اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی و عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس (Eustoma grandiflorum cv. Miarichi Grand white)

روح‌انگیز نادری[1*]، داوود عطایی[1] و عزیزاله خندان میرکوهی[1]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۱)

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از برداشت بر کیفیت رویشی و ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم "Miarichi Grand white" انجام شد. گیاهان در گلدان‌های محتوی خاک زراعی، ماسه و خاک برگ پوسیده با نسبت ۱:۱:۱ حجمی در گلخانه کشت شدند. تیمارها در مرحله قبل از برداشت، در مرحله انگیزش غنچه، شامل چهار غلظت اسید سالیسیلیک (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی-مولار) بودند. صفات مربوط به کیفیت رویشی شامل طول و قطر غنچه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده و وزن تر و خشک آن، سطح برگ و محتوای کلروفیل بودند. نتایج نشان داد که تیمار اسید سالیسیلیک منجر به افزایش تمام این ویژگی‌ها، نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین، در بین غلظت‌های اسید سالیسیلیک، غلظت ۰/۵ میلی‌مولار بیشترین اثر را بر فاکتورهای اندازه‌گیری شده داشت. به منظور بررسی اثر تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه بریده لیزیانتوس، گل‌ها در مرحله‌ای که دو غنچه آنها به طور کامل باز شدند برداشت شدند. نتایج نشان داد که تیمارهای قبل از برداشت منجر به افزایش عمر گلجایی، حفظ بهتر وزن تر نسبی و جذب آب نسبی نسبت به تیمار شاهد شدند. همچنین، کاهش میزان نشت یونی، تجمع کمتر مالوندی‌آلدئید، فعالیت کمتر آنزیم لیپوکسیژناز، تجمع کمتر H_2O_2 و بهبود آنزیم‌های کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز در غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک، نسب به تیمار شاهد، مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک می‌تواند به عنوان یک فناوری مفید برای افزایش طول عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس، با افزایش فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه حفظ پایداری غشا، استفاده شود.

کلمات کلیدی: جذب آب، عمر گلجایی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، مالوندی‌آلدئید، نشت یونی، ویژگی‌های رشدی

مقدمه

یکی از مشکلات مهم کشورهای در حال توسعه ضایعات قابل توجه محصولات باغبانی به دلیل کم توجهی به مسائل پس از برداشت می‌باشد. در طی دهه‌های اخیر، با توجه به گسترش تولید و تجارت جهانی گل و گیاهان زینتی، انجام تحقیقات تخصصی در این زمینه مورد نیاز است. طول عمر گل‌های شاخه

۱. گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rnaderi@ut.ac.ir

بریده تحت تأثیر عوامل قبل و پس از برداشت قرار می‌گیرد. کیفیت و طول عمر گل‌های شاخه بریده بستگی به شرایط کاشت و حمل و نقل آنها پس از برداشت دارد که خود این موارد با تنش‌های مختلفی مانند کاهش جذب آب، افزایش تنفس، تغییر در هدایت هیدرولیکی، وزن تر، محتوای آبی گل‌ها و پتانسیل آب آن‌ها در ارتباط است (۳۴). بیشتر تلاش‌ها در مرحله پس از برداشت در جهت به تأخیر انداختن یا طولانی کردن مرحله پیری و به حداقل رساندن آثار نامطلوب آن است.

لیزیانتوس با نام علمی *Eustoma grandiflorum* از خانواده Gentianaceae است. بومی آمریکای شمالی بوده و گل‌های آن با رنگ‌های سفید، آبی، یاسی و بنفش به صورت منفرد یا چندتایی، روی ساقه‌های برگ‌دار تشکیل می‌شوند (۲). عمر پس از برداشت این گل زیاد نیست، و در بین ارقام مختلف، متفاوت است (۳۰). با توجه به اهمیت اقتصادی گل‌های شاخه بریده و عمر پس از برداشت کوتاه این محصولات، ارائه راهکارهایی برای افزایش ماندگاری آنها ضروری به نظر می‌رسد. اعمال مدیریت صحیح و انجام برخی تیمارها در مراحل قبل و پس از برداشت نقش بسیار مهمی در افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده دارد (۳۴). در سال‌های اخیر، استفاده از اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب طبیعی به منظور افزایش ماندگاری پس از برداشت محصولات باغبانی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. اسید سالیسیلیک به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی به‌طور وسیعی در مراحل قبل و پس از برداشت به‌کار می‌رود (۳۲). در سال‌های اخیر اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب شیمیایی ایمن برای کنترل ضایعات پس از برداشت محصولات فسادپذیر به‌کار گرفته شده است. این ماده باعث کاهش تنفس، بازدارندگی از تولید اتیلن و کنترل پیری در محصولات مختلف شده است (۳۲). کاربرد برگی اسید سالیسیلیک در لیلیوم منجر به افزایش معنی‌دار طول و قطر ساقه گل‌دهنده، افزایش حجم غنچه گل و حفظ بهتر محتوای کلروفیل برگ شد. همچنین، اسید سالیسیلیک منجر به افزایش عمر گلجایی، کاهش نشت یونی و تجمع کمتر مالون‌دی‌آلدئید نسبت به تیمار شاهد شده است (۱۶). گزارش شده که کاربرد برگی اسید سالیسیلیک با افزایش تعداد گل و برگ در بنفشه آفریقایی همراه است. همچنین، کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از برداشت گل، کیفیت و عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده رُز را افزایش داد (۱۷ و ۲۱). در پژوهشی، کاربرد اسید سالیسیلیک در شرایط تنش شوری در گیاه همیشه بهار منجر به افزایش محتوای کلروفیل، ارتفاع گیاه، سطح برگ و وزن خشک ریشه و ساقه نسبت به تیمار شاهد شد (۱۲). تیمار پس از برداشت گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر اسید سالیسیلیک منجر به عمر گلجایی طولانی‌تر و جذب آب و وزن تر نسبی بیشتر در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین، تجمع مالون‌دی‌آلدئید کمتر، کاهش فعالیت لیپوکسیژناز و افزایش فعالیت سوپراکسید دیسموتاز در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده شد (۱۰).

در پژوهش حاضر، اثر تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی و عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس ارزیابی شده است.

مواد و روش‌ها

در تاریخ ۱۳ بهمن ۱۳۹۲ نشاهای لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white در مرحله چهاربرگی از تولیدکنندگان تجاری منطقه پاکدشت ورامین خریداری و به گلخانه گلکاری گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، منتقل شد. بستر کشت محتوی خاک زراعی، ماسه و خاک برگ پوسیده با نسبت ۱:۱:۱ حجمی بود که با قارچ‌کش بنومیل با غلظت دو در هزار ضدعفونی شد. نشاها به گلدان‌های سفالی دو لیتری محتوی محیط کشت منتقل شدند. میانگین دما در گلخانه به‌طور میانگین ۴ ± ۲۶ در روز و ۱۶ ± ۴ در شب بود. بعد از استقرار و شروع به رشد، گیاهان با کود کامل N:P:K با نسبت ۲۰:۲۰:۲۰ با غلظت ۲ گرم بر لیتر، و هر ماه یکبار به همراه آب آبیاری، تغذیه شدند. در این آزمایش،

غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و صفر (آب مقطر+ ۲۰ سی‌سی اتانول) به عنوان شاهد برای محلول‌پاشی روی بوته‌های لیزیانتوس به‌کار گرفته شد. محلول‌پاشی با شروع مرحله انگیزش غنچه‌ها (۱۰۵ روز پس از کاشت) در سه نوبت و با فاصله هر هفته یک‌بار انجام شد و بررسی شاخص‌های مورد نظر انجام گرفت. سپس، گل‌ها در مرحله‌ای که دو غنچه آنها به طور کامل باز شدند برداشت شده و برای انجام آزمایش‌های پس از برداشت به آزمایشگاه‌های گروه علوم باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، منتقل شدند. روی هر ساقه ۵–۸ برگ نگهداری و غنچه‌های کوچک حذف شدند. سپس، طول همه ساقه‌های گل به ۶۰ سانتی‌متر رسانده شد. تمام گل‌ها (تیمارها و شاهد) به مدت ۱۸ ساعت در محلول ساکارُز ۴٪ قرار گرفتند. سپس، باز برش انتهای ساقه به میزان ۰/۵ سانتی‌متر انجام گرفت و گل‌ها در آب مقطر، در اتاقی با دمای ۵ ± ۲۰ و رطوبت نسبی ۶۰–۷۰ درصد نگهداری شدند.

صفات مورد ارزیابی

وزن تر نسبی با استفاده از روش جویس و جونز (۲۲) اندازه‌گیری شد و بر حسب واحد گرم بر گرم وزن تر اولیه در روز توسط فرمول زیر بیان شد:

$$RFW = \frac{FW_i}{FW_0} \qquad [۱]$$

که RFW وزن تر نسبی، FW_i وزن تر در روز مورد نظر (گرم) و FW_0 وزن تر در روز صفر (گرم) است.

مقدار نسبی محلول جذب شده با استفاده از روش اعلایی و همکاران (۱) اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌لیتر بر گرم وزن تر اولیه توسط فرمول زیر بیان شد:

$$RFU = \frac{WU_i}{FW_0} \qquad [۲]$$

که RWU جذب نسبی آب، WU_i محلول جذب شده روز مورد نظر (میلی‌لیتر) و FW_0 وزن تر روز صفر (گرم) است.

ارتفاع ساقه گل‌دهنده، قطر غنچه و طول غنچه یک هفته بعد از آخرین محلول‌پاشی اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری ارتفاع ساقه گل‌دهنده، ارتفاع گیاه از سطح خاک گلدان تا نوک غنچه اصلی اندازه‌گیری و بر حسب سانتی‌متر بیان گردید. قطر و طول غنچه‌ها با استفاده از کولیس ورنیه اندازه‌گیری شد. طول غنچه از لبه باز شده گلبرگ‌ها تا محل اتصال آنها به دمگل اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی‌متر بیان گردید. وزن تر و خشک ساقه با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند، سپس وزن آن‌ها با استفاده از ترازو اندازه‌گیری شد و بر حسب گرم بیان گردید. اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل Δ- T devices LTD) انجام گرفت و برحسب میلی‌متر مربع بیان شد. میزان کلروفیل برگ با استفاده از روش آرنون (۶) اندازه‌گیری و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بیان شد. عمر گلجایی از روز اول قرارگیری گل‌ها در محلول نگهداری (زمان برداشت) تا زمانی که گل‌ها ارزش زینتی خود را از دست دادند (گل‌ها پژمرده شده و رنگ آنها تغییر کرد) در نظر گرفته شد. نشت یونی (EL) با استفاده از روش مجیدیان (۳) اندازه‌گیری و بر حسب درصد بیان شد. میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) با استفاده از روش استوارت و بولی (۳۱) اندازه‌گیری و بر حسب نانومول بر گرم وزن تر بیان گردید. اندازه‌گیری میزان پراکسید هیدروژن (H_2O_2) با استفاده از روش الکسیوا و همکاران (۵) انجام و بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر بیان گردید. برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) از روش ابی (۴) استفاده شد و میزان فعالیت آنزیم برحسب یونیت بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. اندازه‌گیری آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX) با استفاده از روش رانیری و همکاران (۲۶) صورت گرفت و میزان فعالیت آنزیم براساس یونیت بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) از روش اکسلرود و همکاران (۸) استفاده شد و بر حسب یونیت بر میلی‌گرم پروتئین بیان شد. آزمایش‌های مربوط به مطالعات کیفیت رویشی در قالب

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

		میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	طول غنچه	قطر غنچه	تعداد غنچه	طول ساقه گل‌دهنده	سطح برگ	وزن تر	وزن خشک	کلروفیل
غلظت	۳	۱۵/۵۹**	۴/۹۸*	۹/۱۱^{ns}	۹۶/۷۳**	۶۴۸۴۶۱۰/۵۱^{ns}	۱۴۹/۸۶*	۱۳/۰۰*	۰/۳۸۸^{ns}
خطا	۸	۲/۰۱	۰/۸۱	۲/۸۲	۳/۶۵	۲۰۸۳۶۲۹/۸۱	۳۲/۴۴	۲/۸۷	۰/۱۲
CV (٪)	-	۷/۴۳	۱۰/۶۷	۱۴/۷۱	۲/۶۹	۳/۱۱	۸/۵۴	۲/۳۷	۷/۸۵

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪ و بدون اختلاف معنی‌دار

طرح کامل تصادفی، با فاکتور اصلی تیمارهای اسید سالیسیلیک در چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ میلی‌مولار) با سه تکرار انجام شد. آزمایش اولیه اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک در قالب طرح کامل تصادفی، با فاکتور اصلی تیمارهای اسید سالیسیلیک در همان چهار سطح و با سه تکرار انجام شد. آزمایش نهایی اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کامل تصادفی، با فاکتور اصلی زمان در چهار سطح (روزهای سوم، ششم، نهم و دوازدهم) و تیمار اسید سالیسیلیک در دو سطح (صفر و ۰/۵ میلی‌مولار) با سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت. مقایسه میانگین صفات مورد آزمایش با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطوح آماری ۱ و ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

آزمایش اول: اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی گل لیزیانتوس رقمMiarichi Grand white :

نتایج مربوط به تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رویشی و زایشی گل شاخه بریده لیزیانتوس در جدول ۱ ارائه شده است. بر این اساس، اثر بر صفات طول غنچه و طول ساقه (در سطح احتمال ۵٪) و قطر غنچه، وزن تر و خشک ساقه (در سطح احتمال ۱٪) معنی‌دار بود. صفات تعداد غنچه، سطح برگ و میزان کلروفیل نسبت به تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک با شاهد از نظر تأثیر بر طول غنچه مشاهده شد. اما بین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

میانگین طول غنچه‌ها در تیمارهای اسید سالیسیلیک ۱۹/۰۶– ۲۱/۷۵ میلی‌متر در حالی که میانگین طول غنچه‌ها در تیمار شاهد ۱۶/۱۹ میلی‌متر بود. همچنین، تأثیر اسید سالیسیلیک بر قطر غنچه‌ها نیز معنی‌دار بود. میانگین قطر غنچه‌ها در تیمار شاهد ۶/۸۴ میلی‌متر و کمتر از غنچه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک با میانگین ۸/۳۳–۹/۹۷ بود (جدول ۲). بیشترین طول و قطر غنچه مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بیشترین میانگین تعداد غنچه مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود، اما تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد و سایر غلظت‌های اسید سالیسیلیک نداشت. محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک بر ارتفاع ساقه گل‌دهنده تأثیر معنی‌دار داشت. بیشترین طول ساقه گل‌دهنده در تیمار ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد و تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد و غلظت‌های دیگر اسید سالیسیلیک داشت. سطح برگ تحت تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک قرار نگرفت و تفاوت معنی‌داری بین تیمارها و گیاهان شاهد مشاهده نشد. با این حال، بیشترین سطح برگ مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود. تیمار اسید سالیسیلیک صرف‌نظر از غلظت، سبب بهبود وزن تر و خشک ساقه

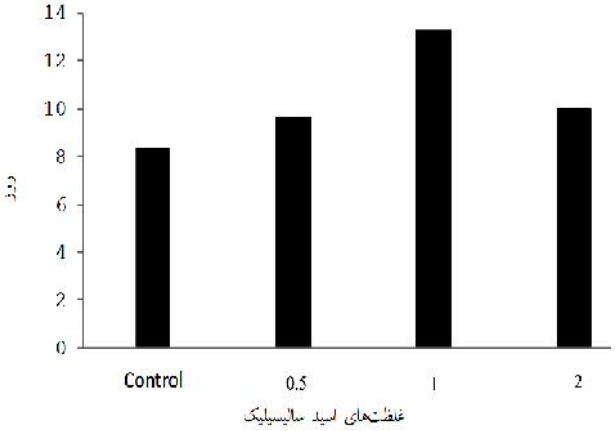
جدول ۲. اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های رشدی گل شاخه بریده لیزیانتوس رقمMiarichi Grand white

اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	طول غنچه (میلی‌متر)	قطرغنچه (میلی‌متر)	تعداد غنچه	طول ساقه گل‌دهنده (سانتی‌متر)	سطح برگ (میلی‌متر مربع)	وزن تر (گرم)	وزن خشک (گرم)	کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
۰	۱۶/۱۹b	۶/۸۴b	۹/۱۴b	۶۲/۹۵c	۴۵۰۷۶ b	۵۷/۸۳b	۱۵/۲۸b	۴/۲۰b
۰/۵	۲۱/۷۵a	۹/۹۷a	۱۳/۳۸a	۷۶/۳۳a	۴۸۴۷۶ a	۷۵/۱۱a	۲۰/۲۶a	۵/۰۶a
۱	۱۹/۳۹a	۸/۷۵a	۱۱/۷۱ab	۷۲/۶۱b	۴۶۲۵۸ ab	۲۹/۶۶ab	۱۸/۰۴ab	۴/۵۰ab
۲	۱۹/۰۶a	۸/۳۳ab	۱۱/۴۲ab	۷۱/۹۵b	۴۵۷۶۶ ab	۶۷/۳۱ab	۱۸/۷۲a	۴/۵۰ab

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

گل‌دهنده نسبت به تیمار شاهد شد. بیشترین وزن تر (۷۵/۱۱ گرم) و وزن خشک (۲۰/۲۶ گرم) ساقه گل‌دهنده در گیاهانی دیده شد که با ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تیمار شده بودند. میزان کلروفیل برگ گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک بیشتر از تیمار شاهد بود. با این حال، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. کمترین و بیشترین میزان کلروفیل به ترتیب در گیاهان شاهد و ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به دست آمد.

گزارش‌هایی در مورد نقش اسید سالیسیلیک در بهبود جذب عناصر غذایی توسط ریشه‌ها و گسترش سیستم ریشه‌ای، تأثیر بر باز و بسته شدن روزنه‌ها، افزایش زیست‌توده و موارد بسیار دیگر وجود دارد (۲۷). اسید سالیسیلیک سبب بهبود بسیاری از ویژگی‌ها نظیر طول و قطر غنچه، ارتفاع ساقه گل‌دهنده، وزن تر و خشک ساقه گل‌دهنده و تغییرات مثبت در سایر ویژگی‌ها نسبت به تیمار شاهد شده است. با بررسی اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل شاخه بریده رُز، بهبود در بسیاری از ویژگی‌های مهم نظیر سطح برگ، طول شاخه گل، قطر غنچه و وزن تر و خشک شاخه‌ها نسبت به تیمار شاهد گزارش شده است (۱). گزارش شده که استفاده از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک منجر به افزایش طول غنچه رُز در مقایسه با تیمار شاهد شده است (۱۷). در گیاهان لیلیوم تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک، تیمار ۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید سالیسیلیک نسبت به ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر منجر به افزایش بیشتر حجم غنچه شد (۱۶). گزارش شده که در گیاهان زینتی، کاربرد اسید سالیسیلیک موجب افزایش تعداد و سطح برگ می‌شود (۱۸). نتایج تحقیق حاضر نشان داد که اسید سالیسیلیک موجب افزایش سطح برگ می‌شود؛ اگرچه اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد مشاهده نشد. در گیاه زینتی بنفشه آفریقایی، کاربرد برگی اسید سالیسیلیک با افزایش تعداد گل و برگ همراه بود (۲۱). اسید سالیسیلیک احتمالاً با تأثیر مستقم یا غیر مستقیم بر افزایش تعداد سلول‌ها و یا افزایش اندازه آنها منجر به افزایش سطح برگ می‌شود. به‌علاوه، شواهد نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک در فعالیت سایتوکینین نقش دارد و از این طریق می‌تواند سبب افزایش سطح سلول‌ها شود (۳۵). یکی از فاکتورهای مهمی که بر کیفیت گل‌های شاخه بریده اثر می‌گذارد ارتفاع شاخه‌های گل و وزن تر و خشک آن است. در گل زینتی جعفری، کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به افزایش قطر ساقه‌ها، تعداد برگ‌ها و وزن تر و خشک شاخه‌ها شده است، که این تأثیر در غلظت‌های کمتر اسید سالیسیلیک بیشتر بود (۱۸). کاربرد سالیسیلات‌ها روی بنفشه آفریقایی منجر به افزایش رشد شاخساره و بهبود گل‌دهی شده است (۲۳). به



شکل ۱. اثر سطوح قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس رقمMiarichi Grand white

نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک با تأثیر مثبت بر طول ریشه‌ها و میزان توسعه آنها و در نتیجه اثر بر جذب عناصر و آب منجر به افزایش رشد شود. در این ارتباط، تیمار گندم با اسید سالیسیلیک، میزان تقسیم سلولی را در مریستم انتهایی ریشه افزایش می‌دهد (۲۸) که این‌ها خود عواملی هستند که می‌توانند منجر به افزایش ارتفاع شاخه‌ها و تعداد برگ‌ها و در نتیجه جذب بیشتر آب و عناصر غذایی شوند که از این طریق وزن نیز افزایش می‌یابد (۲۳). همچنین، این ماده بر آناتومی برگ‌ها و باز و بسته شدن روزنه‌ها هم تأثیر می‌گذارد که افزایش وزن تر ساقه‌های تیمار شده احتمالاً مربوط به ظرفیت نگهداری بهتر آب در این ساقه‌ها باشد (۱۵). میزان کلروفیل برگ گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک بیشتر از تیمار شاهد بود. با این حال، اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. افزایش در میزان کلروفیل برگ رز گزارش شده است، به طوری که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، محتوای کلروفیل نیز افزایش یافت (۲). گزارش شده که کاربرد برگی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر (نسبت به ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) اسید سالیسیلیک در لیلیوم منجر به محتوای بیشتر کلروفیل برگ شد (۱۴). تیمار بوته‌های جو با ۱۰۰ ماکرومولار تا ۱ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک منجر به کاهش میزان کلروفیل در برگ‌ها شده است (۲۵). افزایش در میزان کلروفیل ممکن است در نتیجه افزایش سنتز آن و یا کاهش تخریب آن باشد.

آزمایش دوم: اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white:

به منظور انتخاب غلظت بهینه تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک، شاخص‌های عمر گلجایی، جذب آب و وزن تر گل‌های شاخه بریده در مرحله پس از برداشت بررسی شدند. نمونه برداری برای سایر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری در روزهای صفر، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ پس از برداشت انجام شد. با توجه به نتایج به‌دست آماده از تجزیه آماری داده‌ها، غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از برداشت انتخاب شده و شاخص‌ها در این غلظت و تیمار شاهد ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از برداشت منجر به افزایش عمر گلجایی در مقایسه با گیاهان محلول‌پاشی شده با آب مقطر شده است. در گیاهان تیمار شده با اسید سالیسیلیک، بیشترین عمر گلجایی ۱۲/۳۳ روز و مربوط به غلظت ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود (شکل ۱). این در حالی بود که عمر گلجایی در گیاهان شاهد ۷/۶۶ روز بود. کاربرد قبل از برداشت اسید سالیسیلیک منجر به حفظ بهتر وزن تر نسبی و بهبود جذب آب در مرحله پس از برداشت شده است. وزن تر نسبی گل‌هایی که با اسید سالیسیلیک محلول‌پاشی شده بودند بیشتر از گل‌هایی بود که با آب مقطر محلول‌پاشی شده بودند (جدول ۳). جذب آب در تمام تیمارها در طی روزهای پس از برداشت افزایش یافت. با این حال، در گل‌های محلول‌پاشی شده با اسید سالیسیلیک میزان جذب آب به طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود.

تیمار قبل و پس از برداشت اسید سالیسیلیک نه تنها به طور مؤثری میزان وزن تر نسبی و جذب گل‌های شاخه بریده رز را افزایش می‌دهد، بلکه منجر به تأخیر در کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده رز شده است (۱). گزارش شده که اسید سالیسیلیک می‌تواند بر باز و بسته شدن روزنه‌ها نقش تنظیمی مثبت داشته باشد (۱۸). از طرفی، از دست دادن آب از طریق روزنه‌ها در مرحله پس از برداشت یکی از دلایل پژمردگی

جدول ۳. اثر سطوح مختلف قبل از برداشت اسید سالیسیلیک بر وزن تر نسبی (گرم بر گرم وزن تر اولیه) و جذب آب (میلی لیتر بر گرم وزن تر اولیه) در طول عمر گلجایی گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

تیمار اسید سالیسیلیک	وزن تر نسبی روز سوم	وزن تر نسبی روز ششم	وزن تر نسبی روز نهم	وزن تر نسبی روز دوازدهم	جذب آب روز سوم	جذب آب روز ششم	جذب آب روز نهم	جذب آب روز دوازدهم
شاهد	۱/۰۸ecd	۱/۰۵bc	۱/۰۰b	۰/۷۴d	۰/۸۵f	۱/۲۳f	۱/۷۴g	۲/۱۳e
۰/۵ میلی‌مولار	۱/۳۴a	۱/۱۵a	۱/۰۷a	۰/۹۸ab	۱/۵۱b	۱/۸۵b	۲/۶۸b	۲/۸۳b
۱ میلی‌مولار	۱/۱۱cd	۱/۰۶bc	۰/۹۹bc	۰/۸۸cb	۱/۲۹c	۱/۴۵e	۲/۱۴e	۲/۴۳d
۲میلی‌مولار	۱/۱۲c	۱/۰۷b	۱/۰۱b	۰/۹۱abc	۱/۱۶de	۱/۶۵d	۲/۴۰c	۲/۷۸bc

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر نشت یونی (EL)، میزان مالون‌دی‌آلدئید (MDA) و فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) در بافت گلبرگ طی زمان پس از برداشت گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		EL	MDA	LOX
تیمار	۱	۲/۸۷۷**	۶/۵۷۴ **	۵۲/۴۴ **
زمان	۴	۰/۸۸۳ **	۱/۵۳۴ **	۲۱/۸۴ *
تیمار × زمان	۴	۰/۲۳۰ *	۰/۲۴ *	۹/۹۷ *

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

گل‌های شاخه بریده است (۳۴). با کاربرد اسید سالیسیلیک در مرحله قبل از برداشت روی گل شاخه بریده لیلیوم رقم رویال، افزایش در عمر گلجایی و بهبود جذب آب گزارش شده است (۳).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۴) و مقایسه میانگین (جدول ۵) اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر نشت یونی و میزان تجمع مالون‌دی‌آلدئید (MDA) به همراه فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) نشان می‌دهد که تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) به طور معنی‌داری موجب کاهش نشت یونی و تجمع مالون‌دی‌آلدئید به همراه فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز در مقایسه با گیاهان شاهد گردیده است. در طول دوره نگهداری گل‌ها، میزان نشت یونی به همراه میزان مالون‌دی‌آلدئید افزایش می‌یابد که می‌تواند در اثر افزایش فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز باشد که مسئول پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع غشا است. روند افزایشی نشت یونی و تجمع مالون‌دی‌آلدئید، به همراه فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز، در گل‌هایی که با ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک تیمار شده‌اند به طور معنی‌داری کندتر می‌باشد، که منجر به حفظ انسجام غشایی می‌گردد. تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک منجر به کاهش نشت یونی و تجمع مالون‌دی‌آلدئید و در نتیجه تأخیر پیری گل‌های شاخه بریده لیلیوم شده است (۳).

تیمار گل شاخه بریده لیزیانتوس با اسید سالیسیلیک منجر به کاهش فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز در طی مرحله پیری شد (۱۰). گزارش شده که تیمار اسید سالیسیلیک موجب کاهش فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز به همراه کاهش تجمع مالون دی

جدول ۵. مقایسه میانگین‌های تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر نشت یونی (EL)، میزان مالوندی‌آلدئید (MDA) و فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) در بافت گلبرگ طی زمان پس از برداشت گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

روز نمونه برداری	تیمار	EL (٪)	MDA (nM/g FW)	LOX (U/mg protein)
زمان برداشت	شاهد	۱۵/۶۶ ± ۱/۲۳۱ d	۱/۲۰۸± ۰/۷۳۱ e	۰/۸۰۸± ۱/۷۳۱ e
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۱۲/۳۲ ± ۱/۰۸۶ d	۱/۱۱۲± ۰/۴۸۶ e	۰/۷۸۶± ۱/۰۸۶ e
۳	شاهد	۲۲/۶۵ ± ۱/۷۳۱ c	۲/۳۰۸± ۰/۷۵۱ d	۰/۹۰۸± ۱/۵۳۱ d
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲۱/ ۴۲ ± ۱/۰۸۶ c	۱/۵۱۲± ۰/۴۳۷ e	۰/۶۸۶± ۱/۴۸۶ e
۶	شاهد	۲۴/۷۵ ± ۰/۳۸۲ b	۳/۸۷۶± ۰/۴۸۲ c	۱/۸۷۶± ۰/۳۸۲ c
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲۱/۹۴ ± ۰/۹۳۵ c	۲/۱۵۸± ۰/۵۵۴ e	۰/۷۵۸± ۰/۹۳۵ e
۹	شاهد	۲۸/۵۸ ± ۰/۴۵۲ ab	۵/۸۵۰ ± ۰/۵۵۲ b	۲/۶۵۰ ± ۰/۴۵۲ b
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲۲/۴۷ ± ۰/۳۱۷ c	۳/۱۵۱ ± ۰/۴۲۷ c	۱/۱۳۱ ± ۰/۳۱۷ c
۱۲	شاهد	۳۹/۶۳ ± ۱/۲۵۲ a	۷/۵۸۳± ۰/۳۵۲ a	۳/۸۸۶± ۱/۲۵۲ a
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲۴/۱۰ ± ۱/۲۸۶ b	۵/۴۴۷ ± ۰/۴۸۶ b	۲/۴۶۴ ± ۱/۲۸۶ b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) به همراه تجمع H_2O_2 در بافت گلبرگ طی زمان پس از برداشت در گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		CAT	APX	H_2O_2
تیمار	۱	۵/۵۲۶ **	۰/۶۷۰۶ **	۲۵۳/۷۳ *
زمان	۴	۳/۱۸۱ **	۰/۱۹۲۶ **	۵۱۹/۱۵ **
تیمار × زمان	۴	۱/۶۸۷ *	۰/۱۱۸ **	۲۰۰/۷۷ *

** و * به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۱٪ و ۵٪

آلدئید در گل شاخه بریده رز در طول عمر پس از برداشت می‌گردد (۱۵). پیری در گل‌های شاخه بریده با افزایش نشت یونی و تجمع مالون دی آلدئید همراه می‌باشد (۲۹). زوال غشا معمولاً با تجزیه اسیدهای چرب غشا، به دلیل افزایش فعالیت فسفولیپاز D و لیپوکسیژناز، همراه می‌باشد. هر دو آنزیم فسفولیپاز D و لیپوکسیژناز برای شرکت در تخریب بیوشیمیایی لیپیدهای غشا شناخته شده‌اند و با شروع از دست دادن پایداری غشا در گل‌های میخک و رز مرتبط هستند (۱۴ و ۱۹).

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶) و مقایسه میانگین (جدول ۷) اثر تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز به همراه تجمع H_2O_2 نشان می‌دهد که در طول نگهداری گل‌های شاخه بریده لیزیانتوس که با اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار در مرحله قبل از برداشت محلول‌پاشی شده بودند، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش می‌یابد. تجمع H_2O_2 در گلبرگ تحت تیمارهای اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار و پوترسین ۲ میلی‌مولار به طور معنی‌داری کاهش یافته است که می‌تواند در اثر افزایش فعالیت آنزیم‌های

جدول ۷. تأثیر تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار) بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) به همراه تجمع H_2O_2 در بافت گلبرگ طی زمان پس از برداشت در گل شاخه بریده لیزیانتوس رقم Miarichi Grand white

روز نمونه برداری	تیمار	CAT (U/mg protein)	APX (U/mg protein)	H_2O_2 (µM/g FW)
زمان برداشت	شاهد	۲/۱۰۰ ± ۰/۱۵۲ a	۳/۸۷ ± ۰/۲۴۵ a	۶۲/۲۷ ± ۶/۳۳۵ a
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲/۶۵۷ ± ۰/۰۸۳ a	۳/۹۶ ± ۰/۲۷۷ a	۵۶/۰۶ ± ۳/۳۶۰ a
۳	شاهد	۱/۹۱۶ ± ۰/۰۵۱ b	۳/۴۲ ± ۰/۲۱۴ b	۶۹/۲۷ ± ۶/۳۳۵ b
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۲/۱۲۲ ± ۰/۰۸۰ ab	۳/۹۸ ± ۰/۰۹۳ a	۵۹/۰۶ ± ۳/۳۶۰ a
۶	شاهد	۱/۱۸۷ ± ۰/۱۰۱ c	۲/۶۶ ± ۰/۵۲۶ c	۷۵/۱۶ ± ۳/۹۱۰ c
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ ۰میلی‌مولار	۰/۸۵۲ ± ۰/۱۲۲ d	۳/۱۰ ± ۰/۲۸۵ bc	۶۱/۴۷ ± ۵/۵۳۸ a
۹	شاهد	۰/۹۷۱ ± ۰/۱۶۳ d	۲/۱۲ ± ۰/۳۵۶ d	۸۰/۷۰ ± ۷/۹۲۵ d
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۰/۸۲۱± ۰/۰۶۱۱ de	۲/۹۸± ۰/۲۶۹ c	۶۶/۲۹ ± ۴/۱۱۱ b
۱۲	شاهد	۰/۶۷۶ ± ۰/۱۶۳ e	۱/۸۸ ± ۰/۳۵۶ e	۱۰۲/۸± ۵/۷۲۳ e
	اسید سالیسیلیک ۰/۵ میلی‌مولار	۰/۹۶۶± ۰/۰۶۱۱ d	۲/۲۴± ۰/۲۶۹ d	۸۸/۲۶ ± ۶/۶۵۶ d

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری با هم ندارند.

آنتی‌اکسیدان کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز باشد (۵). تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک منجر به بهبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و پراکسیداز در طول عمر گلجایی گل شاخه بریده لیلیوم شده است (۳). کاربرد قبل و پس از برداشت اسید سالیسیلیک در گل شاخه بریده رز با تأثیر مثبت بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و پراکسیداز منجر به تأخیر در پیری گل‌های شاخه بریده شد (۱). اندازه‌گیری گونه‌های اکسیژن فعال در لیلیوم نشان داد که در تپال‌های درونی و بیرونی لیلیوم، افزایش در سطوح گونه‌های اکسیژن فعال در گل‌های جدا شده نسبت به گل‌هایی که هنوز به گیاه متصل بودند بسیار بیشتر بود که پیشنهاد می‌کند افزایش گونه‌های اکسیژن فعال ممکن است به شدت با پیری گلبرگ در گل‌های شاخه بریده مرتبط باشد (۷). افزایش در سطح H_2O_2 یکی از رویدادهای مرتبط با پیری است و در گل لاله به وضوح پس از نشانه‌های کلیدی پیری، مانند افزایش پروتئازها و آزاد شدن سیتوکروم C از میتوکندری، تعیین شد (۹).

فعالیت آنزیم کاتالاز در گلبرگ‌های گونه‌های متعدد مانند زنبق رشتی (۲۴)، داودی (۱۳)، زنبق (۱۱) و میخک (۳۶) اندازه‌گیری شده است. در بسیاری از گونه‌ها، کاهش در فعالیت کاتالاز در پیری وجود دارد. با این حال، در زنبق و زنبق رشتی به نظر می‌رسد سطوح فعالیت کاتالاز حتی در پیری نیز افزایش می‌یابند. فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در پیری گل در گلایول (۲۰)، زنبق رشتی (۲۴)، میخک (۳۶) و زنبق (۱۱) کاهش یافت. ادعا شده که کاهش در فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز نقش حیاتی در پیری سلولی بازی می‌کند (۲۰). پیشنهاد شده که افزایش در تجمع گونه‌های اکسیژن فعال در ارتباط با پیری ممکن است در واقع با افزایش‌آنتی‌اکسیدان‌ها و آنزیم های جاروب کننده گونه‌های اکسیژن فعال خنثی شود (۳۳).

نتیجه‌گیری

محلول‌پاشی گل شاخه بریده لیزیانتوس با اسید سالیسیلیک منجر به بهبود ویژگی‌های رشدی نسبت به تیمار شاهد شد. اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار قبل از برداشت) منجر به

افزایش عمر گلجایی، حفظ وزن تر نسبی و بهبود جذب آب در گیاهان تیمار شده نسبت به شاهد شد. در پیری، فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز (LOX) در گلبرگ‌های گل لیزیانتوس افزایش می‌یابد که منجر به افزایش مقدار نشت یونی به همراه تجمع MDA می‌گردد. در پیری، گلبرگ‌های گل لیزیانتوس تیمار شده با اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار قبل از برداشت) در مقایسه با تیمار شاهد دارای کمترین مقدار نشت یونی به همراه تجمع MDA بود که می‌تواند در اثر کم بودن فعالیت آنزیم لیپوکسیژناز باشد. در پیری، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل کاتالاز (CAT) و آسکوربات پراکسیداز (APX) کاهش می‌یابد که این امر منجر به افزایش تجمع پراکسید هیدروژن (H_2O_2) در گلبرگ می‌گردد. در پیری، گلبرگ‌های گل لیزیانتوس تیمار شده با اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی‌مولار قبل از برداشت) در مقایسه با تیمار شاهد، دارای فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز بیشتری بود که این امر منجر به کاهش تجمع پراکسید هیدروژن در گلبرگ می‌گردد. بنابراین، کاربرد اسید سالیسیلیک با غلظت ۰/۵ میلی‌مولار در مرحله قبل از برداشت منجر به بهبود ویژگی‌های کمی، کیفی و همچنین توسعه عمر گلجایی به ۱۲/۳۳ روز نسبت به تیمار شاهد (۷/۶۶ روز) شد و پیری پس از برداشت گل شاخه بریده لیزیانتوس را به تأخیر انداخت. با توجه به سازگار بودن اسید سالیسیلیک با محیط‌زیست، و اهمیت لیزیانتوس به عنوان یک گل شاخه بریده با ارزش، استفاده از اسید سالیسیلیک برای بهبود ویژگی‌های کمی، کیفی و همچنین توسعه عمر گلجایی، به تولیدکنندگان قابل توصیه است.

منابع مورد استفاده

۱. اعلایی، م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سالیسیلیک اسید در مرحله داشت و پس از برداشت بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر پس از برداشت رُز رقم Black magic. رساله دکتری در رشته فیزیولوژی و اصلاح گل و گیاهان زینتی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۵۲ صفحه.

۲. قاسمی قهساره، م. و م. کافی. ۱۳۹۱. گلکاری عمومی. انتشارات مؤلف، ۲۰۵ صفحه.

۳. مجیدیان، ن. ۱۳۹۲. مطالعه جنبه‌های فیزیولوژی پیری گل در لیلیوم هیبرید LA رقم سب دازل. رساله دکتری در رشته فیزیولوژی و اصلاح گل و گیاهان زینتی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۱۴۶صفحه.

4. Aebi, H. 1984. Catalase in vitro. Method. Enzymol. 105: 121-126.
5. Alexieva, V., I. Sergiev, S. Mapelli and E. Karanov. 2001. The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant Cell Environ. 24: 1337-1344.
6. Arnon, A. N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23: 112-121.
7. Arrom, L. and S. Munné-Bosch. 2010. Tocopherol composition in flower organs of lilium and its variations during natural and artificial senescence. Plant Sci. 179: 289-295.
8. Axelroad, B., T.M. Cheesebrough and S. Laasko. 1981. Lipoxigenase from soybeans. Method. Enzymol. 71: 441-451.
9. Azad, A.K., T. Ishikawa, Y. Sawa and H. Shibata. 2008. Intracellular energy depletion triggers programmed cell death during petal senescence in tulip. J. Exp. Bot. 59: 2085-2095.
10. Bahrami, S.N., H. Zakizadeh, Y, Hamidoghli and M. Ghasemnezhad. 2013. Salicylic acid retards petal senescence in cut lisianthus (*Eustoma grandiflorum* 'Miarichi Grand White') flowers. Hort. Environ. Biotech. 54(6): 519-523.
11. Bailly, C., F. Corbineau and W.G. van Doorn. 2001. Free radical scavenging and senescence in *Iris* tepals. Plant Physiol. Biochem. 39: 649-656.
12. Bayat, H., M. Alirezaie, and H. Neamati. 2012. Impact of exogenous salicylic acid on growth and ornamental characteristics of calendula (*Calendula officinalis* L.) under salinity stress. J. Stress Physiol. Biochem. 8(1): 258-267.

13. Chakrabarty, D., A.K. Verma and S.K. Datta. 2009. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in *Hemerocallis* (day lily) flowers. J. Hort. For. 1: 113-119.
14. Fukuchi-Mizutani, M., K. Ishiguro, T. Nakayama, Y.Utsunomiya, Y. T anaka, T. Kusumi and T. Ueda. 2000. Molecular and functional characterization of a rose lipoxygenase cDNA related to flower senescence. Plant Sci. 160: 129-137.
15. Gerailoo, S. and M. Ghasemnezhad. 2011. Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in 'Yellow Island' cut rose flowers. J. Fruit Ornam. Plant Res. 19: 183-193.
16. Hajizadeh, H.S. and A.A. Aliloo. 2013. The effectiveness of pre-harvest salicylic acid application on physiological traits in Lilium (*Lilium longiflorum* L.) cut flower. Int. J. Sci. Res. Environ. Sci. 1(12): 344-350.
17. Hashemabadi, D. and M. Zarchini. 2010. Yield and quality management of rose (*Rosa hybrida* cv. Poison) with plant growth regulators. Plant Omics J. 3(6): 167-171.
18. Hayat, S. and A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid: A Plant Hormone. Speringer, The Netherlands.
19. Hong, Y., T.W. Wang, A. Katalin, F.S. Hudak, D. Carol., J. Froese and E. Thompson. 2000. An ethylene induced cDNA encoding a lipase expressed at the onset of senescence. Proc. Natl. Acad. Sci. 97: 8717-8722.
20. Hossain, Z., A.K.A. Mandal, S.K. Datta and A.K. Biswas. 2006. Decline in ascorbate peroxidase activity a prerequisite factor for tepal senescence in Gladiolus. J. Plant Physiol. 163: 186-194.
21. Jabbarzadeh, Z., M. Khosh-Khui and H. Salehi. 2009. The effect of foliar-applied salicylic acid on flowering of African violet. Aust. J. Basic Appl. Sci. 3(4): 4693-4696.
22. Joyce, D.C. and P.N. Jones. 1992. Water balance of the foliage of cut Geraldton waxflower. Postharvest Biol. Technol. 2: 31-39.
23. Martin-Mex, R., E. Villaneuva-Couoh, T. Herrera-Campos and A. Larque-Saavedra. 2005. Positive effect of salicylates on the flowering of African violet. Sci. Hort. 103: 499-502.
24. Panavas, T. and B. Rubinstein.1998. Oxidative events during programmed cell death of daylily (*Hemerocallis hybrid*) petals. Plant Sci. 133: 125-138.
25. Pancheva, T.V. and L.P. Popova. 1998. Effect of the salicylic acid on the synthesis of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase in barley leaves. Plant Physiol. 152: 381-386.
26. Ranieri, A., A. Castagna, J. Pacini, B. Baldan and A. Mensuali Sodi and G.F. Soldatini. 2003. Early production and scavenging of hydrogen peroxide in the apoplast of sunflowers plants exposed to ozone. J. Exp. Bot. 54: 2529-2540.
27. Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol: 43(1): 439-463.
28. Sakhabutdinova, A.R., M. Fathutdinova, M.V. Bezrukova and F.M. Shakirova. 2004. Effect of salicylic acid on the activity of antioxidant enzymes in wheat under conditions of salination. Appl. Biochem. Microbiol. 40: 501-505.
29. Shahri, W. and I. Tahir. 2011. Flower senescence-strategies and some associated events. Bot. Rev. 77: 152-184.
30. Shimizu, H. and K. Ichimura. 2010. Postharvest physiology and technology of cut eustoma flowers. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 79(3): 227-238.
31. Stewart, R.R.C. and J.D. Bewley. 1980. Lipid peroxidation associated with accelerated aging of soybean axes. Plant Physiol. 65: 245-248.
32. Supapvanich, S. and S. Promyou. 2013. Efficiency of salicylic acid application on postharvest perishable crops. PP. 339-355. *In:* Hayat, S., A. Ahmad and M.N. Alyemeni (Eds.), Salicylic Acid Plant Growth and Development, Springer, The Netherlands.
33. Van Doorn, W.G. and E.J. Woltering. 2008. Physiology and molecular biology of petal senescence. J. Exp. Bot. 59(3): 453-480.
34. Van Doorn, W.G. 2012. Water relations of cut flowers: An update. Hort. Rev. 40: 55-106.
35. Vicente, M.R. and J. Plasencia. 2011. Salicylic acid beyond defence: Its role in plant growth and development. J. Exp. Bot. 62: 3321-3338.
36. Zhang, Y., W. Guo, S. Chen, L. Han and Z. Li. 2007. The role of N-lauroylethanolamine in the regulation of senescence of cut carnations (*Dianthus caryophyllus*). J. Plant Physiol. 164: 993-1001.