

مقایسه کاربرد پیش و پس از برداشت اسید سالیسیلیک در روند پیری گل لیلیوم عید پاک رقم tresor

حنیفه سید حاجی زاده*

دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، ص.پ. ۵۵۳-۵۵۱۳۶، مراغه، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۳/۲۱)

چکیده

از آنجایی که کیفیت و طول عمر گل‌های شاخه‌بریده به میزان زیادی تحت تأثیر عامل‌های پیش و پس از برداشت قرار می‌گیرد، لذا تلاش‌های بسیاری برای افزایش کیفیت و عمر ماندگاری آن‌ها با استفاده از روش‌ها و ترکیب‌های مختلف صورت گرفته است. در این پژوهش، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی برای بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت با سه تکرار بر عمر ماندگاری لیلیوم انجام شد. غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک روی بوته‌های گل محلول‌پاشی شد و پس از برداشت، گل‌های شاخه‌بریده در محلول‌هایی با همان غلظت‌ها قرار گرفتند. نتایج، نشان‌دهنده تأثیر مثبت اسید سالیسیلیک بر افزایش شمار غنچه و نیز تأخیر در کاهش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) بود و روند کاهش نسبت به شاهد با سرعت کمتری به پیش رفت. تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری در میزان پروتئین‌های کل در پنج مرحله رشد و نمو نداشت و میزان پراکسید هیدروژن نیز در گلبرگ‌ها یک‌روند افزایشی همراه با یک آهنگ ثابت داشت که نسبت به شاهد کمتر بود. کاربرد پیش و پس از برداشت اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار با افزایش ظرفیت پاداکسندگی یاخته‌ها و همچنین به‌وسیله تنظیم توازن آب در گیاه، سبب افزایش عمر ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده لیلیوم نسبت به شاهد شد. با توجه به گسترش استفاده از ترکیب‌های شیمیایی زیانبار در محلول نگهداری گل‌های شاخه‌بریده، ترکیب مورد بررسی قابلیت زیادی برای استفاده در گلخانه‌های پرورش و تولید سوسن عید پاک، گل‌فروشی‌ها و خانه دارد.

واژه‌های کلیدی: پایداری غشای یاخته، ظرفیت پاداکسندگی، عمر گل‌دانی و نمو گل، *Lilium longiflorum*.

Comparison between pre and post application of Salicylic acid in senescence trend of *Easter lily* cv. tresor

Hanifeh Seyed Hajizadeh*

Associate Professor, Department of Horticultural sciences, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, P. O. Box 55136-553, Maragheh, Iran

(Received: Dec. 31, 2016 - Accepted: Jun. 11, 2017)

ABSTRACT

Since the quality and vase life of cut flowers is seriously related to the pre and postharvest factors, so a lot of efforts have been done for increasing quality and longevity of them using different methods and compounds. In the present project, the factorial experiment was done based on Completely Randomized Design to study the effect of pre and post-harvest salicylic acid application on storability of *Lilium*. Solutions with 0, 50, 100 and 200 μM concentrations of salicylic acid were sprayed on flowers and their cut flowers were placed in the same solutions after harvest. Results showed the positive effects of 50 and 100 μM concentrations of pre and postharvest application of salicylic acid on the increase of bud number and delay in antioxidant enzyme activity reduction and also its trend was slow compared to control. Salicylic acid treatment had no significant effect on total protein in 5 developmental stage of flower and the level of hydrogen peroxide had an increasing trend, but to a lesser extent than controls. Pre and post application of salicylic acid with increasing in cell antioxidant capacity and also water balance regulation in plant, caused to extend in vase life of *Lilium* cut flowers in comparison with control. Due to spread of harmful chemical compounds in preservative solutions, the mentioned composition had more potential for applying in *Easter lily* greenhouses, flower retailers and home.

Keywords: Antioxidant capacity, cell membrane stability, *Lilium longiflorum*, vase life and flower development.

* Corresponding author E-mail: hajizade@maragheh.ac.ir

مقدمه

تولید گل لیلیوم (*Lilium longiflorum*) و صادرات آن به سرعت در جهان در حال افزایش است (Spence *et al.*, 2000) و به تدریج به یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده و گلدانی در آمریکا، با تولید سالانه نزدیک به دوازده میلیون شاخه گل، تبدیل شده است (Withman *et al.*, 2001). در ایران نیز با داشتن ۸۱۵۰۵۰ مترمربع سطح زیر کشت و میزان تولید ۳۳۲۹۰۴۰۰ شاخه گل، این گل رتبه هفتم را از نظر سطح زیر کشت در بین گل‌های شاخه‌بریده تولیدی در کشور به خود اختصاص داده است (FAO, 2011).

از آنجایی که عمر گلدانی گل‌های بریده یکی از مهم‌ترین عامل‌های کیفی است، لذا ماندگاری زیاد گل بر میزان تقاضای مصرف‌کنندگان و همچنین ارزش اقتصادی گل‌های بریده تأثیر بسزایی دارد. افزون بر شرایط نامناسب کاشت و داشت در اقتصاد گل، نزدیک به ۲۰ درصد از گل‌های تازه برداشت‌شده در طول مراحل برداشت، بسته‌بندی، حمل‌ونقل و بازاریابی غیر قابل فروش می‌شوند (Nelson, 2003). در بین اجزای گل، گلبرگ‌ها مهم‌ترین جزئی هستند که از نقطه نظر تجاری ارزش داشته و سلامت گل و طول عمر آن را تعیین می‌کنند. در نتیجه فرایندهای فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و ژنتیکی که در طی رشد و نمو گلبرگ‌ها رخ می‌دهد بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. این فرایند در مورد لیلیوم که گلبرگ‌های زیبایی دارد امروزه بیشتر مورد توجه قرار گرفته است (Eason & Webster, 1995). پیری گلبرگ‌ها به‌طور معمول با کم شدن وزن تر، میزان پروتئین‌ها، سرسبزی و شادابی و تغییر رنگدانه‌ها همراه بوده و سرانجام منجر به مرگ یاخته و ریزش آن‌ها می‌شود (Wagstaff *et al.*, 2003; van Doorn & Woltering, 2008). کاهش کیفیت در گل‌های شاخه‌بریده به‌وسیله چندین عامل مانند تنش آبی (Sankat & Mujaffar, 1994; Nelson, 2003)، کمبود کربوهیدرات‌ها، ریزجانداران یا میکروارگانیسم‌ها (Witte & van Doorn, 1994) و تأثیر اتیلن القا می‌شود. در این بین، اتیلن باعث تسریع پژمردگی و پیری گل (Halevy & Mayak, 1979)، افزایش

نفوذپذیری یاخته‌های گلبرگ و کاهش سیالیت غشا می‌شود (Mayak *et al.*, 1977). اتیلن همچنین در پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب به غشا و در نهایت از بین رفتن گلبرگ‌ها نقش دارد (Chakrabarty *et al.*, 2009). از این رو درک سازوکارهای زیستی (بیولوژیکی) که در فرایند انبارمانی، فعال‌شده و یا از آن‌ها جلوگیری می‌شود، برای توسعه بخشیدن به راهبردهای فنی جلوگیری از کاهش کیفیت گل‌ها ضروری است. اسید سالیسیلیک از معروف‌ترین مشتقات فنولی است که بر زیست‌ساخت (بیوسنتز) اتیلن تأثیر می‌گذارد و از فعالیت ACC^۱ اکسیداز که نقش مستقیم در تولید اتیلن دارد جلوگیری کرده و باعث کاهش گونه‌های فعال اکسیژن با افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده (آنتی‌اکسیدان) می‌شود که تأثیر زیادی در افزایش طول عمر گل دارد (Ansari & Misra, 2007; Hayat & Ahmad, 2007; Canakci, 2008). از سوی دیگر، اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک تنظیم‌کننده گیاهی درون‌زا، در دامنه گسترده‌ای از پاسخ‌های سوخت‌وسازی (متابولیکی) و فیزیولوژیکی (Kazemi & Shokri, 2011)، پاسخ به تنش‌های مختلف مانند گرما و شوری و نیز در فرایندهای رشد و نمو (Klessig & Malamy, 1994) در گیاهان نقش دارد. اسید سالیسیلیک به‌آسانی در بافت‌های آبکش گیاه انتقال یافته و می‌تواند به‌راحتی از محل تماس با بافت‌های گیاه یا محل ساخت (سنتز) به نواحی دیگر انتقال یابد و پس از آن چرخه سوخت‌وسازی شود (Popova *et al.*, 1997). تاکنون آزمایش‌های زیادی در مورد استفاده از اسید سالیسیلیک در محلول گلدانی انواع گل‌های شاخه‌بریده (Fan *et al.*, 2008) انجام‌شده و تأثیر مثبت آن در افزایش ماندگاری و بهبود کیفی گل‌ها اثبات شده است. Gerailoo & Ghasemnezhad (2011) در بررسی تأثیر اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده در برگ و پیری گلبرگ‌ها در رز به این نتیجه رسیدند که تیمار حاوی اسید سالیسیلیک در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین تأخیر در پیری را با بهتر کردن سامانه‌های پاداکسندگی و کاهش آسیب‌های ناشی از

تقریبی ۲۰ سانتی‌متر) انجام و در مرحله بعد، پس از برداشت، همان غلظت‌ها به‌عنوان محلول نگهداری^۱ گل‌ها استفاده شد. سپس گل‌ها در مرحله تجاری برداشت‌شده و پس از برش آن‌ها در ارتفاع ۴۵ سانتی‌متری در ۷۵۰ میلی‌لیتر محلول گلدانی مورد نظر قرار گرفتند. پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. برای هر تیمار سه تکرار و در هر تکرار دو شاخه گل در نظر گرفته شد. همه تیمارها در اتاقی با دمای 20 ± 2 درجه سلسیوس، ۱۲ ساعت روشنایی فلورسنت (۲۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه) و با رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد قرار داده شدند. گل‌ها از نظر کیفی به‌طور روزانه بررسی‌شده و در مرحله پیش از برداشت شمار غنچه‌ها و در مرحله پس از برداشت صفاتی مانند عمر گلدانی، قطر گل‌ها در طول باز شدن، درصد وزن تر نسبی (He et al., 2006)، میزان سبزینه‌ها (SPAD-) (Sairam, 2002, Japan Pompodakis et al., 1997)، میزان جذب محلول (Bradford, 1976)، فعالیت آنزیم‌های پراکسید هیدروژن (Sergey et al., 1997)، مالون دی‌آلدئید (Stewart & Bewley, 1980)، کاتالاز (Ezhilmathi et al., 2007) و گایاکول پراکسیداز (Tatiana et al., 1999) هر دو روز یکبار و در طی پنج مرحله رشدونموی باز شدن گل (مرحله I، غنچه باز نشده و ۵۰ درصد غنچه رنگ گرفته؛ مرحله II، بخشی از غنچه باز شده و انتهای گلبرگ‌ها آغاز به باز شدن کرده‌اند؛ مرحله III، ۵۰ درصد غنچه باز شده؛ مرحله IV، غنچه به‌طور کامل باز شده و مرحله V، گل عمر گلدانی خود را از دست داده است) (شکل ۱) ارزیابی شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس (ANOVA) داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در محدوده $P < 0.05$ صورت گرفت.

تنش‌های اکسایشی (اکسیداتیوی) نشان داد. Yiping (2009) نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک روی گل‌های شاخه‌بریده ژربرا تخریب کلی سبزینه (کلروفیل)ها را کاهش داده و با جلوگیری کردن از عمل اتیلن، در پی آن طول عمر گل را افزایش داد. Alaei et al. (2011) به این نتیجه رسیدند، کاربرد اسید سالیسیلیک پیش و پس از برداشت طول عمر گلدانی گل‌های شاخه‌بریده رز رقم بلک ماجیک را با افزایش قابل توجهی در جذب محلول، وزن تر نسبی و فعالیت آنزیم کاتالاز بهبود بخشید. بررسی روند پیری در سوسن یک‌روزه (*Hemerocallis*) نشان‌دهنده کاهش معنی‌داری در وزن تر گلبرگ‌ها، سیالیت غشا و فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز و نیز افزایش در مقدار پراکسید هیدروژن است (Chakrabarty et al., 2009). هدف از این پژوهش مقایسه کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر عمر گلدانی و کیفیت کلی گل لیلیوم عید پاک با تأکید بر روند پیری گلبرگ‌ها در طول مراحل باز شدن گل بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

در این آزمایش پیازه‌های F1 هلندی لیلیوم (*Lilium longiflorum*) با قطر ۶ سانتی‌متر با ترکیب‌بندی بستر خاکی به نسبت ۸:۱:۱ از پرلایت، ماسه‌بادی و کوکوپیت در گلدان‌های پلاستیکی سیاه کاشته شده و در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه مراغه (آذربایجان شرقی، ایران) در دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵۰ الی ۷۰ درصد قرار گرفتند. پس از رشد ریشه‌های پیاز و نمایان شدن بوته‌ها محلول‌دهی گلدان‌ها با محلول غذائی ۱/۲ غلظت Hogland & Arnon (1950) هفته‌ای دو بار انجام گرفت. یک ماه پیش از برداشت شاخه‌های بریده نیز افزون بر محلول غذائی بالا، ۶۱ گرم سولفات پتاسیم برای گلدهی بهینه به محلول غذائی بوته‌ها اضافه شد. در مرحله اول اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار به‌صورت محلول‌پاشی روی بوته‌های لیلیوم (در ارتفاع

1. Vase solution

نتایج و بحث

تأثیر اسید سالیسیلیک بر قطر گل‌های شاخه‌بریده

تأثیر اسید سالیسیلیک بر قطر گل‌های شاخه‌بریده در غلظت‌های مختلف معنی‌دار نبود. با این وجود، سرعت باز شدن گل در مرحله پس از برداشت در بوته‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک کمتر از گل‌های شاهد بود.

تأثیر اسید سالیسیلیک بر محتوای سبزینه‌های برگ‌های گل‌های شاخه‌بریده

در بررسی تأثیر زمان بر میزان سبزینه برگ‌ها اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد مشاهده شد به طوری که مقدار سبزینه‌های برگ‌ها در طول دوره نگهداری روند کاهشی داشته و بیشترین مقدار آن در روز آغاز عمر گل‌دانی و کمترین میزان آن در پایان دوره عمر گل‌دانی بود (شکل ۲). اثر متقابل تیمارهای پیش و پس از برداشت نیز بر محتوای سبزینه‌ها در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود گل‌هایی که پیش از برداشت در تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک قرار گرفته‌اند و پس از آن در غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار نگهداری شده‌اند، محتوای سبزینه‌های آن‌ها بیشتر از تیمار شاهد و همچنین از گل‌هایی بود که پیش از برداشت در ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک قرار گرفتند. همچنین گل‌های تیمار نشده پیش از برداشت با نگهداری در غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در پس از برداشت نیز میزان سبزینه بیشتری را نسبت به تیمار شاهد داشتند. نتایج این بررسی با نتایج *Alaey et al.* (2011) و *Ezhilmathi et al.* (2007) همخوانی دارد. چنین به نظر می‌رسد گل‌هایی که پیش از برداشت با ۲۰۰ میکرومولار محلول پاشی شده و پس از برداشت نیز در ۲۰۰ میکرومولار نگهداری شده‌اند کمترین میزان سبزینه را داشته‌اند که احتمال دارد این به دلیل تأثیر زیانبار اسید سالیسیلیک در غلظت‌های بالا باشد. همچنین احتمال دارد اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب حل‌شونده سازگار^۱ عمل کرده و باعث حفظ حالت آماس

(تورژانس) و روابط آبی بهتر و نیز حفظ سبزینه بیشتر در برگ‌ها و به تأخیر انداختن پیری می‌شود.

تأثیر اسید سالیسیلیک بر وزن تر نسبی گل‌های شاخه‌بریده

اعمال تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر وزن تر نسبی گل‌های شاخه‌بریده اثر معنی‌داری داشت. اسید سالیسیلیک هم در مرحله پیش از برداشت و هم در مرحله پس از برداشت اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد در وزن تر نسبی گل‌ها نشان داد. همچنین اثر اصلی اسید سالیسیلیک در طول زمان نیز بر میزان وزن تر نسبی گل‌های شاخه‌بریده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (شکل ۴) و با گذشت زمان کاهش در وزن تر گل‌های شاخه‌بریده مشاهده شد.

با توجه به شکل ۵ مشاهده می‌شود، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهایی که پیش از برداشت با غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار محلول پاشی شده و بار دیگر در مرحله پس از برداشت در همان غلظت‌ها قرار گرفته‌اند با تیمارهای ۵۰ میکرومولار و شاهد وجود دارد و این تیمارها وزن تر نسبی بالایی داشتند. به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های بالا در میزان جذب محلول و وزن تر نسبی تأثیر مثبت دارد. بررسی دقیق‌تر هر یک از تیمارها به صورت مجزا نشان داد، اسید سالیسیلیک به حتم بر الگو و روند وزن تر نسبی شاخه گل‌های بریده لیلیوم تأثیر داشته است. با این وجود رابطه خطی مستقیمی بین غلظت اسید سالیسیلیک و مقدار وزن تر گل‌های شاخه‌بریده مشاهده نشد. بر پایه الگوی تغییرات وزن به نظر می‌رسد که این عامل نیز متأثر از محدوده غلظت بحرانی اسید سالیسیلیک باشد. نتایج این بررسی با نتایج *Alaey et al.* (2011)، *Ezhilmathi et al.* (2007)، *Kazemi et al.* (2011) و *Hatamzadeh et al.* (2012) همخوانی دارد.

تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان نسبی جذب محلول گل‌های شاخه‌بریده

اثر متقابل تیمار اسید سالیسیلیک پیش از برداشت در پس از برداشت بر میزان نسبی جذب محلول در سطح

1. Compatible osmolite

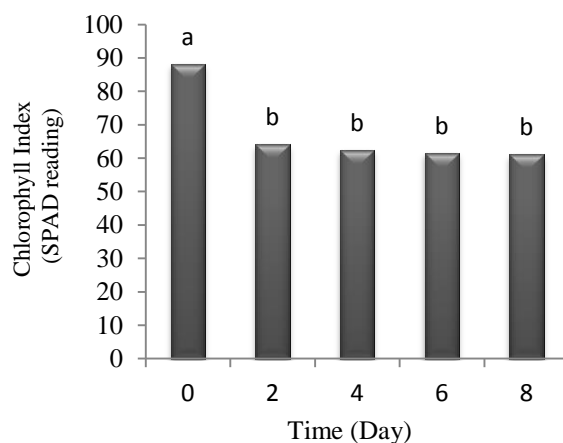
جذب نسبی محلول توسط گل‌های شاخه‌بریده تأثیر دارد. به‌طورکلی همه گل‌های مه افشانی نشده پیش از برداشت هنگامی که در همه غلظت‌های اسید سالیسیلیک پس از برداشت نگهداری شدند جذب نسبی محلول بیشتری نسبت به شاهد دارند.

احتمال ادرصد معنی‌دار شد و در همه تیمارهای اعمال‌شده با اسید سالیسیلیک میزان نسبی جذب نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۶). چنین به نظر می‌رسد که اعمال هر دو تیمار اسید سالیسیلیک (پیش و پس از برداشت) در



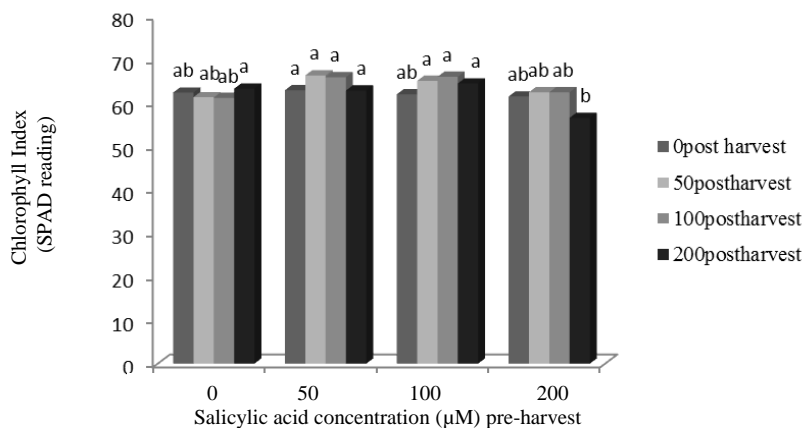
شکل ۱. مراحل رشد و نمو گل لیلیوم در طول باز شدن

Figure 1. Developmental stages of *Lilium* during flower opening (Arrom & Munné-Bosch, 2012)



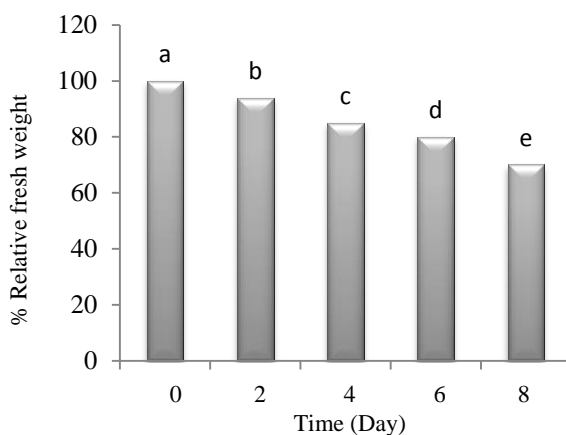
شکل ۲. تأثیر زمان بر محتوای سبزینه برگ گل‌های شاخه‌بریده در طول عمر گلدانی

Figure 2. The effect of time on cut flowers leaf chlorophyll during vase life

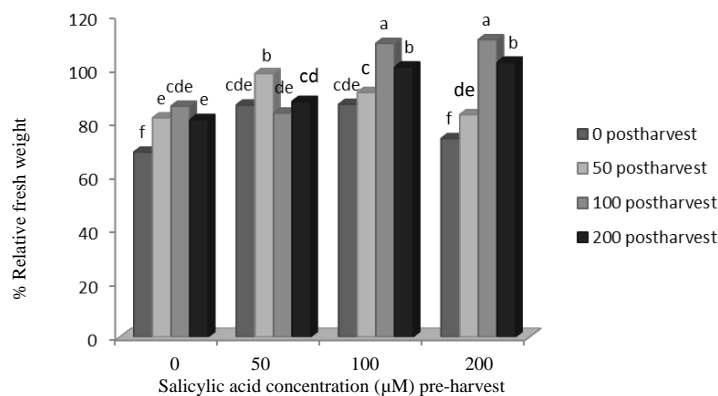


شکل ۳. اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر محتوای سبزینه برگ در طول عمر گلدانی

Figure 3. The effect of interaction between pre and post-harvest salicylic acid on leaf chlorophyll during vase life



شکل ۴. تأثیر زمان بر درصد وزن تر نسبی گل‌های شاخه‌بریده در طول عمر گلدانی
Figure 4. The effect of time on % relative fresh weight of cut flowers during vase life



شکل ۵. اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر درصد وزن تر نسبی گل در طول عمر گلدانی

Figure 5. The effect of interaction between pre and post-harvest salicylic acid application on % relative fresh weight of flower during vase life

تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان نسبی جذب محلول گل‌های شاخه‌بریده

اثر متقابل تیمار اسید سالیسیلیک پیش از برداشت در پس از برداشت بر میزان نسبی جذب محلول در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد و در همه تیمارهای اعمال‌شده با اسید سالیسیلیک میزان نسبی جذب نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل ۶). چنین به نظر می‌رسد که اعمال هر دو تیمار اسید سالیسیلیک (پیش و پس از برداشت) در جذب نسبی محلول توسط گل‌های شاخه‌بریده تأثیر دارد. به‌طور کلی همه گل‌های مه افشانی نشده پیش از برداشت هنگامی که در همه غلظت‌های اسید سالیسیلیک پس از برداشت نگهداری شدند جذب

از سوی دیگر همه گل‌هایی که پس از برداشت در ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک قرار گرفتند، نیز صرف‌نظر از غلظت اسید سالیسیلیک تیمار شده پیش از برداشت جذب محلول بیشتری نسبت به همه تیمارها داشتند. همچنین گل‌های محلول‌پاشی شده با ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار هنگامی که پس از برداشت نیز در محلول نگهدارنده حاوی ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک نگهداری شدند جذب محلول بیشتری داشتند. چنین به نظر می‌رسد که ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک غلظت مناسبی برای استفاده در محلول‌های نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده لیلیوم است. نتایج این بررسی با نتایج Alaei *et al.* (2011)، Zamani *et al.* (2011) و Kazemi *et al.* (2011) همخوانی دارد.

قابل توجه طول عمر ماندگاری شاخه گل‌های بریده‌ای که با اسید سالیسیلیک تیمار شده بودند تا حدودی مرتبط با تعادل آبی گیاهان است که خود به احتمال می‌تواند در نتیجه خاصیت باکتری کشی اسید سالیسیلیک و در نتیجه جلوگیری از بسته شدن آوندهای گل‌های شاخه‌بریده و یا نقش تنظیمی مثبت اسید سالیسیلیک بر باز و بسته شدن روزنه‌ها باشد که در مجموع باعث حفظ و نگهداری آب در گل‌های شاخه‌بریده می‌شود. نتایج این بررسی همچنین هماهنگ بر یافته‌های (2008) Fan *et al.* و Kazemi *et al.* (2011) است.

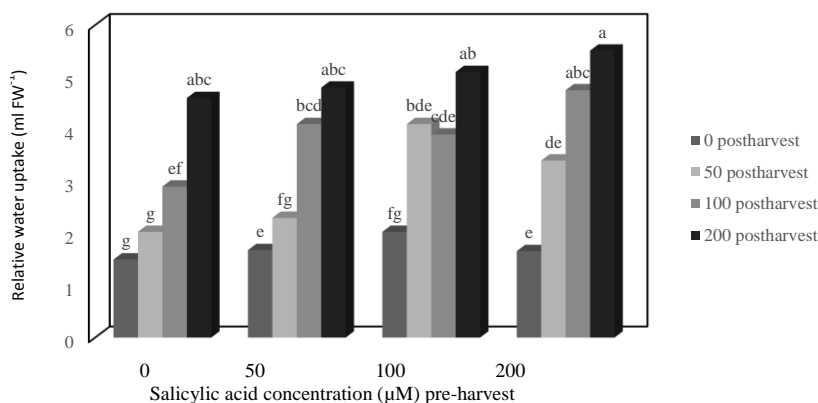
تأثیر تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پس از برداشت گلبرگ

افزون بر اینکه شرایط و تیمارهای پیش از برداشت نقش بسزایی در کیفیت نهایی گل‌های شاخه‌بریده لیلیوم دارد، تأثیر تیمارهایی که بی‌درنگ پس از برداشت نیز صورت می‌گیرد در بهبود کیفیت و عمر ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده تعیین‌کننده است. با این هدف در این آزمایش در مرحله پس از برداشت، گل‌های شاخه‌بریده در محلول‌های اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار نگهداری شدند و نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیمی از پنج مرحله رشد و نمو گل لیلیوم و اندازه‌گیری‌های بیوشیمیایی در طول عمر گلدانی گل‌های شاخه‌بریده لیلیوم انجام گرفت.

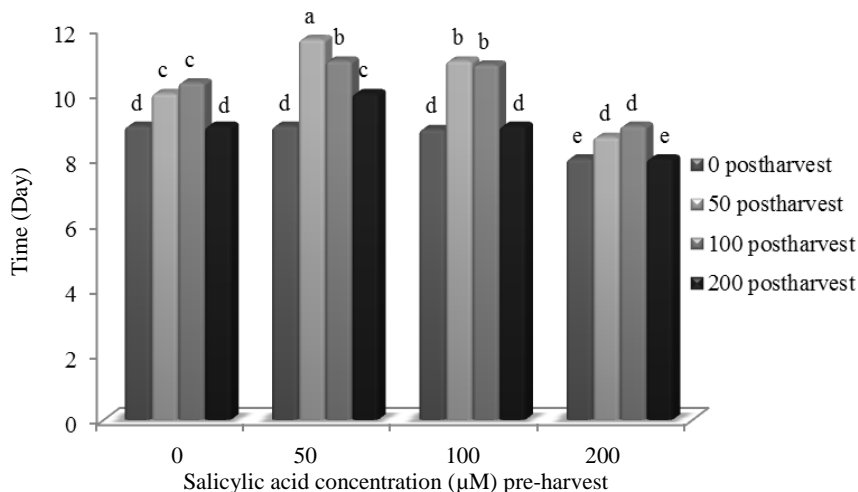
نسبی محلول بیشتری نسبت به شاهد دارند. از سوی دیگر همه گل‌هایی که پس از برداشت در ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک قرار گرفتند، نیز صرف‌نظر از غلظت اسید سالیسیلیک تیمار شده پیش از برداشت جذب محلول بیشتری نسبت به همه تیمارها داشتند. همچنین گل‌های محلول‌پاشی شده با ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار هنگامی که پس از برداشت نیز در محلول نگهدارنده حاوی ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک نگهداری شدند جذب محلول بیشتری داشتند. چنین به نظر می‌رسد که ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک غلظت مناسبی برای استفاده در محلول‌های نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده لیلیوم است. نتایج این بررسی با نتایج (2011) Alaei *et al.*، (2011) Zamani *et al.* و Kazemi *et al.* (2011) همخوانی دارد.

تأثیر اسید سالیسیلیک بر طول عمر گلدانی گل‌های شاخه‌بریده

اثر متقابل تیمارهای پیش و پس از برداشت بر عمر گلدانی گل‌های شاخه‌بریده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد. از اثر متقابل تیمار پیش و پس از برداشت اسید سالیسیلیک چنین برآورد می‌شود گل‌هایی که در مرحله پیش از برداشت با غلظت ۵۰ میکرومولار محلول‌پاشی شده و پس از برداشت نیز در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار قرار گرفتند بیشترین طول عمر نسبت به تیمار شاهد و غلظت ۲۰۰ میکرومولار را دارند (شکل ۷). افزایش بسیار



شکل ۶. اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر جذب نسبی آب گل‌ها در طول عمر گلدانی
Figure 6. The effect of interaction between pre and post-harvest salicylic acid on relative water uptake of flower during vase life



شکل ۷. اثر متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در مرحله پیش و پس از برداشت بر عمر گلدانی لیلیوم
Figure 7. The effect of interaction between pre and post-harvest salicylic acid on *Lilium* vase life

باز شدن گل‌ها و آغاز مرحله پیری باشد. نتایج این بررسی با نتایج پژوهش‌های Yamane *et al.* (1999) و Panavas & Rubinstein (1998) به ترتیب در گل‌های شاخه‌بریده گلابول (*Gladiolus spp.*) و همروکالیس (*Hemerocallis hybrid*) همخوانی دارد.

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول

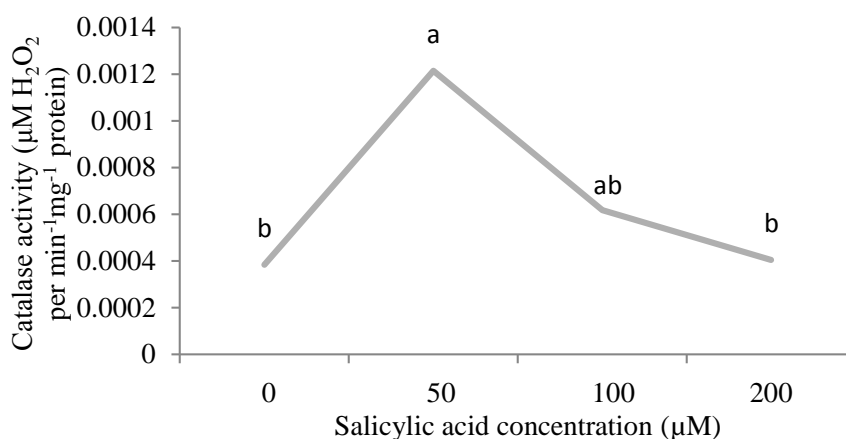
گلدانی بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول نگهدارنده تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد روی فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز داشت. همان‌طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود در بین همه غلظت‌های مورد استفاده در پس از برداشت گل‌ها، اسید سالیسیلیک در سطح ۱۰۰ میکرومولار بیشتر از شاهد و دیگر غلظت‌ها باعث افزایش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز شده است. افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز منجر به حذف رادیکال‌های آزاد و افزایش عمر ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده می‌شود.

نتایج نشان داد، کاربرد اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنزیم‌های پاداکسندگی در راستای از بین بردن تأثیر منفی گونه‌های اکسیژن فعال و به تأخیر انداختن پیری گلبرگ‌ها و برگ‌ها تأثیر مثبتی داشت. نتایج این بررسی نیز با نتایج Hatamzadeh *et al.* (2012)، Alaey *et al.* (2011) و Chakrabarty *et al.* (2009) همخوانی داشت.

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول

نگهداری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گلبرگ‌ها در مرحله پس از برداشت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد داشت به طوری که محلول نگهدارنده حاوی ۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد و نیز تیمار ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز شد (شکل ۸). این نتایج با یافته‌های Ezhilmathi *et al.* (2007) همخوانی داشت. لازم به یادآوری است که تأثیر غلظت ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت و می‌توان گفت که غلظت‌های به نسبت بالای اسید سالیسیلیک تأثیر قابل توجه تحریکی در فعالیت آنزیم‌ها ندارند که بسیار قابل توجه و بحث است (Sandoval-Yepiz, 2004). فرآیندهای پیری و تخریب گلبرگ‌ها در یک‌روند آهسته آغاز شده و گل‌های تیمار شده با ۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک یک افزایش در فعالیت کاتالاز برای حذف H_2O_2 داشته‌اند، ولی پس از آن در غلظت ۲۰۰ میکرومولار این فعالیت به کمترین حد و به سمت پیری رفته است. آنزیم‌های پاداکسندگی با پاکسازی این رادیکال‌ها نقش مهمی در حفظ طول عمر گلدانی گل‌های شاخه‌بریده دارند (Baker *et al.*, 1978). احتمال دارد افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز به علت کاهش پروتئین در گلبرگ‌ها، پس از



شکل ۸. تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گلبرگ گل شاخه بریده لیلیوم
Figure 8. The effect of different salicylic acid concentrations on the catalase activity in *Lilium* cut flower's petal

پروتئین‌سازی در مقایسه با مراحل میانی رشدونمو گل فعال نشده است و از سوی دیگر در مراحل پایانی عمر گل، یعنی پیری میزان تخریب پروتئین‌ها افزایش و میزان ساخت آن‌ها کاهش می‌یابد، این موضوع قابل توجه است (شکل ۱۱). نتایج این بررسی با نتایج *Alaey et al.* (2011) همخوانی دارد.

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول گلدانی بر میزان پراکسید هیدروژن

میزان پراکسید هیدروژن در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار سالیسیلیک اسید در مقایسه با ۲۰۰ میکرومولار و شاهد کمترین میزان را دارد و تأثیر زیانبار و سمی غلظت ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک در اینجا نیز مشهود است (شکل ۱۲). وجود مقدار به نسبت بالای پراکسید هیدروژن در مقایسه با تیمارهای ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک را می‌توان به وجود مقدار پراکسید هیدروژنی که به‌طور طبیعی در بافت‌ها وجود دارد نسبت داد. زیرا پراکسید هیدروژن به‌صورت یک مولکول دوگانه عمل کرده و در غلظت‌های پایین به مانند یک مولکول علامت دهنده عمل کرده و به یاخته در برابر تنش‌های مختلف وارد شده هشدار می‌دهد ولی اگر مقدار آن از حد آستانه تجاوز کند به مانند گونه‌های فعال اکسیژن، خود به یاخته آسیب می‌رساند (*Sharma et al.*, 2012). از سوی دیگر مقدار

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول گلدانی بر میزان مالون دی‌آلدئید

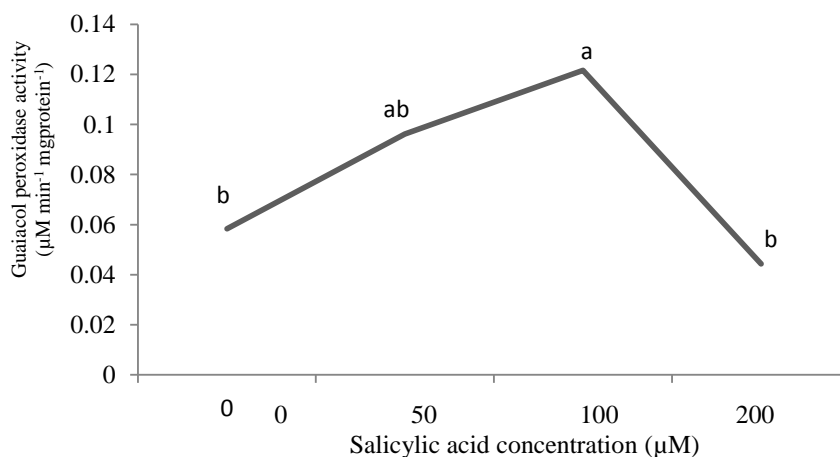
نتایج تجزیه واریانس نشان داد، اثر متقابل بین تیمارهای اسید سالیسیلیک و مرحله رشدونمو گل در مرحله پس از برداشت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد به‌طوری‌که مقدار مالون دی‌آلدئید در فرایند پنج مرحله رشدونموی یک‌روند افزایشی از مرحله I (غنچه) تا مرحله VI (گل پیر) داشت، ولی مقدار تنش واردشده ناشی از پیری و تولید گونه‌های فعال اکسیژن در طول این مدت برای گل‌های تیمار شده با ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک کمتر از تیمار شاهد و نیز تیمار ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک است (شکل ۱۰). به احتمال افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده‌ها در غلظت‌های کم بازدارنده پراکسید شدن غشای یاخته و به تعویق افتادن فرایند پیری می‌شود.

تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول گلدانی بر میزان پروتئین‌های کل

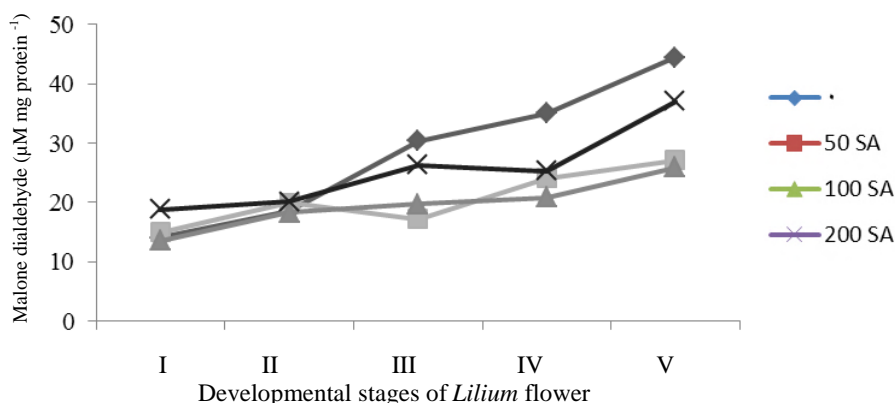
نتایج نشان داد، تفاوت معنی‌داری در میزان پروتئین‌های کل گلبرگ در مرحله رشد و نمو گل در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد به‌طوری‌که در مراحل ۱ و ۵ رشدونمو گل محتوای پروتئین‌های کل به نسبت پایین‌تر بود. به نظر می‌رسد با توجه به اینکه در مرحله غنچه بسته (مرحله I) هنوز سامانه رونویسی و

را داشته است و در مرحله V با تخریب گلبرگ‌ها این روند افزایشی شده و عمر گلدانی گل به پایان رسیده است. نتایج این بررسی همچنین با یافته‌های Chakrabarty *et al.* (2009) در این زمینه همخوانی دارد. رفتار تیمارهای شاهد و ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک در مقدار پراکسید هیدروژن مانند هم بوده و هر دو پراکسید هیدروژن بالاتری در مرحله IV رشدونمو گل نسبت به دو تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک دارند. به احتمال افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده مانند کاتالاز در نتیجه استفاده از غلظت‌های کم اسید سالیسیلیک دلیل کاهش مقدار پراکسید هیدروژن بوده است.

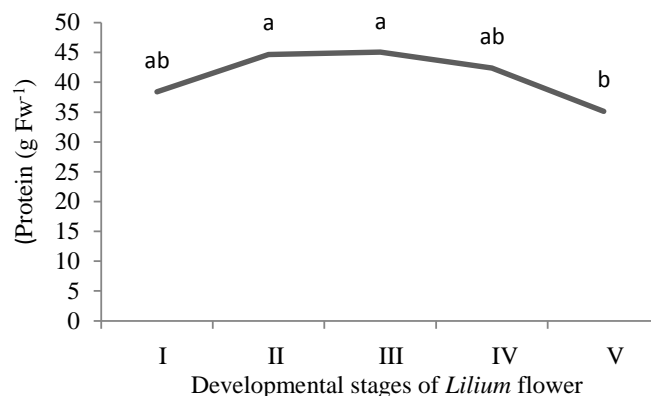
پراکسید هیدروژن از مرحله I (غنچه بسته) تا مرحله IV که گلبرگ‌ها هنوز به سمت بیرون خمش پیدا نکرده‌اند، یک‌روند افزایشی با یک آهنگ ثابت داشته‌اند ولی مقدار پراکسید هیدروژن در مرحله V و با آغاز پیری به طرز معنی‌دار افزایش پیدا کرده است. این افزایش در مقدار پراکسید هیدروژن در گلبرگ‌ها، بیانگر افزایش تنش اکسایشی در این مرحله از طول عمر گلدانی است که باعث افزایش در پراکسیداسیون لیپیدها و مقدار مالون دی‌آلدئید شده که همین موضوع در نهایت منجر به کاهش شاخص پایداری غشا در این مراحل و بالاخره پیری گلبرگ‌ها می‌شود اما سطح تیمار ۵۰ میکرومولار نسبت به دیگر سطح‌ها تا مرحله IV رشد و نمو گل کمترین میزان پراکسیداسیون



شکل ۹. تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در گلبرگ‌های گل شاخه‌بریده لیلیوم
Figure 9. The effect of different salicylic acid concentrations on the guaiacol peroxidase activity in *Lilium* cut flower's

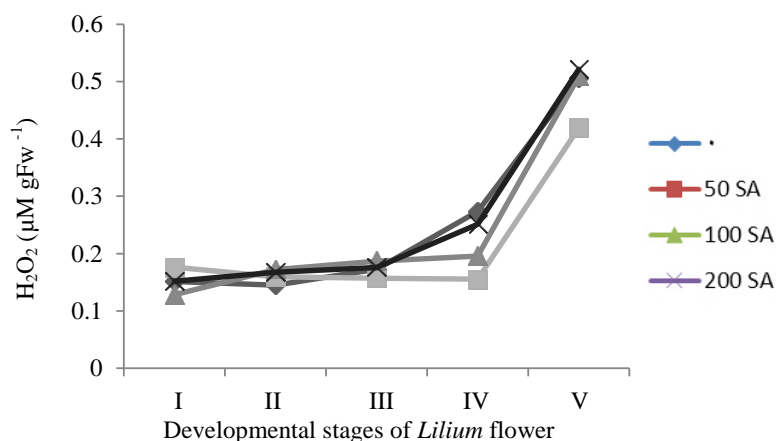


شکل ۱۰. تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول نگهداری بر میزان مالون دی‌آلدئید گلبرگ‌ها در فرایند پنج مرحله رشد و نمو
Figure 10. The effect of different salicylic acid concentrations in preservative solutions on the amount of Malone dialdehyde in the petal during 5 developmental stages



شکل ۱۱. تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول نگهداری بر میزان پروتئین‌های گلبرگ‌ها در فرایند پنج مرحله رشد و نمو

Figure 11. The effect of different salicylic acid concentrations in preservative solutions on the amount of protein in the petal during 5 developmental stages



شکل ۱۲. تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک در محلول نگهداری بر میزان برآکسید هیدروژن گلبرگ‌ها در فرایند پنج مرحله نمو

Figure 12. The effect of different salicylic acid concentrations in preservative solutions on the amount of H₂O₂ in the petal during 5 developmental stages

غنچه، کاهش پراکسیده شدن لیپیدها و به‌ویژه عمر گلدانی داشته است. همچنین بیشترین عمر گلدانی (۱۲ روز) مربوط به گل‌هایی بود که با غلظت ۵۰ میکرومولار پیش و پس از برداشت تیمار شده بودند درحالی‌که بیشترین وزن تر نسبی و جذب محلول در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار پس از برداشت رخ داد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج استفاده از تیمار اسید سالیسیلیک پیش از برداشت سودمند است به‌طوری‌که محلول‌پاشی پیش از برداشت ۵۰ میکرومولار و پس از برداشت ۱۰۰ و ۵۰ میکرومولار بیشترین تأثیر را در افزایش فعالیت آنزیم‌های پاداکسنده، میزان سبزینه، شاخص پایداری غشاء، قطر، شمار و طول

REFERENCES

- Alaey, M., Babalar, M., Naderi, R. & Kafi, M. (2011). Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. *Postharvest Biology and Technology*, 61, 91-94.
- Ansari, M. S. & Misra, N. (2007). Miraculous role of salicylic acid in plant and animal system. *American Journal of Plant Physiology*, 2, 51-58.

3. Arrom, L. & Munné-Bosch, S. (2012). Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flowers. *Plant Science*, 188-189, 41-47.
4. Baker, J. E., Liberman, M. & Anderson, J. D. (1978). Inhibition of ethylene production in fruit slice by rhizobitoxine analoga and free radical scavengers. *Plant Physiology*, 61, 886-888.
5. 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, 248-251.
6. Canakci, S. (2008). Effect of salicylic acid on fresh weight change, chlorophyll and protein amounts of radish (*Raphanus sativus* L.) Seedling. *Journal of Biological Sciences*, 8, 431-435.
7. Chakrabarty, D., Kumar Verma, A. & Kumar Datta, S. (2009). Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in *Hemerocallis* (day lily) flowers. *Journal of Horticulture and Forestry*, 1, 113-119.
8. Eason, J. R. & Webster, D. (1995). Development and senescence of *Sandersonia aurantiaca* (Hook.) flowers. *Scientia horticulturae*, 63, 113-121.
9. Ezhilmathi, K., Singh, V. P., Arora, A. & Sairam, R. K. (2007). Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of gladiolus cut flowers. *Plant Growth Regulation*, 51, 99-108.
10. Fan, M. H., Wang, J. X., Shi, G., Shi, L. N. & Li, R. F. (2008). Salicylic acid and 6-BA effect in shelf-life improvement of *Gerbera jamesonii* cut flower. *Anhui Agricultural Science Bulletin*. <http://en.Chki.com>.
11. FAO. (2011). Available on: www.FAO.org
12. Gerailoo, S. & Ghasemnezhad, M. (2011). effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in yellow island cut rose flowers. *Jurnal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 19, 183-193.
13. Halevy AH, Mayak S (1979). Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part1. *Hortic. Rev.* 1:204-236
14. Hatamzadeh, A., Hatami, M. & Ghasemnezhad, M. (2012). Efficiency of salicylic acid delay petal senescence and extended quality of cut spikes of gladiolus grandiflora cv. 'wing's sensation'. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 540-545.
15. Hayat, S. & Ahmad, A. (2007). *Salicylic acid: A Plant hormone*. Springer science. Chapter 1, 4, 5.
16. He, S., Joyce, D. C., Irving, D. & Faragher, J. D. (2006). Stem end blockage in cut *Grevillea* "Crimson Yul-lo" inflorescences. *Postharvest Biology and Technology*, 41, 78-84.
17. Hogland, D. R. & Arnon, D. I. (1950). The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station, Circular*, 347.
18. Kazemi, M. & Shokri, K. (2011). Role of Salicylic Acid in Decreases of Membrane Senescence in Cut *Lisianthus* Flowers. *World Applied Sciences Journal*, 13, 142-146.
19. Kazemi, M., Zamani, S. & Aran, M. (2011). Interaction between glutamine and different chemicals on extending the vase life of cut flower of Prato lily. *American Journal of Plant Physiology*, 2, 120-125.
20. Klessig, D. F. & Malamy, J. (1994). The salicylic acid signal in plants. *Plant Molecular Biology*, 26, 1439-1458.
21. Mayak, S., Vaadia, Y. & Dilley, D. R. (1977). Regulation of senescence in carnation (*Dianthus caryophyllus*) by ethylene. *Plant Physiology*, 59, 591-593.
22. Nelson, P. V. (2003). *Greenhouse operating and management*. SB415.N44 .chapter16
23. Panavas, T. & Rubinstein, B. (1998). Oxidative events during programmed cell death of daylily (*Hemerocallis hybrid*) petals. *Plant Science*, 133, 125-138.
24. Pompodakis, N. E., Joyce, D. C., Terry, L. A. & Lydakis, D. E. (2004). Effects of vase solution pH and ascorbic acid on the longevity of cut 'Baccara' roses. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79, 828-832.
25. Popova, L. P., Pancheva, T. V. & Uzunova, A. N. (1997). Salicylic acid: Properties, biosynthesis and physiological role. *Bulgarian Journal of Plant Physiology*, 23, 85-93.
26. Sairam, R. K., Deshmukh, P. S. & Shukla, D. S. (1997). Tolerance to drought and temperature stress in relation to increased antioxidant enzyme activity in wheat. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 178, 171-177.
27. Sandoval-Yepiz, M. R. (2004). Reguladores de crecimiento XXIII: *Efecto del acido salicilico en la biomasa del cempazuchitl (Tagetes erecta)*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario, Conkal, Yucatan, Mexico.
28. Sankat, C. K. & Mujaffar, S. (1994). Water balance in cut anthurium flowers in storage and its effect on quality. *Acta Horticulturae*, 368, 723-732.
29. Sergey, S., Korshuvov, V., Shulachev, P. & Srtakov, A. (1997). High protonic potential actuates a mechanism of production of reactive oxygen species in mitochondria. *Federation of European Biochemical Societies*, 416, 15-18.

30. Sharma, P., Jha, A. B., Shanker Dubey, R. & Pessarakli, M. (2012). Reactive Oxygen Species, Oxidative Damage, and Antioxidative Defense Mechanism in Plants under Stressful Conditions. *Journal of Botany*, 1-26.
31. Spence, N. J., Mills, P. R. & Barbara, D. J. (2000). A survey of viruses of *Alstroemeria* in the UK and the characterization of carlaviruses infecting *Alstroemeria*. *European Journal of Plant Pathology*, 106, 843-847.
32. Stewart, R. R. C. & Bewley, J. D. (1980). Lipid peroxidation associated aging of soybean axes. *Plant Physiology*, 65, 245-248.
33. Tatiana, Z., Yamashita, K. & Matsumoto, H. (1999). Iron deficiency induced changes in ascorbate content and enzyme activities related to ascorbate metabolism in cucumber root. *Plant and Cell Physiology*, 40, 273-280.
34. Van Doorn, W. G. & Woltering, E. J. (2008). Physiology and molecular biology of petal senescence. *Journal of Experimental Botany*, 59, 453-480.
35. Wagstaff, C., Malcolm, P., Rafiq, A., Leverentz, M., Griffiths, G., Thomas, B., Stead, A. & Rogers, H. J. (2003). Programmed cell death (PCD) processes begin extremely early in *Alstroemeria* petal senescence. *New Phytologist*, 160, 49-59.
36. Whitman, C. M., Heins, R. D., Keith, R. M. & Funnell, A. (2001). GA4+7 plus benzyl adenine reduce foliar chlorosis of *Lilium longiflorum*. *Scientia Horticulturae*, 89, 143-154.
37. Witte, Y. D. & Van Doorn, W. G. (1991). The mode of action of bacteria in the vascular occlusion of cut rose flowers. *Acta Horticulture*, 298, 165-167.
38. Yamane, K., Kawabata, S. & Fujishige, N. (1999). Change in activities of superoxide dismutase, catalase and peroxidase during senescence of gladiolus florets. *Horticultural Science*, 68, 798-802.
39. Yuping, Z. (2009). Effects of Salicylic Acid on Fresh Keeping of Cut *Gerbera jamesonii* Flower. *Anhui Agricultural Science Bulletin*.