دو فصلنامه
بیوتکنولوژی و میکروبیولوژی کاربردی
سال دوم، شماره ۳ و ۴، پاییز و زمستان ۱۳۹۲

بررسی تغییرات برخی صفات کمی، کیفی و آنزیمی گل شاخه بریده ژربرا (*Gerbera jamesonii*) رقم 'dun' با کاربرد پس از برداشت بنزیل‌آدنین و نانوذرات نقره

الهام دانائی[1*]، وحید عبدوسی[2]

[1] استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرمسار، گرمسار، ایران
[2] استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

چکیده

اثر کاربرد پس از برداشت بنزیل‌آدنین(۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) به همراه ساکارز ۸٪ بصورت تیمار کوتاه مدت (۴۸ ساعت) و نانوذرات نقره ۵ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به عنوان تیمار مداوم(محلول نگهدارنده) روی گل شاخه بریده ژربرا مورد مطالعه قرارگرفت. ظروف حاوی گل در اتاقی با میانگین دمایی ۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و مدت روشنائی ۱۴ ساعت با شدت نور ۱۵ ماکرومول بر متر مربع در ثانیه لامپ فلورسنت، قرارگرفتند. صفاتی مانند دوام عمر گل، وزن تر نسبی، میزان جذب محلول، شاخص ثبات غشاء سلول، مواد جامد محلول، آنتوسیانین گلبرگ و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در روزهای معین، اندازه‌گیری و از نظر آماری ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که تیمار کوتاه مدت بنزیل‌آدنین ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه ساکارز ۸٪ و محلول نگهدارنده نانوذرات نقره ۵ میلی‌گرم در لیتر بطور معنی‌داری موجب افزایش میزان جذب محلول، وزن تر نسبی و کیفیت گل‌های شاخه بریده شد. همچنین این تیمار موجب افزایش آنتوسیانین گلبرگ، شاخص ثبات غشای سلول و مواد جامد محلول ساقه گل‌ها گردید. فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در تیمارها نسبت به شاهد با سرعت کمتری کاهش یافت. عمر ماندگاری ژربرا نیز نسبت به تیمار شاهد بطور معنی‌داری افزایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بنزیل‌آدنین، دوام عمر، سوپراکسید دیسموتاز، کاتالاز، نانوذرات نقره

مقدمه

پرورش گیاهان زینتی مختلف خصوصاً گل‌های شاخه بریده و عرضه آنها به بازارهای داخلی و خارجی یکی از فعالیت‌های گسترده و در حال توسعه در صنعت پرورش گل و گیاهان زینتی می‌باشد. تجارت جهانی گل‌های شاخه بریده و گلدانی از ارزش بالای اقتصادی برخوردار بوده، پرورش و فروش گل‌های شاخه بریده ژربرا نیز بخشی از این درآمد ارزی را شامل می‌گردد. ژربرا گیاهی متعلق به تیره کاسنی *(Compositeae)* می‌باشد (Wilkins, & Dole 1999). ژربرا هم اکنون در ایران و بیشتر

* مسئول مکاتبات: Dr.edanaee@yahoo.com

نقاط دنیا به عنوان گل شاخه بریده پرورش می‌یابد. علیرغم افزایش تولید این گل در کشور، دوام عمر آن به دلیل پژمردگی سریع گلبرگ‌ها و خمیدگی گردن گل بسیار کم می‌باشد. تحقیقات جدیدی در سال‌های اخیر برای افزایش ماندگاری گل‌های شاخه بریده با کمک مواد تنظیم کننده رشد گیاهی و ترکیبات میکروب‌کش انجام و ارتباط این ترکیبات با فعالیت آنزیمی و تولید اتیلن مورد بررسی قرارگرفته است. از جمله این ترکیبات که در این تحقیق نیز مورد استفاده قرارگرفته می‌توان به بنزیل آدنین و نانوذرات نقره اشاره نمود. یون نقره نیز یک بازدارنده بسیار قوی برای فعالیت اتیلن است و فعالیت ضدمیکروبی آن نیز به اثبات رسیده است. بنابراین برای کنترل میکروارگانیسم‌ها در محلول‌های نگهدارنده گل‌های شاخه بریده کاربرد وسیعی دارند، زیرا میکروارگانیسم‌ها برای رشد و نمو گل‌ها مضر بوده و فعالیت آنها موجب انسداد آوندی و همچنین افزایش تولید اتیلن می‌شود (Liu *et al,* 2009). امروزه نقش آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در حذف رادیکال‌های آزاد و افزایش عمر گل‌ها محرز شده و بنابراین در تحقیقات اخیر این آنزیم‌ها اندازه‌گیری و بررسی می‌شوند. مطالعات نشان داد که کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت از قبیل SOD، CAT در ارتباط با مشاهده پیری در گل‌های داوودی می‌باشد (Debasis *et al,* 2007). سیتوکینین‌ها موجب تاخیر پیری از طریق جلوگیری از تخریب پروتئین و کلروفیل می‌گردند به این ترتیب که بنزیل‌آدنین، کمبود آدنین مورد نیاز برای اسید ریبونوکلئیک را فراهم نموده و از این طریق موجب بازسازی مولکول می‌گردد، بنابراین تجزیه پروتئین‌ها را به تاخیر می‌اندازد (Mutui *et al,* 2001). همچنین زردشدگی برگ در گل‌های شاخه بریده آلسترومریا با فروپاشی کلروفیل همراه است که می‌تواند بوسیله تیماردهی با جیبرلین‌ها و سیتوکینین‌ها کاهش یابد. کاربرد سیتوکینین‌ها روی گل‌های شاخه بریده مانند سوسن، میخک و سوسن عیدپاک موجب افزایش عمر پس از برداشت آنها می‌شود. سیتوکنین‌ها با کم کردن حساسیت گیاه به اتیلن از پیری گیاه جلوگیری می‌کند. کاهش حساسیت گیاه به پیری از طریق بلوکه کردن بیوسنتز اتیلن در گیاه صورت می‌گیرد (Hicklenton *et al,* 2009). به همین منظور در این تحقیق اثر بنزیل‌آدنین و نانوذرات نقره بر افزایش کیفیت و دوام عمر گل‌های شاخه بریده ژربرا رقم dun مورد بررسی قرارگرفته است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مجتمع آزمایشگاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات روی تاثیر بنزیل‌آدنین (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر) به همراه ساکارز ۸٪ بصورت تیمار کوتاه مدت (۴۸ ساعت) و نانوذرات نقره ۵ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر به عنوان تیمار مداوم (محلول نگهدارنده) بر دوام عمر پس از برداشت و برخی صفات کیفی گل‌های شاخه بریده ژربرا به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. تعداد پنج شاخه گل بریده ژربرا رقم dun که پس از برش انتهای ساقه دارای ۴۵ سانتیمتر طول بودند به مدت ۴۸ ساعت در ۳ غلظت بنزیل‌آدنین قرارگرفتند. به این ترتیب پنج شاخه گل در ظروف ۵۰۰ میلی‌لیتری که حاوی ۴۰۰ میلی‌لیتر محلول بود،

قرارگرفتند و سپس به دو نوع محلول نگهدارنده نانوذرات نقره ۵ میلی‌گرم در لیتر و آب مقطر انتقال یافتند. آزمایش در اتاقی با میانگین دمایی ۲۰ درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی ۷۰ درصد و مدت روشنایی ۱٤ ساعت با شدت نور ۱۵ ماکرومول بر متر بر ثانیه لامپ فلورسنت انجام شد. اطلاعات توسط نرم‌افزار SPSS18 آنالیز گردید.

عمر ماندگاری گل‌ها: زمانی که گلبرگ‌ها یا ساقه تورژسانس و شادابی خود را بطور کامل از دست دادند و خمیدگی در ساقه گل افزایش یافت، عمر گل پایان یافته در نظر گرفته شد و نتایج ثبت گردید.

وزن تر نسبی: وزن تر گل‌ها در روزهای معین برحسب گرم اندازه‌گیری شد و سپس بر اساس درصد ثبت گردید.

شاخص ثبات غشای سلول: میزان EC_1 و EC_2 توسط EC متر اندازه‌گیری شد و سپس توسط فرمول محاسبه گردید (Singh *et al*, 2008).

شاخص ثبات غشای سلول = $\{1-(EC_1/EC_2)\} \times 100$

آنتوسیانین گلبرگ: آنتوسیانین گلبرگ‌ها استخراج و عصاره بدست آمده توسط اسپکتروفتومتر(Varian, Model: Cary 50 Scan) در دو طول موج ۵۳۰ و ٦۵۷ نانومتر اندازه‌گیری شد و توسط فرمول محاسبه میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها انجام‌شد (Meng, 2004).

آنتوسیانین گلبرگ $= A_{530} - ¼\ A_{657}$

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز:

ابتدا تهیه عصاره آنزیم بر اساس روش Ezhilmathi *et al*., 2007 از یک گرم گلبرگ انجام گرفت و سپس اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز به روش Aebi, 1984 بر اساس کاهش جذب پراکسید هیدروژن در طول موج ۲٤۰ نانومتر و فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز بر اساس روش Hossain و همکاران (۲۰۰٦) در طول موج ٥٦۰ نانومتر اندازه‌گیری و فعالیت ویژه آنزیم‌ها بر اساس Unit آنزیم بر گرم بافت تازه بیان شد.

نتایج

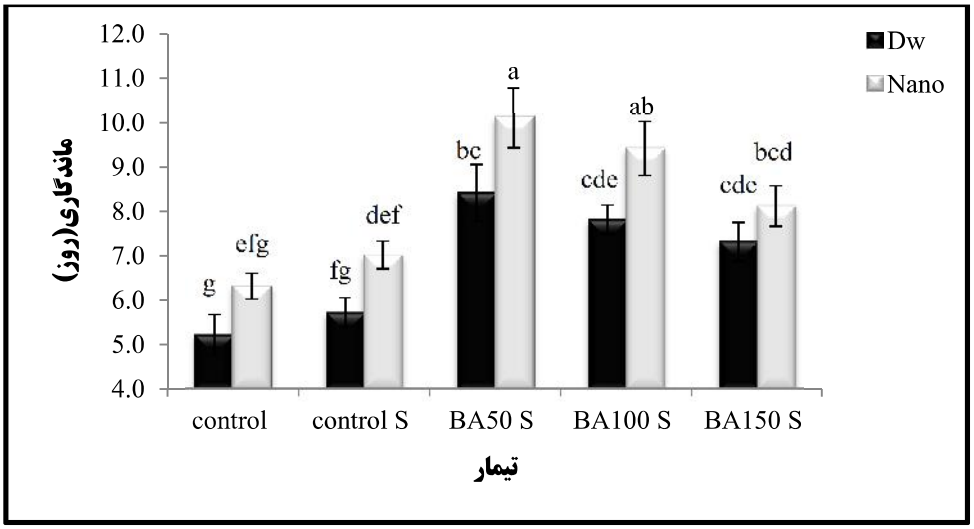
عمر ماندگاری گل‌ها: دوام عمر پس از برداشت شاخه‌های گل برای تمام غلظت‌های بنزیل‌آدنین بکار رفته در محلول‌های حاوی نانوذرات نقره بطور چشمگیری نسبت به گل‌های شاهد افزایش یافت، بطوریکه تمامی تیمارهای بکاررفته در این آزمایش دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در مقایسه با تیمار شاهد در جهت افزایش دوام عمر گل‌ها بودند. کاربرد بنزیل‌آدنین با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر به همراه ساکارز ۸٪ به عنوان تیمار کوتاه مدت به‌همراه محلول نگهدارنده نانوذرات نقره ۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین دوام عمر گل‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد نشان داد(شکل ۱).

وزن تر نسبی: از ابتدای آزمایش تا پایان تعویض محلول کوتاه مدت، وزن تر گل‌ها در تمام تیمارها افزایش و سپس کاهش یافت. البته، میزان این کاهش در تمام غلظت‌های تیماری به طور چشمگیری پایین‌تر از شاهد بود (جدول ۱).

شاخص ثبات غشاء سلول: شاخص ثبات غشاء سلول در تمام محلول‌های تیماری کاهش یافت، ولی میزان کاهش در تمام غلظت‌های تیماری در سطح آماری یک درصد دارای اختلاف معنی‌دار با گل‌های شاهد بودند. کاهش شاخص ثبات غشاء سلول در تیمار شاهد از ابتدای آزمایش مشاهده شد(جدول۱).

آنتوسیانین گلبرگ: میزان آنتوسیانین گلبرگ‌ها در تمام غلظت‌های تیماری کاهش یافت. اما میزان این کاهش در تمام غلظت‌های تیماری به طور چشمگیری پایین‌تر از شاهد بود (جدول ۱).

فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز: میزان فعالیت هر دو آنزیم از همان روزهای ابتدای آزمایش بطور اندکی کاهش نشان داد و میزان این کاهش بطور معنی‌داری از تیمارهای شاهد کمتر بود. همچنین در تمام غلظت‌های تیماری بکاررفته تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ با تیمارهای شاهد مشاهده گردید(جدول ۱).



شکل ۱- تاثیر کاربرد غلظت‌های مختلف بنزیل آدنین بر عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده ژربرا
میانگین‌هایی که حروف یکسان ندارند، از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری دارند.

جدول ۱- اثر تیمارها بر صفات کمی، کیفی و آنزیمی در پس از برداشت گل شاخه بریده ژربرا

تیمار	وزن تر نسبی (درصد)			شاخص ثبات غشای سلول (درصد)			آنتوسیانین گلبرگ (میلی‌گرم در گرم وزن تازه)			آنزیم کاتالاز (Unit آنزیم در گرم وزن تازه)			آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (Unit آنزیم در گرم وزن تازه)		
	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷
آب مقطر (شاهد)	۱۰۰/۹۶^{d}	۵۶/۲۹^{c}	۰	۶۴/۸۸^{b}	۵۱/۳۰^{c}	۰	۰/۶۰۸۵^{c}	۰/۴۸۰۸^{b}	۰	۶۴/۸۸^{b}	۵۱/۳۰^{c}	۰	۴/۷۷^{d}	۱/۷۰^{b}	۰
نانوذرات نقره ۵ میلی گرم در لیتر (شاهد)	۱۰۰/۹۸^{d}	۶۵/۴۲^{b}	۰	۸۱/۳۳^{a}	۵۸/۲۸^{bc}	۰	۰/۶۷۲۸^{c}	۰/۵۲۲۳^{b}	۰	۸۱/۳۳^{a}	۵۸/۲۸^{bc}	۰	۴/۳۳^{cd}	۱/۸۰^{b}	۰

تیمار	وزن تر نسبی (درصد)		شاخص ثبات غشای سلول (درصد)		آنتوسیانین گلبرگ (میلی‌گرم در گرم وزن تازه)		آنزیم کاتالاز (Unit آنزیم در گرم وزن تازه)		آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (Unit آنزیم در گرم وزن تازه)	
	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷	روز۱	روز۴	روز۷
ساکارز ۸٪، آب مقطر	۱۰۱/۵۰^{cd}	۶۱/۸۹^{bc}	۰	۷۷/۱۳^{a}	۵۵/۷۵^{c}	۰	۰/۶۲۹۵^{c}	۰/۴۹۸^{b}	۰	۷۷/۱۳^{a}	۵۵/۷۵^{c}	۰	۴/۹۰^{cd}	۲/۰۳^{b}	۰
ساکارز ۸٪، نانوذرات نقره ۵ میلی گرم در لیتر	۱۰۱/۵۲^{cd}	۶۸/۲۱^{b}	۰	۷۹/۵۹^{a}	۶۴/۳۲^{b}	۰	۰/۷۰۰۵^{bc}	۰/۵۳۱^{b}	۰	۷۹/۵۹^{a}	۶۴/۳۲^{b}	۰	۵/۰۰^{bcd}	۲/۱۰^{b}	۰
بنزیل‌آدنین ppm ۵۰ و ساکارز ۸٪، آب مقطر	۱۰۲/۳۹$^{d-g}$	۸۶/۷۳^{a}	۷۱/۱۹^{ab}	۸۳/۲۹^{a}	۷۷/۵۳^{a}	۶۸/۹۵^{a}	۰/۸۰۱۱^{a}	۰/۷۱۹۹^{a}	۰/۶۳۵۰^{a}	۸۳/۲۹^{a}	۷۷/۵۳^{a}	۶۸/۹۵^{a}	۵/۵۰^{abcde}	۴/۵۳^{a}	۳/۴۳^{a}
بنزیل‌آدنین ppm ۵۰ و ساکارز ۸٪، نانوذرات نقره ۵ ppm	۱۰۵/۵۸^{ab}	۸۹/۴۶^{a}	۷۵/۲۴^{ab}	۸۴/۵۶^{a}	۷۹/۲۵^{a}	۷۱/۰۹^{a}	۰/۸۱۳۲^{a}	۰/۷۶۳۱^{a}	۰/۶۴۷۱^{a}	۸۴/۵۶^{a}	۷۹/۲۵^{a}	۷۱/۰۹^{a}	۵/۸۷^{a}	۴/۹۰^{a}	۳/۹۷^{a}
بنزیل‌آدنین ppm ۱۰۰ و ساکارز ۸٪، آب مقطر	۱۰۱/۶۶^{efg}	۸۸/۰۹^{a}	۷۳/۶۳^{ab}	۸۲/۲۵^{a}	۷۴/۵۳^{a}	۶۷/۰۹^{a}	۰/۷۸۵۳^{ab}	۰/۷۲۰۵^{a}	۰/۵۹۶^{a}	۸۲/۲۵^{a}	۷۴/۵۳^{a}	۶۷/۰۹^{a}	۵/۳۰^{abcde}	۴/۳۳^{a}	۳/۳۰^{a}
بنزیل‌آدنین ppm ۱۰۰ و ساکارز ۸٪، نانوذرات نقره ۵ ppm	۱۰۵/۳۳^{abc}	۸۹/۷۶^{a}	۷۵/۲۷^{ab}	۸۳/۷۰^{a}	۷۶/۲۳^{a}	۷۱/۶۱^{a}	۰/۷۹۳۴^{a}	۰/۷۳۸۲^{a}	۰/۶۴۰۷^{a}	۸۳/۷۰^{a}	۷۶/۲۳^{a}	۷۱/۶۱^{a}	۵/۶۷^{abc}	۴/۷۳^{a}	۳/۶۳^{a}
بنزیل‌آدنین ppm ۱۵۰ و ساکارز ۸٪، آب مقطر	۱۰۱/۳۰^{fg}	۸۶/۶۷^{a}	۷۰/۱۸^{b}	۸۲/۹۷^{a}	۷۵/۴۴^{a}	۶۷/۲۵^{a}	۰/۷۷۴۷^{ab}	۰/۶۸۳۳^{a}	۰/۵۹۹۴^{a}	۸۲/۹۷^{a}	۷۵/۴۴^{a}	۶۷/۲۵^{a}	۵/۲۷^{abcde}	۴/۴۷^{a}	۳/۳۷^{a}
بنزیل‌آدنین ppm ۱۵۰ و ساکارز ۸٪، نانوذرات نقره ۵ ppm	۱۰۱/۶۴^{efg}	۸۷/۶۲^{a}	۷۲/۶۱^{ab}	۸۳/۲۱^{a}	۷۷/۹۶^{a}	۶۸/۶۱^{a}	۰/۷۹۳۳^{a}	۰/۷۲۴۳^{a}	۰/۶۳۷۷^{a}	۸۳/۲۱^{a}	۷۷/۹۶^{a}	۶۸/۶۱^{a}	۵/۵۷^{abcd}	۴/۶۰^{a}	۳/۵۰^{a}

*میانگین‌هایی که حروف یکسان ندارند از نظر آماری در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری دارند.

بحث

عمر پس از برداشت بسیاری از گل‌ها شامل دوره‌ای است که طی آن گل‌ها باز شده و در نهایت پیر می‌شوند. حفظ تعادل آبی مناسب و بهینه یکی از اساسی‌ترین اهداف نگهداری گل‌های شاخه بریده و حمل و نقل آنها می‌باشد (Ezhilmathi, 2001). میزان

جذب آب توسط یک گل شاخه بریده وابسته به هدایت هیدرولیکی آب درون آوندهای ساقه و اختلاف پتانسیل آب بین محلول نگهدارنده و بافت گل شاخه بریده می‌باشد. پتانسیل آب بافت گل شاخه بریده نیز تحت تاثیر فرآیندهایی چون از دست دادن آب در نتیجه تعرق و رشد و طویل شدن سلول‌های گلبرگ طی باز شدن گل می‌باشد(Singh *et al,* 2008). اثرات مثبت تیمار نانوذرات نقره بر ماندگاری به دلیل خاصیت ضدمیکروبی این مواد است که مانع از رشد میکروارگانیسم‌ها در ته ساقه و محلول نگهدارنده می‌شود، که همین امر موجب می‌شود جریان آب درون ساقه به خوبی انجام شود و ماندگاری افزایش یابد (Jiping *et al,* 2008). دلیل دیگر افزایش ماندگاری در تیمار نانوذرات نقره خاصیت ضداتیلن نقره است که به صورت غیرقابل برگشت به گیرنده‌های اتیلن چسبیده و مانع از عمل اتیلن می‌شود. اثرات مثبت نیترات نقره و نانوذرات نقره در افزایش وزن تر نسبی، به دلیل خاصیت ضدمیکروبی نیترات نقره و نانوذرات نقره و ممانعت از رشد و تکثیر میکروارگانیسم در انتهای ساقه و محلول نگهداری بوده که موجب سهولت جذب از طریق ساقه و در نتیجه افزایش وزن تر نسبی حاصل، می‌گردد (Jiping *et al,* 2008). با گذشت زمان میزان جذب کاهش می‌یابد که این امر بر وزن تر گیاه تاثیر می‌گذارد. دلیل عمده این کاهش میزان جذب محلول و به دنبال آن کاهش وزن تر گیاه، افزایش باکتری‌ها و قارچ‌ها در محلول نگهدارنده است. زمانی که شرایط مطلوب برای رشد میکروارگانیسم فراهم گردد به سرعت رشد کرده و در داخل آوند چوبی و در محل برش ساقه تجمع یافته و موجب انسداد آوندی می‌گردد (Damunupola & Joyce, 2008). در این پژوهش با برش مجدد ساقه پیش از تیمار نمودن و استفاده از نانوذرات نقره به عنوان محلول نگهدارنده بلند مدت، میزان رشد میکروبی و بدنبال آن انسداد آوندی بطور معنی‌داری در تیمارهای بنزیل‌آدنین و نانوذرات نقره خصوصاً به ترتیب با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۵ میلی‌گرم در لیتر کنترل گردیده است. به تبع آن نیز وزن تر نسبی، میزان محتوای آبی نسبی و مواد جامد محلول نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری را نشان می‌دهد. کاهش روند سرعت تخریب غشای سلول نسبت به تیمارهای شاهد نیز احتمالاً به دلیل افزایش میزان جذب محلول توسط گل‌های شاخه بریده و افزایش تورژسانس سلول‌های گلبرگ بوده که در نتیجه روند پیری با سرعت کمتری پیش رفته و پیری بدلیل کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب کننده دیواره سلولی به تعویق افتاده است (Bosma & Dole, 2002). رنگ پریدگی یکی از علایم شایع در بسیاری از گل‌های پیر است. کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها دو نوع اصلی از رنگدانه و تشکیل‌دهنده رنگ‌های متنوع گل‌ها هستند که در جریان نمو و پیری اندام‌های گیاه تغییرات اساسی از خود نشان می‌دهد. با وجود آن که در برخی گل‌ها مقدار آنتوسیانین ثابت باقی می‌ماند ولی تغییرات تدریجی مقدر آن در گل‌های پیر اثبات شده است. تغییرات رنگ در گلبرگ‌های پیر تا حدود زیادی وابسته به تغییرات pH در واکوئل است. آنتوسیانین‌ها در pH اسیدی نسبت به pH قلیایی پایداری بیشتری نشان می‌دهند (Petridou *et al,* 2001). در این تحقیق نقش بنزیل آدنین به عنوان ترکیبی از گروه سیتوکنین‌ها بر محتوی آنتوسیانین گلبرگ‌های گل

شاخه بریده ژربرا مطابق با نتایج Mayak & Halevy (۱۹۷۰) در گل رز به دست آمد. کاتالاز آنزیمی است که تقریبا در تمام ارگانیسم‌های زنده یافت می‌شود. این آنزیم تجزیه هیدروژن پراکسید به آب و اکسیژن را کاتالیز می‌کند. کاتالاز یکی از سریع ترین تبدیل کننده‌ها در بین تمامی آنزیم‌ها است. یک آنزیم کاتالاز می‌تواند در هر ثانیه ٤٠ میلیون مولکول پراکسید هیدروژن را به آب و اکسیژن تبدیل کند. سوپراکسید دیسموتاز اولین ماده تولید شده از احیای یک ظرفیتی اکسیژن یعنی رادیکال سوپراکسید را از بین می‌برد. بنابراین به SOD "دفاع اولیه" در مقابل رادیکال‌های آزاد اکسیژن گفته می‌شود (Alscher *et al,* 2002). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز حاوی CU، ZN، Mn یا Fe در مرکز کاتالیکی خود می‌باشند که در مکان‌های مختلف قرارگرفته‌اند. بخش Mn آنزیم در میتوکندری و پراکسی‌زوم مستقر است. بخش Fe آنزیم مکرراً در باکتری‌ها مشاهده شده و در گیاهان عالی در کلروپلاست یافت شده است. آنزیم SOD در کلروپلاست فعالیت می‌کند. در بیشتر گیاهان SOD به صورت Cu/Zn SOD یافت می‌شود و این نوع SOD در کلروپلاست، سیتوسول و احتمالا فضاهای بین سلولی که توسط موادی مانند سیانید و پراکسید هیدروژن از فعالیت بازداشته می‌شوند. آنزیم SOD در کلروپلاست به همراه بخشی از غشاء تیلاکوئید فعالیت عمده‌ای دارد(Singh *et al,* 2008). برگ‌های جوان نسبت به برگ‌های بالغ و برگ‌های پیر فعالیت SOD بالاتری دارند. فعالیت SOD در سلول‌ها در پاسخ به شرایط مختلف محیطی و تنش‌های غیر زیستی مانند نور بالا، شوری و خشکی افزایش پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد که نقش آنزیم SOD جهت از بین بردن سوپراکسید بسیار مهم است، زیرا غشاء فسفولیپیدی نسبت به رادیکال سوپراکسید نفوذناپذیر است (Alscher *et al,* 2002). نتایج حاصل از این پژوهش، خصوصاً تیمارهای بنزیل‌آدنین و نانوذرات نقره به ترتیب با غلظت ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر و ۵ میلی‌گرم بر لیتر که بطور معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز موثر بود، با نتایج Fridovich (۱۹۸٦) مطابقت نشان داد.

منابع

1- Aebi, H. 1984. Catalase in vitro.Meth Enzymol. 121-126.
2- Alscher, R.G., N. Erturk and L.S. Heath. 2002. Role of Superoxide dismutase (SOD) in cotrolling oxidative stress in plant. Journal of experimental Botany. 153:1331-1341.
3- Bosma, T and J.M. Dole. 2002. Post harvest handling of cut *Campanula medium* flowers. Hort Sci. 37:954-958.
4- Damunupola, J. W. and D.C, Joyce. 2008. When is a vase solution biocide not, or not only, antimicrobial? Phytochemistry. 69(1):18-28.
5- Debasis, C., J. Chatterjee and S.K. Datta. 2007. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in *chrysanthemum* florets. Plant growth regul. 53:107-115.
6- Dole, JM and FH. Wilkins. 1999. Floriculture, Principles and Species. Prentice Hall Upper Saddle River New Jersey. 356-360.
7- Ezhilmathi, K. 2001. Physiological and biochemical studies of senescence in *Gladiolus*. Indian Agricultural Research Institue, New Delhi-110012, India.
8- Fridovich, I. 1986. Superoxide dismutases. In A Meister, Ed, Advances in Enzymology. 58:61-97.
9- Hicklenton, P.R. 2009. GA_3 and benzylaminpurin delay leaf yelloweing in cut Alstroemeria stems. Hort Science. 26:1198-1199.

10- Hossain, Z., A.K.A. Mandal., S.K. Datta and A.K. Biswas. 2006. Decline in ascorbate peroxidase activity a prerequisite factor for tepal senescence in gladiolus. Plant physiology. 163:186-194.

11- Jiping, Liu *et al*. 2009. Nano-silver pulse treatments inhibit stem- end bacteria on cut gerbera cv. Ruikou flowers. Postharvest Biol and Technol. 54:59-62.

12- Liu, J *et al*. 2009. Effects of Postharvest Nono-Silver Treatments on Cut Flowers. Acta Hort. 847: 245-250

13- Mayak, S and A.H, Halevy. 1970 Cytokinin activity in rose petals and its relation to senescence. Plant Physiol 46:497-499.

14- Meng, X. and X. Wang. 2004. Relation of flower development and anthocyanin accumulation in *Gerbera hybrida*. J Hort Sci Biotechnol. 79(1):131-137.

15- Mutui,T.M *et al*. 2001.Effect of Accel on the vase life and postharvest quality of Alstromeria aurantiaca cut flowers. Afric J Science Technol. 2:82-88.

16- Petridou, M., C, Voyiatzi and D, Voyiatzis. 2001. Methanol, ethanol and other compounds retard leaf senescence and improve the vase life and quality of cut chrysanthemum flowers. Post harvest Biol and Technol. 23:79-83.

17- Singh, A., J, Kumar and P, Kumar. 2008. Effect of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of *Gladiolus*. J Plant Growth Regul. 55:221-229.