷). وقتی شاخه‌های گل از گیاه جدا شده و در محلول نگهداری می‌شوند دچار تنش به‌ویژه تنش آبی می‌شوند. فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌ها در چنین شرایطی به‌وجود می‌آید، بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته و کاربرد 8-HQC 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 نشت یونی گلبرگ نشان داد که با گذشت زمان میزان آن افزایش یافت و بیش‌ترین میزان نشت در تمام تیمارها در روز آخر مشاهده شد. بررسی نوع انبارمانی و محلول نگهدارنده نشان داد که شیب افزایشی میزان نشت در تیمار خشک انبارمانی در محلول ساکارز ۳٪ بیش‌تر بود و درنهایت بیش‌ترین میزان نشت در روز آخر مربوط به این تیمار بود. کم‌ترین روند تغییرات نشت یونی مربوط به تیمار بسته‌بندی تحت شرایط

اتمسفر تعدیل یافته به صورت تر انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC بود. تیمار بسته‌بندی تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول به صورت تر انبارمانی به همراه محلول ساکارز ۳٪ و تیمار خشک انبارمانی به همراه محلول نگهدارنده 8-HQC تقریباً روند افزایشی نشت یونی یکسانی داشتند (شکل ۳، ج). شاخص ثبات غشاء بیان‌کننده مقدار نشت یونی بافت‌ها می‌باشد، در اوایل برداشت گل‌های بریدنی تفاوت کمی در ثبات غشاء در مقایسه با یکدیگر دیده شده است، اما با افزایش ماندگاری آن‌ها این تفاوت قابل توجه خواهد شد و کم‌ترین میزان ثبات غشا در زمان پیری گل به دست می‌آید (سینگ و شمارا، ۲۰۰۳). کفرانک و هالوی^۱ (۲۰۰۰) نیز بهبود کیفیت گل‌های بریدنی در انبارهای سرد را در نتیجه سالم ماندن غشاءهای سلولی دانسته و بیان داشتند که در نتیجه سالم ماندن این غشاءها حساسیت گل‌های بریدنی نسبت به تنش‌های اکسیداتیو کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

باتوجه به نتایج به دست آمده، نگهداری گل‌های سوسن (لیلیوم) تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته مجهول در ترکیب با انبار سرد توانسته است بر حفظ کیفیت گل تأثیر مطلوبی بر جای بگذارد اگرچه، با گذشت زمان، به‌ویژه پس از خروج گل‌ها از بسته‌بندی‌های تحت شرایط اتمسفر تعدیل یافته و انتقال آن‌ها از سردخانه به دمای اتاق علائم پیری بیشتر نمایان شده است. تیمارهای تر انبارمانی و 8-HQC در طی بسته‌بندی با اتمسفر تعدیل یافته، توانستند شتاب روند پیری را کاهش دهند. انبارمانی صحیح گل‌های بریدنی پیش از فروش، یکی از مراحل تضمین‌کننده در نگهداری و افزایش عمر گلجایی می‌باشد. باتوجه به نتایج به دست آمده تر انبارمانی در طی بسته‌بندی سبب حفظ تورژسانس آبی شد. هم‌چنین باتوجه به اثرات مثبت و بهبود برخی صفات مرتبط با عمر گلجایی استفاده از 8-HQC به‌عنوان یک تیمار نگهدارنده پیش از بسته‌بندی در ترکیب با اتمسفر تعدیل یافته مجهول برای این گل پیشنهاد می‌گردد.

منابع

دولتخواه، ف.، مستوفی، ی.، مومن، ر. و شفیع، م. ر. ۱۳۸۸. حفظ کیفیت و افزایش عمر گلدانی گل بریده رز رقم Grand Prix با استفاده از روش بسته‌بندی در اتمسفر تعدیل یافته. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۲ (۲): ۱۵۸-۱۵۱.

صادقی چروری، م.، گلچین، ا. و مرتضوی، س. ن. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر رقم، تراکم بوته و محلول‌پاشی عناصر غذایی بر خصوصیات کمی و کیفی گل، پیاز و عمر پس از برداشت گل شاخه بریده لیلیوم. مجله علوم باغبانی، ۲۶ (۳): ۲۶۲-۲۵۵.

کاظمی، ص.، حسن‌پور اصیل، م. و قاسمی‌نژاد، م. ۱۳۹۲. بررسی آثار فیزیولوژیک برخی اسانس‌های گیاهی در مقایسه با ۸-هیدروکسی‌کینولین‌سولفات در گل شاخه بریده لیسیانтус. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۵ (۲): ۱۹۵-۱۸۵.

مرتضوی، س. ن.، نادری، ر.، کافی، م.، خلیقی، ا.، بابالار، م. و علیزاده، ه. ۱۳۸۷. بررسی اثرات مصرف کلسیم و سیتوکنین بر صفات مرفوفیزیولوژیکی رز شاخه بریده رقم الونا. علوم باغبانی ایران، ۳۹ (۱): ۱۴۵-۱۳۷.

نسی‌گل، آ. م.، نادری، ا.، بابالار، م. و کافی، م. ۱۳۸۴. تأثیر برخی از تیمارهای شیمیایی و انبار سرد روی ماندگاری گل بریده داودی. نشریه علوم کشاورزی ایران، ۳۷ (۵): ۸۰۹-۸۰۱.

Aebi, H. 1984. Catalase *in vitro*. Methods Enzymol, 105: 121-126.

Amjad, A. and Ahmad, I. 2012. Optimizing plant density, planting depth and postharvest preservatives for *Lilium longifolium*, Journal of Ornamental and Horticulture Plants, 2: 13-20.

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: 248-254.

Chance, B. and Maehly, A. C. 1955. Assay of catalase and peroxidase. Methods in Enzymology, 2: 764-775.

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: 93-101.

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

Farokhzad, A. R., Khalighi, A., Mostofi, Y. and Naderi, R. 2008. Effect of some chemical treatments on quality and vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) cut flowers. Acta Horticulture, 768: 479-486.

Gul, F. and Tahir, I. 2012. Effect of dry and wet storage at cool temperatures on postharvest performance of *Narcissus tazetta* cv. Kashmir local flowers. Journal of Horticulture Science and Ornamental Plants, 4: 75-83.

Halevy, A. H. and Mayak, S. 1981. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers. Part 2. Horticulture Review, 3: 49-143.

Halliwell, B. and Gutteridge, J. M. C. 1999. Free radicals in biology and medicine. Oxford: oxford university press, 3rd Edition.

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

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: 263-269.

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: 33-40.

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: 236-243.

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: 201-207.

Knee, M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservation. Postharvest Biology and Technology, 18: 227-234.

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

Lay-Yee, M., Stead, A. and Reid, M. S. 1992. Flower senescence in daylily *Heemerocallis*. Physiologia Plantarum, 86: 308-314.

Liao, L. J., Hanlin, Y. U., Huang, K. L., Chen, W. S. and Cheng, Y. M. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 41: 299-303.

Lichtenthaler, H. K. and Wellburn, A. R. 1985. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b 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 electrilite leakage. American Horticultural Science, 123: 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: 95-105.

Noctor, G. and Foyer, C. H. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 49: 249-279.

- Pacifici, S., Ferrante, A. and Mensuali-Sodi, A. 2013. Effect of mild vacuum packaging on cut *Matthiola incana* L. flowers vase life. *Agricultural and Environmental Sciences*, Università degli Studi di Milano, Milano, Italy. 7: 861-869.
- Pal, A. and Kumar, S. 2004. Response of floral preservative on postharvest quality of gladiolus spike cultivar Pink Feriendship. *Indian Journal of Horticulture*, 177: 529-532.
- Palma, J. M., Sandalio, L. M., Corpas, F. J., Romero, M. C., McCarthy, I. and Ríó, L. A. 2002. Plant proteases, protein degradation, and oxidative stress: role of peroxisomes. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40: 521-530.
- Patel, T. and Singh, A. 2008. Effect of different modified atmosphere packaging (map) films and cold storage temperatures on keeping quality of gerbera (*Gerbera jamesonii*) flowers. In IX International Symposium on Postharvest Quality of Ornamental Plants, 847: 353-358.
- Pongsuriya, K., Noriyuki, I. and Mitsuya, S. 2007. Effect of ascorbic acid on the odors of cloudy apple juice. *Food Chemistry*, 100: 1342-1349.
- Ranwala, A. P. and Miller, W. B. 1998. Gibberellin₄₊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: 563-568.
- Reid, M. 2001. Summary of CA and MA requirements and recommendation for cut flowers. Postharvest Technology Research and Information Center. Uni. California. Davis.
- Rubinstein, B. 2000. Regulation of cell death in flower petals. *Plant Molecular Biology*, 44: 303-318.
- Sakihama, Y., Michael, F., Cohen, S., Grace, C. and Hideo, Y. 2002. Plant phenolic antioxidant and prooxidant activities: phenolics-induced oxidative damage mediated by metals in plants. *Toxicology*, 177: 67-80.
- Shellabear, M. A., Joyce, D. C. and Cake, I. I. 1993. Starch iodine staining patterns in petals of cut roses. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 33: 103-109.
- Singelton, V. L. and Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144-158.
- Singh, A., Dhaduk, B. K. and Ahlawat, T. 2009. Storage of jasmine (*Jasminum sambac*) in passive MAP. *Acta Horticulture*, 847: 321-326.
- Singh, A. and Kumar, P. 2008. Influence of postharvest treatments on modified atmosphere low temperature stored Gladiolus cut spikes. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 1 (3): 267-277.
- Singh, P. V. and Sharma, M. 2003. The postharvest life of pulsed gladiolus spikes: the effect of preservative solutions. *Acta Horticulture*, 624: 395-398.
- 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 water stress. *Plant Science*, 168: 223-231.
- Van Doorn, W. G. 2001. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. *Acta Horticulturae*, 543: 179-183.
- Van Doorn, W. G., Groenewegen, G., Van de Pol, P. A. and Berkholst, C. E. M. 1991. Effects of carbohydrate and water status on flower opening of cut Madlon roses. *Postharvest Biology and Technology*, 1: 47-57.
- Varshney, A., Dhan, V. and Sirivastava, P. S. 2000. A protocol for *in vitro* mass propagation of lily through liquid stationary culture. *In Vitro Cellular and Development Biology Plant*, 36: 383-391.
- Wagner, G. J. 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars free amino acids, and anthocyanins in protoplast. *Plant Physiology*, 64: 88-93.
- Waithaka, K., Reid, M. S. and Dodge, L. 2001. Cold storage and flower keeping quality of cut tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (3): 271-275. 2.
- Yamashita, I., Dan, K. and Ikeda, H. 1999. Storage of cut spray type chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Tzvelev) by active modified atmosphere packaging. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 68: 622-627.
- Zring, A., Tounekti, T., Mohamed Vadel, A., Ben Mohamed, H., Valero, D., Serrano, M., Chatara, C. and Khemira, H. 2011. Possible involvement of polyphenols and polyamines in salt tolerance of almond rootstocks. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49: 1313-1322.

The Effect of Dry and Wet Storage of Cut Lily (*Longiflorum* × *Asiatic* hybrids cv. CebDazzle) Flowers under Passive MAP Conditions

Farhodi¹, N., Salehi Salmi^{2*}, M. R., Yari³, F. and Shahbazi⁴, E.

Abstract

Lily is one of the most popular cut flowers that proper storage could ensure high quality of flowers during the supply chain. In this study the effect of 12 h pulse treatment of sucrose (3%) with or without 8-hydroxyquinoline citrate (8-HQC) under dry and wet modified atmosphere packaging were evaluated on the cut lily (*Lilium longiflorum* Thunb. cv. CebDazzle) flowers. Flowers were kept at 8°C for 15 days. To vase life predict at the end of supply chain, flowers were transferred from storage to the room temperature and the pack was opened. Followed flowers vase life, weight loss, carbohydrate, chlorophyll, pigment and some senescence related enzymes content were measured every 5 days interval. The results showed that 8-HQC in combination with 3% sucrose extended cut flowers vase life. Otherwise MAP under wet condition in compare with dry condition had significant effect on the longevity and quality parameters of cut lilies. The best water balance were observed on 8-HQC treating contain 3% sucrose under wet MAP condition. Moreover, the degradation of chlorophyll, carotenoids, phenol and anthocyanin as well as carbohydrate of the cut flowers was retarded during postharvest life. Protein degradation and antioxidant activities were controlled by the use of wet MAP in combination with 8-HQC plus sucrose. It seems that this treatment could be able to provide primary carbohydrate levels for flowers to continue their developmental stage, therefore, wet MAP condition during long transport and storage is preferred by cut lilies.

Keywords: Antioxidant enzymes, Anthocyanin, Chlorophyll, Vase life

1 and 2. MSc Graduated and Assistant Professor, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran

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

*: Corresponding author

Email: mrsalehisalmi@gmail.com