مطالعه مقایسه‌ای تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت نانوسیلور، اسیدسالیسیلیک و برخی اسانس‌های گیاهی بر خصوصیات ژربرا 'Rosalin'

مهروالسادات متغیر؛ مجید عزیزی؛ علی تهرانی فر

دانشگاه فردوسی مشهد

DOI: 10.22067/jhs.2021.60101.0

چکیده:

ژربرا جزء ده گل شاخه بریده برتر دنیا است و استفاده از آن با توجه به گوناگونی رنگ و شکل، مورد توجه علاقمندان به گل می‌باشد. با توجه به عمر پس از برداشت کوتاه این گل، پژوهش در مورد افزایش عمر گل بریده آن اهمیت ویژه‌ای دارد. در این تحقیق اثر تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت بر عمر گلجای و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریده ژربرا رقم رزالین مورد بررسی قرار گرفت. این پژوهش براساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد که در آن فاکتور اول ترکیب شیمیایی نانوسیلور (۵ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسید سالیسیلیک (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و آب مقطر (شاهد) به صورت تیمار کوتاه‌مدت (۲۴ ساعته) و فاکتور دوم ساکارز (۴٪)، اسانس‌های گیاهی نعنا فلفلی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، آویشن باغی (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، میخک هندی (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و آب مقطر (شاهد) به صورت تیمار دائمی اعمال شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور همراه با تیمارهای بلندمدت اسانس‌های آویشن باغی و نعنا فلفلی تأثیر مثبتی در ماندگاری (به ترتیب ۱۴,۲۵ و ۱۴ روز) گل بریده داشته و با حفظ طولانی‌تر خصوصیات فیزیولوژیکی همچون محتوای کلی آب و وزن تر نسبی گل، از طریق افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (به ترتیب ۲۴۱/۴۳٪ و ۲۳۳/۹۴٪ در روز هفتم سنجش) و کاهش سرعت افزایش مقدار مالون‌دی‌آلدهید (به ترتیب ۱۴/۸۸٪ و ۱۹/۴۴٪ در روز هفتم) در گلچه‌ها، موجب طولانی‌تر شدن عمر پس از برداشت گل بریده ژربرا رقم رزالین گردید.

واژه‌های کلیدی: اسانس آویشن باغی، اسانس نعنا فلفلی، ژربرا، عمر گلجای، نانوسیلور.

مقدمه

ژربرا (*Gerbera jamesonii* Bol.)، از خانواده کلاپرک[1]، گیاهی چندساله، علفی، گرمسیری، دارای گل‌های پرپر و کم‌پر، با دامنه وسیعی از رنگ‌ها و شکل‌های متنوع و زیبا، بومی آفریقای جنوبی و آسیا و جزء ده گل شاخه بریده برتر دنیا از نظر میزان تولید و مصرف به شمار می‌رود و از نظر تجاری در جهان از محبوبیت زیادی برخوردار است (۲۲، ۲۹، ۴۹). گل ژربرا رتبه چهارم را در تجارت جهانی گل‌های بریده دارد. اگرچه گل‌های آن در برابر شرایط انتقال مقاوم هستند اما عمر آن به دلیل پژمردگی سریع گلچه‌های شعاعی و خمیدگی گردن گل بسیار کم و بسته به رقم حدود ۸-۳ روز می‌باشد (۲، ۷، ۴۱، ۴۹، ۵۶، ۷۰) استفاده از تیمارهای پس از برداشت و نگهدارنده‌ها در ماندگاری گل‌های بریده اهمیت دارد (۴۹، ۵۷).

جذب ناکافی آب یکی از دلایل اصلی کمبود و پژمردگی و کاهش عمر گلجای محسوب می‌شود (۴۲، ۶۸) انسداد آوندی عامل اصلی عدم تعادل بین جذب آب و کاهش آب گیاه در اثر تبخیر و تعرق می‌باشد. میکروارگانیسم‌های موجود در ظروف نگهداری گل‌های بریده، شامل باکتری‌ها، مخمرها و کپک‌ها، باعث تولید ترکیبات سمی، بسته شدن آوند چوبی و به دنبال آن کاهش جذب آب و کیفیت گل‌های بریده می‌شوند (۲۹، ۴۳، ۶۹). باکتری‌های موجود در محلول گلجای باعث انسداد آوندها در سطح مقطع ساقه گل می‌شوند (۲۴). استفاده از مواد ضدباکتری همچون نانوسیلور و اسید سالیسیلیک موجب افزایش عمر و کیفیت گل‌های شاخه بریده می‌شود (۴۴، ۶۲، ۶۶).

ترکیبات نانوسیلور[2] حاوی ذرات نقره در اندازه‌های ۱۰۰-۱۰ نانومتر بوده و برای جلوگیری بیشتر و مؤثرتر باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. ذرات نقره موجود در این ترکیبات به صورت اکسید نقره با ظرفیت های مختلف می‌باشد. به دلیل سطح بالای یون نقره نسبت به حجم آن، ذرات نانوسیلور می‌توانند به شدت رشد باکتری‌ها و سایر میکروارگانیسم‌ها را محدود کنند (۲۵، ۳۵). در سال‌های اخیر، ترکیبات نانوسیلور به عنوان یک عامل ضدباکتری و ضدعفونی‌کننده در بسیاری از صنایع مانند صنعت دارویی، تصفیه آب و ضدعفونی سبزیجات مورد استفاده قرار گرفته است

[1] Asteraceae
[2] Nanosilver

(۴، ۴۳، ۵۸). علاوه بر این تیمار نانوسیلور موجب افزایش عمر و کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریده شده است (۷، ۱۹، ۴۳، ۶۲).

اسید سالیسیلیک[1] یک ترکیب طبیعی فنولی و تنظیم‌کننده رشد داخلی است که نقش مهمی در رشد، تکامل و دفاع از گیاه دارد (۲۱). این ترکیب نقش مهمی در رشد و فرآیندهای فیزیولوژیکی گیاهان همچون بیوسنتز اتیلن، هدایت روزنه‌ای، تنفس، پیری و فعال‌سازی سیستم‌های دفاع در برابر پاتوژن‌های مختلف دارد و با فعال کردن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، باعث ایجاد مقاومت گیاه در برابر بیماری‌ها، تأخیر در سنتز و عملکرد اتیلن و مهار پیری می‌گردد. امروزه نقش آن در افزایش عمر پس از برداشت گل‌های بریده مشخص شده است (۶، ۲۸، ۳، ۳۴، ۴۶).

پیری یک فرآیند هورمونی است و موجب تغییر در ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی در غشاء سلولی می‌گردد و با کاهش سریع مقدار فسفولیپیدها و پروتئین‌ها و افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده، از هم‌پاشیدگی ماکرومولکول‌ها، افزایش فعالیت تنفسی و کاهش پایداری غشاء همراه است (۱۲). قندها فرآیندهای اساسی مانند افزایش طول عمر گل‌ها، مانند حفظ وظایف و ساختمان میتوکندری‌ها، تنظیم میزان آب از طریق کنترل تعرق و افزایش جذب آب را به عهده دارند (۳۸). کاربرد کربوهیدرات خارجی می‌تواند نقش مهمی در افزایش عمر گلجای و شرایط پس از برداشت گل‌های بریده داشته باشد. اثر ساکارز در افزایش عمر گل‌های بریده با تعادل آبی گیاه مرتبط است و موجب بالا رفتن غلظت اسمزی، افزایش جذب آب و تورژسانس در گل‌ها می‌شود (۱۱، ۵۷، ۵۹). در تحقیقات مشاهده شده است که ساکارز موجب افزایش عمر و حفظ کیفیت گلجای گل‌های نافرازگرای مریم رقم دابل[2] می‌شود (۳۶، ۴۸).

ترکیب‌های شیمیایی زیادی همچون نیترات نقره، هیدروکسی کوییتولین سولفات و سیترات، برای جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌ها در محلول‌های نگهدارنده گل‌های بریده استفاده شده که موجب افزایش عمر پس از برداشت و بهبود جذب آب می‌گردد (۷، ۳۱، ۴۸، ۴۹، ۵۳، ۶۲). این در حالی است که این مواد، گران‌قیمت و جزء آلاینده‌های محیط زیست محسوب می‌شوند. استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی همچون اسانس‌های گیاهی می‌تواند جایگزین مناسبی برای این ترکیب‌های شیمیایی و مصنوعی باشد (۱۷، ۷۱). اسانس‌ها ترکیب‌های پیچیده فرار و معطری هستند که از متابولیسم ثانویه گیاهان به دست آمده و در قسمت‌های مختلف گیاه (برگ‌ها، ساقه‌ها، میوه‌ها و پوست) وجود دارند (۱۷). در سال

[1] Salicylic Acid
[2] Double

های اخیر از اسانس‌ها، به دلیل داشتن خواص ضدمیکروبی (ضدباکتریایی، ضدویروسی، ضدقارچی)، ضدسمی، حشره‌کشی و آنتی‌اکسیدانی، به عنوان افزودنی‌های خوراکی، طعم‌دهنده و نیز در صنایع عطرسازی و دارویی، بسیار استفاده می‌شود (۱۵، ۳۷).

در آزمایشات متعددی کاربرد اسانس‌های مختلف گیاهی بر افزایش عمر گل‌های شاخه بریده مورد بررسی قرار گرفته است. اسانس آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) به عنوان نگهدارنده در محلول گلجای باعث افزایش عمر گل بریده ژربرا رقم دان[1] (۶۲) و افزایش جذب محلول و حفظ کیفیت گل بریده ژربرا رقم سوربت[2] (۲۰) گردید. اسانس میخک هندی (*Eugenia caryophyllata* Thunb) عمر گل بریده لیزیانتوس[3] (۴۰) را افزایش داد. همچنین اسانس و عصاره گیاه میخک هندی موجب ماندگاری بیشتر و حفظ کیفیت گل ژربرا رقم اکو[4] شده است (۷۱). تحقیقات نشان داده که اسانس نعنا فلفلی (*Mentha pipperita* L.) موجب حفظ کیفیت و رنگ گل آلسترومریا[5] (۹) تأخیر در پیری و حفظ کیفیت گلچه‌های گل مریم کالتیوار پرل[6] (۳۰) و افزایش عمر گل‌های شاخه بریده رز یوتوپیا[7] (۶۱) شده است.

دو روش برای تیمار گل‌های بریده وجود دارد: تیمار کوتاه‌مدت و تیمار بلندمدت (دائمی). تیمار کوتاه‌مدت می‌تواند توسط تولیدکننده گل انجام گیرد و عمر پس از برداشت و نیز کیفیت گل را در دوره انبارداری حفظ کند. تیمار بلندمدت توسط مصرف‌کننده و برای افزایش عمر گل بریده در شرایط عادی و محیط منزل به کار می‌رود (۱، ۸، ۵۳)

در این پژوهش تأثیر نانوسیلور و اسید سالیسیلیک به صورت تیمار کوتاه‌مدت و ساکارز و اسانس‌های گیاهی آویشن باغی، نعنا فلفلی و میخک هندی به صورت تیمار دائمی در افزایش عمرگلجای و برخی صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل‌های شاخه بریده ژربرا رقم رزالین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی

[1] Dune
[2] Sorbet
[3] Lisianthus
[4] Ecco
[5] Alstroemeria
[6] Pearl
[7] Utopia

گل‌های بریده ژربرا رقم رزالین[1] که در شرایط گلخانه استاندارد هیدروپونیک به طور یکنواخت رشد کرده بودند، از گلخانه تجاری شرکت گل‌آذین مقصود، واقع در شهرک صنعتی توس شهر مشهد، خریداری شدند. گل‌ها هنگام صبح، در مرحله کاملا باز، زمانی که دو ردیف خارجی گلچه‌های شعاعی باز و دانه گرده مشاهده شد، برداشت شدند. برای برداشت، ساقه بریده نمی‌شود، بلکه کشیده شده و سپس انتهای ساقه[2] برای آبگیری بهتر گل حذف می‌گردد (۲۲). ساقه‌های گل به ارتفاع ۴۰–۳۷ سانتیمتر از روی بوته قطع و پس از انتقال به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، تا طول ۳۵ سانتیمتر به طور یکسان زیر آب باز برش شدند و در ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول گلجای مورد نظر قرار گرفتند (شکل ۱).

شکل ۱: نحوه بازبرش گل بریده ژربرا 'Rosalin' زیر آب و تیمار با نانوسیلور (۱۰ mg/L) و اسانس‌های گیاهی. هنگام تیمار کوتاه‌مدت به منظور جلوگیری از واکنش نامناسب نانوسیلور با نور، محلول گلجای با کیسه پلاستیکی سیاه پوشیده شد.

تیمارها و تهیه محلول‌های نگهدارنده

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ۴ شاخه گل در هر تکرار اجرا شد. فاکتور اول؛ تیمار کوتاه‌مدت (۲۴ ساعته): آب مقطر (شاهد)، اسید سالیسیلیک با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (شرکت مرک، آلمان) و نانوسیلور با غلظت ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (شرکت نانوسید، ایران). فاکتور دوم؛ تیمار بلندمدت (دائمی): آب مقطر (شاهد)، ساکارز ۴٪ (شرکت مرک، آلمان)، اسانس آویشن باغی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، اسانس نعنا فلفلی ۱۰۰

[1] Rosalin
[2] heel

میلی‌گرم در لیتر و اسانس میخک هندی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (شرکت زردبند، ایران). گل‌ها به مدت ۲۴ ساعت تحت تیمار کوتاه‌مدت قرار گرفته و سپس به محلول‌های گلجای حاوی تیمار دائمی منتقل شدند.

صفات مورد سنجش آزمایش عبارتند از: عمر گلجای، محتوای کلی آب گل[۱]، وزن تر نسبی گل[۲]، میانگین کاهش آب روزانه[۳]، میزان جذب محلول گلجای[۴]، میزان مواد جامد محلول[۵]، فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز[۶] و مقدار مالون‌دی‌آلدهید[۷] موجود در گلبرگ.

عمر گلجای؛ عمر گل بریده ژربرا برابر مدت زمان شروع آزمایش تا زمانی که گل‌ها ارزش تجاری خود را از دست بدهند (خمیدگی یا شکستگی گردن ساقه گل، پژمردگی، تغییر رنگ یا جمع شدن گلچه‌های شعاعی)، در نظر گرفته شد (شکل ۲) (۶۲).

محتوای کلی آب گل (WC) ؛ پس از اتمام عمر گلجای، وزن تر (FW) و وزن خشک (DW) کل ساقه گل (۴۸ ساعت در دمای ۸۵ درجه آون) اندازه‌گیری و محتوای کلی آب گل محاسبه شد (رابطه ۱) (۶۴).

وزن تر نسبی گل (RFW)؛ نسبت وزن تر گل (گرم) در روز مورد نظر (W_t) به وزن تر (گرم) اولیه (W_0) (رابطه ۲) (۶۲).

شکل ۲: علایم پایان یافتن عمر تجاری گل بریده ژربرا؛ خمیدگی یا شکستگی گردن ساقه گل، پژمردگی، تغییر رنگ یا جمع شدن گلچه‌های شعاعی

[1] Water Content: WC
[2] Relative Fresh Weight: RFW
[3] Water Loss: WL
[4] Water Uptake: WU
[5] Total Soluble Solid: TSS
[6] Superoxide dismutase: SOD
[7] Malondialdehyde: MDA

میانگین کاهش آب روزانه یا تبخیر و تعرق (WL)؛ تفاوت وزن گل و محلول گلجای (گرم) در روز مورد نظر (C_t) نسبت به وزن گل و محلول گلجای (گرم) در روز قبل (C_{t-1}) (رابطه ۳) (۳۳، ۳۴).

میزان جذب محلول گلجای (WU)؛ تفاوت وزن محلول گلجای (گرم) در روز مورد نظر (S_t) نسبت به وزن محلول گلجای (گرم) در روز قبل (S_{t-1}) (رابطه ۴) (۲۹، ۷۱).

میزان مواد جامد محلول در گلبرگ (TSS)؛ ۲ گرم از گلبرگ در هاون کوبیده و له شده و از عصاره به دست آمده، مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفراکتومتر دستی محاسبه شد. داده‌برداری جهت بررسی صفات WC، RFW، WL، WU و TSS در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ از شروع آزمایش صورت گرفت.

$$WC = (FW - DW / FW) \times 100$$ رابطه ۱

$$RFW = W_t / W_0$$ رابطه ۲

$$WL = C_{t-1} - C_t$$ رابطه ۳

$$WU = S_{t-1} - S_t$$ رابطه ۴

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) در گلبرگ؛ فعالیت SOD با استفاده از روش فتوشیمیایی ریوزگونزالز و همکاران (۲۰۰۲) انجام گرفت (۶۰). یک واحد از فعالیت SOD به عنوان مقدار آنزیم مورد نیاز برای ایجاد ۵۰٪ مهار احیاء نیتروتترازولیوم آبی در حضور ریبوفلاوین، در طول موج ۵۶۰ نانومتر تعریف می‌شود. در این آزمایش از کیت تجاری SOD: K335-100 ساخت شرکت Biovision استفاده شد.

مقدار مالون‌دی‌آلدهید (MDA) موجود در گلبرگ؛ پراکسیداسیون لیپیدها با برآورد مقدار MDA موجود در ۱ گرم وزن تر بافت تعیین می‌شود. ترکیب MDA محصول پراکسیداسیون لیپیدها در واکنش با اسید تیوباربیتوریک است. غلظت MDA با مقدار جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر (اصلاح با اختلاف جذب در ۶۰۰ نانومتر برای کدورت نامشخص انجام می‌شود) و با استفاده از ضریب خاموشی از $155\ mM^{-1}cm^{-1}$ محاسبه می‌گردد (۶۵). در این آزمایش از کیت تجاری MDA: K739-100 ساخت شرکت Biovision استفاده شد.

در بررسی میزان فعالیت آنزیم SOD و مقدار MDA، بهترین تیمار کوتاه‌مدت همراه با تیمارهای بلندمدت مقایسه شد و نتایج مورد بررسی قرار گرفت. داده‌برداری در روزهای ۱، ۴ و ۷ از شروع آزمایش صورت گرفت.

گل‌ها در آزمایشگاه، در دمای حدود ۲ ± ۲۱ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی حدود ۵ ± ۵۰٪ با شدت نور حدود ۱۵ میکرومول بر مترمربع با استفاده از لامپ‌های فلورسنت نور سفید و فتوپریود ۱۲ ساعت نگهداری شدند. در کل دوره آزمایش محلول‌های دایمی تعویض نشده و هیچ بازبرشی انجام نگرفت تا بتوان به هدف مورد نظر که نگهداری گل در شرایط معمول خانگی است، رسید (۳۶، ۴۸). داده‌های جمع‌آوری‌شده از مراحل مختلف تحقیق، به کمک نرم‌افزار آماری MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD و در سطح احتمال ۱٪ انجام شد.

نتایج و بحث

عمر گلجای گل بریده ژربرا رقم رزالین

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده است که تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور در هر دو غلظت بر عمر گل بریده ژربرا رقم رزالین تأثیر بسیار معنی‌داری داشته و باعث افزایش عمر گلجای آن شده است (جدول ۱). تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با سایر تیمارها بیشترین اثر (۱۲/۲ روز) را داشته است. تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹/۸ روز) نیز در مقایسه با تیمار آب مقطر (۸/۱۳ روز) باعث بهبود عمر پس از برداشت گل بریده ژربرا رقم رزالین شد. البته اختلاف معنی‌داری بین نانوسیلور ۵ میلی‌گرم در لیتر و اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر وجود نداشت. تیمار دائمی اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر عمر گل بریده ژربرا را به ترتیب ۱۰/۳۵ و ۹/۹۸ روز رساند (جدول ۱). البته این تیمارها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (۱۰/۰۲ روز) نشان ندادند. گل‌های تیمار شده با ساکارز ۴٪ (۸/۵۵ روز) و اسانس میخک هندی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۸/۸۳ روز) کمترین عمر گلجای را داشتند.

در این آزمایش مشاهده شد که برهمنکش تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت اثر معنی‌داری بر عمر گلجای گل بریده دارد به صورتی که تیمارهای نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با اسانس آویشن باغی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۴/۲۵ روز) و تیمار نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با اسانس نعنا فلفلی ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۴ روز) اختلاف بسیار

معنی‌داری با سایر تیمارها داشتند (جدول ۲). مشاهده شد که تیمار اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ساکارز ۴٪ کمترین اثر (۷ روز) را در مقایسه با شاهد (۹/۵۸ روز) بر عمر پس از برداشت گل بریده ژربرا داشته است.

نانوسیلور می‌تواند جایگزین نمک‌های نقره در محلول‌های نگهدارنده شود. ذرات نانوسیلور با ورود به داخل سلول، بافت یا اندام، مانع تنفس، عملکرد سیستم انتقال الکترون و انتقال مواد به غشای سلول میکروبی می‌شوند (۵۵). تحقیقات متعدد نشان داده‌اند که گل‌های تیمار شده با محلول نانوسیلور عمر گلجای بیشتری داشتند. یون‌های نقره به دلیل اندازه کوچکتر، تماس بیشتری با فضای خارجی و تأثیر بیشتری بر محیط دارند. نانوسیلور در مقایسه با نمک‌های نقره، در غلظت کمتر خواص ضدمیکروبی بیشتری از خود بروز می‌دهند (۷، ۶۲).

جدول ۱: اثر تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت بر میانگین عمر گلجای (روز)، WC (٪)، RFW (گرم بر گرم) در گل بریده ژربرا 'Rosalin' *

نوع تیمار	عمر گلجای (روز)	WC (٪)
تیمار کوتاه‌مدت		
آب مقطر (شاهد)	۸/۱۳ d	۹۰/۲۰ a
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$)	۸/۳۰ cd	۸۹/۹۱ a
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$)	۹/۰۸ bc	۸۸/۹۳ b
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$)	۱۰/۰۲ b	۸۹ b
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$)	۱۲/۲۰ a	۸۹/۰۴ b
تیمار بلندمدت		
آب مقطر (شاهد)	۱۰/۰۲ a	۹۰/۷۷ a
ساکارز ۴٪	۸/۵۵ b	۸۳/۶۸ b
اسانس نعنا فلفلی	۹/۹۸ a	۹۱ a
اسانس آویشن باغی	۱۰/۳۵ a	۹۰/۹۷ a
اسانس میخک هندی	۸/۸۳ b	۹۰/۶۵ a

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

مطالعات مختلف خواص ضدمیکروبی اجزای اصلی اسانس‌های آویشن باغی (۵۱)، نعنا فلفلی (۳۹، ۵۲) و میخک هندی (۱۳) را نشان دادند. علاوه بر آن امینی و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که تیمار کوتاه‌مدت اسانس آویشن باغی همراه با آب مقطر بهترین تأثیر را در عمر گل بریده ژربرا رقم دان و ممانعت از کاهش وزن گل داشته است (۵). آب گریزی[1] مهمترین خصوصیت اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی است. این خصوصیت باعث می‌شود که آنها قادر به

[1] Hydrophobicity

جداسازی اجزاء لیپیدی غشای سلولی باکتری و میتوکندری، اتصال به پروتئین‌های غشایی و آزادسازی لیپوپلی‌ساکاریدها[1] و در نتیجه آسیب به ساختار دیواره سلولی باشند (۶۲).

جدول ۲: اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین عمر گلجای (روز)، WC (٪)، RFW (گرم بر گرم) و TSS (بریکس) در گل بریده ژربرا 'Rosalin' *

نوع تیمار	عمر گلجای (روز)	WC (٪)	RFW (روز ۸)	TSS (روز ٦)	TSS (روز ۸)
آب مقطر / آب مقطر (شاهد)	۹/۵۸ efg	۹۰/۹۵ ab	۰/۸۳ ab	۳ abc	۲ ef
آب مقطر / ساکارز ۴٪	۸,۰۸	۸۶/۱۵ c	۰/۸۲ ab	۲/۶۷ abc	۲ ef
آب مقطر / اسانس نعنا فلفلی	۷/۸۳ ij	۹۱/۲۹ a	۰/۶۴ abc	۲ bcd	۰/۷۰ h
آب مقطر / اسانس آویشن باغی	۸ i	۹۱/۳۹ a	۰/۶۶ abc	۱ d	۰/۷۰ h
آب مقطر / اسانس میخک هندی	۹/۱۷ jk	۹۱/۲۱ a	۰/۴۶ c	۲/۶۷ abc	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$) / آب مقطر	۹/۰۴ fgh	۹۱/۳۱ a	۰/۶۵ abc	۳ abc	۲/۶۷ cd
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$) / ساکارز ۴٪	۷ k	۸۵/۰۲ c	۰/۰۱ d	۱/۶۷ cd	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$) / اسانس نعنا فلفلی	۸/۰۸ i	۹۱/۰۹ a	۰/۶۲ abc	۳/۶۷ a	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$) / اسانس آویشن باغی	۸/۹۲ gh	۹۰/۹۷ a	۰/۶۴ abc	۳/۳۳ ab	۲/۳۳ de
اسید سالیسیلیک ($50\ mg.L^{-1}$) / اسانس میخک هندی	۸/۴۲ hi	۹۱/۱۵ a	۰/۷۰ abc	۳ abc	۱/۴۷ g
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$) / آب مقطر	۹/۸۳ def	۹۰/۵۴ ab	۰/۷۹ abc	۲/۸۳ abc	۲ ef
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$) / ساکارز ۴٪	۸/۵۸ hi	۸۳/۴۴ d	۰/۷۳ abc	۳/۳۳ ab	۰/۸۰ h
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$) / اسانس نعنا فلفلی	۹/۱۷ fgh	۹۰/۴۵ ab	۰/۶۵ abc	۲/۱۷ bcd	۰/۸۰ h
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$) / اسانس آویشن باغی	۹/۸۳ def	۹۰/۷۳ ab	۰/۷۹ abc	۳ abc	۲/۳۳ de
اسید سالیسیلیک ($100\ mg.L^{-1}$) / اسانس میخک هندی	۸ i	۸۹/۴۶ b	۰/۴۸ c	۲/۳۳ abcd	۰/۷۰ h
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$) / آب مقطر	۹/۶۷ efg	۹۰/۵۵ ab	۰/۷۷ abc	۲/۱۷ bcd	۱/۶۷ fg
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$) / ساکارز ۴٪	۸/۵۸ hi	۸۲/۶۸ d	۰/۴۹ bc	۳/۳۳ ab	۳ bc
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$) / اسانس نعنا فلفلی	۱۰/۸۳ c	۹۰/۸۱ ab	۰/۸۷ a	۲ bcd	۱/۶۷ fg
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$) / اسانس آویشن باغی	۱۰/۷۵ c	۹۰/۵۶ ab	۰/۸۵ a	۲ bcd	۱/۸۳ fg
نانوسیلور ($5\ mg.L^{-1}$) / اسانس میخک هندی	۱۰/۲۵ cde	۹۰/۴۲ ab	۰/۷۹ abc	۳/۱۷ ab	۲/۳۳ de
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$) / آب مقطر	۱۱/۹۲ b	۹۰/۵۲ ab	۰/۸۹ a	۲/۱۷ bcd	۱/۸۳ fg
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$) / ساکارز ۴٪	۱۰/۵۰ cd	۸۱/۱۰ e	۰/۸۹ a	۳/۳۳ ab	۳/۵۰ a
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$) / اسانس نعنا فلفلی	۱۴ a	۹۱/۳۶ a	۰/۸۴ a	۲/۵۰ abc	۳/۱۷ ab
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$) / اسانس آویشن باغی	۱۴/۲۵ a	۹۱/۲۲ a	۰/۸۹ a	۲/۵۰ abc	۲/۳۳ de
نانوسیلور ($10\ mg.L^{-1}$) / اسانس میخک هندی	۱۰/۳۳ cde	۹۰/۹۹ a	۰/۸۰ abc	۲/۸۳ abc	۲/۶۷ cd

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

اگرچه تحقیقات نشان دادند که تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک همراه با تیمار دائمی نانوسیلور (۱۹) و نیز کاربرد اسید سالیسیلیک به صورت تیمار دائمی (۳۴) تأثیر معنی‌داری بر بهبود عمر گل بریده ژربرا داشته است اما در این تحقیق تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک اثر چشمگیری بر عمر گل بریده ژربرا رقم رزالین نداشت. اگرچه ضیایی موحد و

[1] Lipopolysaccharides

همکاران (۲۰۱۰) بیان کردند که اسانس میخک هندی باعث افزایش عمر و حفظ کیفیت پس از برداشت گل بریده ژربرا می‌شود (۷۱)، اما دز این تحقیق این ترکیب کمترین تأثیر را در عمر گلجای داشت. علیرغم نقش بسیار مهم ساکارز در افزایش عمر گل‌های بریده (۷)، این ترکیب اثر منفی در کیفیت و عمر گل بریده ژربرا رقم رزالین از خود نشان داد که دلیل اصلی آن می‌تواند رشد شدید باکتری در محلول گلجای باشد.

محتوای کلی آب گل (WC)

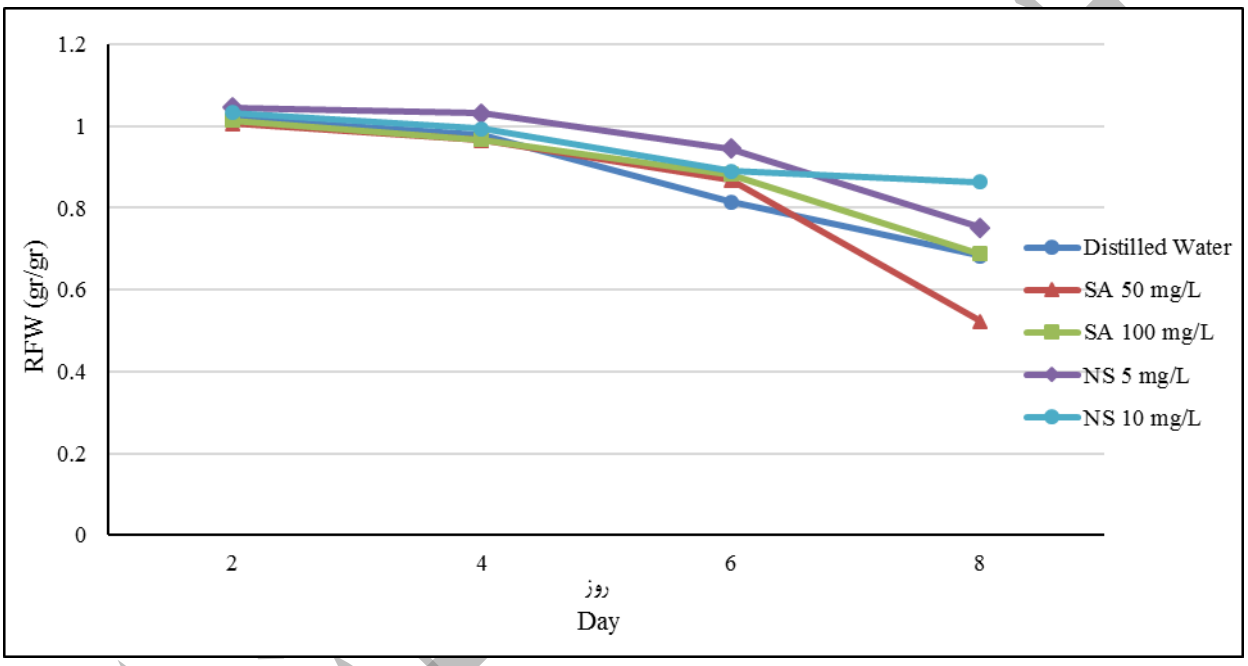
در تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر (شاهد) نسبت به تیمارهای دیگر، WC کمی بیشتر بود (جدول ۱). در تیمار بلندمدت ساکارز ۴٪، WC در دوره پس از برداشت گل سریعتر از سایر تیمارها کاهش یافت. به طور کلی، بررسی برهمکنش تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان داد که ساکارز ۴٪ به ویژه پس از تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر نامناسبی بر عمر گل بریده داشت (جدول ۲).

گل‌های بریده به دلیل کاهش جذب آب در دوره پس از برداشت دچار کمبود آب و به دنبال آن کاهش ارزش تجاری می‌شوند. این کمبود آب حتی با قرار دادن شاخه گل در آب همچنان ادامه می‌یابد (۵۰). علت اصلی عارضه شکستگی ساقه گل‌های شاخه بریده ژربرا، کمبود آب گل ناشی از سختی جریان آب بین منبع دریافت آب و گلچه‌هاست. تصور می‌شود که برای دسترسی به آب، رقابتی بین سر گل و ساقه وجود دارد. افزایش مقاومت در مسیر جریان آب منجر به شکستگی ساقه می‌شود. این مقاومت توسط عوامل و فعالیت‌های میکروبی در محلول گلجای ایجاد می‌گردد (۱۰). از نتایج حاصل از این تحقیق چنین برداشت می‌شود که در تمام تیمارهای حاوی عوامل ضدمیکروبی مانند نانوسیلور، اسید سالیسیلیک و اسانس‌های گیاهی آویشن باغی، نعنا فلفلی و میخک هندی، محتوای کلی آب گل بالا بوده و روند کاهشی سریعی تا انتهای آزمایش نداشته است.

وزن تر نسبی گل (RFW)

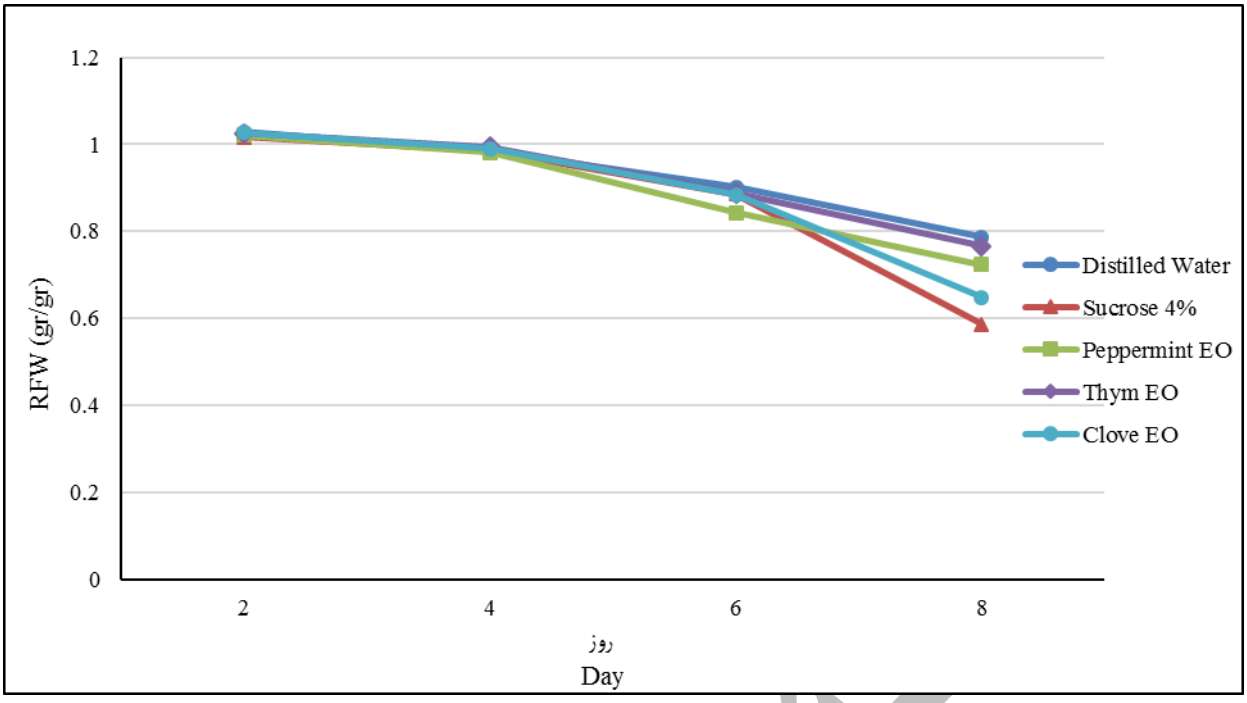
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور در مقایسه با سایر تیمارها موجب افزایش RFW در طی روزهای سنجش گردید (شکل ۳ و ۴). از روز چهارم، روند کاهشی RFW شروع شده که این کاهش در تیمارهای نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر کمتر بوده و آب گل حفظ شد. در روز ششم سنجش، اختلاف معنی‌داری بین

تیمارها وجود نداشت. اما در روز هشتم، علاوه بر تیمار کوتاه‌مدت، تیمارهای بلندمدت و نیز برهمکنش آنها بر RFW مؤثر بودند (شکل ۳ و ۴، جدول ۲). به گونه‌ای که گل‌های بریده در تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (به ترتیب ۰/۷۵ و ۰/۸۶ گرم بر گرم) و تیمار بلندمدت شاهد، اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی (به ترتیب ۰/۷۹، ۰/۷۷ و ۰/۷۲ گرم بر گرم) بیشترین و گل‌های تیمار شده با ساکارز ۴٪ کمترین (۰/۵۹ گرم بر گرم) وزن تر نسبی را داشتند. علاوه بر آن برهمکنش تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت در روز هشتم سنجش نشان داد که همه گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر بیشترین RFW را داشتند که البته نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).



شکل ۳: اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین RFW (گرم بر گرم) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا 'Rosalin'

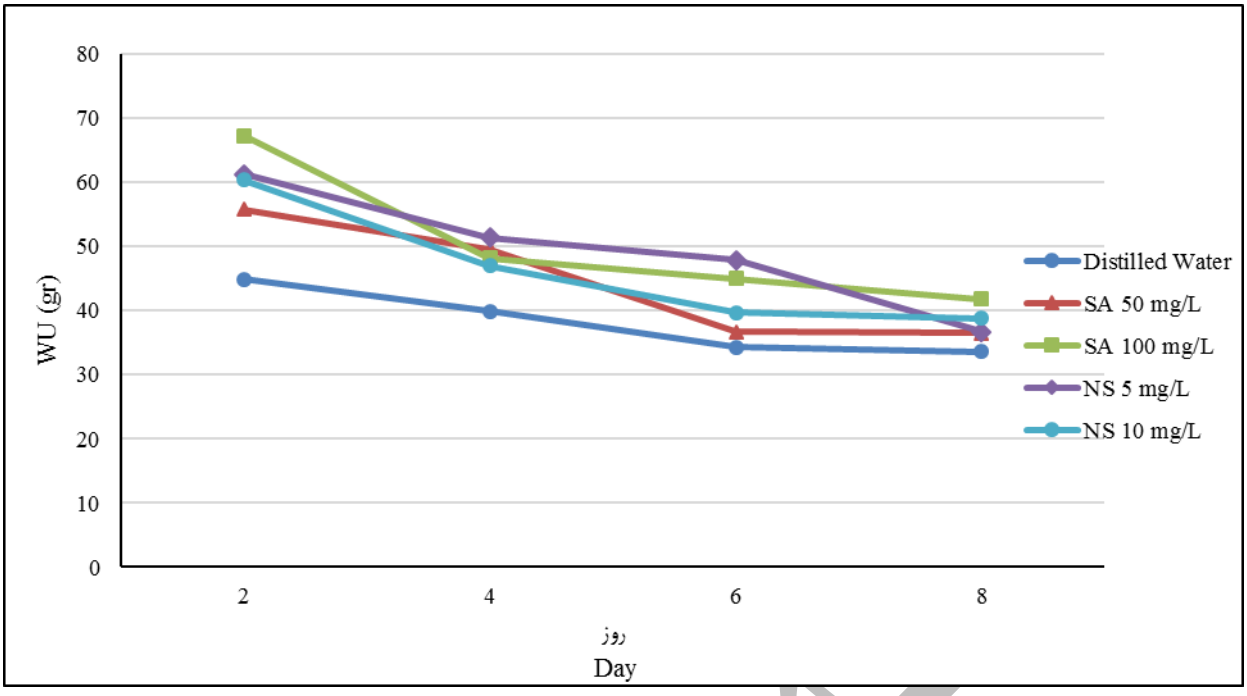
در تیمار با ساکارز، به دلیل حضور عوامل میکروبی به ویژه باکتری‌ها و اثر محرک ساکارز بر رشد و تکثیر آنها، انسداد آوندهای چوبی و به دنبال آن کاهش وزن تر نسبی گل بریده رخ می‌دهد. با توجه به اینکه عوامل ضدمیکروبی در محلول گلجای، مانع بسته شدن آوندها می‌گردد، با کاربرد آنها در محلول نگهدارنده، پتانسیل اسمزی گیاه حفظ شده و تعادل آبی به دلیل کند شدن روند کاهشی وزن تر نسبی گل‌ها، بهبود می‌یابد. همچنین استحکام ساقه و گل و در نهایت عمر گل بریده افزایش پیدا می‌کند. نتایج این آزمایش با تحقیقات نایر و همکاران (۲۰۰۳) و سلگی و همکاران (۲۰۰۹) روی گل شاخه بریده ژربرا همخوانی دارد (۴۹، ۶۲).



شکل ۴: اثر تیمارهای بلندمدت بر میانگین RFW (گرم بر گرم) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا ’Rosalin‘ *

میزان جذب محلول گلجای (WU)

طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش، در طول دوره سنجش تنها تا روز ششم، تیمار کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و نانوسیلور (۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) بر WU مؤثر بودند (شکل ۵). بیشترین میزان جذب در روز دوم و به ترتیب در تیمارهای اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶۷/۲۸ گرم)، نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (به ترتیب ۶۱/۳۱ و ۶۰/۳۵ گرم) مشاهده شد. علیرغم تأثیر و کاربرد عوامل ضدمیکروبی، WU روند کاهشی داشت. تیمار شاهد (۳۴/۳۴ گرم) کمترین میزان جذب محلول را به خود اختصاص داد. تیمارهای بلندمدت اثر معنی‌داری بر این صفت نداشتند. تعادل آبی یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده عمر گلجای گل‌های بریده است (۱۸). ساقه‌های ژربرا بسیار حساس به تنش آبی بوده و رشد عوامل میکروبی به خصوص باکتری‌ها، منجر به بسته شدن مسیر آوندها و کاهش جذب آب و محلول نگهدارنده می‌شود. با توجه به اینکه در تیمار اسید سالیسیلیک و نانوسیلور جذب محلول گلجای بیشتر بود، بیانگر آن است که در این تیمارها از رشد و تکثیر عوامل میکروبی جلوگیری شده و تعادل آبی گیاه حفظ شده است. این نتایج با یافته‌های نایر و همکاران (۲۰۰۳) و سلگی و همکاران (۲۰۰۹) روی گل‌های شاخه بریده ژربرا و تحقیقات جلیلی مرندی و همکاران (۲۰۱۱) بر گل شاخه بریده گلایول همخوانی دارد (۳۳، ۴۹، ۶۲).

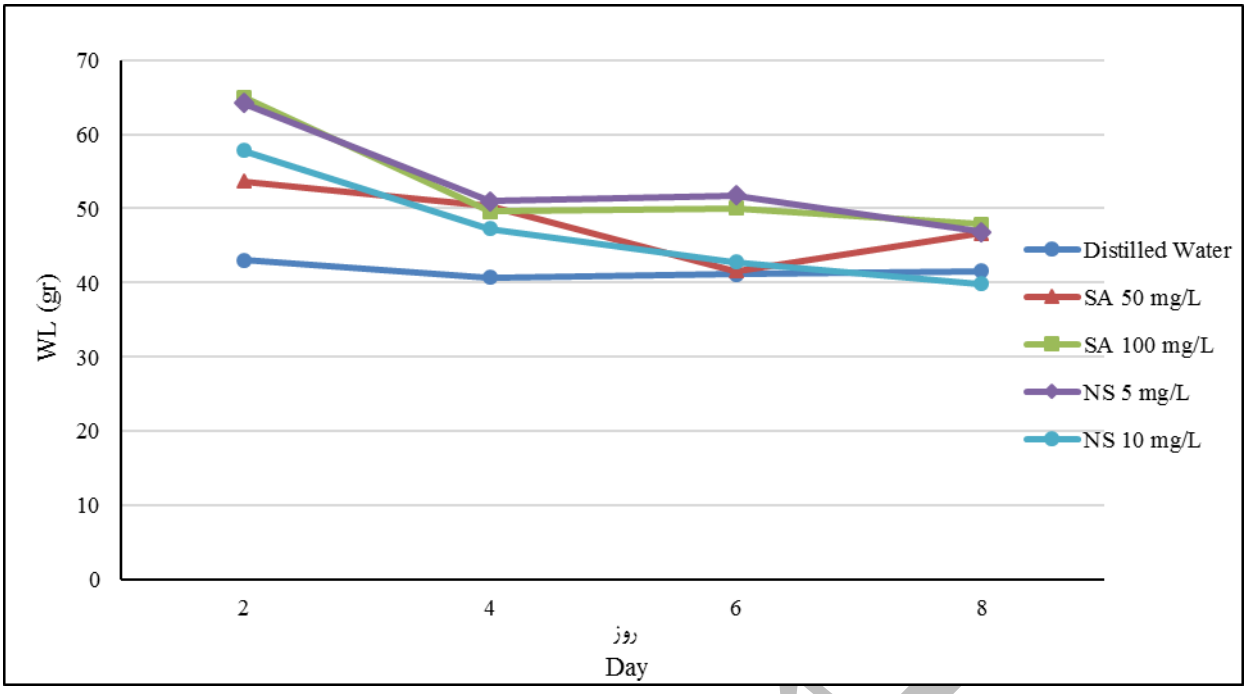


شکل ۵: اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین WU (گرم) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا 'Rosalin'

میانگین کاهش آب روزانه یا تعرق (WL)

نتایج این آزمایش نشان داد که تیمارهای کوتاه‌مدت، تنها تا روز ششم بر کاهش آب روزانه اثر معنی‌دار داشته‌اند (شکل ۶). در روز دوم سنجش، WL در تیمارهای نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶۴/۲۴ و ۵۷/۸۵ گرم) و در اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۶۴/۹۵ گرم) بیشترین میزان بوده که با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. WL در روزهای بعدی روند کاهشی داشته است. در روز ششم دو تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر (۵۱/۰۸ گرم) و نانوسیلور ۵ میلی‌گرم بر لیتر (۵۱/۸۰ گرم) بیشترین تعرق را داشته‌اند. تیمارهای بلندمدت اثر معنی‌داری بر این صفت نیز نداشتند.

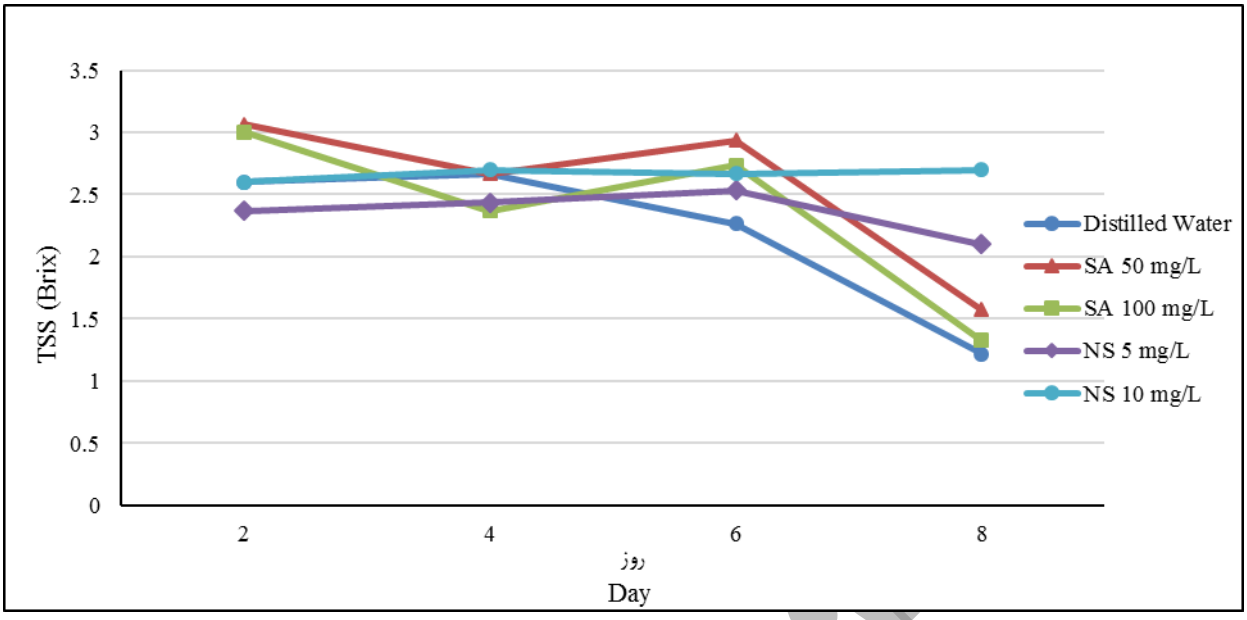
حدود ۹۹٪ آب جذب شده توسط گیاه از طریق تعرق از گیاه خارج می‌گردد. تعرق باعث رشد و نمو گیاه می‌شود. هرچه سرعت تعرق بیشتر باشد، سرعت رشد و نمو گیاه نیز بیشتر است زیرا همراه با ورود آب، املاح نیز وارد گیاه می‌شوند (۶۳). براساس نتایج به دست آمده، میزان تعرق در گل‌های بریده تیمار شده با عوامل ضدمیکروبی نانوسیلور و اسید سالیسیلیک بالاست. بنابراین جذب آب، وزن تر نسبی، تعادل آبی گیاه و استحکام بافت ساقه و گلچه‌ها (تورژسانس) بالاتر بوده و به دنبال آن گیاه عمر گلجای بهتری نسبت به سایر تیمارها دارد. این یافته‌ها با تحقیقات این و همکاران (۲۰۱۰) بر گل شاخه بریده رز و تحقیقات تهرانی‌فر و همکاران (۲۰۱۳) بر برخی گل‌های شاخه بریده مطابقت داشت (۳۲، ۶۴).



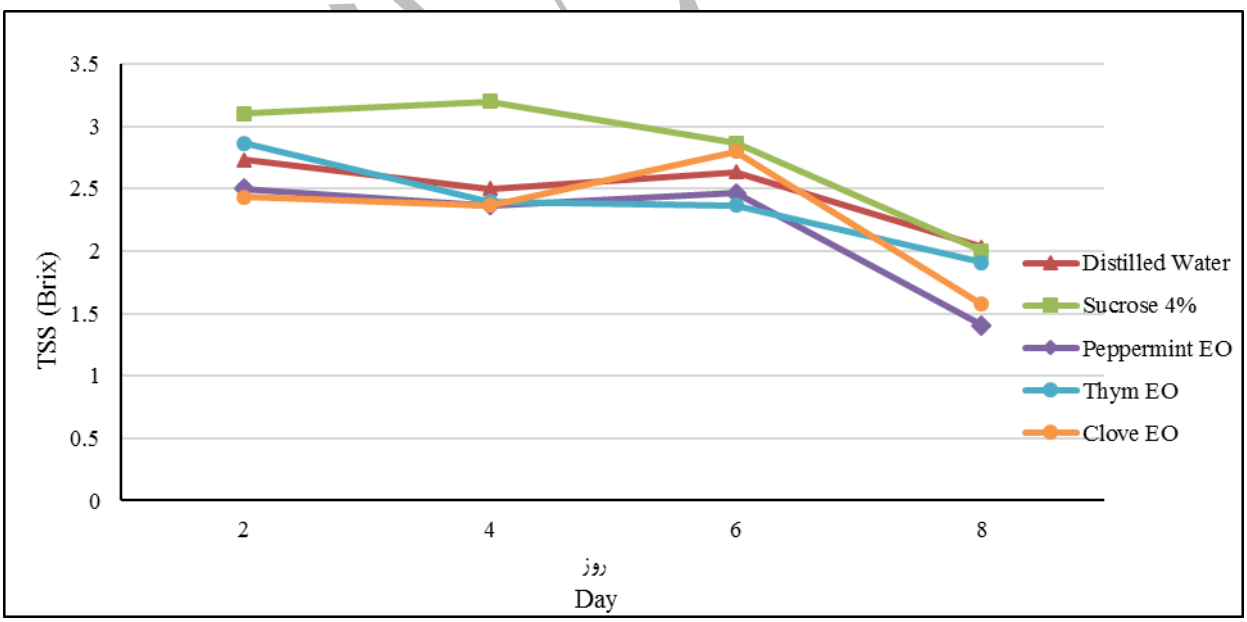
شکل ۶: اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین WL (گرم) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا 'Rosalin'

میزان مواد جامد محلول (TSS)

تیمارهای کوتاه‌مدت در روزهای دوم و هشتم سنجش و تیمارهای بلندمدت در روزهای دوم، چهارم و هشتم سنجش اثر معنی‌داری بر TSS گلبرگ داشتند (شکل ۷). در روز دوم سنجش، در گل‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و نانوسیلور (۱۰ میلی‌گرم بر لیتر) بیشترین TSS مشاهده شد، اما در روز هشتم تنها گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر (۲/۷۰ بریکس) دارای بالاترین TSS بودند. در بررسی تیمارهای بلندمدت، در روز دوم ساکارز ۴٪ (۳/۱۰ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۲/۸۷ بریکس) و در روز هشتم ساکارز ۴٪ (۲ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۱/۹۱ بریکس) بیشترین TSS را داشتند (شکل ۸). برهمکنش تیمارها تنها در روزهای ششم و هشتم سنجش معنی‌دار شد (جدول ۳). در روز ششم سنجش، تیمارهای اسید سالیسیلیک ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با اسانس نعنا فلفلی (۳/۶۷ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۳/۳۳ بریکس)، تیمار اسید سالیسیلیک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ساکارز ۴٪ (۳/۳۳ بریکس) و اسانس آویشن باغی (۳ بریکس)، نانوسیلور ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ساکارز ۴٪ (به ترتیب با ۳/۳۳ و ۳/۳۳ بریکس) بیشترین TSS را نشان دادند. اما در روز هشتم گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با ساکارز ۴٪ و اسانس نعنا فلفلی (به ترتیب با ۳/۵۰ و ۳/۱۷ بریکس) بالاترین TSS را داشتند.



شکل ۷: اثر تیمارهای کوتاه‌مدت بر میانگین TSS (بریکس) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا 'Rosalin'



شکل ۸: اثر تیمارهای بلندمدت بر میانگین TSS (بریکس) در روزهای ۲، ۴، ۶ و ۸ آزمایش در گل بریده ژربرا 'Rosalin'

جدول ۳: اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین TSS (بریکس) در گل بریده ژربرا 'Rosalin' *

نوع تیمار	TSS (روز ٦)	TSS (روز ٨)
آب مقطر / آب مقطر (شاهد)	۳ abc	۲ ef
آب مقطر / ساکارز ۴٪	۲/۶۷ abc	۲ ef
آب مقطر / اسانس نعنا فلفلی	۲ bcd	۰/۷۰ h
آب مقطر / اسانس آویشن باغی	۱ d	۰/۷۰ h
آب مقطر / اسانس میخک هندی	۲/۶۷ abc	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۵۰) / آب مقطر	۳ abc	۲/۶۷ abc
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۵۰) / ساکارز ۴٪	۱/۶۷ cd	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۵۰) / اسانس نعنا فلفلی	۳/۶۷ a	۰/۷۰ h
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۵۰) / اسانس آویشن باغی	۳/۳۳ ab	۲/۳۳ de
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۵۰) / اسانس میخک هندی	۳ abc	۱/۴۷ g
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۱۰۰) / آب مقطر	۲/۸۳ abc	۲ ef
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۱۰۰) / ساکارز ۴٪	۳/۳۳ ab	۰/۸۰ h
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۱۰۰) / اسانس نعنا فلفلی	۲/۱۷ bcd	۰/۸۰ h
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۱۰۰) / اسانس آویشن باغی	۳ abc	۲/۳۳ de
اسید سالیسیلیک ($mg.L^{-1}$ ۱۰۰) / اسانس میخک هندی	۲/۳۳ abcd	۰/۷۰ h
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۵) / آب مقطر	۲/۱۷ bcd	۱/۶۷ fg
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۵) / ساکارز ۴٪	۳/۳۳ ab	۳ bc
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۵) / اسانس نعنا فلفلی	۲ bcd	۱/۶۷ fg
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۵) / اسانس آویشن باغی	۲ bcd	۱/۸۳ fg
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۵) / اسانس میخک هندی	۳/۱۷ ab	۲/۳۳ de
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۱۰) / آب مقطر	۲/۱۷ bcd	۱/۸۳ fg
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۱۰) / ساکارز ۴٪	۳/۳۳ ab	۳/۵۰ a
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۱۰) / اسانس نعنا فلفلی	۲/۵۰ abc	۳/۱۷ ab
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۱۰) / اسانس آویشن باغی	۲/۵۰ abc	۲/۳۳ de
نانوسیلور ($mg.L^{-1}$ ۱۰) / اسانس میخک هندی	۲/۸۳ abc	۲/۶۷ cd

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

به طور کلی در این آزمایش مشاهده شد که TSS در تمام تیمارها، تا روز چهارم سنجش افزایش و سپس کاهش یافت. اما کاربرد ساکارز و مواد ضدعفونی کننده (اسید سالیسیلیک، نانوسیلور، اسانس نعنا فلفلی و اسانس آویشن باغی) در مقایسه با شاهد، مقدار TSS را افزایش داد. یک مشکل عمده در همه گل‌ها کمبود اطلاعات در مورد توزیع قندهای محلول در بافت‌های مختلف گل و درون انواع سلول‌های مختلف است. هنگام پژمردگی گلبرگ‌های گل بریده علیرغم حضور قند در آنها، ممکن است که میتوکندری‌ها دیگر قادر به جذب و یا استفاده از قندها نباشند. همچنین ممکن است که عمر گل بریده را محدود کند. گاهی با وجود غلظت بالای قند در واکوئول، سطح قند در سیتوسول پایین است. تصور می‌شود که این قندها برای تنفس در دسترس نباشد و تنها به عنوان حلال اسمزی عمل کنند (۶۷).

فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داده است که فعالیت SOD طی دوره آزمایش به مرور افزایش یافت و بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بیشترین میزان فعالیت SOD، در تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با تیمار بلندمدت اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی مشاهده شد. با توجه به اینکه بیشترین عمر گل بریده را گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی نشان دادند، این آنزیم بیشترین میزان فعالیت را در تیمار نانوسیلور و اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی داشته است (جدول ۴).

جدول ۴: اثر متقابل تیمارهای مختلف بر میانگین فعالیت آنزیم SOD (٪) و مقدار MDA (٪) در گل بریده ژربرا 'Rosalin' *

نوع تیمار	SOD (روز ۱)	SOD (روز ٤)	SOD (روز ۷)	MDA (روز ۱)	MDA (روز ٤)	MDA (روز ۷)
آب مقطر / آب مقطر (شاهد)	۶۷/۷۲ d	۹۹/۴۴ d	۶۸/۱۱ d	۲۸/۱۵ a	۳۹/۸۱ a	۶۷/۳۰ a
نانوسیلور (۱۰ $mg.L^{-1}$) / آب مقطر	۱۷۵/۵۶ c	۲۰۴/۳۳ c	۱۶۳/۱۷ b	۴/۳۸ b	۱۸/۳۱ b	۳۲/۲۴ b
نانوسیلور (۱۰ $mg.L^{-1}$) / ساکارز ۴٪	۱۸۳/۵۰ bc	۲۰۷/۵۰ c	۱۵۴/۱۷ b	۵ b	۱۹/۹۹ b	۲۹/۷۴ b
نانوسیلور (۱۰ $mg.L^{-1}$) / اسانس نعنا فلفلی	۲۲۰/۱۷ a	۲۶۲/۱۷ b	۲۳۳/۹۴ a	۳/۴۶ b	۱۴/۰۶ cd	۱۹/۴۴ c
نانوسیلور (۱۰ $mg.L^{-1}$) / اسانس آویشن باغی	۲۲۴ a	۲۸۴/۳۹ a	۲۴۱/۴۳ a	۳/۶۴ b	۱۱/۵۷ d	۱۴/۸۸ c
نانوسیلور (۱۰ $mg.L^{-1}$) / اسانس میخک هندی	۱۹۹/۴۴ b	۲۱۱/۷۲ c	۸۱/۲۲ c	۵/۶۳ b	۱۷/۹۳ bc	۳۲/۱۵ b

* ستون‌های دارای حروف مشابه، در سطح احتمال ۱٪ آزمون LSD، تفاوت معنی‌داری ندارند.

گیاهان امروزی دارای انواع و مقادیر مختلف آنتی‌اکسیدان هستند که از گیاه در برابر انواع اکسیژن فعال در سیتوپلاسم محافظت می‌کنند. فعال بودن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانع بیوسنتز اتیلن شده و از خسارت عوامل بیرونی جلوگیری می‌کند. آنتی‌اکسیدان‌ها موجب کاهش گونه‌های فعال اکسیژن حاصل از تجزیه هیدروژن پراکسید می‌شوند. SOD، رادیکال اکسیژن را به هیدروژن پراکسید تبدیل می‌کند و هیدروژن پراکسید توسط آنزیم کاتالاز و سایر پراکسیدازها شکسته می‌شود (۱۶، ۴۷). از آنجایی که گونه‌های رادیکال اکسیژن یکی از مهمترین عوامل در پیری زودرس گلبرگ‌هاست و از سوی دیگر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان از جمله SOD سبب خنثی شدن اثر سمی رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شوند، بنابراین، فعالیت این آنزیم‌ها از پیری گلبرگ‌ها ممانعت می‌کند (۴۷). یکی از بهترین منابع آنتی‌اکسیدان طبیعی، ترکیبات فنلی موجود در اسانس‌های گیاهی است (۲۳). ویژگی آنتی‌اکسیدانی ترکیبات فنلی بیشتر ناشی از قدرت احیاکنندگی و ساختار شیمیایی آنهاست که آنها را قادر به خنثی‌کردن رادیکال‌های آزاد، تشکیل کمپلکس با یون‌های فلزی و خاموش کردن مولکول‌های اکسیژن یگانه و سه‌گانه ساخته است (۲۷).

مقدار مالون‌دی‌آلدهید (MDA) موجود در گلبرگ

طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش، در طول دوره سنجش، مقدار MDA در گلبرگ گل افزایش یافت، به صورتی که بیشترین میزان MDA در روز هفتم سنجش و در تیمار آب مقطر مشاهده شده است (جدول ۴). در روز هفتم آزمایش، کمترین مقدار MDA در گل‌های تیمار شده با نانوسیلور ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر همراه با اسانس آویشن باغی و نعنا فلفلی تولید شد که با توجه به اینکه این تیمارها بیشترین عمر گل بریده را داشتند، این نتایج منطقی است.

لیپیدها از مهمترین مولکول‌هایی هستند که مورد تهاجم رادیکال‌های آزاد قرار می‌گیرند. این فرآیند منجر به پراکسیداسیون لیپیدها و کاهش حیات و مرگ سلولی می‌شود. در این میان غشای سلول‌ها که غنی از اسیدهای چرب غیراشباع است، بیشتر از سایر قسمت‌های سلول به پراکسیداسیون حساس است. پراکسیداسیون لیپیدها منجر به کاهش سیالیت غشا و از بین رفتن ساختمان و عملکرد آن می‌شود. MDA محصول پراکسیداسیون لیپیدهای غشاست و غلظت آن در تیمارهای شاهد نسبت به سایر تیمارها در سطح بالاتری قرار دارد. تیمارهایی با کمترین غلظت MDA بیشترین ماندگاری را داشتند. تجمع MDA تخریب غشای پلاسمایی را سرعت می‌بخشد. میزان این ماده شاخص مقاومت فیزیولوژیک و پیری محسوب می‌شود (۲۶، ۴۵). زمانی که در گیاهان میان ایجاد رادیکال‌های اکسیژن و فعالیت خنثی‌سازی آنها توسط آنتی‌اکسیدان‌ها، تعادل از بین برود، آسیب اکسیداتیو بروز می‌کند که منجر به تخریب ساختار غشا می‌شود. رادیکال‌های فعال اکسیژن می‌توانند به واسطه آسیب اکسیداتیو به چربی پروتئین و اسیدهای نوکلئیک، در متابولیسم طبیعی گیاه مشکل ایجاد کنند (۵۴). هنگامی که گل‌های شاخه بریده در معرض تنش آبی ناشی از انسداد آوندها قرار می‌گیرند، معمولا ساختار لیپیدهای خود را تغییر می‌دهند. در چنین شرایطی پراکسیداسیون غشاهای لیپیدی، نشان‌دهنده آسیب در سطح سلولی است و سطح MDA تولید شده طی این فرآیند به منزله یک شاخص آسیب اکسیداتیو است. به طورکلی اسانس‌ها سبب کاهش معنادار مقدار MDA می‌شوند. نقش اسانس‌ها در حفاظت گیاهان، نوعی مکانیسم دفاعی آنتی‌اکسیدانی است که از ساختار غشای سلولی در مقابل پراکسیداسیون لیپیدها محافظت می‌کنند. این گروه از ترکیبات طبیعی خواص آنتی‌اکسیدانی، توانایی خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن، پایداری دیواره و غشا سلولی دارند (۱۴).

نتایج این پژوهش حاکی از آن است که عوامل ضدمیکروبی جدید مانند نانوسیلور و اسانس‌های آویشن باغی و نعنا فلفلی تأثیر مثبتی در ماندگاری، حفظ خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل بریده ژربرا رقم رزالین دارد. با توجه به نتایج نامطلوب مواد شیمیایی نگهدارنده بر سلامت انسان و محیط زیست، اسانس‌های گیاهی از طریق افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم SOD و کاهش سرعت افزایش MDA می‌توانند جایگزین بسیار مناسبی برای مواد شیمیایی نگهدارنده گل های بریده باشند.

منابع

1. Abdel-Kader H. and Rogers M.N. 1985. Postharvest treatment of *Gerbera jamesonii*. In III International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamentals, 181: 169-176.
2. Aghajani N., and Jafarpour M. 2016. Effects of pre-and postharvest treatments of silicon and rice hull ash on vase life of gerbera. International Journal of Horticultural Science and Technology, 3(1): 77-87.
3. Alaey M., Babalar M., Naderi R. and Kafi M. 2011. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase life of rose cut flowers. Postharvest Biology and Technology, 61(1): 91-94.
4. Alt V., Becher T. Steinrucke P., Wagener M., Seidel P., Dingeldein E., Domann E. and Schnettler R. 2004. An invitro assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement. Biomaterials, 25(18): 4383-4391.
5. Amini S., Jafarpour M. and Asgari K. 2014. Effect of temporary and permanent treatments of extracts of thyme and stevia on postharvest quality of gerbera cut flowers. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 8(8): 93-98.
6. An C. and Mou Z. 2011. Salicylic acid and its function in plant immunity. Journal of Integrative Plant Biology, 53(6): 412-428.
7. Ansari S., Hadavi E., Salehi M. and Moradi P. 2011. Application of microorganisms compared with nanoparticles of silver, humic acid and gibberellic acid on vase life of cut gerbera Good Timing. Journal of Ornamental and Horticultural Plants, 1(1): 27-33.
8. Arora J.S. and Singh K. 2002. Pre and post-harvest management of cut flowers. Indian Horticulture, 46: 20-23.
9. Babarabie M., Zarei H. and Varasteh F. 2016. Potential of increasing the vase life and improvement of some physiological characteristics of alstroemeria cut flowers by using non-harmful compounds environmentally. Journal of Chemical Health Risks, 6(1): 1-8.

10. Balestra G.M., Agostini R., Bellincontro A., Mencarelli F. and Varvaro L. 2005. Bacterial populations related to gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. Phytopathologia Mediterraneae, 44(3): 291-299.
11. Bhanusree M.R., Rao N.H., Chandrika M., Vinayakumari M., Kumar K.R., Shukla G. and Chakravarty S. 2015. Effect of sucrose on biochemical parameters of cut gerbera flowers (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook.) cv. Lamborgini. Journal of Agriculture and Technology, 2(1 & 2): 68-71.
12. Borochov A. and Woodson R. 1989. Physiology and biochemistry of flower petal senescence. Horticultural Review, 11: 15-43.
13. Boukaew S., Prasertsan P. and Sattayasamitsathit S. 2017. Evaluation of antifungal activity of essential oils against aflatoxigenic *Aspergillus flavus* and their allelopathic activity from fumigation to protect maize seeds during storage. Industrial Crops and Products, 97: 558-566.
14. Bradley, D.G. and Min D.B. 1992. Singlet oxygen oxidation of foods. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 31(3): 211-236.
15. Burt S. 2004. Essential oils: Their antimicrobial properties and potential applications in foods: A review. International Journal of Food Microbiology, 94(3): 223-253.
16. Chang H., Siegel B.Z. and Siegel S.M. 1984. Salinity-induced changes in isoperoxidases in taro *Colocasia esculenta*. Phytochemistry, 23(2): 233-235.
17. Conner D.E. 1993. Naturally occurring compounds. p. 441-468. In: Davidson P.M. and Branen A.L. (Eds.) Antimicrobials in Foods. Marcel Dekker, New York.
18. Da Silva J.A.T. 2003. The cut flower: postharvest considerations. Journal of Biological Sciences, 3(4): 406-442.
19. Danaee E., Naderi R., Kalatejari S. and Ladan Moghadam A.R. 2013. Evaluation the effect of nanosilver with salicylic acid and benzyladenine on longevity of gerbera flowers. Journal of Basic and Applied Scientific Research, 3(8): 682-690.
20. Dareini H., Abdos V. and Danaee E. 2014. Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). European Journal of Experimental Biology, 4(3): 276-280.
21. Ding C.K., Wang C.Y. and Gross K.C. 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis-related-protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta, 214(6): 895–901.
22. Dole J.M. and Wilkins H.F. 2006. Floriculture: Principles & Species (second edition). Pearson Pub.

23. Dorman H.J.D., Peltoketo A., Hiltunen R. and Tikkanen M.J. 2003. Characterization of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected *Lamiaceae* herbs. Food chemistry, 83(2): 255-262.
24. Ferrante A., Alberici A., Antonacci S. and Serra G. 2007. Effect of promoter and inhibitors of phenylalanine ammonia-lyase enzyme on stem bending cut gerbera flowers. International Conference on Quality Management in Supply Chains of Ornamentals, 755: 471-476.
25. Furno F., Morley K.S., Wong B., Sharp B.L., Arnold P.L., Howdle S.M., Bayston R., Brown P.D., Winship P.D. and Reid H.J. 2004. Silver nanoparticles and polymeric medical devices: A new approach to prevention of infection. Journal of Antimicrobial Chemotherapy, 54(6): 1019-1024.
26. Geng, X.M., Liu J., Lu J.G., Hu F.R. and Okubo H. 2009. Effects of cold storage and different pulsing treatments on postharvest quality of cut OT Lily 'Mantissa' flowers. Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University, 54: 41-45.
27. Ghaderi G.M., Mamashloo S., Sadeghi M.A. and Alami M. 2011. Evaluation of antioxidant activity, reducing power and free radical scavenging of different extract of *Artemisia annua* L. Journal on Plant Science Researches, 21: 46-57.
28. Hayat Q., Hayat S., Irfan M. and Ahmad A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. Environmental and Experimental Botany, 68(1): 14-25.
29. He S., Joyce D.C., Irving D.E., and Faragher J.D. 2006. Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yu-lo' inflorescences. Postharvest Biology and Technology, 41(1): 78-84.
30. Hoseini S.P. and Korehpaz S. 2015. Effect of peppermint essential oil and salicylic acid on quality and vase life of cut tuberose flowers (*Polianthes tuberosa* cv. Pearl). In: Proceedings of Dubai 2nd International Conference on "Engineering and Technology, Computer, Basic and Applied Sciences". 18-19 December, Dubai, UAE.
31. Ichimura K., Kojima K. and Goto R. 1999. Effect of temperature, 8-hydroxyquinoline sulphate and sucrose on the vase life of cut rose flowers. Postharvest Biology and Technology, 15(1): 33-40.
32. In B.C., Chang M.K., Byoun H.J. and Son K.C. 2010. Effect of vase water temperature and leaf number on water relations and senescence of cut roses. Korean Journal of Horticultural Science and Technology, 28(4): 609-617.

33. Jalili Marandi R., Hassani A., Abdollahi A. and Hanafi 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.
34. Jamshidi M., Hadavi E. and Naderi R. 2012. Effects of salicylic acid and malic acid on vase life and bacterial and yeast populations of preservative solution in cut gerbera flowers. International Journal of AgriScience, 2(8): 671-674.
35. Jiang H., Manolache S., Wong A.C.L. and Denes F.S. 2004. Plasma-enhanced deposition of silver nanoparticles onto polymer and metal surfaces for the generation of antimicrobial characteristics. Journal of Applied Polymer Science, 93(3): 1411-1422.
36. Jowkar M.M. and Salehi H. 2005. Effects of different preservative solutions on the vase life of cut tuberose flowers at usual home conditions. In VIII International Symposium on Postharvest Physiology of Ornamental Plants, 669: 411-415.
37. Kalemba D.A.A. and Kunicka A. 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. Current Medicinal Chemistry, 10(10): 813-829.
38. Kaltaler R.E.L. and Steponkus P.L. 1976. Factors affecting respiration in cut roses. Journal of American Society for Horticultural Science, 101: 352-354.
39. Kazem Alvandi R., Sharifan A. and Aghazadeh Meshghi M. 2011. Study of chemical composition and antimicrobial activity of peppermint essential oil. Journal of Comparative Pathobiology Iran, 353-363 (In Persian).
40. Kazemi S., Hassanpour Asil M. and Ghasemnezhad M. 2014. Physiological effects of some essential oils in comparison with 8-hydroxyquinoline in cut lisianthus flowers (*Eustoma grandiflorum* L.). Iranian Journal of Horticultural Science, 45(2): 185-195.
41. Kilic T. and Cetin E.S. 2014. Determination of the effects of sage and balm extracts on vase life in gerbera cv. Rosalin. Tarum Bilimleri Arasturma Dergisi, 7(2): 13-15.
42. Knee M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. Postharvest Biology and Technology, 18(3): 227-234.
43. Liu J.P., He S.G., Zhang Z.Q., Cao J.P., Lv P.T., He S.D., Cheng G.P., and Joyce D.C. 2009. Nanosilver pulse treatments inhibit stem end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. Postharvest Biology and Technology 54: 59-62.
44. Loubaud M. and Van Doorn W.G. 2004. Wound-induced and bacteria-induced xylem blockage in roses, *Astilbe* and *Viburnum*. Postharvest Biology and Technology, 32(3): 281–288.
45. Mates J.M., Perez-Gomez C. and De Castro I.N. 1999. Antioxidant enzymes and human diseases. Clinical biochemistry, 32(8): 595-603.

46. Mehdikhah M., Onsinejad R., Ilkaee M.N. and Kaviani B. 2016. Effect of salicylic acid, citric acid and ascorbic acid on post-harvest quality and vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii*) cut flowers. Journal of Ornamental Plants, 6(3): 181-191.
47. Mortazavi N., Naderi R., Khalighi A., Babalar M. and Allizadeh H. 2007. The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Illona. Journal of Food Agriculture and Environment, 5(3&4), 311-313.
48. Motaghayer M.S. and Esna-Ashari M. 2009. Effect of different concentrations of four preservative solutions on tuberose (*Polianthes tuberosa* L.) cut flower vase-life. Floriculture and Ornamental Biotechnology, 3(1): 59-61.
49. Nair S.A., Singh V. and Sharma T.V. 2003. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. Journal of Tropical Agriculture, 41: 56-58.
50. Nazari Deljou M.J., Pour Youssef M., Karamian R. and 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 Science Journal, 18(5): 698-703.
51. Nikolić M., Glamočlija J., Ferreira I.C., Calhelha R.C., Fernandes Â., Marković T., Marković D., Giweli A. and Soković M. 2014a. Chemical composition, antimicrobial, antioxidant and antitumor activity of *Thymus serpyllum* L., *Thymus algeriensis* Boiss. and Reut and *Thymus vulgaris* L. essential oils. Industrial Crops and Products, 52: 183-190.
52. Nikolić M., Jovanović K.K., Marković T., Marković D., Gligorijević N., Radulović S. and Soković M. 2014b. Chemical composition, antimicrobial, and cytotoxic properties of five Lamiaceae essential oils. Industrial Crops and Products, 61: 225-232.
53. Nowak J. and Rudnicki R.M. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens and potted plants. Timber Press, Oregon, U.S.A.
54. Parida A.K. and Das A.B. 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotoxicology and environmental safety, 60(3): 324-349.
55. Paull J. and Lyons K. 2008. Nanotechnology: the next challenge for organics. Journal of Organic Systems, 3(1): 3-22.
56. Perik R.R., Razé D., Harkema H., Zhong Y. and Van Doorn W.G. 2012. Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. Postharvest Biology and Technology, 74: 11-18.
57. Prashanth P., Sekhar R.C. and Reddy K.C.S. 2010. Influence of floral preservatives on scape bending, biochemical changes and postharvest vase life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus ex. Hook.). Asian Journal of Horticulture, 5(1): 1-6.

58. Rai M., Yadav A. and Gade A. 2009. Silver nanoparticles as a new generation of antimicrobials. Biotechnology Advances, 27(1): 76-83.
59. Reddy B.S. and Singh K. 1996. Effects of aluminium sulphate and sucrose on vase life of tuberose. Journal-Maharashta Agricultural Universities, 21: 201-203.
60. Rios-Gonzalez K., Erdei L. and Lips S.H. 2002. The activity of antioxidant enzymes in maize and sunflower seedlings as affected by salinity and different nitrogen sources. Plant Science, 162(6): 923-930.
61. Saghazadeh F. Khodadadi M. and Mobasser H.R. 2014. Effects of different concentrations of plant chemicals on vase life of rose varieties Utopia. International Journal of Farming and Allied Sciences, 3(2): 152-154.
62. Solgi M., Kafi M., Taghavi T.S. 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.
63. Taiz L. and Zeiger E. 2002. Plant Physiology. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
64. Tehranifar A., Vahdati Mashhadian N., Selahvarzi Y. and Bayat H. 2013. Treatment with Salicylic Acid extends the Vase Life of Important Commercial Cut Flowers. Advanced Crop Science, 3(6): 405-413.
65. Turkan I., Bor M., Ozdemir F. and Koca H. 2005. Differential responses of lipid peroxidation and antioxidants in the leaves of drought-tolerant *P. acutifolius* Gray and drought-sensitive *P. vulgaris* L. subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Science, 168(1): 223-231.
66. Vahdati Mashhadian N., Tehranifar A., Bayat H. and Selahvarzi Y. 2012. Salicylic and citric acid treatments improve the vase life of cut chrysanthemum flowers. Journal of Agricultural Science and Technology, 14(4), 879-887.
67. Van Doorn W.G. 2001. Role of soluble carbohydrates in flower senescence: a survey. Acta Horticulturae, 543: 179-183.
68. Van Ieperen W., Van Meeteren U. and Nijsse J. 2002. Embolism repair in cut flower stems: a physical approach. Postharvest Biology and Technology, 25(1): 1-14.
69. Van Meeteren U. 1978. Water relations and keeping quality of cut gerbera flowers. I. The cause of stem break. Scientia Horticulturae, 8(1): 65-74.
70. Van Son, N. 2007. Response of gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus) varieties to micro-propagation. Master of Science Thesis in Horticulture (Agriculture). University of Agricultural Sciences, Dharwad, India.

71. Ziyaei Movahed Z., Kafi M., Khalighi A., Azizi M. and Sharifi R. 2010. Investigation of the possibility in replacing natural ingredients (essential oil and extracts of Australian Cheesewood) instead of antibacterial chemicals ingredients in preservative solution of the Gerbera cut flower. Iranian Journal of Horticultural Science, 41: 337-345 (In Persian).

Extended Abstract

Comparative Study of Pulse and Permanent Treatments of Nanosilver, Salicylic Acid and Some Essential Oils on Gerbera 'Rosalin' Traits

Introduction Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus, *Asteraceae*) commonly known as Transvaal Daisy, is one of the ten most popular and important commercial cut flowers. Gerbera is a perennial, tropical, herbaceous plant with colorful and attractive flowers that are widely used as a decorative garden plant or cut flowers. The most important problem of the gerbera cut flowers is short vase life. The end of vase life of cut gerbera flowers is often due to bending of the scape. The aim of this study was to screen the effects of nanosilver and salicylic acid as pulse treatment and sucrose and thyme, clove and peppermint essential oils as permanent treatment on vase life and some physiological and biochemical traits of gerbera 'Rosalin' cut flowers.

Materials and Methods This study was conducted as a factorial experiment based on completely randomized block design with three replications. The first factor was pulse treatments using nanosilver (NS) 5 and 10 mg/L (Nanocid Company, Iran), salicylic acid (SA) 50 and 100 mg/L (Merck Company) and distilled water as control, and the second factor was permanent treatments applying distilled water, sucrose 4% (Merck Company), peppermint (100 mg/L), thyme (100 mg/L) and clove (300 mg/L) essential oils (EO) (Zardband Company, Iran). Pulse treatments were applied for 24 h. Treated stems were then stood into vases containing permanent treatments. Vase solutions were freshly prepared at the beginning of the experiment and not renewed during of the study. The measured traits were: flower vase life, flower water content (WC), relative fresh weight (RFW), water loss (WL), water uptake (WU), total soluble solid (TSS), superoxide dismutase (SOD) enzyme activity and malondialdehyde (MDA) amount (Biovision Colorimetric Assay Kit, USA). The experiment was conducted in the laboratory at 20-22°C, 40-50% RH, and 15 µmol/m2s light intensity (cool white florescent tubes) under a daily light period of 12 hours. The obtained data were analyzed using MSTAT-C program and mean comparison was done using LSD range test.

Results and Discussion The results showed that NS 10 mg/L with thyme EO 100 mg/L (14.25 days) and NS 10 mg/L followed by peppermint EO 100 mg/L (14 days) had the best effect on longevity and maintaining the water content of gerbera cv. 'Rosalin' cut flower, compare to other treatments. Flower WC was high (about 90%) except in 4% sucrose permanent treatment flowers which had negative effect and decreased more rapidly during the vase life period. Despite of antimicrobial preservative application, RFW, WU, WL and TSS generally had a decreasing trend during the experiment. However, it was observed that flowers treated by NS 10 mg/L (0.86 g/g) and thyme (0.77 g/g) and peppermint (0.72 g/g) EOs had the most RFW on the eighth day of experiment, but 4% sucrose (0.59 g/g) permanent treatment reduced RFW during cut flower vase life. The highest WU was respectively observed in SA 100 mg/L (67.28 g), NS 5 (61.31 g) and 10 mg/L (60.35 g) on the second day. According to the results of this research, pulsing by NS 5 and 10 mg/L and SA 100 mg/L resulted in the the most WL on day two (64.24, 57.85 and 64.95 g respectively). TSS of the cut flowers decreased with time, however reduction rates were delayed in SA and NS treated flowers. On the eighth day of experiment, long-term treatment showed the most effect on TSS amount. Flowers treated by NS 10 mg/L followed by 4% sucrose and peppermint EO treatment had the highest TSS amount, respectively 3.50 and 3.17 Bx. As the time passed, the activities of SOD enzyme increased, however, treated flowers showed significantly higher SOD activity compared to the control. Especially NS 10 mg/L pulse treatment, followed by thyme and peppermint EOs, indicated by the highest amounts (241.43% and 233.94%) of SOD activity on seveth day of the experiment. During the experiment, MDA increased in the flowers, so that the highest amount of MDA was detected in control (67.30%) on the seventh day and the lowest was produced in NS 10 mg/L treated flowers followed by thyme (14.88%) and peppermint (19.44%) EOs. Due to the fact that these treatments had the best effects on flower vase life, these results are logical.

Conclusions Based on the results of this study, new antimicrobial agents such as NS, thyme and peppermint EOs had a positive effect on flower vase life, WC, RFW and WU and reduced the rate of WL and TSS reduction in flowers. It might be due to this fact that these are very effective antimicrobial agents, inhibited the microbial growth and prevented bacterial plugging in conducting tissues. NS particles enter to cell, tissue and organs, so they can inhibit the respiration and electron transfer system and material transfer in microbial cell membrane. The application of natural phenolic compound like EOs reduced the accumulation of MDA and enhanced SOD enzyme activity. Therefore, due to the undesirable results of chemical preservative on human and environmental health, EOs can be very good substitutes for preserving cut flowers postharvest life.

Keywords: Gerbera, Nanosilver, Peppermint essential oil, Thyme essential oil, Vase life.

نسخه پیش انتشار