

## اثر تیمار پس از برداشت اسید سالیسیلیک بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عمر ماندگاری گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس

### Effect of Postharvest Salicylic Acid Treatment on Physico-chemical Attributes and Vase-life of Rose (*Rosa hybrida* cv. Hater Class) Cut Flowers

میترا اعلائی<sup>۱</sup>، مهدیه میرزایی مشهود<sup>۲\*</sup> و سیدنجم‌الدین مرتضوی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۲/۰۱

#### چکیده

رزها یکی از مهم‌ترین گیاهان زینتی هستند که عمر کوتاه گل‌های شاخه بریده و مسائل پس از برداشت آن‌ها موجب کاهش کیفیت و بازار پسندی این گل‌ها می‌شود. به‌منظور به‌دست آوردن اثرات مفید مواد شیمیایی ایمن و طبیعی برای افزایش ماندگاری و کیفیت بهتر گل رز، در این مطالعه اثر اسید سالیسیلیک در چهار غلظت (صفر (شاهد)، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار) بر شاخص‌های پس از برداشت گل‌های بریده رز رقم هاتر کلاس بررسی شد. نتایج نشان داد که اسید سالیسیلیک اثر معنی‌داری (در سطح یک درصد) بر ماندگاری، میزان کلروفیل کل، میزان نسبی جذب محلول، کاهش وزن تر، وزن خشک، نشت یونی، خمیدگی گردن، مراحل نمو گل و قطر گل، فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز نسبت به شاهد داشت. کاربرد پس از برداشت اسید سالیسیلیک عمر گل‌های شاخه بریده رز را از طریق افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در ارتباط با افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز و همچنین افزایش وزن تر و میزان جذب نسبی محلول و کاهش نشت یونی نسبت به شاهد طولانی‌تر کرد.

**واژه‌های کلیدی:** کیفیت، پیری، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، کاتالاز، پراکسیداز

۱، ۳ و ۲. به‌ترتیب استادیاران و دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان  
\*: نویسنده مسئول Email: mahdiehmirzaei68@gmail.com

## مقدمه

گل‌ها بخشی جدایی‌ناپذیر از زندگی انسان را تشکیل می‌دهند. به تأخیر انداختن پیری گل‌ها و داشتن کیفیت مناسب برای قابل عرضه بودن گل‌ها به بازار ضروری است و هدف مهم صنعت گل‌کاری و محققان در زمینه گل‌های شاخه بریده می‌باشد (باتاچارجی و دی،<sup>۱</sup> 2005). اسید سالیسیلیک (ارتو-هیدروکسی بنزوئیک اسید) یک ترکیب فنلی ساده با خواص گوناگون است که به‌طور طبیعی توسط گیاهان مختلف تولید می‌شود (راسکین،<sup>۲</sup> 1992). اسید سالیسیلیک در پاسخ‌های گیاه به بسیاری از تنش‌های غیرزنده مثل سرمازدگی، گرما، سمیت عناصر سنگین، خشکی، تنش اسمزی و شوری نقش دارد (ولوت<sup>۳</sup> و همکاران، 2009). اسید سالیسیلیک با دخالت در بیوسنتز اتیلن از پیری جلوگیری می‌کند و باعث افزایش عمر گلجای گل‌های بریده می‌شود (سرک،<sup>۴</sup> 1992). این هورمون با اثر روی آنزیم‌های ضداکسیداسیونی (سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز، گلوکاتایون ردوکتاز، پراکسیداز و کاتالاز) و تعدیل فعالیت آن‌ها در از بین بردن رادیکال‌های آزاد در تأخیر پیری گل‌ها نقش دارد (یزیلما،<sup>۵</sup> و همکاران، 2007). ۵- سولفوسالیسیلیک اسید که از مشتقات استیل سالیسیلات است به‌طور مستقیم اسکاونجر<sup>۶</sup> ROS است و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را تنظیم می‌کند (یزیلما،<sup>۵</sup> و همکاران، 2007). اسید سالیسیلیک نیز پراکسید شدن لیپید را از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاهش می‌دهد و بنابراین پایداری غشا تحت تنش‌های مختلف حفظ می‌شود (نصاری و میسر،<sup>۷</sup> 2007؛ کاناک،<sup>۸</sup> 2008؛ کاظمی و همکاران، 2011). براساس گزارشات کاپداول<sup>۹</sup> و همکاران (2003)، فان<sup>۱۰</sup> و همکاران (2008) و یوپینگ<sup>۱۱</sup> (2009)، اسید سالیسیلیک عمر گلجای گل‌های شاخه بریده را با افزایش ثبات غشا و کاهش سرعت تنفس و پراکسید شدن لیپید و محتوای MDA و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش تولید ROS افزایش می‌دهد. همچنین در پژوهش چمنی و نبوی مهاجر (۱۳۹۳) اسید سالیسیلیک با افزایش کاهش وزن تر و جذب نسبی محلول و تأخیر در کاهش وزن تر موجب افزایش طول عمر گل‌های

شاخه بریده نرگس نسبت به شاهد شد. در این پژوهش تأثیر این ماده در ارتباط با ماندگاری پس از برداشت گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس از گلخانه واقع در بیجار در مرحله برداشت تجاری، برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. ساقه گل‌های شاخه بریده به طول ۴۰ سانتی‌متر تنظیم شد. گل‌های شاخه بریده در سه تکرار و هر تکرار شامل سه شاخه گل بریده در محلول‌های نگهداری حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول اسید سالیسیلیک با غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرو مولار و آب مقطر به‌عنوان شاهد قرار گرفتند و ساکارز ۲ درصد برای حمایت از باز شدن گل‌ها به محلول گل‌جای اضافه گردید. گل‌های شاخه بریده در دمای اتاق (۲۰±۲) قرار گرفتند و صفات مختلف پس از برداشت مورد بررسی قرار گرفتند.

طول عمر گل از زمانی که گل‌ها برداشت شدند (روز صفر) تا زمانی که گل‌ها پژمرده شدند و علائم پیشرفته محو شدن رنگ در گلبرگ‌ها نشان دادند محاسبه شد (لیو<sup>۱۲</sup> و همکاران، 2000).

به‌منظور بررسی مراحل نمویی، گل‌ها به‌طور روزانه بازدید شدند و مرحله نمویی آن‌ها و تعداد روزهایی که گل‌ها در هر یک از مراحل باقی می‌ماندند ثبت می‌شد.

برای محاسبه کاهش وزن تر، گل‌های بریده هر یک از واحدهای آزمایشی قبل از تیمار با یک ترازوی دقیق توزین شد و سپس در دوره در چندین نوبت مجدد توزین صورت گرفته و اعداد به‌دست آمده نسبت به توزین اولیه بیان شد (سولگی<sup>۱۳</sup> و همکاران، 2009).

برای محاسبه وزن خشک، در پایان دوره آزمایش گل‌های مربوط به هر تیمار در پاکت‌های جداگانه قرار گرفت و وزن خشک آن‌ها بعد از قرار گرفتن در آون ۷۰ درجه سانتی‌گراد بعد از ۴۸ ساعت نسبت به وزن تر اولیه و برحسب درصد محاسبه شد (بیلیجن<sup>۱۴</sup> و همکاران، 2014).

میزان جذب محلول گل‌جای طبق روش هی<sup>۱۵</sup> و همکاران (2006)، و با استفاده از فرمول زیر اندازه‌گیری شد. میزان

جذب محلول  $(S_{t-1}-S_t)/W_t = (\text{ml day}^{-1}\text{g}^{-1} \text{ fresh weight})$

$S_t =$  حجم محلول (ml) در  $t =$  روز ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴

$S_{t-1} =$  حجم محلول (ml) در روز قبل

$W_t =$  وزن تازه از گل بریده (g) در روز  $t$ .

1. Bhattacharjee and De
2. Raskin
3. Vlot
4. serek
5. Ezhilmathi
6. Scavenger
7. Ansari and Misra
8. Canakci
9. Capdeville
10. Fan
11. Yuping

12. Liao
13. Solgi
14. Bayleyegn
15. He

برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز، آماده کردن نمونه طبق روش آماده‌سازی نمونه در آنزیم کاتالاز صورت گرفت. مخلوط واکنش اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز شامل سه میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، ۱۵ میکرولیتر از عصاره استخراج شده، هفت میکرولیتر پراکسید هیدروژن و شش میکرولیتر گایاگول است. بلافاصله پس از اضافه کردن هر یک از این اجزا در کووت اسپکتروفوتومتر، کاهش جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر به مدت ۳ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد بررسی و قرائت شد. میزان فعالیت آنزیم به صورت میکروول تترآگویاکول تشکیل شده در دقیقه در واحد گرم گلبرگ تازه بیان شد (چانس و مهلی، ۱۹۹۵).

برای ارزیابی میزان خمیدگی گردن ساقه گل، روزانه گل‌ها بازدید شدند و تعداد روز تا مشاهده خمیدگی گردن ساقه گل‌ها ثبت شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسات میانگین توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد ارزیابی شدند و نمودارهای مربوطه با نرم‌افزار Excel ترسیم شدند.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اسید سالیسیلیک به صورت تیمار پس از برداشت، بر صفات عمر ماندگاری، میزان خمیدگی گردن، محتوای کلروفیل کل، جذب نسبی محلول نگهداری، کاهش وزن تر، وزن خشک، نشت یونی، فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز، مراحل نمویی گل، قطر گل اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱، ۲، ۳، ۴).

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر محتوای کلروفیل کل برگ

#### گل‌های شاخه بریده

میزان کلروفیل برگ گل‌های شاخه بریده رز طی روزهای دوم و پنجم و هشتم پس از برداشت اندازه‌گیری شد. تیمارهای اسید سالیسیلیک دارای میانگین محتوای کلروفیل کل بیشتری نسبت به تیمار شاهد طی دوره پس از برداشت بودند. به عبارتی اسید سالیسیلیک موجود در محلول نگهداری صرف‌نظر از غلظت، موجب شد میزان کلروفیل کل برگ‌ها بالاتر باشد. بالاترین میزان کلروفیل در تیمار ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به ترتیب در روز پنجم و دوم با میانگین ۳/۲۳ و ۳/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه پس از برداشت ثبت شد. با توجه به نتایج حاصل شده اسید سالیسیلیک به‌خصوص در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار موجب تأخیر در تخریب

برای اندازه‌گیری کلروفیل کل، ۰/۱ گرم نمونه برگ توزین شد و با استفاده از ازت مایع نمونه کوبیده شد، ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ برای استخراج کلروفیل به نمونه اضافه شد، نمونه در دستگاه سانتریفیوژ به مدت پنج دقیقه و ۵۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و از محلول رویی برای تعیین میزان کلروفیل استفاده شد، میزان جذب در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد و مقدار کلروفیل برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر بیان شد (آرنون، ۱۹۴۹).

برای اندازه‌گیری میزان ثبات غشا سلولی، یک گرم گلبرگ را با قیچی خرد کرده و سپس قطعات گلبرگ داخل فالكون ۱۵ میلی‌لیتری ریخته شد، ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به فالكون‌ها اضافه شد و میزان هدایت الکتریکی آن‌ها در دو مرحله جداگانه، یکی پس از یک ساعت قرارگیری در بن‌ماری با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و دیگری پس از ۲۰ دقیقه قرارگیری در اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۲ اتمسفر با دستگاه EC متر قرائت شد. میزان هدایت الکتریکی نهایی از طریق فرمول زیر محاسبه شد (بزیلماتی و همکاران، ۲۰۰۷).

$$EC (\%) = [1 - EC_1/EC_2] \times 100$$

EC = میزان هدایت الکتریکی نهایی

EC<sub>1</sub> = میزان هدایت الکتریکی اولیه

EC<sub>2</sub> = میزان هدایت الکتریکی ثانویه

قطر گل‌ها توسط کولیس از روز اول تا پنجم پس از برداشت اندازه‌گیری شد.

میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در دو مرحله V و IV نمویی گل رز که مهم‌ترین مراحل نمویی بودند اندازه‌گیری شدند. جهت اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم کاتالاز، یک گرم بافت گلبرگ فریز شده در هفت میلی‌لیتر بافر ۵۰ میلی‌مولار فسفات پتاسیم (pH = ۷/۰) کوبیده و بعد از سانتریفیوژ کردن در چهار درجه سانتی‌گراد، روش‌ناور به‌دست آمده برای اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز استفاده شد. مخلوط واکنش اندازه‌گیری فعالیت کاتالاز شامل سه میلی‌لیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، ۲۰ میکرولیتر از عصاره استخراج شده و ۱۵ میکرولیتر پراکسید هیدروژن است. بلافاصله پس از اضافه کردن هر یک از این اجزا در کووت اسپکتروفوتومتر، کاهش جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به مدت ۶۰ ثانیه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرائت شد. در نهایت میزان فعالیت آنزیم با استفاده از ضریب جذب آب اکسیژنه در طول موج ۲۴۰ نانومتر (Mm<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> / ۰/۳۶) و برحسب واحد در گرم گلبرگ تازه در دقیقه محاسبه شد (آیبی، ۱۹۸۴).

1. Arnon

2. Aebi

کلرفیل برگ‌ها شد (شکل ۱). تیمار اسید سالیسیلیک در گل بریده گلابول موجب تأخیر تخریب کلرفیل برگ در دوره پس از برداشت نسبت به شاهد شد (حسن و علی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۴). مای هو<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۸)، نیز گزارش کردند که به‌کارگیری اسید سالیسیلیک در محلول محافظ گل‌های بریده با تأثیر بر کاهش فعالیت اتیلن میزان کلرفیل را در حد بالا نگه می‌دارد و از تخریب آن جلوگیری می‌کند. یوزنوا و پوپووا<sup>۳</sup> (۲۰۰۰)، گزارش کردند اسید سالیسیلیک محتوای کلروفیل گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و سبب افزایش آن می‌شود.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر عمر ماندگاری گل‌های شاخه بریده رز

عمر ماندگاری گل‌های شاخه بریده رز در نتیجه تیمار اسید سالیسیلیک صرف‌نظر از غلظت آن، به‌طور معنی‌داری در سطح یک درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت (جدول ۲). بیش‌ترین و کم‌ترین طول عمر گل‌های شاخه بریده به‌ترتیب در تیمارهای ۵۰ میکرومولار اسیدسالیسیلیک و شاهد با میانگین ۱۰/۷۷ و هفت روز مشاهده شد و با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک عمر ماندگاری گل‌های شاخه بریده کاهش یافت (جدول ۵). در گزارشات جلیلی‌مرندی و همکاران (۲۰۱۱) و حسن و علی (۲۰۱۴)، تیمار اسید سالیسیلیک و /زیلماتی و همکاران (۲۰۰۷)، تیمار ۵- سولفوسالیسیلیک اسید عمر ماندگاری گل‌های شاخه بریده گلابول را افزایش داد. ماندگاری گل‌های شاخه بریده داودی با اسید سالیسیلیک تیمار شده در غلظت‌های ۰/۱ و یک میکرومولار افزایش یافت (منصوری، ۲۰۱۲). هم‌چنین تیمار اسید سالیسیلیک در گل داودی در غلظت‌های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر عمر ماندگاری را افزایش داد (وحدتی‌مشهدیان و همکاران، ۲۰۱۲). تیمار اسید سالیسیلیک (اعلایی<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۱)، طول عمر گل‌های شاخه بریده رز را افزایش داد.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر روند نمو گل‌ها

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک بر روند نمو گل‌های شاخه بریده اختلاف معنی‌داری را در سطح یک درصد نشان دادند. نمو گل‌های شاخه بریده تحت تأثیر اسید سالیسیلیک قرار گرفت به‌طوری‌که سرعت نمو گل در تمام تیمارهای اسید سالیسیلیک کندتر از تیمار شاهد بود. در دمای اتاق گل‌ها به‌سرعت مراحل

نمویی خود را طی کردند و شاخه گل‌های بریده تیمار شده با اسید سالیسیلیک بیش‌ترین مراحل نمویی خود را به‌خصوص در غلظت پایین در مراحل IV و V طی کردند که به لحاظ شاخص‌های پس از برداشت و ماندگاری گل‌های شاخه بریده بسیار مطلوب می‌باشد. غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار بیش‌ترین دوره نمویی را در مرحله V با میانگین ۵/۱ و ۴/۱۱ طول روز داشتند (شکل ۲). براساس گزارشات /زیلماتی و همکاران (۲۰۰۷) ۵- سولفوسالیسیلیک اسید بر مرحله نمو گلچه‌های گلابول اثر گذاشت. نتایج آزمایشات /اعلایی و همکاران (۲۰۱۱) نیز نشان می‌دهد نمو گل‌های شاخه بریده رز رقم Black Magic تحت تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک قرار گرفت و سرعت نمو گل‌های شاخه بریده در تمام تیمارهای اسید سالیسیلیک کندتر از تیمار شاهد بود.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان خمیدگی گردن ساقه گل‌های شاخه بریده

تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان خمیدگی گردن تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۲). بیش‌ترین تعداد روز تا مشاهده خمیدگی گردن ساقه گل‌های شاخه بریده در تیمار ۵۰ میکرومولار با میانگین ۹/۸۸ و کم‌ترین تعداد روز تا مشاهده خمیدگی گردن در تیمار شاهد با میانگین ۵/۵۵ مشاهده شد (جدول ۵). با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک تعداد روز تا مشاهده خمیدگی گردن کاهش یافت. وان میتیرین<sup>۵</sup> (۱۹۷۸) نشان داد که خمیدگی ساقه شدیداً تحت تأثیر جذب آب و شادابی گل اتفاق می‌افتد. به‌طوری‌که قبل از خمیدگی ساقه افت شدیدی در جذب آب و وزن تر گل رخ می‌دهد. طبق نتایج حاصل از /اعلایی و همکاران (۲۰۱۱) استفاده از تیمار اسید سالیسیلیک بر گل بریده رز سبب افزایش جذب محلول نسبت به شاهد شد.

1. Hassan and Ali
2. Mei-hua
3. Uzunova and Popova
4. Alaey

جدول ۱: تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های فیزیکیوشیمیایی گل شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس

Table 1: Analysis of variance of the effect of salicylic acid on physico-chemical attributes of rose cut flower cv. Hater Class

میانگین مربعات Mean squares					درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of Variations
میزان نسبی جذب محلول Relative solution uptake	کاهش وزن تر Fresh weight reduction	مرحله نمو گل Flower developmental stages	نشت یونی Ion leakage	میزان کلروفیل کل Total chlorophyll content		
0.203**	0.148**	3.618**	327.469**	2.986**	3	تیمار Treatment
4.144**	0.516**	1.517**	282.012**	3.203**	2	زمان (مرحله) Time (Stage)
0.172**	0.121**	1.575**	609.776**	1.695**	6	تیمار × زمان (مرحله) Treat × Time (Stage)
0.03	0.002	0.237	6.425	0.0771	24	خطا Error
14.07	5.9	15.599	7.886	10.353		ضریب تغییرات CV

\*\*\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪  
\*\* : significant at 1% level of probability

جدول ۲: تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس

Table 2: Analysis of variance of the effect of salicylic acid on postharvest attributes of rose cut flower cv. Hater Class

میانگین مربعات Mean squares			درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of Variations
وزن خشک Dry weight	خمیدگی گردن Neck bent	عمر گلجایی Vase life		
13.663**	9.888**	7.564**	3	تیمار Treatment
1.161	0.841	0.478	8	خطا Error
3.819	11.548	7.76		ضریب تغییرات CV

\*\*\*: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪  
\*\* : significant at 1% level of probability

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر قطر گل شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس

Table 3: Analysis of variance of the effect of salicylic acid on flower diameter of rose cut flower cv. Hater Class

میانگین مربعات Mean squares		درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of Variations
قطر گل Flower diameter			
0.873**		3	تیمار Treat
8.243**		4	زمان (مرحله) Time (Stage)
0.044 <sup>ns</sup>		12	تیمار × زمان (مرحله) Treat × Time (Stage)
0.089		40	خطا Error
4.322			ضریب تغییرات CV

\*\*\*, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و غیرمعنی‌دار  
\*\* , ns: significant at 1% level of probability, Not significant, respectively

جدول ۴: تجزیه واریانس اثر اسید سالیسیلیک بر فعالیت کاتالاز و پراکسیداز در گلبرگ‌های گل شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس  
Table 4: Analysis of variance of the effect of salicylic acid on the activities of catalase and peroxidase in petals of rose cut flower cv. Hater Class

میانگین مربعات Mean squares		درجه آزادی df	منابع تغییرات Sources of Variations
فعالیت پراکسیداز Peroxidase activity	فعالیت کاتالاز Catalase activity		
0.0021**	0.0038**	3	تیمار Treatment
0.00066**	0.0284**	1	مرحله Stage
0.00006 <sup>ns</sup>	0.0006 <sup>ns</sup>	3	تیمار × مرحله Treat × Stage
0.0002	0.00033	16	خطا Error
16.62	6.809		ضریب تغییرات CV

ns, \*\*: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و غیرمعنی‌دار  
\*\*, ns: significant at 1% level of probability, Not significant, respectively

جدول ۵: مقایسه میانگین اثر تیمار اسید سالیسیلیک روی برخی ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس  
Table 5: Mean comparison of the effect of salicylic acid on some postharvest attributes of rose cut flower cv. Hater Class

وزن خشک (درصد) Dry weight (%)	خمیدگی گردن (روز) Neck bent (day)	عمر گلجای (روز) Vase life (day)	اسید سالیسیلیک (میکرومولار) Salicylic acid (μM)
25.563b	5.553b	7c	0
27.47ab	9.886a	10.773a	50
29.483a	8.553a	9.553ab	100
30.328a	7.776ab	8.663bc	200

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۵٪ براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند  
Means having various letters show significant difference between the treatments at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test

موجب تأخیر در روند کاهش وزن تر شد (شکل ۳). تیمار ۵- سولفو سالیسیلیک در گل‌های شاخه بریده گلابول (بزیلماتی و همکاران، ۲۰۰۷) و تیمار اسید سالیسیلیک در گل‌های شاخه بریده گلابول (جلیلی مرندی و همکاران، ۲۰۱۱؛ حاتم‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲) و رز رقم Black Magic (اعلی‌بی و همکاران، ۲۰۱۱)، موجب تأخیر کاهش وزن تر شد. افزایش طول عمر ماندگاری شاخه گل‌های بریده‌ای که تحت تیمار اسید سالیسیلیک قرار گرفتند تا حدودی مرتبط با بهبود تعادل آبی گیاهان به علت خاصیت باکتری‌کشی اسید سالیسیلیک و در نتیجه ممانعت از انسداد آوندهای گل‌های شاخه بریده و یا نقش اسید سالیسیلیک بر تنظیم باز و بسته شدن روزنه‌ها و تعرق می‌باشد که در مجموع باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در شاخه گل‌های بریده، برگ‌ها و گلبرگ‌ها می‌گردد (مورای<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۱).

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده

میزان کاهش وزن تر طی روزهای دوم، پنجم و نهم پس از برداشت اندازه‌گیری شد. تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده رز داشتند (جدول ۱). وزن تر طی دوره پس از برداشت کاهش یافت. در روز دوم پس از برداشت اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد ولی در روز چهارم تیمارهای اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۱۰۰ و ۵۰ میکرومولار با میانگین ۰/۸۸۸ و ۰/۸۶۲ بر حسب واحد گرم بر گرم وزن تر اولیه به ترتیب وزن تر بیشتری را نسبت به شاهد داشتند. در روز هشتم پس از برداشت گل‌های تیمار شاهد از بین رفته بودند و تیمار ۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک بیش‌ترین وزن تر را با میانگین ۰/۷۵۵ بر حسب واحد گرم بر گرم وزن تر اولیه داشت. تیمار ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر میزان کاهش وزن تر در طی دوره پس از برداشت نداشت. تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت‌های پایین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار

پیری گل‌های شاخه بریده گلابول می‌شود (سینگ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ حاتم زاده و همکاران، ۲۰۱۲). نفوذپذیری غشا با اضافه کردن اسید سالیسیلیک به محلول گل‌جای گل‌های بریده میخک بهبود می‌یابد (کاظمی و همکاران، ۲۰۱۱). طبق گزارش منصوروی (۲۰۱۱)، میزان نشت یونی در گل‌های شاخه بریده داودی تحت تیمار اسید سالیسیلیک نسبت به تیمار شاهد به میزان کمتری مشاهده شد. در واقع کاهش نشت یونی مشاهده شده در این آزمایش را می‌توان به پتانسیل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی اسید سالیسیلیک در ارتباط با کنترل رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش تخریب اکسیداسیونی غشای سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش تخریب اکسیداسیونی غشای سلولی ناشی از رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کنترل نشت الکترولیتی سلول مرتبط دانست.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان وزن خشک گل‌های شاخه بریده

تیمارهای مختلف پس از برداشت اسید سالیسیلیک بر صفت وزن خشک موجب ایجاد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد شدند (جدول ۲). متناسب با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان وزن خشک افزایش یافت و تیمارهای ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک به ترتیب بیش‌ترین میزان وزن خشک را به میزان ۳۰/۳۲ و ۲۹/۴۸ درصد نسبت به سایر تیمارها داشتند و تیمار شاهد با میانگین ۲۵/۵۶ درصد کم‌ترین میزان وزن خشک را نشان داد (جدول ۵). چنین به نظر می‌رسد که اسید سالیسیلیک در غلظت‌های بالاتر یعنی ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار نقش مؤثرتری در افزایش وزن خشک شاخه گل‌های بریده داشته است، که نتایج این پژوهش با نتایج آزمایشات/علائی و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت داشت. براساس گزارشات جمشیدی و همکاران (۲۰۱۲) ترکیب تیمار اسید سالیسیلیک و اسید مالیک موجب افزایش وزن خشک گل‌های شاخه بریده ژربرا شدند.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان قطر گل‌های شاخه بریده

با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳)، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد بر میزان قطر گل طی یک تا پنج روز پس از برداشت داشتند. تیمارهای اسید سالیسیک صرف‌نظر از غلظت موجب افزایش اندازه قطر گل طی دوره پس از برداشت شدند. بیشترین میزان قطر گل در روز پنجم پس از برداشت و در تیمار ۵۰ و ۱۰۰

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان نسبی جذب محلول گل‌های شاخه بریده

با توجه به نتایج جدول واریانس (جدول ۱)، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک موجب ایجاد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بر میزان جذب نسبی محلول گل‌های شاخه بریده شدند. میزان جذب نسبی محلول طی روزهای دوم، پنجم و هشتم پس از برداشت اندازه‌گیری شد. تا روز پنجم پس از برداشت میزان جذب نسبی محلول در تیمارها صعودی بود و پس از آن کاهش یافت. بیش‌ترین میزان جذب نسبی محلول در تیمار ۵۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک با میانگین ۱/۸۴۶ بر حسب واحد میلی‌لیتر بر گرم وزن تر اولیه و در روز پنجم پس از برداشت مشاهده شد. در روز دوم پس از برداشت بالاترین میزان جذب در تیمار ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک با میانگین ۱/۵۹ بر حسب واحد میلی‌لیتر بر گرم وزن تر اولیه ثبت شد و در روز هشتم اختلافی بین تیمارها مشاهده نشد (شکل ۴).

طبق نتایج حاصل از/علائی و همکاران (۲۰۱۱) استفاده از تیمار اسید سالیسیلیک بر گل بریده رز و /زهیل ماتی و همکاران (۲۰۰۷) استفاده از تیمار ۵- سولفوسالیسیلیک اسید بر روی گل بریده گلابول سبب افزایش جذب محلول نسبت به شاهد شدند. کاپدوایی و همکاران (۲۰۰۶) اسید سالیسیلیک را در محلول نگهدارنده رز به کار بردند که به‌شدت رشد کپک خاکستری را کاهش داد و به دنبال آن بسته شدن آوند چوب کاهش و جذب محلول نگهدارنده به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت.

### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان نشت یونی گل‌های شاخه بریده

تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان نشت یونی در گل‌های شاخه بریده رز در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کم‌ترین میزان نشت یونی در روز دوم پس از برداشت مشاهده شد و پس از آن در طول دوره پس از برداشت افزایش یافت. کم‌ترین میزان آن در روز دوم پس از برداشت و در تیمار ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک با میانگین ۲۲/۱۴ درصد مشاهده شد و بیش‌ترین مقدار در تیمار شاهد در روز پنجم پس از برداشت با میانگین ۴۶/۴۳ درصد ثبت شد. تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک صرف‌نظر از غلظت نسبت به تیمار شاهد موجب تأخیر در افزایش نشت یونی شدند (شکل ۵). اثر اسید سالیسیلیک بر کاهش پراکسید شدن لیپید و نگهداشتن استحکام سلولی قبلاً توسط /یزیل‌ماتی و همکاران (۲۰۰۷) و حاتم‌زاده و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. کاهش پراکسید شدن لیپید و نگهداری استحکام سلولی موجب تأخیر

میکرومولار اسید سالیسیلیک با میانگین به ترتیب ۸/۰۲ و ۷/۹۳ سانتی متر به دست آمد و کمترین میزان قطر گل در این زمان در تیمار شاهد با میانگین ۷/۳۳ سانتی متر به دست آمد (شکل ۶). بنابراین می توان گفت که تیمار پس از برداشت اسید سالیسیلیک بر قطر و اندازه گل های شاخه بریده تأثیر مثبتی گذاشته است. به نظر می رسد اسید سالیسیلیک به نحوی بر افزایش تعداد سلول ها و یا افزایش اندازه آن ها تأثیر می گذارد. گزارش شده است اسید سالیسیلیک احتمالاً بر فعالیت سیتوکینین ها اثر می گذارد و افزایش اندازه گل ممکن است به علت تحریک سنتز سیتوکینین باشد (کاناکی، ۲۰۰۳). تیمار اسید سالیسیلیک (اعلایی و همکاران، ۲۰۱۱)، موجب افزایش قطر گل های شاخه بریده رز شدند.

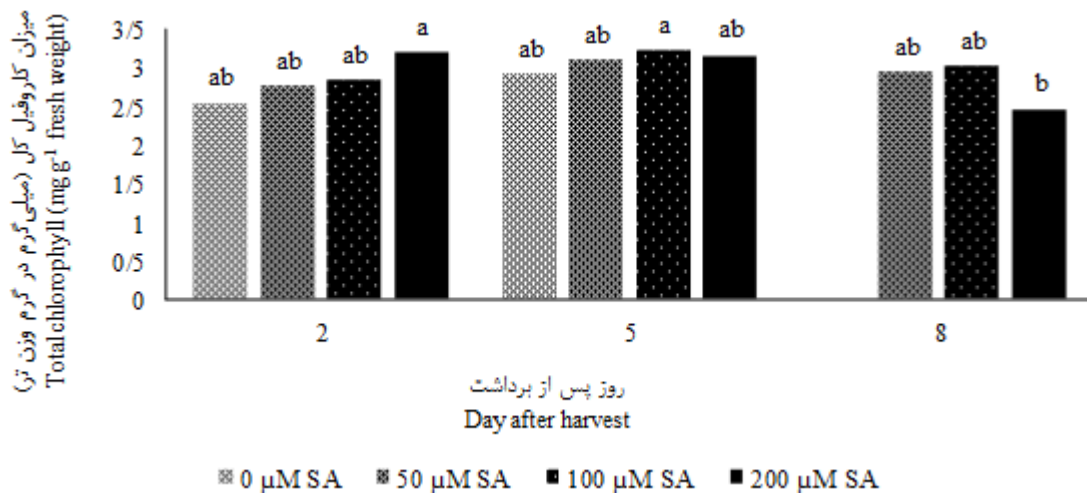
### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی در گل های شاخه بریده

فعالیت آنزیم کاتالاز طی مراحل نمویی V و IV سنجیده شد. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۴)، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز موجب ایجاد اختلاف معنی داری در سطح یک درصد شدند. فعالیت آنزیم کاتالاز در گل های تیمار شده با اسید سالیسیلیک در هر دو مرحله بالاتر از شاهد بود. فعالیت آنزیم کاتالاز طی دو مرحله نمویی کاهش یافت (شکل ۷). با وجود الگوی کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز طی مراحل نمویی گل، سرعت کاهش کاتالاز تحت تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک قرار گرفت و در گل های تیمار شده اسید سالیسیلیک موجب تأخیر در کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز شد. بالاترین میزان فعالیت آنزیم در مرحله IV و در تیمارهای ۱۰۰ و ۵۰ میکرومولار با میانگین فعالیت ۰/۳۲ بر حسب واحد در گرم گلبرگ تازه در دقیقه ثبت شد. در مرحله نمویی V بالاترین میزان فعالیت در تیمار ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک با میانگین فعالیت ۰/۲۶۶ و ۰/۲۵۱ بر حسب واحد در گرم گلبرگ تازه در دقیقه ثبت شد (شکل ۷). میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز هم طی مرحله نمویی V و IV در گل های شاخه بریده رز اندازه گیری شد. با توجه به نتایج جدول تجزیه واریانس ۴، تیمارهای مختلف اسید سالیسیلیک موجب ایجاد اختلاف معنی داری در سطح یک درصد بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز شدند. فعالیت آنزیم پراکسیداز در گل های تیمار شده با غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک صرف نظر از غلظت آن ها در مقایسه با گیاهان شاهد بیشتر بود. روند تغییرات آنزیم پراکسیداز با پیشرفت نمو گل ها افزایشی بود و بیشترین میزان فعالیت آنزیم در مرحله V و در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک با

میانگین فعالیت به ترتیب ۰/۱۰۷ و ۰/۱۰۱ بر حسب میکرومول تترراگوپاکول تشکیل شده در دقیقه در واحد گرم گلبرگ تازه، نمو گل مشاهده شد. بر این اساس اسید سالیسیلیک موجب افزایش قابل ملاحظه ای فعالیت آنزیم پراکسیداز شد (شکل ۸). از دلایل آغاز پیری در بافت های گیاه، گونه های اکسیژن فعال مثل  $O_2^-$  و  $H_2O_2$  می باشند که با تخریب پروتئین ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک پیری گل را ایجاد می کنند. آنزیم های آنتی اکسیدانی از سیستم های بسیار مؤثری است که سلول ها را در برابر گونه های اکسیژن فعال حفاظت می کند (تامپسون<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۸۷).

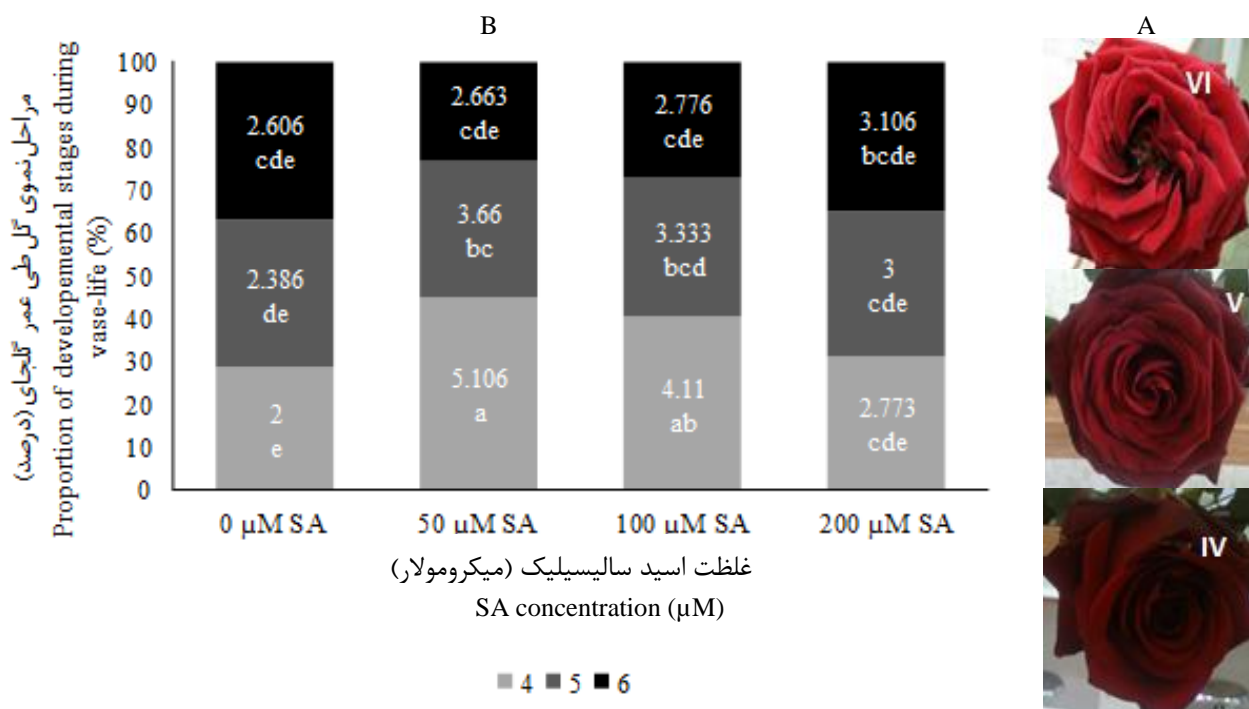
طبق نتایج *ایزیلماتی* و همکاران (۲۰۰۷) تیمار ۵- سولفو سالیسیلیک و نتایج *حاتم زاده* و همکاران (۲۰۱۲) و حسن و علی (۲۰۱۴) تیمار اسید سالیسیلیک موجب افزایش فعالیت های آنزیم های آنتی اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز می شود و در نتیجه فعالیت گونه های اکسیژن فعال کم شده و موجب کاهش روند پیری در گل های شاخه بریده می شود.





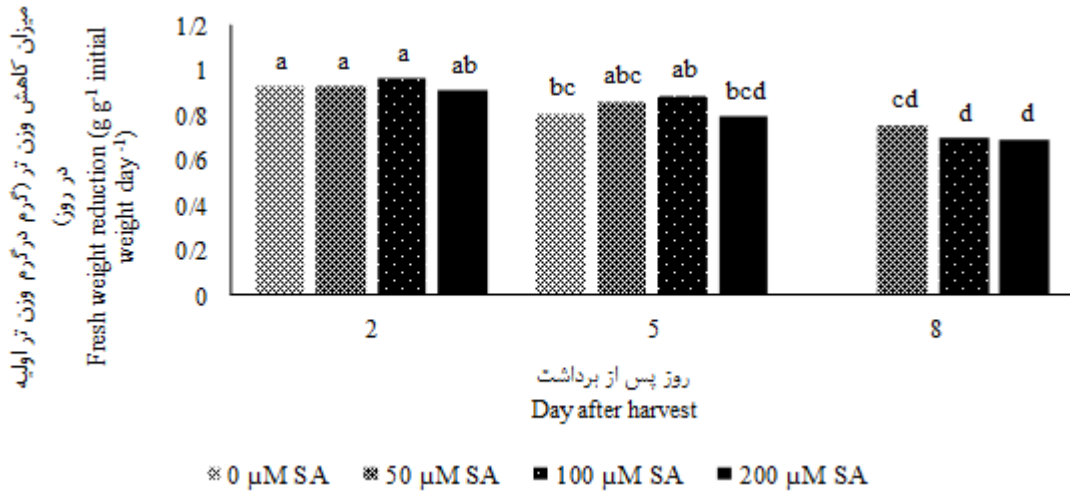
شکل ۱: اثر برهم کنش زمان برداشت و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر محتوای کلروفیل کل در برگ‌های رز شاخه بریده رقم هاتر کلاس. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 1: Interaction between of the effect of harvesting time and different concentrations of salicylic acid on total chlorophyll in leaves of rose cut flower cv. Hater Class. Means having various letters show significant difference between the treatments at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test



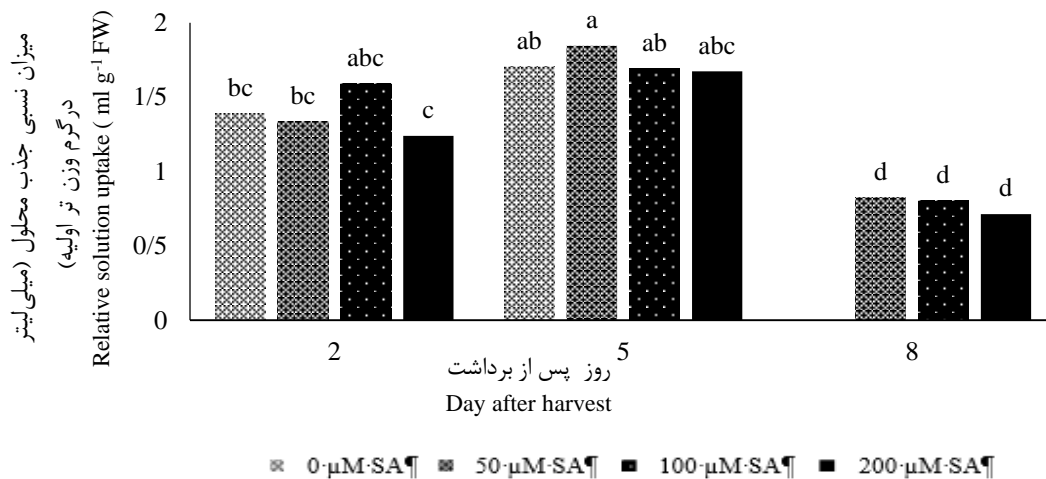
شکل ۲: (A): مراحل نمو گل در *Rosa hybrida* L. رقم Hater Class، (B): تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک بر نمو گل‌های شاخه بریده رز. اعداد درون ستون‌ها بیانگر طول عمر گل‌های بریده به ترتیب از پایین به بالا در مراحل IV، V، VI نمو. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 2: (A): Developmental stages in *Rosa hybrida* L. cv. Hater Class. (B): Effect of different concentrations of salicylic acid on the development of rose cut flowers. Numbers in the columns represent the vase life of cut flowers from down to up at the developmental stages of IV, V, VI. Means having various letters show significant difference between the treatments at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test



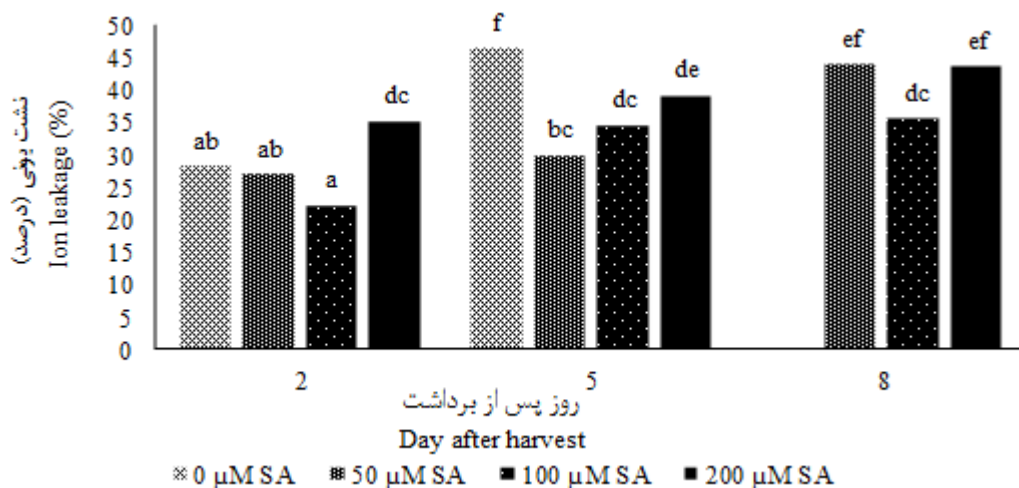
شکل ۳: اثر برهم کنش زمان برداشت و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 3: Interaction between the effect of harvesting time and different concentrations of salicylic acid on fresh weight reduction in rose cut flower cv. Hater Class. Means having various letters show significant difference between the treatments at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test



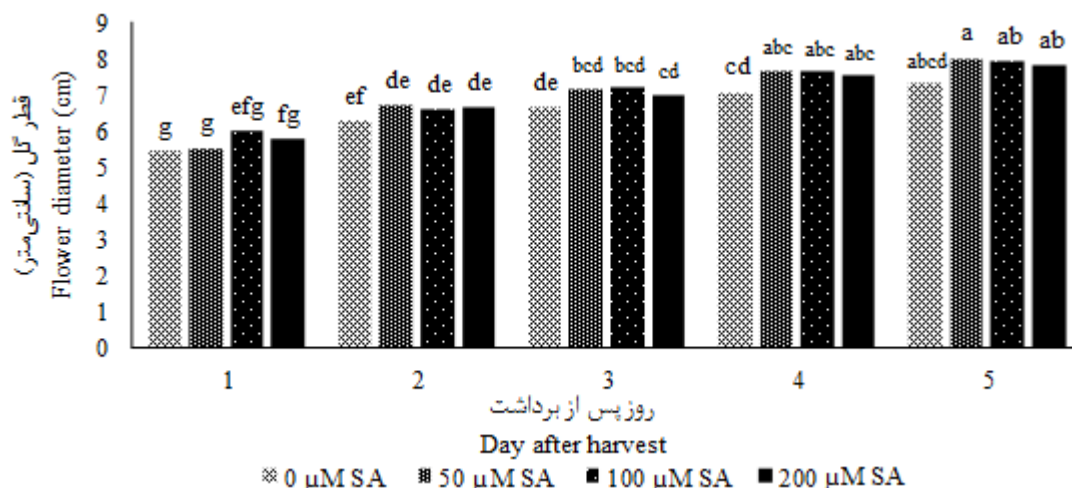
شکل ۴: اثر برهم کنش زمان برداشت و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان نسبی جذب محلول نگهداری گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 4: Interaction between the effect of harvesting time and different concentrations of salicylic acid on solution uptake in rose cut flower cv. Hater Class. Means having various letters show significant difference between the treatments at the level of 5% based on the Duncan Multiple Range Test



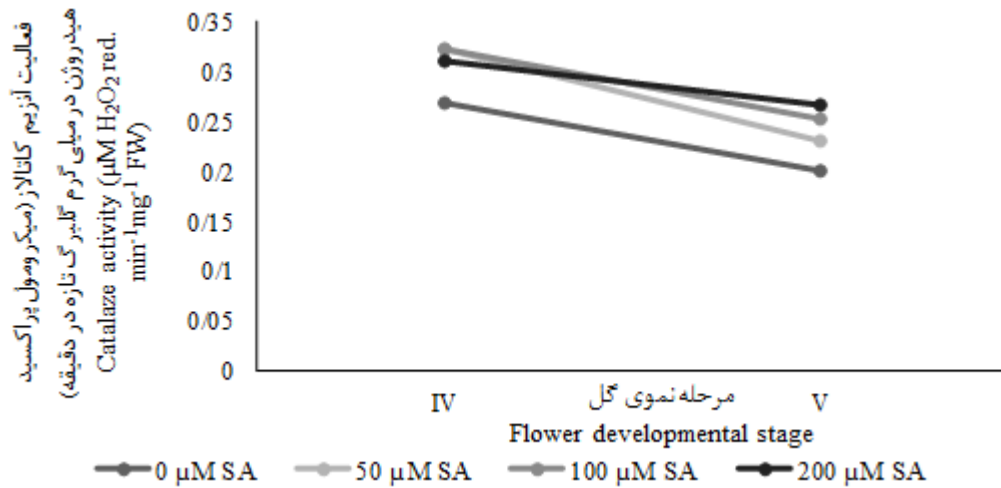
شکل ۵: اثر برهم‌کنش زمان برداشت و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان نشت یونی در گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 5: Interaction between the effect of harvesting time and different concentrations of salicylic acid on ion leakage in rose cut flower cv. Hater Class. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test



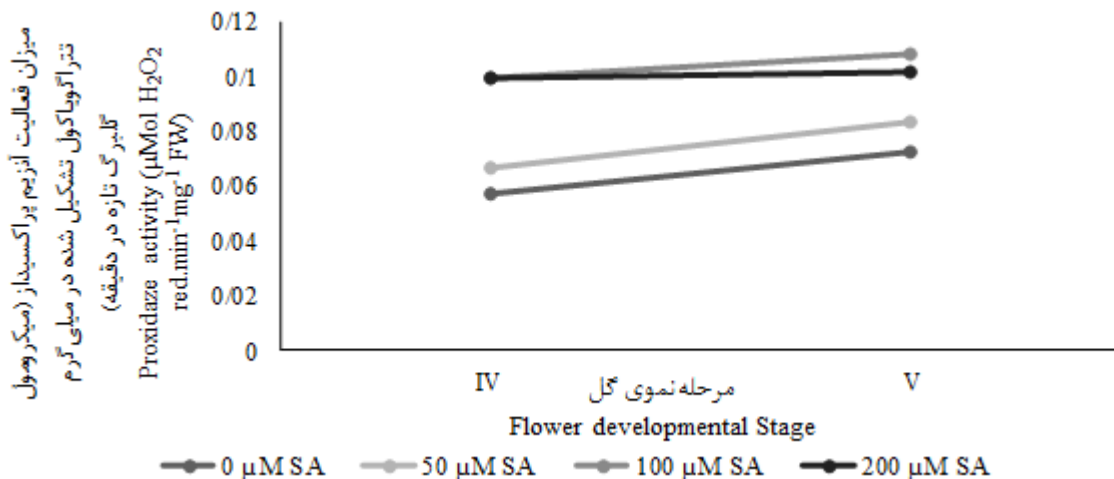
شکل ۶: اثر برهم‌کنش زمان برداشت و غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان قطر گل‌های شاخه بریده رز رقم هاتر کلاس. حروف غیرمشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ در بین تیمارها براساس در آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشند

Fig. 6: Interaction between the effect of harvesting time and different concentrations of salicylic acid on flower diameter in rose cut flower cv. Hater Class. Means having various letters show significant difference of the level 5% based on the Duncan Multiple Range Test



شکل ۷: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در گلبرگ‌های رزهای شاخه بریده طی دو مرحله نمو گل (IV و V در شکل ۲)

Fig. 7: Effect of different concentrations of salicylic acid on catalase activity at two developmental stages (V and IV in Fig. 2) in petals of rose cut flowers



شکل ۸: اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در گلبرگ‌های رزهای شاخه بریده طی دو مرحله نمو گل (IV و V در شکل ۲)

Fig. 8: Effect of different concentrations of salicylic acid on proxidase activity at two developmental stages (V and IV in Fig. 2) in petals of rose cut flowers

بریده باعث افزایش عمر ماندگاری و کیفیت بازارپسندی و کاهش روند پیری گل‌های شاخه بریده رز شد. بنابراین اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک ترکیب ارزان قیمت و طبیعی موجب افزایش طول عمر و اندازه قطر گل‌های شاخه بریده رز می‌گردد.

### نتیجه‌گیری کلی

اسید سالیسیلیک در اکثر غلظت‌ها به‌خصوص در غلظت‌های پایین ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار با افزایش محتوای کلروفیل کل، میزان نسبی جذب محلول، کاهش وزن تر، میزان وزن خشک و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاه از طریق افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی کاتالاز و پراکسیداز و کاهش میزان نشت یونی و میزان خمیدگی گردن گل‌های شاخه

- چمنی، ا. و نبوی مهاجر، ز. ۱۳۹۳. بررسی اثر نانوسیلور، اسید سالیسیلیک، اسید هیومیک و تیوسولفات نقره بر خواص فیزیکیوشیمیایی گل بریده نرگس. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۵ (۳): ۲۵۷-۲۶۶.
- Aebi, H. 1984. Catalase *in vitro*. Methods Enzymology, 105: 121-126.
- Alaey, M., Babalar, M., Naderi, R. and Kafi, M. 2011. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physiochemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. Postharvest Biology and Technology, 61: 91-94.
- Ansari, M. and Misra, N. 2007. Miraculous role of salicylic acid in plant and animal system. Plant Physiology, 2: 51-58.
- Arnon, D. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, 24: 1-15.
- Bayleyegn, A., Tesfaye, B. and Workneh, T. 2014. Effects of pulsing solution, packaging material and passive refrigeration storage system on vase life and quality of cut rose flowers. African Journal of Biotechnology, 11 (16): 3800-3809.
- Bhattacharjee, S. and De, L. 2005. Post-harvest technology of flowers and ornamental plants. Aavishkar Publishers Jaipur India, 11-19.
- Canakci, S. 2003. Effects of acetylsalicylic acid on fresh weight, pigment and protein content of bean leaf discs (*Phaseolus vulgaris* L.). Acta Biologica Hungarica, 54 (3-4): 385-391.
- Canakci, S. 2008. Effects of salicylic acid on fresh weight change, chlorophyll and protein amounts of radish (*Raphanus sativus* L.) seedlings. Biological Science, 8 (2): 431-435.
- Capdeville, G., Maffia, L., Finger, F. and Batista, U. 2003. Gray mould severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. Fitopatologia Bras, 28 (4): 380-385.
- Chance, B. and Maehly, C. 1995. Assay catalase and peroxidase. Methods Enzymology, 11: 764-775.
- Ezhilmathi, K., Singh, V., Aroa, A. and Sairam, R. 2007. Effect of 5-Sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life of gladiolus cut flowers. Journal of plant Growth Regulation, 51: 99-108.
- Fan, M. H., Wang, J. X., Shi, G., Shi, L. N. and Li, R. F. 2008. Salicylic acid and 6-BA effects in shelf-life improvement of *Gerbera jamesonii* cut flowers. Anhui Agricultural Science Bulletin, <http://en.cnki.com.cn/Articleen/CJFDTOTAL-BFY200808060.htm>.
- Hassan, F. and Ali, E. 2014. Protective effects of 1-methylcyclopropene and salicylic acid on senescence regulation of gladiolus cut spikes. Scientia Horticulturae, 179: 146-152.
- Hatamzadeh, A., Hatami, M. and Ghasemzadeh, 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, 7: 540-545.
- He, S., Joyce, D. and Irving, D. 2006. Competition for water between inflorescences and leaves in cut flowering stems of *Grevillea Crimson Yul-lo*. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81: 891-897.
- Jalili Marandi, A., Hassani, A., Abdollahi, A. and Hanifi, S. 2011. Improvement of the vase life of cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulfate. Journal of Medicinal Plants Research, 5 (20): 5039-5043.
- Jamshidi, M., Hadavi, E. and Naderi, R. 2012. Effects of salicylic acid and malic acid on vase life and bacterial and yeast population of preservative solution in cut *Gerbera* flowers. Agriculture Science, 2 (8): 671-674.
- Kazemi, M., Aran, M. and Zamani, S. 2011. Effect of salicylic acid treatment on quality characteristics of apple fruit during storage. Plant Physiology, 6 (2): 113-119.
- Liao, L., Huang, K., Chen, W. and Cheng, Y. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. Botanical Bulletin Academia Sinica, 41: 299-303.
- Mansouri, H. 2012. Salicylic acid and sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. Scientia Horticulturae, 145: 29-33.
- Mei-hua, F., Jian-xin, L., Shi, G. and Fan, L. 2008. Salicylic acid and 6-BA effects in shelf-life improvement of *Gerbera Jamesonli* cut flowers. Anhui Agricultural Science Bulletin, 35:17-120.
- Mori, I., Pinontoan, R., Kawano, T. and Muto, S. 2001. Involvement of superoxide generation in salicylic acid-induced stomatal closure in *Vicia faba*. Plant, Cell Physiology, 42: 1383-1388.
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439-463.
- Serek, M. 1992. Does salicylic acid affect the postharvest characteristics of *Campanula catpatica*?. Gartenbauwissenschaft, 57: 112-114.
- Singh, A., Kumar, J. and Kumar, P. 2008. Effects of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. Plant Growth Regulator, 55: 221-229.
- Solgi, M., Kafi, M., Taghvi, T. and Naderi, R. 2009. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Dune) flowers. Postharvest Biology and Technology, 53: 155-158.
- Thompson, J. E., Leggeand, R. L. and Barber, R. L. 1987. The role of free radicals in senescence and wounding. New Phytologist, 105: 317-334.
- Uzunova, A. and Popova, L. 2000. Effects of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plant. Phtosynthetica, 38: 243-250.
- Vahdati Mashhadian, N., Tehranifar, A., Bayat, H. and Selahvarzi, Y. 2012. Salicylic and citric acid treatments improve the vase life of cut *Chrysanthemum* Flowers. Agricultural Science and Technology, 14: 879-887.

- Vlot, A., Dempsey, D. and Klessig, D. 2009. Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. Annual Review of Phytopathology, 47: 177-206.
- Yuping, Z. 2009. Effect of salicylic acid on fresh keeping of cut *Gerbera Jamesonni* flower. Anhui Agricultural Science Bulletin, 35:253-262.
- Van Meeteren, U. 1978. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. The cause of stem break. Scientia Horticulturae, 8: 65-74.

## Effect of Postharvest Salicylic Acid Treatment on Physico-chemical Attributes and Vase-life of Rose (*Rosa hybrida* cv. Hater Class) Cut Flowers

Aelaei<sup>1</sup>, M., Mirzaei Mashoud<sup>2\*</sup>, M. and Mortazavi<sup>3</sup>, S. N.

### Abstract

Roses are one of the most important ornamental plants in which the short vase life of cut flowers and postharvest problems cause loss of their quality and marketability. To gain the benefits of natural and safe chemicals towards better vase life and quality, current study was conducted to investigate the effect of salicylic acid (SA) in four doses (0 (control), 50, 100, 200  $\mu$ M) on postharvest indices of rose cut flowers cv. Hater Class. The results showed that SA had a significant effect (1%) on vase life, total chlorophyll content, relative solution uptake, fresh weight reduction, ion leakage, neck bent, developmental stages, flower diameter and catalase and peroxidase activity compared to the control. Postharvest SA application prolonged vase life in cut rose flowers by increasing antioxidant capacity related to increased activity of catalase and peroxidase, and relative solution uptake as well as decreasing fresh weight reduction and ion leakage reduction compared to the control.

**Keywords:** Quality, Senescence, Antioxidant enzymes, Catalase, Peroxidase

---

1, 3 and 2. Assistant Professors and MSc Graduated, Respectively, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan

\*: Corresponding author

Email: mahdiehmirzaei68@gmail.com