نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره پیاپی ۳۱، سال هشتم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲/صفحات: ۵۷-۴۷

بررسی اثر نانوسیلور و اسانس‌های گیاهی بر برخی شاخص‌های ریختی و فیزیولوژیکی پس از برداشت گل بریده ژربرا

نازنین ایکانی*[۱]، سپیده کلاته جاری[۲]، وحید عبدوسی[۲]، ابراهیم حسین‌زاده[۱] و سعید حسین‌زاده[۳]

[۱] کارشناس‌ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

[۲] استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۵

چکیده

گل ژربرا یکی از ده گل بریده برتر جهان بوده و ارزش تجاری بالایی دارد، ولی کوتاهی طول عمر آن در اثر خمیدگی یا شکستن گردن و پژمردگی از مشکلات اساسی پس از برداشت این گل بریده است. در این پژوهش گل‌های بریده ژربرا رقم دون (*Gerbera jamesonii* cv. Dune) ابتدا به‌مدت ۲٤ ساعت در ساکارز ۵ درصد قرار گرفتند. سپس تا پایان آزمایش در محلول‌های نگهدارنده شامل غلظت‌های مختلف نانوسیلور، اسانس‌های اسطوخودوس، آویشن و اکالیپتوس قرار داده شدند. طبق نتایج حاصله، تیمار نانوسیلور با غلظت ۱ پی‌پی‌ام و اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام موجب تعویق پیری گل‌های بریده ژربرا شد. غلظت‌های مختلف نانوسیلور به همراه تیمار ۷۵ پی‌پی‌ام اسانس آویشن موجب کاهش روند نزولی کربوهیدرات محلول گلبرگ و وزن تر نسبی شدند. غلظت‌های ۱ و ۳ پی‌پی‌ام نانوسیلور، ساکارز ۵ درصد، اسانس آویشن ۲۵ و ۷۵ پی‌پی‌ام و همه غلظت‌های اسانس اکالیپتوس اثر مطلوبی بر محتوای آنتوسیانین گلبرگ داشتند. غلظت‌های مختلف اسانس‌های اسطوخودوس، ۲۵ و ۷۵ پی‌پی‌ام اکالیپتوس، ۲۵ پی‌پی‌ام آویشن به همراه غلظت‌های ۱ و ۳ پی‌پی‌ام نانوسیلور موجب کاهش خمیدگی گل‌آذین شدند. در نهایت، تیمار نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام برای افزایش طول عمر گل بریده ژربرا رقم "دون" قابل توصیه می‌باشد.

واژگان کلیدی: اسانس‌های گیاهی، ژربرا، طول عمر، نانوسیلور

مقدمه

گل بریده ژربرا از مهم ترین گل‌های بریده و یکی از ده گل بریده برتر در جهان می‌باشد (Anonymous., 2010). با وجود محبوبیت گل بریده ژربرا، این گل دارای عمر پس از برداشت کوتاهی بوده که عمدتاً به‌دلیل پژمردگی روی می‌دهد (He et al., 2006). مهم‌ترین عارضه پس از برداشت این گل خمیدگی گردن در طی روزهای پس از برداشت است. زمانی که میزان تعرق از میزان جذب بیشتر باشد، کمبود آب روی داده و پژمردگی توسعه می یابد (Halevy and Mayak., 1981) که عمدتاً به‌دلیل انسداد آوندی روی می‌دهد. انسداد آوندی به‌دلایل مختلفی همچون وجود باکتری‌ها در آوندها و محلول گلدانی گل‌ها، حباب هوا و پاسخ‌های فیزیولوژیکی ساقه‌ها به برش روی می‌دهد (Ichimura et al., 2006).

*نویسنده مسئول: nazaninikani@gmail.com

مشخص شده است که قندها (مخصوصاً گلوکز) سیگنال‌های فیزیولوژیکی جهت فعال سازی ژن‌های گیاهی دخیل در اغلب فعالیت‌های گیاهی مثل فتوسنتز، تنفس، سنتز نشاسته و ساکارز و پیری می‌باشند (Jin et al., 2006). استفاده از قندها، مثل ساکارز و گلوکز، به همراه برخی میکروب‌کش‌ها موجب افزایش طول عمر بسیاری از گل‌های بریده شده است (Halevy and Mayak., 1979).

عوامل ضدباکتریایی از انسداد آوندی جلوگیری می‌کنند (Meman and Dabhi, 2006). نیترات نقره یکی از رایج‌ترین عوامل ضدباکتریایی است که به‌دلیل خطرات آن برای سلامتی انسان و محیط زیست امروزه از آن استفاده نمی‌شود (Damunupola and Joyce., 2006). در سال‌های اخیر استفاده از نانوسیلور به دلیل خواص ضد میکروبی آن رواج یافته است (Navarro et al., 2008). وجود نانوسیلور در طی دوره انبارداری و نیز در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه بریده عامل موثری در کنترل و از بین بردن میکروارگانیسم‌هاست، علاوه بر این نانوسیلور با خاصیت ضد میکروبی خود از انسداد آوندها در گل‌های بریده جلوگیری کرده و در نتیجه از ایجاد تنش آبی و و پژمردگی زودهنگام گلبرگ‌ها به دنبال کاهش میزان جذب آب در ساقه جلوگیری می‌کند (Liu et al., 2009).

اسانس‌های گیاهی، مواد طبیعی، ایمن و سازگار با محیط زیست می‌باشند. از نظر شیمیایی اسانس‌ها، ترکیبات پیچیده‌ای هستند که انواع مختلف مواد شیمیایی شامل هیدروکربن‌ها، الکل‌ها، کتون‌ها، آلدئیدها و غیره در ترکیب آنها وجود دارد (Marousky., 1971). ترپن‌های فرار موجود در اسانس عمدتا مرکب از مونوترپن و مونوترپن‌های ترکیب شده با اکسیژن می‌باشد. فعالیت زیستی مونوترپن‌های حاوی اکسیژن شامل کتون‌ها، آلکیل‌ها و آلدئیدها علیه پاتوژن‌های گیاهی به اثبات رسیده است (Pauli, 2001). گزارش شده است که اسانس‌های آویشن، دارچین، جعفری و نعناع (Sharma and Triptahi., 2006)، اکالیپتوس (Tzortzakis., 2007) دارای اثرات بازدارندگی از رشد پاتوژن‌ها می باشد. گزارش شده است تیمار گوجه فرنگی و توت فرنگی با اسانس‌های اکالیپتوس و زیره سبز موجب کاهش فساد محصول و تنفس و حفظ سفتی و قند میوه و افزایش مدت نگهداری می گردد (Tzortzakis., 2007). در بررسی اثر اسانس‌های مختلف در پس از برداشت و کنترل بیماری پس از برداشت میوه سیب مشخص شد که اسانس‌های میخک هندی و زیره سبز اثر مطلوبی داشته است (پیغامی‌آشنایی و همکاران، ۱۳۸٦). از سوی دیگر اثرات مطلوب پس از برداشت نانوسیلور بر روی گل‌های بریده رز (Lü et al., 2010) و ژربرا (Solgi et al., 2009) گزارش شده است.

با وجود موارد ذکر شده از مزایا و قابلیت‌های نانوسیلور و اسانس‌های گیاهی، گزارشات اندکی در مورد اثرات این موارد پس از برداشت گل‌های بریده و تاثیرآن‌ها بر شاخص‌های کیفی پس از برداشت گل بریده وجود دارد. هدف از این تحقیق، بررسی اثرات اسانس‌های گیاهی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.)، اکالیپتوس (*Eucalyptus* sp.)، اسطوخودوس (*Lavandula angustifolia*) و نانوسیلور بر روی طول عمر و شاخص‌های کیفی پس از برداشت گل بریده ژربرا بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و تیمارها: گل‌های بریده ژربرا رقم Dune از گلخانه‌های تجاری پاکدشت، در مرحله برداشت تجاری تهیه شده و در سریع‌ترین زمان ممکن با شرایط مناسب به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه، گل‌ها از لحاظ وضعیت ظاهری یکنواخت شده و جهت جلوگیری از نفوذ هوا، به طول ٤٥

سانتی متر در زیر آب مقطر بازبرش[1] شدند. گل‌های بریده در شروع آزمایش به‌مدت ۲٤ ساعت در داخل محلول ساکارز ۵ درصد قرار گرفتند، سپس گل‌های بریده در داخل غلظت‌های مختلف محلول‌های تیماری شامل اسانس‌های آویشن، اکالیپتوس و اسطوخودوس (۲۵، ۵۰ و ۷۵ پی‌پی‌ام) ، نانوسیلور (۱، ۳ و ۵ پی‌پی‌ام) قرار گرفتند. یک دسته از گل‌ها فقط با ساکارز تیمار شدند و بعد در آب مقطر قرار گرفتند. گل‌ها در تیمار شاهد آب مقطر نیز از شروع آزمایش تا پایان در داخل آب مقطر قرار داشتند. محلول‌های تیماری هر دو روز یکبار تعویض گردیدند.

شایان ذکر است اسانس‌های مورد استفاده از شرکت زردبند (ایران) و نانوسیلور مورد استفاده از شرکت نانوسید (ایران) تهیه گردید.

ارزیابی گل‌ها در شرایط آزمایشگاهی با دمای ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±٦۵ درصد و شدت نور ۱۵میکرومول بر مترمربع بر ثانیه که با لامپ‌های فلوئورسنت سفید تامین می‌شد، با دوره روشنایی ۱۲ ساعت و ۱۲ ساعت تاریکی) انجام گردید.

صفات مورد ارزیابی: طول عمر پس از برداشت گل‌های بریده با ایجاد علائمی چون پژمردگی گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن که منجر به کاهش جذابیت و بازار پسندی می گردد، خاتمه یافت. طول عمر پس از برداشت از روز برداشت گل تا روز خاتمه بازار پسندی محاسبه گردید (Geraspolus and Chebli, 1999).

وزن تر نسبی گل‌های بریده در طول دوره ارزیابی، یک روز در میان اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری این شاخص شاخه گل را توزین و وزن تر آن یادداشت گردید. برای محاسبه وزن تر نسبی از فرمول زیر استفاده شد (Pompodakis et al., 2005):

$$\text{وزن‌تر نسبی} = \frac{Wt}{Wt=0} \times 100$$

که در آن W_t نشانگر وزن‌تر شاخه در روزهای ۱، ۳، ۵،... و $W_{t=0}$ وزن تر ساقه گل در روز صفر (شروع آزمایش) بود.

غلظت کربوهیدرات محلول گلبرگ با روش فنل- اسید سولفویک با استفاده از ۰/۱ گرم گلبرگ خشک شده (در آون ٦۰ درجه سانتی‌گراد و مدت ٤۸ ساعت) تعیین شد و از گلوکز به‌عنوان استاندارد استفاده گردید. پس از مراحل آماده‌سازی نمونه‌ها، جهت اندازه گیری کربوهیدرات محلول میزان جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ٤۸۵ نانومتر اندازه‌گیری و سپس مقدار آن محاسبه گردید (Stewart., 1989).

برای اندازه‌گیری میزان آنتوسیانین روش Feinbaum and Ausubel (1988) بکار گرفته شد. بدین‌ترتیب که ابتدا ۰/۵ گرم گلبرگ تازه گل توزین و به قطعات کوچک‌تر خرد و سپس درهاون کاملا له گردید. جهت استخراج آنتوسیانین به هر نمونه حجم معینی از محلول استخراج حاوی مخلوط اتانول، HCl (۱ درصد) اضافه کرده و نمونه را داخل فالکون ریخته و یک شب در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. در نهایت میزان جذب محلول پس از رقیق‌سازی مناسب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۰ و ٦۵۷ نانومتر قرائت شد.

میزان خمیدگی گردن گل توسط نقاله اندازه گیری شده و بصورت زاویه بیان گردید. برای این شاخص از دامنه پنج واحدی از اعداد به شرح زیر استفاده شد (Celikel and Reid., 2002).

از زاویه صفر تا ۱۵ درجه معادل با عدد ۱، از ۱۵ تا ۲۵ درجه معادل با عدد ۳، از ۲۵ تا ٦۵ درجه معادل با عدد۵، از ٦۵ تا ۹۰ درجه معادل با عدد ۷، از بیشتر از ۹۰ درجه معادل با عدد ۹.

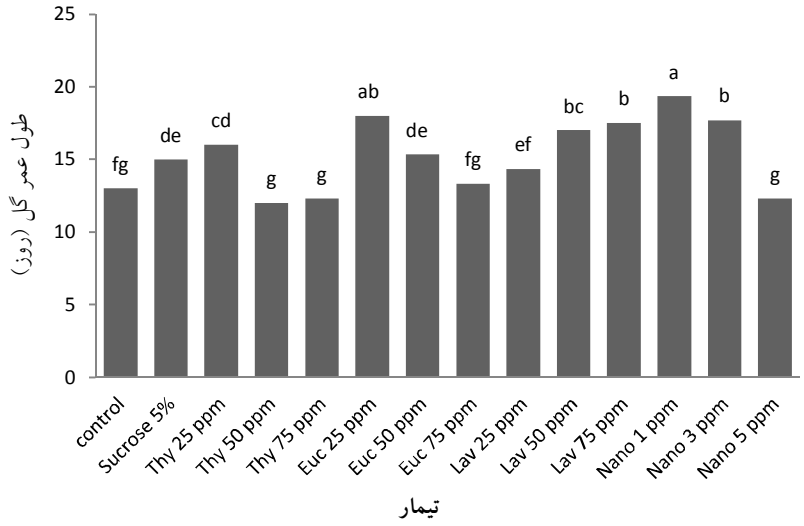
این آزمایش بر پایه فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۵ شاخه گل در هر تکرار انجام

1-Recut

پذیرفت. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه و تحلیل و مقایسه میانگن‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج

طول عمر: نتایج نشان داد که اثر ساده تیمار در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین طول عمر در تیمار نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام (۱۹/۳۳ روز) مشاهده شد که با تیمار اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام (با میانگین ۱۸ روز) در یک سطح معنی‌داری قرار داشت که موجب افزایش عمر گلدانی در مقایسه با تیمار شاهد با میانگین ۱۳ روز شدند. از سوی دیگر، با افزایش غلظت تیمارهای نانوسیلور و اسانس اکالیپتوس طول عمر گل بریده کاهش در حالی که با افزایش غلظت اسانس اسطوخودوس، طول عمر گل بریده نیز افزایش یافت (شکل ۱).

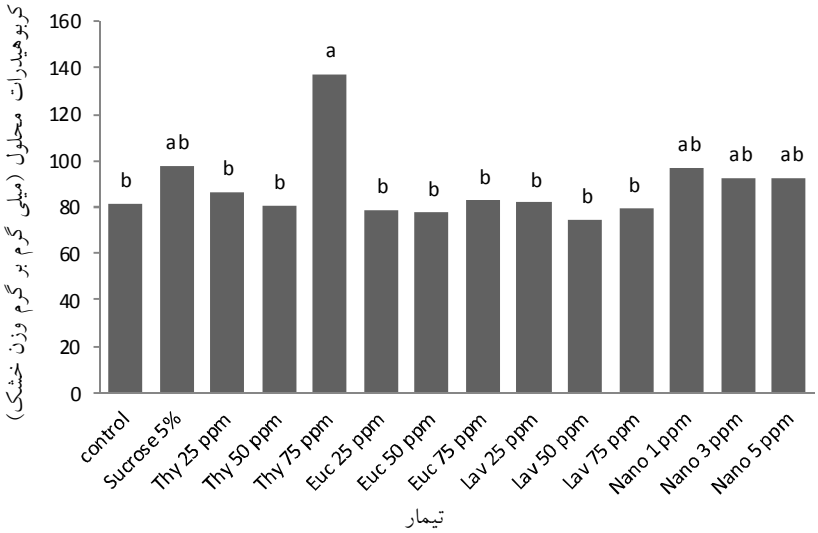


شکل ۱. اثر تیمار بر طول عمر گل بریده ژربرا. حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد می باشد. control: شاهد، Sucrose 5%: ساکارز ۵ درصد، Thy 25ppm: اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام، Thy 50ppm: اسانس آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام، Thy 75ppm: اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام، Euc 25ppm: اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Euc 50 ppm: اسانس اکالیپتوس ۵۰ پی‌پی‌ام، Euc 75ppm: اسانس اکالیپتوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Lav 25ppm: اسانس اسطوخودوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Lav 50ppm: اسانس اسطوخودوس ۵۰ پی‌پی‌ام، Lav 75ppm: اسانس اسطوخودوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Nano 1ppm: نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام، Nano 3ppm: نانوسیلور ۳ پی‌پی‌ام، Nano 5ppm: نانوسیلور ۵ پی‌پی‌ام.

محتوی کربوهیدرات محلول گلبرگ: اثر ساده تیمار در سطح احتمال ۵ درصد و اثرساده زمان بر محتوی کربوهیدرات‌های محلول گلبرگ در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شدند ولی اثر متقابل تیمار در زمان معنی‌دار نبود. در بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین محتوی کربوهیدرات‌های محلول متعلق به اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام (۱۳۷/۵۱ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) بود که با غلظت‌های مختلف نانوسیلور و ساکارز ۵ درصد در یک سطح معنی‌داری قرار داشت (شکل ۲) و موجب افزایش محتوی کربوهیدرات‌های محلول در مقایسه با تیمار شاهد (با میانگین ۸۱/۶۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) گردیدند. در طی روزهای ارزیابی، محتوی کربوهیدرات‌های محلول در شروع آزمایش بیشترین مقدار داشت که با روز چهارم تفاوت معنی‌داری نشان نداد (به‌ترتیب ۱۲۳/٦٤ و ۱۰۵/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک). در طول زمان

ارزیابی، محتوی کربوهیدرات‌های محلول به‌تدریج کاهش یافت و به کمترین مقدار در روز سیزدهم رسید که مقدار آن در روز دهم ارزیابی در یک سطح معنی‌داری قرار داشت (به‌ترتیب ۶۰/۳۷ و ۷۱/۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) (شکل ۳ راست).

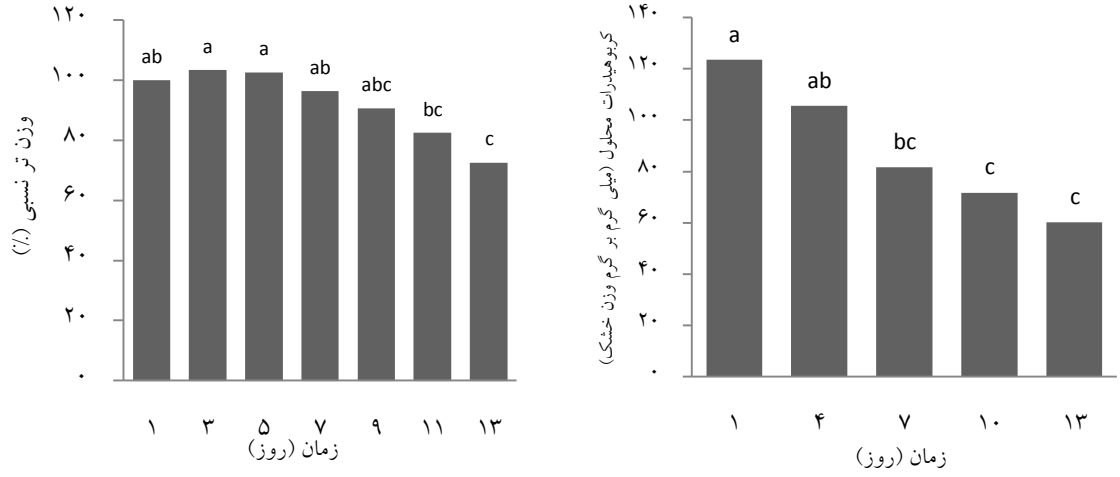
وزن تر نسبی: اثر ساده تیمار و زمان بر وزن‌تر نسبی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد ولی اثر متقابل تیمار در زمان بر وزن‌تر نسبی معنی‌دار نگردید. در بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین وزن‌تر نسبی در تیمار نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام (با میانگین ۸۹/۰۹ درصد) مشاهده گردید که در مقایسه با تیمار شاهد (۷۷/۸۳ درصد) میانگین بیشتری داشت. شایان ذکر است تیمار نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام با دیگر غلظت‌های این تیمار و تیمار اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام در یک سطح معنی‌داری قرار داشت. به‌طورکلی غلظت‌های مختلف تیمار نانوسیلور دارای میزان وزن‌تر نسبی بالاتری نسبت به سایر تیمارها (به استثنای اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام) بودند. از سوی دیگر تیمار شاهد با تیمارهای ساکارز۵درصد و اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام تفاوت معنی‌داری نشان نداد. با افزایش غلظت اسانس آویشن، وزن‌تر نسبی نیز افزایش یافت ولی تغییر غلظت در اسانس‌های اکالیپتوس و اسطوخودوس و نانوسیلور تغییری در میزان وزن تر نسبی در پی نداشت (شکل ٤). وزن‌تر نسبی در طی روز سوم ارزیابی به بیشترین مقدار (۱۰۳/٤۹ درصد) افزایش یافت، که تا روز پنجم ثابت باقی ماند. با این وجود میزان وزن تر نسبی در روزهای اول، سوم و پنجم تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، ولی پس از روز پنجم روند نزولی داشت و به کمترین مقدار در روز سیزدهم (۷۲/٥٤ درصد) رسید (شکل ۳).



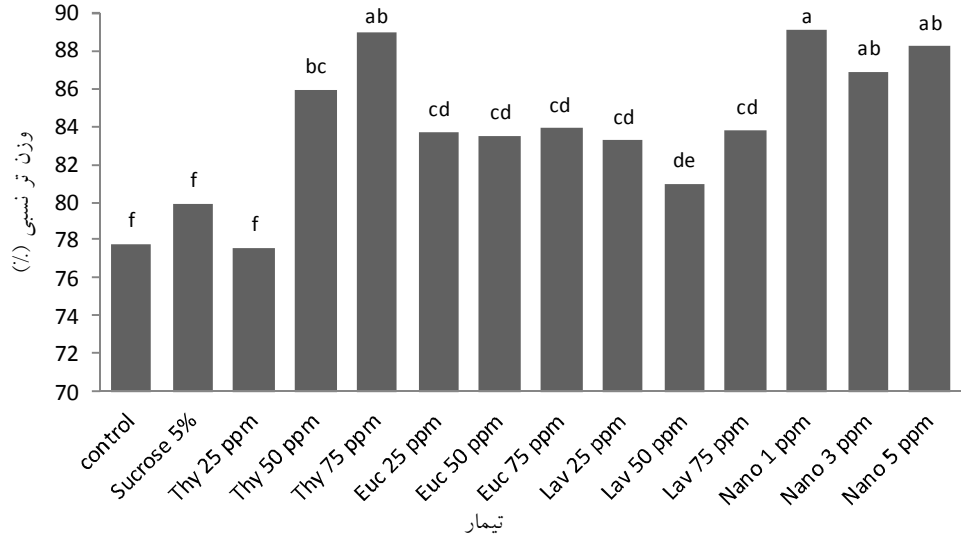
شکل ۲. اثر تیمار بر کربوهیدرات محلول گلبرگ در گل بریده ژربرا. حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد: شاهد، Sucrose 5%: ساکارز ۵ درصد، Thy 25ppm: اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام، Thy 50ppm: اسانس آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام، Thy 75ppm: اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام، Euc 25ppm: اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Euc 50 ppm: اسانس اکالیپتوس ۵۰ پی‌پی‌ام، Euc 75ppm: اسانس اکالیپتوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Lav 25ppm: اسانس اسطوخودوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Lav 50ppm: اسانس اسطوخودوس۵۰ پی‌پی‌ام، Lav 75ppm: اسانس اسطوخودوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Nano 1ppm: نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام، Nano 3ppm: نانوسیلور ۳ پی‌پی‌ام، Nano 5ppm: نانوسیلور ۵ پی‌پی‌ام.

محتوی آنتوسیانین گلبرگ: بررسی تجزیه واریانس اثر تیمار و زمان بر محتوی آنتوسیانین گلبرگ نشان داد که اثر ساده تیمار و زمان در سطح احتمال ۱ درصد و اثر متقابل تیمار زمان در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. در بررسی اثر تیمارهای مختلف در طی روزهای پس از برداشت مشخص شد که محتوی آنتوسیانین گلبرگ روند نزولی داشته است. بیشترین محتوی آنتوسیانین گلبرگ در روز چهار در تیمار اسانس آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام (۱/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) مشاهده شد که پس از آن تیمار اسانس اسطوخودوس ۵۰ پی‌پی‌ام (۱/۱۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) قرار داشت. تنها در این دو تیمار محتوی آنتوسیانین گلبرگ در روز چهارم افزایش یافت و در بقیه تیمارها کاهش نشان داد. سرعت کاهش در بین تیمارها مختلف بود به‌طوری‌که بیشترین محتوی آنتوسیانین گلبرگ در روز سیزدهم متعلق به تیمار آویشن ۷۵ و ۲۵پی‌پی‌ام (هردو با میانگین ۰/۷۳ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر) بود که بیانگر پایین بودن سرعت کاهش میزان محتوی آنتوسیانین گلبرگ بود. البته در روز سیزدهم محتوی آنتوسیانین در بین تیمارهای اعمال شده تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در این روز، کمترین محتوی آنتوسیانین گلبرگ نیز در تیمارهای اسانس اسطوخودوس ۷۵ پی‌پی‌ام و آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام (هردو با میانگین ۰/۵٤ میلی گرم بر گرم وزن‌تر) مشاهده شد (جدول ۱). در روز دهم ارزیابی غالب تیمارهای مورد استفاده دارای محتوی آنتوسیانین بالایی بودند که می‌توان به غلظت‌های ۱ و ۳ پی‌پی‌ام نانوسیلور، ساکارز ۵ درصد، اسانس آویشن ۲۵ و ۷۵ پی‌پی‌ام و غلظت‌های مختلف اسانس اکالیپتوس اشاره کرد.

خمیدگی گردن گل: اثرهای ساده زمان و تیمار واثر متقابل تیمار در زمان بر میزان خمیدگی گردن در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. همگی تیمارها در روز شروع آزمایش فاقد خمیدگی گردن گل بودند که در طی روزهای پس از برداشت به تدریج گردن گل‌ها شروع به خمیدگی کردند ولی سرعت خمیدگی در تیمارهای مختلف، متفاوت بود. بیشترین خمیدگی در همه تیمارها در روز سیزدهم ارزیابی مشاهده گردید. در این روز تیمار اکالیپتوس ۷۵ پی‌پی‌ام (با میانگین ۷) بیشترین خمیدگی را به خود اختصاص داد که پس از آن تیمارهای اسانس آویشن ۵۰ و ۷۵ پی‌پی‌ام و تیمار شاهد قرار داشتند. به استثنای تیمارهای مذکور، میزان خمیدگی در سایر تیمارها کم بوده و با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲).



شکل ۳. اثر زمان بر کربوهیدرات محلول (راست) و وزن‌تر نسبی (چپ) در گل بریده ژربرا. حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی دار ۱ درصد (کربوهیدرات محلول) و ۱ درصد (وزن تر نسبی) می‌باشد.



شکل ٤. اثر تیمار بر وزن تر نسبی در گل بریده ژربرا. حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد می‌باشد. شاهد، Sucrose 5%: ساکارز ۵ درصد، Thy 25ppm: اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام، Thy 50ppm: اسانس آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام، Thy 75ppm: اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام، Euc 25ppm: اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Euc 50 ppm: اسانس اکالیپتوس ۵۰ پی‌پی‌ام، Euc 75ppm: اسانس اکالیپتوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Lav 25ppm: اسانس اسطوخودوس ۲۵ پی‌پی‌ام، Lav 50ppm: اسانس اسطوخودوس ۵۰ پی‌پی‌ام، Lav 75ppm: اسانس اسطوخودوس ۷۵ پی‌پی‌ام، Nano 1ppm: نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام، Nano 3ppm: نانوسیلور ۳ پی‌پی‌ام، Nano 5ppm: نانوسیلور ۵ پی‌پی‌ام.

جدول ۱. اثرمتقابل تیمار در زمان بر محتوی آنتوسیانین گلبرگ (میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر). حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد.

زمان / تیمار	روز پس از برداشت											
	۱		٤		۷		۱۰		۱۳	
شاهد	bc	۰/۹۵	c…h	۰/۸٦	i...p	۰/٦٤	m…p	۰/٦۰	op	۰/۵۵
ساکارز ۵ درصد	bc	۰/۹۵	c…f	۰/۹۰	c…n	۰/۷۹	c…n	۰/۷۷	g…p	۰/٦۸
اسانس آویشن ۲۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…m	۰/۸۰	c...n	۰/۷٦	c…n	۰/۷۹	e…p	۰/۷۳
اسانس آویشن ۵۰پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	a	۱/۵۹	f…p	۰/۷۰	i…p	۰/٦٤	P	۰/۵٤
اسانس آویشن ۷۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…h	۰/۸٦	c…n	۰/۷۹	c…p	۰/۷۵	d…p	۰/۷۳
اسانس اکالیپتوس ۲۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…g	۰/۸۷	c…l	۰/۸۱	c…n	۰/۷۸	f…p	۰/۷۰
اسانس اکالیپتوس ۵۰پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…i	۰/۸۵	c…m	۰/۸۱	c…p	۰/۷٤	h…p	۰/٦۵
اسانس اکالیپتوس ۷۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…j	۰/۸٤	c…n	۰/۷۸	e…p	۰/۷۳	j…p	۰/٦٤
اسانس اسطوخودوس ۲۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…k	۰/۸۲	c…o	۰/۷٦	e…p	۰/۷۲	k…p	۰/٦۳
اسانس اسطوخودوس ۵۰پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	b	۱/۱۳	h…p	۰/٦۵	k…p	۰/٦۲	m…p	۰/۵۹
اسانس اسطوخودوس ۷۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	bc	۰/۹۵	f...p	۰/٦۹	l…p	۰/٦۰	P	۰/۵٤
نانوسیلور ۱پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	b…e	۰/۹۲	c…k	۰/۸۱	c…n	۰/۷٦	g…p	۰/٦٦
نانوسیلور ۳پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c…f	۰/۸۹	c…l	۰/۸۱	e…p	۰/۷۲	nop	۰/۵۹
نانوسیلور ۵پی‌پی‌ام	bc	۰/۹۵	c...j	۰/۸٤	c…o	۰/۷٦	g…p	۰/٦٦	j…p	۰/٦۳

جدول ۲. اثرمتقابل تیمار در زمان بر خمیدگی گردن گل. حروف غیریکسان بیان کننده وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۱درصد می‌باشد.

زمان / تیمار	روز پس از برداشت												
	۱	۲	۳	٤	٥	٦	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳
شاهد	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۰/۰^{fg}	۳/۷^{ef}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۶/۳^{ab}
ساکارز ۵ درصد	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۰/۰^{fg}	۳/۷^{ef}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۲/۳^{gh}	۳/۰^{fg}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس آویشن ۵۰ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۲/۳^{gh}	۳/۷^{ef}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۷^{bc}	۶/۳^{ab}
اسانس آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۲/۳^{gh}	۳/۰^{fg}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۶/۳^{ab}
اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۲/۳^{gh}	۳/۰^{fg}	۵/۰^{cd}	٤/۳^{de}	٤/۳^{de}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس اکالیپتوس ۵۰ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۲/۳^{gh}	٤/۳^{de}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس اکالیپتوس ۷۵ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۳/۰^{fg}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۷/۰^{a}
اسانس‌اسطوخودوس ۲۵پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۳/۰^{fg}	۳/۷^{ef}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس اسطوخودوس۵۰پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۲/۳^{gh}	۳/۰^{fg}	٤/۳^{de}	٤/۳^{de}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
اسانس‌اسطوخودوس ۷۵پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۳/۰^{fg}	۳/۰^{fg}	۳/۷^{ef}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۲/۳^{gh}	۳/۰^{fg}	۳/۰^{fg}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
نانوسیلور ۳ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۳/۰^{fg}	۳/۷^{ef}	٤/۳^{de}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}
نانوسیلور ۵ پی‌پی‌ام	۰^{j}	۱^{i}	۱^{i}	۱^{i}	۱/۷^{hi}	۳/۰^{fg}	٤/۳^{de}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۰^{cd}	۵/۷^{bc}

بحث

طبق نتایج بدست آمده مشاهده شد استفاده از نانوسیلور و اسانس‌های گیاهی موجب افزایش طول عمر گل بریده ژربرا گردید. گزارش شده است از عوامل مهم کاهش طول عمر گل‌های بریده انسداد آوندی در اثر رشد باکتری می‌باشد (Ichimura et al., 1997). بر این اساس و طبق گزارشات مبنی اثرات ضد میکروبی اسانس‌ها (Hadizadeh and Peivastegan, 2009) و نانو سیلور (Liu et al., 2009) می‌توان به پتانسیل این مواد در افزایش طول عمر گل بریده پی برد. همچنین گزارش شده است که اسانس (۳۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و عصاره (۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) میخک هندی می‌تواند به‌عنوان ترکیب ضدباکتری موثری عمل نماید و با افزایش میزان جذب محلول و بالاتر نگه داشتن وزن‌تر نسبی گل‌های بریده ژربرا سبب افزایش طول عمر گل‌ها به اندازه بیش از ۳ روز در مقایسه با تیمار شاهد گردد (ضیائی‌موحد و همکاران، ۱۳۸۹). از سوی دیگر کاربرد نانوسیلور در پس از برداشت گل بریده ژربرا موجب جلوگیری از رشد باکتری‌ها در انتهای بریده شده گل بریده شده و تیمار ۵ میلی‌گرم بر لیتر موجب افزایش ۲ برابری طول عمر گل بریده در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Liu et al., 2009). شایان ذکر است. Liu و همکاران (۲۰۰۹) در غلظت ۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوسیلور بهترین نتیجه را بدست آوردند در حالی که در آزمایش حاضر بهترین نتیجه نانوسیلور در غلظت ۱ پی‌پی‌ام بدست آمد، دلیل این اختلاف را می‌توان در اندازه متفاوت ذرات نانوسیلور جستجو کرد، بدین‌صورت که در آزمایش Liu و همکاران (۲۰۰۹) اندازه نانوسیلور ۲-۵ نانومتر بود در حالی که اندازه نانو ذرات آزمایش ما ۲۰ نانومتر بود. در این پژوهش نیز تیمارهای اسانس (اسطوخودوس ۷۵ پی‌پی‌ام و اکالیپتوس ۲۵پی‌پی‌ام) و نانوسیلور (۱

پی‌پی‌ام) اثرات مثبتی بر طول عمر گل بریده داشت و موجب افزایش طول عمر در مقایسه با شاهد شد. با این وجود افزایش غلظت در برخی تیمارها نظیر نانوسیلور و اسانس اکالیپتوس موجب کاهش طول عمر گردید که می‌توان دلیل آن را به سمیت غلظت‌های بالا نسبت داد.

خمیدگی گردن گل در گل بریده ژربرا یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده طول عمر گل در طی پس از برداشت است (نیکبخت و همکاران، ۱۳۸٦). در این پژوهش نیز گل‌های بریده در طی روزهای پایانی ارزیابی دچار خمیدگی گردن گل و در برخی موارد شکستگی شدند. تیمارهایی که کمترین مقدار خمیدگی گردن (غلظت‌های مختلف نانوسیلور) را داشتند، تاثیر مطلوبی بر کیفیت و طول عمر گل بریده بر جای گذاشتند. عوامل متعددی می‌توانند بر این عارضه موثر باشند که از مهم ترین آن‌ها می‌توان به انسداد آوندی و برهم خوردن توازن آبی در گل بریده اشاره کرد. گزارش شده است که انسداد آوندی در اثر باکتری‌ها موجب کاهش جذب آب و در نتیجه خمیدگی یا شکستگی گردن گل و پژمردگی گلبرگ‌ها در گل بریده ژربرا گردیده است (Meman and Dabhi, 2006). بر اساس خواص ضدباکتریایی نانوذرات نقره (Song et al., 2006) می‌توان به نقش این ترکیب در بازدارندگی از رشد باکتری‌ها و انسداد آوندی و جلوگیری از خمیدگی گردن گل پی برد. وزن تر نسبی از شاخص‌های نشان‌دهنده روابط آبی مطلوب در گل‌های بریده است. کاهش تدریجی این فاکتور در طی پس از برداشت امری قابل پیش‌بینی است ولی هرچه میزان این کاهش کمتر باشد، بیانگر تاثیر مطلوب تیمارهای اعمال شده است. بر اساس نتایج این آزمایش، غلظت‌های مختلف نانو سیلور و تیمار آویشن ۷۵ پی‌پی‌ام اثرات مطلوبی بر وزن تر نسبی داشت. گزارش شده است تیمار گل‌های بریده ژربرا با ۵ میلی‌گرم بر لیتر نانوسیلور موجب تاخیر در کاهش وزن‌تر نسبی گردید (Liu et al., 2009) احتمالاً تفاوت مشاهده شده مربوط به نقش و اهمیت نوع روش سنتز و متعاقباً اثرات اندازه نانومتری نانوذرات نقره می‌باشد و از سوی دیگر وجود ۵۰ و یا ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نانوسیلور در محلول جذبی گل بریده رز نیز موجب تاخیر در کاهش وزن تر نسبی در مقایسه با تیمار شاهد گردید (Lü et al., 2010). این تاثیر مطلوب نانوسیلور به‌دلیل خواص ضد باکتریایی آن است که در برخی اسانس‌های گیاهی نیز می‌توان وجود داشته و تاثیر مطلوبی بر شاخص‌های کیفی پس از برداشت گل بریده ژربرا دارد (Solgi et al., 2009)

بیان شده است که وجود کربوهیدرات‌های محلول در گلبرگ‌ها موجب کاهش پتانسیل آب و در نتیجه افزایش جذب محلول می‌گردد (Ho and Nichols., 1977). بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت بالا بودن کربوهیدرات عامل مثبتی در طول عمر گل بریده است. آنتوسیانین‌ها رنگیزه محلول در آب می‌باشند که در واکوئل سلول‌های اپیدرمی گلبرگ تجمع یافته و باعث بروز رنگ‌هایی در دامنه نارنجی تا بنفش می‌گردد (O'Donoghue et al., 2002). کاهش مقدار آنتوسیانین در طی پس از برداشت‌ها از نشانه‌های بروز پیری است. براساس نتایج این آزمایش نیز مقدار آنتوسیانین در طی دوره‌های ارزیابی کاهش یافت. نتایج نشان می‌دهد تیمارهایی که طول عمر بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها و تیمار شاهد داشتند، کاهش آنتوسیانین و کربوهیدرات‌های محلول در گلبرگ‌های آن‌ها با تاخیر روی داده است.

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج این پژوهش نشان داد که تیمارهای اعمال شده اثرات مختلفی بر فاکتورهای مورد ارزیابی بر جای گذاشتند. طول عمر گل بریده مهم‌ترین فاکتور مورد

ارزیابی بود که تیمارهای نانوسیلور ۱ پی‌پی‌ام و اسانس اکالیپتوس ۲۵ پی‌پی‌ام بیشترین طول عمر را به خود اختصاص دادند. در بررسی کربوهیدرات‌های محلول و وزن تر نسبی مشخص شد غلظت‌های مختلف نانوسیلور به همراه اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام مطلوب ترین اثر را برجای گذاشتند. غلظت‌های ۱ و ۳ پی‌پی‌ام نانو سیلور به همراه ساکارز ۵ درصد، آویشن ۲۵ و ۷۵ پی‌پی‌ام و همه غلظت‌های اسانس اکالیپتوس اثرات مطلوبی بر محتوی آنتوسیانین گلبرگ داشتند. تیمارهای اکالیپتوس ۲۵ و ۷۵ پی‌پی‌ام، ساکارز ۵ درصد، اسانس آویشن ۲۵ پی‌پی‌ام، غلظت‌های مختلف اسانس اسطوخودوس به همراه نانوسیلور ۱ و ۳ پی‌پی‌ام کمترین خمیدگی را به خود اختصاص دادند. با توجه به نتایج بدست آمده، تیمار نانوسیلور ۱پی‌پی‌ام برای استفاده در پس از برداشت گل بریده ژربرا رقم دون قابل توصیه است.

منابع

پیغامی آشنایی، س. فرزانه، محسن.هادیان، ج. شریقی تهران، ع. و قربانپور، م. (۱۳۸٦). بررسی اثر چند اسانس گیاهی در کنترل بیماری کپک خاکستری سیب در اثر *Botrytis cinerea*. مجله پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. جلد هفتم. شماره ۳. صفحات ۱-۱۰.

ضیائی موحد، ز. کافی، م. خلیقی، ا. عزیزی، م. و شریفی، ر. (۱۳۸۹). بررسی امکان جایگزین نمودن ترکیبات طبیعی (اسانس و عصاره میخک هندی) به جای ترکیبات شیمیایی ضد باکتری در محلول نگهدارنده گل بریده ژربرا. مجله علوم باغبانی ایران. دوره ٤١. شماره ٤. صفحات ٣٤٥-٣٣٧.

نیکبخت، ع. کافی، م. بابالار، م. اعتمادی، ن. ابراهیم‌زاده، ح. و شیا، ی، پ. (۱۳۸٦). اثر هومیک اسید بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. جلد هشتم. شماره ٤. صفحات ٢٤٨ -٢٣٧.

Anonymous, (2010). International statistics flowers and plants. ISBN 978-90-74486-1-4 Unidruck, Hannover (DE).

Celikel, F.G. and Reid, M.S. (2002). Storage temperature affects the quality of cut flowers from the Asteraceae. Horticulture Science. 37(1): 148-150.

Damunupola, J.W. and Joyce, D.C. (2006). When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? Journal of the Japanese Society for Horticultural Science. 77: 1–18.

Feinbaum, R.L. and Ausubel, F.M. (1988). Transcription regulation of the *Arabidopsis thaliana* chalcone synthase gene. Molecular and Cellular Biology. 8(5): 1985-1992.

Geraspolus, D. and Chebli, B. (1999). Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase-life of cut gerberas. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 74: 78–81.

Hadizadeh, I. and Peivastegan, B. (2009). Antifungal activity of essential oils from some medicinal plants of Iran against Alternaria alternate. The 6th National Biotechnology Congress of Iran 13-15 Aug. Milad Tower Conference Hall, Tehran-Iran.

Halevy, A.H. and Mayak, S. (1979). Senescence and postharvest physiology of cut flowers, part 1.Horticultural Reviews. 1: 204–236.

Halevy, A.H. and Mayak, S. (1981). Senescence and postharvest physiology of cut flowers, 2. Horticultural Reviews. 3: 59–143.

He, S., Joyce, D.C., Irving, D.E. and Faragher, J.D. (2006). Stemend blockage in cut *Grevillea* 'Crimson Yul-lo' inflorescences. Postharvest Biology and Technology. 41: 78–84.

Ho, L.C. and Nichols, R. (1977). Translocation of 14C-sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. Annals of Botany. 41: 227–242.

Ichimura, K., Kohata, K., Koketsu, M., Yamaguchi, Y., Yamaguchi, H. and Suto, K. (1997). Identification of methyl β-glucopyranoside and xylose as soluble sugar constituents in roses (*Rosa hybrida* L.).

Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry. 61:1734–1735.

Ichimura, K., Taguchi, M. and Norikoshi, R. (2006). Extension of the vase life in cut roses by treatment with glucose, isothiazolinonic germicide, citric acid and aluminum sulphate solution. JARQ. 40 (3): 263–269.

Jin, J., Shan, N., Ma, N., Bai, J. and Gao, J. (2006). Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Samantha. Postharvest Biology and Technology, 40: 236-243.

Liu, J., He, S., Zhang, Z., Cao, 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 Biology and Technology. 54: 59–62.

Lü, P., Cao, J., He, S., Liu, J., Li, H., Cheng, G., Ding, Y. and Joyce, D. (2010). Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie Star flowers. Postharvest Biology and Technology. 57: 196–202.

Marousky, F.J. (1971). Inhibition of vascular blockage and increased moisture retention in cut Roses induced by pH, 8-hydroxyquinoline citrate and sucrose. Journal of the American Society for Horticultural Science. 96: 38-41.

Meman, M.A. and Dabhi, K.M. (2006). Effects of different stalk lengths and certain chemical substances on vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv Savana Red). Journal of Applied Horticulture. 8: 147–150.

Navarro, E., Baun, A., Behra, R., Hartman, N.B., Filser, J., Miao, A.J., Quigg, A., Santschi, P.H. and Sigg, L. (2008). Environmental behavior and ecotoxicity of engineered nanoparticles to algae, plants, and fungi. Ecotoxicology. 17: 372– 386.

O'Donoghue, E.M., Somerfield, S.D. and Heyes, J.A. (2002). Vase solution containing sucrose result in changes to cell walls of Sandersonia (*Sandersonia aurantiaca*) flowers. Postharvest Biology and Technology. 26:285–294.

Pauli, A. (2001). Antimicrobial properties of essential oil constituents. International Journal of Aromatherapy. 3: 126–133

Pompodakis, N.E., Terry, L.A., Joyce, D.C., Lydakis, D.E. and Papadimitriou, M.D. (2005). Effect of seasonal variation and storage temperature on leaf chlorophyll fluorescence and vase life of cut roses. Postharvest biology and technology. 36: 1-8.

Sharma, N. and Trippathi, A. (2006). Fungitoxicity of the essential oil of *Citrus sinensis* on post-harvest pathogens. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 22: 587–593.

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T.S. and Naderi, R. (2009). Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') flowers. Postharvest Biology and Technology. 53: 155–158.

Song, H.Y., Ko, K.K., Oh, H.I. and Lee, B.T. (2006). Fabrication of silver nanoparticles and their antimicrobial mechanisms. European Cells and Materials. 11, 58-64.

Stewart, E, A. (1989). Analysis of vegetation and other organic material. Academic Press, New York, U.S.A. 220 p.

Tzortakis, N.G. (2007). Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. In novative Food Science and Emergine Technologies. 8:111-116.