نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و چهارم، شماره دوم، ۱۳۹٦
http://jopp.gau.ac.ir

اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا، رقم پینک پاور

*محمود کوشش‌صبا[1] و فرزاد نظری[2]

[1]دانشیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه کردستان و مرکز پژوهشی اصلاح و توسعه گیاهان دارویی، دانشگاه کردستان،
[2]استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه کردستان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۲/۲٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/٦/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: ژربرا یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی در صنعت گلکاری بوده و ارزش اقتصادی بالایی دارد. از عمده‌ترین مشکلات توسعه صادرات گل ژربرا، ضایعات زیاد و عمر کم گلجایی، به‌دلیل به‌هم خوردن روابط آبی شاخه گل در اثر رشد و افزایش جمعیت میکروبی محلول گلجایی می‌باشد. در طول دهه اخیر اطلاعات عموم مردم در مورد اثرات جانبی مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی افزایش یافته و پژوهش‌های زیادی جهت یافتن روش‌ها یا مواد جایگزین به‌منظور حفظ کیفیت و افزایش عمر گلجایی گل‌ها صورت گرفته است. در این پژوهش اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها: اثر اسانس‌های زنیان، اسطوخودوس، اکالیپتوس با غلظت‌های ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و نانوذرات نقره با غلظت‌های ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر به‌صورت تیمار پیوسته بر جذب محلول گلجایی، شاخص پایداری غشاء ساقه و گلبرگ‌ها، درصد پژمردگی گلبرگ‌ها، جمعیت میکروبی محل برش ساقه و عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور بررسی شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل (عامل اول تیمارها و عامل دوم زمان نمونه‌برداری) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل ٤ شاخه گل صورت گرفت.

یافته‌ها: تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر صفاتی مانند وزن تر نسبی شاخه گل، تغییرات قطر ساقه در زیر طبق گل و پایین ساقه و نیز نشت یونی گلبرگ‌ها اثر بارزی نداشتند اما صفاتی مانند میزان جذب گلجایی، پایداری غشاء یاخته‌ای، نشت یونی ساقه، جمعیت باکتریایی انتهای ساقه، درصد پژمردگی گلبرگ‌ها و عمر گلجایی به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر قرار گرفتند. اسانس زنیان در غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر با افزایش جذب محلول گلجایی، کاهش نشت یونی انتهای ساقه، کاهش جمعیت باکتریایی و نیز کاهش درصد پژمردگی گلبرگ‌ها، سبب افزایش عمر گلجایی ژربرا شد. بیش‌ترین عمر گلجایی (۱۱ روز) مربوط به تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان بود که تفاوت آن با دو غلظت نانوذرات نقره معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری: به‌طورکلی اسانس زنیان و نانوذرات نقره به‌کار رفته در این پژوهش، سبب بهبود عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا شدند. ولی با توجه به شرایط بهتر برخی از صفات اندازه‌گیری شده در استفاده از اسانس زنیان در مقایسه با نانوذرات نقره و نیز اثرات مضر زیست‌محیطی نانوذرات نقره، می‌توان استفاده از اسانس زنیان به غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر برای افزایش عمر گلجایی ژربرا توصیه نمود. اگرچه لازم است با توجه به گوناگونی بین رقم‌ها، پژوهش‌های بیش‌تری با غلظت‌های متفاوت‌تری در مورد رقم‌های مختلف، صورت گیرد.

واژه‌های کلیدی: اسانس‌های گیاهی، جمعیت میکروبی، ژربرا، شاخص پایداری غشاء، عمر گلجایی

* مسئول مکاتبه: m.saba@uok.ac.ir

مقدمه

بخش تولید گل‌های بریدنی مهم‌ترین بخش در زیرمجموعه گل و گیاهان زینتی است و به‌طور متوسط سالانه بیش از دو میلیارد شاخه گل بریدنی در ایران تولید می‌شود. علی‌رغم قدمت ۳۰۰۰ ساله مصرف گل و گیاه در فرهنگ کهن ایران، سرانه مصرف گل بریدنی در ایران تنها ۵ شاخه می‌باشد (۳۱). ماندگاری کم گل‌های بریدنی تولید داخل، سبب نارضایتی خریداران داخلی و کاهش مصرف گل شده است. گل ژربرا از تیره کلاهپرک سانان[1] یکی از مهم‌ترین گل‌های بریدنی در دنیا و ایران می‌باشد و در صنعت گلکاری جهان، رتبه چهارم در بین ۱۰ گل بریدنی برتر با حجم معاملات ۱۳٤ میلیون یورو در حراج گل کشور هلند دارد (۱۹). یکی از عمده‌ترین مشکلات توسعه صادرات گل بریدنی، ضایعات پس از برداشت بالای تولیدات داخلی در رقابت با محصول خارجی می‌باشد.

عمر گلجایی، یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ارزش تجاری گل‌های بریدنی محسوب می‌شود. اگر چه کیفیت ظاهری، شکل و رنگ از عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان گل‌های بریدنی هستند، اما عمر گلجایی عامل اساسی متقاعدکننده مصرف‌کننده برای خرید دوباره می‌باشد (۳۲). صرف‌نظر از عوامل تولید که پیش از برداشت روی کیفیت پس از برداشت گل‌ها تأثیرگذار هستند، عوامل دیگری نیز وجود دارند که در پس از برداشت، عمر گلجایی آن‌ها را کم کرده و موجب تسریع در زوال آن‌ها می‌شوند. کاهش کربوهیدرات، کاهش جذب آب به‌دلیل انسداد میکروبی یا فیزیکی آوندها و نیز اتیلن موجود در فضا از جمله مواردی هستند که بر ماندگاری و عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی مؤثر هستند (۱۵ و ۱٦).

عامل اصلی انسداد آوندی فعالیت ریزجانداران مانند باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها هستند که در محلول گلجایی رشد می‌کنند و اغلب در محلول گلجایی مورد استفاده توسط پرورش‌دهندگان، عمده‌فروشان و مصرف‌کنندگان وجود دارند (۲۳). فعالیت این ریزجانداران در محلول گلجایی[2] می‌توانند سبب انسداد آوندی در ساقه برش خورده، رهاسازی متابولیت‌های سمی و یا آنزیم‌های مضر، افزایش تولید اتیلن و تحریک واکنش مرگ برنامه‌ریزی شده (PCD)[3] گردند (۳۲). همچنین رشد میکروب‌ها و سایر ریزجانداران در محلول گلجایی سبب کاهش هدایت هیدرولیکی در ساقه گل‌های بریدنی به‌ویژه بخش‌های پایین آن می‌گردد. تیمار گل‌های بریدنی برای جلوگیری از رشد و توسعه ریزجانداران یک روش متداول برای افزایش ماندگاری آن‌ها می‌باشد. پژوهش‌گران گزارش کرده‌اند که چنان‌چه گل‌های ژربرا پس از برداشت در محلول‌های حاوی نیترات‌نقره ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و ساکارز ۵ درصد قرار گیرند، پایداری ساقه گل‌ها بالا رفته و سبب می‌شود که ساقه گل‌های تیمار شده مدت طولانی‌تری حالت مستقیم و صاف خود را حفظ کنند (۳٦). نمک‌های نقره به‌ویژه نیترات نقره و تیوسولفات نقره، از ترکیباتی هستند که جهت افزایش ماندگاری گل‌های بریدنی به‌کار می‌روند (۳٤). نیترات نقره، یک باکتری‌کش قوی است و کاربرد آن در محلول گلجایی سبب افزایش طول عمر گل‌هایی مانند مریم، داوودی، آلسرومریا، ژربرا و رز شده است (۱۲، ۲٤، ۲۵، ۲۸ و ۳۵). در پژوهش‌های دیگر اثر نانوذرات نقره[4] بر افزایش عمر گلجایی گل‌های بریدنی میخک، ژربرا، رز و آکاسیا گزارش شده است (۲۱، ۲۷، ۲۸ و ۳۵). در نهایت این‌که نانوذرات نقره یک ماده میکروب‌کش

1- Asteraceae=Compositae

2- Vase solution=preservative solution
3- Program cell death (PCD)
4- Silver Nanoparticles

است که با حمله به دیواره سلولی میکروب‌ها موجب متلاشی شدن یاخته می‌گردد و از این‌رو موجب کاهش تجمع باکتری‌هایی می‌شود که انسداد آوندها را سبب می‌شوند (۳۵).

با توجه به مشکلات زیست‌محیطی یون نقره، اسانس‌های گیاهی جایگزین‌های مناسبی هستند که خطرات کم‌تری نسبت به مواد شیمیایی دارند. امروزه از این اسانس‌ها، به‌دلیل اثرات بازدارندگی آن‌ها در توسعه عوامل میکروبی برای کاهش ضایعات پس از برداشت محصول‌های باغبانی مانند میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌ها استفاده می‌شود (۲۵). در پژوهشی اثر غلظت‌های مختلف اسانس‌های کارواکرول[1]، تیمول[2]، آویشن شیراز[3] و نانوذرات نقره همراه با ساکارز ۳ درصد به‌صورت کوتاه‌مدت (۲٤ ساعت) در محلول گلجایی بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گل بریدنی آلسترومریا بررسی شده است. نتایج نشان داده که نانوذرات نقره و کارواکرول به‌ترتیب با غلظت‌های ۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، پیری را در گل بریدنی آلسترومریا به‌صورت معنی‌داری به تاخیر انداختند، ولی اسانس آویشن شیراز اثر معنی‌داری نداشت (۲٤). در پژوهشی دیگر نشان داده شده که اسانس‌های گیاهی زیره سیاه[4]، آویشن باغی[5] و نعناع[6] در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با کنترل ریزجانداران موجود در ظرف محلول گلجایی سبب تاخیر در پیری[7] و افزایش عمر گلجایی گل بریدنی آلسترومریا شده است (۲۹).

هدف از پژوهش حاضر استفاده از اسانس‌های زنیان، اسطوخودوس و اکالیپتوس در مقایسه با نانوذرات نقره جهت افزایش عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا برای عرضه به بازار داخلی و صادرات می‌باشد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: گل‌های شاخه بریدنی ژربرا رقم پینک پاور (*Gerbera jamesonii* cv. Pink Power) از یک گلخانه تجاری واقع در شهرستان محلات با سیستم کشت هیدروپونیک تهیه شدند. گل‌ها در مرحله‌ای که دو ردیف خارجی گلچه‌ها به‌طور کامل باز شده بودند (۱۰) برداشت و پس از ۹ ساعت به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه کردستان منتقل شدند. در آزمایشگاه انتهای ساقه (دمگل) گل‌ها از ارتفاع ٤۵ سانتی‌متری با استفاده از چاقوی تیز و در زیر آب مقطر به‌صورت مورب قطع شدند. جهت تهیه اسانس‌ها، نمونه‌های گیاهی بذر زنیان، برگ اکالیتوس و پیکر رویشی اسطوخودوس تهیه و اسانس‌گیری با دستگاه کلونجر صورت گرفت. نانوذرات نقره با قطر ذرات ۲۰ نانومتر به‌صورت مایع از شرکت نانوسید تهیه شد.

تیمارهای آزمایش: برای تهیه تیمارها ابتدا اسانس‌های زنیان، اسطوخودوس و اکالیپتوس در چند قطره اتانول حل شد (۵) و سپس با آب مقطر به حجم نهایی رسانده شد. شاخه‌های یکسان شده ژربرا به‌طور تصادفی در ۲۰۰ میلی لیتر محلول گلجایی که شامل تیمارهای مختلف بود، قرار گرفتند. تیمارها عبارت بودند از: ۱- آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز (به همراه چند قطره اتانول) به‌عنوان شاهد (C)، ۲- ۱۵ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس + ۱/۵ درصد ساکارز (O1)، ۳- ۱۵ میکرولیتر در لیتر اسطوخودوس + ۱/۵ درصد ساکارز (OST1)، ٤- ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان + ۱/۵ درصد ساکارز (Z1)، ۵- ۳۰ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس + ۱/۵ درصد ساکارز

1- Carvacrol
2- Thymol
3- Zataria
4- Black cumin [*Bunium persicum* (Boiss.) B. Fedtsch]
5- Thyme (*Thymus vulgaris* L.)
6- Peppermint (*Mentha piperata* L.),
7- Senescence

(O2)، ٦- ۳۰ میکرولیتر در لیتر اسطوخودوس + ۱/۵ درصد ساکارز (OST2)، ۷- ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان + ۱/۵ درصد ساکارز (Z2)، ۸- ٤۰ میکرولیتر در لیتر نقره + ۱/۵ درصد ساکارز (Ag1) و ۹- ۸۰ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره + ۱/۵ درصد ساکارز (Ag2) تحت تیمار مداوم قرار گرفتند و بیش‌تر صفات موردنظر در زمان‌های صفر، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ روز پس از اعمال تیمارها مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفت‌هایی مانند نشت یونی انتهای ساقه و گلبرگ‌ها و نیز اندازه‌گیری جمعیت باکتریایی انتهای ساقه در زمان‌های صفر، ۵ و ۹ روز پس از اعمال تیمارها ارزیابی شدند. مکان انجام پژوهش در شرایط کنترل شده با دمای ۲±۲۳ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۱۰±٦۰ درصد در شرایط نور ۱۷ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با طول دوره نوری ۱۲ ساعت تا پایان دوره آزمایش بود. همچنین جهت جلوگیری از تبخیر و آلودگی محلول گلجایی، دهانه ظرف‌های گلجایی با پارافیلم و نیز به‌منظور کاهش اثر نور بر محلول گلجایی، ظرف‌ها با آلومینیوم فویل پوشانده شدند. در طول آزمایش فقط یک بار و آن هم پس از روز پنجم از انجام آزمایش عمل بازبرش[1] انتهای ساقه‌ها انجام شد.

وزن تر نسبی شاخه گل: وزن تر نسبی شاخه گل‌ها توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم در ابتدای آزمایش و پیش از قرارگیری در آب و سپس در طی دوره آزمایش اندازه‌گیری شد. وزن تر نسبی شاخه گل با استفاده از رابطه (۱۸) $RFW=(Wt/W_{t=0})\times100$ بر حسب درصد محاسبه گردید، که در آن RFW: وزن تر نسبی بر حسب درصد، Wt: وزن شاخه گل (g) در روزهای صفر، ۱، ۳، ۵ و۹، $W_{t=0}$: وزن همان شاخه گل در روز صفر می‌باشد.

1- Re-cutting

جذب محلول گلجایی[2]: میانگین جذب روزانه محلول گلجایی در تمام روزهای آزمایش با روش هی و همکاران (۱۸) و با استفاده از رابطه: $S_{t-1} - S_t$ =مقدار جذب محلول و بر حسب میلی‌لیتر بر گرم وزن تر محاسبه گردید، که در آن S_t: وزن محلول (g) در روزهای ۱، ۳، ۵ و۹، S_{t-1}: وزن محلول (g) در روز قبل می‌باشد.

قطر ساقه گل: قطر ساقه گل معیار مناسبی برای شکوفایی گل است و توسط کولیس دیجیتال بر حسب میلی‌متر در دو بخش زیر طبق گل[3] و انتهای ساقه (قسمت داخل محلول گلجایی) اندازه‌گیری شد.

میزان نشت یونی: نشت یونی به‌عنوان شاخصی برای پایداری غشاء سلولی[4] می باشد. برای اندازه‌گیری نشت یونی از روش سیرام و همکاران (۳۳) استفاده شد. برای این منظور قطعاتی با ضخامت یکسان و قطر ۸ میلی‌متر (وزن ۱ گرم) از دو قسمت گلبرگ‌ها و انتهای شاخه (قسمت داخل آب) در روزهای صفر، ۵ و ۹ تهیه شده و قطعات با آب مقطر شسته شد و سپس داخل حجم معینی از آب مقطر قرار گرفته و هدایت الکتریکی آن پس از ٤ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با کمک دستگاه هدایت‌سنج قرائت شد (C_1). سپس نمونه را به‌مدت ۲۰ دقیقه داخل حمام آب گرم با دمای ۱۰۰ درجه قرار داده و پس از خنک شدن تا ۲۵ درجه سلسیوس، برای بار دوم هدایت الکتریکی آن قرائت شد (C_2). در پایان بر اساس رابطه $(C_1/C_2) \times 100$ = نشت یونی، محاسبه گردید.

عمر گلجایی: عمر گلجایی با پژمردگی و تغییر رنگ گلبرگ‌ها ونیز از دست رفتن کیفیت ظاهری گل‌ها از زمان برداشت تا پایان زمان قرار گرفتن در ظرف گلجایی ارزیابی شدند. جهت تعیین عمر گلجایی

2- Vase solution uptake
3- Flower head
4- Membrane stability index

ارزیابی بصری روزانه صورت گرفت و شاخه‌های گلی که حدود ۵۰ درصد گلچه‌های آن‌ها شادابی خود را از دست دادند به‌عنوان نمونه‌های غیرقابل عرضه محسوب شده و عمر گل مشخص گردید (۲۰).

اندازه‌گیری جمعیت باکتریایی: برای اندازه‌گیری میزان جمعیت باکتریایی رشد کرده در مقطع انتهای ساقه گل‌های تیمار شده ژربرا، کشت میکروبی در روزهای صفر، ۵ و ۹ نگه‌داری گل در گلجایی انجام گرفت. برای کشت میکروبی از محیط کشت پلیت کانت آگار[1] (PCA) به‌میزان ۲/۳ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استفاده گردید. ابتدا سوسپانسیون PCA و آب مقطر به‌طور کامل همراه با بهم زدن متناوب بر روی هیتر حل شد و سپس PCA تهیه شده و تمامی وسایل مورد نیاز کشت به‌وسیله اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۵ دقیقه گندزدایی شدند و در زیر هود لامینار کار کشت میکروبی انجام شد. برای این منظور یک برش از انتهای ساقه برداشته و در ۹۹ میلی‌لیتر پپتون ۰/۱ درصد استریل شده ریخته شد و پس از رقیق‌سازی در پتری‌ها تقسیم و کشت انجام شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ٤٨ ساعت در انکوباتور ۳۲ درجه سلسیوس قرار داده شدند و در انتها کلونی‌های رشد کرده شمارش گردید (۲ و ۲۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها: آزمایش به‌صورت فاکتوریل (عامل اول تیمارها در ۹ سطح و عامل دوم زمان نمونه‌برداری در ٦ سطح) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و هر تکرار شامل چهار شاخه گل صورت گرفت. جهت تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزار MSTAT-C استفاده شد و میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چنددامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

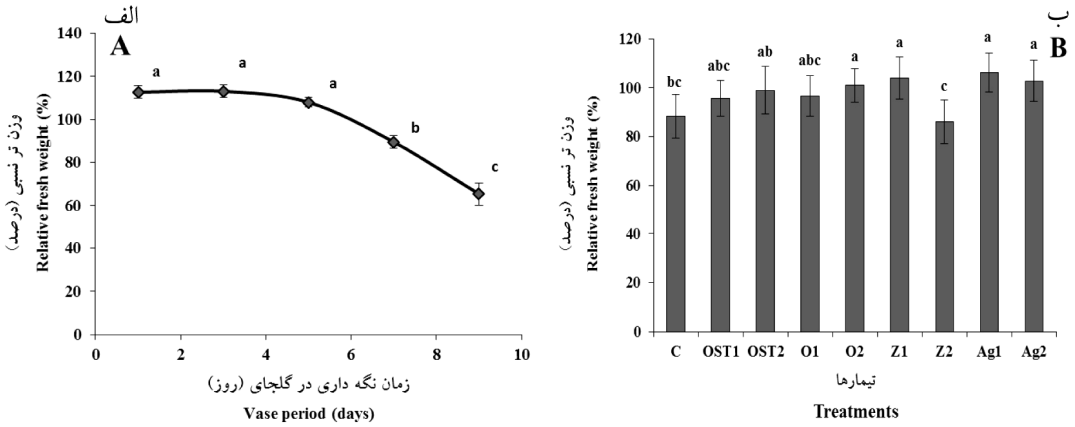
1- Plate count agar (PCA)

نتایج و بحث

وزن تر نسبی شاخه گل: با اعمال تیمارها و افزایش زمان نگه‌داری شاخه گل ژربرا در گلجایی، درصد وزن تر نسبی شاخه‌های گل تا روز سوم تقریباً یکسان بود اما از روز سوم به بعد روندی کاهشی نشان داد و از روز پنجم این روند کاهشی کاملاً بارز شد و تا انتهای زمان نگه‌داری، وزن تر به‌طور پیوسته کاهش یافت (شکل ۱- الف). تیمارهای مورد استفاده در محلول گلجایی اثر بارزی بر میزان وزن تر نسبی شاخه گل نداشتند، هر چند که بیش‌ترین وزن تر نسبی شاخه گل در تیمار ٤٠ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره مشاهده شد اما تفاوت آن با تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان معنی‌دار نبود. کم‌ترین وزن تر نسبی شاخه گل در تیمار ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان مشاهده شد که تفاوت آن با بیش‌تر تیمارها از جمله تیمار شاهد معنی‌دار نبود (شکل ۱- ب).

کاهش وزن تر گل‌های بریدنی، یکی از مراحل آغاز پیری در گل‌ها می‌باشد و در واقع هرچه گل‌ها به مرحله پیری نزدیک‌تر می‌شوند توانایی جذب آب در آن‌ها کم شده و سپس با نامتعادل شدن جذب آب و تعرق، تورژسانس یاخته‌ای از بین می‌رود و گل‌ها دچار پژمردگی می‌شوند (۳۲). به‌طورکلی تغییرات وزن تر نسبی در طول آزمایش روندی کاهشی نشان داد. در مورد وزن تر نسبی شاخه گل، این روند کاهشی از روز سوم قرارگیری گل‌ها در گلجایی شروع شد که با نتایج مددزاده و همکاران (۲۵) مطابقت دارد. این پژوهش‌گران گزارش کردند که وزن تر نسبی شاخه گل بریدنی آلسترومریا در محلول گلجایی تیمار شده با اسانس‌های مختلف گیاهی و نانوذرات نقره از روز سوم روند کاهشی آن شروع می‌شود. همچنین در پژوهشی دیگر و همسو با نتایج ما، با بررسی اثر کوتاه‌مدت اسید سالیسیلیک در به تاخیر انداختن پیری گل رز نشان داده شده که از

ابتدای تا پایان آزمایش، میزان وزن تر نسبی شاخه گل کاهش یافته است (۱۷). به احتمال دلیل کاهش وزن تر نسبی شاخه گل در تیمار ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان مربوط به غلظت بالای آن و اثر سوزانندگی آن در ساقه و تخریب آوندها و به‌دنبال آن کاهش جذب آب باشد.



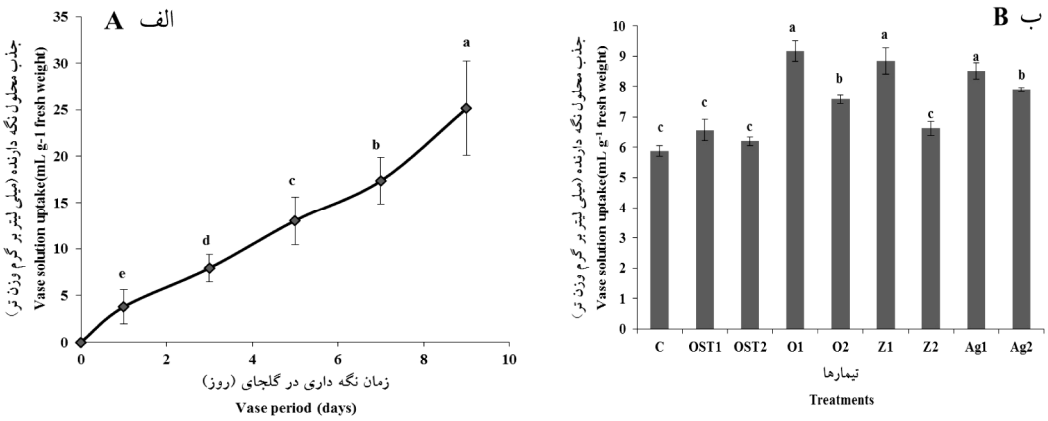
شکل ۱- تغییرات وزن تر نسبی (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر وزن تر نسبی (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 1. Relative fresh weight changes (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on relative fresh weight of gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

جذب محلول گلجایی: جذب محلول گلجایی در طول دوره نگه‌داری شاخه‌های گل در محلول‌های گلجایی، روندی افزایشی نشان داد و این روند تا پایان دوره ارزیابی ادامه داشت (شکل ۲- الف) و تیمارهای مورد استفاده اثر چشم‌گیری بر میزان جذب محلول داشتند. اسانس‌های اکالیپتوس و زنیان در غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر در مقایسه با نانوذرات نقره سبب جذب بهتر محلول گلجایی شدند. بیش‌ترین میزان جذب محلول در تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس مشاهده شد که تفاوت آن با سایر تیمارها به‌جز تیمار تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان معنی‌دار بود. نتایج نشان داد که اسانس اسطوخودوس در مقایسه با اسانس‌های اکالیپتوس و زنیان سبب جذب کم‌تر محلول گلجایی می‌شود. همچنین مشاهده شد که غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر اسانس‌ها در مقایسه با غلظت ۳۰ میکرولیتر در لیتر آن‌ها، سبب جذب بهتر محلول گلجایی می‌شود که این تفاوت در دو اسانس اکالپتوس و زنیان کاملاً معنی‌دار بود. افزون بر این نتایج نشان داد که جذب محلول گلجایی در غلظت ٤۰ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره در مقایسه با غلظت ۸۰ میکرولیتر در لیتر بیش‌تر است و تفاوت آن‌ها معنی‌دار بود. سبب کم‌ترین میزان جذب محلول در تیمار شاهد و اسطوخودوس به غلظت ۳۰ میکرولیتر در لیتر مشاهده شد (شکل ۲- ب).

روند افزایشی جذب محلول گلجایی در طول دوره نگه‌داری شاخه‌های گل در محلول‌های گلجایی (شکل ۲- الف) همسو با یافته‌های هاشمی و همکاران (۱۷) و نیز اژیلماتی و همکاران (۱۱) می‌باشد که گزارش کردند در طول آزمایش جذب محلول گلجایی به‌ترتیب در گل‌های ژربرا و گلایول روندی افزایشی دارد، ولی با نتایج فضلعلی‌زاده و همکاران (۱۲) و مددزاده و همکاران (۲۵) که گزارش نمودند جذب محلول گلجایی در گل‌های آلسترومریا روندی کاهشی دارد، مطابقت ندارد. همچنان که در شکل ۱- الف مشاهده شد در طول آزمایش وزن تر نسبی روندی کاهشی داشته ولی در شکل ۲- الف میزان جذب محلول گلجایی روندی افزایشی دارد که احتمال می‌رود به‌دلیل تغییرات رطوبت نسبی محیط نگهداری شاخه‌های گل، بیش‌تر محلول جذب‌شده به‌صورت تبخیر از طبق ساقه گل خارج شده است.

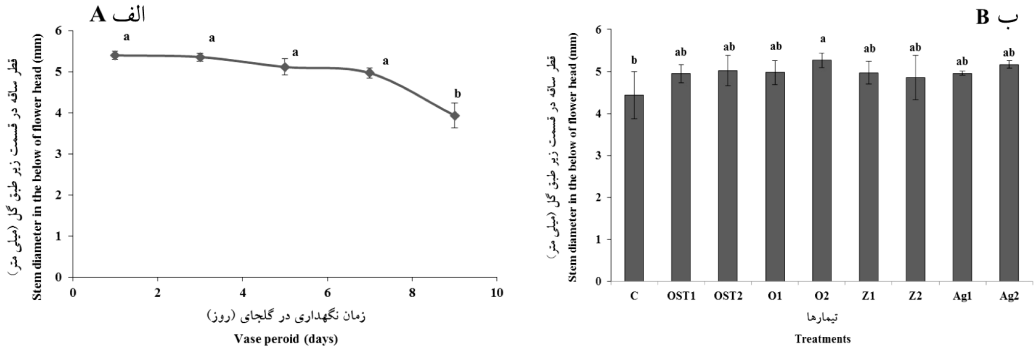
همچنین از دلایل تفاوت نتایج جذب محلول گلجایی در این پژوهش با سایر پژوهش‌گران، ممکن است مربوط به نوع گونه گیاهی از لحاظ برگ‌دار بودن یا بی‌برگ بودن ساقه گل، نوع اسانس و غلظت مورد استفاده و نیز دیگر شرایط محیط محل پژوهش باشد. به‌عنوان نمونه یکی از موارد اثرگذار بر جذب محلول در طول آزمایش‌های بررسی عمر گلجایی گل‌های بریدنی، انجام عمل باز برش به‌صورت روزانه یا چند روز یکبار در انتهای ساقه می‌باشد که در پژوهش‌هایی (۱۷) که نتایج جذب محلول گلجایی آن‌ها همسو با نتایج حاضر بود چنین عملی انجام شده است. در اینجا می‌توان عنوان کرد که با انجام عمل باز برش انتهای ساقه گل، بخشی از ساقه که دارای بیش‌ترین تجمع باکتریایی است حذف شده و سبب جذب بهتر محلول می‌شود ولی در غیر این‌صورت با تجمع عوامل باکتریایی روند جذب کاهش خواهد یافت.



شکل ۲- تغییرات تجمعی جذب محلول گلجایی (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر جذب محلول گلجایی (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤٠ و ٨٠ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن (P=0.05).

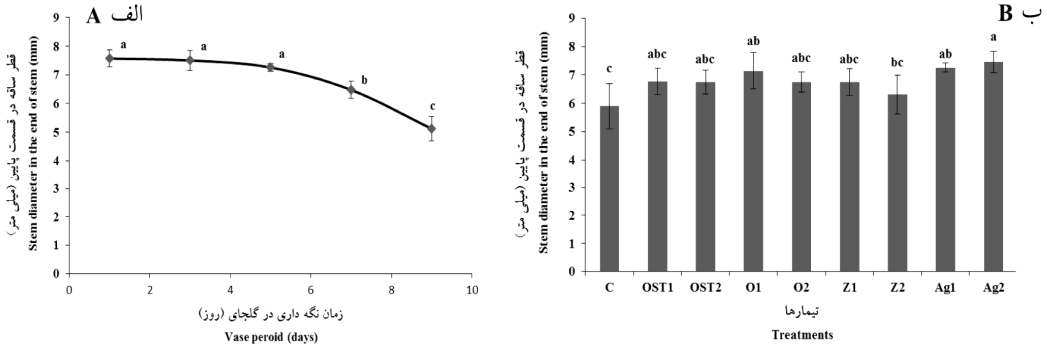
Figure 2. Cumulative preservative solution uptake changes (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on preservative solution uptake of gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter(s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

تغییرات قطر ساقه گل در دو بخش زیر طبق گل و پایین ساقه: در طول آزمایش تغییرات قطر ساقه در دو بخش زیر طبق گل و پایین ساقه گل بررسی شد. قطر ساقه گل در هر دو بخش، تا روز پنجم نگه‌داری در محلول گلجایی ثابت بود ولی پس از روز پنجم در هر دو بخش، کاهش یافت (شکل‌های ۳- الف و ٤- الف). به‌طورکلی میزان شدت کاهش قطر ساقه در بخش پایینی در مقایسه با بخش زیر طبق گل بیش‌تر بود، اگرچه تفاوت بارزی در قطر ساقه در بیش‌تر تیمارهای مورد استفاده مشاهده نشد اما قطر ساقه در هر دو بخش، در شاخه‌های گل قرار گرفته در تیمار شاهد (آب مقطر) کم‌تر از سایر تیمارهای مورد استفاده بود (شکل‌های ۳- ب و ٤- ب). در بخش زیر طبق گل نانوذرات نقره در غلظت ۸۰ میکرولیتر در لیتر تنها تیماری است که تفاوت آن با شاهد معنی‌دار بود. همچنین در بخش پایین ساقه هر دو غلظت نانوذرات نقره تفاوت معنی‌داری از نظر قطر ساقه با تیمار شاهد داشتند (شکل ٤- ب). به‌طورکلی قطر ساقه در هر دو بخش به‌طور کاملاً بارزی تحت‌تأثیر اسانس‌ها و نانوذرات نقره قرار نگرفت که به احتمال زیاد یکی از دلایل آن این است که چون قطر ساقه بیش‌تر به شرایط محیطی و تغذیه‌ای پیش از برداشت بستگی دارد. به‌عنوان مثال چنان‌چه ژربرا در گلخانه‌هایی با شرایط نور مناسب، دمای به نسبت خنک و تغذیه مناسب با کودهای پتاس و کلسیم پرورش یابد، قطر ساقه مناسب خواهد بود (۸). قطر ساقه در گل‌های بریدنی یکی از مهم‌ترین عوامل در ارزیابی آن‌ها بوده و نیز اثر مثبت آن بر عمر گلجایی در گل‌های بریدنی مانند ژربرا و رز بررسی شده است (۱٦). به‌ویژه قطر ساقه در زیر غنچه گل در رز یا زیر طبق گل در ژربرا به‌دلیل مسأله گردن خمیدگی، دارای اهمیت زیادی است و ساقه‌هایی که دارای قطر بیش‌تری در ناحیه زیر غنچه یا طبق گل داشته باشند، کم‌تر به گردن خمیدگی دچار خواهند شد. همچنین قطر بیش‌تر ساقه در بخش‌های دیگر ساقه افزون بر زیر غنچه یا طبق گل، با ذخیره بیش‌تر کربوهیدرات و جذب مناسب‌تر آب بر عمر گلجایی اثر خواهد گذاشت. شاید دلیل کاهش قطر انتهای ساقه در مقایسه با بخش زیر طبق گل در این پژوهش به‌دلیل تجمع بیش‌تر جمعیت میکروبی در این بخش و به دنبال آن زودتر قرار گرفتن در معرض تنش آبی باشد.



شکل ۳- تغییرات قطر ساقه گل (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر قطر ساقه گل در قسمت زیر طبق (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 3. Stem diameter changes (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on stem diameter in the below of flower head in gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

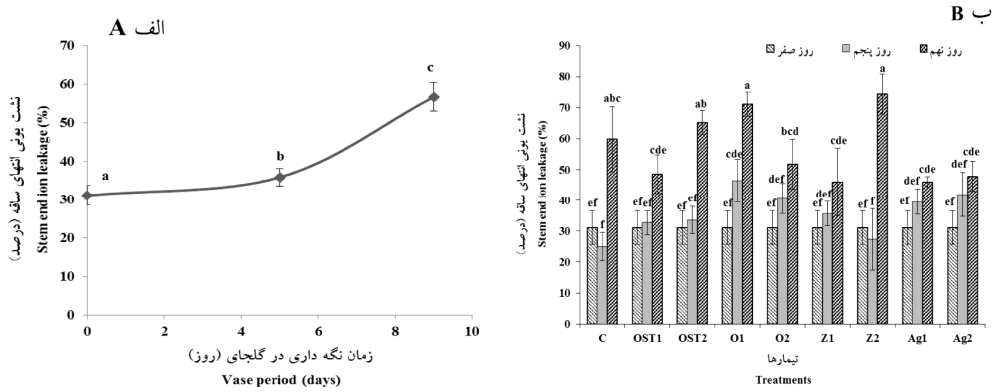


شکل ٤- تغییرات قطر ساقه گل (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر قطر ساقه گل در قسمت پایین (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤٠ و ٨٠ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 4. Stem diameter changes (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on stem diameter in the end of stem in gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

نشت یونی: نشت یونی در گلبرگ‌ها و انتهای ساقه بیانگر شروع علائم پیری می‌باشد. میزان نشت یونی از ابتدا تا انتهای آزمایش در قسمت انتهای شاخه (شکل ٥-A) روندی افزایشی نشان داد، ولی میزان نشت یونی در گلبرگ‌ها ابتدا روندی افزایشی نشان داد اما از روز نهم به بعد تقریبا ثابت شد (شکل ٦-A). به‌طورکلی میزان نشت یونی در قسمت پایین ساقه، بیش از نشت یونی در گلبرگ‌ها بود و در پایان روز نهم از نگه‌داری شاخه‌های گل در گلجایی، میزان نشت یونی در گلبرگ‌ها حدودا ٦٠ درصد بود در صورتی‌که در گلبرگ‌ها کم‌تر از ٥٠ درصد نشان داد. تیمارهای مورد استفاده اثر معنی‌داری بر میزان نشت یونی ساقه و گلبرگ در مدت زمان های صفر و ٥ روز نگه‌داری در محلول گلجایی نداشتند اما در زمان نگه‌داری ٩ روز تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد. بیش‌ترین میزان نشت یونی ساقه در روز نهم نگه‌داری ساقه گل در محلول گلجایی در تیمارهای ٣٠ میکرولیتر در لیتر زنیان و ١٥ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در این زمان در تیمارهای ١٥ میکرولیتر در لیتر زنیان و ٤٠ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره مشاهده شد (شکل ٥- ب). میزان نشت یونی در گلبرگ‌های ژربرا در روزهای صفر و پنجم نگه‌داری ساقه گل در محلول گلجایی بر خلاف نشت یونی ساقه تفاوت معنی‌داری با هم داشتند. در روز پنجم نگه‌داری شاخه گل در محلول گلجایی کم‌ترین نشت یونی در تیمار نانوذرات نقره ٤٠ میکرولیتر در لیتر مشاهده شد که با دیگر تیمارها به‌جزء اسانس زنیان ١٥ میکرولیتر در لیتر معنی‌دار بود. تفاوت نشت یونی بین روزهای پنجم و نهم نگه‌داری شاخه گل در محلول گلجایی، تنها در تیمارهای ٤٠ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره و ٣٠ میکرولیتر در لیتر زنیان معنی‌دار بود. کم‌ترین و بیش‌ترین میزان نشت یونی گلبرگ‌ها در روز نهم نگه‌داری ساقه گل در محلول گلجایی به‌ترتیب در تیمارهای ٤٠ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره و ٣٠ میکرولیتر در لیتر زنیان مشاهده شد (شکل ٦- ب).

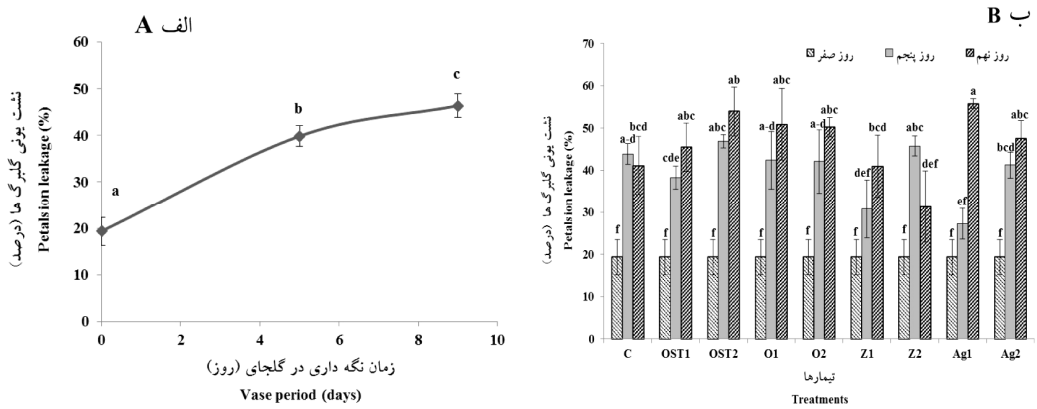
به‌طور معمول شاخص پایداری غشاء که به‌وسیله نشت الکترولیتی مقایسه‌ای[1] بافت اندازه‌گیری می‌شود از زمان باز شدن گل‌ها تا مرحله پیری به‌تدریج کاهش می‌یابد. نتایج نشان داد که تیمارهای مورد استفاده اثر معنی‌داری بر میزان نشت یونی ساقه و گلبرگ در مدت زمان‌های صفر و ۵ روز نگه‌داری در محلول گلجایی نداشتند به احتمال زیاد به‌دلیل این‌که هنوز نشت یونی به آن شکل رخ نداده و شاخص پایداری غشاء بالا است، اما در روز نهم تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده شد چون در این مرحله از پیری نشت یونی بالا بوده و شاخص پایداری کم شده است. این نتایج همسو با یافته‌های دیگر پژوهش‌گران است که بیان داشتند در گل‌هایی مانند ژربرا (۳۷)، سوسن یکروزه[2] (٦) و گلایول (۳۹) شاخص پایداری غشاء در ابتدای مرحله بازشدن گل بالا بوده و در مرحله پیری کاهش می‌یابد. همچنین مطابق با نتایج حاضر، اژیلماتی و همکاران (۱۱) گزارش کردند که در گلایول افزودن اسید ۵- سالفوسالیسیلیک[3] به‌میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر همراه با ساکارز ٤ درصد به محلول گلجایی سبب کاهش نشت یونی و افزایش شاخص پایداری غشاء در گلبرگ‌ها می‌شود. بیش‌ترین میزان نشت یونی ساقه در روز نهم نگه‌داری ساقه گل در محلول گلجایی در تیمارهای ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان و ۱۵ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس مشاهده شد و کم‌ترین میزان آن در این زمان در تیمارهای ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان و ٤۰ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره مشاهده شد. بر اساس نمودار نشت یونی (شکل ۵-B) ممکن است که غلظت ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان و ۱۵ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس با آسیب رساندن به یاخته‌ها و پاره شدن دیواره یاخته‌ای سبب افزایش نشت یونی و کاهش شاخص پایداری غشاء شده‌اند.



شکل ۵- تغییرات نشت یونی (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر نشت یونی انتهای ساقه (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 5. Ion leakage changes of stem end (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on stem end ion leakage in gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

1- Comparative electrolyte leakage
2- Daylily
3- 5-sulfosalicylic acid



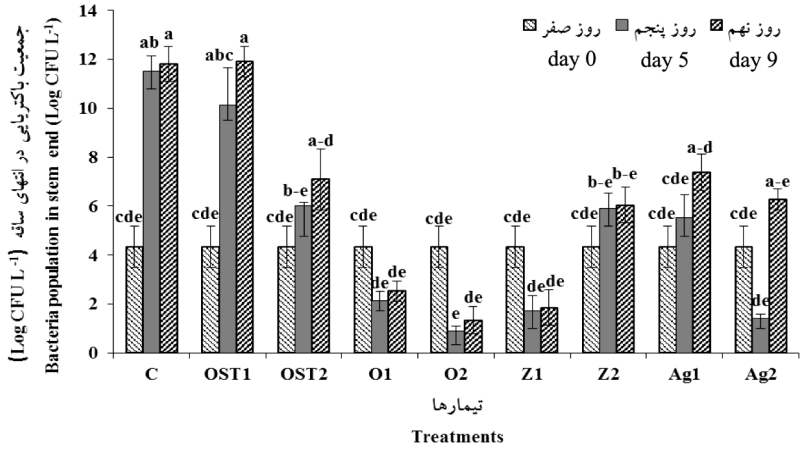
شکل ٦- تغییرات نشت یونی (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر نشت یونی گلبرگ‌ها (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤٠ و ٨٠ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 6. Petal ion leakage changes (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on petal ion leakage in gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

جمعیت باکتریایی انتهای ساقه: میزان جمعیت باکتریایی انتهای ساقه، در تیمار شاهد بعد از روز پنجم قرارگیری شاخه‌های گل در گلجایی به‌شدت افزایش یافت. تیمارهای مورد استفاده اثر معنی‌داری بر کنترل بار میکروبی داشتند به‌طوری‌که در تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان، ۳۰ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس و ۸۰ میکرولیتر در لیتر نانوذرات نقره در روز پنجم کم‌ترین میزان جمعیت میکروبی مشاهده شد (شکل ۷). اگرچه میزان بار میکروبی در همه تیمارها در روز نهم نسبت به روز پنجم افزایش یافت اما این افزایش در برخی تیمارها از جمله تیمار ۳۰ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس و ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان به‌میزان بارزتری کم‌تر بود و با سایر تیمارها تفاوت کاملاً معنی‌داری داشتند (شکل ۷). همچنین میزان رشد باکتری‌ها در تیمار شاهد در روزهای پنجم و نهم نگه‌داری شاخه‌های گل در محلول گلجایی، با هر دو غلظت اسطوخودوس تفاوت معنی‌داری نداشت.

با توجه به این‌که گل ژربرا به‌صورت درون‌زاد دارای ۱۵ نژاد باکتریایی کند رشد در ساقه می‌باشد (۹)، به‌طور معمول پس از ٤ تا ٥ روز از قرارگیری شاخه گل در محلول گلجایی، شیره‌های باکتریایی مجرای آوندها را در ساقه مسدود می‌کنند (شکل ۷) و جذب محلول گلجایی با مشکل مواجه خواهد شد، بنابراین ترکیبات و عصاره‌هایی که دارای ویژگی ضدباکتریایی باشند با باز گذاشتن مجراهای آوندی ساقه در افزایش عمر گلجایی آن مفید خواهند بود البته به شرطی که در غلظت‌های مناسب استفاده شوند. بر اساس نتایج اندازه‌گیری جمعیت میکروبی (شکل ۷) می‌توان بهبود وزن تر نسبی، افزایش جذب محلول گلجایی و نیز افزایش طول عمر گل بریدنی ژربرا از ۷ روز در تیمار شاهد به ۱۱ روز در تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان (شکل ۸- الف) را به ویژگی‌های ضدمیکروبی اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره نسبت داد. اسانس‌های گیاهی ترکیب‌های آلی

طبیعی هستند که ایمن بوده و همچنین خطرات زیست‌محیطی ندارند و چون دارای ترکیبات فنولیک مانند کارواکرول، تیمول و ائوجنول[1] هستند خاصیت باکتری‌کش دارند که در برابر برخی بیمارگرها[2] عمل می‌کنند (۷). تیمول، اسانس آویشن باغی و آویشن شیراز در برابر برخی باکتری‌ها و قارچ‌ها مؤثر بوده و برای کنترل بیماری‌های گیاهی به‌ویژه در پس از برداشت میوه‌ها به‌کار می روند (۳۸). اسانس بذر زنیان بویی شبیه تیمول دارد که ماده‌ای گندزدا می‌باشد و دارای اثر ضد باکتریایی است (۱ و ۷). گزارش شده که برگ اسطوخودوس علاوه بر دیترپن، حاوی مقادیر زیادی الکل‌های حلقوی، فلانوئیدها اسیدهای آلی مثل اسید کارنوزیک و ساپونین است که در این بین ساپونین‌ها خاصیت ضدباکتریایی مؤثرتری دارند (۱۲). البته بر اساس نتایج رشد جمعیت‌های میکروبی در روزهای پنجم و نهم قرارگیری شاخه‌های گل در گلجایی در تیمارهای اسطوخودوس، می‌توان چنین بیان کرد که خاصیت باکتری‌کشی آن نسبت به زنیان و اکالیپتوس کم‌تر می‌باشد (شکل ۷). بیش‌ترین ماده مؤثره در اسانس برگ اکالیپتوس اکالیپتول[3] است که خاصیت ضدباکتریایی و ضدقارچی دارد (۳). همچنین اسانس اکالیپتوس دارای ویژگی ضدباکتریایی بر علیه باکتری‌های گرم مثبت و منفی و نیز دارای خاصیت ضدقارچی بر علیه قارچ‌های شبه‌مخمر[4] می‌باشد (۵). در پژوهش حاضر مشاهده شد که اکالیپتوس اثر باکتری‌کشی خوبی دارد و همسو با نتایج دیگر پژوهش‌گران می‌باشد (۳).

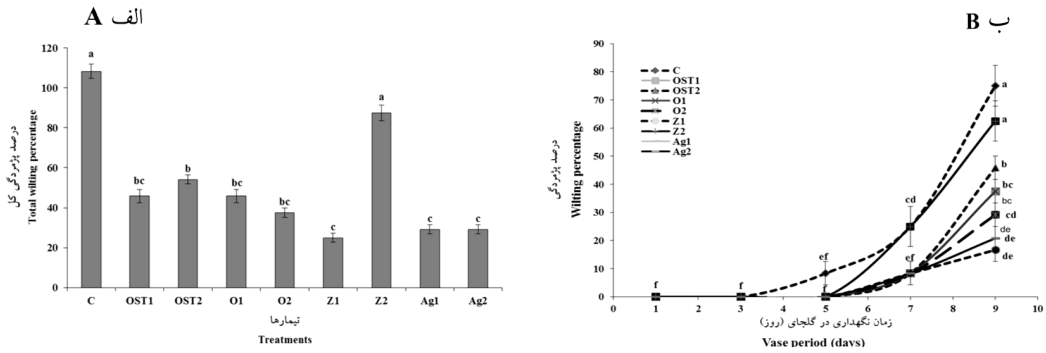


شکل ۷- اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر جمعیت باکتریایی در انتهای ساقه گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 7. The effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments on bactrial population in stem end of gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

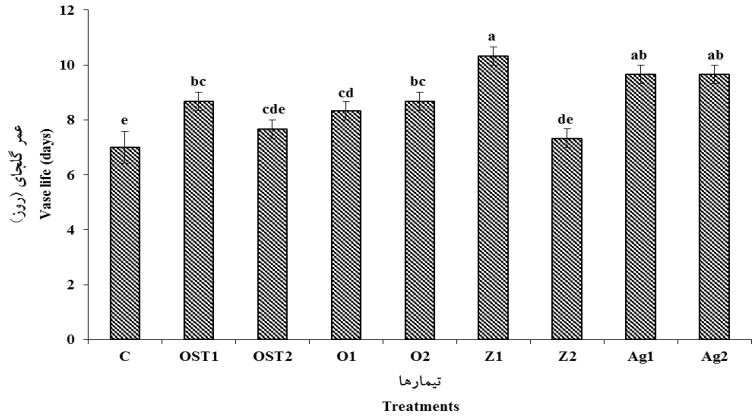
1- Eugenol
2- Pathogens
3- Eucalyptol
4- Yeast-like fungi

عمر گلجایی: جهت ارزیابی عمر گلجایی، نتایج درصد پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی طبق گل نشان داده شده است. میزان پژمردگی گل‌ها در همه تیمارها و شاهد تا روز چهارم نگه‌داری شاخه‌های گل در محلول گلجایی دارای تیمارهای مختلف، ناچیز بود و پس از آن در روز پنجم اولین علائم پژمردگی در تیمار شاهد مشاهده گردید و به‌شدت میزان پژمردگی افزایش یافت (شکل ۸- ب). درصد پژمردگی بین تیمارها متفاوت بود و کم‌ترین آن در تیمارهای نانوذرات نقره و ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان و بیش‌ترین میزان پژمردگی در نمونه‌های شاهد و تیمار ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان مشاهده شد (شکل ۸-A). بیش‌ترین عمر گلجایی گل (در حدود ۱۱ روز) در تیمار ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان به‌دست آمد هر چند که تفاوت آن با دو غلظت نانوذرات نقره معنی‌دار نبود. همچنین کم‌ترین طول عمر گلجایی (۷ روز) در تیمارهای ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان و شاهد مشاهده شد (شکل ۹). با وجود این‌که کم‌ترین رشد باکتری در انتهای ساقه در روز نهم قرارگیری در گلجایی، در تیمار ۳۰ میکرولیتر در لیتر اکالیپتوس به‌دست آمد (شکل ۷) ولی شاخه‌های گل در این تیمار عمر گلجایی (شکل ۹) مناسبی نداشته‌اند. بنابراین اثر اسانس‌های گیاهی در افزایش عمر گلجایی ژربرا را نمی‌توان تنها به ویژگی بازدارندگی آن‌ها بر رشد عوامل باکتریایی نسبت داد. افزون بر این ممکن است اسانس‌های گیاهی با اثر بر فعالیت آنزیم‌های مانند پراکسیداز و مالون دی‌آلدهید و یا اثر بر تجزیه پروتئین‌ها و کلروفیل و نیز مقدار پرولین سبب تاخیر در پیری گل شوند (۲٤). در همین راستا مددزاده و همکاران (۲٤) دریافتند که در شاخه‌های گل آلسترمریا که با اسانس‌های گیاهی در محلول گلجایی تیمار شدند، مقدار پروتئین و آنتوسیانین بیش‌تر بود و نیز مقدار پرولین کم‌تری مشاهده شد. بنابراین بر اساس نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان نمود که اسانس‌های گیاهی اثرات متفاوتی بر رشد باکتری در محلول گلجایی و فعالیت‌های فیزیولوژیک یاخته‌ای در گل‌های بریدنی مختلف دارند. اثرات ضدمیکروبی نانوذره نقره به‌دلیل تغییر در ساختار غشاء یاخته‌ای باکتری، عدم همانندسازی DNA، ناپدید شدن نیروی محرک پروتون و در نهایت مرگ یاخته‌ای می‌باشد (۲٦). همچنین گزارش شده که در انواع اسانس‌های آبگریز با نفوذ در لایه‌های چربی غشاء قارچ‌ها و باکتری‌ها و نیز با اخلال در ساختار غشاء آن‌ها سبب تخریب تمامیت غشاء می‌شوند. این تغییرات با نفوذپذیری بیش‌تر یون‌های قابل تبادل هیدروژن و پتاسیم، سبب تغییر در جریان پروتون‌ها و به دنبال آن تغییر در شیب یونی یاخته، pH سلول، ترکیبات شیمیایی یاخته‌ها و همچنین فرآیندهای سلولی شده و در نهایت این تغییرات منجر به مرگ یاخته‌ای می‌شود (٤). مسدود شدن آوندها به‌وسیله باکتری‌ها می‌تواند سبب کاهش جذب آب و سرانجام منجر به شکستگی ساقه، خم شدن آن یا پژمردگی گلبرگ‌ها در گل ژربرا شود (۳۰). البته هم‌چنان که قبلاً گفته شد تنها مسدود شدن آوندها توسط باکتری عامل پژمردگی در ژربرا نیست و ممکن است عوامل فیزیولوژیکی مختلفی در این مسأله نقش داشته باشند. به‌طورکلی تعادل آب و تورژسانس یاخته‌ای در افزایش عمر گلجایی ژربرا اهمیت دارند. افزون ساکارز به محلول‌های محافظ اثر مثبتی بر عمر گلجایی بیش‌تر گل‌ها از جمله ژربرا دارد (۱۵ و ۱٦). اما کاربرد ساکارز به تنهایی در محلول‌های محافظ رشد میکروب‌ها را افزایش می‌دهد (۳۰).



شکل ۸- درصد پژمردگی کل (A) و اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر درصد پژمردگی (B) گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور در طول نگه‌داری در محلول‌های گلجایی [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 8. Total wilting percentage (A) and the effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments (B) on wilting percentage in gerbera cut flower cv. Pink Power during maintenance in vase solutions [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter(s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).



شکل ۹- اثر تیمارهای مختلف اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر عمر گلجایی گل بریدنی ژربرا رقم پینک پاور. [C: شاهد (آب مقطر حاوی ۱/۵ درصد ساکارز)، OST1 و OST2 به‌ترتیب اسطوخودوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، O1 و O2 اکالیپتوس با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر، Z1 و Z2 زنیان با غلظت ۱۵ و ۳۰ میکرولیتر در لیتر و Ag1 و Ag2 ذرات نقره با غلظت ٤۰ و ۸۰ میکرولیتر در لیتر هستند]. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن هستند (P=0.05).

Figure 9. The vase life The effect of different plant essential oils and silver nanoparticles treatments on vase life of gerbera cut flower cv. Pink Power. [C: control (distilled water containing 1.5% sucrose), OST1 and OST2: 15 and 30 µL L^{-1} lavender, O1 and O2: 15 and 30 µL L^{-1} eucalyptus, Z1 and Z2: 15 and 30 µL L^{-1} ajowan, Ag1 and Ag2: 40 and 80 µL L^{-1} silver nanoparticles]. Different letter (s) represent significant differences according Duncan multiple range test (P=0.05).

در گیاهان زینتی فرآیند پیری به‌طور ژنتیکی تعیین و به‌وسیله عوامل محیطی در طول نمو کنترل می‌شود. پیری پس از برداشت عمده‌ترین عامل محدودکننده بازاریابی بسیاری از گل‌های شاخه بریدنی است و به همین دلیل تلاش‌های فراوانی برای بهبود پس از برداشت آن‌ها به‌منظور توسعه بازاریابی و صادرات

آن‌ها با استفاده از مواد شیمیایی صورت گرفته است (۸). امروزه با توجه به نگرانی‌های زیست‌محیطی و سلامت عمومی در ارتباط با ترکیبات دارای عنصر نقره، استفاده از اسانس‌های گیاهی به‌منظور افزایش عمر گلجایی گیاهان زینتی ضرورت دارد. به‌طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که اسانس‌های گیاهی اسطوخودوس، اکالیپتوس و زنیان و نیز نانوذرات نقره بر وزن تر شاخه گل، میزان جذب محلول گلجایی، قطر ساقه گل (بخش زیر طبق گل و پایین آن)، میزان نشت یونی (ساقه و گلبرگ‌ها)، پژمردگی گل، عمر گلجایی و نیز جمعیت میکروبی انتهای ساقه گل در ژربرا اثرگذار هستند. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان بیان کرد که اسانس زنیان در مقایسه با اکالیپتوس و اسطوخودوس در افزایش عمر گلجایی گل ژربرا مؤثرتر بوده و در بیش‌تر صفت‌های بررسی شده اثر آن حتی از دو غلظت نانوذرات نقره بهتر بوده است. به‌طور معمول غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان در محلول گلجایی در مقایسه با غلظت ۳۰ میکرولیتر آن مناسب‌تر بوده و در برخی از صفات غلظت آن اثرات مخربی داشته است. به‌عنوان مثال کم‌ترین وزن تر شاخه گل که حتی از تیمار شاهد هم کم‌تر بوده در تیمار غلظت ۳۰ میکرولیتر در لیتر زنیان مشاهده شد. همچنین میزان نشت یونی انتهای ساقه و درصد پژمردگی گل در این تیمار بالا بوده که به احتمال به‌دلیل غلظت بالای آن و تخریب بافت ساقه بوده است. البته هر چند که در برخی پژوهش‌ها حتی غلظت‌های بیش‌تر استفاده کردند که این تفاوت احتمالاً ناشی از نوع گونه، نوع رقم، نحوه تهیه اسانس و نیز شرایط محیطی آزمایشگاه است. در پایان با توجه به اثرات نامناسب زیست‌محیطی نانوذرات نقره، غلظت ۱۵ میکرولیتر در لیتر زنیان برای افزایش عمر گلجایی ژربرا رقم پینک پاور توصیه می‌شود، هر چند که برای دستیابی به نتایج مناسب‌تر نیاز به پژوهش‌های بیش‌تری با رقم‌های بیش‌تر و غلظت‌های متفاوت‌تر و نیز بررسی وضعیت فیزیولوژیکی شاخه‌های گل پس از اعمال تیمارها می‌باشد.

منابع

1. Aberoomand Azar, P., Mottaghianpuor, Z., Sharifan, A. and Larijani, K. 2010. Studies on the effect of extraction method on chemical composition and antimicrobial activity of *Carum copticum* essential oil. Food Technol. Nutr. 7: 81-75. (In Persian)
2. Balestra, G.M., Agostini, R., Bellincontro, A., Mencarelli, F. and Varvaro, L. 2005. Bacterial Populations Related to Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) Stem Break. Phytopathol. Mediterranea. 44: 291-299.
3. Batish, D.R., Singh, H.P., Kohli, R.K. and Kaur, S. 2008. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. For. Ecol. Mgt. 256: 2166-2174.
4. Beckman, C.H. 2000. Phenolic-storing cells: key to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defense response in plants. Physiol. Mol. Plant Pathol. 57: 101-110.
5. Ben Marzoug, H.N., Romdhane, M., Lebrihi, A., Mathieu, F., Couderc, F., Abderraba, M., Khouja, M.L. and Bouajila J. 2011. *Eucalyptus oleosa* essential oils: Chemical composition and antimicrobial and antioxidant activities of the oils from different plant parts (stems, leaves, flowers and fruits). Mol. 16: 1695-1709.
6. Bieleski, R.L. and Reid, M.S. 1992. Physiological changes accompanying senescence in the ephemeral daylily flower. Plant Physiol. 98: 1042-1049.
7. Bounatirou, S., Simitis S., Miguel, M.G., Faleiro, L., Rejeb, M.N., Neffati, M., Costa, M.M., Figueiredo, A.C., Barroso, J.G. and Pedro, L.G. 2007. Chemical composition, antioxidant and antibacterial activities of the essential oils isolated from Tunisian *Thymus capitatus* Hoff. Food Chem. 105: 146-155.

8.Bowyer, T.M.C., Wills, T.R.B.H., Badiyan, D. and Ku, V.V.V.. 2003. Extending the postharvest life of carnations with nitric oxide-comparison of fumigation and in vivo delivery. Post. Biol. Technol. 3: 281-286.
9.Cardoso, J.C. and Teixeira da Silva, J.A. 2013. Gerbera micropropagation. Biotechnol. Adv. 31: 1344-1357.
10.Dole, J.M. and Wilkins, H.F. 2005. Floriculture Principles and Species. Prentice Hall, Inc., USA, 1023p.
11.Ezhilmathi, K., Singh, V.P., Arora, A. and Sairam, R.K. 2007. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase of gladiolus cut flowers. Plant Growth Regulat. 51: 99-108.
12.Fazlalizadeh, B., Naghshiband Hassani, R., Zaare-Nahandi, F. and Alizadeh-Salteh, S. 2013. Effect of essential oils of cinnamon, clove and silver nanoparticls on vase-life of cut alstroemeria cv. 'jamaica' flowers. Irn. J. Hort. Sci. Technol. 14: 179-192. (In Persian)
13.Florez, R.V.L., de Castro, C.E.F. and Dematte, M.E.S.P. 1996. Keeping quality and prolonging the postharvest longevity of spray chrysanthemum cv. White Polaris. Bragantia 55: 299-307.
14.Geshnizjany, N., Ramezanian, A. and Khosh-Khui, M. 2014. Postharvest life of cut gerbera (*Gerbera jamesonii*) as affected by nano-silver particles and calcium chloride. Int. J. Hort. Sci. Technol. 1: 171-180.
15.Halevy, A.H. and Mayak, S. 1979. Senescence and post-harvest physiology of cut flowers: Part 1. Hort. Rev. 1: 204-236.
16.Halevy, A.H. and Mayak, S. 1981. Senescence and postharvest physiology of cut flower. Part2. Hort. Rev. 3: 59-146.
17.Hashemi, M., Mirdehghan, S.H., Farahmand, H. and Dashti, H. 2012. Effect of salicylic acid and methyl jasmonate on quality and vase- life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. Sazu) cut flower. Hort. Sci. 26: 311-320. (In Persian)
18.He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E. and Faragher, J.D. 2006. Stem end blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. Post. Biol. Technol. 41: 78-84.
19.International Association of Horticultural Producers (AIPH)/ Union Fleurs. 2008. International Statistics Flowers and Plants 2008 (accessed 15 July 2011).
20.Joyce, D.C., Meara, S.A., Hetherington, S.E. and Jones, P.N. 2000. Effects of cold storage on cut grevillea 'Sylvia' inflorescences. Postharvest Biol. Technol. 18: 49-56.
21.Liu, J., Ratnayake, K., Joyce, D.C., He, S. and Zhang, Z. 2012. Effects of three different nanosilver formulations on cut *Acacia holosericea* vase life. Postharvest Biol. Technol. 66: 8-15.
22.Liu, J., He, S., Zhang, Z., Coa, J., Lv, P., He, S., Cheng, G. and Joyce, D.C. 2009. Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. Postharvest Biol. Technol. 54: 59-62.
23.Macnish, A.J., Leonard, R.T. and Nell, T.A. 2008. Treatment with chlorine dioxide extends the vase life of selected cut flowers. Post. Biol. Technol. 50: 197-207.
24.Madadzadeh, N., Hassanpour Asil, M. and Roein, Z. 2013. Physiological responses of cut alstroemeria flower to carvacrol, thymol, zatarin oil and silver nanoparticles. Irn. J. Hort. Sci. Technol. 14: 303-316. (In Persian)
25.Madadzadeh, N., Hassanpour Asil, M. and Roein, Z. 2014. Effect of essential oils and silver nanoparticles (SNP) on vase life of *Alstroemeria* cut flowers (cv. Sukari). Irn. J. Hort. Sci. 45: 65-78. (In Persian)
26.Maneerung, T., Tokura, S. and Rujiravanit, R. 2008. Impregnation of silver nanoparticles into bacterial cellulose for antimicrobial wound dressing. Carbohydr. Polym. 72: 43-51.
27.Moradi, P., Afshari, H. and Ebadi, A.G. 2012. The effect of benzyl adenine, nano silver, 8-hydroxyquinolin sulfate and sucrose on longevity improvement and some other quality characteristics of *Dianthus* cv. Cream Viana cut flower. Ind. J. Sci. Technol. 5: 2459-2463.

28.Mortazavi, S.N., Mohebbi, M. and Sharafi, Y. 2011. Effects of nanosilver and sucrose on vase life of cut rose flower (*Rosa hybrid* cv. 'Royal'). J. Med. Plant Res. 5: 6455-6459.
29.Mousavi Bazaz, A. and Tehranifar, A. 2011. Effect of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase-life of *Alstroemeria* flowers. J. Biodi. Environ. Sci. 5: 41-46.
30.Nair, S.A., Singh, V. and Sharma, T.V.R.S. 2003. Effect of chemical preservatives on enhancing vase-life of gerbera flowers. J. Trop. Agri. 41: 56-58.
31.National Institute of Ornamental Plants (NIOP), Mahallat, Iran. 2016. Flower and ornamental plants status in the Iran. http://www.niop.ir/Pages/Index.aspx?pcid=90.
32.Reid, M.S. and Jiang, C.Z. 2012. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: Janick, J. (Ed.), Horticultural Reviews, vol. 40, first ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, Pp: 1-54.
33.Sairam, R.K., Siiukla, D.S. and Saxsena, D.C. 1997. Stress induced injury and antioxidant enzymes in relation to drought tolerance in wheet genotypes. Biol. Plan. 40: 357-364.
34.Scariota, V., Paradisob, R., Rogersc, H. and Pascaleb De, S. 2014. Ethylene control in cut flowers: classical and innovative approaches. Post. Biol. Technol. 97: 83-92.
35.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. Post. Biol. Technol. 53: 155-158.
36.Steinitz, B. 1982. Role of sucrose in stabilization of cut gerbera flower stalks. Gertenbouwis Senschaft. 47: 77-81.
37.Van Meeteren, Y. 1979. Water relations and keeping quality of cut Gerbera flowers VI. Water content, permeability and dry weight of ageing petals. Sci. Hort. 10: 261-269.
38.Yahyazadeh, M., Omidbaigi, R., Zare, R. and Taheri, H. 2008. Effect of some essential oils on mycelial growth of *Penicillium digitatum* Sacc. World J. Microbiol. Biotechnol. 24: 1445-2145.
39.Yamane, K., Abiru, S., Fujishige, N., Sakiyama, R. and Ogata, R. 1993. Export of soluble sugars and increase in membrane permeability of cut *Gladiolus* florets during senescence. J. Jpn. Soc. Hort. 62: 575-580.