[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]

[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

# اثر نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم بر عمر گلجایی و کیفیت گل شاخه‌بریدهٔ داوودی (*Dendranthema grandiflorum* L.)

صدیقه کاظمی‌پور[۱]، داود هاشم‌آبادی[۲*]، بهزاد کاویانی[۲] و ریحانه محمدی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۵/۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۹)

## چکیده

**داوودی (*Dendranthema grandiflorum* L.) یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده در سطح جهان می‌باشد. ذرات نقره در اندازهٔ نانومتر، کاربردهای مختلفی به‌عنوان یک مادهٔ ضد میکروب دارند. این آزمایش به‌منظور بررسی اثر نانوذرات نقره در غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر و سیلیکات سدیم در غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی طول عمر و کیفیت پس از برداشت گل شاخه‌بریدهٔ داوودی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در سه تکرار اجرا گردید. گل‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت با محلول‌های نگهدارندهٔ فوق پیش‌تیمار شده و سپس به محلول نگهدارندهٔ مداوم ۸- هیدروکسی‌کینولین سولفات ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ساکارز ۳ درصد منتقل گردیدند. صفاتی نظیر عمر گلجایی، کاهش وزن تر، شمارش باکتری ساقه، پراکسیده شدن لیپیدها و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در طی نگهداری مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. با توجه به نتایج، تمامی تیمارها اثرات مثبتی بر عمر پس از برداشت گل‌ها داشتند. پیش‌تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر و سیلیکات سدیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌تنهایی و اثر برهمکنش بین آنها، باعث افزایش عمر گلجایی نسبت به شاهد به‌ترتیب به‌مدت زمان ۳/۲۱، ۴/۴۶ و ۸/۵۰ روز شد. هم‌چنین گل‌هایی که با نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم پیش‌تیمار شده بودند، فعالیت آنزیمی سوپراکسید دیسموتاز بالاتری نسبت به شاهد داشتند. پژوهش حاضر نشان داد که با استفاده از غلظت‌های مناسب نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم، می‌توان عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریدهٔ داوودی را افزایش داد.**

**واژه‌های کلیدی:** سوپراکسید دیسموتاز، انسداد آوندی، کلنی‌های باکتریایی، جذب آب

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیاران و کارشناس ارشد، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت

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

[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]

[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]

[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

## مقدمه

داوودی با نام علمی *Dendranthema grandiflorum* L. در خانوادهٔ *Asteraceae* قرار دارد (۳۵). گل داوودی یکی از مهم‌ترین گل‌هایی است که هم به‌صورت گلدانی، هم باغچه‌ای و هم به‌صورت شاخه‌بریده در بازارهای جهانی داد و ستد می‌شود، به‌طوری‌که امروزه رتبه دوم جهانی را پس از گل رز از لحاظ اقتصادی و کشت‌وکار دارا است (۴۱). این گل دارای عمر گلجایی طولانی است که به تولید کم اتیلن در دوران پیری آن نسبت داده می‌شود (۶). از گروه گل‌های نافرازگرا است و پیری آن در پاسخ به تغییراتی است که در میزان کربوهیدرات‌ها رخ می‌دهد (۱) و اتیلن در این فرایند نقش چندانی ندارد (۳۰). مهم‌ترین مشکل پس از برداشت داوودی، زردی برگ‌ها و ناتوانی در جذب آب است که منجر به پژمردگی پیش از موعد برگ‌ها می‌شود (۱۱).

تعادل آب، یکی از عوامل اصلی تعیین کیفیت و ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده است (۱۰) و کمبود آب به‌طور معمول باعث انسداد آوندهای ساقه می‌شود (۴۳). تشکیل حباب‌های هوا درون آوندهای ساقه داوودی از انتقال آب در ساقه جلوگیری می‌کنند و در نتیجه مقاومت هیدرولیکی افزایش می‌یابد و منجر به تنش آبی شدید می‌شود (۴۴). انسداد آوندی ناشی از حباب‌های هوا را می‌توان به‌وسیله تیمار کوتاه‌مدت با محلول یک مادهٔ شوینده برطرف نمود (۱۱). جلوگیری از جذب آب به عوامل دیگری از جمله بسته شدن آوندها به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها نیز نسبت داده می‌شود (۴۴). از این‌رو افزودن مواد ضد باکتریایی در محلول‌های نگهدارنده کاربرد دارد (۱۷). ۸- هیدروکسی کینولین سولفات یک باکتری‌کش و یک عامل اسیدی‌کنندهٔ محلول نگهدارندهٔ گل بریده می‌باشد که با کاهش تراکم باکتری‌ها از بسته‌شدن آوندها پیش‌گیری می‌کند (۲۰). آنجو و همکاران (۴) گزارش دادند گل‌های شاخه‌بریدهٔ داوودی که در محلول نگهدارنده حاوی ۸- هیدروکسی کینولین و ساکارز قرار می‌گیرند دارای عمر بیشتری نسبت به شاهد هستند.

استفاده از ترکیبات حاوی یون نقره به‌منظور کنترل تولید اتیلن و هم‌چنین بهبود روابط آبی در گل‌های شاخه‌بریده پیشنهاد شده است (۲۶ و ۳۱)، اما ترکیبات حاوی نقره که در گذشته استفاده می‌شد، هیچ توجیهی برای دوست‌داران محیط‌زیست جهت استفاده ندارند (۳۲). به‌کار بردن نانوذرات نقره برای افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده، نسبتاً جدید است (۲۵ و ۴۰) و معایب ترکیبات قبلی را نیز ندارد (۱۴ و ۲۲) و اهمیت آن بیشتر به‌دلیل خاصیت ضد باکتری بودن آن است (۲ و ۲۸). لیو و همکاران (۲۵) اثر تیمارهای محلول کوتاه‌مدت (۲۴ ساعت) نانوذرات نقره با غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر را روی عمر گلجایی گل ژربرا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که ۵ میلی‌گرم در لیتر تیمار کوتاه‌مدت نانوذرات نقره به‌علت کاهش جمعیت باکتری‌ها و ممانعت از انسداد آوند چوبی، عمر گلجایی را بیش از دو برابر نسبت به شاهد افزایش می‌دهد. امانی و همکاران (۳) گزارش نمودند که کاربرد نانوذرات نقره منجر به افزایش میزان جذب آب، وزن تر و کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدها نسبت به شاهد در گل بریدهٔ مریم شد. سلگی و همکاران (۴۰) نیز در مطالعه‌ای بر روی گل بریده ژربرا رقم 'دان' نشان دادند، گل‌هایی که در ۵ یا ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره نگهداری می‌شوند، عمر گلجایی بیشتری در مقایسه با شاهد دارند و ۵ میلی‌گرم در لیتر مناسب‌ترین غلظت است. قلعه‌شاخانی و همکاران (۳۶) اثر سطوح مختلف نانوذرات نقره (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و اسید هیومیک (۱۰، ۱۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌مولار) را بر گل بریدهٔ آلسترومریا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تیمار ۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره بهترین تیمار جهت افزایش عمر گلجایی در مقایسه با شاهد و سایر تیمارها است. هم‌چنین غلظت‌های ۱۰ میلی‌مولار و ۱۰۰۰۰ میلی‌مولار اسید هیومیک به‌ترتیب، بیشترین و کمترین میزان جذب محلول را داشتند.

عنصر سیلیسیم (Si) بعد از اکسیژن دومین عنصر فراوان در ساختار کره زمین است، منتهی بیشتر در حالت ترکیبی بوده و

قابل جذب توسط گیاه نیست. سیلیس در دسته عناصر ضروری برای رشد گیاهان قرار نگرفته و بنابراین توجه زیـادی بـه نقـش بیولوژیکی آن در گیاه نشده است (۱۳). با این وجـود مشـخص شده است که سیلیسیم در بسیاری از مـوارد بـا تحریـک رشـد، افزایش فعالیت آنزیم‌های ضد اکسنده و کاهش گونه‌های اکسیژن فعـال در سـلول‌هـای گیـاهی موجـب حفاظـت گیـاه در برابـر تنش‌های محیطی می‌شود (۱۲). سیلیسیم در نگهداری آب سلول دخیل بوده و همین امر باعث ایجاد تحمل و افزایش رشد گیاه در شرایط تنش می‌گردد (۳۸). بیات و همکاران (۷) اثـر سیلیسـیم (از منبـع سـیلیکات‌سـدیم) را در ۴ سـطح ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، بر رشد و خصوصیات فیزیولـوژیکی اطلسـی ایرانی مورد بررسی قرار دادنـد و بـه ایـن نتیجـه رسـیدند کـه استفاده از سیلیسیم، قطـر گـل، طـول دم‌گـل و سـطح بـرگ را به‌ترتیـب ۳۵، ۲۴ و ۵۲ درصـد نسـبت بـه شـاهد افـزایش داد. هم‌چنین کاربرد سیلیسیم در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سرعت گل‌دهی را به‌ترتیب ۱۴ و ۹ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. براساس نتایج حاصل از این تحقیق سـطوح پـایین سیلیسیم (۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مقایسه با سطح بالاتر آن (۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) از نتایج بهتری در بهبود خصوصیات کیفی گل اطلسی برخوردار است. کـاظمی و همکـاران (۲۳) در بررسی اثر سیلیکون (۱/۵ و ۳ میلی‌مولار)، مالیک اسـید (۱ و ۲ میلی‌مولار) و استیل سالسیلیک اسید (۱/۵ و ۳ میلی‌مـولار) بـر روی گل شاخه‌بریدهٔ لیسیانتوس گـزارش دادنـد کـه سـیلیکون با غلظت ۳ میلی‌مولار و مالیک اسید با غلظت ۲ میلـی‌مـولار و استیل سالسیلیک اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار، باعث افـزایش عمر گلجایی نسبت به شاهد (۶ روز) به‌ترتیب به‌مدت زمان ۴، ۲ و ۲ روز شدند. هم‌چنین در اثر برهمکنش بین آنهـا، ترکیـب سیلیکون با غلظت ۱/۵ میلی‌مـولار و مالیـک اسـید بـا غلظـت ۲ میلی‌مولار و استیل سالسیلیک اسید با غلظت ۱/۵ میلی‌مولار، باعث افزایش عمر گلجایی نسبت بـه شـاهد بـه‌مـدت ۱۲ روز شد.

گزارش‌های خاصی در مورد اثـر سـیلیکات‌سـدیم بـر عمـر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده موجود نیست. با توجـه بـه مـوارد بالا، هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر نانوذرات نقـره و سیلیکات سدیم بر ماندگاری و کیفیت گل شاخه‌بریـدهٔ داوودی و معرفی بهترین تیمار جهـت افـزایش عمـر گلجـایی و بهبـود صادرات آن در صنعت گل‌کاری می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۱ گل‌های شاخه‌بریده داوودی که در مرحله تجاری برداشت شده بودند، از گلخانه‌ای در استان تهران تهیه و بلافاصله برای انجام تیمار و ارزیابی صفات به آزمایشگاه پس از برداشت، منتقل شدند. ابتدا شاخه‌هـای داوودی بـه‌طـول ۵۲ سـانتی‌متـر بـه‌صـورت مـورب در داخـل آب ۳۸ درجـه سانتی‌گراد بازبرش (Recutting) و همه برگ‌ها تا گره چهارم از پایین حذف گردیدند. گل‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت با محلـول‌هـای نـانوذرات نقـره (شـرکت نانوسـید ایـران) و سـیلیکات سـدیم (شرکت پتروکویر صدر) پیش‌تیمار شـده و سـپس بـه محلـول نگهدارنده مداوم ۸- هیدروکسی کینولین سولفات ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتـر و سـاکارز ۳ درصـد منتقـل گردیدنـد. در طـول دورهٔ آزمایش به‌منظور جلوگیری از انسداد آوندی هر ۲ روز یک‌بـار عمل بازبرش انتهای سـاقه بـه‌انـدازه ۱ سـانتی‌متـر درون آب ۳۸ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت.

شـرایط محـل آزمـایش شـامل ۱۲ سـاعت روشـنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود که توسط نور لامپ‌هـای فلورسـنت سـفید تأمین می‌شد. شدت نور ۱۲ میکرومـول بـر مترمربـع بـر ثانیـه، دمای اتاق ۲ ± ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسـبی نیـز بـین ۶۰ تا ۷۰ درصد بود.

این آزمایش به‌صـورت فاکتوریـل و در قالـب طـرح کامـل تصادفی با ۲ فاکتور نانوذرات نقره در ۴ سطح (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و سیلیکات سدیم (Ratio = ۲/۴) در ۴ سطح (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) با ۱۶ تیمار، در ۳ تکرار و ۴۸ پلات اجرا گردید. در هـر پـلات ۴ شـاخه و در مجمـوع ۱۹۲ شاخه گل در نظر گرفته شد.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

**عمر گلجایی:** عمر گلجایی به‌فاصله شروع تیمار تا زمان پیری گل که همراه با پژمردگی گلبرگ‌ها و تغییر رنگ برگ می‌باشد تعریف و به‌صورت روز بیان شد.

**کاهش وزن تر:** با توجه به‌میزان وزن تر اولیه، وزن تر نهایی و وزن بازبرش‌های انجام شده در طی عمر گلجایی، مقدار کاهش وزن تر برحسب گرم به ازای هر شاخه گل طبق رابطه زیر محاسبه شد:

(وزن بازبرش‌ها + وزن تر نهایی) – وزن تر اولیه = کاهش وزن تر

**شمارش باکتری در ساقه:** شمارش باکتری با استفاده از روش ون‌مترن و همکاران (۴۵) انجام شد. برای این منظور، ۲۴ ساعت پس از تیمار کوتاه‌مدت، ۱ سانتی‌متر از انتهای ساقه بریده شد. نمونه ۳ مرتبه با آب دیونیزه شسته گردید تا بار میکروب سطح آن کاهش یابد. سپس نمونه در هاون چینی کاملاً خرد و له شد و با محلول نرمال سالین ۰/۹ درصد رقیق گردید. ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول روی پتری دیش‌های حاوی محیط کشت نوترینت‌آگار پهن و کلونی‌های باکتری ۲۴ ساعت پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، مورد شمارش قرار گرفت.

**پراکسیده شدن لیپیدها:** برای اندازه‌گیری پراکسیده شدن لیپیدها، روز پنجم از گلبرگ‌ها نمونه‌گیری و مالون دی‌آلدئید (MDA) به‌عنوان محصول واکنش پراکسیده شدن اسیدهای چرب غشاء با استفاده از روش هیت و پارکر (۱۸) اندازه‌گیری گردید. برای این منظور ۰/۵ گرم از بافت گل‌چه در هر تکرار با کمک نیتروژن مایع در داخل هاون چینی آسیاب گردید و به آن ۱ میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار (pH = ۷) حاوی ۰/۵ مولار اتیلن دی‌آمینو تترااستیک اسید (EDTA) اضافه گردید. عصاره حاصل، به‌مدت ۲۰ دقیقه، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ شد و سپس محلول رویی توسط سمپلر جدا شد و دوباره به‌مدت ۱۰ دقیقه، با دور ۱۰۵۰۰ در دقیقه، در همین دما سانتریفیوژ گردید. پس از آن به ۲۰۰ میکرولیتر از محلول رویی ۱۰۰۰ میکرولیتر تری کلرو استیک اسید (TCA) ۲۰ درصد حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیوتریک اسید (TBA) افزوده شد. مخلوط حاصل به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بلافاصله در یخ، سرد گردید. سپس نمونه‌ها مجدداً در ۱۰۵۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. مادهٔ قرمز رنگ مالون دی‌آلدئید تیوباربیوتریک اسید (MDA-TBA) تولید شده در طول موج ۵۳۲ نانومتر با اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد و جذب سایر رنگیزه‌های اختصاصی در ۶۰۰ نانومتر قرائت گردید و سپس از این مقدار کم شد. غلظت MDA برحسب نانومول در گرم وزن تر بیان گردید.

**آنزیم سوپراکسید دیسموتاز:** سنجش فعالیت آنزیم SOD، در روز پنجم آزمایش به روش ژیانوپلتیس و رایس (۱۵) با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر و با کمی تغییر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نمونه‌های بافت در داخل یک هاون و در حضور نیتروژن مایع آسیاب شد و به دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل گردید. مقدار ۰/۵ گرم از بافت منجمد شدهٔ پوست و گوشت با یک میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۰/۵ مول، ۰/۱ گرم پلی‌وینیل پلی‌پیرولیدین (PVPP) و در pH برابر با ۷ رقیق شد. پس از یکسان کردن توسط هموژنایزر (مدل IKA-T8، ساخت آلمان)، نمونه‌ها به‌مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و با دور ۱۴۰۰۰ در دقیقه سانتریفیوژ گردیدند. محلول رویی به‌آرامی برداشته شد و با ریختن در تیوب بلافاصله به دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا اندازه‌گیری فعالیت منتقل گردید. محلول واکنش شامل EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار، متیونین ۱۳ میلی‌مولار و نیترو بلوتترازولیوم (NBT) ۷۵ میکرومولار و ریبوفلاوین ۲ میکرومولار (مجموعاً به اندازه یک میلی‌لیتر) و ۱۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. تیوب‌های حاوی محلول واکنش به‌مدت ۱۵ دقیقه درحالی‌که به‌آرامی تکان داده می‌شدند در معرض نور فلورسنت (یک عدد لامپ فلورسنت



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

حدود ۴۰۰ لوکس) و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد قـرار گرفتنـد. واکنش با انتقال تیوب‌ها به شرایط تاریکی متوقف شد و سـپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۵۶۰ نانومتر قرائت گردیـد. بـرای سنجش فعالیت این آنزیم علاوه بر کوت‌های نمونه و بلانک از کوت شاهد نیز استفاده شد، که محتوای واکنشی نمونهٔ بلانک و شاهد، مشابه نمونهٔ اصلی است با این تفاوت که هـر دو نمونـهٔ مذکور فاقد آنزیم بودند. لازم به ذکـر اسـت کـه نمونـهٔ کنتـرل به‌همراه نمونه‌ها در معرض نور قرار می‌گیرد و نمونهٔ بلانک در تاریکی قرار داده می‌شود. میزان جذب نمونه‌ها در طـول مـوج ۵۶۰ نانومتر خوانده شد. برای هر نمونه سه قرائت بـدون خطـا ثبت گردید. هر واحد فعالیت SOD عبارت است از مقـداری از آنزیم که برای ۵۰ درصد مهار احیای فتوشـیمیایی NBT تحـت شرایط سنجش نیاز است. فعالیت این آنزیم بـه‌صـورت واحـد آنزیم در گرم وزن تر بیان شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌کمـک نـرم‌افـزار آمـاری SPSS و مقایسه میانگین‌ها به‌کمک آزمون آماری دانکـن انجـام گرفـت. نمودارها نیز به‌کمک نرم‌افزار Excel رسم گردید.

## نتایج و بحث

### عمر گلجایی

نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف نـانوذرات نقـره و سیلیکات سدیم بر صفات اندازه‌گیری شـده، در جـداول ۱ و ۲ آورده شده است. تجزیه واریـانس داده‌هـا نشـان داد کـه تـأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم روی عمـر گلجـایی در سـطح آمـاری ۱ درصـد معنـی‌دار شـده ولـی اثـر برهمکنش بین آنها معنی‌دار نشده اسـت (جـدول ۱). براسـاس جدول مقایسه میانگین داده‌ها در بررسی اثـر اصـلی، نـانوذرات نقره با غلظـت ۱۰ میلـی‌گـرم در لیتـر بیشـترین عمـر گلجـایی (۱۷/۱۶ روز) و تیمار شاهد (۱۳/۹۵ روز) کمترین عمر گلجایی را داشت و در سیلیکات سدیم، غلظت ۱۰۰ میلی‌گـرم در لیتـر بیشترین (۱۷/۵۰ روز) و تیمار شاهد (۱۳/۰۴ روز) کمترین عمر گلجایی را نسبت به سایر تیمارها نشـان داد (جـدول ۳). همـه غلظت‌های نانوذرات نقره، عمـر گلجـایی را نسـبت بـه شـاهد افزایش دادند که با نتایج پـژوهش‌هـای لیـو و همکـاران (۲۵)، سـلگی و همکـاران (۴۰)، اورعـی و همکـاران (۳۳)، صـفا و همکـاران (۳۹) و حسـین‌زاده لیـاولی (۱۹) در رابطـه بـا تـأثیر نانوذرات نقره بر بهبود عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده مطابقت داشت. افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریـده بـا اسـتفاده از نانوذرات نقره را می‌توان به نقش ضد باکتری آن نسبت داد (۲). از آنجایی که احتمال رشد میکروارگانیسـم‌هـا در محلـول‌هـای حاوی ساکارز افزایش می‌یابد (۲۴)، نانوذرات نقره بـا خاصـیت ضد میکروبی خود از انسداد آوندها در آنها جلـوگیری کـرده و از ایجاد تنش آبی و پژمردگی زود هنگام گلبرگ ها بـه‌دلیـل کـاهش جـذب آب در سـاقه، جلـوگیری مـی‌نمایـد (۹). غلظـت‌هـای سیلیکات سدیم نیز عمر گلجـایی را نسـبت بـه شـاهد افـزایش دادند. سیلیسیم در نگهداری آب سلول دخیل بوده و همین امـر باعث ایجاد تحمل و افزایش رشد گیاه در شرایط تنش می‌گردد (۳۸). انسداد آوندی ناشی از حباب‌های هوا را می‌توان به‌وسیله تیمارهای کوتاه‌مدت با محلول یک مادهٔ شوینده برطـرف نمـود (۱۱). طبق جدول مقایسه میانگین داده‌هـا (جـدول ۳)، غلظـت بالای نانوذرات نقره (۲۰ میلی‌گرم در لیتر) و سـیلیکات سـدیم (۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) کمترین افزایش بر روی عمر گلجایی را پس از شاهد به‌خود اختصاص دادند. این امر را می‌توان به اثـر سمی غلظت‌های بالای ایـن تیمارهـا نسـبت داد کـه بـا نتیجـه پژوهش لیو و همکاران (۲۵) مطابقت دارد.

### کاهش وزن تر

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر غلظـت‌هـای مختلـف نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم و اثر برهمکنش بـین آنهـا بـر صفت کاهش وزن تر در سطح آماری ۱ درصد معنـی‌دار شـده است (جـدول ۱). براسـاس جـدول مقایسـه میـانگین داده‌هـا، نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتـر کمتـرین کـاهش وزن تر (۶/۸۷ گرم) و نانوذرات نقره با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۰/۵۹ گرم) و تیمار شاهد (۱۰/۴۲ گرم) بیشترین کـاهش



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

**جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم بر شمارش باکتری، عمرگلجایی و کاهش وزن تر در گل شاخه‌بریدهٔ داوودی**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | شمارش باکتری ساقه | عمر گلجایی | کاهش وزن تر |
| بلوک | ۲ | ۱۱/۰۸ ns | ۲۲/۱۹ * | ۰/۳۹۶ ns |
| نانوذرات نقره (N) | ۳ | ۱۶۱۱۹ ** | ۲۶/۵۱۴ ** | ۴۷/۲۴ ** |
| سیلیکات سدیم (S) | ۳ | ۴۰۱۳ ** | ۴۴/۰۱۴ ** | ۵۳/۴۰ ** |
| N × S | ۹ | ۲۰۴۷ ** | ۵/۲۷۸ ns | ۱۰/۹۹ ** |
| خطا | ۳۲ | ۳۶/۶۳ | ۳/۲۲۹ | ۰/۳۳۵ |
| کل | ۴۷ | – | – | – |
| ضریب تغییرات (٪) | – | ۱۰/۸۸ | ۱۱/۷۵۱ | ۶/۵۸ |

**: معنی‌داری در سطح ۱٪، ns: غیر معنی‌دار

وزن تر را نشان دادند. در سیلیکات سدیم کمترین کاهش وزن تر با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۷/۴۸ گرم) و بیشترین کاهش وزن تر در تیمار شاهد (۱۱/۷۷ گرم) مشاهده شد. در اثر برهمکنش نیز، تیمار توأم نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه سیلیکات سدیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۳/۸۶ گرم) کمترین کاهش وزن تر و تیمار شاهد (۱۴/۳۹ گرم) بیشترین کاهش وزن تر را داشته‌است (جدول ۳). طبق جدول مقایسه میانگین (جدول ۳)، تیمارهایی که کمترین کاهش وزن تر را داشتند، بیشترین عمر گلجایی را داشته‌اند و این با بیان رید و وو (۳۷) که وزن گل‌ها را یک شاخص بسیار مهم برای پژمردگی گل‌ها دانستند، مطابقت دارد. در بیان علت آن می‌توان اظهار داشت که نانوذرات نقره با خاصیت ضد میکروبی و جلوگیری از انسداد آوندی (۲۵) و سیلیکات سدیم با خاصیت ضد تعرقی (۱۶) موجب کاهش تنش آبی شده و در نتیجه کاهش کمتر وزن تر را به‌همراه داشته‌اند.

**شمارش باکتری ساقه**

تأثیر غلظت‌های مختلف نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم و اثر برهمکنش بین آنها بر میزان رشد باکتری انتهای ساقه، در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۱). نانوذرات نقره با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر، کمترین کلونی باکتری ساقه (۲۳/۳۳) را نسبت به شاهد دارا بود و سیلیکات سدیم نیز با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، کمترین کلونی باکتری ساقه (۴۳/۴۲) را نسبت به شاهد داشت. تیمار توأم نانوذرات نقره با غلظت ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه سیلیکات سدیم با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، کمترین کلونی باکتری ساقه (۱۰/۳۳) را نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۳). داده‌ها نشان دادند که همهٔ تیمارها در کاهش رشد باکتری نسبت به شاهد مؤثر بوده‌اند. جذب عنصر سیلیسیم توسط گیاه، اثرات مفیدی مانند افزایش مقاومت به آفات و بیماری‌ها را منجر می‌شود (۲۱) و اثرات مثبت نانوذرات نقره را به جلوگیری از رشد باکتری‌ها در محلول گلدانی و انتهای ساقه می‌توان مربوط دانست (۲۸). بنابراین به‌نظر می‌رسد که نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم به‌علت کاهش جمعیت باکتری‌ها و ممانعت از انسداد آوند چوبی، عمر گلجایی را در گل شاخه‌بریده داوودی افزایش می‌دهند.

**پراکسیده‌شدن لیپیدها**

در این بخش و بخش بعد، تیمارهای $N_0S_0$، $N_0S_3$، $N_1S_0$، $N_2S_2$ و $N_3S_0$ برای بررسی میزان مالون دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. تأثیر

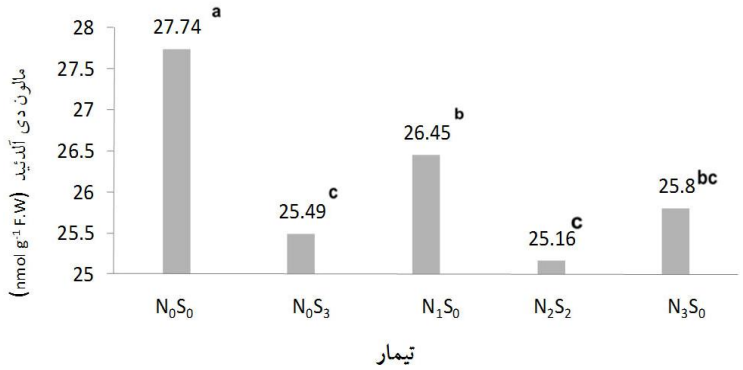


[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

**جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای منتخب بر میزان مالون‌دی‌آلدئید و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گل شاخه‌بریدهٔ داوودی**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | |
|---|---|---|---|
| | | مالون‌دی‌آلدئید (MDA) | فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز (SOD) |
| بلوک | ۲ | ۰/۰۱۹ ns | ۲/۸۲ ns |
| تیمارهای منتخب | ۴ | ۳/۱۱۲** | ۲۰/۹۲** |
| خطا | ۱۰ | ۰/۰۶۹ | ۴/۵۰۲ |
| کل | ۱۴ | – | – |
| ضریب تغییرات (٪) | – | ۰/۱ | ۲۸/۳ |

**: معنی‌داری در سطح ۱٪، ns: غیر معنی‌دار




**شکل ۱. اثر برهمکنش غلظت‌های منتخب نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم بر میزان مالون‌دی‌آلدئید در گل شاخه‌بریدهٔ داوودی. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد (آزمون دانکن).**

تیمارهای مورد نظر بر میزان مالون‌دی‌آلدئید، در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲) و تیمار $N_2S_2$ (نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه سیلیکات سدیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) با ۲۵/۱۶ نانومول در گرم وزن تر کمترین و تیمار شاهد با ۲۷/۷۴ نانومول در گرم وزن تر بیشترین میزان مالون‌دی‌آلدئید را نشان داد (شکل ۱). پیری گل‌های بریده یک مکانیزم تنظیم هورمونی است و این فرآیند درگیر تغییر ویژگی‌های فیزیکی و زیست‌شیمیایی در غشاء سلولی است (۸). نتایج این آزمایش نشان داد که میزان مالون‌دی‌آلدئید در تیمارهای حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم نسبت به شاهد کمتر بود و تیمارهایی که عمر گلجایی بهتری داشتند، میزان مالون‌دی‌آلدئید آنها نیز در حد پایین‌تری نسبت به سایر تیمارهای مورد بررسی قرار داشت. به‌نظر می‌رسد که محلول‌های حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم با تعدیل تنش اکسیداتیو، موجب کاهش پراکسیداسیون لیپیدها و سالم ماندن بیشتر غشاء می‌شوند.

### آنزیم سوپراکسید دیسموتاز

تأثیر تیمارهای مورد بررسی بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول ۲). تیمار $N_2S_2$ (نانوذرات نقره با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به‌همراه سیلیکات سدیم با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر)



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

**جدول ۳. مقایسه میانگین اثر غلظت‌های نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم بر شمارش باکتری، عمر گلجایی و کاهش وزن تر در گل شاخه‌بریدهٔ داوودی**

| تیمارها | شمارش باکتری ساقه ($Log10\ CFU^{-1}$) | عمر گلجایی (روز) | کاهش وزن تر (گرم) |
|---|---|---|---|
| $N_0$ | ۱۰۴/۷۵$^{a}$ | ۱۳/۹۵$^{b}$ | ۱۰/۴۲a |
| $N_1$ | ۶۲/۲۵$^{b}$ | ۱۵/۷۹$^{ab}$ | ۷/۱۱$^{b}$ |
| $N_2$ | ۳۱/۴۲$^{c}$ | ۱۷/۱۶$^{a}$ | ۶/۸۷$^{b}$ |
| $N_3$ | ۲۳/۳۳$^{d}$ | ۱۴/۲۵$^{b}$ | ۱۰/۵۹$^{a}$ |
| $S_0$ | ۸۲/۵۸$^{a}$ | ۱۳/۰۴$^{c}$ | ۱۱/۷۷$^{a}$ |
| $S_1$ | ۵۰/۵۰$^{b}$ | ۱۶/۰۴$^{ab}$ | ۸/۰۳$^{b}$ |
| $S_2$ | ۴۵/۲۵$^{c}$ | ۱۷/۵۰$^{a}$ | ۷/۴۸$^{c}$ |
| $S_3$ | ۴۳/۴۲$^{c}$ | ۱۴/۵۸$^{bc}$ | ۷/۷۲$^{bc}$ |
| $N_0S_0$ | ۱۸۷/۳۳$^{a}$ | ۱۲/۶۶$^{a}$ | ۱۴/۳۹$^{a}$ |
| $N_0S_1$ | ۸۶/۳۳$^{b}$ | ۱۳/۳۳$^{a}$ | ۹/۷۵$^{e}$ |
| $N_0S_2$ | ۷۸/۰۰$^{bc}$ | ۱۶/۳۳$^{a}$ | ۱۰/۲۹$^{de}$ |
| $N_0S_3$ | ۶۷/۳۳$^{d}$ | ۱۳/۵۰$^{a}$ | ۷/۲۷$^{fg}$ |
| $N_1S_0$ | ۶۸/۰۰$^{cd}$ | ۱۲/۸۳$^{a}$ | ۷/۹۷$^{fg}$ |
| $N_1S_1$ | ۶۲/۳۳$^{de}$ | ۱۷/۵۰$^{a}$ | ۶/۹۲$^{gh}$ |
| $N_1S_2$ | ۶۲/۳۳$^{de}$ | ۱۷/۸۳$^{a}$ | ۶/۰۰$^{h}$ |
| $N_1S_3$ | ۵۶/۳۳$^{e}$ | ۱۵/۰۰$^{a}$ | ۷/۵۶$^{fg}$ |
| $N_2S_0$ | ۴۳/۰۰$^{f}$ | ۱۳/۳۳$^{a}$ | ۱۱/۳۹$^{c}$ |
| $N_2S_1$ | ۲۹/۶۶$^{gh}$ | ۱۸/۳۳$^{a}$ | ۴/۳۲$^{i}$ |
| $N_2S_2$ | ۱۳/۳۳$^{i}$ | ۲۱/۱۶$^{a}$ | ۳/۸۶$^{i}$ |
| $N_2S_3$ | ۳۹/۶۶$^{fg}$ | ۱۵/۸۳$^{a}$ | ۷/۹۳$^{fg}$ |
| $N_3S_0$ | ۳۲/۰۰$^{fgh}$ | ۱۳/۳۳$^{a}$ | ۱۳/۳۵$^{b}$ |
| $N_3S_1$ | ۲۳/۶۶$^{h}$ | ۱۵/۰۰$^{a}$ | ۱۱/۱۴$^{cd}$ |
| $N_3S_2$ | ۲۷/۳۳$^{h}$ | ۱۴/۶۶$^{a}$ | ۹/۷۶$^{e}$ |
| $N_3S_3$ | ۱۰/۳۳$^{i}$ | ۱۴/۰۰$^{a}$ | ۸/۱۳$^{f}$ |

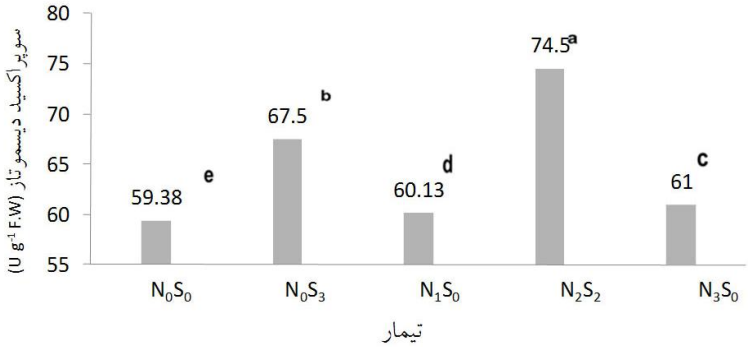
حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد (آزمون دانکن).

$N_0$ (۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره)، $N_1$ (۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره)، $N_2$ (۱۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره)، $N_3$ (۲۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره)، $S_0$ (۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات سدیم)، $S_1$ (۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات سدیم)، $S_2$ (۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات سدیم)، $S_3$ (۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر سیلیکات سدیم)

بیشترین (۷۴/۵۰ واحد در گرم وزن تر) و تیمار شاهد (۵۹/۳۸ واحد در گرم وزن تر) کمترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را نشان داد (شکل ۲). افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال (ROS) مثل رادیکال سوپراکسید



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]




**شکل ۲. اثر برهمکنش غلظت‌های منتخب نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم بر فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز در گل شاخه‌بریدهٔ داوودی. حروف مشابه بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد (آزمون دانکن).**

($O_2^-$) و پراکسید هیدروژن ($H_2O_2$) با تخریب پروتئین ها، لیپیدها و اسید نوکلئیک باعث پیری گل می‌شوند (۴۲). برای خنثی‌کردن اثر سمی گونه‌های اکسیژن فعال، یک سیستم آنتی‌اکسیدانی خیلی مؤثر مورد نیاز است که در سلول‌های گیاهی دو سیستم غیرآنزیمی و آنزیمی این نقش را برعهده دارند (۵). SOD به‌عنوان یک آنزیم کلیدی در سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی گیاه به‌شمار می‌رود، زیرا غلظت آنیون سوپراکسید ($O_2^-$) و پراکسید هیدروژن ($H_2O_2$) را در گیاه کنترل می‌کند (۲۹). نتایج آزمایش حاکی از این است که فعالیت آنزیم SOD در تیمارهای حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم نسبت به شاهد افزایش معنی داری را نشان داد. می‌توان بیان داشت که این افزایش، ناشی از فعال شدن سلول‌ها از طریق جذب مناسب محلول غذایی و تورژسانس سلولی بوده است. فعال بودن سلول ها خود دلیل بر فعال بودن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و در نتیجه پایداری غشاء سلول‌ها است (۳۴). افزایش کمتر میزان مالون‌دی‌آلدئید و در نتیجه کاهش پراکسیداسیون لیپیدها در تیمارهای حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم نسبت به شاهد، نیز تأیید کننده این مطلب می‌باشد. وقتی شاخه‌های گل از گیاه جدا شده و در محلول نگهداری می‌گردند دچار تنش به‌ویژه تنش آبی می‌شوند (۱۱) و کمبود آب، تنش اکسیداتیو ایجاد می‌کند (۲۷) که این موضوع را گزیاژانگ و هوانگ (۴۶) در چمن از طریق تنش آبی تجربه کرده‌اند. به‌نظر می‌رسد که تیمارهای حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم با افزایش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز و در نتیجه کاهش گونه‌های اکسیژن فعال در سلول های گیاهی، موجب تعدیل تنش آبی و کاهش پیری گل های بریده شده‌اند. افزایش عمر گلجایی گل های داوودی در تیمارهای حاوی نانوذرات نقره و سیلیکات سدیم نسبت به شاهد، تصدیق کننده این موضوع می‌باشد.

## سپاسگزاری

بدین‌وسیله از حوزه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت، به‌ویژه معاونت محترم پژوهشی، به‌علت فراهم نمودن شرایط مناسب و در اختیار نهادن تجهیزات برای این پژوهش، تشکر و قدردانی می‌شود.

## منابع مورد استفاده

1. Adachi, M., S. Kawabata and R. Sakiyama. 1999. Changes in carbohydrate content in cut chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura) 'Shuhou-no-chikara' stems kept at different temperature during anthesis and senescence. *Journal Japanese Society for Horticultural Science* 68: 505-512.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

2. Alt, V., T. Becher, P. Steinrucke, M. Wagener, P. Seidel, E. Dingeldein, E. Domannand and R. Schnettler. 2004. An *in vitro* assessment of the antibacterial properties and cytotoxicity of nanoparticulate silver bone cement. *Biomaterials* 25: 4383-4391.
3. Amani, M., A. Hatamzade, A. Nikbakht, and M. Ghasemnezhad. 2011. Effect of silver nanoparticles on the vase life of cut tuberose flower (*Polianthes tuberose* L.). *In:* Proceeding of the 2th National Conference of Iranian Plant Physiology. Yazd University, Iran. pp. 32. (In Farsi).
4. Anju, B., S. N. Tripathi, O. P. Sehgal and A. Bhat. 1999. Effect of pulsing, packaging and storage treatments on vase life of chrysanthemum cut flowers. *Advances in Horticultural and Forestry* 6: 125-131.
5. Ashraf, M. Y., A. R. Azmi, A. H. Khan and S. A. Ala. 1994. Effect of water stress on total phenols, peroxidase activity and chlorophyll content in wheat. *Acta Physiologiae Plantarum* 16 (3): 185-191.
6. Bartoli, G. G., J. J. Guiamet and E. R. Montaldi. 1996. Ethylene production and response to exogenous ethylene in senescing petals of *Chrysanthemum morifolium* RAM. *cv. Uncei*. *Plant Science* 124: 15-21.
7. Bayat, H., S. H. Nemati and Y. Selahvarzi. 2012. Effects of silicon on growth and some physiological characteristics in Iranian Petunia. *Journal of Horticultural Science* 26 (1): 10-16 (In Farsi).
8. Borochov, A. and R. Woodson. 1989. Physiology and biochemistry of flower petal senescence. *Horticultural Reviews* 11: 15-43.
9. Celikel, F. G. and M. S. Reid. 2002. Postharvest handling of stock (*Matthoila incana*). *Horticultural Science* 37: 144-147.
10. Da Silva, J. A. T. 2003. The cut flower: postharvest considerations. *Online Journal of Biological Sciences* 3: 406-442.
11. Edrisi, B. 2009. Postharvest Physiology of Cut Flowers. Payame Digar Press, Arak. (In Farsi).
12. Epstein, E. 1994. The anomaly of silicon in plant biology. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 91: 11-17.
13. Epstein, E. 1999. Silicon. *Plant Physiology* 50: 641-664.
14. 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 Chemotherapy* 54: 1019-1024.
15. Giannopolitis, C. and S. Ries. 1997. Superoxid dismutase. I: Occurence in higher plant. *Plant Physiology* 59: 309–314.
16. Gillman, J. H. and D. C. Zlesak. 2000. Applications of sodium silicate to rose (*Rosa 'Nearly Wild'*) cuttings decreases leaflet drop and increases rooting. *Horticultural Science* 35: 773- 776.
17. Halevy, A. H. 1976. Treatment to improve water balance of cut flowers. *Acta Horticulture* 64: 223-230.
18. Heath, R. L. and L. Parker. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 125: 189-198.
19. Hoseinzadeh Liavali, M. 2011. Effect of nanosilver and boric acid on vase life and quality of cut flower Rosa '*Yellow Island*'. MSc. Thesis, Faculty of Agriculture University of Islamic Azad, Rasht Branch, Iran. (In Farsi).
20. Ichimura, K., K. Kojima and R. Goto. 1999. Effects of temperature, 8-hydroxyquinoline sulfate and sucrose on the vase life of cut Rose flowers. *Postharvest Biology and Technology* 15: 33-40.
21. Ishiguro, K. 2001. Review of research in Japan on the roles of silicon in conferring resistance against rice blast. pp. 277–291, *In:* L. E. Datnoff, G. H. Snyder and G. H. Korndorfer (Eds.), Silicon in Agriculture. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
22. 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 Polymeric Science* 93: 1411-1422.
23. Kazemi, M., M. Asadi and S. Aghdasi. 2012. Postharvest life of cut Lisianthus flowers as affected by silicon, malic acid and acetylsalicylic acid. *Research Journal of Soil Biology* 10: 3923-3929.
24. Kim, J., A. Lee and J. Suh. 2005. Effect of pre-treatment substances on vase life and physiological character in *Lilium* spp. *Acta Horticulturae* 673: 306-314.
25. Liu, J. P., S. G. He, Z. Q. Zhang, J. P. Cao, L. V. Peitao, S. D. He, G. P. Cheng and D. C. Joyce. 2009. Nanosilver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. 'Ruikou' flowers. *Postharvest Biology and Technology* 54: 59-62.
26. 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.
27. Moon, D. G., S. W. Ko, Y. H. Kim and Y. H. Choi. 2004. Effect of water stress on soluble solids and acidity in various sized fruit of Satsuma Mandarin. *Proceedings of the International Society of Citriculture (Spain)* 2004: 674-678.
28. Morones, J. R., J. L. Elechiguerra, A. Camacho, K. Holt, J. B. Kouri, T. J. Ramirez and M. J. Yaca-man. 2005. The bactericidal effect of silver nanoparticles. *Nanotechnology* 16: 2346-2353.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]

29. Mozafari, V. and Z. Asadollahi kosarrizi. 2011. Effect of manganese and salinity in perlite culture on some physiological characteristics of pistachio. *In:* Proceedings of the 7th Congress of Iranian Horticultural Science. Isfahan University of Technology, Iran. pp. 2180-2183 (In Farsi).
30. Nabigol, A., R. Naderi, M. Babalar and M. Kafi. 2006. Increasing vase life of chrysanthemum cut flowers by using floral preservatives and recuting. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology* 7 (4): 207-2016 (In Farsi).
31. 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.
32. Nell, T. A. 1992. Taking silver safely out of the longevity picture. *Grower Talks June* 35: 41-42.
33. Oraei, A., M. Kiani and A. Ganji Moghadam. 2011. Effects of nano-silver, silver thiosulfate, 8-hydroxy quinoline and some natural compounds on the vase life of cut Rose flowers. *In:* Proceeding of the 7th Congress of Iranian Horticultural Science. Isfahan University of Technology, Iran. pp. 2201-2203. (In Farsi).
34. Palma, J. M., L. M. Sandalio, F. J. Corpas, M. C. Romero, I. McCarthy and L. A. Río. 2002. Plant proteases, protein degradation and oxidative stress: role of peroxisomes. *Plant Physiology and Biochemistry* 40: 521-530.
35. Peyvandi, M., M. Moradtehrani and A. Majd. 2010. Organogenesis and callus induction of chrysanthemum plant (*Chrysanthemum morifolium Ramat* L.). *Islamic Azad University of Zanjan Branch Journal of Biological Science* 3 (2): 53-59 (In Farsi).
36. Qale shakhani, S., E. Chamani, B. Esmailpour, M. Mohebbi, Y. pour beyrami-e-hir and Z. Nabavi mohajer. 2011. Effects of silver nanoparticles and humic acid on the vase life of three cultivars of cut Alstromeria flowers. *In:* Proceeding of the 7th Congress of Iranian Horticultural Science. Isfahan University of Technology, Iran. pp. 2372-2373. (In Farsi).
37. Reid, M. S. and M. J. Wu. 1992. Ethylene and flower senescence. *Plant Growth Regulation* 11: 373.
38. Romero-Aranda, M. R., O. Jurado and J. Cuartero. 2006. Alleviates the deleterious salt effect on tomato plant growth by improving plant water status. *Plant Physiology* 163: 847-855.
39. Safa, Z., D. Hashemabadi and B. Kaviani. 2012. Improving the vase life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii* L. cv. 'Balance') flower with silver nano-particles. *European Journal of Experimental Biology* 2(6): 2489-2492.
40. Solgi, M., M. Kafi, T. S. Taghavi and R. Naderi. 2009. Essential oils and nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv., Dune,) flowers. *Postharvest Biology and Technology* 53: 155-158.
41. Swedish Chambers of Commerce. 2011. Market Report Focus on the EU and Swedish Market for Floricultural Products. Stockholm. Sweden.
42. Thompson, J. E., R. L. Legge and R. L. Barber. 1987. The role of free radicals in senescence and wounding. *New Phytologist* 105: 317-334.
43. Van Doorn, W. G. 1997. Water relations of cut flowers. *Horticultural Reviews* 18: 1-85.
44. Van Leperen, W., J. Nijsse, C. J. Keijzer and U. Van Meeteren. 2001. Induction of air embolism in xylem conduits of pre-defined diameter. *Journal of Experimental Botany* 52: 981-991.
45. Van Meteren, U., H. Van Gelder and W. Van Leperen. 2000. Reconsideration of use of deionized Water as vase water, in postharvest experiments of cut flowers. *Postharvest Biology and Technology* 16: 169-181.
46. Xiaozhong, L. and B. Huang. 2002. Cytokinin effects on creeping bent grass response to heat stress: leaf senescence and antioxidant metabolism. *Crop Science* 42: 466-472.



[ Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-06-14 ]
[ DOR: 20.1001.1.22518517.1394.5.18.6.1 ]
[ DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.18.63 ]