

## مطالعه اثرات اسید سالیسیلیک، سدیم نیتروپروساید و اتانول بر ماندگاری و کیفیت گل در

## دو رقم ژربرای شاخه بریده

رویا کرمان<sup>۱\*</sup>، مریم نصر اصفهانی<sup>۲</sup> و سهیلا شعبانیان<sup>۲</sup><sup>۱</sup> ایران، همدان، دانشگاه بوعلی‌سینا، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی<sup>۲</sup> ایران، خرم‌آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ پذیرش: ۹۷/۲/۱

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۱۲

## چکیده

ژربرا یکی از ده گل شاخه بریده تجاری معروف در دنیا است، لیکن ماندگاری پس از برداشت آن کوتاه است. از این رو افزایش دوام عمر پس از برداشت این گل یکی از اهداف اولیه تجارت گل می‌باشد. این پژوهش با هدف مطالعه اثر غلظت‌های مختلف اتانول (۲، ۴ و ۶٪)، سدیم نیتروپروساید (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار) و اسید سالیسیلیک (۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار) بر ویژگی‌های عمرگلدانی، جذب آب، وزن تر نسبی و خمیدگی ساقه در دو رقم *Sunway* و *Bayadere* (به ترتیب با کیفیت بالا و پائین پس از برداشت) در قالب طرح آماری فاکتوریل بر پایه بلوک کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار رقم، تیمار و نیز اثر متقابل رقم و تیمار بر ویژگی‌های ارزیابی شده بود. بر این اساس، رقم *Bayadere* با کیفیت پس از برداشت بالاتر، عمر گلدانی، جذب آب و وزن تر نسبی بیشتری در مقایسه با رقم *Sunway* نشان داد. همچنین اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بسته به غلظت و رقم مورد مطالعه، اثر معنی‌داری بر کیفیت پس از برداشت نشان دادند. بطوری که بیشترین دوام عمر و کمترین خمیدگی در هر دو رقم به ترتیب در غلظت ۲٪ اتانول، ۱۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید و ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک حاصل شد. در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که علاوه بر لزوم غربال‌گری و انتخاب ارقام با کیفیت مطلوب، با کاربرد غلظت‌های بهینه ترکیبات مهارکننده پیری مانند SA و SNP در محلول‌های نگهدارنده می‌توان عمر گلدانی و کیفیت پس از برداشت ارقام با کیفیت پائین را افزایش داد.

واژه های کلیدی: اتانول، ژربرا، اسید سالیسیلیک، سدیم نیتروپروساید، عمر گلدانی

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۸۳۱۳۴۱۶۱، پست الکترونیکی: [R\\_karamian@basu.ac.ir](mailto:R_karamian@basu.ac.ir)

## مقدمه

تولید این گل در ایران بسیار توسعه یافته است (۱۵). با این حال پیری پس از برداشت، عامل محدود کننده بازارپسندی ژربرا است که با پژمردگی و ریزش گلبرگ‌ها و خمیدگی ساقه همراه است (۲۱). عواملی مانند پژمردگی در اثر تنش آبی، بسته شدن مقطع ته ساقه، تولید هورمون‌های گیاهی بویژه اتیلن و وجود میکروارگانیسم‌ها در محلول نگهدارنده از دلایل اصلی کاهش طول عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده

حجم تجارت جهانی گل و گیاهان زینتی بالغ بر ۴۷ میلیارد دلار است و بیشترین سهم در این میان مربوط به گل‌های شاخه بریده است. گل شاخه بریده ژربرا پس از رز، داوودی، لاله و لیلیوم با ارزشی برابر با ۴۲۶ میلیون دلار رتبه پنجم را به خود اختصاص داده است (۱۵). ازسوی دیگر گل ژربرا و هیبریدهای آن به دلیل تنوع فراوان در شکل و رنگ محبوبیت فراوانی دارد و تقاضای آن در بازار گل هر روز رو به افزایش است. در طی سال‌های اخیر

نیتریک اکساید (DETA/NO) به صورت نبضی، دوام عمر گل‌های زنبق، میمون، لاله، میخک، ژربرا، رز، لیلیوم و زبان درقفا را به طور میانگین تا ۶۰ درصد افزایش داد که کمترین مقدار مربوط به میخک و بیشترین مقدار مربوط به ژربرا بود (۲). همچنین مشخص شد که تیمار گل‌های شاخه بریده ژربرا با سدیم نیتروپروساید (SNP) می‌تواند طول عمر گل‌ها را افزایش دهد، لیکن اثرات آن به دوز و زمان تیمار وابسته است (۱۲). هرچند، اطلاعات کاملی در مورد اثرات کاربرد آن در به تأخیر انداختن پیری گل شاخه بریده ژربرا وجود ندارد. اسید سالیسیلیک یا اسید ارتو-هیدروکسی-بنزوئیک یک تنظیم‌کننده رشد فنلی است که در بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاه نقش کلیدی دارد. ثابت شده است که اسید سالیسیلیک در غلظت مناسب، فعالیت متابولیکی گیاهان را کاهش داده و منجر به کاهش اتلاف آب، کاهش تنفس و در نهایت به تأخیر انداختن پیری می‌شود (۱۷). نتایج حاصل از مطالعات گرائی-لو و همکاران (۲۰۱۱) در راستای به تأخیر انداختن پیری در گل‌های رز نشان داد که عمر گل شاخه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشت (۸). همچنین بر اساس نتایج حاصل از مطالعات نظری دلجو و همکاران، افزایش فعالیت آنزیم PAL توأم با افزایش تشکیل لیگنین منجر به افزایش استحکام ساقه و کاهش عارضه خمیدگی و تلفات پس از برداشت ژربرا می‌شود (۱۷). از آنجا که ژنتیک (رقم)، شرایط محیطی (دما، نور و تغذیه)، هورمون‌ها و مواد شیمیایی که به عنوان نگهدارنده مورد استفاده قرار می‌گیرند، از جمله عوامل مؤثر بر کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریده هستند. در این آزمایش نقش ژنتیک و محلول‌های نگهدارنده بر دوام عمر و کیفیت پس از برداشت گل ژربرا مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش غربال‌گری، هدف شناسایی رقم‌های با کمترین و بیشترین دوام عمر بود. با توجه به تنوع زیاد ارقام ژربرا انتخاب رقم‌های با کیفیت پس از برداشت بالا

محسوب می‌شوند (۷). گونه‌های اکسیژن فعال با تخریب پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک باعث پیری گل می‌شوند (۱۴). بنابراین ترکیباتی که باعث افزایش عمر گلدانی و حفظ کیفیت گل‌ها شوند، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار هستند. استفاده از مواد نگهدارنده در محلول گلدانی یکی از روش‌های متداول برای افزایش طول عمر گل‌ها است و محلول‌های نگهدارنده بسیاری جهت افزایش کیفیت و ماندگاری گل‌های شاخه بریده ژربرا معرفی شده‌اند. از آنجا که رقم‌های مختلف ژربرا عکس‌العمل‌های متفاوتی در برابر تیمارهای شیمیایی نشان می‌دهند، لذا نتایج حاصل از یک رقم را نمی‌توان ملاکی برای کاربرد یک ماده شیمیایی در سایر ارقام در نظر گرفت و برای ارقام مختلف باید از بهترین ماده شیمیایی با غلظت مناسب استفاده نمود (۱۵). اتانول از جمله ترکیبات نگهدارنده‌ای است که بازدارنده سنتز اتیلن بوده و حساسیت به اتیلن را کاهش می‌دهد. همچنین اتانول با خاصیت ضد-عفونی‌کنندگی خود از رشد باکتری‌ها جلوگیری نموده و از این طریق باعث افزایش عمر گل می‌شود (۳). نتایج مطالعات انجام شده بر روی گل داودی، میخک، لیسیانوس و گل کاغذی نشان داد که اتانول در غلظت‌های مناسب، از طریق ممانعت از سنتز اتیلن باعث افزایش بازاری-پسندی و عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده می‌گردد (۲۴). ترکیبات آزاد کننده اکسید نیتریک (NO) مانند سدیم نیتروپروساید نیز از جمله موادی هستند که جهت افزایش دوام عمر گل‌های شاخه بریده مورد استفاده قرار می‌گیرند. در حال حاضر اکسید نیتریک به عنوان یک مولکول علامتی مهم در گیاهان شناخته شده است (۱۵). اکسید نیتریک در تنظیم بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند بستن روزنه‌ها و رشد و نمو گیاهان دخالت دارد. بوضوح تأیید شده است که اکسید نیتریک در فرآیند پیری گیاه به عنوان یک تنظیم‌کننده منفی عمل می‌کند (۱۴). نتایج مطالعات نشان داده است که تیمار دی اتیلن تری-آمین

و در مجموع ۱۵ گل در هر تیمار، انجام گرفت. پس از سپری شدن ۴۸ ساعت، محلول تمام نمونه‌ها با آب مقطر تعویض شد. در طول آزمایش پارامترهای عمر گلدانی گل، میزان جذب آب، وزن تر نسبی به روش لی و همکاران (۲۰۱۱) (۶) و خمیدگی ساقه به روش سلیکل و رید (۲۰۰۲) (۵) اندازه‌گیری شد.

**اندازه‌گیری عمر گلدانی:** عمر گل شاخه بریده ژبررا بسته به رقم از یک تا سه هفته متغیر است. از نشانه‌های بارز پایان عمر در این گل خمیدگی ساقه، پژمردگی گلبرگ‌ها به میزان ۵۰ درصد و تغییر رنگ گلبرگ‌ها می‌باشد. در این آزمایش طول عمر در هر تیمار بر اساس فاکتورهای مذکور اندازه‌گیری و ثبت گردید (۶).

**ارزیابی درصد تغییرات وزن تر:** به منظور ارزیابی درصد تغییرات وزن تر ابتدا گل‌ها از محلول درون گلدان‌ها خارج شده و وزن تر آن‌ها در روز صفر تعیین و پس از آن به صورت یک روز در میان تکرار شد. در نهایت درصد تغییرات وزن تر در دو رقم مورد مطالعه و تیمارهای مختلف بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (۶).

$$RFW (\% \text{ of initial FW}) = (Wt/Wt = 0) \times 100$$

Wt وزن تر ساقه برحسب گرم در روز ۱، ۳، ۵، ۷

Wt = 0 وزن تر ساقه بر حسب گرم در روز صفر

**ارزیابی تغییرات جذب آب:** به منظور ارزیابی تغییرات جذب آب، حجم آب جذب شده به صورت یک روز در میان با اندازه‌گیری تفاوت کاهش حجم محلول در ظروف فاقد گل و ظروف حاوی گل ارزیابی و نتایج ثبت شدند. در نهایت تغییرات جذب آب در دو رقم مورد مطالعه و تیمارهای مختلف بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید (۶).

$$RWU (g g^{-1} \text{ initial FW day}^{-1}) = (St-1 - St) / \text{initial FW}$$

St وزن محلول گلدانی بر حسب گرم در روز ۱، ۳، ۵، ۷

می‌تواند کمک قابل توجهی به تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان صنعت گل بویژه در کاهش هزینه‌های مربوط به پرورش و نگهداری پس از برداشت این گل ارزشمند نماید.

در بخش دوم این پژوهش اثر اسید سالیسیلیک، سدیم نیتروپروساید، اتانول و رقم بر ویژگی‌های پس از برداشت ژبررا به منظور معرفی محلول نگهدارنده برای افزایش دوام عمر گل مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روشها

گل‌های شاخه بریده ژبررا از گلخانه‌ای مکانیزه و استاندارد واقع در شهرستان پاکدشت در استان تهران، صبح زود برداشت و بلافاصله پس از بسته‌بندی مناسب به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین ارقام واجد بیشترین و کمترین کیفیت پس از برداشت، ۱۰ رقم (*Bayadere, DoubleDutch, Picobella, Rosalin, Dalanco, Dune, Stansa, TropicBlend, Sunway and Intense*) ژبررای بازارپسند انتخاب و در شرایط یکسان آزمایشگاه غربال‌گری شدند. در نهایت دو رقم *Sunway* و *Bayadere* جهت مطالعه اثر غلظت‌های مختلف اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر عمر گلدانی گزینش شدند (شکل ۱). ارقام منتخب دوباره از گلخانه موردنظر برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس ساقه‌های گل‌دهنده هر دو رقم به طول ۴۰ سانتی‌متر قطع و پس از توزین اولیه به ظروف شیشه‌ای حاوی تیمارهای مختلف شامل غلظت‌های مختلف اتانول (۰، ۲، ۴ و ۶٪)، سدیم نیتروپروساید (۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میکرومولار) و اسید سالیسیلیک (۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ میکرومولار) منتقل و در شرایط کنترل شده (دما  $20 \pm 1^\circ C$ ، رطوبت نسبی  $5 \pm 60$  درصد، طول مدت روشنایی ۱۲ ساعت و شدت نور ۲۰ میکرومول در مترمربع در ثانیه) نگهداری شدند. آزمایش در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار (هر واحد آزمایشی شامل ۵ گل

## St-1 وزن محلول گلدانی در روز قبل

ارزیابی درصد خمیدگی ساقه: به منظور تعیین درصد خمیدگی ساقه‌ها بر اساس روش سلیکل و رید، روزانه میزان خمیدگی هر رقم و تیمار با استفاده از گونیا، نقاله و کاغذ شطرنجی اندازه‌گیری شد.

تحلیل داده‌ها: داده‌های حاصل از آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver 21 تحلیل و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ( $P < 0.05$ ) انجام شد.

## نتایج

اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر عمر گلدانی دو رقم شاخه بریده ژبربرا: نتایج تجزیه واریانس بیانگر تأثیر معنی‌دار رقم، تیمار و اثر متقابل رقم و تیمار بر عمر گلدانی بود ( $P < 0.01$ ) (جدول ۱). مقایسه عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده ژبربرا ارقام *Sunway* و *Bayadere* در شاهد نشان داد که عمر گلدانی، بعنوان مهم‌ترین شاخص کیفیت گل شاخه بریده ژبربرا در رقم *Bayadere*، ۶۷٪ بیشتر از رقم *Sunway* بود (شکل ۲). مقایسه تأثیر سطوح مختلف اتانول بر طول عمر گل‌های شاخه بریده ژبربرا نشان داده‌است که اتانول تا غلظت ۴٪ منجر به افزایش معنی‌دار عمر گلدانی نسبت به شاهد در هر دو رقم شد، لیکن در غلظت ۶٪ به دلیل سمیت، منجر به کاهش عمر گلدانی نسبت به شاهد گردید. بیشترین عمر گلدانی ارقام *Bayadere* و *Sunway* در غلظت ۲٪ اتانول حاصل شد که در مقایسه با شاهد بترتیب ۳۳ و ۵۸٪ افزایش داشت (شکل ۲-۱). همچنین سطوح مختلف تیمار سدیم نیتروپروساید نیز نسبت به شاهد، میزان عمر گلدانی را در هر دو رقم افزایش دادند و اثر غلظت ۱۵۰ میکرومولار سدیم-نیتروپروساید نسبت به سایرین در هر دو رقم چشمگیرتر بود. افزایش عمر گلدانی در غلظت مذکور در ارقام

*Sunway* و *Bayadere* بترتیب ۸۳ و ۴۰٪ بیشتر از شاهد بود (شکل ۲-۱). بر طبق نتایج حاصل، کاربرد سطوح مختلف تیمار اسید سالیسیلیک بجز غلظت ۱۰۰ میکرومولار، منجر به افزایش عمر گلدانی در رقم *Sunway* در مقایسه با شاهد شد. غلظت ۲۰۰ میکرومولار اسید سالیسیلیک، بیشترین اثر را بر افزایش عمر گلدانی رقم *Sunway* داشت و نسبت به شاهد ۸۹٪ بیشتر بود. در حالی که در رقم *Bayadere*، افزایش معنی‌دار عمر گلدانی تنها در غلظت ۲۰۰ میکرومولار مشاهده شد و نسبت به شاهد ۴۰٪ افزایش نشان داد (شکل ۲-۱).

اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر وزن تر نسبی گل دو رقم شاخه بریده ژبربرا: نتایج بیانگر تأثیر معنی‌دار رقم و تیمار بر میزان وزن تر نسبی بود ( $P < 0.01$ ) (جدول ۱). بطوری که در شاهد وزن تر نسبی در روزهای ۱، ۳ و ۵ عمر گلدانی، در رقم *Bayadere* بترتیب ۱/۵۸، ۵/۳۱ و ۱۱/۹۶٪ کاهش یافت، در حالی که در رقم *Sunway* این کاهش در روزهای مذکور بترتیب ۸/۱۷، ۱۷/۸۹ و ۳۴/۲۲٪ بود (شکل ۳). همچنین کاربرد غلظت‌های مختلف اتانول، باعث تغییرات معنی‌دار میزان وزن تر نسبی، در روزهای ۱، ۳ و ۵ عمر گلدانی در ارقام *Sunway* و *Bayadere* نسبت به شاهد آن‌ها گردید (شکل ۳، A-D). بطوری که بیشترین کمترین کاهش وزن تر نسبی در مقایسه با شاهد در روزهای مذکور در هر دو رقم بترتیب در غلظت ۶٪ و ۲٪ اتانول مشاهده شد. کاربرد اتانول ۲٪ باعث افزایش معنی‌دار وزن تر نسبی در روزهای ۱، ۳ و ۵ بترتیب ۱۹/۶۹، ۲۳/۵۷ و ۲۹/۶۹٪ در رقم *Sunway* و ۱۵/۵۱، ۱۵/۷۵ و ۱۵/۴۶٪ در رقم *Bayadere* در مقایسه با شاهد شد. همچنین مقایسه میانگین میان غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید و شاهد در هر دو رقم، تفاوت معنی‌داری را از نظر تغییرات وزن تر نسبی در روزهای ۱، ۳ و ۵ عمر گلدانی نشان داد بطوری که کمترین کاهش

هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* باعث افزایش معنی‌داری در میزان جذب آب در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی نسبت به شاهد شد و اثر غلظت ۱۵۰ میکرو-مولار آن نسبت به سایرین بیشتر بود (شکل ۴، B-E). در مجموع میزان جذب آب در غلظت مذکور بعنوان غلظت بهینه در رقم *Sunway* در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی بترتیب ۴۳/۲۸، ۴۴/۹۴، ۶۴/۶۱ و ۶۷/۵۶٪ و ۷۰/۳۵ در رقم *Bayadere* ۲۴/۵۵، ۲۸/۵۵ و ۳۲/۶۷٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. همچنین نتایج میانگین داده‌ها بیانگر تأثیر چشمگیر تیمار اسید سالیسیلیک بر افزایش میزان جذب آب بود، بطوری در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، میزان جذب آب در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد آن‌ها نشان داد. بیشترین و کمترین افزایش جذب آب در مقایسه با شاهد در هر دو رقم بترتیب در غلظت ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار بدست آمد (شکل ۴، C-F). در مجموع میزان جذب آب در غلظت مذکور بعنوان غلظت بهینه در رقم *Sunway* در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی بترتیب ۴۰/۴۸، ۵۱/۰۸، ۷۵/۹۶ و ۸۳/۳۱٪ و در رقم *Bayadere* ۳۱/۵۵، ۲۲/۷۲، ۲۸/۶۷ و ۳۶/۸۸٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد.

**اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول، سدیم-نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر میزان جذب آب ساقه گل-دهنده دو رقم شاخه بریده ژربرا: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که میانگین تغییرات جذب آب تحت تأثیر رقم و تیمار بود (جدول ۱) ( $P < 0.01$ ). برای ارزیابی تغییرات پس از برداشت جذب آب توسط ساقه گل دهنده ارقام *Sunway* و *Bayadere*، میزان جذب آب در تیمار شاهد در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی اندازه-گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد که میزان جذب آب در دوره پس از برداشت در رقم *Sunway* کندتر از رقم *Bayadere* بود (شکل ۴). نتایج این**

وزن تر نسبی در روزهای مذکور در هر دو رقم در غلظت ۱۵۰ میکرو مولار مشاهده شد (شکل ۳، B-E). میزان وزن تر نسبی در غلظت مذکور در رقم *Sunway* در روزهای ۱، ۳ و ۵ عمر گلدانی بترتیب ۱۹/۹۶، ۲۲/۱۶ و ۲۱/۶۹٪ و در رقم *Bayadere* ۱۴/۵۷، ۱۴/۷۵ و ۱۱/۹۷٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، میزان وزن تر نسبی در روزهای ۱، ۳ و ۵ عمر گلدانی افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد آن‌ها نشان داد. بیشترین و کمترین افزایش وزن تر نسبی در مقایسه با شاهد در هر دو رقم بترتیب در غلظت ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار بدست آمد (شکل ۳، C-F).

**اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول، سدیم-نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر میزان جذب آب ساقه گل-دهنده دو رقم شاخه بریده ژربرا: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که میانگین تغییرات جذب آب تحت تأثیر رقم و تیمار بود (جدول ۱) ( $P < 0.01$ ). برای ارزیابی تغییرات پس از برداشت جذب آب توسط ساقه گل دهنده ارقام *Sunway* و *Bayadere*، میزان جذب آب در تیمار شاهد در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی اندازه-گیری شد. نتایج این آزمایش نشان داد که میزان جذب آب در دوره پس از برداشت در رقم *Sunway* کندتر از رقم *Bayadere* بود (شکل ۴). نتایج ما نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف اتانول بجز ۰.۶٪ باعث افزایش معنی‌دار میزان جذب آب، در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گلدانی، ارقام *Sunway* و *Bayadere*، نسبت به شاهد آن‌ها گردید (شکل ۴، A-D). لیکن کاربرد اتانول ۲٪ بعنوان موثرترین غلظت، میزان جذب آب را در روزهای مذکور بترتیب ۳۴/۷۲، ۲۹/۷۷، ۵۱/۵۹ و ۴۵/۳۲٪ در رقم *Sunway* و ۳۳/۹۳، ۲۶/۹۳، ۲۹/۷۷ و ۴۳/۸۷٪ در رقم *Bayadere* در مقایسه با شاهد افزایش داد. بر طبق نتایج حاصل، سطوح مختلف تیمار سدیم نیتروپروساید در**

دو رقم شاخه بریده ژربرا: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارهای اعمال‌شده تاثیر معنی‌داری بر میزان خمیدگی ساقه داشت (جدول ۱). مقایسه خمیدگی ساقه در ارقام *Sunway* و *Bayadere* در حالت شاهد، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، لیکن میان غلظت‌های بکار رفته اتانول و شاهد اختلاف معنی‌داری بود. بنحوی که غلظت‌های ۲ و ۴٪ اتانول باعث کاهش چشمگیر خمیدگی ساقه در هر دو رقم نسبت به شاهد آن‌ها شد، اما غلظت ۶٪ با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۵-۱). بر طبق نتایج حاصل، سطوح مختلف سدیم نیتروپروساید در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* نقش بسزایی در کاهش خمیدگی ساقه در مقایسه با شاهد داشت. بر همین اساس کمترین خمیدگی ساقه در مقایسه با شاهد در هر دو رقم در غلظت ۱۵۰ میکرومولار مشاهده شد، لیکن کاهش این پارامتر در رقم *Sunway* ۲۹٪ کمتر از رقم *Bayadere* بود (شکل ۵-۲). همچنین نتایج میانگین داده‌ها بیانگر تأثیر چشمگیر تیمار اسید سالیسیلیک بر کاهش خمیدگی ساقه بود، بطوری که در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، میزان خمیدگی ساقه کاهش معنی‌داری در مقایسه با شاهد نشان داد. بر همین اساس کمترین خمیدگی ساقه در مقایسه با شاهد در هر دو رقم در غلظت ۲۰۰ میکرومولار مشاهده شد. در مجموع، میزان خمیدگی ساقه در غلظت مذکور بعنوان غلظت بهینه در رقم *Sunway* ۵۲٪ و در رقم *Bayadere* ۷۲٪ در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (شکل ۵-۳).

### بحث و نتیجه گیری

عمر گل‌دانی گل‌های شاخه بریده به میزان زیادی تحت تاثیر تنوع ژنتیکی گونه‌ها و حتی ارقام مختلف آن‌ها است (۱۹). تفاوت در خمیدگی ساقه ژربرا و تفاوت در دوام عمر در گل‌های شاخه بریده مختلف مانند میخک، ژربرا، رز و آنتریوم گزارش شده است (۱).

پژوهش نشان داد که کاربرد غلظت‌های مختلف اتانول بجز ۶٪، باعث افزایش معنی‌دار میزان جذب آب، در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گل‌دانی، ارقام *Sunway* و *Bayadere* نسبت به شاهد آن‌ها گردید (شکل ۴، A-D). لیکن کاربرد اتانول ۲٪ بعنوان موثرترین غلظت، میزان جذب آب را در روزهای مذکور بترتیب ۳۴/۷۲، ۲۹/۷۷، ۵۱/۵۹ و ۴۵/۳۲٪ در رقم *Sunway* و ۳۳/۹۳، ۲۶/۹۳، ۲۹/۷۷ و ۴۳/۸۷٪ در رقم *Bayadere* در مقایسه با شاهد افزایش داد. بر طبق نتایج حاصل، سطوح مختلف تیمار سدیم نیتروپروساید در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* باعث افزایش معنی‌داری در میزان جذب آب در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گل‌دانی نسبت به شاهد شد و اثر غلظت ۱۵۰ میکرومولار آن نسبت به سایرین بیشتر بود (شکل ۴، B-E). در مجموع میزان جذب آب در غلظت مذکور بعنوان غلظت بهینه در رقم *Sunway* در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گل‌دانی بترتیب ۴۳/۲۸، ۴۴/۹۴، ۶۴/۶۱ و ۶۷/۵۶٪ و در رقم *Bayadere*، ۳۵/۷۰، ۲۴/۵۵، ۲۸/۵۵ و ۳۲/۶۷٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد. همچنین نتایج میانگین داده‌ها بیانگر تأثیر چشمگیر تیمار اسید سالیسیلیک بر افزایش میزان جذب آب بود، بطوری که در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، میزان جذب آب در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷ عمر گل‌دانی افزایش معنی‌داری در مقایسه با شاهد آن‌ها نشان داد. بیشترین و کمترین افزایش جذب آب در مقایسه با شاهد در هر دو رقم به ترتیب در غلظت ۲۰۰ و ۱۰۰ میکرومولار بدست آمد (شکل ۴، C-F). در مجموع میزان جذب آب در غلظت مذکور بعنوان غلظت بهینه در رقم *Sunway* در روزهای ۱، ۳، ۵ و ۷، عمر گل‌دانی بترتیب ۴۰/۴۸، ۵۱/۰۸، ۷۵/۹۶ و ۸۳/۳۱٪ و در رقم *Bayadere*، ۲۲/۳۱، ۷۲/۵۵ و ۲۸/۶۷٪ در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد.

اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک بر میزان خمیدگی ساقه گل‌دهنده

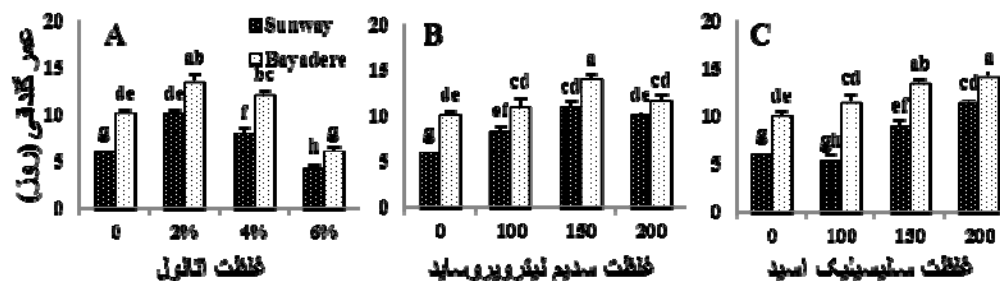
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر رقم ژبربا (*Sunway* و *Bayadere*)، تیمارهای مختلف (اتانول، سدیم نیتروپروساید و اسید سالیسیلیک) و اثر متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های عمر گلدانی، خمیدگی ساقه، وزن تر نسبی و جذب آب.

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات عمر گلدانی	میانگین مربعات خمیدگی ساقه	میانگین مربعات وزن تر نسبی	میانگین مربعات جذب آب
رقم	1	166.633 <sup>††</sup>	380.017 <sup>††</sup>	1209.747 <sup>††</sup>	7.240 <sup>††</sup>
تیمار	9	32.299 <sup>††</sup>	104.683 <sup>††</sup>	867.012 <sup>††</sup>	2.430 <sup>††</sup>
رقم × تیمار	9	2.592 <sup>††</sup>	10.906 <sup>†</sup>	11.382 <sup>ns</sup>	0.076 <sup>ns</sup>
خطا	40	0.716	4.267		
	267			45.261	0.055

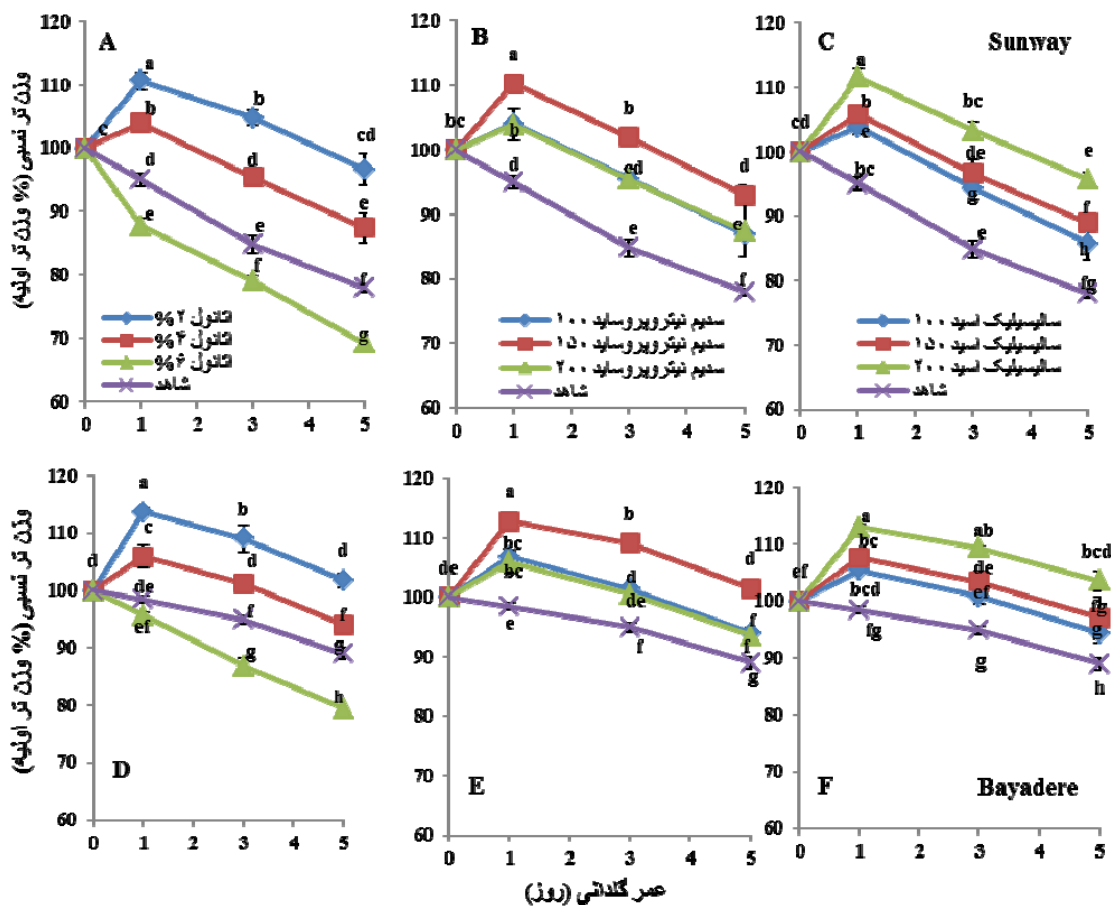
†† تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد، † تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns عدم تفاوت معنی‌دار



شکل ۱- ارقام *Sunway* (سمت راست) و *Bayadere* (سمت چپ) شاخه بریده ژبربا.



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف (میکرو مولار) اتانول (A)، سدیم نیتروپروساید (B) و اسید سالیسیلیک (C) بر عمر گلدانی گل شاخه بریده ژبربا ارقام *Sunway* و *Bayadere* حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها (۱۵ گل در ۳ تکرار) در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد. بارها نمایانگر انحراف‌ده‌ها از میانگین هستند.

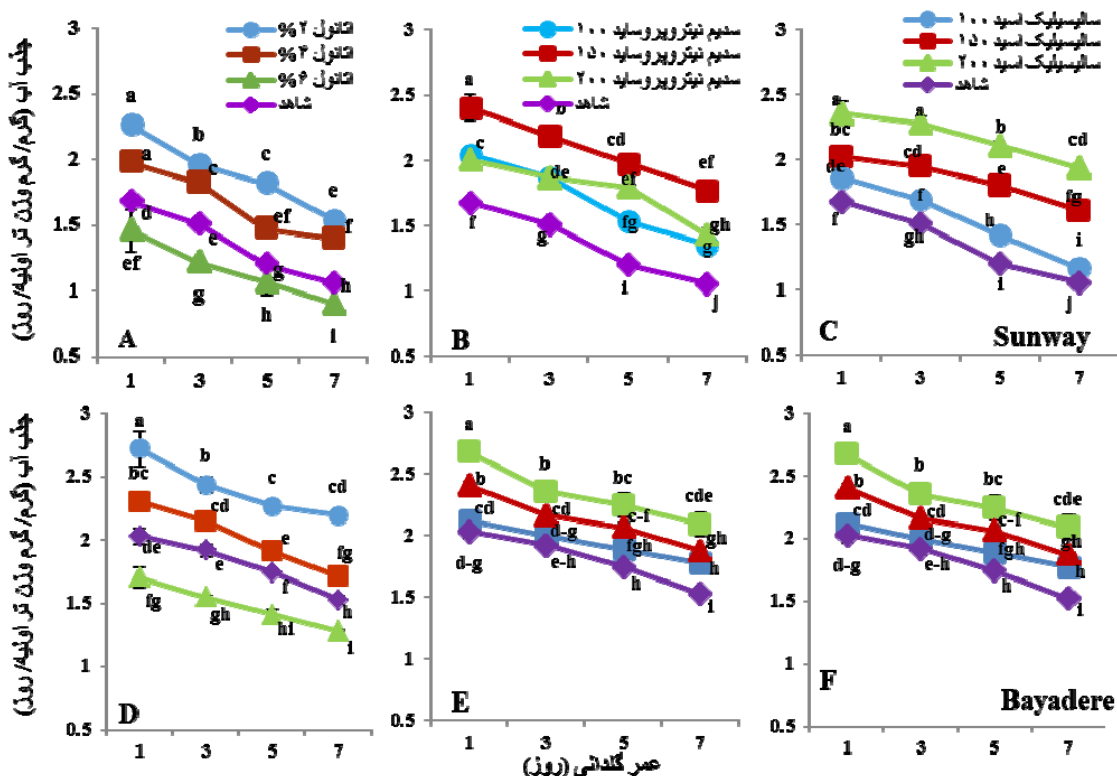


شکل ۳- اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول (D,A)، سدیم نیتروپروساید (E,B) و اسید سالیسیلیک (F,C) بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده ژبریا ارقام *Sunway* و *Bayadere*. حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها (۱۵ گل در ۳ تکرار) در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد. بارها نمایانگر انحراف داده‌ها از میانگین هستند.

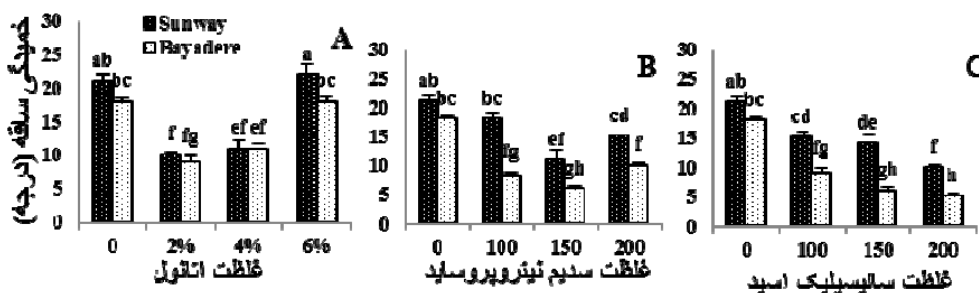
شاخه بریده می‌شود (۹). بطور کلی وضعیت آبی گیاه برآیندی از مقدار آب گیاه هنگام برداشت گل و نیز میزان جذب و اتلاف آب پس از برداشت است. هنگامی که جذب آب به دلایل مختلفی چون انسداد آوندی و آمبولی ساقه کمتر از میزان تعرق است، برای جذب آب میان اندام‌های مختلف ساقه رقابت صورت می‌گیرد که منجر به کاهش فشار تورژسانس و در نهایت پژمردگی می‌گردد (۱). در این پژوهش رقم *Sunway* میزان جذب آب و وزن تر نسبی پس از برداشت کمتری نسبت به رقم *Bayadere* شاهد نشان داد.

همچنین نظری دلجو و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی ۱۵ رقم ژبریا نشان دادند که دامنه دوام عمر میان ارقام مطالعه‌شده، از ۱۰ الی ۱۸ روز متغیر بود (۹). نتایج پژوهش حاضر نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری در عمر گلدانی میان دو رقم *Sunway* و *Bayadere* وجود دارد و رقم *Bayadere* دارای عمر گلدانی بیشتر و بنابراین کیفیت پس از برداشت بهتری نسبت به رقم *Sunway* است. همچنین میزان جذب آب و وزن تر نسبی، از عوامل مهم موثر در روابط آبی و دوام گل بوده و کاهش آن‌ها باعث کاهش عمر مفید و کیفیت پس از برداشت گل‌های





شکل ۴- اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول (A, D)، سدیم نیتروپروساید (B, E) و اسید سالیسیلیک (C, F) بر جذب آب گل شاخه بریده ژبربا ارقام *Sunway* و *Bayadere*. حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها (۱۵ گل در ۳ تکرار) در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد. بارها نمایانگر انحراف‌ده‌ها از میانگین هستند.



شکل ۵- اثر سطوح مختلف تیمارهای اتانول (A)، سدیم نیتروپروساید (B) و اسید سالیسیلیک (C) بر جذب آب گل شاخه بریده ژبربا ارقام *Sunway* و *Bayadere*. حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار میانگین‌ها (۱۵ گل در ۳ تکرار) در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد. بارها نمایانگر انحراف‌ده‌ها از میانگین هستند.

(بعلت تجمع موادی مانند تانن و سوبرین در نتیجه فعالیت برخی آنزیم‌ها مانند پلی‌فنل اکسیدازها و تجمع میکرواورگانیزم‌ها) باشد (۲۵). علاوه بر این، تفاوت در

تفاوت در میزان جذب آب و وزن تر نسبی گل‌های شاخه بریده ژبربا ممکن است ناشی از تفاوت در آناتومی آوندهای چوبی در ژنوتیپ‌های مختلف، میزان آمبولی در ساقه و توانایی بازسازی آن و نیز میزان انسداد آوندها

تولید و پاسخ به اتیلن در بافت‌های گل نیز ممکن است موثر باشد (۱۹).

عارضه خمیدگی ساقه گل دهنده یکی از مهم‌ترین عوامل افت کیفیت، کاهش دوام عمر و تلفات پس از برداشت گل شاخه بریده ژبررا است. ژنتیک تغذیه، دمای جابجایی و انبارداری، هورمون‌های گیاهی و عدم تعادل آبی در آوند چوبی ساقه گل دهنده، از دلایل مهم خمیدگی ساقه گل‌دهنده هستند (۱۷). یکی از دلایل احتمالی عارضه خمیدگی، استحکام و مقاومت ساقه گل‌دهنده و تشکیل لیگنین در دیواره‌های سلولی به ویژه دیواره ثانویه است. تشکیل لیگنین علاوه بر تأثیر بسزا در استحکام و حالت رشد ایستاده ساقه، نقش مهمی در هدایت و انتقال آب در آوندهای چوبی ایفا می‌کند (۲۶). در این پژوهش رقم *Sunway* علیرغم کیفیت پس از برداشت کم، خمیدگی زیادی نداشت. در حالی که ون‌در و همکاران (۱۹۷۸) نشان دادند که ۳ روز قبل از خمیدگی ساقه ژبررا، جذب آب و وزن تر ساقه به شدت کاهش یافته و خمیدگی رخ می‌دهد. در حالی که، کاهش جذب آب و در نتیجه وزن تر نسبی در این رقم باعث افزایش خمیدگی ساقه نمی‌شود و ممکن است خمیدگی و دوام عمر به میزان لیگنین و تکوین بافت اسکلرانشیم و یا ژنتیک گیاه مربوط باشد (۱۷).

نتایج حاصل از بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده است که حضور میکرواورگانیسم‌ها در آب می‌تواند سبب مسدود شدن فیزیکی آوندهای گل‌های شاخه بریده شود (۱). داده‌های حاصل از این پژوهش نیز اهمیت حضور مواد گندزدا در محلول‌های نگهدارنده را جهت بهبود انتقال آب در آوندها و ممانعت از رشد باکتری‌ها و نیز مسدود شدن آوندها نشان داد. هنگامی که گل‌های شاخه بریده ژبررا با غلظت‌های مختلف اتانول بویژه ۲٪ تیمار شدند، جذب آب و بدنبال آن وزن تر نسبی بیشتری در مقایسه با گل‌های شاهد نشان دادند که این امر حاکی از

بهبود انتقال آب در آوندهای ساقه‌های گل است. این نتیجه در توافق با گزارش ون‌در و همکاران در گل میخک و فرخزاد و همکاران در گل لیسیانوس، حاکی از اثر اتانول در ممانعت از رشد باکتری‌ها و مسدود شدن آوندها است (۳). کاهش انسجام غشا، تخریب سیستم‌های آنزیمی دخیل در تولید انرژی و ترکیبات ساختمانی سلول از مکانیسم‌های اصلی عمل این ترکیبات در کنترل آلودگی‌های میکروبی هستند (۳). نتایج این پژوهش در توافق با یافته‌های محققین قبلی در مورد افزایش عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده تحت تیمار با اتانول می‌باشد. نتایج حاصل از مطالعات انجام‌شده بر روی گل داودی، میخک، لیسیانوس و گل کاغذی نشان دادند که اتانول در غلظت‌های مناسب، از طریق ممانعت از سنتز اتیلن باعث افزایش بازار پسندی و عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده می‌گردد (۱). به نظر می‌رسد که اتانول علاوه بر نقش ضد عفونی‌کنندگی، از طریق ممانعت از سنتز ۱-آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلیک اسید، مانع از تولید اتیلن شده و حساسیت به عمل اتیلن را کاهش می‌دهد. تفاوت در پاسخ ارقام مختلف نسبت به غلظت‌های مختلف اتانول، ممکن است به دلیل اختلاف در حساسیت ارقام مختلف نسبت به اتیلن (۲۱) و نیز سن گل‌ها باشد (۲۰).

مشخص شده است که اکسید نیتریک بعنوان یک مولکول علامتی در پاسخ‌های گیاه به محرک‌های مختلف از جمله بیماری، تنش اکسیداتیو، مسمومیت با فلزات سنگین عمل می‌کند (۱۱). دو مکانیسم احتمالی برای ایفاء نقش اکسید نیتریک جهت مقابله با پیری به عنوان یک تنش اکسیداتیو پیشنهاد شده است. (۱) اکسید نیتریک ممکن است با جاروب کردن گونه‌های اکسیژن فعال مانند رادیکال سوپراکسید، بعنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل نموده و با تولید رادیکال پروکسی نیتریک سمیت بسیار کمتری دارد، آسیب وارده به سلول‌ها را کاهش دهد. (۲) اکسید نیتریک می‌تواند بعنوان یک مولکول علامتی باعث تغییر

آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در ساقه با ممانعت از تولید سوبرین و در نتیجه انسداد آوندهای چوبی ساقه، منجر به افزایش جذب آب و وزن تر می‌گردد. در مطالعات پیشین تاثیر سدیم نیتروپروساید بعنوان آزاد کننده اکسید نیتریک در کاهش اتلاف آب در گل‌های شاخه بریده رز، ژربرا، لاله (۲) و داودی (۱۴) گزارش شده است. بنظرمی‌رسد که اکسید نیتریک علاوه بر مهار انتشار اتیلن، از طریق تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی معمول گیاه مانند بستن روزنه‌ها و از سوی دیگر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه کاهش آسیب به ماکرومولکول‌های سلولی، حفظ غشاء و متابولیسم آب می‌تواند پیری گل‌های شاخه بریده را به تعویق اندازد (۱۸). بر اساس نتایج حاصل از پژوهش حاضر تیمار سدیم نیتروپروساید بسته به غلظت، سبب بهبود عمر گلدانی، جذب آب، وزن تر نسبی و کاهش خمیدگی ساقه در هر دو رقم شده که با نتایج حاصل از بسیاری از پژوهش‌ها همخوانی دارد.

از سوی دیگر نتایج این پژوهش نشان داد که تیمار گل‌های شاخه بریده ژربرا با غلظت مناسب اسید سالیسیلیک منجر به افزایش معنی‌دار عمر گلدانی، جذب آب، وزن تر نسبی و کاهش خمیدگی ساقه در هر دو رقم *Sunway* و *Bayadere* گردید که با نتایج کاپدوایل و همکاران (۲۰۰۳) (۴) در رز و کاظمی و همکاران (۲۰۱۱) (۱۰) در ژربرا مطابقت دارد. نقش اسید سالیسیلیک در افزایش عمر گلدانی گل شاخه بریده ژربرا ممکن است به علت خواص ضد میکروبی آن باشد که باعث کاهش رشد باکتری‌ها، انسداد آوندها و در نتیجه بهبود جذب آب شود که این امر خود منجر به افزایش وزن تر نسبی و افزایش عمر گلدانی می‌گردد. همچنین اسید سالیسیلیک با ممانعت از فعالیت آنزیم ACC اکسیداز از سنتز اتیلن جلوگیری نموده و پیری را به تأخیر می‌اندازد (۱۶). از طرف دیگر سالیسیلات با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی-اکسیدانی سلول، پیری گل‌ها را به تأخیر می‌اندازد (۶).

بیان برخی از ژن‌های دفاعی گردد (۱۱). در سال‌های اخیر نقش اکسید نیتریک به عنوان یک مولکول آنتی‌اکسیدان در گیاهان شناخته شده است و اثر آن وابسته به غلظت است (۲۳). اکسید نیتریک در غلظت‌های بالا قادر است با  $O_2$  ترکیب شده و رادیکال پراکسی نیتريت (ONOO) ایجاد کند، گزارش شده است که مقادیر زیاد این رادیکال باعث تخریب لیپیدها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شود. باور بر این است که اکسید نیتریک دارای نقش دوگانه سمی یا حفاظتی است که این بستگی به غلظت، نوع گیاه، نوع بافت و سن گیاه و نیز نوع تنش وارده به گیاه دارد (۱۱). نتایج پژوهش‌ها نشان داده است که SNP بعنوان مولکول آزاد کننده اکسید نیتریک، در غلظت‌های بالا به شدت مانع از انتقال الکترون تنفسی و فعالیت میتوکندری سلول‌ها می‌شود. اثر SNP در به تأخیر انداختن روند پیری به شدت وابسته به غلظت است. همچنین بیان شده است که اکسید نیتریک بعنوان یک عامل تنظیم کننده طبیعی در به تأخیر انداختن پیری موثر است که بطور عمده با کاهش انتشار اتیلن صورت می‌گیرد (۲). ترکیبات آزاد کننده اکسید نیتریک از طریق غیرفعال کردن کوفاکتورهای آنزیم‌های ACC سنتاز و ACC اکسیداز، بیوستنز اتیلن را کاهش داده و موجب افزایش ماندگاری برخی از گل‌های شاخه بریده می‌شوند (۱۲). نتایج مطالعه لیثم و ویلز (۱۹۹۸) نشان داد که تیمار مداوم گل‌های شاخه بریده میخک (ارقام *PinkSim* و *WhiteSim*) با ترکیبات آزاد کننده اکسید نیتریک، از پیری پس از برداشت گل‌ها جلوگیری می‌کند. همچنین مشخص شده است که تیمار DETA/NO به صورت نبضی، دوام عمر گل‌های زنیق، میمون، لاله، میخک، ژربرا، رز، لیلیوم و زبان درقفا را به طور میانگین ۶۰ درصد افزایش می‌دهد (۲). همچنین اثر مثبت سدیم نیتروپروساید بر میزان جذب آب ممکن است با نقش آن در کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در گل‌های تحت تیمار مرتبط باشد. زیرا کاهش فعالیت

سالیسیلیک، سدیم نیتروپروساید و اتانول است. نتایج بخش اول مؤید اثر ژنتیک بر پارامترهای پس از برداشت شاخه بریده ژربرا بود. لذا با توجه به تنوع و اهمیت تجاری این گل، ضرورت غربال‌گری و انتخاب ارقام با کیفیت مطلوب جهت افزایش دوام عمر امری اجتناب ناپذیر است.

در بخش دوم نیز اثر هر چهار فاکتور مورد مطالعه بر برخی از پارامترهای پس از برداشت مشخص شد. اگرچه کیفیت پس از برداشت هر دو رقم ژربرا تحت تأثیر تیمارهای مورد مطالعه بود، لیکن بیشترین عمر گلدانی در رقم *Sunway* در غلظت ۲۰۰ میکرو مولار اسید سالیسیلیک و ۱۵۰ میکرومولار SNP مشاهده شد که نسبت به شاهد بترتیب ۸۹ و ۸۳٪ افزایش نشان داد. با توجه به نقش SA و SNP در مهار پیری، می‌توان نتیجه گرفت که علیرغم پائین بودن کیفیت پس از برداشت در این رقم، می‌توان با کاربرد محلول نگهدارنده مناسب در غلظت بهینه عمر گلدانی و کیفیت پس از برداشت این رقم را افزایش داد.

بعلاوه پیری گل‌های شاخه بریده با اتلاف آب همراه است، بطوری که تعادل میان جذب آب و تعرق گل‌ها و نیز تورژانس سلول در هنگام پیری از بین رفته و گل‌ها دچار پژمردگی می‌شوند. اسید سالیسیلیک با کاهش تعرق و تنفس در بافت‌های گل شاخه بریده، مانع از کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریده می‌شود (۱). نتایج پژوهش‌های قبلی نشان داده‌است که پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی در زمان پیری، نیز یکی از دلایل دیگر کاهش وزن تر است که منجر به افزایش نفوذپذیری غشاء و از دست دادن آب سلول‌ها می‌گردد. اسید سالیسیلیک با ممانعت از پراکسیداسیون لیپیدی غشاء، باعث حفظ نفوذپذیری آن و در نتیجه حفظ آب سلول‌ها می‌گردد. همچنین اسید سالیسیلیک تأثیر مثبتی بر میزان فتوستز و تجمع کربوهیدرات‌ها و در نتیجه افزایش وزن تر گیاه دارد (۸).

#### نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کیفیت گل شاخه بریده ژربرا متأثر از رقم و تیمار ترکیبات مختلف مانند اسید

#### منابع

- Nazari deljou MJ, Khalighi A, Arab M, Karamian R. 2011. Postharvest evaluation of vase life, stem bending and screening of cultivars of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) flowers. *African Journal of Biotechnology*. 10(4): 560-6.
- Badiyan D, Wills R. 2004. Bowyer M. Use of a nitric oxide donor compound to extend the vase life of cut flowers. *Hort Science*. 39(6): 1371-2.
- Bayat H, Azizi M, Shoor M, Mardani H. 2011. Effect of Ethanol and Essential Oils on Extending Vase-life of Carnation Cut Flower (*Dianthus caryophyllus* cv. 'Yellow Candy'). *Notulae Scientia Biologicae*. 3(4): 100-4.
- Capdeville Gd, Maffia LA, Finger FL, Batista UG. 2003. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. *Fitopatologia Brasileira*. 28(4): 380-5.
- Çelikel FG, Reid MS. 2002. Storage temperature affects the quality of cut flowers from the Asteraceae. *Hort Science*. 37(1): 148-50.
- Clark EM, Dole JM, Carlson AS, Moody EP, McCall IF, Fanelli FL. 2010. Vase life of new cut flower cultivars. *Hort Technology*. 20(6): 25-101.
- Ferrante A, Alberici A, Antonacci S, Serra G. 2007. Effect of promoter and inhibitors of phenylalanine ammonia-lyase enzyme on stem bending of cut gerbera flowers. *International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals*, 755.
- Geraillou S, Ghasemnezhad M. 2011. Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in Yellow Island cut rose flowers. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 19(1): 183-93.
- Nazari Deljou MJ, Pour Youssef M, Karamian R, Jaberian Hamedani H. 2012. Effect of Cultivar on Water Relations and Postharvest Quality of

- Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook f.) Cut Flower. World Applied Sciences Journal. 18(5): 698-703.
10. Kazemi M, Hadavi E, Hekmati J. 2011. Role of salicylic acid in decreases of membrane senescence in cut carnation flowers. American Journal of Plant Physiology. 6(2):106-12.
  11. Lamattina L, García-Mata C, Graziano M, Pagnussat G. 2003. Nitric oxide: the versatility of an extensive signal molecule. Annual Review of Plant Biology. 54(1): 109-36.
  12. Leshem Y, Wills R. 1998. Harnessing senescence delaying gases nitric oxide and nitrous oxide: a novel approach to postharvest control of fresh horticultural produce. Biologia Plantarum. 41(1): 1-10.
  13. Li H, Huang X, Li J, Liu J, Joyce D, He S. 2012. Efficacy of nano-silver in alleviating bacteria-related blockage in cut rose cv. Movie Star stems. Postharvest Biology and Technology. 74:36-41.
  14. Mansouri H. 2012. Salicylic acid and sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. Scientia Horticulturae. 145: 29-33.
  15. Meena H, Ahmad M, Pravin P. 2016. Effect of sodium nitroprusside (NO donor) on postharvest life of gladiolus (*Gladiolus hybridus* Hort.). Environment and Ecology. 34(2): 502-5.
  16. Mehraja H, Taufiqueb T, Shamsuzzohab M, Shiamb I, Uddinb AJ. 2016. Effects of floral preservative solutions for vase life evaluation of Gerbera. Journal of Bioscience and Agriculture Research. 9(02): 804-11.
  17. Nazarideljou MJ, Azizi M. 2015. Postharvest Assessment of Lignifying Enzymes Activity, Flower Stem Lignification and Bending Disorder of Gerbera Cut Flower. International Journal of Horticultural Science and Technology. 2(1): 87-95.
  18. Neill SJ, Desikan R, Clarke A, Hancock JT. 2002. Nitric oxide is a novel component of abscisic acid signaling in stomatal guard cells. Plant Physiology. 128(1): 13-6.
  19. Reid MS, Jiang CZ. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. Horticultural Reviews. 40: 1-54.
  20. Reid MS, Wu M-J. 1992. Ethylene and flower senescence. Plant Growth Regulation. 11(1): 37-43.
  21. Saeed T, Hassan I, Abbasi NA, Jilani G. 2016. Antioxidative activities and qualitative changes in gladiolus cut flowers in response to salicylic acid application. Sci. Hortic. 210: 236-41.
  22. Serrano M, Amoros A, Teresa Pretel M, Romojaro F. 2001. Preservative solutions containing boric acid delay senescence of carnation flowers. Postharvest Biology and Technology. 26(7): 894-6.
  23. Shi J, Gao L, Zuo J, Wang Q, Wang Q, Fan L. 2016. Exogenous sodium nitroprusside treatment of broccoli florets extends shelf life, enhances antioxidant enzyme activity, and inhibits chlorophyll-degradation. Postharvest Biology and Technology. 116: 98-104.
  24. Shabanian S, Nasr Esfahani M, Karamian R, Phan Tran L. 2018. Physiological and biochemical modifications by postharvest treatment with sodium nitroprusside extend vase life of cut flowers of two gerbera cultivars. Postharvest Biology and Technology. 137, 1-8.
  25. Van Doorn WG, Perik RR, Abadie P, Harkema H. 2011. A treatment to improve the vase life of cut tulips: Effects on tepal senescence, tepal abscission, leaf yellowing and stem elongation. Postharvest Biology and Technology. 61(1): 56-63.
  26. Vanholme R, Demedts B, Morreel K, Ralph J, Boerjan W. 2010. Lignin biosynthesis and structure. Plant Physiology. 153(3): 895-905.

## Study of the effects of salicylic acid, sodium nitroprusside and ethanol on vase life and flower quality of cut flowers of two gerbera varieties

Karamian R.<sup>1</sup>, Nasr Esfahani M.<sup>2</sup> and Shabanian S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran

<sup>2</sup> Dept. of Biology, Faculty of Sciences, Lorestan University, Koramabad, I.R. of Iran

### Abstract

Gerbera is one of the ten most popular commercial cut flowers in the world, but its postharvest vase life is generally short. So vase life improvement of gerbera is one of the first floriculture's purposes. The present study was conducted to evaluate the effect of different concentrations of salicylic acid (0, 100, 150 and 200  $\mu\text{M}$ ), sodium nitroprusside (0, 100, 150 and 200  $\mu\text{M}$ ) and ethanol (0, 2, 4 and 6%) on the vase life, fresh weight (FW), relative water uptake (RWU), and stem bending of two gerbera varieties, namely *Bayadère* and *Sunway* (with high and low postharvest performance qualities, respectively) arranged in a Randomized Complete Block Design with three replications. The results indicated the significant effect of cultivar, treatment and also their interaction on all evaluated parameters. Accordingly, *Bayadère* cut flowers with higher postharvest performance quality showed higher vase life; fresh weight and relative water uptake than those of *Sunway* cut flowers. Also; ethanol, sodium nitroprusside and salicylic acid showed significant effects on post-harvest quality, depending on their concentrations and the studied cultivars. So that the highest longevity and minimum stem bending in both cultivars were obtained in 2% ethanol, 150  $\mu\text{M}$  sodium nitroprusside and 200  $\mu\text{M}$  salicylic acid. Taken together, screening of the varieties and also application of inhibitors of the senescence such as SA and SNP at optimum concentrations in vase solutions might be promising approaches to improve postharvest performance of gerbera cut flowers.

**Key words:** Ethanol, Gerbera, Salicylic acid, Sodium nitroprusside, Vase life