

اثر نانوذرات نقره و کلسیم بر طول عمر و برخی ویژگی های فیزیولوژیک گل بریده آلسترومریا رقم 'کنست کوکو'

حامد صمد زاده^۱ و فرشته کامیاب^{۲*}

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱۰)

چکیده

صنعت پرورش گل های شاخه بریده یکی از شاخه های اصلی کشاورزی نوین را تشکیل می دهد و یکی از معضلات این صنعت، ضایعات زیاد پس از برداشت می باشد. در این تحقیق، برای بررسی تأثیر نانوذرات نقره و کلسیم در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر) بر حفظ کیفیت و افزایش عمر گلجای گل شاخه بریده آلسترومریا رقم 'کنست کوکو'، آزمایشی به صورت فاکتوریل، در قالب طرح پایه کامل تصادفی، با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک مثل ماندگاری، میزان وزن تر نسبی، جذب محلول، مواد جامد محلول، کلروفیل، نشت یونی، آنزیم ACC اکسیداز و فعالیت میکروبی اندازه گیری شدند. نتایج نشان داد که عمر گلجای در تمام تیمارهای نانوذرات، در مقایسه با شاهد، به طور معنی داری افزایش یافته و بیشترین عمر گلجای مربوط به تیمار حاوی ۴۰ میلی گرم در لیتر از هر کدام از نانوذرات نقره و کلسیم بوده، به طوری که این تیمار، عمر گلجای را در مقایسه با شاهد، حدود ۱۴ روز افزایش داده است. بررسی جمعیت میکروبی نشان داد که در همه تیمارها، در مقایسه با شاهد، جمعیت میکروبی کاهش یافته و در تیمارهایی که نقره با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر وجود دارد، جمعیت میکروبی تا روز پانزدهم صفر بوده است. سایر صفات، مانند جذب محلول و مواد جامد محلول نیز در اثر کاربرد نانوذرات نقره و کلسیم افزایش یافت. تجزیه کلروفیل، فعالیت آنزیم ACC اکسیداز و نشت یونی در این تیمارها در مقایسه با شاهد کاهش یافت. بنابراین، با توجه به نتایج این آزمایش، استفاده از ترکیب ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره و کلسیم برای افزایش عمر گلجای و کیفیت گل های آلسترومریا توصیه می شود.

کلمات کلیدی: عمر گلجای، فعالیت آنزیمی، نانوذرات، جمعیت میکروبی

مقدمه

بریده در شمال اروپا محسوب می شود و از بین ده گل برتر دنیا

رتبه ششم را به خود اختصاص داده است (۱۱). یکی از

مهمترین مشکلات در نگهداری گل های بریده آلسترومریا

گل شاخه بریده آلسترومریا متعلق به خانواده ی

Alstroemeriaceae است، که یکی از مهمترین گل های شاخه

۱. گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد جیرفت، ایران

۲. گروه مهندسی علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد رفسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، رفسنجان، ایران

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

ریزش گلبرگ‌ها چند روز بعد از برداشت آنها می‌باشد. عوامل متعددی باعث کاهش عمر گل‌های شاخه بریده می‌شوند که از آن جمله می‌توان به کاهش کربوهیدرات‌ها و تجمع میکروارگانیزم‌ها در محلول نگهدارنده اشاره کرد (۴، ۱۳ و ۳۸). نقره یکی از مؤثرترین آنتی‌بیوتیک‌های شناخته شده در تاریخ بشر به شمار می‌آید. این ماده در ۱۰۰ سال اخیر در درمان بیماری‌های انسان، به‌خاطر خاصیت آنتی‌باکتریالی و ضد قارچی، مورد استفاده قرار گرفته است. از طرف دیگر، یون نقره در واقع خاصیت ضد اتیلنی داشته و از اثر مخرب اتیلن می‌کاهد (۱). آزمایش‌ها نشان داده که وقتی گل‌های رُز رقم دیانا با تیوسولفات نقره تیمار شدند، بیشترین ماندگاری گل حاصل شد (۲۷). همچنین، مطالعات بوت (۱۴) نشان داد که وقتی نیترات نقره در غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر روی دو رقم گل شاخه بریده رُز تریکا و ویشکی ماک استفاده گردید، بیشترین عمر پس از برداشت مشاهده شد. همچنین، گزارش شده که استفاده از نانوذرات نقره در محلول نگهدارنده سبب افزایش ماندگاری و کیفیت گل رُز گردیده است (۳۹). لیائو و همکاران (۲۵) اثر تیمار کوتاه‌مدت تیوسولفات نقره بر گل رُز را مورد آزمایش قرار داده و بیان داشتند که تیمار تیوسولفات نقره بهتر از سایر تیمارها طول عمر گل‌ها را افزایش می‌دهد. در تحقیقی دیگر، علیمردی و همکاران (۱۰) نشان دادند که استفاده از تیوسولفات نقره سبب افزایش ماندگاری، قطر و میزان کلروفیل گل‌های شاخه بریده آلستروم‌ریا شده است.

یکی از مهمترین عناصر در افزایش و حفظ کیفیت گل‌های شاخه بریدنی، کلسیم می‌باشد. تحقیقات انجام شده نشان داده که کلسیم با سازوکارهای متعددی در فرایند پیری و افزایش ماندگاری گل‌های بریده نقش دارد که اثر بازدارنده بر آنزیم ACC اکسیداز و به دنبال آن کاهش تولید اتیلن به وسیله گلبرگ‌های گل رُز (۴۳)، افزایش فعالیت پمپ‌های پروتونی موجود در غشای سیتوپلاسمی گیاه (۲۹)، کاهش نشت الکترولیت‌ها در گل بریده رُز (۳۴)، افزایش وزن تر اولیه گل‌های بریده رُز به وسیله افزایش مقدار جذب آب و کاهش میزان

تعرق طی دوره پس از برداشت (۳۲) را می‌توان نام برد. تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباط پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی شده، که عامل استحکام شبکه دیوار یاخته‌ای می‌باشد و نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها و کاهش خمیدگی ساقه است (۱۶). گراسوپولوس و چبلی (۱۸) ثابت کردند که کیفیت گل ژربرا پس از برداشت و همین‌طور ناهنجاری خمش گردن ارتباط مستقیمی با غلظت کلسیم داخل بافت ساقه گل دارد. تحقیقات توره (۴۳) سودمندی کلسیم در افزایش مقاومت بافت و به تأخیر انداختن پیری در گل بریده رُز را به وسیله جلوگیری از سنتز اتیلن و یا جلوگیری از عمل آن تأیید می‌کند.

برخی از مهمترین پژوهش‌های مربوط به نانو در بخش گیاهان زینتی شامل استفاده از نانوذرات نقره برای افزایش عمر گلجایی میخک، ژربرا و رُز است که نتیجه آن بهبود عمر پس از برداشت آنها بوده است (۲۶، ۲۸ و ۲۹). یکی از موادی که اخیراً در کشاورزی کاربرد پیدا کرده، نانوذرات می‌باشد، هرچند کاربرد آنها در کشاورزی، حتی در سطح جهانی، در مرحله ابتدایی قرار دارد. به دلیل اینکه دیواره سلول گیاهی به عنوان یک مانع برای ورود آسان هر عامل خارجی به داخل سلول‌های گیاهی عمل می‌کند، نانوذرات که قطر منفذ کمتری نسبت به قطر منفذ دیواره سلولی دارند، به راحتی می‌توانند از منافذ روی دیواره عبور کنند. نانوذرات در سطح برگ از طریق منافذ روزنه‌ای و یا پایه‌های کرک وارد گیاه می‌شوند و سپس به بافت‌های مختلف منتقل می‌گردند (۳۷).

با توجه به اینکه مطالعه روی کاربرد توأم نانوذره کلسیم و نقره بر عمر پس از برداشت گل بریده آلستروم‌ریا صورت نگرفته است و از طرف دیگر کاربرد تیوسولفات نقره و نیترات نقره به علت آلودگی محیط‌زیست زیر سؤال می‌باشند، هدف از انجام این تحقیق، بررسی و مقایسه تأثیر نانوذرات نقره و کلسیم بر عمر پس از برداشت گل بریده آلستروم‌ریا و جایگزینی نانوذرات به جای ترکیبات آلوده کننده محیط‌زیست می‌باشد.

جدول ۱. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر جمعیت میکروبی محلول نگهدارنده گل شاخه بریده آلسترومریا در روزهای مختلف

جمعیت میکروبی محلول نگهدارنده (log10 CFU/ml)			
تیمار	روز پنجم	روز دهم	روز پانزدهم
T0	۴/۹۱ a	۶/۲۹ a	۲۸,۹ a
T1	۳/۱ b	۵/۹ b	۲۰/۱ b
T2	۲/۹ b	۵/۸ b	۱۸ b
T3	۰ c	۴/۹ c	۱۵ c
T4	۰ c	۱/۳ d	۷/۵ d
T5	۰ c	۱ d	۷ d
T6	۰ c	۱/۰۱ d	۶/۵ d
T7	۰ c	۰/۹ d	۳ e
T8	۰ c	۰ e	۲/۹ e
T9	۰ c	۰ e	۱/۹ e
T10	۰ c	۰ e	۱/۷۵ e
T11	۰ c	۰ e	۱/۵ e
T12	۰ c	۰ e	۰ f
T13	۰ c	۰ e	۰ f
T14	۰ c	۰ e	۰ f
T15	۰ c	۰ e	۰ f

مواد و روش‌ها

آزمایش در تیرماه سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه باغبانی دانشگاه بیرجند انجام شد. در این آزمایش، گل‌های شاخه بریده آلسترومریا رقم 'کنست کوکو' از یکی از گلخانه‌های تجاری واقع در استان تهران تهیه شدند. این گل‌ها پس از برداشت، با استفاده از یک قیچی باغبانی به طول ۸۱ سانتی‌متر برش داده شده و سپس در دسته‌های ۵۱ تایی بسته‌بندی و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. شاخه‌های گل بلافاصله از بسته‌ها خارج شده و بار دیگر با استفاده از یک قیچی باغبانی به طول ۳۵ سانتی‌متر به صورت اریب کوتاه شدند و در داخل سطل‌های پلاستیکی ۵۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول ساکارز ۴٪ بودند، قرار گرفتند تا تیمارهای لازم روی آنها انجام شود. گل‌ها در

ژرمیناتوری با دمای $1 \pm 20^\circ\text{C}$ ، رطوبت نسبی ۶۵-۷۵ درصد و میزان نور ۱۵ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه نگهداری شدند. نور ژرمیناتور توسط توسط لامپ‌های فلورسنت تأمین شد و دوره روشنایی به صورت ۱۲ ساعت روز و ۱۲ ساعت شب تنظیم گردید.

تیمارها شامل نانوذرات نقره در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر) و نانوذرات کلسیم در چهار سطح (صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌گرم بر لیتر) بودند که در مجموع ۱۶ تیمار نامبرده به صورت جدول ۱ مورد مقایسه و بررسی قرار گرفتند.

این نانوذرات از شرکت نانومواد ایرانیان تهیه شدند. شاخه های گل بریده بلافاصله پس از تهیه شدن در محلول‌های مورد

در روز اول است.

درصد مواد جامد محلول در ساقه

برای تعیین میزان مواد جامد محلول در ساقه، ابتدا ۲ گرم از بخش انتهایی ساقه توسط هاون به‌طور کامل ساییده و از کاغذ صافی عبور داده و سپس از عصاره آبی حاصل، درصد مواد جامد محلول توسط دستگاه رفرکتومتر دیجیتالی آتاگو مدل RX-5000a قرائت شد (۲۰).

میزان کلروفیل برگ

برای اندازه‌گیری کلروفیل، ۰/۱ گرم از برگ هر نمونه قبل از اتمام پایان عمر گلجای هر تیمار در داخل یک لوله آزمایش قرار داده و به آن ۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ اضافه شد. پس از حل شدن تمام کلروفیل برگ در استون، به مدت ۳ دقیقه با چرخش ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس، محصول حاصل در دستگاه اسپکترومتر قرار داده و میزان جذب نور در طول موج ۶۶۳ و ۶۶۵ نانومتر قرائت شد و در نهایت کلروفیل کل از رابطه ۳ محاسبه گردید (۳۱):

$$[3] \quad \text{کلروفیل کل} \times V/W = (7.37 \times OD_{663.6}) + (17.76 \times OD_{646.6}) \quad (\mu\text{m/ml})$$

نشت یونی گلبرگ

اندازه‌گیری نشت الکترولیت به روش ژانگ و همکاران (۴۵) انجام گرفت. برای این منظور، پس از تهیه نمونه‌های گلبرگ از هر تیمار و شستشو با آب دوبار تقطیر، نمونه‌ها به همراه ۲۵ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و سپس مقدار نشت یونی توسط دستگاه هدایت‌سنج قرائت گردید (EC1). سپس، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه به حمام آب گرم با دمای ۹۰ درجه سلسیوس منتقل و پس از خنک شدن مجدداً نشت یونی قرائت شد (EC2) و بر اساس رابطه زیر محاسبه گردید:

$$[4] \quad \text{نشت یونی} = (EC1 / EC2) \times 100$$

نظر قرار گرفتند و داده‌برداری به‌صورت روزانه انجام شد. تهیه محلول با استفاده از آب مقطر دوبار تقطیر صورت گرفت و تمامی محلول‌ها حاوی ۰/۴٪ ساکارز بودند. در ضمن، برش مجدد انتهایی ساقه چندین مرحله در طول دوره آزمایش (۲۰ روز) صورت گرفت.

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل، در قالب طرح پایه کامل تصادفی، با ۱۶ تیمار و ۴۸ واحد آزمایشی در سه تکرار انجام شد و هر تکرار حاوی ۴ شاخه گل بود. داده‌ها با کمک نرم‌افزار آماری SAS در سطح احتمال ۵٪ تجزیه و تحلیل شده و نمودارها توسط نرم‌افزار Excel ترسیم شدند. مقایسه میانگین داده‌ها از طریق آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام شد.

ماندگاری

پایان عمر گل آلسترومریا بر اساس زمان مشاهده ریزش ۵۰٪ گل‌های هر گل‌آذین انجام شد (۳۶).

وزن تر نسبی

میانگین وزن تر نسبی برای شاخه گل‌ها در هر تیمار با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت هزارم گرم از رابطه ۱ محاسبه و به صورت درصد بیان شد (۲).

$$[1] \quad W_t / W_0 \times 100 = \text{درصد وزن تر نسبی}$$

که W_t وزن ساقه (گرم) در روزهای مختلف اندازه‌گیری (۴، ۸ و ۱۲) و W_0 وزن همان ساقه در روز اول است.

جذب محلول

مقدار محلول جذب شده با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (۲). برای بررسی میزان تبخیر، تعدادی ظرف حاوی محلول بدون شاخه گل بریده به طور تصادفی در بین تیمارها قرار داده شد و میزان میانگین تبخیر از این ظروف از تمام تیمارها کاسته شد.

$$[2] \quad \text{Solution uptake (ml/day g f.w.)} = (S_t - S_{t-1}) / W_t$$

که S_t وزن محلول (گرم) در روزهای مختلف اندازه‌گیری (۵، ۹ و ۱۳)، S_{t-1} وزن محلول (گرم) در روز قبل و W_t وزن تر ساقه

شمار میکروبی

شمار میکروبی محلول نگهداری طبق روش نی (۲۴) در طول مدت آزمایش در روزهای پنجم، دهم و پانزدهم اندازه‌گیری شد. برای این امر، از محلول‌های گلجای در روزهای ذکر شده به میزان یک میلی لیتر توسط میکروپیت نمونه‌گیری شد. نمونه‌های حاصل با استفاده از سرم فیزیولوژی به میزان 10^{-1} رقیق گشتند و از هر رقت نمونه‌ای یک دهم میلی لیتری روی محیط کشت آگار مغذی درون پتری دیش پخش گردید. محیط‌های کشت گردیده به مدت ۴۸ ساعت درون اتاق رشد با دمای ۳۷ درجه سلسیوس قرار داده شدند و پس از آن به روش شمارش صفحه‌ای تعداد میکروارگانیسم‌ها بر اساس تعداد واحدهای تشکیل دهنده کلونی در میلی لیتر تعیین گردید.

فعالیت آنزیم ACC اکسیداز

همچنین، فعالیت آنزیم ACC اکسیداز به وسیله روش مویا-لئون و جان (۳۵) صورت گرفت. برای این منظور، یک گرم از بافت گلبزرگ (۴ روز بعد از نگهداری در محلول‌های نگهدارنده) در ۲ میلی لیتر بافر (تریسین ۰/۱ مولار + پلی وینیل پیرولیدون ۱٪ + دی تیوتیوتول ۵ میلی مولار + سدیم آسکوربات ۲۰ میلی مولار) کاملاً له کرده و سپس به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد (g ۱۱۰۰۰). سپس، ۰/۵ میلی لیتر از فاز بالایی برداشته و در ۱ میلی لیتر بافر (تریسین ۰/۱ مولار + ACC ۱ میلی مولار + سدیم بی کربنات ۲۰ میلی مولار + سولفات آهن ۰/۱ میلی مولار + سدیم آسکوربات ۳۰ میلی مولار) به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۳۰ درجه سلسیوس قرار داده و میزان فعالیت آنزیم ACC اکسیداز بر اساس اتیلن تولید شده محاسبه گردید.

نتایج

جمعیت میکروبی محلول نگهدارنده

بیشترین میزان جمعیت میکروارگانیسم‌ها در تیمار شاهد در هر سه مرحله اندازه‌گیری مشاهده شد که با افزایش مدت نگهداری

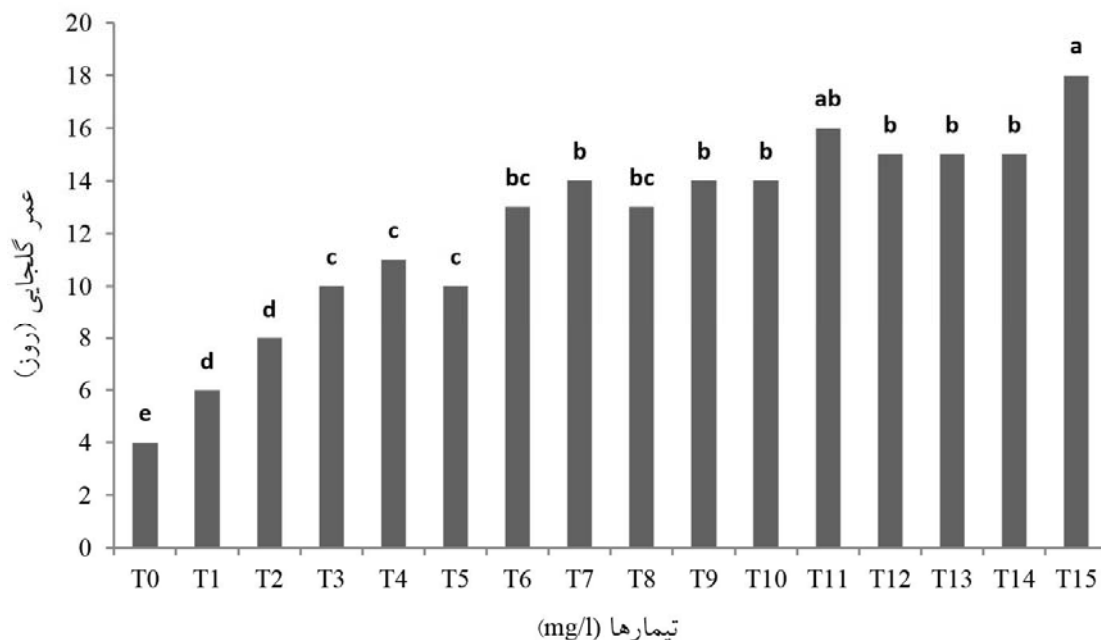
گل‌های آلسترومریا در محلول نگهدارنده، جمعیت میکروبی به طور قابل توجهی افزایش یافت و در مرحله سوم اندازه‌گیری جمعیت میکروبی هفت برابر مرحله اول اندازه‌گیری بود. مؤثرترین ترکیب هادر کنترل جمعیت میکروبی محلول نگهدارنده گل بریده آلسترومریا مربوط به تیمارهایی بود که حاوی نانوذره نقره با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر بوده و تا روز پانزدهم آزمایش، مانع رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها شدند. البته در تمام تیمارهایی که حاوی ۱۰ میلی گرم در لیتر از نانوذرات نقره بودند تا روز پنجم رشد میکروبی وجود نداشت و در روز دهم نیز در تیمارهای حاوی ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر هیچ جمعیت میکروبی وجود نداشت (جدول ۱).

ماندگاری

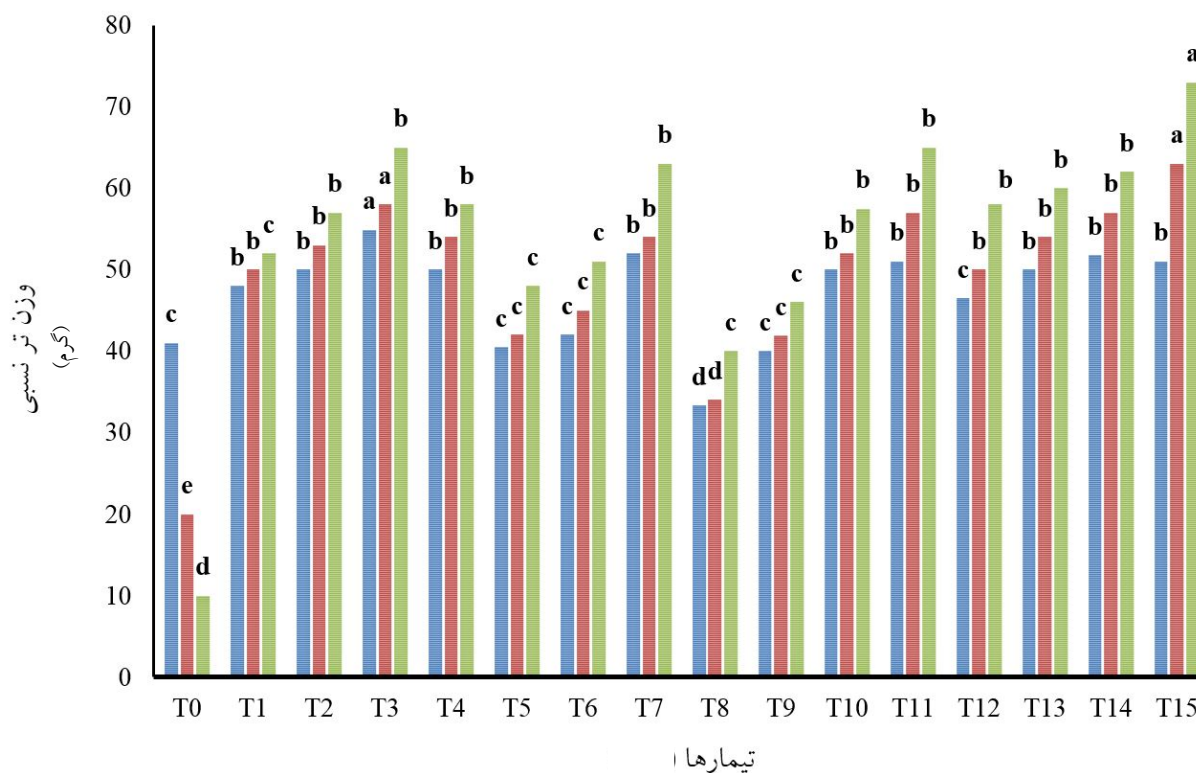
شکل ۱ نشان می‌دهد که تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر بعلاوه نانوذرات کلسیم با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر مؤثرترین تیمار در افزایش عمر گلجایی آلسترومریا بوده که اختلاف معنی‌داری با تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۲۰ میلی گرم در لیتر بعلاوه نانوذرات کلسیم با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر نداشته است. تیمارهای مربوط به نانوذرات کلسیم در غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ میلی گرم در لیتر کمترین تأثیر را نسبت به تیمارهای دیگر در افزایش ماندگاری داشته‌اند؛ اما با شاهد اختلاف معنی‌داری داشته‌اند.

وزن تر نسبی

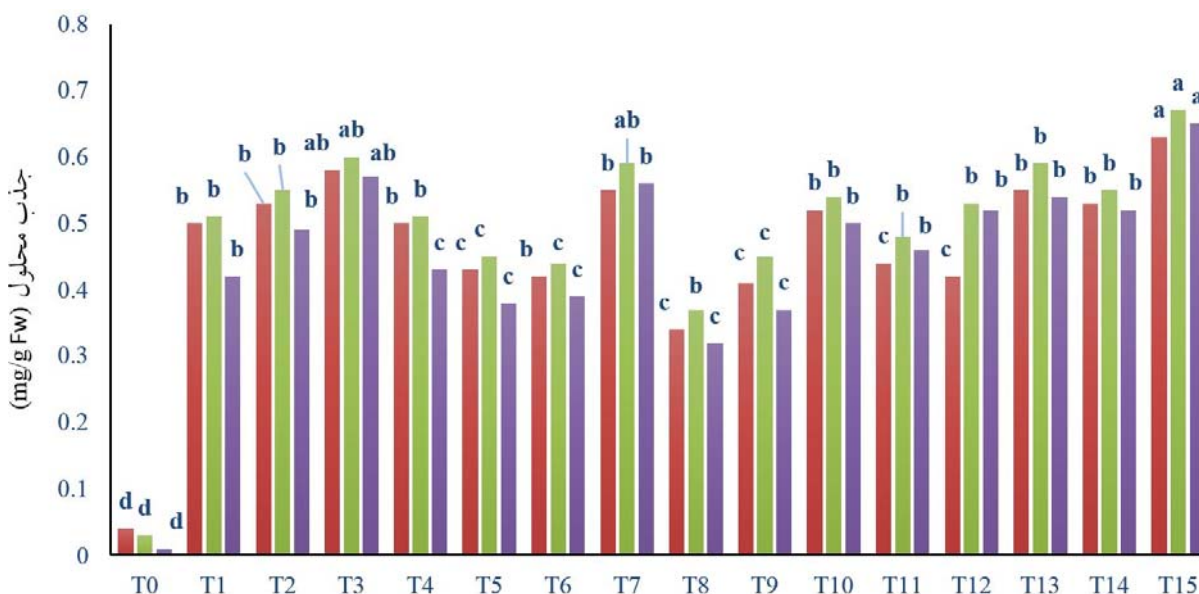
شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر نسبی در مرحله اول اندازه‌گیری (روز چهارم) مربوط به تیمار نانوذرات کلسیم با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر بوده که با شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری داشته است. اما در مرحله دوم و سوم اندازه‌گیری (روزهای هشتم و دوازدهم) بیشترین وزن تر نسبی مربوط به تیمار نانوذرات نقره با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر در ترکیب با نانوذرات کلسیم ۴۰ میلی گرم در لیتر بوده است. کمترین وزن تر نسبی مربوط به شاهد در هر سه مرحله



شکل ۱. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر ماندگاری گل شاخه بریده آلسترومریا



شکل ۲. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر وزن تر گل بریده آلسترومریا در روزهای مختلف



تیمارها

شکل ۳. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر میزان جذب محلول گل بریده آلسترومریا در روزهای مختلف

میلی گرم در لیتر نانوذرات کلسیم بوده است. کمترین درصد مواد جامد محلول مربوط به شاهد و تیمار ۱۰ میلی گرم در لیتر از نانوذرات کلسیم می باشد که با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشته اند.

اندازه گیری بوده است. در کل، افزایش وزن تر نسبی در تمام تیمارها در مراحل دوم و سوم اندازه گیری آشکار بوده و با شاهد اختلاف معنی داری داشته است.

جذب محلول

شکل ۳ نشان می دهد که تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بعلاوه ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات کلسیم در هر سه مرحله اندازه گیری (چهارم، هشتم و دوازدهم) بیشترین تأثیر را در افزایش مقدار محلول جذب شده گل بریده آلسترومریا دارد. کمترین جذب محلول در شاهد وجود داشته است، به طوری که در روز پنجم به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت و در روز دوازدهم تقریباً صفر بود.

کلروفیل

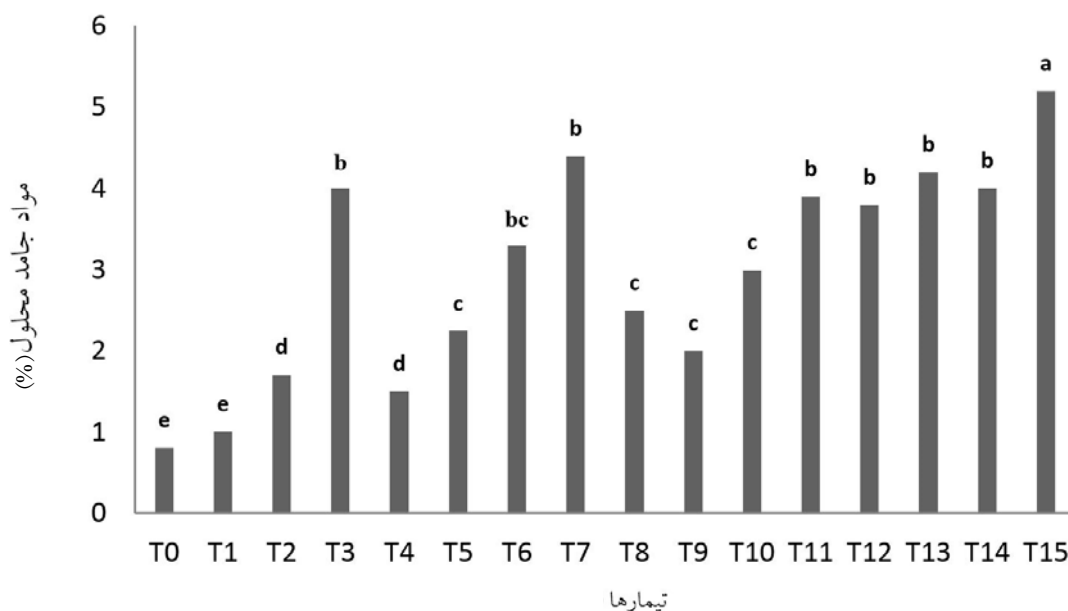
شکل ۵ نشان می دهد که همه تیمارهای نانوذرات در مقایسه با شاهد باعث بیشترین حفظ میزان کلروفیل در برگ ها شده اند. ابتدا غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بعلاوه ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات کلسیم و ۲۰ میلی گرم نانوذرات کلسیم مؤثرترین تیمارها بوده اند که با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشته اند و در شاهد کمترین میزان کلروفیل یا در حقیقت بیشترین تجزیه کلروفیل مشاهده شد.

مواد جامد محلول

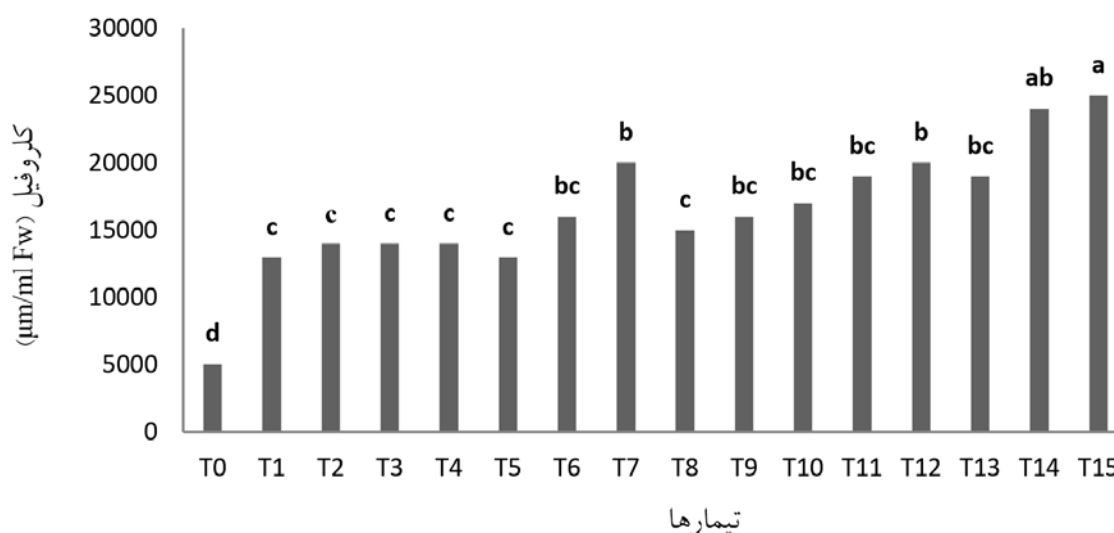
شکل ۴ نشان می دهد که بیشترین درصد مواد جامد محلول مربوط به تیمار ۴۰ میلی گرم در لیتر نانوذرات نقره بعلاوه ۴۰

ACC اکسیداز

شکل ۶ نشان می دهد که همه تیمارهای نانوذرات کلسیم و



شکل ۴. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر درصد مواد جامد محلول ساقه گل بریده آلسترومریا

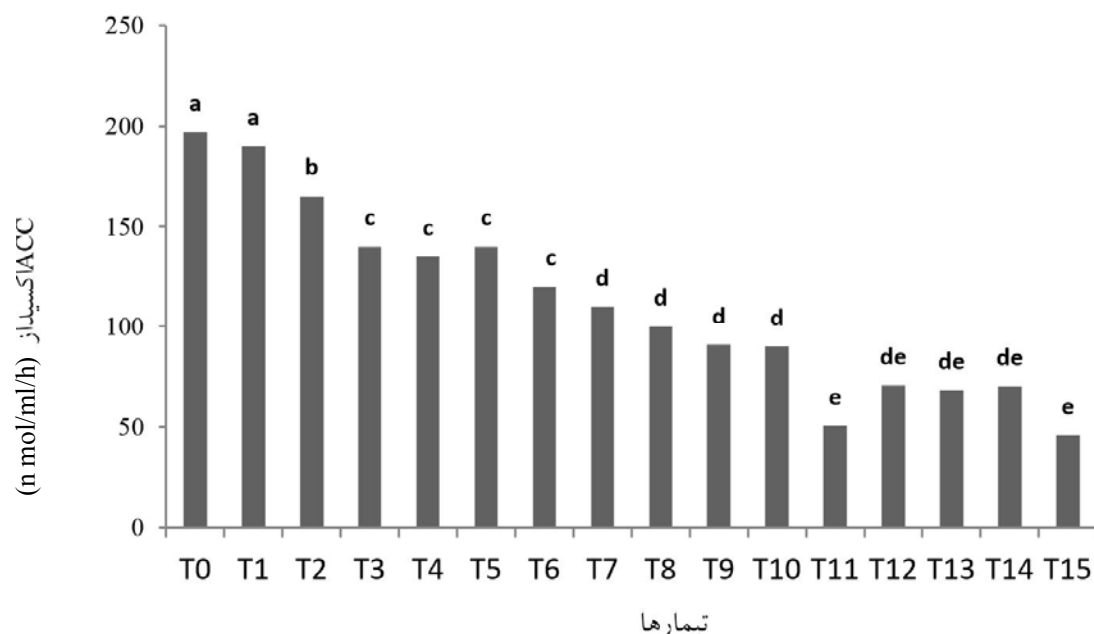


شکل ۵. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر میزان کلروفیل برگ گل بریده آلسترومریا

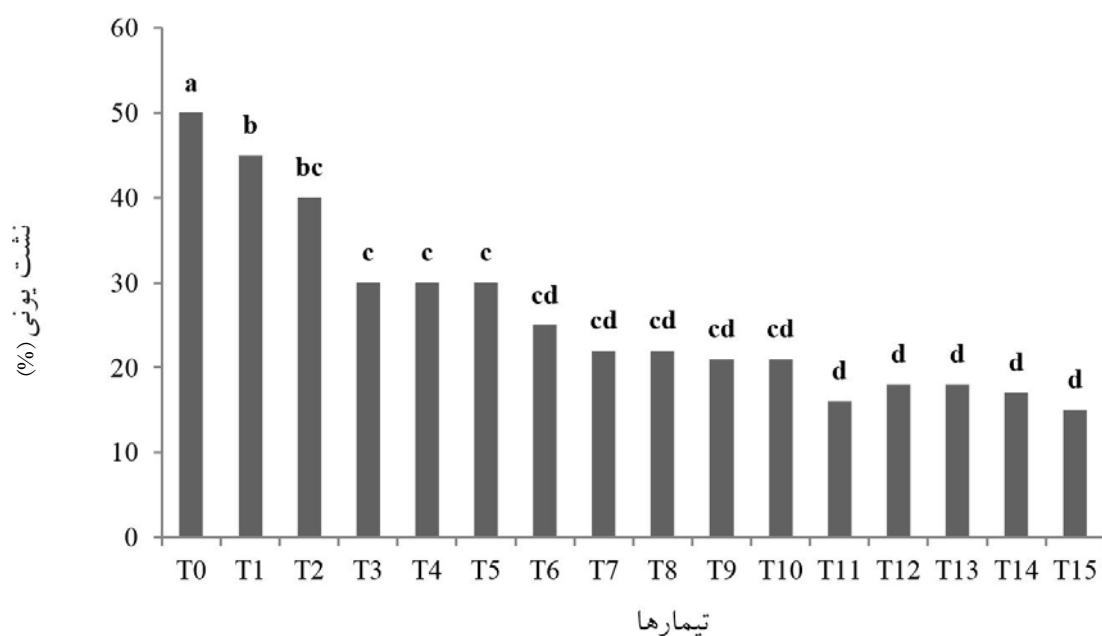
نشت یونی

شکل ۷ نشان می‌دهد که همه تیمارهای نانوذرات کلسیم و نقره در مقایسه با شاهد باعث کاهش معنی‌دار درصد نشت یونی در گلبرگ‌های گل‌های بریده آلسترومریا شده‌اند. بیشترین درصد نشت یونی در شاهد و کمترین آن در تیمارهای نانوذره کلسیم

نقره، بجز تیمار نانوذره کلسیم ۱۰ میلی‌گرم در لیتر، در مقایسه با شاهد، باعث کاهش معنی‌دار آنزیم ACC اکسیداز در گل‌های بریده آلسترومریا شده‌اند. بیشترین میزان این آنزیم در شاهد و کمترین آن در تیمارهای نانوذره کلسیم ۴۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با نانوذره نقره ۴۰ و ۲۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد.



شکل ۶. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر میزان فعالیت آنزیم ACC اکسیداز گل بریده آلسترومریا



شکل ۷. برهمکنش نانوذرات کلسیم و نقره بر درصد نشت یونی گل بریده آلسترومریا

۴۰ میلی گرم در لیتر در ترکیب با نانوذره نقره ۲۰ و ۴۰ **بحث**

میلی گرم در لیتر مشاهده شد. با گذشت زمان، جمعیت میکروبی در محلول نگهدارنده گل های بریده افزایش می یابد که این عامل می تواند دلیل مهمی بر

کاهش عمر پس از برداشت گل‌های بریده باشد. نتایج این مطالعه نیز نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان میکروب‌ها در شاهد که هیچ ماده میکروب‌کشی در آن به کار نرفته بود به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. اما کاربرد تیمارهای ترکیبی نانوذرات نقره و کلسیم به طور قابل ملاحظه‌ای جمعیت میکروبی را کاهش داد، به طوری که در تمام تیمارهای حاوی ۴۰ میلی گرم در لیتر نقره، هیچ میکروارگانیسمی در محلول نگهدارنده تا روز پانزدهم آزمایش مشاهده نشد. میزان عمر گلجایی گل‌های آلسترومیرا در این تیمارها در مقایسه با شاهد به طور معنی‌داری افزایش یافت.

نانوسیلور یک ماده میکروب‌کش است که با حمله به دیواره سلولی میکروب‌ها موجب متلاشی شدن سلول می‌گردد و از این رو موجب کاهش باکتری‌هایی می‌شود که انسداد آوندها را باعث می‌گردند (۲۱). زاگوری و همکاران (۴۴) بیان کردند که برخی از باکتری‌های موجود در محلول‌های نگهدارنده نیز اتیلن تولید می‌کنند که منجر به پیری و پژمردگی، افزایش نفوذپذیری غشا و کاهش پایداری غشای سلولی می‌شود.

استفاده از مواد بازدارنده تولید یا عمل اتیلن، باعث افزایش طول عمر گل‌های بریده و کاهش پیری می‌شود و نقره یک بازدارنده اتیلن است که با اتصال به جایگاه پذیرنده آنزیمی اتیلن باعث بلوکه کردن پذیرنده اتیلن شده و استفاده از این ترکیب در محلول نگهدارنده، باعث کاهش اثرهای منفی این هورمون مانند پیری و پژمردگی گل‌های بریده می‌شود (۴۰). نتایج مشابه درباره آثار مثبت نانوذرات، به‌ویژه نانوذرات نقره، در افزایش ماندگاری گل شاخه بریده گزارش شده است (۱۹، ۲۷ و ۳۹). در این آزمایش، تیمارهایی که حاوی هر دو نانوذره کلسیم و نقره بوده‌اند، بهتر عمل کرده و عمر گلجای را به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش دادند، به طوری که ابتدا تیمار ترکیبی ۴۰ میلی گرم از هر یک از نانوذرات نقره و کلسیم بیشترین و سپس تیمار ۲۰ میلی گرم در لیتر نقره به همراه ۴۰ میلی گرم در لیتر کلسیم بیشترین عمر گلجای را ایجاد کرده‌اند. بنابراین، نقش کلسیم در افزایش عمر پس از برداشت گل بریده

آلسترومیرا کمتر از نقره نمی‌باشد و کاربرد توأم این دو ماده بسیار مؤثرتر از کاربرد انفرادی این نانوذرات است. کلسیم، با سازوکارهای متعددی در فرایند پیری و افزایش ماندگاری گل‌های بریده رز نقش دارد و یکی از این مکانیسم‌ها، اثر بازدارنده آن بر آنزیم ACC اکسیداز و به دنبال آن کاهش تولید اتیلن به وسیله گلبرگ‌ها می‌باشد (۴۳) که مشابه نتایج این آزمایش بوده، به طوری که اندازه‌گیری فعالیت آنزیم ACC اکسیداز در گلبرگ‌ها نشان داد که با افزایش غلظت نانوذره کلسیم در محلول نگهدارنده، میزان فعالیت این آنزیم کاهش یافته است.

این نتایج با یافته‌های کاظمی و همکاران (۲۲ و ۲۳) و بصیری و همکاران (۱۲) مشابه است که آنها طی تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کاربرد نانوذرات نقره در محلول‌های نگهدارنده گل‌های شاخه بریده باعث افزایش طول عمر پس از برداشت این گل‌ها می‌شود. کلسیم در تعویق فرایند پیری در بافت‌های گیاهی نقش دارد (۱۷). از سوی دیگر، با توجه به اینکه کلسیم در ساختار و وظایف غشای سلولی با متصل کردن پروتئین‌های دارای نقش آنزیمی و غیر آنزیمی به فسفولیپیدهای غشای سلولی ایفای نقش می‌کند، بدین ترتیب از فعالیت آنزیم‌های تولید کننده اتیلن، که ساختارپروتئینی داشته و به غشای سلولی متصل هستند، می‌کاهد. در نهایت، با تولید کمتر اتیلن، که تحریک کننده فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره یاخته‌ای است، دیواره سلولی کمتر تخریب می‌شود.

اگرچه وجود کلسیم برای رشد و توسعه گیاه، به‌ویژه ایفای وظایف ساختمانی آن، الزامی است (۳۰)، اما به نظر می‌رسد تأثیر آن در بهبود شاخص‌های کیفی پس از برداشت گل، به‌ویژه ماندگاری، از اهمیت به مراتب بیشتری برخوردار باشد (۸). نتایج مشابه متعددی درباره اثر مثبت کلسیم بر ماندگاری گل‌های شاخه بریده وجود دارد (۹، ۱۵، ۳۳ و ۴۳).

کاربرد توأم نانوذرات نقره و کلسیم به طور قابل توجهی باعث افزایش وزن تر گل‌های بریده آلسترومیرا در مقایسه با شاهد شد. با توجه به اثر مثبت کاربرد نانوذرات کلسیم و نقره در افزایش جذب محلول در طول این آزمایش، افزایش وزن تر

قابل پیش‌بینی است. انسداد آوندی در گل‌های شاخه بریده عمدتاً به‌خاطر توسعه جمعیت باکتری در انتهای آوندهای ساقه می‌باشد که نانوسیلور می‌تواند مانع از توسعه آنها شود و از این رو جذب آب در ساقه‌ها را افزایش دهد (۷). گل‌های شاخه بریده از جمله گل‌هایی هستند که حساس به جاذبه زمین می‌باشند و در طول نگهداری شاخه گل‌های بریده، غنچه‌ها در اثر جاذبه زمین خمش یافته و باعث مسدود شدن مسیر جریان آب به غنچه‌ها و گل‌های نیمه باز شده و پلاسیده شدن آنها را تسریع می‌کند. مقاومت به ژئوتروپیسم بستگی به میزان استحکام ساقه گل‌ها و تورژسانس شاخه‌ها در اثر میزان جذب محلول دارد که استفاده از ترکیبات میکروب‌کش و نگهدارنده از فعالیت باکتری-ها و سایر عوامل میکروبی جلوگیری کرده و باعث می‌شود که جذب محلول بهتر صورت گیرد (۴۱). همچنین، نتایج این آزمایش آشکار کرد که نانوذرات کلسیم نیز نقش مؤثری در افزایش وزن تر گل‌های شاخه بریده داشته‌اند و با افزایش میزان کلسیم در هر یک از غلظت‌های به‌کار برده شده از نانوذرات نقره، میزان وزن تر نیز بیشتر افزایش یافت. تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباط پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی شده که عامل استحکام شبکه دیوار یاخته‌ای می‌باشد که نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی بافت‌ها و کاهش خمیدگی ساقه است (۱۸). همچنین، کلسیم با تأثیر بر مکانیسم باز و بسته شدن روزنه‌ها به کاهش تبخیر و تعرق کمک کرده و در نهایت موجب جلوگیری از کاهش وزن تر و محتوای نسبی آب گل‌های بریده شده و منجر به افزایش تورژسانس و کاهش پژمردگی گلبرگ‌ها می‌شود (۱۵). بررسی جذب محلول نگهدارنده در این آزمایش نیز نشان داد که در تیمارهایی که وزن تر نسبی بیشتری داشته‌اند، میزان جذب محلول نیز بیشتر بوده است و کاربرد توأم این دو نانوذره مخصوصاً در غلظت‌های بیشتر مؤثرتر عمل کرده و بیشترین جذب محلول را به علت تأثیر این دو ماده در کاهش انسداد آوندی ایجاد کرده است.

کاهش نشت یونی در تمام تیمارها مشاهده شد، به‌طوری

که در تیمارهای توأم نانوذرات نقره و کلسیم، تیمارهایی با غلظت نانوذره کلسیم بیشتر، نشت یونی کمتری نشان دادند. تجمع کلسیم در بافت‌های گیاهی سبب تقویت ارتباط پلیمری بین تیغه‌های میانی غشای پکتوسلولزی شده که عامل استحکام شبکه دیوار یاخته‌ای می‌باشد که نتیجه آن افزایش مقاومت مکانیکی سلول‌ها و کاهش نشت الکترولیت‌ها است (۳۴). از طرف دیگر، کاربرد نانوذره نقره به همراه کلسیم به علت کاهش تولید اتیلن و فعالیت میکروبی، استحکام بیشتری در بافت گل‌های بریده ایجاد کرده و به مراتب مقاومت سلولی را افزایش داده و در نتیجه در کاهش نشت یونی سلول‌ها مؤثرتر عمل می‌کند. نتایج مشابه روی گل آلسترومیا گزارش شده است (۵، ۶ و ۴۲).

تیمارهای توأم نانوذرات نقره و نانوذرات کلسیم باعث تأثیر معنی‌داری در کاهش تجزیه کلروفیل برگ شدند. اثر افزایشی نانوذرات نقره بر حفظ میزان کلروفیل برگ بیشتر از نانوذرات کلسیم بود، هر چند تیمار نانوذرات کلسیم هم تأثیر معنی‌داری در حفظ میزان کلروفیل داشتند. از آنجا که اتیلن سبب تجزیه کلروفیل می‌شود، نانوذرات نقره و کلسیم به علت نقش ضد اتیلنی که دارند منجر به افزایش کلروفیل در گلبرگ‌های تیمار شده با این نانوذرات شدند. نتایج این آزمایش نشان داد که در تیمار ترکیبی ۴۰ میلی‌گرم در لیتر از نانوذرات نقره و کلسیم، میزان حفظ کلروفیل در برگ‌ها در حدود پنج برابر بیشتر از شاهد بوده است. نتایج این آزمایش موافق نتایج حاجی زاده و کاظمی (۳) بود که نشان دادند ۱۵ میلی‌گرم در لیتر نانوذرات نقره و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر گلوتامین باعث افزایش معنی‌دار مقدار کلروفیل کل گل‌های شاخه بریده رز شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده، مشاهده شد که گل‌های شاخه بریده آلسترومیا در اثر کاربرد توأم نانوذرات نقره و کلسیم ماندگاری و کیفیت بیشتری نسبت به تیمار شاهد داشته‌اند. با توجه به اینکه این ترکیبات در مقایسه با سایر ترکیبات، مثل

تیوسولفات نقره، فاقد آثار مخرب محیط‌زیست می‌باشند و در غلظت بسیار ناچیز بسیار مؤثر عمل کرده و عمر گلجایی این گل بریده را نزدیک به ۱۴ روز افزایش داده‌اند، کاربرد آنها کاملاً اقتصادی و مقرون به صرفه می‌باشد و کاربرد توأم نانوذرات نقره و کلسیم با غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر به منظور افزایش عمر گلجایی آلسترومریا پیشنهاد می‌شود.

منابع مورد استفاده

۱. تقوی، غ. و. عبدوسی و پ. مرادی. ۱۳۹۰. تأثیر غلظت‌های نانوسیلور و اسانس آویشن بر صفات مهم مؤثر در طول عمر گل شاخه بریده آلسترومریا رقم Santorini. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه.
۲. چمنی، آ.، خلیقی، ی.، مستوفی، ی. و کافی، ی. ۱۳۸۵. تأثیر دیازینون متیل سیکلو پروپان، نیتریک اسید، تیوسولفات نقره و اتیلن روی ویژگی‌های فیزیولوژیکی گل رز بریده. رساله دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۳. حاجی زاده، ح. و م. کاظمی، ۱۳۹۰. بررسی عمر گلدانی گل‌های شاخه بریده رز در پاسخ به تیمارهای شیمیایی مالیک اسید، گلوتامین و نانوذرات نقره. اولین کنفرانس ملی نانوفناوری و کاربرد آن در کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۴. حقیقی، م. ۱۳۸۷. اثرات تنش کادمیوم بر تغییرات فیزیولوژیکی و آنتی اکسیدانی و آنزیمی کاهو در حضور هیومیک اسید. رساله دکتری باغبانی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران.
۵. حکم آبادی، ب. ۱۳۸۷. بررسی برخی تیمارهای شیمیایی بر افزایش طول عمر و کیفیت گل آلسترومریا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات، تهران.
۶. حیاتی پور، ر. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر دما و نوع انبار سرد، نانوذرات نقره و جیبرلیک اسید بر روی عمر گلدانی گل بریده آلسترومریا رقم Reunion. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.
۷. فریدونی مهر، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثر بنزیل آدنین، نانوسیلور و ۸- هیدروکسی کوئینولین سولفات بر افزایش ماندگاری میخک رقم کرم ویانا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران.
۸. کیانی، ش. و م. کافی. ۱۳۸۴. چالش‌های تولید گل شاخه بریده‌ی زرد شمال خوزستان. چهارمین کنگره‌ی علوم باغبانی ایران، دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. نیکبخت، ع.، م. کافی، م. بابالار، ن. اعتمادی و ح. ابراهیم زاده. ۱۳۸۶. اثر هیومیک اسید بر جذب کلسیم و رفتار فیزیولوژیکی پس از برداشت گل ژربرا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۸(۴): ۲۳۷-۲۴۸.
10. Alimoradi, M., M. Jafarpour and A. Golparvar. 2013. Improving the keeping quality and vase life of cut Alstroemeria flowers by post-harvest nano silver treatments. *Int. J. Agric. Crop Sci.* 6(11): 632-635.
11. Breeze, E., C. Wagstaff, E. Harrison, I. Bramke, H. Rogers, A. Stead, B. Thomas and V. Buchanan-Wollaston. 2004. Gene expression patterns to define stages of postharvest senescence in Alstroemeria petals. *Plant Biotech. J.* 2: 155-168.
12. Basiri, Y., H. Zarei and K. Mashayekhi. 2011. Effect of nano-silver treatment on vase life of cut flowers of carnation. *J. Adv. Lab. Res. Biol.* 1(11): 50-55.
13. Bhattacharjee, S.K. and L.C. De. 2005. *Postharvest Technology of Flowers and Ornamental Plants*. Pointer Publishers, India, 220 p.
14. Butt, S.J. 2005. Extending the vase life of roses (*Rosa hybrida*) with different preservatives. *Int. J. Agric. Biol.* 7(1): 97-99.

15. Capvill, G.D., L.A. Maffia, F.L. Finger and U.G. Batista. 2003. Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. *Fitopatol. Brasil.* 28(4): 380-385.
16. Fallahi, E.S., W. Conway, D. Hickey and C.E. Sams. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortSci.* 32(5): 831-835.
17. Ferguson, I.B. and B.K. Drobak. 1988. Calcium and regulation of plant growth and senescence. *HortSci.* 23: 262-266.
18. Gerasopoulos, D. and B. Chebli. 1999. Effects of pre- and postharvest calcium applications on the presence of organic acids. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55: 670-675.
19. Hatami, M., A. Hatamzadeh, M. Ghasemnezhad and M. Ghorbanpour. 2013. The comparison of antimicrobial effects of silver nanoparticles (SNP) and silver nitrate (AgNO_3) to extend the vase life of Red Ribbon cut rose flowers. *Trakia J. Sci.* 2: 144-151.
20. Hettiarachchi, M.P. and J. Balas. 2005. Postharvest handling of cut *Kniphofia* (*Kniphofia uvaria* oken 'Flamenco') flowers. *Acta Hort.* 669: 359-366.
21. Jowkar, M.M. 2006. Water relations and microbial proliferation in vase solutions of *Narcissus tazetta* L. cv. 'Shahla-e-Shiraz' as affected by biocide compounds. *J. Hort. Sci. Biotech.* 81(4): 656-660.
22. Kazemi, M., M. Aran and S. Zamani. 2011. Extending the vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflorum* Mariachii. cv. Blue) with different preservatives. *Am. J. Plant Physiol.* 6(3): 167-175.
23. Kazemi, M., M. Asadi and S. Aghdasi. 2012. Postharvest life of cut lisianthus flowers as affected by silicon, malic acid and acetylsalicylic acid. *Res. J. Soil Biol.* 4: 15-20.
24. Knee, M. 2000. Selection of biocides for use in floral preservatives. *Postharvest Biol. Technol.* 18: 227-234.
25. Liao, L.J., Y.H. Lin, K.L. Huang, W.S. Chen and Y.M. Cheng. 2000. Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 41(4): 299-303.
26. Liao, L., L. Yu., K. Han, L. Hung and W. Chen. 2001. Vase life of *Eustoma grandiflorum* as affected by aluminum sulfate. *Bot. Bull. Acad. Sinica* 35: 38-42.
27. Liu, J., S. He, Z. Zhang, J. Cao, P. Lv, G., S. He, G. Cheng and D.C. Joyce. 2009a. Nano-silver pulse treatments inhibit stem-end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 54: 59-62.
28. Liu, J., Z. Zhang, D.C. Joyce, S. He, J. Cao and P. Lv. 2009b. Effects of postharvest nano-silver treatments on cut flowers. *Acta Hort.* 847: 245-250.
29. Lu, P., J. Cao, S. He, J. Liu, H. Li, G. Cheng, Y. Ding and D.C. Joyce. 2010. Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie Star flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 57: 196-202.
30. Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Ed., Academic Press, New York, 862 p.
31. Meidner, H. 1984. Class Experiments in Plant Physiology. British Library Cataloguing in Publication Data, London, 156 p.
32. Mehran, A., D.G. Hossein and A. Tehranifar. 2008. Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rose cut flowers cv. Alexander. *Acta Hort.* 804: 215-218.
33. Michalczyk, B., D.M. Goszczynska, R.M. Rudnicki and A.H. Halevy. 1989. Calcium promotes longevity and bud opening in cut rose flowers. *Isra. J. Bot.* 38: 209-215.
34. Mortazavi, N., R. Naderi, A. Khalighi, M. Babalar and H. Allizadeh. 2007. The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in rose (*Rosa hybrida* L. cv. Illona). *J. Food, Agric. Environ.* 5: 311-313.
35. Moya-Leon, M.A. and P. John. 1994. Activity of 1-aminocyclo propane -1- carboxylate (ACC) oxidase (ethylene-forming enzyme) in the pulp of ripening bananas. *J. Hort. Sci.* 69: 243-250.
36. Mutui, T.M., V.E. Emangor and M.J. Hutchinson. 2006. The effect of gibberellin on vase life and flower quality of *Alstomeria* cut flower. *Plant Growth Regul.* 48: 207-214.
37. Nair, R., S.H. Varghese, B.G. Nair, T. Maekawa, Y. Yoshida and D.S. Kumar. 2010. Nanoparticulate material delivery to plants. *Plant Sci.* 179: 154-163.
38. Nell, T.A. 2002. Effect of exogenous sucrose on carbohydrate levels, flower respiration longevity of potted miniature rose flowers during post production. *Postharvest Biol. Technol.* 26: 977-982.
39. Ohkawa, K., Y. Kasahara and J. Suh. 1999. Mobility and effects on vase life of silver containing compounds in cut rose flowers. *HortSci.* 34: 112-113.
40. Serek, M. and M.S. Reid. 1993. Anti-ethylene treatments for potted Christams cactus- efficacy of inhibitors of ethylene action and biosynthesis. *HortSci.* 28: 1180-1181.
41. Singh, A.K. 2006. Flower Crops, Cultivation and Management. New India Publishing Agency, New Delhi, 463 p.
42. Solgi, M., M. Kafi, T.S. Taghavi and R. Naderi. 2009. Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera Jamesonii* cv. Dune) flowers. *Postharvest Biol. Technol.* 53: 155-158.
43. Torre, S., A. Borchove and A.H. Halevy 1999. Calcium regulation of senescence in roses. *Physiol. Plant.* 107: 214-219.

44. Zagory, B. and M. Reid. 1986. Role of vase solution microorganisms in the life of cut flowers. J. Am. Soc. Hort. Sci. 11(1): 154-158.
45. Zhang, J.H., Y.P. Liu, Q.H. Pan, J.C. Zhan, X.Q. Wang and W.D. Huang. 2006. Changes in membrane-associated H^+ -ATPase activities and amounts in young grape plants during the cross adaptation to temperature stresses. Plant Sci. 170: 768-777.