

تأثیر کاربرد پس از برداشت پوترسین بر عمر ماندگاری ارقام گل بریده ژبربا (Stanza و Pink Elegance)

میثم محمدی^۱، میترا اعلانی^{۱*} و مهدی صیدی^۲

^۱ ایران، زنجان، دانشگاه زنجان، گروه علوم باغبانی

^۲ ایران، ایلام، دانشگاه ایلام، گروه علوم باغبانی

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۵/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۲/۱۴

چکیده

ژبربا یکی از گل‌های شاخه بریده مهم است که به دلیل پرمردگی سریع و خمیدگی گردن عمر ماندگاری آن پس از برداشت پایین است. به منظور بهبود کیفیت و ماندگاری ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل شاخه بریده ژبربا توسط کاربرد پوترسین، پس از برداشت، این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی در غلظت چهار میلی‌مولار، تیمار موقت (پالس) هشت میلی‌مولار، تیمار دائم (گلجایی) دو میلی‌مولار و شاهد بودند. صفات مورد بررسی شامل عمر گلجایی، وزن تر نسبی، جذب محلول، مواد جامد محلول (TSS)، نشت یونی (EC)، مالون دی‌آلدئید (MDA)، آنزیم کاتالاز (CAT) و آنزیم فنیل آلانین آمونیا لایز (PAL) بودند. نتایج نشان داد که رقم Stanza دارای عمر گلجایی و کیفیت بهتری نسبت به رقم Pink Elegance پس از برداشت بود. در این آزمایش تمام تیمارهای پوترسین باعث افزایش عمر گلجایی در هر دو رقم شدند، بطوریکه بیشترین عمر گلجایی به ترتیب مربوط به تیمار دائم، تیمار موقت و تیمار محلول‌پاشی بود. در بیشتر موارد، تمام تیمارهای پوترسین باعث حفظ کیفیت پس از برداشت گل‌های ژبربا طی چهار و هشت روز ماندگاری شدند. تیمار دائم پوترسین در هر دو رقم دارای وزن تر نسبی، جذب محلول گلجایی، بازارپسندی، TSS، CAT، PAL، بیشتر، EC و MDA کمتری بود. در مقابل کمترین کیفیت نیز مربوط به شاهد بود هرچند که در برخی موارد مانند TSS، EC، CAT و PAL با تیمار محلول‌پاشی فاقد اختلاف معنی‌دار بود. به‌طور کلی بهترین نتیجه مربوط به تیمار دائم پوترسین (۱۱ روز عمر گلجایی برای رقم Stanza و ۱۰ روز عمر گلجایی برای رقم Pink Elegance) و در مرتبه بعدی تیمار موقت بود. بنابراین با توجه به نتایج مثبت این آزمایش، استفاده از تیمارهای فوق جهت بهبود عمر ماندگاری و کیفیت پس از برداشت ارقام Stanza و Pink Elegance گل شاخه بریده ژبربا پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: پوترسین، تیمار موقت، تیمار دائم، محلول‌پاشی پس از برداشت، عمر گلجایی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۲۴-۳۳۰۵۴۵۲۹، پست الکترونیکی: Maelaei@znu.ac.ir

مقدمه

کوتاه بین دوره‌های برداشت از مهمترین دلایل توجه به این گل شاخه بریده می‌باشد (۷). ژبربا با وجود اینکه در بین مصرف‌کنندگان گل‌های شاخه بریده از محبوبیت بالایی برخوردار می‌باشد ولی دارای عمر پس از برداشت (عمر گلجایی) کوتاه می‌باشد (۱۲). مهمترین عارضه‌هایی که باعث کاهش کیفیت و عمر گلجایی در این گل می‌شوند

ژبربا بانام علمی *Gerbera Jamesonii* L. از تیره Asteraceae و بومی منطقه ترانسوال آفریقای جنوبی است که از نظر اقتصادی در بین گل‌های شاخه بریده پس از رز، داوودی، لاله و لیلیوم رتبه پنجم را به خود اختصاص داده است (۲۰). پنجمین گل شاخه بریده جهان از نظر تولید و فروش، زیبایی و تنوع رنگ زیاد، عملکرد زیاد و فاصله

کاربرد پوترسین در پس از برداشت باعث کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی آلدئید در گل‌های شاخه بریده لیسپانتوس شده و عمر ماندگاری گل‌ها را طی دوره نگهداری افزایش داد (۱). کاربرد پوترسین می‌تواند نفوذپذیری غشاء را از طریق افزایش فعالیت سیستم آنتی-اکسیدانی حفظ کند و در نتیجه فرایند پیری را در گل‌های شاخه بریده به تأخیر بیندازد (۱۶) که در تأیید آن می‌توان به گل‌های بریدنی لیسپانتوس تیمار شده با پوترسین اشاره کرد که فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز در آن‌ها کاهش و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز به‌عنوان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش یافت (۱).

در گزارشی دیگر کاربرد پس از برداشت پلی‌آمین‌ها با غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ پی‌پی‌ام در محلول نگهداری گل ژربرا مورد مطالعه قرار گرفت و نتیجه گرفته شد که پلی‌آمین‌های پوترسین، اسپرمیدین و اسپرمین با حفظ وزن تر، محتوای پروتئین، فنل و همچنین کاهش نشت یونی عمر گلجایی را در گل ژربرا رقم "Alcatraz" نسبت به شاهد افزایش داد (۱۹). مطالعات نشان می‌دهد که میزان اسپرمیدین و پوترسین در طی مراحل پیری گل‌های گیاه نخود کاهش می‌یابد ولی سطوح درون‌زای اسپرمین و پلی‌آمین‌های N4 - هگزانول اسپرمیدین (Hexanoyl-spd) افزایش می‌یابد. این شواهد نشان می‌دهد که پلی‌آمین‌های مختلف نقش‌های بیولوژیکی متفاوتی را در گیاه ایفا می‌کنند (۲۳).

از آنجا که پوترسین به‌عنوان یکی از پلی‌آمین‌های مهم برای افزایش کیفیت و عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده بکار می‌رود، ولی کاربرد بهینه و روش استفاده صحیح از آن، پس از برداشت به‌طور دقیق مورد مطالعه قرار گرفته است. بنابراین در آن تحقیق اثر پس از برداشت پوترسین به شکل‌های محلول‌پاشی پس از برداشت، تیمار موقت (پالس) و تیمار دائم (گلجایی) بر خصوصیات کیفی و عمر گلجایی ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل بریدنی ژربرا مورد بررسی قرار گرفت.

شامل پژمردگی گلبرگ و خمیدگی گردن پس از برداشت می‌باشند. هرچند که میزان خمیدگی گردن یک صفت وابسته به رقم می‌باشد ولی در زمانی که در ساقه میزان تعرق بیشتر از جذب آب باشد، کمبود آب روی داده و پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن توسعه می‌یابد (۱۰). با توجه به افزایش تقاضای مصرف‌کنندگان به گل‌های شاخه بریده، ضرورت پژوهش‌ها در خصوص افزایش عمر گلجایی و حفظ کیفیت، کاهش خسارت‌های فیزیولوژیکی و در نتیجه کاهش تلفات پس از برداشت این گل‌ها امری ضروری است. بنابراین تیمار گل‌ها در قبل و از پس برداشت برای جلوگیری از توسعه ضایعات و حفظ کیفیت گل‌های بریدنی یک روش متداول برای افزایش عمر ماندگاری آن‌ها می‌باشد (۷ و ۱۱).

مهمترین فرایند مؤثر در کاهش کیفیت و عمر گلجایی گل‌های بریدنی پیری زودرس پس از برداشت می‌باشد. یکی از علائم مهم فیزیولوژیکی پیری گل‌ها پس از برداشت پراکسید شدن لیپیدهای غشاء و تخریب آن‌ها تحت تأثیر رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌باشد که در نتیجه این فرایند میزان مالون دی آلدئید (MDA) افزایش می‌یابد (۲۶). پلی-آمین‌ها هیدروکربن‌هایی پلی‌کاتیونی با وزن مولکولی پایین می‌باشند که دارای زنجیر کربنی خطی با دو گروه آمینی انتهایی هستند که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از پوترسین (دارای دو گروه آمین)، اسپرمیدین (دارای سه گروه آمین) و اسپرمین (دارای چهار گروه آمین) که در گیاهان ویژگی ضد پیری دارند (۳۲). مطالعات نشان می‌دهد که اس-آدنوزیل متیونین (SAM) که منبع اصلی تولید اتیلن می‌باشد، به‌عنوان پیش‌ساز بیوسنتز پلی‌آمین‌ها نیز به کار می‌رود، بنابراین بیوسنتز اتیلن و پلی‌آمین‌ها در تقابل با یکدیگر می‌باشد و کاهش تولید اتیلن داخلی به دلیل تولید پلی‌آمین‌ها می‌تواند پیری گل‌ها را به تأخیر بیندازد (۲۲). چنین استنباط می‌شود که شروع پیری می‌تواند به دلیل کاهش فعالیت آنزیم آرژنین دکربوکسیلاز و در نتیجه کاهش میزان تولید پلی‌آمین‌ها باشد (۸).

مواد و روشها

میکرومول بر مترمربع در ثانیه نگهداری شدند. در این آزمایش در زمان‌های صفر، چهار و هشت روز صفات مختلف گل مورد بررسی قرارگرفت (شکل ۱).



شکل ۱- C، T1، T2، T3 به ترتیب از چپ به راست شاهد، تیمار محلول‌پاشی، تیمار موقت و تیمار دائم پس از ۸ روز ماندگاری پس از برداشت را نشان می‌دهند.

وزن‌تر نسبی شاخه گل: وزن‌تر نسبی شاخه گل‌ها توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پیش از قرارگیری در محلول‌ها و پس از آن در طی دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. وزن‌تر نسبی شاخه گل با استفاده از رابطه یک برحسب درصد محاسبه گردید که در آن RFW وزن‌تر نسبی برحسب درصد، Wt وزن شاخه گل برحسب گرم در روزهای بررسی، همچنین $Wt=0$ وزن همان شاخه گل در روز صفر می‌باشد (۱۸).

$$RFW = (Wt/Wt=0) \times 100 \text{ (رابطه ۱)}$$

جذب محلول گلجایی (Vase Solution Uptake): میانگین جذب محلول گلجایی در طی آزمایش با روش هی و همکاران (۱۲) و با استفاده از رابطه دو محاسبه گردید که در آن VSU جذب محلول گلجایی برحسب میلی‌لیتر بر گرم وزن‌تر، St وزن محلول در روزهای بررسی برحسب گرم، St1 وزن محلول در روز قبل برحسب گرم می‌باشد (۱۸).

$$VSU = St1 - St \text{ (رابطه ۲)}$$

مواد جامد محلول و عمر گلجایی: مقدار مواد جامد محلول ساقه در ناحیه گردن گل با استفاده از دستگاه

این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار و هر تکرار حاوی سه شاخه گل در دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان و دانشگاه ایلام در بهار سال ۱۳۹۷ طراحی و اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (بدون هیچ‌گونه تیمار)، محلول‌پاشی پس از برداشت با غلظت چهار میلی‌مولار، تیمار موقت (پالس) با غلظت هشت میلی‌مولار و تیمار دائم (گلجایی) حاوی دو میلی-مولار پوترسین بودند که برای دو رقم "Stanza" و "Pink Elegance" گل بریدنی ژربرا اعمال گردیدند.

گل‌های ژربرا رقم‌های "Stanza" (دارای رنگ قرمز) و "Pink Elegance" (دارای رنگ صورتی) از یک گلخانه هیدروپونیک تجاری در شهرستان پاکدشت در مرحله بلوغ تجاری برداشت و بلافاصله در داخل ظروف حاوی آب مقطر به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ایلام منتقل گردید. در آزمایشگاه شاخه گل‌ها با ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر به صورت مورب برش داده شدند و پس از تیمار در بطری-های شیشه‌ای حاوی ۲۰۰ میلی‌لیتر محلول گلجایی قرار گرفتند. محلول گلجایی در همه تیمارها و همچنین شاهد حاوی ۱/۵ درصد ساکارز و ۱۵۰ پی‌پی‌ام ۸-هیدروکسی کوئینولین سیترات به عنوان میکروب‌کش بود. برای تیمار محلول‌پاشی از غلظت ۴ میلی‌مولار پوترسین استفاده شد که توسط آبپاش دستی روی گل‌های بریده شده اسپری شد و بعد از دو ساعت به ظروف گلجایی مربوط به خود منتقل گردیدند. برای تیمار موقت (پالس) بخشی از گل‌ها در محلول هشت میلی‌مولار پوترسین برای مدت دو ساعت قرارگرفت و سپس به ظروف گلجایی منتقل گردید. برای تیمار دائمی و شاهد نیز محلول گلجایی به ترتیب حاوی دو و صفر میلی‌مولار پوترسین بود. محلول‌های نگهداری تا پایان آزمایش به صورت محلول نگهداری دائم و بدون تعویض تحت دمای 21 ± 1 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد و ۱۴ ساعت روشنایی با شدت ۲۰

شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-3100) اندازه‌گیری شد و جذب سایر رنگ‌دهنده‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کم گردید (۲۸).

سنجش آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و فنیل آلانین

آمونیا لیا ز (PAL): عصاره آنزیمی از نمونه‌های نگهداری شده در فریزر ۸۰- و در داخل یخ تهیه گردید. برای این منظور ابتدا ۰/۵ گرم از بافت گلبرگ در ۵۰ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با پی‌اچ ۷/۵ که دارای پلی-وینیل‌پیرولیدین (PVP) بود بخوبی ساییده شد. سپس عصاره‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور و دمای چهار درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند و از محلول شفاف رویی برای سنجش آنزیم‌ها استفاده شد (۹). سنجش فعالیت آنزیمی کاتالاز براساس اندازه‌گیری تجزیه H_2O_2 و کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر صورت گرفت. مخلوط واکنش (سه میلی‌لیتر) شامل بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار، آب اکسیژنه ۱۵ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. با افزودن پراکسید هیدروژن به مخلوط واکنش، واکنش شروع و کاهش در جذب پراکسید هیدروژن در مدت ۳۰ ثانیه در مدت ۲۴۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-3100) قرائت گردید. برای محاسبه واحد آنزیمی از ضریب خاموشی معادل (39.4 $mm^{-1}cm^{-1}$) استفاده شد (۷).

برای سنجش آنزیم PAL (فنیل آلانین آمونیا لیا ز) یک میلی‌لیتر بافر استخراج (بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار) که دارای EDTA یک درصد و PVP یک درصد بود، ۰/۵ میلی‌لیتر فنیل آلانین ۱۰ میلی‌مولار، ۰/۴ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر و ۰/۱ میلی‌لیتر عصاره آنزیمی مخلوط و به مدت یک ساعت در داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگهداری شد. واکنش با اضافه کردن ۰/۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک شش مولار متوقف شد و جذب نمونه‌ها در طول موج ۲۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای

رفراکتومتر دستی (مدل ATC-1e) در دمای اتاق و برحسب درجه بریکس اندازه‌گیری شد (۱۵). برای ارزیابی عمر گلجایی، پژمردگی گلبرگ به میزان بیشتر از ۶۰ درصد و خمیدگی گردن بیشتر از ۹۰ درجه (بوسیله نقاله) پایان عمر گلجایی گل تلقی شد.

نشت یونی: برای این منظور قطعاتی با ضخامت یکسان (وزن یک گرم) از دو قسمت گلبرگ‌ها و انتهای شاخه (قسمت داخل آب) در روزهای صفر، ۴ و ۸ توسط پانچ دستی برداشته و پس از شستشو با آب مقطر در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پس از ۴ ساعت قرارگرفتن روی دستگاه شیکر (با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه)، هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج (مدل MW301) قرائت گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۵ دقیقه در داخل حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرارگرفته و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از رابطه سه، درصد نشت یونی محاسبه گردید (۱۳ و ۲۵).

$$EL\% = (EC_1 / EC_2) \times 100 \text{ (رابطه ۳)}$$

مالون دی آلدئید: میزان پراکسیده شدن لیپیدها از غلظت مالون دی آلدئید (MDA) به‌عنوان محصول واکنش پراکسیده شدن اسیدهای چرب استفاده گردید. برای این منظور ۰/۲ گرم گلبرگ با نیتروژن مایع کاملاً آسیاب شد و به آن یک میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد اضافه گردید. عصاره حاصل به مدت ۲۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰ دور و دمای چهار درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. سپس ۵۰۰ میکرولیتر محلول رویی به ۵۰۰ میکرولیتر تری کلرواستیک اسید ۲۰ درصد که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیئوریک اسید بود، اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت نیم ساعت در حمام آب گرم ۹۵ درجه سلسیوس قرارداده شد و بلافاصله در یخ سرد گردید. محلول صورتی مالون دی آلدئید-تیوباربیئوریک اسید (MDA-TBA) تولید

صفات در سطح احتمال یک درصد آزمون دانکن معنی‌دار شد. همچنین تمام صفات مورد بررسی بین دو رقم Stanza و Pink Elegance در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل تیمار و رقم تنها برای وزن‌تر نسبی در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد و اثر متقابل تیمار و زمان بررسی تنها برای عمر گلجایی و مواد جامد محلول معنی‌دار نشد. اثرات متقابل تیمار، رقم و زمان بررسی نیز برای اکثر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نگردید و تنها برای وزن‌تر نسبی و آنزیم PAL در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

محاسبه اسیدسینامیک تولید شده از منحنی استاندارد اسیدسینامیک استفاده شد. هر میلی‌مول اسیدسینامیک تولید شده در یک ساعت معادل یک واحد آنزیمی در نظر گرفته شد (۶).

تجزیه آماری: داده‌های آزمایش پس از جمع‌آوری توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۲) تجزیه‌شده و برای مقایسه اختلاف بین میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح آماری پنج درصد استفاده شد.

نتایج

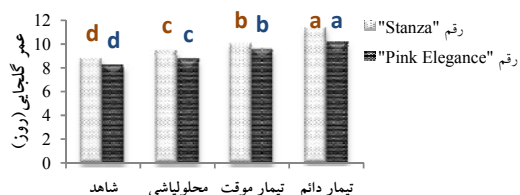
نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر تیمار بر تمام

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مختلف ارقام ژبررا در پس از برداشت

میانگین مربعات									
منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن‌تر نسبی	جذب نسبی محلول گلجایی	عمر گلجایی	مواد جامد محلول	نشت یونی گلبرگ	مالون دی آلدئید	فعالیت آنزیم CAT	فعالیت آنزیم PAL
تیمار	۳	۴۹/۳**	۹/۳**	۲۲/۵**	۰/۳۳**	۵۴/۱**	۷۴/۷**	۰/۵۲۳**	۱/۳**
رقم	۱	۳۶۵/۹**	۳۲/۲**	۱۴/۳**	۰/۲۱**	۱۴۴/۷**	۱۵۳/۴**	۱/۴**	۲۱/۳**
زمان	۲	۵۶۱۳/۲**	۴۷۵۶/۱**	۰/۰ ^{ns}	۵/۷۳**	۲۰۷۳۹/۱**	۶۹۸۸/۰**	۱۰۷/۷**	۵۲۹/۲**
تیمار × رقم	۳	۲/۶*	۰/۳ ^{ns}	۰/۷**	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}	۰/۸۲ ^{ns}	۰/۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۹ ^{ns}
تیمار × زمان	۶	۱۳/۴**	۶/۱**	۰/۰ ^{ns}	۰/۰۹۸ ^{ns}	۱۴/۱**	۲۴/۱**	۰/۱۴**	۰/۳۷**
رقم × زمان	۲	۱۱۷/۹**	۴۳/۳**	۰/۰ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۲۹/۱**	۵۰/۴**	۰/۳**	۱/۵ ^{ns}
تیمار × رقم × زمان	۶	۱/۱ ^{ns}	۰/۴**	۰/۰ ^{ns}	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۵۱ ^{ns}	۵/۵ ^{ns}	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۶**
خطای آزمایش	۷۲	۰/۹	۰/۱	۰/۱	۰/۰۴	۲/۰۳	۳/۳۵	۰/۰۲	۰/۱۱
ضریب تغییرات	-	۲/۰۳	۳/۴۵	۳/۸۱	۴/۳۵	۳/۶۶	۶/۷۸	۵/۲۵	۴/۱۴

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد آزمون دانکن را نشان می‌دهند

پاشی با پوترسین، عاملی مؤثر در ایجاد اختلاف بین تیمارها باشد.



شکل ۲- اثر تیمارهای پوترسین بر عمر گلجایی (روز) ارقام Stanza و Pink Elegance گل ژبررا

عمر گلجایی: نتایج مقایسه میانگین نشان داد که رقم Stanza دارای عمر گلجایی بیشتری نسبت به رقم Pink Elegance بود ولی در هر دو رقم همه‌ی تیمارها باعث افزایش عمر گلجایی شدند، بطوریکه تیمار دائم و شاهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین عمر گلجایی برای هر دو رقم Stanza و Pink Elegance بودند. در مرتبه‌ی بعدی ابتدا تیمار موقت و سپس محلولپاشی با پوترسین از عمر گلجایی بیشتری نسبت به شاهد برخوردار بودند (شکل ۲). احتمالاً دسترسی دائم به پوترسین در تیمار دائم و همچنین مقدار زیاد آن در تیمار موقت نسبت به محلول-

بیشتر از رقم Stanza بود. تمام تیمارها مشابه هم در هر دو رقم باعث حفظ وزن‌تر نسبی نسبت به شاهد شدند. بطوری که پس از هشت روز ماندگاری بیشترین وزن‌تر نسبی در هردو رقم به ترتیب مربوط به تیمار دائم، تیمار موقت و سپس محلول‌پاشی بود که همگی دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد بودند (جدول ۲).

وزن‌تر نسبی: نتایج نشان داد که رقم Stanza با ۹۶/۶۹ درصد، از وزن‌تر نسبی بیشتری نسبت به رقم Pink Elegance (۹۲/۷۹ درصد) برخوردار بود و با افزایش زمان ماندگاری وزن‌تر نسبی در هردو رقم ابتدا پس از چهار روز افزایش و طی هشت روز نسبت به روز صفر کاهش یافت، هرچند که این تغییر در رقم Pink Elegance

جدول ۲- اثر تیمارهای پوترسین بر وزن‌تر نسبی (٪) ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل ژربرا

مقایسه میانگین †	رقم	زمان بررسی	شاهد	محلول‌پاشی	تیمار موقت	تیمار دائم
"Stanza"	۹۶/۳۶ ^a		۹۵/۳۳ ^d	۹۶/۳۵ ^c	۹۷/۱۸ ^b	۹۷/۹۱ ^a
صفر		۱۰۰/۰۰ ^b	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a
۴ روز		۱۰۵/۵۷ ^a	۱۰۵/۲۵ ^b	۱۰۶/۲۰ ^{ab}	۱۰۷/۲۰ ^a	۱۰۷/۶۵ ^a
۸ روز		۸۳/۵۱ ^c	۸۰/۷۵ ^d	۸۲/۸۷ ^c	۸۴/۳۵ ^b	۸۶/۱۰ ^a
"Pink Elegance"	۹۲/۷۹ ^b		۹۰/۷۷ ^d	۹۲/۱۱ ^c	۹۳/۳۸ ^b	۹۴/۹۰ ^a
صفر		۱۰۰/۰۰ ^b	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a	۱۰۰/۰۰ ^a
۴ روز		۱۰۲/۵۳ ^a	۹۹/۷۲ ^c	۱۰۱/۵۲ ^{bc}	۱۰۳/۳۰ ^{ab}	۱۰۵/۶۰ ^a
۸ روز		۷۵/۸۴ ^c	۷۲/۶۰ ^d	۷۴/۸۲ ^c	۷۶/۸۴ ^b	۷۹/۱۰ ^a

†: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

ولی تمامی تیمارها مقدار جذب بیشتری نسب به شاهد داشتند. در بین تیمارها در هردو رقم بیشترین مقدار جذب مربوط به تیمار دائم، سپس تیمار موقت و در آخر تیمار محلول‌پاشی پوترسین بود. هرچند پس از هشت روز ماندگاری در هر دو رقم بین تیمارهای موقت و محلول-پاشی اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

جذب محلول گلجایی: جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد میزان جذب محلول گلجایی در رقم Stanza بیشتر از رقم Pink Elegance بود. احتمالاً قطر بیشتر گل و ساقه (خصوصیت رقم) و همچنین کند بودن فرایند پیری در این رقم باعث افزایش جذب محلول گلجایی نسبت به رقم Pink Elegance شده است. با افزایش ماندگاری گل‌ها، میزان جذب محلول گلجایی برای هردو رقم کاهش یافت

جدول ۳- اثر تیمارهای پوترسین بر جذب محلول گلجایی (ml/g FW) ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل ژربرا

مقایسه میانگین †	رقم	زمان بررسی	شاهد	محلول‌پاشی	تیمار موقت	تیمار دائم
"Stanza"	۶/۴۰ ^a		۵/۸۷ ^c	۶/۳۳ ^b	۶/۵۰ ^b	۶/۹۰ ^a
صفر		۰/۰۰ ^c	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a
۴ روز		۷/۶۲ ^a	۷/۱۷ ^b	۷/۶۰ ^a	۷/۸۰ ^a	۷/۹۲ ^a
۸ روز		۵/۱۸ ^b	۴/۵۷ ^c	۵/۰۶ ^b	۵/۲۱ ^b	۵/۸۹ ^a
"Pink Elegance"	۵/۵۰ ^b		۵/۴۱ ^c	۵/۷۵ ^b	۵/۸۵ ^b	۶/۲۳ ^a
صفر		۰/۰۰ ^c	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a	۰/۰۰ ^a
۴ روز		۶/۹۱ ^a	۶/۷۵ ^a	۶/۹۰ ^a	۶/۸۵ ^a	۷/۱۵ ^a
۸ روز		۴/۷۱ ^b	۴/۰۷ ^c	۴/۶۰ ^b	۴/۸۶ ^b	۵/۳۲ ^a

†: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

بیشتر از Pink Elegance بود و در هردو رقم با افزایش زمان ماندگاری مواد جامد محلول کاهش یافت. نتایج پس

مواد جامد محلول (TSS): بررسی جدول مقایسه میانگین نشان می‌دهد که مقدار مواد جامد محلول در رقم Stanza

از هشت روز ماندگاری نشان می‌دهد که بیشترین و کمترین مقدار مواد جامد محلول به صورت معنی‌دار در هر دو رقم به ترتیب مربوط به تیمار دائم و شاهد بود. در رقم Pink Elegance در روز هشتم بین تیمار موقت، تیمار محلول‌پاشی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، ولی در رقم Stanza این تیمار محلول‌پاشی بود که نه تنها با شاهد بلکه با تیمار موقت نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۴).

جدول ۴- اثر تیمارهای پوترسین بر TSS (% Brix) ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل ژبربا

مقایسه میانگین [†]	رقم	زمان بررسی	شاهد	محلول‌پاشی	تیمار موقت	تیمار دائم
"Stanza"	۴/۸۹ ^a		۴/۷۵ ^c	۴/۸۳ ^{bc}	۴/۹۲ ^b	۵/۰۷ ^a
صفر		۵/۲۲ ^a	۵/۲۲ ^a	۵/۲۲ ^a	۵/۲۲ ^a	۵/۲۲ ^a
۴ روز		۵/۰۴ ^b	۴/۹۰ ^c	۴/۹۵ ^{bc}	۵/۰۷ ^b	۵/۲۵ ^a
۸ روز		۴/۴۲ ^c	۴/۱۵ ^c	۴/۳۲ ^{bc}	۴/۴۷ ^b	۴/۷۵ ^a
"Pink Elegance"	۴/۸۰ ^b		۴/۷۰ ^a	۴/۷۵ ^a	۴/۸۲ ^a	۴/۹۳ ^a
صفر		۵/۱۲ ^a	۵/۱۲ ^a	۵/۱۲ ^a	۵/۱۲ ^a	۵/۱۲ ^a
۴ روز		۴/۹۶ ^a	۴/۸۲ ^b	۴/۹۳ ^{ab}	۵/۰۲ ^{ab}	۵/۱۰ ^a
۸ روز		۴/۳۱ ^b	۴/۱۵ ^b	۴/۲۲ ^{ab}	۴/۳۲ ^{ab}	۴/۵۷ ^a

[†]: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

نشت یونی (EC): جهت بررسی میزان خسارت سلول‌های طی فرایند ماندگاری گل‌ها پس از برداشت در اثر زوال و پیری، در این تحقیق میزان نشت یونی سلول‌ها در زمان‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که رقم Pink Elegance دارای نشت یونی بیشتری (۴۰/۲۲ درصد) نسبت به رقم Stanza (۳۷/۷۷ درصد) بود. این عامل می‌تواند یکی از دلایل عمر گلجایی کمتر این رقم نسبت به رقم Stanza در این آزمایش باشد. همچنین با افزایش زمان ماندگاری به دلیل شروع فرایند زوال و پیری، هم‌راستا با آن نشت یونی نیز افزایش یافته. در این تحقیق تیمارهای آزمایشی باعث کاهش نشت یونی در گل‌های بریدنی ژبربا شدند. در رقم Stanza پس از هشت روز ماندگاری تنها تیمار دائم دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد بود ولی در رقم Pink Elegance تمامی تیمارها به طور معنی‌دار باعث کاهش نشت یونی نسبت به شاهد شدند. در این رقم تیمارهای دائم و موقت فاقد اختلاف معنی‌داری با همدیگر بودند و نسبت به تیمار محلول‌پاشی نیز کارایی بیشتری در کاهش نشت یونی نشان دادند (جدول ۵).

جدول ۵- اثر تیمارهای پوترسین بر EC گلبرگ (% ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل ژبربا

مقایسه میانگین [†]	رقم	زمان بررسی	شاهد	محلول‌پاشی	تیمار موقت	تیمار دائم
"Stanza"	۳۷/۷۷ ^b		۳۹/۲۲ ^a	۳۸/۴۵ ^{ab}	۳۷/۳۱ ^{bc}	۳۶/۰۸ ^c
صفر		۱۹/۸۴ ^c	۱۹/۸۴ ^a	۱۹/۸۴ ^a	۱۹/۸۴ ^a	۱۹/۸۴ ^a
۴ روز		۲۷/۶۸ ^b	۲۹/۸۵ ^a	۲۸/۴۴ ^{ab}	۲۶/۹۷ ^{ab}	۲۵/۴۷ ^b
۸ روز		۶۵/۷۸ ^a	۶۷/۹۷ ^a	۶۷/۰۸ ^a	۶۵/۱۳ ^{ab}	۶۲/۹۴ ^b
"Pink Elegance"	۴۰/۲۲ ^a		۴۲/۲۰ ^a	۴۰/۶۴ ^b	۳۹/۷۹ ^b	۳۸/۲۶ ^c
صفر		۲۰/۳۵ ^c	۲۰/۳۵ ^a	۲۰/۳۵ ^a	۲۰/۳۵ ^a	۲۰/۳۵ ^a
۴ روز		۳۰/۲۱ ^b	۳۲/۹۰ ^a	۳۰/۴۶ ^b	۳۰/۱۱ ^b	۲۷/۳۷ ^a
۸ روز		۷۰/۱۱ ^a	۷۳/۳۴ ^a	۷۱/۱۱ ^b	۶۸/۹۲ ^c	۶۷/۰۶ ^c

[†]: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

محتوای مالون دی آلدئید (MDA): در این تحقیق به منظور بررسی میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و میزان خسارت به غشاهای سلولی، مقدار مالون دی آلدئید در بافت گلبرگ بررسی شد. نتایج نشان داد که میزان مالون

کاهش دادند. تیمار دائم در هر دو رقم دارای کمترین مقدار مالون دی آلدئید بود، درحالی‌که در مرتبه دوم تیمارهای محلول‌پاشی و تیمار موقت بدون اختلاف معنی‌دار، دارای میزان مالون دی آلدئید کمتری نسبت به شاهد بودند (جدول ۶).

دی آلدئید مشابه نشت یونی در رقم Pink Elegance بیشتر از رقم Stanza بود. همچنین با افزایش زمان ماندگاری به دلیل شروع فرایند پیری و افزایش تنش به سلول‌ها مقدار آن افزایش یافت ولی تمامی تیمارها به‌صورت مشابه در هر دو رقم تولید مالون دی آلدئید را پس از هشت روز ماندگاری گل‌ها در محلول گلجایی

جدول ۶- اثر تیمارهای پوترسین میزان MDA (nm/ g FW) ارقام "Pink Elegance" و "Stanza" گل ژربرا

تیمار دائم	تیمار موقت	محلول‌پاشی	شاهد	زمان بررسی	رقم	مقایسه میانگین [†]
۲۳/۸۹ ^c	۲۴/۹۹ ^{bc}	۲۶/۰۵ ^{ab}	۲۷/۸۶ ^a		۲۵/۷۰ ^b	"Stanza"
۱۰/۸۸ ^a	۱۰/۸۸ ^a	۱۰/۸۸ ^a	۱۰/۸۸ ^a	۱۰/۸۸ ^c		صفر
۲۷/۸۸ ^a	۲۸/۰۰ ^a	۲۸/۳۶ ^a	۳۰/۱۴ ^a	۲۸/۵۹ ^b		۴ روز
۳۲/۹۰ ^c	۳۶/۰۹ ^b	۳۸/۸۹ ^b	۴۲/۵۷ ^a	۳۷/۶۱ ^a		۸ روز
۲۵/۹۷ ^d	۲۷/۶۳ ^c	۲۹/۰۱ ^b	۳۰/۲۸ ^a		۲۸/۲۲ ^a	"Pink Elegance"
۱۱/۲۰ ^a	۱۱/۲۰ ^a	۱۱/۲۰ ^a	۱۱/۲۰ ^a	۱۱/۲۰ ^c		صفر
۲۷/۲۳ ^b	۲۹/۴۹ ^b	۳۲/۲۶ ^a	۳۳/۴۱ ^a	۳۰/۶۰ ^b		۴ روز
۳۹/۴۸ ^c	۴۲/۲۰ ^b	۴۳/۵۷ ^b	۴۶/۲۴ ^a	۴۲/۸۷ ^a		۸ روز

[†]: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

رود تیمارهای پوترسین دارای مقدار کاتالاز بیشتری نسبت به شاهد بودند. پس از هشت روز ماندگاری در هر دو رقم تیمار دائم و شاهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان کاتالاز بودند، هرچند که بین تیمار محلول‌پاشی و شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. این درحالی‌که بود که تیمار موقت پس از تیمار دائم دارای سطح بالاتری از کاتالاز نسبت به تیمار محلول‌پاشی و شاهد بود (جدول ۷).

آنزیم کاتالاز (CAT): کاتالاز یکی از آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی می‌باشد که با خاصیت جاروب‌کنندگی رادیکال‌های آزاد باعث کاهش خسارت و تنش درون سلولی می‌شود (۳ و ۱۷). بررسی مقدار این آنزیم در طی این تحقیق نشان می‌دهد که مقدار این آنزیم در رقم Stanza بیشتر از رقم Pink Elegance می‌باشد که مقدار آن در طی ماندگاری گل‌ها از زمان برداشت (صفر) تا هشت روز ماندگاری دارای سیر نزولی است. همان‌گونه که انتظار می‌-

جدول ۷- اثر تیمارهای پوترسین بر آنزیم CAT (U.g⁻¹FW) ارقام "Pink Elegance" و "Stanza" گل ژربرا

تیمار دائم	تیمار موقت	محلول‌پاشی	شاهد	زمان بررسی	رقم	مقایسه میانگین [†]
۶/۱۴ ^a	۵/۹۲ ^b	۵/۸۶ ^{bc}	۵/۷۸ ^c		۵/۹۲ ^a	"Stanza"
۷/۲۳ ^a	۷/۲۳ ^a	۷/۲۳ ^a	۷/۲۳ ^a	۷/۲۳ ^a		صفر
۶/۸۷ ^a	۶/۵۶ ^b	۶/۵۱ ^b	۶/۴۳ ^b	۶/۵۹ ^b		۴ روز
۴/۳۱ ^a	۳/۹۶ ^b	۳/۸۴ ^{bc}	۳/۶۷ ^c	۳/۹۴ ^c		۸ روز
۵/۸۶ ^a	۵/۷۲ ^b	۵/۶۱ ^{bc}	۵/۵۳ ^c		۵/۶۸ ^b	"Pink Elegance"
۷/۰۸ ^a	۷/۰۸ ^a	۷/۰۸ ^a	۷/۰۸ ^a	۷/۰۸ ^a		صفر
۶/۶۹ ^a	۶/۵۸ ^{ab}	۶/۳۹ ^{ab}	۶/۲۶ ^b	۶/۴۸ ^b		۴ روز
۳/۸۱ ^a	۳/۴۹ ^b	۳/۳۶ ^{bc}	۳/۲۶ ^c	۳/۴۸ ^c		۸ روز

[†]: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

برداشت نیز تا حدودی رشد می‌کند و عمر گلجایی آن تحت تأثیر تیمارهای پس از برداشت قرار می‌گیرد. مشابه نتایج این تحقیق افزایش عمر گلجایی گل ژربرا رقم Alcatraz تحت کاربرد پلی‌آمین‌ها توسط پلاگانی و سینگ (۲۱) گزارش شده است. آن‌ها افزایش ظرفیت آنتی-اکسیدانی و کاهش خسارت به دیواره‌های سلولی را عاملی مؤثر برافزایش عمر گلجایی دانستند. پلی‌آمین‌ها می‌توانند پیری را به وسیله جلوگیری از تولید اتیلن به تأخیر اندازند، همچنین افزایش پلی‌آمین‌ها با جلوگیری از پراکسیداسیون چربی، می‌تواند یکی دیگر از مکانیسم‌های مسئول اثر ضدپیری پلی‌آمین‌ها باشد (۳۱). پلی‌آمین‌ها به علت خاصیت ضد اکسیداسیونی که دارند می‌توانند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را کاهش داده و از طرف دیگر با کاهش فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز، تخریب لیپیدهای غشا را کاهش داده و تراوایی غشا حفظ می‌شود و در نتیجه عمر گلجایی و کیفیت گل‌ها مشابه پژوهش حاضر افزایش می‌یابد (۱۹).

آنزیم فنیل آلانین آمونیا لیااز (PAL): نتایج نشان می‌دهد که مقدار این آنزیم در رقم Pink Elegance بیشتر از رقم Stanza بود. اگرچه نتایج نشان می‌دهد که عمر گلجایی و بازارپسندی در رقم Stanza بیشتر بوده است ولی در طی این تحقیق بخوبی مشاهده گردید که رقم Pink Elegance دارای خمیدگی گردن کمتری نسبت به رقم Stanza بود. با افزایش زمان ماندگاری گل‌ها مقدار این آنزیم سیر نزولی داشت ولی در هردو رقم تیمار دائم پوترسین بخوبی باعث حفظ این آنزیم در طول ماندگاری شد. در رقم Stanza پس از هشت روز ماندگاری تیمارهای محلول‌پاشی و موقت پوترسین اگرچه دارای میزان آنزیم PAL بیشتری نسبت به شاهد بودند ولی اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌دار نشد. در رقم Pink Elegance نیز در پایان دوره بررسی تیمارهای دائم و موقت به ترتیب دارای بیشترین محتوای آنزیم PAL بودند و تیمار محلول‌پاشی با شاهد نیز فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۸).

بحث

ژربرا از جمله گل‌های با ساقه علفی است که در پس از

جدول ۸- اثر تیمار پوترسین بر آنزیم PAL ($\mu\text{g Ci. } \mu\text{g}^{-1}\text{Pr.}$) ارقام "Stanza" و "Pink Elegance" گل ژربرا

مقایسه میانگین [†]	رقم	زمان بررسی	شاهد	محلول‌پاشی	تیمار موقت	تیمار دائم
"Stanza"	۱۳/۳۱ ^b		۱۳/۱۵ ^c	۱۳/۲۰ ^{bc}	۱۳/۳۵ ^b	۱۳/۵۵ ^a
صفر		۱۷/۵۴ ^a	۱۷/۵۴ ^a	۱۷/۵۴ ^a	۱۷/۵۴ ^a	۱۷/۵۴ ^a
۴ روز	۱۳/۲۱ ^b		۱۲/۹۵ ^c	۱۳/۰۱ ^c	۱۳/۳۰ ^b	۱۳/۵۷ ^a
۸ روز	۹/۱۹ ^c		۸/۹۶ ^b	۹/۰۶ ^b	۹/۲۰ ^b	۹/۵۴ ^a
"Pink Elegance"	^a ۱۴/۲۶		۳/۹۶ ^b	۱۴/۱۳ ^b	۱۴/۲۷ ^b	۱۴/۶۶ ^a
صفر		۱۸/۴۶ ^a	۱۸/۴۶ ^a	۱۸/۴۶ ^a	۱۸/۴۶ ^a	۱۸/۴۶ ^a
۴ روز	۱۳/۷۳ ^b		۱۳/۳۷ ^a	۱۳/۶۱ ^a	۱۳/۷۹ ^a	۱۴/۱۵ ^a
۸ روز	۱۰/۵۸ ^c		۱۰/۰۵ ^c	۱۰/۳۲ ^{bc}	۱۰/۵۸ ^b	۱۱/۳۸ ^a

[†]: میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری در سطح احتمال پنج درصد آزمون دانکن فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

می‌شوند (۲۴). به‌طور کلی تغییرات وزن‌تر نسبی در طول آزمایش روندی کاهشی است که افزایش آن در روز چهارم نگهداری گل‌ها در محلول گلجایی می‌تواند به دلیل رشد ساقه و دیسک گل باشد. ژربرا یکی از گل‌هایی است که ساقه علفی و گل‌آذین آن در پس از برداشت نیز قادر به

کاهش وزن‌تر گل‌های بریدنی یکی از مراحل آغاز پیری در گل‌ها می‌باشد و در واقع هرچه گل‌ها به مرحله پیری نزدیک‌تر می‌شوند توانایی جذب آب در آن‌ها کمتر شده و سپس با نامتعادل شدن جذب آب و تعرق بیشتر، تورژانسس یاخته‌ای از بین می‌رود و گل‌ها دچار پژمردگی

فعالیت آنزیم‌های ACO و ACS در گلبرگ میخک می‌گردد و به دنبال آن ماندگاری و بازارپسندی گل شاخه بریده میخک حفظ می‌شود (۲۳). در این تحقیق احتمالاً جذب بیشتر در تیمارهای موقت و دائم به دلیل دسترسی و سطح تماس بیشتر با پوترسین نسبت به تیمار محلول‌پاشی، می‌تواند عاملی در ایجاد اختلاف بین تیمارها از نظر کیفیت گل‌ها باشد.

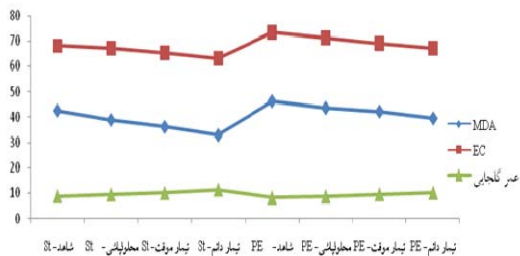
کاهش مواد جامد محلول در فرایند پس از برداشت می‌تواند به دلیل افزایش تنفس و تجزیه ترکیبات داخل سلول‌ها باشد. در طی فرایند تنفس و چرخه کربس ماکرومولکول‌ها شکسته و ترکیباتی چون قندها، چربی‌ها و اسیدها جهت تهیه انرژی مورد نیاز سلول مصرف می‌شوند (۱۸). این عمل می‌تواند باعث ایجاد سیر نزولی مواد جامد محلول در فرایند ماندگاری گل‌ها باشد. در این آزمایش کاهش تنفس توسط تیمارهای پوترسین باعث تأخیر در روند نزولی مواد جامد محلول شد، بطوریکه تیمارهای پوترسین از مواد جامد محلول بیشتری نسبت به شاهد برخوردار بودند. گزارش شده که پلی‌آمین باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک می‌شوند که در نتیجه آن تجزیه و اتلاف مواد در فرایند تنفس کاهش می‌یابد (۵). بطور کلی اعتقاد بر این است که بافت‌هایی که توانایی افزایش قندهای محلول را در اندام خود دارند، توانایی مقابله با شرایط نامساعد محیط از جمله تنش پس از برداشت را هم دارند. قندهای محلول در پایداری غشا نقش دارند و سبب کاهش میزان پژمردگی گل می‌شوند (۱۱). در طی این آزمایش مشابه نتایج کامیاب (۱۵) برای میخک، گل‌های ژبررا که ماندگاری بیشتری داشتند دارای محتوای قند محلول بیشتری نیز بودند. پوترسین با کاهش تولید اتیلن سبب کاهش تنفس و در نتیجه مصرف پروتئین و قندهای محلول می‌گردد.

گونه‌های فعال اکسیژن در شرایط تنش به بافت افزایش و تمایل زیادی برای حمله به غشاءهای سلولی از خود نشان

رشد است (۲۱). در این تحقیق تیمارهای پوترسین با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و تأخیر در پیری گل‌ها شرایط را برای ادامه رشد گل تا روز چهارم فراهم کردند و پس از آن وزن‌تر نسبی را در تیمارها نسبت به شاهد حفظ کردند. دانایی و همکاران (۴) گزارش کردند که تیمار اسیدسالیسیلیک و بنزیل آدنین باعث افزایش وزن‌تر نسبی گل ژبررا و سپس حفظ آن نسبت به شاهد در طول هفت روز نگهداری می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. کوشش صبا و نظری (۱۸) بیان کردند که وزن‌تر نسبی در گل‌های ژبررا از روز چهارم پس از برداشت شروع به کاهش می‌کند که این می‌تواند به دلیل افزایش تبخیر و تعرق و کاهش جذب محلول گلجایی در پس از برداشت باشد.

نتایج مربوط به جذب محلول گلجایی، عمر گلجایی و وزن‌تر نسبی دارای همبستگی مثبتی می‌باشند، بطوریکه تیمارهایی که از عمر گلجایی و وزن‌تر نسبی بیشتری برخوردار بودند، دارای میزان جذب محلول بیشتری نیز بودند. احتمالاً کند شدن فرایند پیری و پژمردگی و افزایش عمر گلجایی گل‌ها توسط تیمار پوترسین عاملی در افزایش میزان جذب محلول در تیمارها نسبت به شاهد می‌باشد. مشابه نتایج حاضر کاربرد پلی‌آمین‌های پوترسین و اسپرمیدین جذب آب در گل‌های بریدنی گلابول (۲۷) و میخک (۱۵) را افزایش داد، آن‌ها تأخیر در پیری، استحکام ساقه‌ها و مقاومت به ژنوتروپیسیم را عوامل مؤثر بر کاهش انسداد آوندی و افزایش جذب محلول گلجایی بیان کردند. کامیاب (۱۵) حفظ کیفیت گل‌های بریدنی میخک رقم رد کورسا را توسط کاربرد اسپرمیدین و پوترسین طی ماندگاری پس از برداشت گزارش کرد. افزایش جذب محلول گلجایی، کاهش تنفس، تأخیر در پیری و همچنین کنترل تولید اتیلن توسط تیمارهای پوترسین می‌تواند عوامل مؤثر در کاهش پژمردگی و بالاتر بودن کیفیت تیمارها نسبت به شاهد باشد (۱۶). گزارش شده که کاربرد پوترسین باعث کاهش میزان تولید اتیلن، ACC و کاهش

یابد. این ترکیبات با حذف رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از خسارت به بافت‌های گیاهی می‌شوند (۱۴). در نتیجه‌ی قطع ارتباط گل‌های بریده با گیاه مادری و افزایش تنش در طول دوره ماندگاری (به دلیل آغاز فرایند پیری و زوال)، مقدار رادیکال‌های آزاد افزایش و به دنبال آن میزان مواد ذخیره‌ای و پیش‌ماده‌های آنتی‌اکسیدانی نیز کاهش می‌یابد (۳)، در نتیجه‌ی این تغییرات محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله کاتالاز در ضمن حذف رادیکال‌های آزاد و کاهش خسارت تنش، مقدار آن‌ها در طی زمان ماندگاری گل‌ها کاهش می‌یابد. کاهش تنش اکسیداتیو و تأخیر در فرایند پیری توسط تیمارهای پوترسین از مهمترین دلایل سطح بالای آنزیم کاتالاز در این تیمارها نسبت به شاهد می‌باشد. مشابه نتایج حاضر، حفظ آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسیددیسموتاز و افزایش عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا به دلیل تأخیر در روند پیری آن‌ها توسط تیمارهای اسیدسالیسیلیک و بنزیل آدنین گزارش شده است (۴).



شکل ۲- رابطه بین کاهش MDA، EC و افزایش عمر گلجایی گل ژربرا (St) و PE به ترتیب ارقام Stanza و Pink Elegance می‌باشند.

آنزیم PAL یکی از آنزیم‌های گیاهی است که اگرچه اثر آنتی‌اکسیدانی آن شناخته نشده است ولی در اکثر تنش‌های زیستی مقدار آن افزایش می‌یابد که این افزایش با ایجاد مقاومت به تنش‌های اکسیداتیو همبستگی مثبت دارد. این آنزیم یکی از مهمترین آنزیم‌ها در مسیر ساخت ترکیبات فنلی از جمله لیگنین است (۲). ترکیبات فنلی به دلیل طبیعت واکنش‌پذیر خود، می‌توانند با رادیکال‌های آزاد واکنش داده و از اینرو خسارت‌های ناشی از آن‌ها را در

می‌دهند. کاهش در پایداری غشاء و افزایش مالون دی‌آلدئید و نشت یونی به احتمال زیاد در اثر افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال و کاهش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره ماندگاری است. افزایش آنزیم‌های ضد اکسیدانی به حفظ ساختار سلول در برابر خسارت اکسیداتیو در اثر گونه‌های اکسیژن فعال کمک می‌کند و ساختار غشاء را که محل اصلی اثر گونه‌های اکسیژن فعال می‌باشد حفظ می‌کند (۱۴). تحقیقات نشان می‌دهد که کاربرد پوترسین باعث افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده لیسیانئوس می‌گردد که این امر با کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی‌آلدئید همراه است. در گل‌های لیسیانئوس تیمار شده، فعالیت آنزیم لیپوکسی‌ژناز کاهش و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز افزایش یافت. کاربرد پوترسین می‌تواند نفوذپذیری غشاء را از طریق افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی حفظ کند و در نتیجه فرایند پیری و نشت یونی را به تأخیر بیندازد (۱). در این تحقیق نیز مشابه نتایج عطایی و همکاران (۱) در تیمارهای پوترسین افزایش آنزیم کاتالاز و کاهش نشت یونی با همدیگر دارای همبستگی منفی بودند که این نشان می‌دهد که تیمار پوترسین با افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش نشت یونی و تأخیر در فرایند پیری گل‌های ژربرا می‌شود. مشاهده نتایج مربوط به نشت یونی و همچنین عمر گلجایی بخوبی نتایج مربوط به مالون دی‌آلدئید را تأیید می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که تیمارهایی که دارای عمر گلجایی بیشتری بودند دارای مقدار نشت یونی و مالون دی‌آلدئید کمتری نیز بودند (شکل ۲). تیمار پوترسین با رقابت با پیش‌سازهای اتیلن و همچنین افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی باعث کاهش خسارت به غشاهای سلول و پراکسیده شدن لیپیدها می‌شود (۱۶). این فرایند باعث کاهش مقدار مالون دی‌آلدئید در تیمارهای پوترسین نسبت به شاهد در این تحقیق شد.

در شرایط تنش در بافت‌های زنده بطور طبیعی ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌-

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد در بیشتر موارد تیمار دائم و در مرتبه دوم تیمار موقت پوترسین باعث حفظ کیفیت، تأخیر در پیری و افزایش عمر گلجایی در هردو رقم Stanza و Pink Elegance گل بریدنی ژربرا در پس از برداشت می‌شوند. همچنین در این تحقیق مشاهده شده که عمر گلجایی و فاکتورهای کیفی هر دو رقم در پس از برداشت تحت کاربرد تیمارهای پوترسین متفاوت است، بطوریکه رقم Stanza عمر گلجایی و کیفیت بهتری نسبت به رقم Pink Elegance داشت که این احتمالاً مربوط به ویژگی وابسته به رقم باشد. بطور کلی با توجه به نتایج این تحقیق روش کاربرد پوترسین در پس از برداشت باعث ایجاد نتایج متفاوتی می‌شود. بنابراین به‌عنوان یک برنامه کاربردی توصیه می‌شود که جهت افزایش عمر ماندگاری گل‌های ژربرا از تیمار دائم پوترسین استفاده شود.

سلول‌های گیاهی کاهش دهند (۲۹). لیگنین نیز یکی از ترکیبات مهم در ایجاد استحکام سلولی و کاهش خمیدگی گردن در گل ژربرا معرفی گردیده است (۲۰ و ۳۰). از اینرو نتایج این تحقیق بخوبی نشان می‌دهد که تیمارهایی که عمر گلجایی بیشتری داشتند، علاوه بر اینکه میزان نشسته یونی و مالون دی آلدئید در آن‌ها کمتر بود، دارای بازارپسندی بیشتری (خمیدگی گردن و پژمردگی کمتر) بودند و مقدار آنزیم PAL نیز در آن‌ها در سطح بالاتری قرار داشت. بنابراین استنباط می‌شود که یکی از مواردی که باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی سلول‌ها توسط تیمار با پلی‌آمین‌ها می‌شود، می‌تواند ناشی از افزایش در میزان فنل-ها به دلیل افزایش در فعالیت آنزیم PAL باشد. مشابه نتایج این آزمایش دانایی و همکاران (۴) برای گل ژربرا مشاهده کردند که گل‌هایی که دارای عمر گلجایی بیشتری بودند، محتوای آنزیم‌ها آنتی‌اکسیدانی و همچنین آنزیم PAL در آن‌ها بیشتر بود و مقدار MDA و EC نیز در آن‌ها در سطح پایین‌تری نسبت به شاهد قرار داشت.

منابع

- Ataai, D., Naderi, R., and Khandan-Mirkohi, A., 2015. Exogenous Putrescine Delays Senescence of Lisianthus Cut Flowers. *Journal of Ornamental Plants* 5(3), PP: 167-174.
- Bharti, A. K., and Khurana, J. P., 1997. Mutant of Arabidopsis as tools to understand the regulation of phenyl propanoids pathway and UV-B protection mechanism, *Journal of Photochemistry and Photobiology*, 65(1), PP: 765-776.
- Chanjirakul, K., Shiow, U. Y., Chien, Y. W., and Siriphanich, J., 2008. Effect of natural volatile compounds on antioxidant capacity and antioxidant enzymes in raspberries. *Postharvest Biology and Technology*, 40, PP: 106-115.
- Danaee, E., Naderi, R., Kalatejari, S., and Ladan Moghadam, A. R., 2013. Evaluation the effect of Nnosilver with Salicylic Acid and Benzyladenine on longevity of Gerbera flowers. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 7(5), PP: 304-308.
- Dantuluri, V. S. R., Misra, R. L., and Singh, V. P., 2008. Effect of polyamines on postharvest life of gladiolus spikes. *Journal of Ornamental Horticulture*, 11(1), PP: 66-68.
- Dcunha, G. B., Satyanarayan, V., and Nair, P. M., 1996. Purification of phenylalanine ammonialyase from *Rhodotorula glutinis*. *Phytochemistry*, 42(2), PP: 17-20.
- Dhindsa, R. S., Plumb Dhinds, D., and Thorpe, T. A., 1981. Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *Journal of Experimental Botany* 32(1), PP: 93-101.
- Galston, A. W., and Kaur Sawhney, R., 1990. Polyamines in plant physiology. *Plant Physiology* 94(2), PP: 406-410.
- Gapinska, M., Skodowska, M., and Gabara, B., 2008. Effect of short and long term salinity on the activities of antioxidative enzymes and lipid peroxidation in tomato roots. *Acta Physiology Plant*, 30(3), PP: 11-18.

- 10- Halevy, A. H., and Mayak, S., 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flower, Part 2, *Horticultural Reviews* 3, PP: 59-146.
- 11- Hashemi, M., Mirdehghan, H., Farahmand, H., and Dashi, H., 2012. Effect of Salicylic acid and Methyl jasmonate on Quality and Vase- life of Gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Sazu) Cut Flower. *Journal of Horticultural Sciences*, 26(3), PP: 311-330. (In Farsi)
- 12- He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E., and Faragher, J. D., 2006. Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yul-lo' inflorescences. *Postharvest Biology and Technology* 41, PP: 78-84.
- 13- He, S., Joyce, D. C., Irving, D. E., and Faragher, J. D., 2012. Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yul-lo' inflorescences, *Postharvest Biology and Technology*, 41, PP: 78-84.
- 14- Jayaprakasha, G. K., Negi, P. S., Jena, B. S., and Rao, L. J. M., 2007. Antioxidant and antimutagenic activities of *Cinnamomum zeylanicum* fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20, PP: 330-336.
- 15- Kamyab, F., 2016. Effect of different polyamines on vase life, ethylene production and some physiological characteristics of Red Corsa cultivar of Carnation flower. *Agricultural Crop Management*, 18(2), PP: 275-288. (In Farsi)
- 16- Kharrazi, M., Bagheri, A. R., and Tehranifar, A., 2017. Approaches to Deal with the Reduction of Cut Flowers Quality Caused by Senescence. *National Institute Ornamental Plants Journal*, 2(1), PP: 52-69. (In Farsi)
- 17- Kopyra, M., and Gwozdz, E. A., 2003. Nitric oxide stimulates seed germination and counteracts the inhibitory effect of heavy metals and salinity on root growth of *Lupinus luteus*, *Plant Physiology and Biochemistry* 41(1), PP: 1011-1017.
- 18- Koushesh Saba, M., and Nazari, F., 2017. Vase Life of Gerbera Cut Flower cv. Pink Power affected by Different Treatments of Plant Essential Oils and Silver Nanoparticles. *Journal of plant production Research*, 24(2), PP: 43-59. (In Farsi)
- 19- Lee, M. M., Lee, S. H., and Park, K. Y., 1997. Effects of spermine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence. *Journal of Plant Physiology* 151(1), PP: 68-73.
- 20- Nazari deljou, M. J., Khalighi, A., Arab, M., KaramiaN, R., and Jaberian Hamed, H., 2015. Effect of postharvest pulse treatment of salicylic acid on phenylalanine ammonia-lyase activity (PAL), lignin formation and stem bending disorder of gerbera cut flowers. *Journal of Horticulture Sciences*, 46(2), PP: 279-290. (In Farsi)
- 21- Palagani, N., and Singh, A., 2017. Influence of postharvest application of chemicals on postharvest physiology and vase life of gerbera var. Alcatraz. *International Journal of Chemical Studies* 5(6), PP: 413-416.
- 22- Pandey, S., Ranade, S., Nagar, P., and Kumar, N., 2000. Role of polyamines and ethylene as modulators of plant senescence, *Journal of Biosciences* 25, PP: 291-299.
- 23- Perez Amador, M. A., Carbonell, J., Navarro, J. L., Moritz, T., Beale, M. H., Lewis, M. J., and Hedden, P., 1996. N4-Hexanoylspermidine, a new polyamine-related compound that accumulates during ovary and petal senescence in pea. *Plant Physiology*, 110, PP: 1177-1186.
- 24- Reid, M. S., and Jiang, C. Z., 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: Janick, J. (Ed.), *Horticultural Reviews*, 40(1), PP: 21-54.
- 25- Sairam, R. K., Siiukla, D. S., and Saxsena, D. C., 1997. Stress induced injury and antioxidant enzymes in relation to drought tolerance in wheat genotypes. *Journal of Plant Biology*, 40, PP: 357-364.
- 26- Shi, J., Shi, G., and Tian, Z., 2015. Effect of exogenous hydrogen peroxide or ascorbic acid on senescence in cut flowers of tree peony (*Paeonia suffruticosa* Andr.). *Journal of Health and Social Behavior* 90(6), PP: 689-694.
- 27- Sivaprakasam, G., Singh, V., and Arora, A., 2009. Physiological and molecular analysis of effect of Spermine on senescing petals of gladiolus. *Indian Journal of Plant Physiology*, 14(4), PP: 384-391.
- 28- Stewart, R. C., and Beweley, J. D., 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. *Plant Physiology*, 25, PP: 123-136.
- 29- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H. A., and Sokmen, A., 2006. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey, *Journal of Food Chemistry*, 95, PP: 200-204.
- 30- Vanholme, R., Demedts, B., Morreel, K., Ralph, J., and Boerjan, W., 2010. Lignin Biosynthesis and Structure. *Plant Physiology*, 153, PP: 895-905.

- 31- Yang, C. W., He, S. G., and Jiang, Y. M., 2000. Effects of polyamines on biochemical and physiological changes and vase life of cut rose (*Rosa chinensis* Jacq. cv. Bellamie) flowers during senescence. *Journal of Tropical and Subtropical Botany* 8(2), PP: 104-108.
- 32- Zokaei Khosroshahi, M. R., and Asnaashari, M., 2009. Polyamines and horticultural sciences. Bu-Ali Sina University Press, Hamedan. (In Farsi).

Effect of post-harvest application of putrescine on the vase life of cultivars of gerbera cut flowers (Stanza and Pink Elegance)

Mohammadi M.,¹ Aelaei M.¹ and Saidi M.²

¹ Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Znan, Zanjan, I.R. of Iran.

² Dept. of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, I.R. of Iran.

Abstract

Gerbera, one of the important cut flowers, is sensitive to early wilting and neck bending which reduce its postharvest vase life. Towards improving the quality and the vase life of “Stanza” and “Pink Elegance” cut flowers, this study was conducted using putrescine by using a factorial experiment in basic of completely randomized design with 4 replications. The treatments were included postharvest spraying with 4 mM of putrescine, pulse treatment with 8 mM putrescine, permanent solution (vase life solution) with 2 mM putrescine and control. Cut flower vase life, relative fresh weights, vase solution uptake (VSU), marketable, total soluble solids (TSS), electrolyte leakage (EC), malondialdehyde (MDA), catalase enzyme (CAT), and phenylalanine ammonia lyase enzyme (PAL) were measured. The results showed that Stanza cultivar had a higher vase life index and better quality than Pink Elegance cultivar in postharvest. All putrescine treatments increased vase life in both cultivars; however, the highest vase life was related to permanent treatments, pulse treatment, spraying treatment respectively. In most cases, all treatments maintain the postharvest quality of Gerbera cut flowers for four and eight days. In both cultivars permanent treatment has more relative fresh weight, VSU, marketability, TSS, CAT, PAL, and less of EC and MDA. In contrast, control has the lowest quality although in some cases, such as TSS, EC, CAT and PAL, there was no significant difference with postharvest spraying treatment. The best result was obtained once permanent treatment of putrescine and pulse treatment were used. Therefore, the use of these treatments is recommended to improve the vase life and better maintenance of postharvest quality of Gerbera cut flowers cultivars Stanza and Pink Elegance.

Key words: Putrescine, Pulse treatment, Permanent treatment, Post-harvest spraying, Vase life.