فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیستم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۱۵-۱/ بهار و تابستان ۹۹
DOI: 10.22084/ppt.2018.12779.1696

افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم با استفاده از کیتوزان

Extending the Vase life of Anthurium Cut-flower by Chitosan

ابوالقاسم رحمانی[۱]، موسی سلگی[۲*]، علیرضا خالقی[۲] و عباس میرزاخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۷/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۵/۱۱
(مقاله پژوهشی)

چکیده

این تحقیق در قالب دو آزمایش و به‌صورت طرح‌کاملاً تصادفی انجام گرفت. در آزمایش اول اثر چهار سطح کیتوزان (صفر درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد، ۰/۰۵ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد، ۰/۱ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد)، ۲ درصد اسید استیک به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و آب مقطر به‌عنوان شاهد به‌صورت محلول نگهدارنده بر برخی صفات کیفی و فیزیولوژیکی گل شاخه بریده آنتوریوم مورد بررسی قرار گرفت. در آزمایش دوم اثر سه سطح کیتوزان (۰/۰۵درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد، ۰/۱ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد)، ۲ درصد اسید استیک به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و آب مقطر به‌عنوان شاهد به‌صورت محلول‌پاشی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین عمر گلجایی در هر دو روش با کاربرد کیتوزان ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد مشاهده شد. تیمار ۰/۲ درصد کیتوزان به‌علاوه ساکارز ۲ درصد به‌صورت محلول نگهدارنده سبب افزایش ۲/۵ برابری عمر گلجایی (۵۰ روز) نسبت به شاهد گردید. در روش محلول‌پاشی نیز عمر گلجایی دو برابر (۳۵ روز) بیش‌تر از شاهد بود. بیش‌ترین و کم‌ترین نشت یونی در روش محلول‌پاشی، به‌ترتیب در تیمارهای اسید استیک به‌علاوه ۲ درصد ساکارز و کیتوزان ۰/۲ درصد به‌علاوه ۲ درصد ساکارز حاصل شد و در کاربرد به‌صورت محلول نگهدارند، به‌ترتیب در تیمارهای ساکارز ۲ درصد و کیتوزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد مشاهده گردید. به‌طورکلی کاربرد کیتوزان جهت افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم با توجه به سازگار بودن آن با محیط‌زیست، پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: محلول نگهدارنده، ساکارز، نشت یونی، اسید استیک

۱ و ۲. به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران
۳. استادیار، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
*: نویسنده مسئول Email: M-solgi@araku.ac.ir
این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد نویسنده اول تحت راهنمایی موسی سلگی می‌باشد.

مقدمه

گردش مالی گل و گیاهان زینتی در جهان بیش از ۱۵۰ میلیارد دلار است. کشورهای هلند، کلمبیا، ژاپن و آمریکا بزرگ‌ترین تولیدکنندگان گل و گیاه در جهان به‌شمار می‌روند. صنعت تولید گل‌های شاخه بریده مهم‌ترین بخش از زیر مجموعه تولید گل و گیاهان زینتی در ایران است و به‌طور متوسط سالانه نزدیک به دو و نیم میلیارد شاخه گل بریده تولید می‌شود. مهم‌ترین شاخه‌های گل بریده در ایران شامل گلایل، رز، میخک، داودی، آنتوریوم، پرنده بهشتی، مریم، سوسن، مارگریت، ژربرا و آلسترومریا می‌باشند (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۳). آنتوریوم[1] گیاهی گرمسیری، دائمی گلخانه‌ای و با ریشه‌های ضخیم و گوشتی است. این گل متعلق به خانواده شیپوری[2] می‌باشد و دارای بیش از ۱۵۰۰ گونه است. آنتوریوم با براکته‌های زیبا در گل آرایی جایگاه ویژه‌ای دارد. به‌دلیل براکته‌ها و اسپات رنگی و گاهی برای برگ‌های زیبای آن پرورش داده می‌شود (خلیقی، ۱۳۷۶؛ *تیکسیرا داسیلوا*[3] و همکاران، 2015؛ *الیبوکس و یوماهاران*[4]، 2010).

حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریده یک نیاز ضروری در پس از برداشت می‌باشد. بدین منظور فناوری‌ها و ترکیبات شیمیایی و غیرشیمیایی گوناگونی مورداستفاده قرار می‌گیرند. از ترکیبات شیمیایی می‌توان به نیترات نقره، ۸-هیدروکسی کوئینولین سیترات (سولفات) و نانوذرات نقره و از ترکیبات غیرشیمیایی به انواع اسانس‌ها اشاره نمود (سلگی و همکاران، ۱۳۹۴؛ *سلگی*[5] و همکاران، 2009 و 2011). کیتوزان می‌تواند یکی از این ترکیب‌ها باشد که تاکنون گزارش‌های چندانی در زمینه کاربرد آن در پس از برداشت گل‌های شاخه بریده ارائه نگردیده است. اخیراً *سلگی* (2018) دریافتند که اثر تیمارهای مختلف بر میزان عمر گلجایی میخک رقم "Whith Liberty" اثر معنی‌دار دارند و به‌ترتیب تیمارهای تیمول ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۳ روز)، نانوذرات ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۲/۵ روز) و کیتوزان ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۲/۳ روز) دارای بیش‌ترین عمر گلجایی در مقایسه با شاهد بودند. هم‌چنین در پژوهشی دیگر تأثیر کیتوزان، نانوذرات نقره سبز و اسانس تیمول (دو سطح ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر) در مقایسه با آب مقطر و ساکارز دو درصد بر عمر گلجایی میخک شاخه بریده رقم "Tabor" موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد به‌ترتیب تیمارهای کیتوزان ۲۵ و ۵۰ (تقریباً ۱۷ روز) و نانوذرات ۵۰ (۱۵/۷روز) دارای بیش‌ترین عمر گلجایی بودند اما تیمارهای آب مقطر و دو درصد ساکارز کم‌ترین عمر گلجایی (۱۰ روز) را داشتند (سلگی و تقی‌زاده، ۱۳۹۴). به‌نظر می‌رسد در تنها گزارش موجود و برای اولین بار توسط زندی و همکاران (۱۳۹۳) تأثیر نانوذرات کیتوزان بر عمر گلجایی و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گل شاخه بریده ژربرا موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد تیمار ۰/۵ درصد نانوذرات کیتوزان، بیش‌ترین تأثیر را بر خصوصیات کیفی و دوام گل شاخه بریده ژربرا داشته است.

کیتوزان یک الیگوساکارید تغییر یافته است که از طریق حذف گروه استیل از کیتین به‌دست می‌آید. این ماده یکی از فراوان‌ترین بیوپلیمرهای طبیعی است که از پوشش خارجی بندپایان و نیز دیواره‌ی سلولی برخی از قارچ‌ها استخراج می‌شود. بنابراین کیتوزان به‌عنوان یک ماده بیولوژیکی مهم که هم دارای سازگاری زیستی و هم یک ماده‌ی غیرسمی است موردتوجه قرار گرفته است. کیتوزان، نفوذپذیری نسبی به بخار آب دارد و مانع خوبی برای گاز اکسیژن به‌شمار می‌آید (*مارگوریت*[6]، 2006).

کاربرد میثر کیتوزان به‌عنوان یک پوشش به‌طور کاملاً طبیعی و بی‌خطر جهت افزایش ماندگاری و بهبود کیفیت روی بسیاری از محصولات باغبانی ازجمله میوه‌ها و سبزی‌ها گزارش شده است. از آنجایی که پوشش کیتوزان به‌عنوان مانعی در برابر جریان اکسیژن عمل می‌نماید و هم‌چنین رشد میکروب‌ها را کنترل می‌کند، در حفظ رنگ، بافت و رطوبت گیاه و افزایش طول عمر پس از برداشت گیاهان بسیار میثر است (*جعفرزاده* و همکاران، 2011؛ *بورتوم*[7]، 2008). کند شدن فرایندهای پیری در میوه‌های تیمار شده با کیتوزان، موجب کاهش تولید اتیلن و اثر آن، کاهش میزان تنفس و حفظ استحکام دیواره‌های سلولی می‌شود (*باتیستا-بانوس*[8] و همکاران، 2006). کیتوزان با تشکیل یک لایه عایق موجب تغییر در میزان گازها شده و با کاهش تنفس و تولید اتیلن، موجب کاهش مصرف اسیدهای آلی موجود در میوه‌ها می‌شود. سازوکارهایی که محصولات باغبانی پوشیده شده با لایه محافظتی کیتوزان به‌کار می‌برند شامل کنترل سرعت تنفسی از طریق کاهش قابلیت دسترسی به اکسیژن و افزایش غلظت درونی دی اکسیدکربن است که منجر به افزایش طول عمر پس از برداشت آن‌ها می‌شود. به‌علاوه پوشش کیتوزان به‌عنوان یک مانع از هدر رفت آب ناشی از تعرق که منجر به پژمردگی می‌شود نیز عمل می‌نماید (*اجاق* و

1. *Anthurium andranum*
2. *Araceae*
3. Teixeira da Silva
4. Elibox and Umaharan
5. Solgi
6. Marguerite
7. Bourtoom
8. Bautista-Banos

همکاران، 2002). نقش کیتوزان در حفظ اسیدهای آلی محصولات مختلفی مانند توت‌فرنگی، هلو و گوجه‌فرنگی گزارش شده است (*لیو*[1] و همکارن، 2007).

اثر ضدمیکروبی کیتوزان در کنترل فساد میکروبی در انواع مختلف میوه و سبزی بررسی شده است. کیتوزان به‌طور مؤثری می‌تواند رشد عوامل میکروبی را در زمان انبارمانی کاهش دهد. *چِین*[2] و همکاران (2007) با پوشش‌دار نمودن میوه مرکبات در غلظت‌های مختلف کیتوزان نشان دادند که کیتوزان با بیش‌ترین غلظت، بیش‌ترین تأثیر را در حفظ کیفیت میوه و کنترل رشد قارچ روی میوه دارد. *هرناندز* و همکاران (2008) اثر پوشش کیتوزان را روی کیفیت توت فرنگی بررسی کردند و هیچ نشانه‌ای از پوسیدگی قارچی در طول انبارداری مشاهده نکردند. در گزارشی فینی دخت و همکاران (۱۳۹۱) با کاربرد سطوح گوناگون کیتوزان و کلرور کلسیم بر پس از برداشت میوه‌های گیلاس رقم "سیاه مشهد" نشان دادند که تیمار ۰/۵ درصد کیتوزان موجب تثبیت مواد جامد محلول، اسیدهای آلی و وزن میوه و کاهش آلودگی میوه‌ها می‌گردد. *لی* و همکاران (2015) نشان دادند که کاربرد کیتوزان سبب کاهش پوسیدگی قارچی حاصل از کپک آبی[3] در طی انبارداری میوه‌های سیب می‌گردد.

از آنجایی که کیتوزان به‌طور کاملاً با محیط‌زیست سازگار بوده و هیچ‌گونه آلودگی زیست‌محیطی را به دنبال نخواهد داشت. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی احتمال جایگزین نمودن کیتوزان با ترکیبات شیمیایی مورداستفاده در طی پس از برداشت گل شاخه بریده آنتوریوم با دو روش محلول‌پاشی و در ترکیب با محلول نگهدارنده بود.

مواد و روش‌ها

۱. تهیه گل

تعداد ۹۰ شاخه گل شاخه بریده آنتوریوم رقم "Sirion" که یکنواخت، سالم و بدون بیماری بودند از گلخانه‌های شهرستان ورامین تهیه گردید و سپس بسته‌بندی گردیدند و به‌سرعت به آزمایشگاه گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه اراک انتقال یافتند. ابتدا انتهای شاخه گل از فاصله پنج سانتی‌متری قطع شد، به‌طوری‌که طول هر شاخه گل در نهایت ۳۵ سانتی‌متر شد. سپس سه تا از شاخه‌های گل به‌صورت تصادفی درون هر یک ظروف حاوی تیمارهای محلول نگهدارنده و یا آب مقطر قرار گرفتند. این پژوهش در قالب دو آزمایش استفاده از کیتوزان در محلول نگهدارنده و کاربرد آن به‌صورت محلول‌پاشی در پاییز و زمستان ۱۳۹۴ به اجرا در آمد.

۲. آزمایش اول؛ کاربرد کیتوزان به‌صورت محلول نگهدارنده

کیتوزان از شرکت مرک[4] خریداری گردید. کیتوزان ترکیبی غیرمحلول در آب می‌باشد. بنابراین برای تهیه محلول کیتوزان از محلول اسید استیک دو درصد حجمی استفاده شد. در ابتد بر اساس تیمار موردنظر پودر کیتوزان توسط ترازوی دیجیتال (دقت ۰۰۱/ گرم) وزن شد و سپس در اسید استیک روی همزن اضافه شد تا به‌طور کاملاً حل شوند. بدین منظور پودر کیتوزان با وزن‌های ۰/۵، ۱ و ۲ گرم کیتوزان در اسید استیک حل شدند. سپس به حجم ۱۰۰۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. در نهایت ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب را به سه قسمت مساوی حجمی تقسیم گردید و درون ظرف‌های شیشه‌ای مخصوص نگهداری گل‌های شاخه بریده ریخته شد. سه گل شاخه بریده آنتوریوم به‌صورت تصادفی انتخاب شد و درون ظرف‌های آماده شده حاوی تیمارها قرار داده شدند.

این آزمایش در مجموع شامل شش تیمار بود. چهار سطح کیتوزان (صفر درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد ، ۰/۰۵ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد ، ۰/۱ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد)، ۲ درصد اسید استیک به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و هم‌چنین آب مقطر به‌عنوان شاهد استفاده شد. روش استفاده از تیمارها به‌صورت کوتاه‌مدت[5] بود، بنابراین محلول‌های موردنظر پس از ۲۴ ساعت با آب مقطر جایگزین شدند.

۳. آزمایش دوم؛ کاربرد کیتوزان به‌صورت محلول‌پاشی

این آزمایش در مجموع پنج تیمار داشت. اثر سه سطح کیتوزان (۰/۰۵درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد ، ۰/۱ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و ۰/۲ درصد به‌علاوه ساکارز ۲ درصد)، ۲ درصد اسید استیک به‌علاوه ساکارز ۲ درصد و هم‌چنین آب مقطر به‌عنوان شاهد به‌صورت محلول‌پاشی در نظر گرفته شدند. سپس تیمارهای موردنظر روی گل‌های شاخه بریده افشانه شدند.

۴. شرایط نگهداری پس از برداشت گل‌ها

پس از اعمال تیمارها، گل‌ها در اتاق پس از برداشت با دمای ۲ ± ۲۲ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۰ درصد و مدت

1. Liu
2. Chien
3. *Penicillium expansum*
4. Merck
5. Pulsing

روشنایی ۱۲ ساعت و با شدت روشنایی ۱۲-۱۰ ماکرومول بر مترمربع در ثانیه[1] توسط لامپ‌های فلورسنت تامین می‌گردید، نگهداری شدند. در ضمن تهویه جهت جلوگیری از تجمع گازهایی مانند دی‌اکسیدکربن و اتیلن و کنترل دما و رطوبت صورت پذیرفت.

۴. صفات مورد ارزیابی

۴-۱. عمر گلجایی

عمر گلجایی به‌عنوان مهم‌ترین صفت در طی پس از برداشت این گل می‌باشد. بنابراین طول عمر گلجائی عبارت است از تعداد روزها از اولین روز پس از اعمال تیمارها تا زمانی که گل‌ها ارزش تجاری خود را از دست می‌دهند. این صفت روزانه و به‌صورت مشاهده‌ای و با در نظر گرفتن رنگ‌پریدگی گل (براکته‌ها)، استوار بودن و یا خمیدگی ساقه گل و پژمردگی اسپات‌ها و براکته‌ها اندازه‌گیری شد. زمانی که براکته‌ها، اسپات و یا ساقه تورژسانس و شادابی خود را از دست دادند، عمر گل پایان یافته در نظر گرفته شد و نتایج ثبت گردید (*الیبوکس و یوماهاران*، 2010؛ *پرومیو*[2] و همکاران، 2012).

۴-۲. وزن‌تر نسبی[3]

برای اندازه‌گیری این شاخص، شاخه‌های گل را در روزهای ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، ۸، ۱۰ ،۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت بالا (دقت ۰۰۱/ گرم) توزین شدند و وزن‌تر آن‌ها ثبت گردید. سپس با فرمول زیر میزان وزن تر نسبی بر حسب واحد گرم بر گرم وزن‌تر اولیه در روز[4] مورد محاسبه قرار گرفت (سلگی، ۱۳۸۸؛ *ون میترن*، 1978):

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

در این فرمول Wt بیانگر وزن‌تر (گرم) در روزهای اندازه‌گیری و $W_{t=0}$ بیانگر وزن تر در روز شروع آزمایش یا روز صفر می‌باشد.

۴-۳. نشت یونی

برای اندازه‌گیری نشت یونی، یک گرم از براکته‌های تیمارها در روزهای دهم و هیجدهم تهیه گردید. پس از سه بار شستشو با آب مقطر این نمونه‌ها خرد شدند و درون لوله‌های آزمایش قرار داده شدند و به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از اتمام این مرحله، میزان هدایت الکتریکی (L1) محلول اندازه‌گیری شد. بعد از این مرحله نمونه‌ها به‌مدت ۲۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از خنک شدن نمونه‌ها هدایت الکتریکی (L2) آن‌ها مجدداً اندازه‌گیری شد. در نهایت میزان نشت یونی با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$EL\ (\%) = L1/L2 \times 100$$

۴-۴. آنتوسانین براکته‌ها

برای سنجش میزان آنتوسیانین کل در روز دهم مقدار ۰/۰۲ گرم از بافت براکته‌های رنگین با ۴ میلی‌لیتر محلول اسید کلریدریک و متانول یک درصد در هاون چینی ساییده شد. محلول حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شد. سپس محلول به‌مدت ۱۰ دقیقه و در ۱۳۰۰۰ دور سانتریفوژ گردید. فاز رویی برداشته شد و جذب محلول‌ها در طول‌موج‌های ۵۳۰ و ۶۵۷ نانومتر نسبت به شاهد اندازه‌گیری شد. از محلول اسید کلریدریک و یک درصد متانول نیز به‌عنوان شاهد استفاده شد. میزان آنتوسیانین با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه گردید (*میتا*[5] و همکاران، 1997).

$$\text{میزان آنتوسیانین} = A_{۵۳۰} - (۰/۲۵ \times A_{۶۵۷})$$

A: جذب محلول (اعداد اندیس نشانگر طول موج‌هایی است که جذب در آن‌ها اندازه‌گیری شده است).

۴-۵. مواد جامد محلول (TSS) ساقه‌ها

به‌طور معمول مواد جامد محلول محصولات باغبانی توسط رفراکتومتر موردسنجش قرار می‌گیرد و بر اساس درصد بریکس بیان می‌شود. اما برای سنجش قندهای محلول در این آزمایش از روش فنل سولفوریک اسید استفاده شد. میزان جذب با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۸۵ نانومتر خوانده شد. میزان جذب حاصله متناسب با شدت رنگ محلول و نیز متناسب با غلظت قندهای محلول است. سپس مقادیر قندهای محلول با استفاده از منحنی استاندارد گلوکز تعیین گردید (خاوری نژاد و نجفی، ۱۳۷۸).

۵. تجزیه و تحلیل آماری

آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) اجرا شد و هر تیمار دارای حداقل سه تکرار با سه نمونه در هر تکرار بود. داده‌ها با نرم‌افزار ANOVA و با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه شدند. آزمون چنددامنه‌ای دانکن (DMRT) برای تعیین معنی‌دار بودن تفاوت آماری میان میانگین تیمارها در سطح

1. $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$
2. Promyou
3. Relative Fresh Weight
4. $g\ g^{-1}$ Initial Fresh Weight Day^{-1}
5. Mita

احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار EXCEL استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارها در روش کاربرد به‌صورت محلول‌پاشی بر صفات عمر گلجایی، محلول جذب شده، میزان آنتوسیانین و ثبات غشای سلولی (روز دهم) در سطح احتمال یک درصد و بر صفت میزان مواد جامد محلول، در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. هم‌چنین در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده، اثر تیمارها بر تمام صفات موردمطالعه شامل عمر گلجایی، وزن تر نسبی (به‌جز روز اول)، محلول جذب شده، میزان آنتوسیانین، مواد جامد محلول و ثبات غشای سلولی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود.

۱. عمر گلجایی

اثر تیمارهای موردمطالعه بر عمر گلجایی (روز) گل شاخه بریده آنتوریوم در روش محلول‌پاشی نشان داد که بیش‌ترین عمر گلجایی در کاربرد کیتوزان (۰/۰۵، ۰/۱ و ۰/۲ درصد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با شاهد و تیمار اسید استیک داشت. به‌نحوی که این تیمارها به‌ویژه ۰/۲ درصد سبب افزایش دو برابری عمر گلجایی نسبت به شاهد گردید (شکل ۱). در روش کاربرد در محلول نگهدارنده نیز بیش‌ترین عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم در کاربرد کیتوزان ۰/۲ درصد مشاهده شد که با سایر تیمارهای اختلاف معنی‌داری داشت و کم‌ترین عمر گلجایی نیز در کاربرد اسید استیک مشاهده گردید. تیمار ۰/۲ درصد موجب افزایش تقریباً ۲/۵ برابری و سایر تیمارهای کیتوزان موجب افزایش ۱/۵ برابری عمر گلجایی در مقایسه با شاهد گردیدند (شکل ۲).

۲. وزن تر نسبی

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارها بر وزن‌تر نسبی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش محلول‌پاشی در هیچ یک از روزهای پس از اعمال تیمارها معنی‌دار نبود (شکل ۳). اما در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده اثر تیمار تنها در روز اول پس از اعمال تیمار اثر معنی‌داری نداشت و در سایر روزها بر وزن‌تر نسبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۴). مقاسیه میانگین اثر تیمارهای موردمطالعه بر وزن‌تر نسبی در طی پس از برداشت در روش محلول‌پاشی نشان داد که در تمام تیمارها، از روز اول تا شانزدهم پس از عمال تیمار، وزن‌تر نسبی کاهش یا افزایش معنی‌داری نداشت و پس از روز شانزدهم تا بیستم کاهش جذب محلول در تمام تیمارها مشاهده گردید (شکل ۳). هم‌چنین در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. با این تفاوت که در این روش، تیمار اسید استیک از روز اول تا ۲۰ پس از اعمال تیمار، کاهش در وزن‌تر نسبی را نشان داد (شکل ۴).

۳. میزان آنتوسیانین

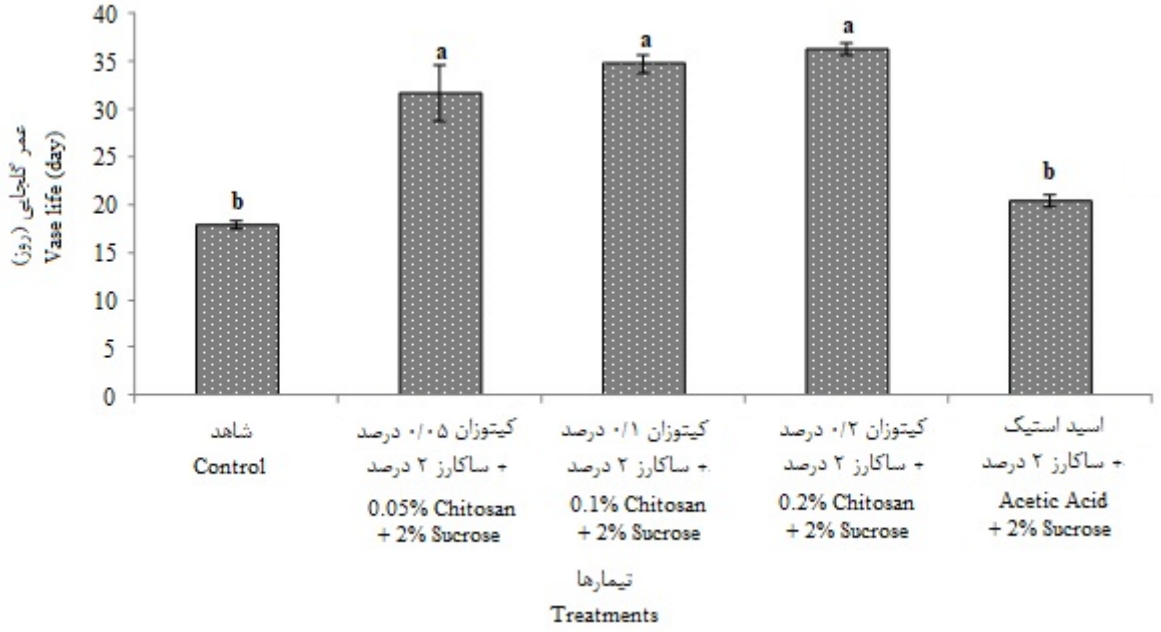
در روش محلول‌پاشی در روز دهم پس از اعمال تیمارها، بیش‌ترین میزان آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) به‌ترتیب در تیمار کاربرد اسید استیک و آب مقطر و کم‌ترین میزان آن در کاربرد غلظت‌های مختلف کیتوزان به‌ویژه ۰/۰۵ درصد مشاهده شد که اختلاف معناداری با کیتوزان ۰/۲ درصد نداشت (شکل ۵). در روش کاربرد در محلول نگهدارنده نیز نتایج تقریباً مشابه با روش محلول‌پاشی بود. به‌نحوی که بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در کاربرد ساکارز به‌عنوان محلول نگهدارنده و کم‌ترین میزان آن در کاربرد غلظت‌های مختلف کیتوزان به‌ویژه ۰/۱ درصد مشاهده شد که اختلاف معناداری با کیتوزان ۰/۰۵ درصد نداشت. (شکل ۶).

۴. مواد جامد محلول (TSS)

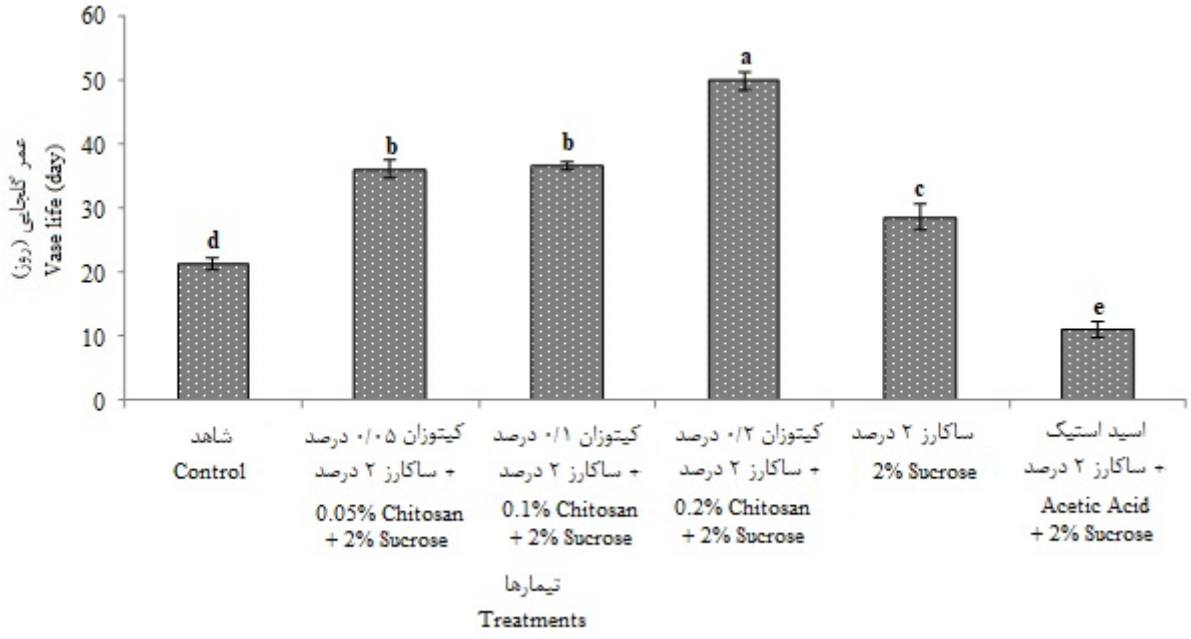
بر اساس مقایسه میانگین‌ها، در روش محلول‌پاشی بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول (درصد بریکس) در کاربرد کیتوزان ۰/۰۵ درصد مشاهده شد که اختلاف معناداری با تیمارهای شاهد، کیتوزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد نداشت. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول در کاربرد اسید استیک به‌دست آمد (شکل ۷). در روش کاربرد در محلول نگهدارنده، بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول در کاربرد کیتوزان ۰/۱ درصد و کم‌ترین میزان آن در کاربرد اسید استیک مشاهده شد. در تیمارهای شاهد، کیتوزان ۰/۰۵ و ۰/۲ درصد، اختلاف معناداری از نظر مواد جامد محلول مشاهده نشد (شکل ۸).

۵. ثبات غشای سلولی

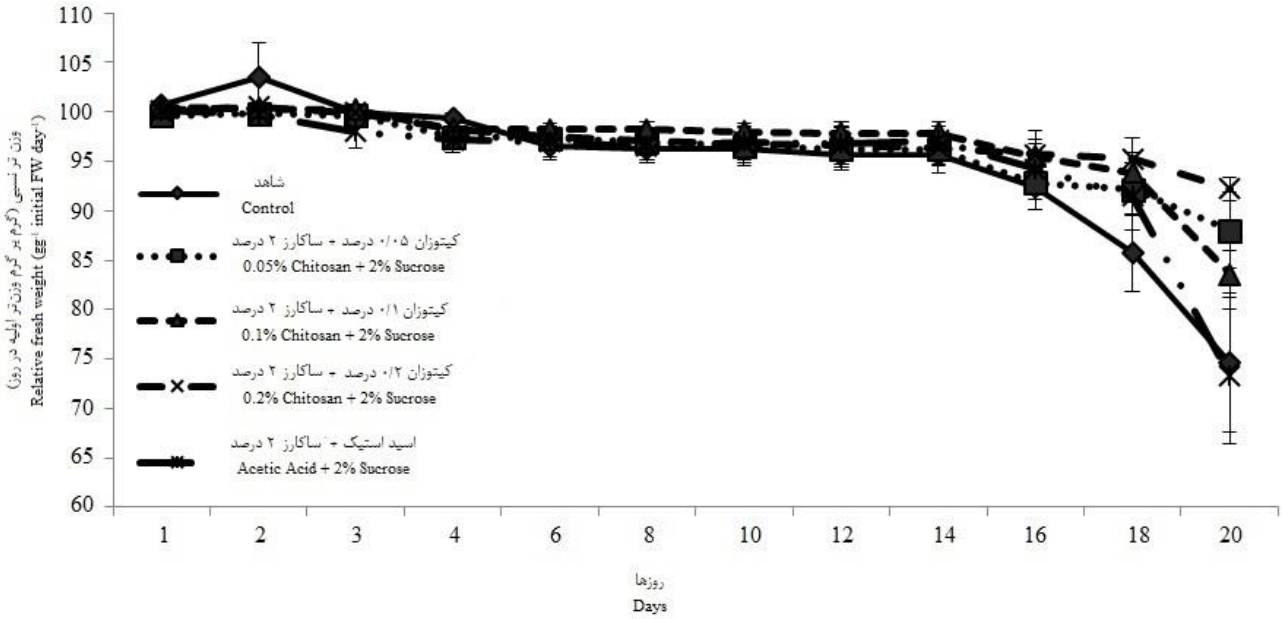
مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر میزان نشت یونی در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش محلول‌پاشی در روز دهم و نیز هجدهم نشان داد که کم‌ترین میزان نشت یونی در تیمار کیتوزان ۰/۲ و بیش‌ترین مقدار آن در تیمار اسید استیک مشاهده می‌شود (شکل ۹). در روش کاربرد در محلول نگهدارنده نیز کم‌ترین میزان نشت یونی در تیمارهای کیتوزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد و بیش‌ترین میزان آن در تیمار ساکارز ۲ درصد مشاهده گردید (شکل ۱۰).



شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف بر عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول‌پاشی
Fig. 1: Effect of different treatments on vase life of anthurium cut flower in spray method

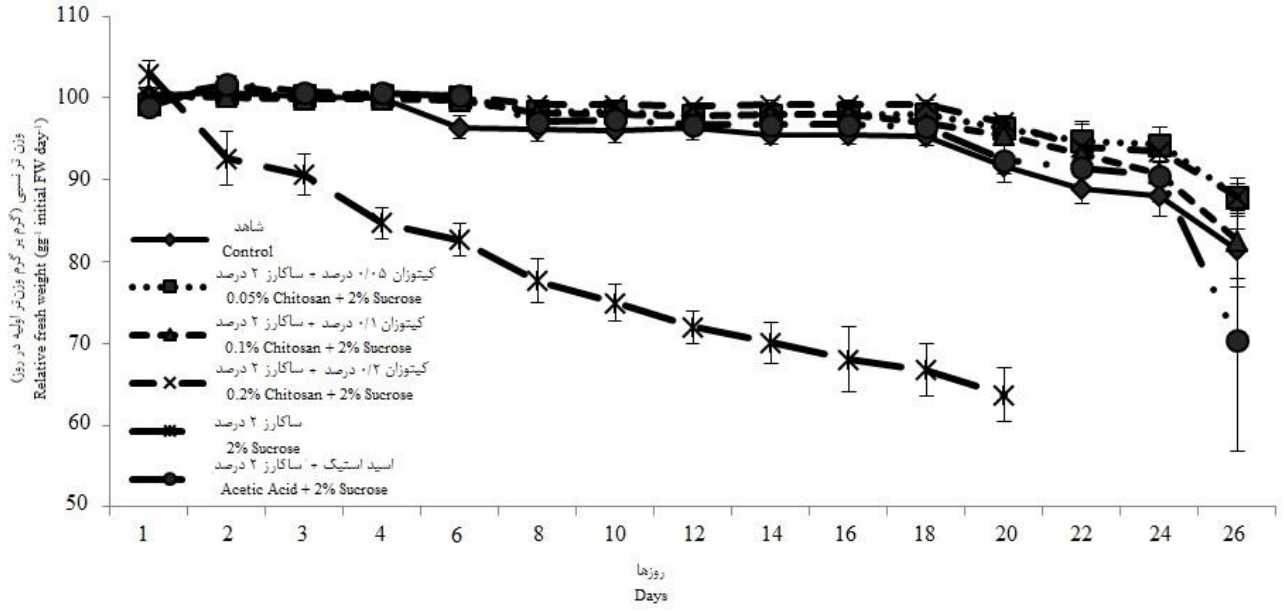


شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف بر عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده
Fig. 2: Effect of different treatments on vase life of anthurium cut flower in preservative solution method



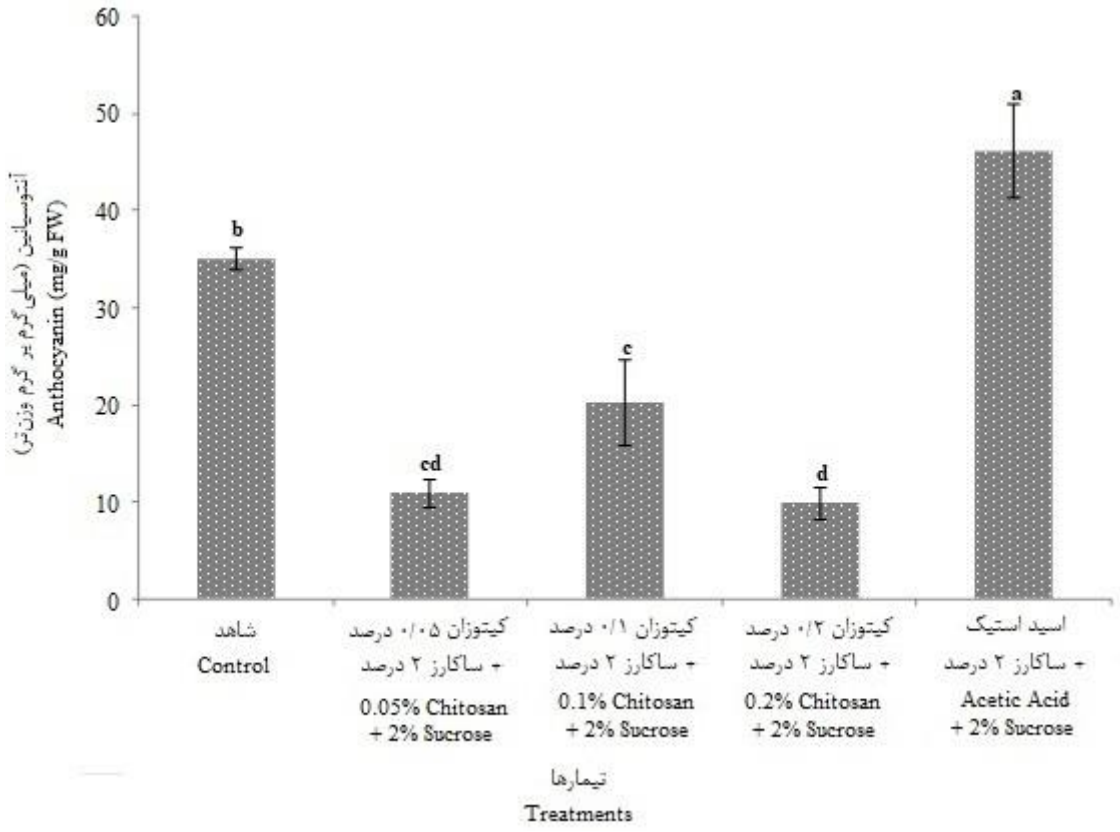
شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول‌پاشی

Fig. 3: Effect of different treatments on relative fresh weight of anthurium cut flower in spray method



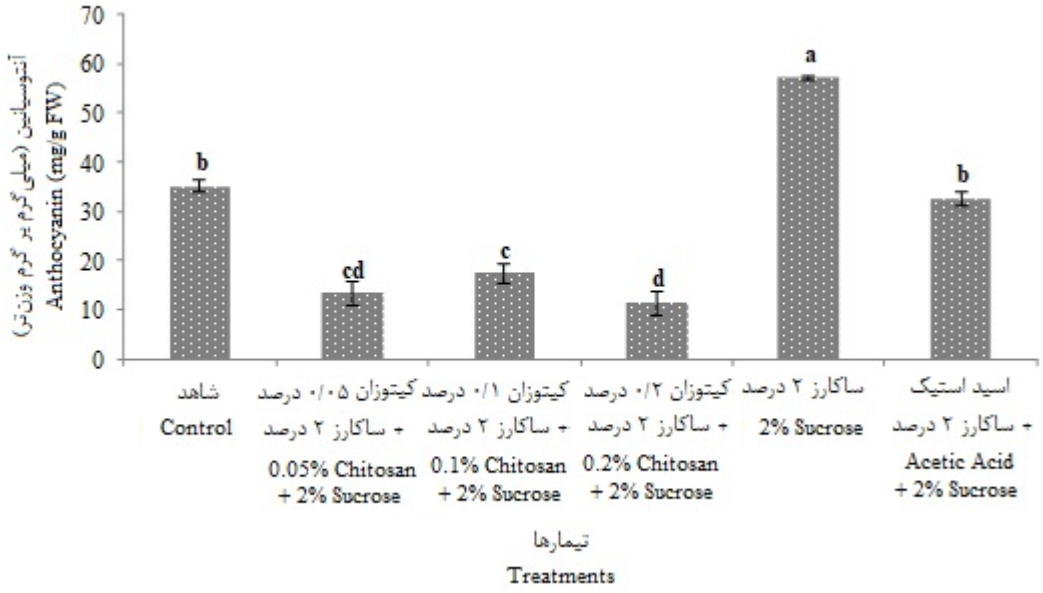
شکل ۴: اثر تیمارهای مختلف بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده

Fig. 4: Effect of different treatments on relative fresh weight of anthurium cut flower in preservative solution method



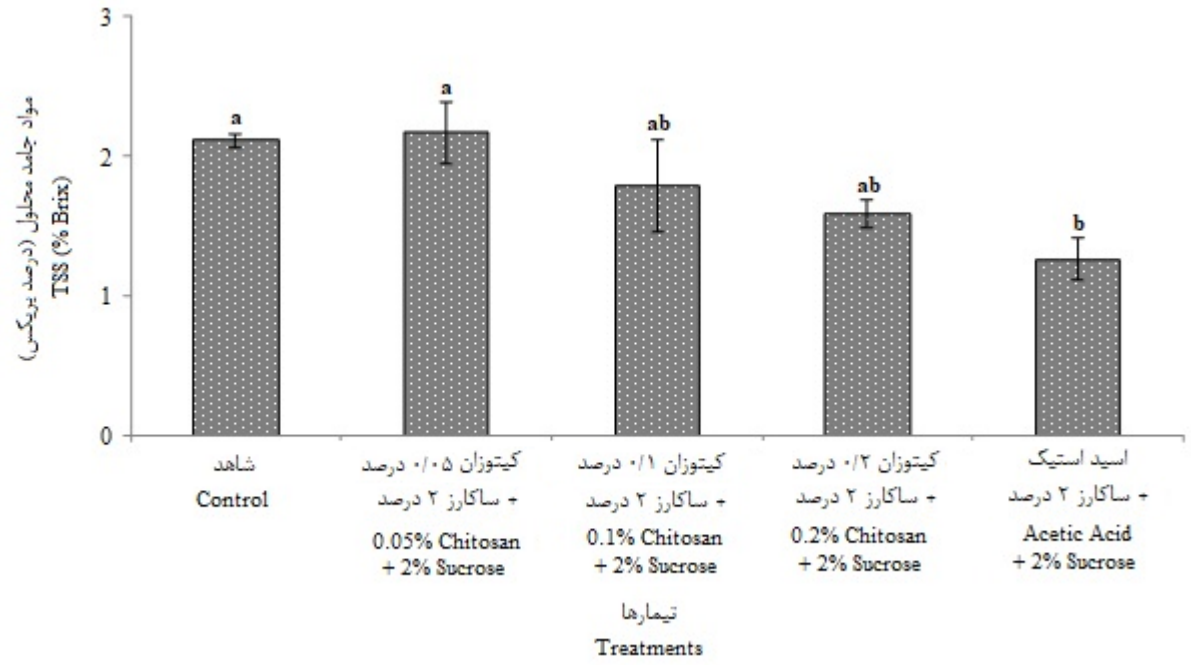
شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف بر میزان آنتوسیانین گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول‌پاشی

Fig. 5: Effect of different treatments on anthocyanin content of anthurium cut flower spray method



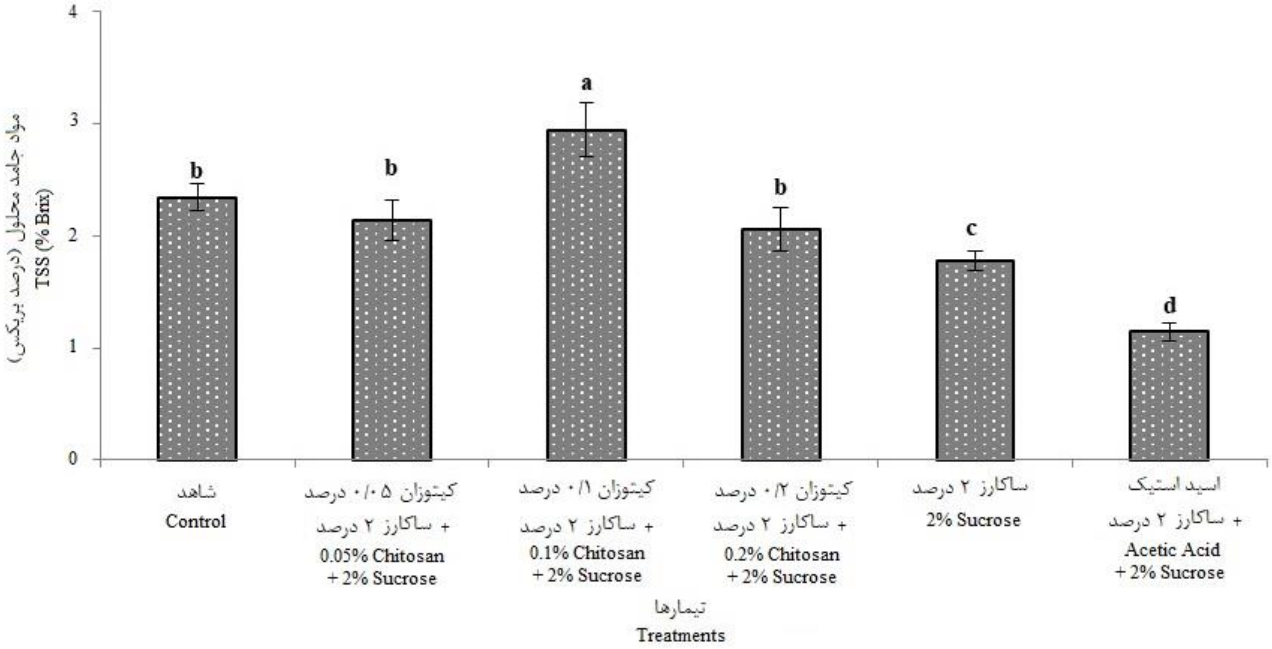
شکل ۶: اثر تیمارهای مختلف بر میزان آنتوسیانین گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده

Fig. 6: Effects of different treatments on anthocyanin content of anthurium cut flower in preservative solution method



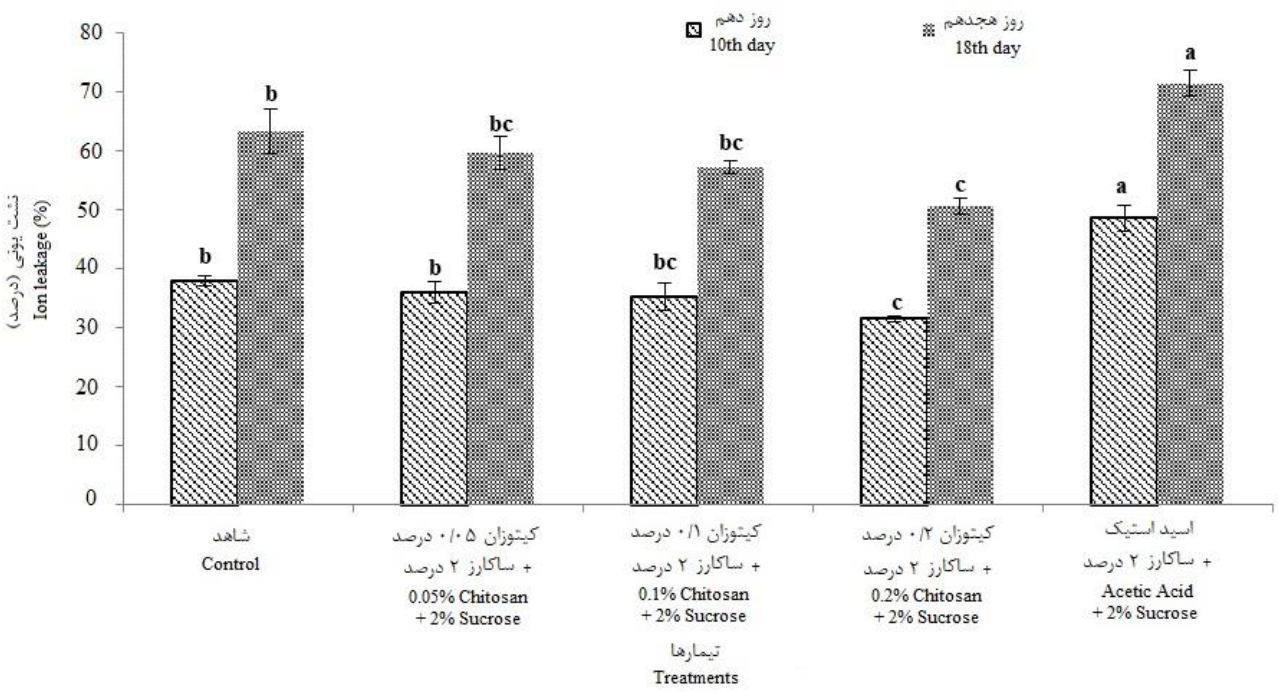
شکل ۷: اثر تیمارهای مختلف بر میزان مواد جامد محلول در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول‌پاشی

Fig. 7: Effect of different treatments on total soluble solid content of anthurium cut flower in spray method

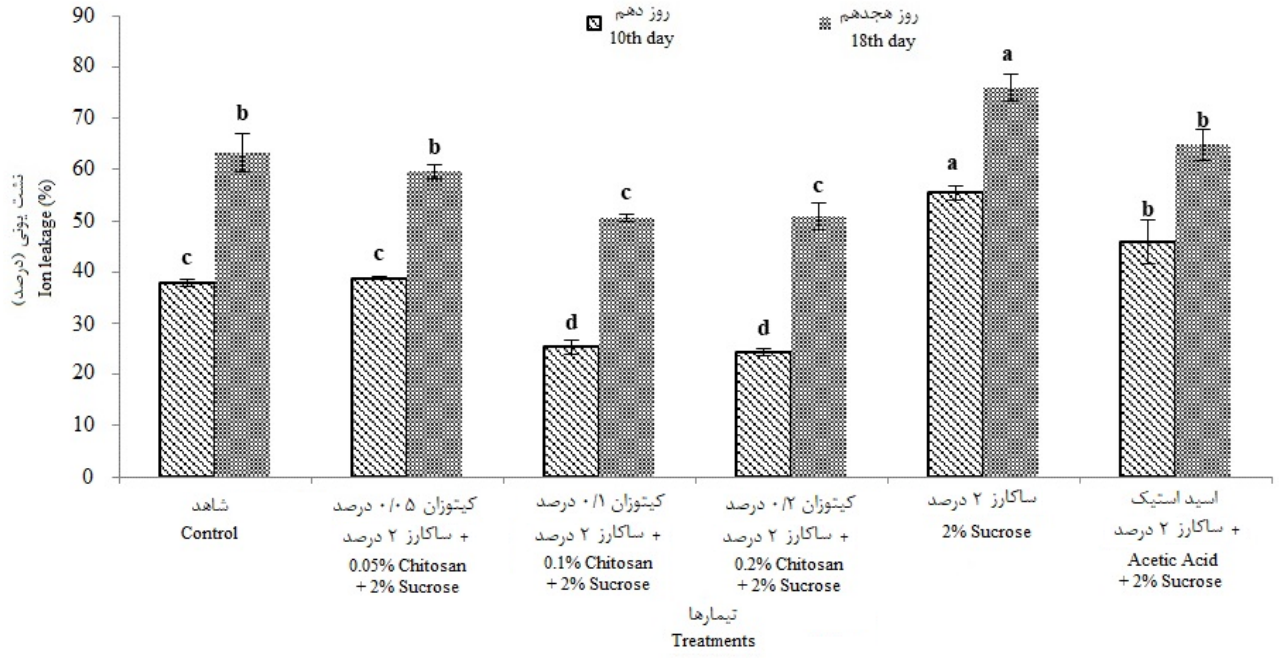


شکل ۸: اثر تیمارهای مختلف بر میزان مواد جامد محلول در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده

Fig. 8: Effect of different treatments on total soluble solid content of anthurium cut flower in preservative solution method



شکل ۹: اثر تیمارهای مختلف بر میزان نشت یونی در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول‌پاشی
Fig. 9: Effect of different treatments on ion leakage content of anthurium cut flower in spray method



شکل ۱۰: اثر تیمارهای مختلف بر میزان نشت یونی در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده
Fig. 10: Effect of different treatments on Ion leakage content of anthurium cut flower in preservative solution method

بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، در روش محلول‌پاشی بیش‌ترین عمر گلجایی در کاربرد کیتوزان مشاهده شد و سبب افزایش دو برابری عمر گلجایی گردید. در روش کاربرد در محلول نگهدارنده نیز بیش‌ترین عمر گلجایی گل شاخه بریده آنتوریوم با تیمار کیتوزان ۰/۲ درصد و کم‌ترین عمر گلجایی در کاربرد اسید استیک حاصل شد و در این روش نیز عمر گلجایی تقریباً ۲/۵ برابر گردید. نقش کیتوزان در حفظ کیفیت و بازارپسندی محصولات باغبانی به‌دلیل تأثیر مستقیم آن در جلوگیری از رشد عوامل میکروبی

ازجمله قارچ‌ها و حفظ رنگ می‌باشد. پوشش کیتوزان به‌صورت یک غشاء محافظ عمل می‌نماید. به‌طوری‌که محصولات باغبانی را در برابر آلودگی‌های قارچی حفاظت می‌نماید و در طول مدت نگهداری موجب کاهش پوسیدگی آن‌ها می‌شود (*چین* و همکاران، 2007). تاکنون مطالعات زیادی در زمینه اثر کیتوزان بر عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده صورت نگرفته است و بیش‌تر مطالعات صورت پذیرفته در خصوص نقش این پلیمر طبیعی بر افزایش کیفیت پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها می‌باشد. با این وجود نشان داده شده است که تیمارهای کیتوزان ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش هفت روزه عمر گلجایی میخک رقم "Tabor" (۱۷ روز) در مقایسه با تیمارهای آب مقطر و ساکارز دو درصد (۱۰ روز) گردیده است (*سلگی*، 2018؛ سلگی و تقی‌زاده، ۱۳۹۴). *سلگی و تقی‌زاده* (2018) اخیراً دریافتند که اثر تیمارهای مختلف بر میزان عمر گلجایی میخک رقم "Whith Liberty" اثر معنی‌دار دارند و به‌ترتیب تیمارهای تیمول ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۳ روز)، نانوذرات ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۲/۵ روز) و کیتوزان ۲۵ میلی‌گرم در لیتر (۱۲/۳ روز) دارای بیش‌ترین عمر گلجایی در مقایسه با شاهد بودند. در گزارشی دیگر اثر برخی ترکیبات نگهدارنده مختلف اسید سالیسیلیک، اسید سیتریک، کیتوزان، تیوسولفات نقره، ساکارز و کیتوزان را بر عمر پس از برداشت گل ژربرا مورد مطالعه قرار گرفت و نتایج نشان داد با وجود این‌که بیش‌ترین میزان عمر گلجایی مربوط به تیمار کاربرد هم‌زمان ساکارز به‌علاوه تیوسولفات نقره بود اما کاربرد ۵۰ قسمت در میلیون کیتوزان به‌طور معنی‌داری سبب افزایش عمرگلجایی گل شاخه بریده ژربرا نسبت به تیمار شاهد گردید. نتایج این پژوهش‌ها با یافته‌های این تحقیق مبنی بر اثر مثبت کیتوزان بر افزایش عمر گلجایی هم‌خوانی دارد (*خان*[1] و همکاران، 2015). *دانگ*[2] و همکاران (2004) گزارش کردند که تیمارهای کیتوزان موجب افزایش ماندگاری میوه‌های لیچی بدون پوست گردید و تأثیر کیتوزان ۲ درصد در مقایسه با کیتوزان ۱ و ۳ درصد بیش‌تر بود. کیتوزان دارای خصوصیات ضدمیکروبی و ضدقارچی است و از این طریق بر طول عمر گل‌های شاخه بریده مؤثر است (*اُتا*[3] و همکاران، 2004). زندی و همکارن (۱۳۹۳) طی مطالعات خود اثر سطوح مختلف نانوذارت کیتوزان (۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) را بر طول عمر و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گل شاخه بریده ژربرا موردبررسی قرار دادند. ایشان گزارش کردند که تیمار نانوذرات کیتوزان با غلظت ۰/۵ درصد بیش‌ترین تأثیر را بر میزان آنزیم پراکسیداز و خصوصیات کیفی و دوام گل شاخه بریده ژربرا داشته است. نتایج حاصل از تحقیق حاضر نیز نشان داد که کاربرد کیتوزان به‌ویژه در بیش‌ترین غلظت (۰/۲ درصد) به‌طور معنی‌داری سبب افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده آنتوریوم گردید. نتایج مشابهی در مطالعات صورت گرفته توسط *آزیان*[4] (2006) روی گل شاخه بریده داوودی گزارش شده است. *آزیان* (2006) در بررسی اثر ترکیبات نگهدارنده مختلف از قبیل نیترات کلسیم، ساکارز و کیتوزان بر عمر پس از برداشت گل شاخه بریده داوودی، گزارش نمود که بیش‌ترین میزان افزایش عمر گلجایی مربوط به تیمار ۷۵ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان به‌همراه ۱/۵ میلی‌مولار نیترات کلسیم بود. احتمالاً کیتوزان با جلوگیری از انسداد آوندی ناشی از تجمع باکتری‌ها و هم‌چنین با کاهش معنی‌دار تبخیر و تعرق و هدر رفتن آب سبب بهبود خصوصیات پس از برداشت و افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده آنتوریوم در این تحقیق شده است (سلگی و تقی‌زاده، ۱۳۹۴).

اثر تیمارهای مورد مطالعه بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده آنتوریوم در روش محلول‌پاشی نشان داد که در همه‌ی تیمارها وزن‌تر نسبی کاهش یا افزایش معنی‌داری نداشت و از روز شانزدهم تا پایان آزمایش کاهش جذب محلول مشاهده گردید. در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. با این تفاوت که در این روش، تیمار اسید استیک از روز اول تا آخر کاهش در وزن‌تر نسبی را نشان داد. در یک بررسی که توسط تقی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۰) روی خصوصیات کیفی پس از برداشت پرتقال تامسون انجام گرفت، نشان داده شد که استفاده از کیتوزان ۲ درصد، تلفات از دست دادن آب را نسبت به بقیه پوشش‌ها کم‌تر نمود و هم‌چنین از آلودگی قارچی جلوگیری نمود و کیفیت میوه را به‌طور معنی‌داری حفظ کرد. استفاده کیتوزان به‌عنوان یک پوشش، سرعت تنفس و از دست‌دهی آب را کاهش می‌دهد (*باتیستا-بانوس* و همکاران، 2006). *وارسته* و همکاران (2011) گزارش کردند که کیتوزان به‌طور مؤثری منافذ طبیعی و شکاف‌های ریز موجود در سطح پوست میوه‌های انار را می‌پوشاند و در نتیجه موجب کاهش از دست دادن آب و کاهش ضایعات در طول نگهداری پس از برداشت میوه می‌شود.

پوگروزسکا[5] و همکاران (2009) گزارش کردند که تیمار گل‌های صدتومانی (*Paeonia lactiflora*) با کیتوزان ۰/۰۵ و

1. Khan
2. Dong
3. Otha
4. Azian
5. Pogroszewska

۰/۱ درصد به‌صورت محلول‌پاشی، از طریق بستن روزنه‌ها و کاهش تعرق، سبب کاهش از دست رفتن آب به‌میزان ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد گردید. بررسی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که تیمار کیتوزان به‌ویژه در روش کاربرد به‌عنوان محلول نگهدارنده، سبب افزایش معنی‌دار وزن تر نسبی گل آنتوریوم نسبت به شاهد گردید که این افزایش در تیمار ۰/۲ درصد کیتوزان بیش‌تر از تیمارهای ۰/۱ و ۰/۰۵ درصد کیتوزان بود. به‌عبارت دیگر، کیتوزان استفاده شده در محلول نگهدارنده، با تأثیر مثبت بر کاهش تبخیر و تعرق از سطح گیاه، از کاهش وزن‌تر نسبی جلوگیری نمود. این درحالی است که کاربرد اسید استیک به‌ویژه در محلول نگهدارنده سبب کاهش شدید وزن‌تر نسبی گل شاخه بریده آنتوریوم گردید. احتمالاً کاربرد اسید استیک دو درصد سبب برهم‌زدن شدید pH محلول نگهدارنده و به طبع آن اثر منفی بر جذب آب و مواد موجود در آن به‌ویژه ساکارز شده است. به‌علاوه کارکرد روزنه‌های گیاه به‌میزان زیادی وابسته به عناصر غذایی به‌ویژه پتاسیم موجود در سلول‌های اطراف روزنه دارد. بنابراین برهم خوردن pH محلول نگهدارنده بر غلظت این عنصر در گیاه و به دنبال آن میزان تبخیر و تعرق اثرگذار خواهد بود (*تایز و زایگر*[1]، 2005. به‌طورکلی در این آزمایش کاربرد اسید استیک ضمن کاهش عمر گلجایی، وزن تر نسبی گل آنتوریوم را به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها کاهش داد.

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، بیش‌ترین میزان آنتوسیانین در تیمارهای بدون کیتوزان (آب مقطر، اسید استیک و ساکارز) حاصل شد درحالی‌که کم‌ترین میزان آن در تیمارهای حاوی کیتوزان به‌دست آمد. این یافته‌ها با نتایج عمر گلجایی در یک راستا هستند که در آن تیمارهای دارای کیتوزان بیش‌ترین عمر گلجایی را داشتند. گزارش‌های سایر محققین در این زمینه نیز تاییدکننده این نتایج است. در گل صدتومانی گزارش شده است که کم‌ترین میزان آنتوسیانین در تیمار کوتاه‌مدت (۵ دقیقه‌ای) کیتوزان ۰/۲ درصد نسبت به سایر غلظت‌های کیتوزان و دیگر ترکیبات به‌دست آمد (*پوگروزسکا* و همکاران، 2009). در گزارشی ثابت گردید که تیمار ۰/۰۵ درصد نانوذرات کیتوزان دارای بیش‌ترین تأثیر بر خصوصیات کیفی و دوام گل شاخه بریده ژربرا بود (*باتیستا-بانوس* و همکاران، 2006). هم‌چنین نتایج پژوهشی نشان داد که کیتوزان موجب افزایش میزان کلروفیل در بافت‌های گیاهی می‌شود (فینی‌دخت و همکاران، ۱۳۹۱).

بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول در تیمار کیتوزان ۰/۰۵ درصد و کم‌ترین میزان آن در تیمار اسید استیک با روش محلول‌پاشی به‌دست آمد. در روش کاربرد در محلول نگهدارنده نیز بیش‌ترین میزان مواد جامد محلول در تیمار کیتوزان ۰/۱ درصد و کم‌ترین میزان آن در کاربرد اسید استیک مشاهده شد. این نتایج با سایر گزارش‌های مشابه در این زمینه مطابقت دارد. *چِین* و همکاران (2007) با پوشش‌دهی میوه مرکبات با غلظت‌های مختلف کیتوزان نشان دادند که کیتوزان با بیش‌ترین غلظت، بیش‌ترین تأثیر را در حفظ کیفیت میوه و کنترل رشد قارچ روی میوه داشت. هم‌چنین گزارش شده است که هلوهای تیمار شده با کیتوزان در مقایسه با میوه‌های شاهد دارای ویتامین C بیش‌تری بودند و متابولیسم در میوه‌های غوطه‌ور شده در محلول کیتوزان نسبت به میوه‌های غوطه‌ور نشده کمتر است (*لیو* و همکارن، 2007). اخیراً *سلگی* (2018) در گزارشی نشان دادند که تیمارهای ۲۵ و ۵۰ میلی‌گرم در لیتر کیتوزان، ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره سبز و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر تیمول دارای بیش‌ترین میزان جذب محلول در گل شاخه بریده میخک رقم "White Liberty" گردیده است.

ثبات غشای سلولی و پایداری این غشاء نقش مهمی در کیفیت پس از برداشت محصولات باغبانی به‌ویژه گل‌های شاخه بریده دارد. به‌طورکلی کاهش ثبات غشاء سلولی به‌منزله کاهش شدید عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده می‌باشد. وجود رادیکال‌های آزاد اکسیژن یکی از عوامل اصلی برهم خوردن ثبات غشای سلولی می‌باشد. رادیکال‌های آزاد اکسیژن به پروتئین‌ها، چربی‌ها، اسیدهای نوکلئیک و از همه مهم‌تر به غشاء سلولی حمله می‌نمایند و سبب مرگ سلولی می‌شوند. آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی شامل کاتالاز، پراکسیداز، سوپراکسید دیسموتاز، اسکوربیک پراکسیداز و گلوتاتیون ریداکتاز از سلول‌ها در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن محافظت می‌کنند. لایه محافظتی کیتوزان میزان دسترسی اکسیژن و به‌دنبال آن میزان رادیکال‌های آزاد اکسیژن و هم‌چنین سرعت تنفس را کاهش می‌دهند و از این طریق ضمن بهبود ثبات غشای سلولی، سبب افزایش طول عمر پس از برداشت آن‌ها می‌شود. به‌علاوه پوشش کیتوزان به‌عنوان یک مانع از هدر رفت آب ناشی از تعرق که منجر به پژمردگی می‌شود، نیز عمل می‌نماید (*اجاق* و همکاران، 2002). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که در گل شاخه بریده آنتوریوم در روش محلول‌پاشی، بیش‌ترین و کم‌ترین میزان نشت یونی به‌ترتیب در تیمارهای اسید استیک و کیتوزان ۰/۲ درصد مشاهده شد. هم‌چنین در روش محلول نگهدارنده،

1. Taiz and Zeiger

بیش‌ترین میزان نشت یونی در کاربرد ساکارز و کم‌ترین میزان آن در تیمارهای کیتوزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد مشاهده گردید. بنابراین کاربرد تیمارهای کیتوزان سبب کاهش نشت یونی و در نتیجه افزایش ثبات غشای سلولی گردید. از سوی دیگر این یافته‌ها با نتایج صفت عمر گلجایی هم‌خوانی دارد. زیرا تیمارهای کیتوزان که سبب کاهش نشت یونی شدند، منجر به افزایش عمر گلجایی گردیدند. هم‌چنین این نتایج با گزارش‌های سایر محققین در این زمینه نیز مطابقت دارد. گزارش شده است که در گل صدتومانی مطلوب‌ترین وضعیت فیزیولوژیکی غشای سلولی با استفاده از کیتوزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد نسبت به شاهد به‌دست آمد (*پوگروزسکا* و همکاران، 2009).

به‌طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این پژوهش، کاربرد کیتوزان در جهت افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده آنتوریوم بسیار کارآمد و سودمند است. در این راستا بهترین تیمار کاربرد ۰/۲ درصد کیتوزان در روش محلول نگهدارنده است. کیتوزان می‌تواند در صنعت گلکاری تأثیر فراوانی در افزایش کیفیت و ماندگاری گل‌ها در فرآیند پس از برداشت داشته باشد که علاوه‌بر حفظ محیط زیست، هزینه کم‌تری نسبت به سایر مواد نگهدارنده شیمیایی نیز دارد.

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۳. وزارت جهاد کشاورزی، جلد دوم. ۳۷۹ صفحه.

تقی‌نژاد کفشگری، ا.، هاشمی، س. ج. و طباطبایی، س. ی. ۱۳۹۰. بررسی برخی خواص کیفی پرتقال تامسون با پوشش سطحی کیتوزان و قارچ کش طی دوره انباری. بیستمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی. تهران، دانشگاه صنعتی شریف.

خاوری‌نژاد، ر. ع. و نجفی، ف. ف. (۱۳۷۸). فیزیولوژی گیاهی عملی. انتشارات امید. ۱۸۴ صفحه.

خلیقی، ا. ۱۳۷۶. گلکاری؛ پرورش گیاهان زینتی ایران. انتشارات روزبهان. ۳۹۲ صفحه.

زندی، ف.، قلمبران، م. ر. و فرانسواز، ب. ۱۳۹۳، تأثیر نانوذرات کیتوزان بر طول عمر و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در گل شاخه بریده ژربرا، اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران، کرج، پژوهشکده ملی گل و گیاهان زینتی ایران.

سلگی، م. ۱۳۸۸. بررسی تأثیر نانوذرات نقره و اسانس‌های آویشن باغی و آویشن شیرازی بر شاخص‌های کیفی گل شاخه بریده ژربرا. رساله دکترای اصلاح گل و گیاهان زینتی، دانشگاه تهران. ۱۹۱ صفحه.

سلگی، م. و تقی‌زاده، م. ۱۳۹۴. بررسی تغییرات فیزیکوشیمیایی گل‌های شاخه بریده رز و میخک تیمار شده با ترکیبات شیمیایی مختلف. طرح پژوهشی، دانشگاه اراک. ۸۷ صفحه.

سلگی، م. و تقی‌زاده، م. ۱۳۹۴. تأثیر نانوذرات نقرهٔ بیولوژیک بر رشد باکتری‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده و افزایش عمر گلجایی گل شاخه بریدنی رز رقم "وایت ناأمی". علوم باغبانی ایران، ۴۶ (۳): ۴۳۹-۴۲۹.

سلگی، م. و تقی‌زاده، م. ۱۳۹۶. اثر نیترات نقره، تیمول، نانوذرات نقره سبز و کیتوزان بر عمر گلجایی گل شاخه بریده میخک رقم "White Liberty". مجله تولیدات گیاهی، ۴(۲): ۱۳-۱.

فینی دخت، س. ر.، اصغری، م. ر. و شیرزاد، ح. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد کیتوزان و کلرور کلسیم بر کاهش پوسیدگی پس از برداشت و تغییر ویژگی‌های کیفی گیلاس رقم سیاه مشهد. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۶ (۴): ۳۸۴-۳۷۸.

Azian, E. 2006. Effects of Chitosan in Extending the Vase Life of Cut Chrysanthemum (*Dendranthema Morifolium* Ramat) Flowers. Master's thesis, Universiti University Putra Malaysia.

Bautista- Banos, S., Hernandez-Lauzardo, A. N., Velazquez-Del Valle, M. G., Hernandez-Looez, M., Ait-Barka, E., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C. L., 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Crop Protection Protection, 25: 108-118.

Bourtoom, T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. International Food Research Journal, 15 (3): 1-12.

Chien, P. Journal, Sheu, F. and Lin, H. R. 2007. Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry, 100: 1160-1164.

Dong, H., L. Cheng, L., J. Tan, J., K. Zheng, K. and Y. Jiang,. Y. 2004. Effects of chitosan coating on quality and shelf life of peeled litchi fruit. Journal of Food Engineering, 64: 355-358.

Elibox, W. and Umaharan, P. 2010. Cultivar differences in the deterioration of vase-life in cut-flowers of *Anthurium andraeanum* is determined by mechanisms that regulate water uptake. Scientia Horticulturae, 124: 102-108.

Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Del Valle, V., Velez, D., and Gavara, D. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria* × *ananassa*) quality during refrigerated storage. Food Chemistry, 110: 428-435.

Jafarizadeh, M. H., Osman, A., Tan, C. P., and Rahman, R. A. 2011. Development of an edible coating based on chitosanglycerol to delay 'Berangan' banana (*Musa sapientum* cv. Berangan) ripening process. International Food Research Journal, 18: 989.

Khan, P., Mehraj, H., Taufiquec, T., Shiamc, I. H. and Jamal Uddinc, A. F. M. 2015. Chemical preservatives for increasing shelf life of gerbera. Journal of Bioscience and Agricultural Research, 5 (1): 30-36.

Liu, J., Tian, S. P., Meng, X. H. and Xu, Y. 2007. Control effects of chitosan on postharvest diseases and physiological response of tomato fruit. Postharvest Biology and Technology, 44 (5): 300-306.

Marguerite, R. 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. Journal Polymer Science, 31: 603-32.

Mita, S., Murano, N., Akaike, M. and Nakamura, K. 1997. Mutants of Arabidopsis thaliana with pleiotropic effects on the expression of the gene for beta-amylase and on the accumulation of anthocyanin that are inducible by sugars. Plant Journal, 11: 841-851.

Ojagh, S. M., Rezaei, M., Razavi, S. H. and Hosseini, S. M. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chemistry, 120: 193-198.

Otha, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N. and Hosoki, T. 2004. Effects of chitosan soil mixture treatment in the seedling stage on the growth and flowering of several ornamental plants. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 73 (1): 66-68.

Pogroszewska, E., Rubinowska, K. and Michałek, W. 2009. Influence of selected growth regulators and chitosan on senescence of *Paeonia lactiflora* Pall flowers. Horticulture and Landscape Architecture 30: 31-39.

Promyoua, S., Ketsa, S. and Van Doorn, W. G. (2012). Salicylic acid alleviates chilling injury in Anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. Postharvest Biology and Technology, 64: 104-110.

Solgi, M. (2018). The application of new environmentally friendly compounds on postharvest characteristics of cut carnation. Bazilian Journal of Botany. https://doi.org/10.1007/s40415-018-0464-x

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.

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., Naderi, R., Eyre, J. and Joyce, D. C. 2011. Effects of silver nanoparticles (SNP) on *Gerbera jamesonii* cut flowers. International Journal of Postharvest Technology and Innovation, 2 (3): 274-285.

Taiz, L. and Zeiger, E. 2005. Plant Physiology, 5th Ed. Sinauer, Sunderland, MA, USA: Sinauer Associates, Inc. Publishers. Pp. 690.

Teixeira da Silva, J. A., Dobránszki, J., Winarto, B. and Zeng, S. 2015. Anthurium *in vitro*: A review. Scientia Horticulturae, 186: 266-298.

Van Meeteren, U. 1978. Water relations and keeping-quality of cut gerbera flowers II. Water balance of aging flowers. Scientia Horticulture, 9: 189-197.

Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. and Zamani, Z. 2012. Changes in Anthocyanins in Arils of Chitosan-coated Pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) Fruit during Cold Storage. Food Chemistry, 130: 267-272.

فنآوری تولیدات گیاهی/ جلد بیستم/ شمارهٔ اول/ صفحات ۱۵-۱/ بهار و تابستان ۹۹

Extending Anthurium Cut-flower Vase life by the Use of Chitosan

Rahmani[1], A., Solgi[2*], M., Khaleghi[2], A. and Mirzakhani[3], A.

Abstract

This research was conducted as completely randomozed design including two experiments for the first time. The effects of four levels of chitosan (0% plus 2% sucrose, 0.05% plus 2% sucrose, 0.1% plus 2% sucrose and 0.2% plus 2% sucrose), 2% acetic acid plus 2% sucrose and distilled water (control) as presevative solution method was investigated on some qualitative and physiological characteristics of anthurium cut flower in the first experiment. In the secound experiment, the effects of three levels of chitosan (0.05% plus 2% sucrose, 0.1% plus 2% sucrose and 0.2% plus 2% sucrose), acetic acid plus 2% sucrose and distilled water (control) as spray method was evaluated. Results showed that the maximum vase life was observed by chitosan treatments 0.2% plus 2% sucrose in two methods. 0.2% chitosan plus 2% sucrose treatments as preservative solution increased vase life more than 2.5 folds (50 days) in comparison with control. In spray method, vase life enhanced two folds (35 days) in compared with the control, too. The maximum and minimum ion leakage was obtained in acetic acid plus 2% sucrose and 0.2% chitosan plus 2% sucrose treatments in preservative solution method, respectively. In addition, the highest and lowest ion leakage was observed in 2% sucrose and 0.1 and/or 0.2% plus 2% sucrose chitosan treatments in spray method, respectively. In conclusion, in according to environmentally friendly of chitosan the application this compound for extending vase life of anthurium cut flowers are suggested.

Keywords: Preservative solution, Sucrose, Chitosan, Anthocyanin, Ion leakage

1 and 2. Master Graduate and Associate Professors, Respectively, Department of Horticultural Sciences and Engineering, Faculty of Agriculture and Environment, Arak University, Arak, Iran

3. Assistant Professor, Horticulture Crops Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran

⁎: Corresponding author Email: M-solgi@araku.ac.ir

This paper has been extracted from the first author's MSc thesis under the guidance of Moosa Solgi.