بهبود عمر گلجایی میخک رقم "تمپو" (*Dianthus caryophyllus* cv. Tempo) با تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره

داود هاشم‌آبادی[1*]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۵/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۶)

چکیده

ذرات نقره در اندازه نانومتر می‌تواند به‌عنوان یک ماده ضدمیکروب عمل کند. بنابراین در این پژوهش، کارایی تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره به‌عنوان عوامل ضدمیکروبی در افزایش طول عمر پس از برداشت گل‌های میخک بررسی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور تیوسولفات نقره در ۴ سطح (۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌مول) و نانوذرات نقره در ۴ سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر) انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار ترکیبی ۰/۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره بیشترین عمر گلجایی، جذب آب و فعالیت سوپراکسید دیسموتاز را داشته‌اند. به‌علاوه این تیمار باعث افزایش معنی‌دار فعالیت سوپراکسید دیسموتاز شده است. بنابراین، جهت افزایش عمر گلجایی و بهبود روابط آبی و کنترل انسداد آوندی در گل‌های بریده میخک تیمار فوق پیشنهاد می‌شود. بر اساس نتایج این تحقیق، می‌توان از تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره برای افزایش عمر پس از برداشت گل میخک رقم "تمپو" استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: میخک، جذب آب، روابط آبی، انسداد آوندی

۱. گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

* : مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: davoodhashemabadi@yahoo.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

مقدمه

میخک (*Dianthus caryophyllus* L.) از خانواده کاریوفیلاسه (Caryophyllaceae) بیش از ۲۰۰ سال است که به دست بشر کشت می‌شود و جزء ۴ گل مهم شاخه بریده دنیا بوده و از اهمیت خاصی بین گل‌کاران و تولیدکنندگان برخوردار است (۱۲، ۱۵و۲۰). سطح زیر کشت این گل بریده تجاری در ایران طبق آمار سال ۱۳۸۳ حدود ۹۵/۶ هکتار و تولید آن حدود ۱۳۹/۹۶۸/۵۸۶ شاخه بوده که عملکرد آن حدود ۱۳۸/۰۵ شاخه در متر مربع می‌باشد (۱). میخک جزء گل‌های بریده حساس به اتیلن بوده و این امر یکی از دلایل مهم کاهش عمر پس از برداشت آن می‌باشد (۲و۳۶). انسداد آوندی توسط میکروارگانیسم‌ها دیگر مشکل مهم در میخک می‌باشد که عمدتاً از طریق میکروارگانیسم‌ها رخ می‌دهد (۱۷و۴۴). میکروارگانیسم‌ها علاوه بر جلوگیری از حرکت آب در داخل آوندها و بروز تنش آبی در گل‌های بریده، به‌صورت غیرمستقیم باعث القای تولید اتیلن نیز می‌گردند و نهایتاً باعث کاهش عمر پس از برداشت در گل‌های بریده می‌گردند (۲، ۲۴و۲۹). استفاده از ترکیبات حاوی یون نقره به منظور کنترل تولید اتیلن و هم‌چنین بهبود روابط آبی در گل‌های بریده پیشنهاد شده است (۳۷و۳۸). تیوسولفات نقره ترکیبی است که به‌صورت وسیعی به‌منظور کنترل حساسیت به اتیلن و به تأخیر انداختن پیری در گل‌های بریده استفاده می‌شود و اثرات مخرب اتیلن خارجی را خنثی می‌کند، اما ترکیبات حاوی نقره که در گذشته استفاده می‌شد هیچ توجیهی برای دوستداران محیط زیست جهت استفاده ندارند (۲۳و۳۹).

نانوذرات نقره به‌عنوان عامل جدیدی که عمر گلجایی گل‌های بریده را افزایش می‌دهند، شناخته شده‌اند و معایب ترکیبات قبلی را نیز ندارند (۲۶و۳۲). این ترکیبات از یون جیوه نشات گرفته و خاصیت ضدمیکروبی بسیار بالایی دارند و توانایی جلوگیری از آلودگی باکتریایی انتهای ساقه را نیز دارند (۳۵و۴۰). نانوذرات نقره به‌طور وسیع در تصفیه آب، پزشکی و الیاف و دیگر صنایع کاربرد دارند (۲۲و ۲۵). هم‌چنین در صنعت باغبانی در حذف باکتری‌های محیط کشت (۱۳) و اخیراً به‌منظور استفاده در محلول‌های گلجا کاربرد پیدا کرده‌اند (۱۸و۳۴).

رید و همکاران (۴۱) تأثیر تیوسولفات نقره را بر گل بریده میخک رقم "وایت سیم" بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که نسبت ۱ به ۴ بین نقره و تیوسولفات اثرگذاری مطلوبی بر طول عمر گل‌ها دارد. تیمار گل‌های بریده لیسیانتوس (*Eustoma grandiflora*) با سطوح ۰/۰۱، ۰/۱، ۰/۲ و ۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره در مدت ۲۴ ساعت رضایت‌بخش بوده و باعث افزایش عمر گلجایی این گل می‌شود (۳۰). اثر تیوسولفات نقره بر گل بریده رز (*Rosa hybrida* cv. 'Evel Tover') با غلظت ۴ میلی‌مولار به‌مدت ۶۰ دقیقه مناسب بوده و طول عمر پس از برداشت را حدود ۵۴/۱۶ درصد افزایش داد (۳۰). چاناتسوت و همکاران (۲۱) اثر ۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره را در مدت زمان ۱، ۳، ۶ و ۲۴ ساعت بر عمر گلجایی آلسترومریا (*Alestroemeria hybrida* cv. 'Rebeca') بررسی و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۱، ۳ و ۶ ساعت عمر گلجایی را افزایش داده اما تیمار ۲۴ ساعت باعث کاهش عمر گلجایی و سیاه‌شدن براکته‌ها شده است. سلگی و همکاران (۴۳) اثر نانوذرات نقره با غلظت‌های ۵، ۱۰ و۲۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌صورت جداگانه و اسانس‌های کارواکرول، آویشن و زاتاریا را با غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر به همراه ۱ و ۲ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره بر عمر گلجایی گل بریده ژربرا (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کارواکرول به همراه ۱ یا ۲ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره عمر گلجایی را نسبت به شاهد حدود ۲ برابر افزایش می‌دهد. لیو و همکاران (۳۴) اثر غلظت‌های ۰/۵، ۵ و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره را بسته به نوع گل و با تیمار مداوم یا موقت روی رز، میخک و ژربرا آزمایش و به این نتیجه رسیدند که تیمارهای فوق بسته به نوع گل باعث افزایش عمر گلجایی و کاهش رشد میکروارگانیسم‌ها در محلول نگهدارنده می‌شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

بصیری و همکارن (۱۸) اثر غلظت‌های مختلف ۵، ۱۰، ۲۰، ۴۰ و ۸۰ میلی‌گرم بر لیتر به‌همراه ۶ درصد ساکارز را بر عمر گلجایی میخک رقم "وایت لایبریتی" بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تمام تیمارهای فوق عمر گلجایی میخک را افزایش داده و میکروارگانیسم‌های محلول نگهدارنده را کاهش می‌دهد. اسفندیاری و همکاران (۳) اثر سطوح مختلف نانوذرات نقره (۵، ۱۵، ۲۵ و ۳۵ میلی‌گرم بر لیتر) را بر عمر گلجایی گل بریده لیلیوم (*Lilium orientalis* cv. Shocking) بررسی و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۳۵ میلی‌گرم بر لیتر (۱۱/۵ روز) نسبت به شاهد (۶/۷ روز) عمر گلجایی را حدود ۵ روز افزایش داد. کیم و همکاران (۳۳) اثر سطوح مختلف تیمارهای تنظیم‌کننده‌های رشد، نانوذرات نقره و چیتوسان را بر عمر گلجایی گل بریده لیلیوم رقم "سیبریا" بررسی و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۰/۱ درصد نانوذرات نقره و چیتوسان طبیعی به‌منظور افزایش عمر گلجایی این گل بریده مناسب است. انصاری و همکاران (۱۶) اثر سطوح مختلف جیبرلین، اسید هومیک، نانوذرات نقره و برخی میکروارگانیسم‌ها را بر عمر گلجایی ژربرا بررسی و به این نتیجه رسیدند که استفاده از ۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره به‌همراه ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید و ۴ درصد ساکارز با ۱۹/۵ روز نسبت به شاهد (۱۷/۶۰) روز حدود ۲ روز عمر گلجایی را تمدید کرد.

هدف از انجام این مطالعه، بررسی تأثیر تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره بر بهبود عمر گلجایی گل بریده میخک رقم "تمپو"، بهبود کیفیت رنگ گل، بهبود روابط آبی و فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپراکسیددیسموتاز (SOD) در این گل بود.

مواد و روش‌ها

گل‌های شاخه‌بریده میخک قرمز رقم "تمپو" از گلخانه‌ای در محلات در مرحله نیمه‌باز ستاره‌ای یا قلم‌مویی برداشت شدند. تمامی گل‌ها قبل از تیمار روی ارتفاع ۵۰ سانتی‌متری قطع شده و جهت ارزیابی صفات به آزمایشگاه پس از برداشت دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت با ۱۲ ساعت فوتوپریود، نور ۱۰ میکرومول بر متر مربع در ثانیه با لامپ فلورسنت، دمای ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ تا ۶۵ درصد منتقل شدند. ۵ شاخه گل در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر محلول‌های حاوی STS و SNP قرار گرفت. سپس به‌صورت پالس تحت تیمار تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره (شرکت نانوسید ایران) به‌مدت ۲۴ ساعت قرار گرفته و پس از پالس در گلجای حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول هیدروکسی کینولین سولفات (۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و ساکارز (۳ درصد) قرار گرفتند.

این مطالعه در قالب آزمایش فاکتوریل بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور تیوسولفات نقره در چهار سطح (۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ میلی‌مول) و نانوذرات نقره در چهار سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌گرم در لیتر) با ۱۶ تیمار، ۳ تکرار و مجموعاً ۴۸ پلات آزمایشی انجام شد. در این آزمایش؛ عمر گلجایی، جذب آب، میزان آنتوسیانین کل در گلبرگ، فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (SOD) و انسداد آوندی مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای ارزیابی عمر گلجایی گل‌ها، معیار اصلی، چرخش گلبرگ‌ها به‌طرف داخل و پژمردگی ظاهری گل‌ها بود (۱۲). جذب آب گل‌ها بر اساس محلول باقی‌مانده در پایان عمر گلجایی، حجم اولیهٔ محلول، میزان تبخیر اتاق در پایان عمر گلجایی و وزن اولیه گل‌ها از فرمول زیر برآورد شد. وزن تر گل‌ها در روز اول/ [(میانگین تبخیر اتاق + محلول باقی‌مانده در پایان عمر گلجایی) − ۵۰۰] = مقدار جذب آب

برای ارزیابی میزان آنتوسیانین کل نمونه‌گیری هفت روز پس از انتقال گل‌ها به محلول مداوم از گلبرگ انجام شد و از روش اختلاف جذب در pHهای مختلف با روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد. حلال مورد استفاده جهت استخراج آنتوسیانین-ها، متانول اسیدی (متانول به نسبت حجمی ۱ به ۱ با اسید کلریدریک) بود. برای استخراج آنتوسیانین کل، ۰/۵ گرم گلبرگ با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون چینی آسیاب گردید و سپس به آن ۳ میلی‌لیتر متانول ۱ درصد اسید کلریدریک اضافه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

شد. نمونه‌ها به‌مدت یک شبانه‌روز در بافر استخراج قرار داده شد، سپس به‌مدت ۱۵ دقیقه با ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از جداکردن مایع بالایی نمونه‌ها برای قرائت در دو طول موج ۵۲۰ و ۷۰۰ نانومتر قرار داده شدند و به‌کمک اسپکتروفتومتر مدل PG Instrument اعداد خوانده شدند. سپس با استفاده از فرمول زیر مقدار آنتوسیانین کل محاسبه شد (۱۰):

جذب (A)= (A520 pH1-A700 pH1)- (A520 pH 4.5 – A700 pH 4.5)

آنتوسیانین کل $(mg/L^{-1}) = (A/30200^{a})(10^{3})(445.2^{b})(20^{c})$

که در آن؛ 10^{3}: ضریب تبدیل، a: ضریب خاموشی سیانیدین ۵،۳-گلوکوزید، b: وزن ملکولی سیانیدین ۵،۳-گلوکوزید و c: درجه رقیق‌سازی است.

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز به‌روش بایر و فریدویچ (۱۹) با ساخت دو بافر ۱ و ۲ ارزیابی شد. بافر ۱ حاوی بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، دارای ۰/۱ میلی‌مولار اتیلن دی‌آمینو تراسیتک اسید (EDTA)، متیونین ۱۳ میلی‌مولار و نیترو بلوتترازولیوم (NBT) با pH ۷ و ۷/۵ بود. بافر ۲ حاوی، بافر ریبوفلاوین ۰/۱۲ میلی‌مولار در شرایط نگهداری ویژه (ظرف با پوشش آلومینیومی) بود. پس از ساخت بافرها، ابتدا نمونه کنترل شامل ۸۸۵ مایکرولیتر بافر ۱ + ۱۵ مایکرولیتر بافر ۲ + ۱۰۰ مایکرولیتر بافر فسفات که در استخراج استفاده شده، تهیه شد. سپس نمونه بلانک شامل ۸۸۵ مایکرولیتر بافر ۱ + ۱۵ مایکرولیتر بافر ۲ + ۱۰۰ مایکرولیتر بافر ۲ + ۱۰۰ مایکرولیتر عصاره آنزیمی تهیه شد. نمونه بلانک به‌مدت ۱۵ دقیقه در تاریکی قرار می‌گیرد و نمونه کنترل عصاره آنزیمی در محفظه نوری با دو عدد لامپ فلورسنت ۲۰ وات به‌مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه تکان داده شد و در طول موج ۵۶۰ نانومتر میزان جذب طبق فرمول زیر قرائت شد:

میزان فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (Unit/mg F.W) =

$$\frac{۱۰۰-\left[\frac{\text{OD control}-\text{OD sample}}{\text{OD control}}\times ۱۰۰\right]}{۵۰}$$

انسداد آوندی در گل‌های بریده میخک از طریق برش انتهای ساقه به‌طول ۲ سانتی‌متر و مشاهدات میکروسکوپی به‌صورت یک صفت کیفی مشخص گردید. بدین‌منظور، برش‌های تهیه شده جهت تثبیت به محلول فیکساتور که دارای اسید استیک، فرمالدهید و الکل است، منتقل شدند. در مراحل بعدی، نمونه گیاهی در بلوک پارافینی قرار داده شده و توسط میکروتوم برش‌های نازک و یکنواختی از آن تهیه و میزان انسداد آوندی با میکروسکوپ نوری مشاهده و از آنها عکس تهیه شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمک نرم‌افزار آماری SPSS انجام و مقایسه میانگین‌ها به‌کمک آزمون آماری دانکن انجام گرفت. نمودارها نیز به‌کمک نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

عمر گلجایی

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیوسولفات نقره در سطح ۵ درصد و اثر نانوذرات نقره در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل این‌دو معنی‌دار نبود (جدول ۱).

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، تیمار S_3 (۰/۲ میلی‌مول) با ۱۵/۲۳ روز نسبت به شاهد (۱۲/۳۳ روز) تقریباً ۳ روز عمر گلجایی را افزایش داد (جدول ۲).

در بین سطوح مختلف نانوذرات نقره نیز تیمار ۵ میلی‌گرم در لیتر با ۱۵/۲۰ روز تیمار برتر شناخته شد (جدول ۳). افزایش عمر گلجایی در گل‌های بریده میخک به‌علت اثر این ترکیبات در کاهش سرعت تنفس، تولید اتیلن و افزایش جذب آب است (۴و۱۸). سیسلر و همکاران (۴۲) گل‌های بریده میخک را با غلظت ۱ و ۴ میلی‌مول تیوسولفات نقره تیمار کردند و به این نتیجه رسیدند که تیمارها به مرور باعث افزایش عمر گلجایی میخک می‌گردند. عبدل الواسع (۱۴) نیز دریافت که استفاده از ۰/۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره به‌همراه ساکارز افزایش ۷ روزه عمر گلجایی را نسبت به شاهد در پی دارد. محمدی و همکاران (۱۱) اثر سطوح مختلف نانوذرات نقره را

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره بر روی صفات اندازه‌گیری‌شده

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (SOD)	میزان آنتوسیانین در گلبرگ	جذب آب	عمر گلجایی
تیوسولفات نقره	۳	۶۳۴/۷۸۱**	۲۷۳۷/۴۲۲**	۰/۲۹۲**	۱/۸۲۳*
نانوذرات نقره	۳	۴۴۱/۸۱۱**	۶۵۹/۲۰۷**	۰/۵۲۹**	۳/۴۱۴**
نانوذرات نقره × تیوسولفات نقره	۹	۶۱۸۸۴/۴۲۲**	۱۵۹۱۶۲/۹۰۲**	۰/۰۵۵^{ns}	۰/۷۸۱^{ns}
خطا	۳۲	۲۸/۰۰۲	۴۵/۹۵۶	۰/۰۴۵	۰/۸۴۱
کل	۴۸	–	–	–	–
ضریب تغییرات (درصد)	–	۲۷/۲۶	۲۷/۰۲	۱۷/۱۲	۶/۹۸

^{ns}: غیر معنی‌دار **: معنی‌داری در سطح ۱ درصد *: معنی‌داری در سطح ۵ درصد

جدول ۲. اثر سطوح مختلف تیوسولفات نقره بر صفات اندازه‌گیری‌شده

تیوسولفات نقره (میلی‌مولار)	جذب آب (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	عمر گلجایی (روز)
۰	۱/۶۱^{b}	۱۲/۳۳^{b}
۰/۱	۱/۸۱^{ab}	۱۴/۵۲^{ab}
۰/۲	۱/۹۸^{a}	۱۵/۲۳^{a}
۰/۳	۱/۷۴^{ab}	۱۴/۸۱^{ab}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

جدول ۳. اثر سطوح مختلف نانوذرات نقره بر صفات اندازه‌گیری‌شده

نانوذرات نقره (میلی‌گرم بر لیتر)	جذب آب (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	عمر گلجایی (روز)
۰	۱/۵۳^{b}	۱۱/۰۴^{b}
۵	۱/۸۱^{ab}	۱۵/۲۰^{a}
۱۰	۱/۷۵^{ab}	۱۴/۵۶^{ab}
۱۵	۲/۰۴^{a}	۱۵/۰۹^{ab}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

بر عمر گلجایی گلایول (*Gladiolus grandiflora*) بررسی و به این نتیجه رسیدند که این تیمار باعث افزایش عمر گلجایی این گل بریده می‌گردد. قلعه‌شاخانی و همکاران (۹) اثر سطوح مختلف نانوذرات نقره و اسید هومیک را بر گل بریده آلسترومریا (*Alestroemeria hybrida*) بررسی و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره می‌تواند جهت افزایش عمر گلجایی مناسب باشد. نتایج حاصل از پژوهش‌های فوق با نتایج پژوهش کنونی منطبق است.

جذب آب

تأثیر سطوح مختلف تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود، اما اثر متقابل آنها روی این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). در بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، بیشترین جذب آب در تیمار S_3 (۰/۲ میلی‌مول) با ۱/۹۸ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر و در بین سطوح مختلف نانوذرات نقره به تیمار ۱۵ میلی‌گرم در لیتر با ۲/۰۴ میلی‌گرم در هر گرم وزن تر اختصاص داشت (جداول ۲ و ۳). می‌توان جذب آب مناسب در گل‌های بریده میخک را به بازبرش‌های پیوسته در زیر آب و جذب مناسب آب تیمارها اشاره کرد که، افزایش جذب آب غالباً باعث کاهش درصد ساکارز موجود در ساقه شده است (جداول ۲، ۳ و۴). علاوه بر این دمای بالای ۲ درجه سانتی‌گراد میخک باید در شرایط آبی مناسب قرار گیرد، در غیر این‌صورت دچار پژمردگی می‌شود (۲۷). هم‌چنین افزایش جذب آب در گل‌های بریده میخک را می‌توان به عدم وجود باکتری‌های انتهای ساقه نیز نسبت داد که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج چمنی (۵)، شعبانی و همکاران (۷)، لیو و همکاران (۳۴) و بصیری و زارعی (۴) منطبق است.

میزان آنتوسیانین کل در گلبرگ

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، نانوذرات نقره و اثر متقابل آنها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین حاصل از تیمارها نشان از برتری تیمار S_4 (۰/۳ میلی‌گرم بر لیتر تیوسولفات نقره) با ۷۰/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه گلبرگ، N_4 (۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره) با ۶۷/۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه گلبرگ و تیمار S_3N_4 (۰/۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره) با ۸۷/۲۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه گلبرگ را دارد (جداول ۲، ۳ و ۴). علت این امر را می‌توان بهبود جذب آب در تیمارهای فوق دانست که علاوه بر افزایش میزان کیفی رنگیزه‌ها، در میزان کمی آنها نیز تأثیر مثبت دارد که نتایج پژوهش‌های فوق با نتایج پژوهش بصیری و همکاران (۱۸)، کلاته‌جاری و همکاران (۱۰) و محمدی و همکاران (۱۱) در مورد اثر مثبت ترکیبات حاوی نقره و ترکیبات ضدمیکروبی بر افزایش آنتوسیانین گلبرگ منطبق است.

فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (SOD)

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان از معنی‌داربودن تفاوت تیمارهای مختلف در سطح ۱ درصد در بین سطوح مختلف تیوسولفات نقره، نانوذرات نقره و اثر متقابل این دو دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که بین سطوح مختلف تیمار تیوسولفات نقره، تیمار S_3 (۰/۲ میلی‌مول) با ۴۲/۳۸ واحد بین‌المللی در هر گرم وزن تر ($IU\ g^{-1}\ F.W.$) و در بین سطوح مختلف نانوذرات نقره، تیمار N_4 (۱۵ میلی‌گرم بر لیتر) با ۴۱/۶۷ واحد بین‌المللی در هر گرم وزن تر تیمار برتر بودند (جداول ۲ و ۳). اثر متقابل این دو تیمار نشان داد که تیمار S_3N_4 (۰/۲ میلی‌مول تیوسولفات نقره و ۱۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوذرات نقره با ۴۹/۴۵ واحد بین‌المللی در هر گرم وزن تر نسبت به شاهد (۱۴ واحد بین‌المللی در هر گرم وزن تر) فعالیت سوپراکسیددیسموتاز را حدود ۳ برابر افزایش داد (جدول ۴). علت این امر را می‌توان افزایش فعالیت‌های آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از طریق کاهش نفوذپذیری غشا و تحریک سلولی بیان کرد که ترکیبات حاوی نقره ممکن است با سنتز پروتئین و افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان‌ها پیری را به تأخیر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

جدول ۴. اثر متقابل تیوسولفات نقره و نانوذرات نقره بر صفات اندازه‌گیری‌شده

تیمارها (تیوسولفات نقره به میلی‌مولار و نانوذرات نقره به میلی‌گرم در لیتر)	فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز (SOD) (واحد بین المللی در گرم وزن تر)	میزان آنتوسیانین در گلبرگ (میلی گرم در لیتر)	جذب آب (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	عمر گلجایی (روز)
(S_1N_1) ۰ + ۰	۱۴/۰۰^{g}	۲۴/۲۴^{l}	۱/۲۵^{ab}	۱۳/۶۴^{ab}
(S_1N_2) ۰ + ۵	۱۹/۱۰^{g}	۳۸/۹۷^{j}	۱/۷۳^{ab}	۱۴/۸۰^{ab}
(S_1N_3) ۰ + ۱۰	۳۵/۲۰^{ef}	۳۴/۲۶^{k}	۱/۵۵^{ab}	۱۴/۵۲^{ab}
(S_1N_4) ۰ + ۱۵	۳۹/۴۰^{bcd}	۵۵/۵۰^{gh}	۱/۸۹^{ab}	۱۴/۳۶^{ab}
(S_2N_1) ۰/۱ + ۰	۲۷/۵۰^{f}	۵۱/۶۹^{hi}	۱/۶۷^{ab}	۱۳/۹۵^{ab}
(S_2N_2) ۰/۱ + ۵	۳۵/۵۵^{cde}	۴۹/۴۹^{i}	۱/۷۶^{ab}	۱۵/۲۶^{ab}
(S_2N_3) ۰/۱ + ۱۰	۳۸/۹۵^{bcd}	۵۷/۰۰^{fg}	۱/۸۷^{ab}	۱۴/۶۷^{ab}
(S_2N_4) ۰/۱ + ۱۵	۴۲/۶۰^{abc}	۶۰/۹۱^{ef}	۱/۹۲^{ab}	۱۴/۲۰^{ab}
(S_3N_1) ۰/۲ + ۰	۳۳/۳۰^{def}	۵۵/۵۰^{gh}	۱/۵۹^{ab}	۱۴/۰۷^{ab}
(S_3N_2) ۰/۲ + ۵	۴۲/۶۰^{abc}	۵۹/۹۱^{f}	۲/۱۰^{a}	۱۵/۲۶^{ab}
(S_3N_3) ۰/۲ + ۱۰	۴۴/۲۰^{ab}	۶۴/۱۹^{de}	۱/۹۹^{ab}	۱۵/۱۰^{ab}
(S_3N_4) ۰/۲ + ۱۵	۴۹/۴۵^{a}	۸۷/۲۲^{a}	۲/۲۵^{a}	۱۶/۱۰^{a}
(S_4N_1) ۰/۳ + ۰	۳۴/۹۵^{cdef}	۷۱/۹۳^{bc}	۱/۶۲^{ab}	۱۴/۵۰^{ab}
(S_4N_2) ۰/۳ + ۵	۴۷/۹۵^{a}	۶۷/۷۷^{cd}	۱/۶۵^{ab}	۱۵/۱۰^{ab}
(S_4N_3) ۰/۳ + ۱۰	۳۹/۴۵^{bcd}	۷۴/۶۴^{b}	۱/۵۷^{ab}	۱۳/۹۴^{ab}
(S_4N_4) ۰/۳ + ۱۵	۳۳/۲۵^{cdef}	۶۸/۰۳^{cd}	۲/۱۱^{a}	۱۵/۷۰^{ab}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان هستند در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

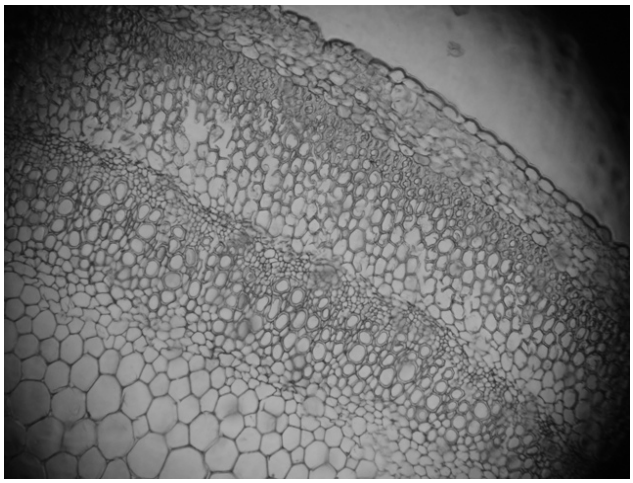
انداخته و عمر پس از برداشت گل‌های بریده را افزایش دهند (۲۴ و ۴۵). نتایج مطالعات فوق با نتایج پژوهش‌های طالبی و همکاران (۸)، چانگلی و همکاران (۲۰) و گرایلو و قاسم‌نژاد (۲۸) در رابطه با تأثیر ترکیبات ضداتیلنی و ضدمیکروبی بر افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز منطبق است.

انسداد آوندی

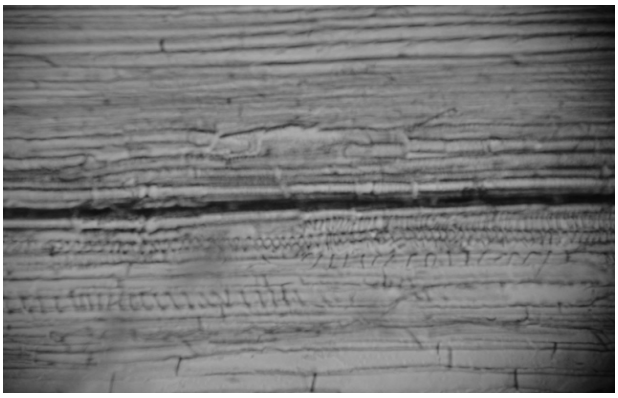
مشاهدات نشان داد که در بین ۴۸ پلات آزمایشی، حدود ۲۷ پلات دچار انسداد آوندی شده‌اند که می‌توان آنها را در ۳ رتبه خیلی شدید، خفیف، جزئی و سالم طبقه‌بندی کرد (شکل‌های ۱، ۲، ۳ و ۴). نتایج مشاهدات میکروسکوپی نشان داد که ترکیبات حاوی یون نقره با اختلال در زنجیره تنفسی آنزیم‌ها و جلوگیری از فعالیت میکروارگانیسم‌های انتهای ساقه که مسیر حرکت آب در آوندها را مسدود می‌کنند باعث افزایش جذب آب و بهبود عمر گلجایی در گل‌های بریده می‌گردند (۴۳). لیو و همکاران (۳۴) با مطالعات میکروسکوپی روی ژربرا رقم "رویکو" دریافتند که تیمار نانوذرات نقره اثر مثبتی بر کنترل آوندی و بهبود جذب آب در این گل بریده داشتند. شعبانی و همکاران (۷) با بررسی روی گل بریده پرنده بهشتی (*Sterlitzia reginae*) و تأثیر نانوذرات نقره روی آنها دریافتند که تیمار ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از این ترکیب، بهترین تیمار جهت افزایش درصد آوندهای باز در این گل بریده بود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

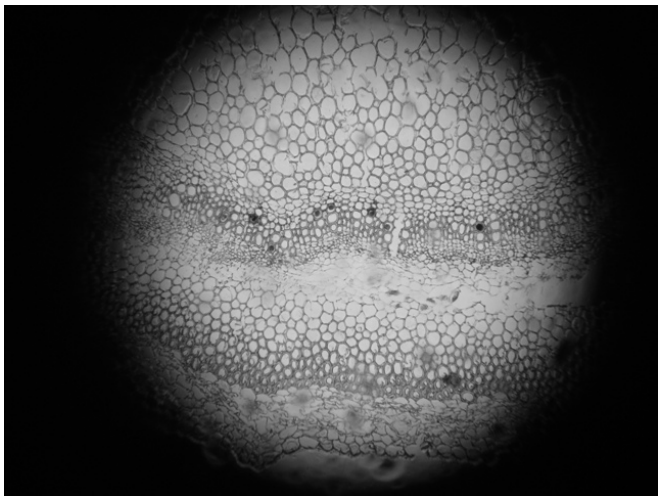
[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]



شکل ۱. برش عرضی آوند سالم در گل شاخه‌بریده میخک رقم "تمپو"



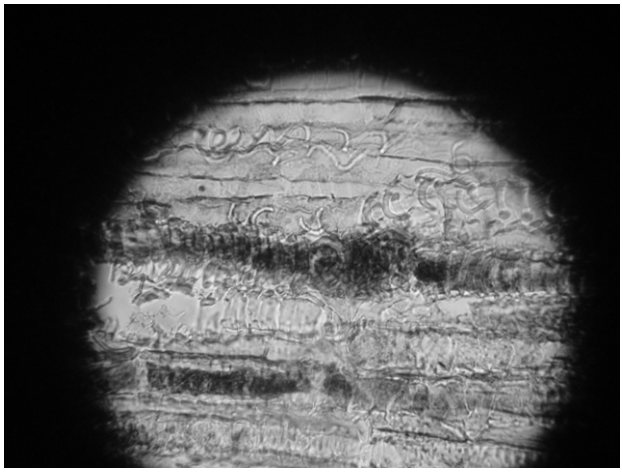
شکل ۲. برش طولی آوند با انسداد خفیف در گل شاخه‌بریده میخک رقم "تمپو"



شکل ۳. برش عرضی آوند با انسداد جزئی در گل شاخه‌بریده میخک رقم "تمپو"

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]



شکل ۴. برش عرضی آوند با انسداد شدید در گل شاخه‌بریده میخک رقم "تمپو"

حاتمی و همکاران (۶) با بررسی اثر نانوذرات نقره بر گل بریده رز (*Rosa hybrida* cv. 'Red Ribon') دریافتند که باکتری‌های انتهای ساقه و نهایتاً انسداد آوندی با تیمار نانوذرات نقره، کاهش یافته و عمر گلجایی در این گل بریده افزایش یافته است، که نتایج مطالعات فوق با نتایج پژوهش کنونی منطبق است.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله برخود لازم می‌دانند تا از حوزه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت خصوصاً معاونت محترم پژوهشی به علت تأمین امکانات مالی این پژوهش قدردانی و سپاسگزاری به‌عمل آورد. از آقایان دکتر قاسم‌نژاد، مهندس نوید حقیقت، مهندس مجید امانی، مهندس محمد زرچینی، مهندس وحید شادپرور قرچه‌داغی، آقای قاسم عابدی و کلیه عزیزانی که در اجرای این پژوهش مرا یاری کردند، نهایت سپاس و قدرشناسی خود را اظهار می‌دارم.

منابع مورد استفاده

1. Ebrahimzadeh, A., S. Masiha, M. Nazemiyeh and A. Valizadeh. 2003. Investigation effect of preservative solution on vase life and some qualitative characteristics of cut carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 4 (1): 33-42.
2. Edrisi, B. 2009. Postharvest Physiology of Cut Flowers. Payam-e-Digar Press, 150 p.
3. Esfandiyari, B., A. Rezaei, S.H. Nemati, A. Tehranifar and S.J. Ashrafi. 2011. Effect of silver nano particles on postharvest life of *Lillium orientalis* cv. Shocking. PP. 2447-2414. *In*: Proc. 7th Iranian Hort. Sci. Congress, 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
4. Basiri, Y. and H. Zarei. 2011. Effects of nanosilver treatments as novel agents to extend vase-life of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv., White Librity) cut flowers. PP. 2478- 2479. *In*: Proc. 7th Iran. Hort. Sci. Cong., 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
5. Chamani, A. 2005. Effect of tidiazuron, 1-methylcyclopropen, nitric oxide, silver thiosulfate and ethylene on physiochemical characteristics of cut rose flowers. PhD. Thesis, Tehran University, Tehran, Iran.
6. Hatami, M., A. Hatamzadeh and M. Ghasemnezhad. 2011. Effect of antimicrobial activity of nanosilver particles and silver-nitrate in related to postharvest life of cut rose 'Red Ribbon' flowers. PP. 2478-2505, *In*: 7th Iran. Hort. Sci. Cong., 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
7. Shabani, M., D. Hashemabadi, D. Bakhshi and B. Kaviani. 2011. Effect of nano-silver particles on vase life of *Strelitzia reginae*. PP. 2402-2404. *In*: 7th Iran. Hort. Sci. Cong., 4-6 Sep., Esfahan, Iran.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

8. Talebi, S. F., S. N. Mortazavi and R. Naderi. 2011. Evaluation of antioxidant enzyme activity and protein content of rose (Cv. Sensiro). PP. 2303-2304. *In*: 7th Iran. Hort. Sci. Cong., 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
9. Gale Shakhani, S., E. Chamani, M. Mohebbi, Y. Pourbeyrami-e-hir and Z. Sadatnabavimohajer. 2011. Effects of silver nanoparticles and humic acid on the vase life of three cultivars of cut *Alstromeria* flowers. PP.2372-2373. *In:* 7th Iranian Hort. Science Cong., 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
10. Kalatejari, S., A. Khalighi, F. Moradi and M.R. Fattahi Moghadam. 2008. Effect of cytokinins, sucrose and 8-hydroxy quinoline sulfate (8-HQS) on longevity of cut rose cv. Red Gont. *Iranian Journal of Horticultural Sciences* 39(1): 125-135.
11. MohamMadi, S. N., H. Zareie and A. Ghasemnejad. 2011. An evaluation of effect of nano-silver compound on TSS and anthocyanin content of cut *Gladiolus*. PP. 2432-2434. *In*: 7th Iranian Horticultural Science Congress, 4-6 Sep., Esfahan, Iran.
12. Hashemabadi, H., Y. Mostofi, A. Kashi, M. Memariani, M. Shafiei and GH. Bagheri-e-Marandi. 2007. Investigation on the effect of 1-MCP pretreatment in delaying of senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus* L. 'Tempo'). *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 8(1): 13-20.
13. Abdi, G., H. Salehi and M. Khoshkhoi. 2008. Nanosilver: A novel nanomaterial for removal of bacterial contaminants in valerian (*Valeriana officinalis* L.) tissue culture. *Acta Physiology Plant* 30: 709-714.
14. Abdul-Wasea, A. 2011. Effects of some preservative solution on vase life and keeping quality of snapdragon (*Antirrhinum majus*) cut flowers. *Journal of Saudi Society for Agricultural Science* 2(1): 29-35.
15. Ali, A., H. Afrasiab, S. Naz, M. Rauf and J. Iqbal. 2008. An efficient protocol for *in vitro* propagation of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). *Pakistan Journal of Botany* 1: 111-121.
16. Ansari, S., E. Hadavi, M. Salehi and P. Moradi. 2011. Application of microorganisms compared with nanoparticles of silver, humic acid and gibberellic acid on vase life of cut gerbera 'GoodTimMing'. *Journal of Ornamental and Horticultural Plant* 1(1): 27-33.
17. Balestra, G. M., R. Agostini, A. Bellincontro, F. Mencarelli and L. Varvaro. 2005. Bacterial population related to gerbera (*Gerberajamesonii* L.) stem break. *Phytopathology Mediterranean* 44: 291-299.
18. Basiri, Y., H. Zarei and K. Mashayekhi. 2011. Effects of nano-silver treatment on vase life of cut flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus cv.* White Librity). *Journal of Advances in Laboratory and Research Biology* 1: 49-55.
19. Bayer, W. F. and L. J. Fridovich. 1987. Assaying for superoxide dismutase activity: Some large consequences of minor changes in condition. *Annals of Biochemistry* 161: 559-566.
20. Changli, Z., L. Li and X. Guo-Quan. 2011. The physiological responses of carnation cut flowers to exogenous nitric oxide. *Postharvest Biology and Technology* 127: 424-430.
21. Chantasut, U. and A. D. Stead. 2003. Increasing flower longevity in *Alstroemeria*. Postharvest. *Biologyical Technology* 29: 324-332.
22. Chen, X. and H. G. Schluesner. 2008. Nanosilver: A nanoproduct in medical application. *Toxic Letter* 176: 1-12.
23. Damunpola, J. W. and D. C. Joyce. 2006. When is a vase solution biocide not, or not only antimicrobial? *Journal of Japanese Society in Horticultural Science* 77: 1-18.
24. Da Silva, J. A. T. 2003. The cutflower: Postharvest consideration. *Online Journal of Biological Science* 3: 406-442.
25. Dubas, S. T., P. Kumlangdudsana and P. Potiyaraj. 2006. Layer-by- layer deposition of antimicrobial silver nanoparticles on textile fibers. *Colloids and Surfaces A: Physiochemical and Engineering Aspects* 289: 105-109.
26. Furno, F., K. S. Morley, B. Wong, P. L. Arnold, S. M. Howdle, R. Bayston, P. D. Winship and H. J. Reid. 2004. Silver nanoparticles and polymeric medical devices, a new approach to prevention of infection. *Journal of Antimicrobial Chemother* 54: 1019-1024.
27. Gast, K. L. B. 1997. Postharvest Handling of Fresh Cut Flowers and Plant Material. Cooperative Extension Service, Kansas State University (KSU).
28. Gerailoo, S. and M. Ghasemnezhad. 2011. Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in 'Yellow Island' cut rose. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 19 (1): 183-193.
29. He, S., D. C. Joyce, D. E. Irving and J. D. Faragher. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimso Yullo' in inflorescences. *Postharvest Biology and Technology* 41: 78-84.
30. Humaid, A. 2004. Silver thiosulphate prolongs vase life and improves quality of cut gladiolus and rose flowers. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 2: 157-162.
31. Ichimura, K., M. Shimamuraand T. Hisamatsu. 1998. Role of ethylene in senescence of cut *Eustoma* flowers. *Postharvest Biology and Technology* 14:193-198.
32. Jiang, H., S. Manolache, A. C. L. Wong and F. S. Denes. 2004. Plasma enhanced deposition of silver nanoparticles on to polymer and metal surfaces for the generation of antimicrobial characteristics. *Journal of Applied Polymer Science* 93: 1411-1422.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]

33. Kim, J. H., A. K. Lee and J. K. Suh. 2005. Effect of certain pre-treatment substances on vase life and physiological character in *Lilium* spp. *Acta Horticulture* 637: 307-314.
34. Liu, J., S. He, Z. Zhang, J. Cao, P. Lv, G. Chen and D. C. Joyce. 2009. Nano-silver pluse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biology and Technology* 54: 59-62.
35. Lok, C. N., C. M. Ho, R. Chen, Q. He, W. Y. Yu, H. Z. Sun, P. K. H. Tam, J. F. Chiu and C. M. Che. 2007. Silver nano-particles: Partial oxidation and antibacterial activities. *Journal of Biology and Inorganic Chemistry* 12: 527-534.
36. Macnish, A. J., D.H. Simons, D. C. Joyce, J. D. Faragherand P. J. Hofman. 2000. Responses of native Australian cut flowers to treatment with 1-methylcyclopropene and ethylene. *Horticultural Science* 35: 254-255.
37. Meman, M. A. and K. M. Dabhi. 2006. Effects of different stalk length and certain chemical substances on vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Savana Red'). *Journal of Applied Horticulture* 8: 147-150.
38. Nair, S. A., V. Singh and T. V. R. S. Sharma. 2003. Effect of chemical preservatives on enhancing vase life of gerbera flowers. *Journal of Tropical Agriculture* 41:56-58.
39. Nell, T. A. 1992. Taking silver safely out of the longevity picture. *Grower Talks June* 35: 41-42.
40. Park, S. H., S. G. OH, J. Y. Mun and S. S. Han. 2005. Effects of silver nanoparticles on the fluidity of bilayer in phospholipid liposome. *Colloids and Surfaces A: Physiochemical and Engineering Aspects* 44: 117-122.
41. Reid, M. S., J. L. Paul, M. B. Farhoomand, A. M. Kofranekand G. L. Staby. 1980. Pulse treatment with silver thiosulphate complex extends the vase life of cut carnation. *Journal ofAmerican Society for Horticultural Science* 105: 25-27.
42. Sisler, E. C., M. S. Reid and S. F. Young.1986. Effect of antagonists of ethylene action on binding of ethylene in cut carnation. *Plant Growth Regulation* 4: 213-218.
43. Solgi, M., M. Kafi, T. S. Taghavi and R. Naderi. 2009. Essential oils and silver nano-prticle (SNP) as novel agents to extend vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') flowers. *Postharvest Biology and Technology* 53: 155-158.
44. Van Doorn, W. G. and Y. De Witte. 1994. Effect of bacteria on scape bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers. *Journal of American Society for Horticultural Science* 119: 568-571.
45. Zhou, Y., S. Z. You, H. Yu and W. J. Zhang. 1994. Effect of chemical treatments on senescence of cut gladiolus. *Acta Horticulture* 21: 189-192.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-18]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1393.4.12.19.5]