فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه الزهرا(س)
دوره ۳۳ ، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹

تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد برعمر گلجایی، برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گل شاخه بریده رز (*Rosa hybrida* L. cv. Royal Bacara)

مژده فرازمندی[۱]، عباس میرزاخانی*[۲]، نورعلی ساجدی[۳]، مسعود گماریان [۴]، محمد نصری [۵].

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۸/۱۹
تاریخ تصویب: ۱۳۹۹/۷/۲۰

چکیده

گل‌رز از مهمترین گل‌های بریده در جهان است. پژوهشی به منظور بررسی اثرات بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن جهت کاهش فعالیت‌های تسریع کننده فرایند پیری توسط اتیلن و افزایش ماندگاری گل‌رز رقم رویال باکارا در سال ۲۰۱۷در منطقه پاکدشت استان تهران انجام گردید. این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی بود و فاکتورهای مورد بررسی شامل بنزیل‌آدنین در سه سطح صفر(شاهد)، ۷۵ و ۱۵۰ پی‌پی‌ام و ۱- متیل سیکلوپروپن در سه سطح صفر (شاهد)، یک و دو میکرولیتر بر لیتر بودند. روش نگهداری پس از برداشت گل شاخه بریده به صورت تیمار کوتاه مدت (پالسینگ) بود. نتایج نشان داد که اثر متقابل کاربرد بنزیل‌آدنین و ۱-متیل سیکلوپروپن بر محتوای اتیلن، مارکر زیستی مالون دی آلدئید (MDA)، آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD)، مارکر زیستی تخریب دی‌تیروزین، درصد نشت یونی غشاء سلول، میزان پتاسیم وعمر گلدانی گل رز معنی‌دار بود. بیش‌ترین میزان آنتی اکسیدانSOD، عمرگل‌جایی و میزان پتاسیم از تیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین با ۲ میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن حاصل شد و این تیمار، کمترین محتوای مارکرهای زیستی تخریب مالون‌دی‌آلدئید و دی تیروزین، تولید اتیلن و درصد نشت یونی را داشت که بیانگر تاثیر مثبت بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر ماندگاری گل شاخه بریده‌ی رز می باشد. نتایج کلی این تحقیق نشان داد که با کاربرد توام یک یا دو میکرو لیتر در لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر بنزیل‌آدنین می توان ماندگاری گل شاخه بریده‌ی رز را بهبود داد.

واژه های کلیدی: *بنزیل آدنین، رز، سوپر اکسید دیسموتاز، مالون دی‌آلدئید، ماندگاری گل، ۱- متیل سیکلو پروپن*

۱- دانشجوی دکتری علوم باغبانی، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۲- استادیار علوم باغبانی گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زینتی ، بخش زراعی و باغی، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران.
*(نویسنده مسئول: mirz51@yahoo.com)
۳- دانشیار، زراعت و اصلاح نباتات گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۴- استادیار، زراعت و اصلاح نباتات گرایش فیزیولوژی و اصلاح گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران
۵- دانشیار، زراعت و اصلاح نباتات گرایش فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، تهران، ایران.

مقدمه

ایران کشوری چهارفصل و برخوردار از تنوع آب و هوایی و اقلیمی است که استعداد بالقوه‌ی بسیاری برای تولید انواع گیاهان و رونق کشاورزی و باغبانی دارد و بهره‌گیری از این استعداد و مزیت اقتصادی ضروری است. رز یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه بریده صادراتی در جهان است و به‌عنوان گیاه زینتی (بستری، گلدانی و شاخه بریده)، دارویی و غذایی کاربرد دارد (Zhou *et al*., 2009). امروزه، کوتاه بودن طول عمرگل‌های بریده وبرگ‌ها یکی ازمهم‌ترین مشکلات تولید به شمار می‌رود. مورفولوژی و دوام گل گیاهان زینتی، ازموارد مهمی است که برای ارزیابی کیفیت گل‌ها، استفاده می‌شود (Iqbal *et al*., 2012). بنابراین کاربرد روش‌هایی که بتواند عمر گل را افزایش دهد، حائز اهمیت می‌باشد (Janowskaand Jerzy, 2008). ازبین ترکیبات موثر بر عمر پس ازبرداشت گل‌رز، می‌توان به کاربرد تنظیم‌کننده رشد بنزیل‌آدنین و ماده ۱- متیل‌سیکلوپروپن اشاره نمود (Huang *et al*., 2014). به‌نظر می‌رسد ۱- متیل‌سیکلوپروپن از اتصال اتیلن تولیدی در گیاه به گیرنده‌های اختصاصی ممانعت می‌کند و از این راه می‌تواند عمر انباری بسیاری از گل‌های بریدنی و گل‌های گلدانی را افزایش دهد (Sisler*et al*., 2009)، علاوه بر این از بیان برخی ژن‌های تنظیم‌کننده‌ی مراحل رسیدگی مانند $tACS_2$، $tACS_4$ و$tAco$ جلوگیری می‌کند (Batu, 2004). این ترکیب برگ‌های گل‌های شاخه بریده را در وضعیت خوبی نگه داشته و با کاهش درصد افت وزن گل شاخه‌بریده و پیشگیری از آسیب به کلروفیل و کربوهیدرات‌ها، مانع کاهش وزن خشک آنها می‌شود (Serek *et al*., 2014) و افزایش عمر گلجایی[1] را به‌دنبال دارد. محققان (Larrigaudiere *et al*., 2004) گزارش کردند، افزایش فعالیت پراکسیداز و کاتالاز در گیاهان تیمار شده با ۱- متیل‌سیکلوپروپن به‌دلیل کاهش تولید اتیلن و افزایش تجزیه رادیکال آزاد سوپر اکسید و پراکسید هیدروژن و توانایی این ماده در ممانعت از تولید رادیکال‌های آزاد سلولی است (Saemi *et al*., 2017).

بنزیل‌آدنین از طریق افزایش تقسیم سلولی و یا حرکت مواد غذایی به محل تیمار شده، باعث رشد گیاه می‌گردد و با توزیع مواد غذایی، تقسیم سلولی و توسعه سلول، باعث بزرگ و نرمال شدن برگ‌ها می‌شود (Carey *et al*., 2008). کاربرد این ترکیبات بر روی گیاهان، موجب بهبود جذب محلول و حفظ تورژسانس گلبرگ‌ها و کاهش سرعت تنفس، کاهش حساسیت به اتیلن و جلوگیری از تولید اتیلن می‌گردد (Saffari *et al*., 2004). یکی از مهم‌ترین اثرات سیتوکنین‌های مصنوعی و طبیعی تاخیر در پیری و تسریع انتقال موادغذایی و مواد آلی است (Shakri*et al*., 2005). افزایش طول شاخه‌ها و افزایش قطر غنچه گل در گیاهان تیمار شده با بنزیل‌آدنین گزارش شده است (Patil*et al*., 2016). پژوهشگران گزارش نمودند که سرعت تنفس در برگ‌های تیمار شده با بنزیل‌آدنین پایین بوده و این امر موجب کاهش از بین‌رفتن کربوهیدرات‌ها در گل‌های شاخه بریده می‌شود (Ranwala& Miller, 2013). کاهش میزان پروتئین غشاء در طی روند پیری گل‌های میخک باعث افزایش نفوذپذیری غشاء به

[1] vase life

مالون‌دی‌آلدئید می‌گردد (Schauenstein *et al*., 2014). همچنین افزایش معنی‌داری در میزان مالون‌دی‌آلدئید گلبرگ‌های داوودی همزمان با پیری گزارش شده است (Debasis *et al*., 2007& Bartoli *et al*., 2015). سایر تغییرات ضمن پیری گلبرگ ها شامل افزایش نفوذپذیری غشای‌سلولی، نشت محتویات واکوئل (Bieleski & Reid, 2012)، کاهش کربوهیدرات گلبرگ‌ها افزایش فعالیت آنزیم‌های اسید فسفاتاز، ریبونوکلئاز و ATPase، تغییر شکل پروتئین‌ها (Mutu, 2011) و افزایش میزان رادیکال-های آزاد اکسیژن (Van Meeteren *et al*., 2015) است. تیمارهای مختلف سیتوکنین، تولید مالون‌دی‌آلدئید را به‌عنوان یکی از محصولات پراکسیداسیون لیپید، در مقایسه با تیمارهای شاهد به میزان چشمگیری کاهش داد (Rabiza-Swider*et al*., 2004). دلیل این امر می‌تواند تأثیر سیتوکنین بر سامانه‌ی تنفس یاخته‌ای و تاثیردر تنظیم فعالیت‌های جلوگیری از اکسایش و دیگر فعالیت‌های آنزیمی باشد (Nikbakht *et al*.,2008). بنابراین این آزمایش با هدف افزایش عمرگلجایی و بررسی برخی خصوصیات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گل رز رقم باکارا با استفاده از بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن در منطقه پاکدشت استان تهران صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تاثیر بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر برخی خصوصیات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی و ماندگاری گل رز رقم رویال باکارا، آزمایشی در سال ۲۰۱۷ به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی دردانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین (پیشوا) اجرا شد. در این آزمایش فاکتور اول شامل بنزیل‌آدنین در سه سطح صفر (شاهد)، ۷۵ و۱۵۰ پی‌پی‌ام وفاکتور دوم ۱- متیل‌سیکلوپروپن در سه سطح صفر(شاهد)، یک و دو میکرولیتر بر لیتر در سه تکرار بر گل شاخه بریده رز رقم رویال باکارا بود. گل‌های شاخه بریده همسن و هم اندازه از گلخانه تجاری در پاکدشت تهیه شد. این گل‌ها با استفاده از قیچی تیز به‌طول ۸۰ سانتی‌متر بریده و در دسته‌های ۲۵ تایی بسته‌بندی و بلافاصله به محل اجرای آزمایش در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین منتقل شدند. در این آزمایش گل‌ها به صورت نیمه باز و قبل از برگشتن لبه گلبرگ‌ها، از بوته ها برداشت شد و پس از انتقال به آزمایشگاه برای یکسان کردن اندازه شاخه‌ها با استفاده از قیچی باغبانی به طول ۶۰ سانتی‌متر در زیر آب به‌صورت اریب برش‌مجدد[1] داده شد. برگ‌های پایین هر شاخه تا محل قرار گرفتن داخل محلول‌ها حذف شد. روش نگهداری پس از برداشت گل‌های شاخه بریده به‌صورت تیمار کوتاه مدت[2] بود. در این آزمایش برای تهیه غلظت‌های موردنظر ۱- متیل‌سیکلوپروپن از روش Macnish *et al*. (2000) وCameron & Reid (2001) استفاده گردید. ۱- متیل سیکلوپروپن مورد استفاده ساخت آمریکا[3] و بر اساس ادعای شرکت سازنده دارای درجه خلوص ۰/۱۲۷ درصد بود. برای به‌دست آوردن غلظت‌های

[1] -Recutting
[2]- pulsing
[3] - Ethylbloc (Rohm–Haas, Spring House, PA), USA

مورد نظر ۱- متیل سیکلوپروپن، پودر اتیل بلوک، توزین و سپس درون بشرهای کوچک در بسته منتقل‌گردید و با ۱۰میلی‌لیتر آب ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ میلی لیتر محلول ۱٪ (KOH: NaOH) ترکیب شد و به داخل بشرهای کوچک حاوی پودراتیل بلوک در غلظت‌های یادشده اضافه شد، این مراحل در زیر هود آزمایشگاه انجام گردید. حدود۲۰ ثانیه پس از ترکیب مواد فوق گاز ۱- متیل سیکلوپروپن از پودر اتیل‌بلوک متصاعدگردید. نمونه‌ها تحت تاثیر۱- متیل سیکلوپروپن درون یک جار دهان گشاد با ظرفیت ۵ لیتر به‌مدت ۱۲ساعت دردمای۲۲درجه سانتیگراد تیمارشدند. لازم به ذکر هست که دهانه‌ی جارها پس از اعمال تیمار با یک لایه پوشش پلی پروپیلن مسدود شد، پس از این مدت درب ظروب باز و تهویه انجام شد. بنزیل آدنین[1] مورد استفاده از شرکت مرک آلمان بود که پس از تهیه غلظت های مورد نظر، گل‌ها به مدت ۱۲ ساعت در آن قرار گرفتند. تیمار شاهد شامل گل‌هایی بود که بدون هیچ تیماری در داخل آب مقطر قرارگرفتند و گل‌های شاخه بریده برای ارزیابی به اتاق استاندارد پس از برداشت با دمای ۱ ±۲۲درجه‌سانتی‌گراد و شدت نور ۱۵ $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ و رطوبت نسبی ۷۰٪ وطول دوره نوری ۱۶ساعت روشنایی منتقل شدند. لازم به ذکر است که در هر تیمار از تعداد ۹ گل شاخه بریده استفاده گردید. درهمه‌ی تیمارها پایان عمرگلجایی[2] بر اساس پژمردگی بیش از یک سوم گلبرگ‌ها یا خمیدگی گردن گل مشخص گردید (Liao *et al*., 2009).

برای اندازه‌گیری اتیلن، یک شاخه گل در یک ظرف شیشه ای نفوذ ناپذیر دربسته ۳ لیتری در دمای۲۰درجه سانتی گراد قرارگرفت و بعد از ۲ ساعت توسط یک سرنگ مخصوص، یک میلی‌لیتر از گاز درون بطری نمونه‌گیری شد و با استفاده ازدستگاه کروماتوگرافی گازی (GC) میزان اتیلن موجود در آن یادداشت گردید. محتوای مارکر زیستی تخریب مالون‌دی‌آلدئید (پراکسیداسیون لیپید) براساس روش Steven & Joseph (1978) سنجش شد. در این روش عصاره‌ای از ۰/۵ گرم از گلبرگ آسیاب شده براساس روش تیوباربتوریک اسید با مالون دی آلدئید مورد استفاده قرارگرفت. در این روش ۰/۵ گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی حاوی پنج میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک‌اسید ۲۰ درصد حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید آسیاب شده و عصاره به‌دست آمده به‌مدت ۱۵ دقیقه با دور ۶۰۰۰ در دقیقه سانتریفوژ شد. محلول رویی به مدت ۲۵ دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد و پس از کاهش فوری دمای آن با یخ خرد شده، به مدت پنج دقیقه با همان سرعت قبل سانتریفوژ شد. برای حذف اثر ترکیبات اضافی، جذب نمونه‌ها در طول موج ۶۰۰ نانومتر (A_{600}) قرائت شد و از مقدار جذب آن‌ها در طول موج ۵۳۲ نانومتر (A_{532}) کم شد. در نهایت میزان مالون‌دی‌آلدهید از طریق رابطه محاسبه گردید.

$$MDA\ (\mu mol\ g\ FW^{-1}) = [(A_{532} - A_{600}) / 155.5] \times 1000$$

[1] - N6-Benzyladenine
[2] -Vase life

محتوای آنزیم آنتی اکسیدان سوپر اکسید دیسموتاز توسط روش Misra & Fridovich (1972) در آزمایشگاه تعیین شد. ابتدا محلول بافرتریس(حاوی فسفات، دی سدیک، pH = ۷/۲) به همراه ۱/۳میلی مول EDTA و ۰/۱ میلی مول کربنات منو سدیک تهیه شد و سپس از اپی نفرین با غلظت ۰/۲۵ میلی مول به عنوان گهرمایه استفاده شد، و ۰/۵ گرم از گلبرگ آسیاب شده به آن اضافه گردید، تغییرات جذب نوری حاصله از اکسیداسیون اپی نفرین، به عنوان فعالیت آنزیمی ارزیابی شد و از آنزیم استاندارد و خالص برای استاندارد نمودن نتایج استفاده گردید که واحد آن قادر به اکسیداسیون ۰/۵ میلی مول اپی نفرین در یک دقیقه باشد.

اندازه‌گیری نشت یونی براساس روش Poovaiah (1979) انجام شد، نمونه‌های برگی در ابعاد یک سانتی‌متر مربع بریده شدند و برای زدودن آلودگی‌های سطحی، سه بار با آب مقطر شسته شدند. نمونه‌ها پس از شست‌وشو، در داخل لوله‌های شیشه‌ای درپوش‌دار حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر، گذاشته شد و به مدت دو ساعت در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفتند. سپس هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) با استفاده از دستگاه EC متر اندازه‌گیری شد. در مرحله بعد نمونه‌ها در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار گرفتند و پس از سرد شدن در دمای اتاق، هدایت الکتریکی ثانویه (EC_2) اندازه‌گیری شد. در نهایت درصد نشت یونی برگ (EL) برحسب درصد از طریق رابطه زیر محاسبه شد:

$$EL\% = (EC_1 / EC_2) \times 100$$

برای اندازه‌گیری مارکر زیستی تخریب دی تیروزین، ۰/۵گرم از گلبرگ از گیاه استخراج با آب مقطر شستشو داده شد و بلافاصله در بافر فسفات تریس ۰/۱۶ مولار با pH=۷/۵ وارد و خرد و هموژن گردید، آنگاه اجازه داده شد حجم مشابه از همان بافر حاوی دی‌جی‌توتین و آنزیم هضم کننده دیواره، فرآیند هضم غشاء دیواره سلول را انجام دهند. در پایان مقدار ۰/۵ میلی‌لیتر در محلول هموژن برای سنجش توسط روش Steven (1978) برداشته شد همچنین میزان پتاسیم گل شاخه‌بریده با کمک اکسیداسیون مرطوب توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد (Rabiza-Swider *et al*., 2004). برای اندازه گیری صفات فوق از بافت گلبرگ گل‌ها استفاده گردید. برای بررسی روند تغییرات، صفات بیوشیمیایی ۲، ۴، ۶ و ۸ روز پس از اعمال تیمارها اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS version 9.1.3 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

آنزیم سوپراکسیددیسموتاز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر ساده تیمارها در سطح احتمال ۵٪ و اثر متقابل بنزیل‌آدنین و ۱ – متیل سیکلوپروپن در طی روزهای مختلف بر میزان آنزیم سوپراکسیددیسموتاز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد(جدول ۱).

نتایج اثرات متقابل تیمارها نشان داد در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم بیش‌ترین میزان سوپراکسیددیسموتاز در تیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام

جدول ۱: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر محتوای سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی‌آلدئید گلبرگ

		سوپر اکسید دیسموتاز				مالون دی آلدئید			
منبع تغییر	درجه آزادی	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸
BA	۲	۶/۹۵*	۶/۰۷**	۳۵/۳۳**	۴۴/۳۸**	۰/۱۰۷*	۰/۱۸*	۲۴/۹۳۳**	۶/۶۴۱*
1-MCP	۲	۷/۱۰*	۵/۹۸*	۵۹/۰۱**	۳/۲۱*	۰/۰۶۵*	۰/۲۱*	۹/۰۸۲*	۷/۰۱۲*
1-MCP× BA	۴	۴۸/۴۲**	۲۵/۰۱**	۴۲/۵۸**	۲۰/۷۴**	۲۱/۳۸**	۴۹/۲۵**	۵۷/۰۴۲**	۲۹/۳۷**
Error	۲۷	۱/۲۵	۰/۹۹	۱/۴۹	۰/۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۳۹	۱/۱۸۷	۰/۹۸
CV (%)	-	۴/۲۵	۳/۸۹	۵/۱۲	۴/۳۳	۳/۰۲	۴/۱۲	۳/۸۱	۳/۶۴

ns و ** و* به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱و ۵ درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر محتوای سوپراکسید دیسموتاز و مالون دی‌آلدئید گلبرگ

	سوپر اکسید دیسموتاز (Unit.mg protein.min^{-1})				مالون دی آلدئید (µmol gFW^{-1})			
تیمار ها	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸
Control	۰/۸۰۶^{d}	۰/۸۱۲^{d}	۰/۸۴۷^{e}	۰/۷۸۹^{d}	۳/۰۳۷^{a}	۳/۱۱۶^{a}	۳/۰۹۴^{a}	۳/۲۴۶^{a}
µl/L 1-MCP 1	۰/۸۷۳^{c}	۰/۹۴۱^{cd}	۰/۹۷۴^{de}	۰/۹۲۷^{c}	۲/۲۶۹^{ab}	۲/۴۸۴^{b}	۲/۳۲۸^{b}	۲/۶۹۱^{b}
µl/L 1-MCP 2	۰/۸۹۷^{c}	۰/۹۹۴^{c}	۱/۰۱۳^{d}	۰/۹۸۶^{bc}	۲/۱۲۶^{b}	۲/۲۸۱^{bc}	۲/۱۴۹^{bc}	۲/۴۱۷^{b}
75ppm BA	۰/۹۰۳^{c}	۰/۹۵۳^{cd}	۰/۹۶۶^{de}	۰/۹۴۸^{c}	۲/۱۴۹^{b}	۲/۴۰۱^{b}	۲/۳۴۱^{b}	۲/۵۴۸^{b}
1 µl/L 1-MCP×75ppm BA	۰/۹۲۷^{bc}	۱/۱۲۸^{bc}	۱/۲۴۳^{bc}	۱/۰۹۴^{bc}	۲/۰۱۱^{bc}	۲/۱۵۴^{bc}	۲/۰۴۹^{bc}	۲/۱۶۹^{bc}
2 µl/L 1-MCP×75ppm BA	۰/۹۶۳^{ab}	۱/۱۸۶^{b}	۱/۲۸۶^{b}	۱/۱۲۳^{b}	۱/۵۷۸^{c}	۱/۷۰۳^{c}	۱/۶۹۱^{c}	۱/۸۲۹^{c}
150 ppm BA	۰/۹۴۶^{b}	۱/۱۴۷^{bc}	۱/۱۸۸^{c}	۱/۱۳۱^{b}	۱/۹۷۶^{bc}	۲/۰۴۹^{bc}	۱/۹۶۳^{bc}	۲/۲۱۴^{bc}
1 µl/L 1-MCP×150ppm BA	۰/۹۷۱^{ab}	۱/۲۸۴^{ab}	۱/۳۱۷^{ab}	۱/۲۴۳^{ab}	۱/۵۹۳^{c}	۱/۷۱۳^{c}	۱/۵۶۶^{c}	۱/۷۲۴^{c}
2 µl/L 1-MCP×150ppm BA	۰/۹۹۶^{a}	۱/۳۸۶^{a}	۱/۴۲۹^{a}	۱/۳۰۹^{a}	۱/۴۶۶^{c}	۱/۵۴۱^{c}	۱/۴۲۲^{c}	۱/۶۰۳^{c}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

بنزیل‌آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن به‌ترتیب با متوسط ۱/۳۰۹ و ۱/۴۲۹، ۱/۳۸۶، ۰/۹۹۶ واحد بر میلی گرم پروتئین در دقیقه است که از نظر آماری با تیمار اثر متقابل ۱۵۰ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین و یک میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان آنزیم سوپراکسیددیسموتاز را تیمار شاهد با میانگین ۰/۷۸۹ و ۰/۸۴۷، ۰/۸۱۲، ۰/۸۰۶واحد بر میلی گرم پروتئین در دقیقه به‌خود تخصیص داد(جدول ۲). گزارش شده است که سیتوکنین با جلوگیری از فعالیت ریبونوکلئاز، تخریب پروتئین‌ها و مرگ سلولی را بـه‌تاخـیر می‌اندازد (Perveen *et al.*, 2011). مطالعات نشان داد که کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز مرتبط با شروع پیری در گل رز می‌باشد (Debasis *et al.*, 2007). پژوهشگران عبدوسی و دانایی (2015) تاثیر بنزیل‌آدنین ۱۵۰و۱۰۰و۵۰ میلی‌گرم بر لیتر به همراه ساکارز ۸٪ و همچنین نانوذرات نقره ۵ پی‌پی‌ام و آب مقطر را بر گل شاخه بریده ژربرا را بررسی نمودند و گزارش کردند که فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و

سوپراکسیددیسموتاز در تیمارها نسبت به شاهد (عدم مصرف) با سرعت کمتری کاهش‌یافت و عمر پس از برداشت ژربرا نیز نسبت به تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. محققین دیگر(Karimi, 2014) گزارش نمودندکه افزایش معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و پراکسیداز در گل‌های ژربرا تیمار شده با ۱- متیل سیکلوپروپن مشاهده شد. محققین .Larrigaudiere *et al* (2008) گزارش کردند، افزایش فعالیت پراکسیداز و کاتالاز در گیاهان تیمارشده با ۱- متیل‌سیکلو-پروپن ممکن است به دلیل کاهش تولید اتیلن و افزایش تجزیه رادیکال سوپراکسید و پراکسیدهیدروژن باشد. تحقیقات نشان داد کاربرد ۱۵۰ میلی‌گرم بر لیتر بنزیل آدنین بر گل رز به‌طور معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپر اکسیددیسموتاز موثر است (Ezhilmathi,2008)، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

مارکر زیستی تخریب مالون‌دی‌آلدئید

با توجه به نتایج تجزیه واریانس، تاثیر تیمارهای بنزیل‌آدنین و ۱– متیل سیکلوپروپن در طی روزهای مختلف بر میزان مالون‌دی‌آلدئید در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار شد (جدول۱). نتایج نشان داد در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم بیش‌ترین میزان بیومارکر تخریب مالون‌دی‌آلدئید در تیمار شاهد بود که با تیمار یک میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. کم‌ترین میزان بیومارکر تخریب مالون‌دی‌آلدئید را تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن با میانگین۱/۴۶۶، ۱/۱،۴۲۲/۵۴۱، ۱/۶۰۳ میکرو مول بر میلی گرم پروتئین در دقیقه به خود اختصاص داد (جدول ۲). میزان بیومارکر تخریب مالون‌دی‌آلدئید در روز ششم کاهش جزئی داشت شاید به‌دلیل تاثیر مثبت بنزیل‌آدنین و افزایش آنتی اکسیدان سوپراکسیددیسموتاز باشد؛ که نشانگر تاثیر بنزیل‌آدنین و ۱- متیل‌سیکلوپروپن در جلوگیری از روند پیری و افزایش میزان ماندگاری گل رز است، هر چند کاربرد بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن از روند پیری گلبرگ تا حدود زیادی کاست اما میزان بیومارکر تخریب مالون‌دی‌آلدئید در روز هشتم نسبت به روز چهارم، ۴ درصد افزایش داشت (جدول ۲) به نظر می رسد دلیل این موضوع کاهش جذب آب می‌باشد که با کاهش عمر گلجایی مـرتبط است. پیری سلول یک فرآیند اکسیداتیو است و در آن گونه‌های فعال اکسیژن و سیستم آنتی‌اکسیدانی دخالت دارد (Dhindsa *et al*., 2011). تحقیقات نشان داد که تنش اکسیداتیو حاصل از پیری باعث افزایش۱- متیل سیکلوپروپن در برگ‌های سوسن رقم استارگازر شد (Ranwala & Miller, 2013). نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش غلظت بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن در روز هشتم نسبت به تیمار شاهد، اثرات منفی بیومارکرتخریب مالون دی‌آلدئید ۵۱ درصد کاهش داشت. گزارش شده است که تیمارهای مختلف سیتوکنین، تولید مالون‌دی‌آلدئید را در مقایسه با تیمارشاهد به میزان چشمگیری کاهش داد؛ دلیل این امر می‌تواند تاثیر بنزیل‌آدنین بر سامانه‌ی تنفس یاخته‌ای، در تنظیم فعالیت‌های جلوگیری از اکسایش و دیگر فعالیت‌های آنزیمی باشد (Nikbakht *et al*., 2008).

مارکر زیستی تخریب دی تیروزین

میزان مارکر زیستی تخریب دی‌تیروزین تحت تاثیر تیمارهای مختلف بنزیل‌آدنین و ۱– متیل سیکلوپروپن در طی روزهای مختلف قرارگرفت، اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول۳). نتایج اثرمتقابل تیمارها نشان داد در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم بیش‌ترین میزان دی تیروزین در تیمار عدم مصرف بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن (شاهد) با متوسط ۱/۹۸۶، ۲/۰۲۱، ۱/۹۸۳، ۲/۰۶۸ میکرو مول بر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه مشاهده شد. کم‌ترین میزان دی تیروزین را تیمار۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین + دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن با میانگین۱/۰۶۴، ۱/۲۱۲، ۱/۲۰۴، ۱/۲۱۷ میکرو مول بر میلی گرم پروتئین در دقیقه به‌خود اختصاص داد (جدول ۴). تجمع رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول‌ها می‌توانند به‌طور مستقیم به غشای چربی‌ها، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک صدمه بزنند و با غیرفعال نمودن فعالیت آنزیم‌های متابولیکی منجر به مرگ سلولی شوند (Alscher *et al*., 2006). با شدت گرفتن پیری در گل، رادیکال‌های آزاد افزایش می یابند و اکسیدکننده‌ها به پروتئین‌ها حمله می‌کنند و باعث تغییرات جزئی در مکان‌های مخصوص اسیدهای آمینه می‌شوند؛ مثلاً تریپتوفان به‌سهولت اتصال می‌یابد تا فرآورده‌های دی‌تیروزین را تشکیل دهد (Davies, 2007). تخریب پروتئین و تخریب کلروفیل برگ‌های جدا شده گشنیز در اثر تیمار با ۱ - متیل سیکلوپروپن به تاخیر افتاد (Jiang*et al*., 2012). نتایج تیمارهای برهمکنش بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن نشان داد تاثیر برهمکنش حداکثر غلظت مصرفی توانست با تغییر باندهای گیرنده اتیلن (Sisler *et al*., 2009)، به‌صورت رقابتی جلوی اثر اتیلن را بگیرد، میزان رادیکال‌های آزاد را تحت الشعاع قراردهد و به‌طور قابل توجهی از میزان دی‌تیروزین بکاهد؛ نتایج نشان داد که میزان دی‌تیروزین در روز هشتم کاهش ۱۴ درصدی در تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن نسبت به تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با عدم مصرف ۱- متیل سیکلوپروپن داشت (جدول۴). بنزیل‌آدنین، کمبود آدنین مورد نیاز برای اسید ریبونوکلوئیک را فراهم می‌نماید و از این طریق موجب بازسازی مولکول می‌گردد، در نتیجه تجزیه پروتئین‌ها را به تاخیر می‌اندازد (Mutu, 2011).

جدول ۳: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیرتیمارهای بنزیل آدنین و ۱– متیل سیکلوپروپن بر محتوای دی‌تیروزین و اتیلن

		دی تیروزین				اتیلن			
منبع تغییر	درجه آزادی	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸
BA	۲	۰/۰۰۸*	۰/۰۰۵ns	۰/۰۶۱*	۰/۱۰۲*	۰/۰۰۴۱*	۰/۷۴۲*	۰/۰۵۱*	۰/۲۸۱*
1-MCP	۲	۰/۳۰۰ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۴۹*	۰/۰۹۶*	۰/۰۰۳۷*	۰/۸۲۹*	۰/۰۴۵*	۰/۳۱۵*
1-MCP× BA	۴	۱/۱۴۹**	۲۱/۳۷**	۰/۰۵۶*	۲۴/۰۱۶**	۲/۲۱۵**	۱۲۵/۴۱۲**	۰/۰۴۸*	۰/۲۸۷*
Error	۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۶	۰/۰۰۰۵	۰/۱۲	۰/۰۰۷	۰/۰۴۱
CV (%)	–	۲/۳۲	۲/۹۵	۳/۷۴	۳/۲۸	۶/۰۴	۵/۸۶	۷/۴۱	۶/۹۴

ns و ** و* به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱و ۵ درصد

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر محتوای دی تیروزین و اتیلن

	دی تیروزین (µmol/mg protein.min)				اتیلن (nl/gfw.h)			
تیمار ها	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸
Control	۱/۹۸۶^{a}	۲/۰۲۱^{a}	۱/۹۸۳^{a}	۲/۰۶۸^{a}	۲/۴۳۱^{a}	۲/۶۲۸^{a}	۲/۷۸۵^{a}	۲/۹۶۳^{a}
µl/L 1-MCP 1	۱/۵۸۴^{ab}	۱/۶۹۳^{b}	۱/۷۸۴^{a}	۱/۷۴۹^{b}	۲/۲۸۴^{b}	۲/۴۸۱^{b}	۲/۶۰۴^{a}	۲/۷۴۱^{a}
µl/L 1-MCP 2	۱/۳۸۱^{bc}	۱/۵۶۳^{b}	۱/۵۰۹^{b}	۱/۵۹۷^{bc}	۲/۱۹۷^{bc}	۲/۳۷۲^{bc}	۲/۵۳۲^{ab}	۲/۶۱۱^{ab}
75ppm BA	۱/۵۰۶^{ab}	۱/۷۲۴^{ab}	۱/۷۹۴^{a}	۱/۸۸۶^{b}	۲/۲۵۳^{bc}	۲/۴۸۶^{b}	۲/۵۸۴^{ab}	۲/۶۵۸^{ab}
1µl/L1-MCP×75ppm BA	۱/۴۱۷^{abc}	۱/۵۲۴^{b}	۱/۴۵۲^{b}	۱/۵۶۴^{bc}	۲/۲۱۸^{bc}	۲/۰۴۱^{cd}	۲/۱۹۲^{bc}	۲/۳۹۴^{bc}
2µl/L1-MCP×75ppm BA	۱/۲۲۸^{bc}	۱/۳۱۸^{bc}	۱/۳۰۶^{bc}	۱/۳۳۹^{c}	۲/۱۴۵^{c}	۱/۹۲۸^{de}	۲/۰۱۱^{c}	۲/۱۸۶^{c}
150 ppm BA	۱/۳۴۱^{bc}	۱/۳۹۸^{bc}	۱/۳۶۹^{bc}	۱/۴۱۳^{bc}	۲/۱۶۳^{c}	۲/۱۸۶^{c}	۲/۳۰۴^{abc}	۲/۴۳۸^{b}
1µl/L1-MCP×150ppm BA	۱/۱۰۷^{c}	۱/۲۹۱^{bc}	۱/۲۶۵^{c}	۱/۳۰۴^{c}	۱/۷۴۱^{d}	۱/۸۱۹^{cde}	۲/۰۵۴^{bc}	۲/۲۴۱^{bc}
2µl/L1-MCP×150ppm BA	۱/۰۶۴^{c}	۱/۲۱۲ ^{c}	۱/۲۰۴ ^{c}	۱/۲۱۷^{c}	۱/۶۰۲ ^{d}	۱/۸۷۱ ^{e}	۱/۹۸۷ ^{c}	۲/۰۲۱^{c}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

اتیلن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد میزان اتیلن تحت تاثیر تیمارهای بنزیل آدنین و ۱– متیل سیکلوپروپن در طی روزهای مختلف قرارگرفت، اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج اثر متقابل نشان داد در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم بیش‌ترین میزان اتیلن از تیمار(شاهد) مشاهده شد. کم‌ترین میزان اتیلن را تیمار۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن با میانگین ۱/۶۰۲، ۱/۸۷۱، ۱/۹۸۷، ۲/۰۲۱ (نانولیتر/گرم وزن تازه درساعت) به‌خود تخصیص داد که با تیمار ۷۵پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل‌سیکلوپروپن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). هرچند کاربرد بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن از روند پیری گلبرگ تا حدود زیادی کاست، اما میزان اتیلن در روز هشتم افزایش قابل توجهی داشت که آغاز روند پیری سلول بود. تاثیر سیتوکنین‌ها در به تعویق انداختن پیری، به‌علت ایجاد تغییر در مسیر سیگنال‌دهی اتیلن است (Chang *et al*., 2005). در طی فرآیند پیری، اتیلن باعث سرعت بخشیدن فرآیند تجزیه‌ی سیتوکنین می‌شود (Taverner *et al*., 1999). اثر مثبت تیمار۱- متیل سیکلوپروپن در افزایش کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریده لاله با ممانعت از اثر اتیلن مشخص گردید (Chutichudet *et al*., 2010). در این تحقیق تیمار عدم مصرف مواد ضد پیری، بیش‌ترین میزان اتیلن را تولیدکرد، ولی با مصرف دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، میزان اتیلن حدود ۱۲ درصد کاهش یافت که در تیمار ۷۵ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، کاهش ۲۶ درصدی داشت، که ممکن است علت آن ساخت دوباره گیرنده‌های اتیلن می‌باشد (Song *et al*.,

2014). در این پژوهش برهمکنش بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن میزان اتیلن تولیدی توسط گلبرگ‌ها را نسبت به تیمار شاهد کاهش داد که با گزارش چانگ و همکاران (Cheng *et al*., 2012) مطابقت دارد.

درصد نشت یونی در گلبرگ

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد درصد نشت یونی در گلبرگ تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل بنزیل آدنین و ۱– متیل سیکلوپروپن در طی روزهای مختلف قرارگرفت، اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج اثرات متقابل نشان داد در روز دوم، چهارم، ششم و هشتم بیش‌ترین میزان نشت یونی در گلبرگ در تیمار عدم مصرف بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن (شاهد) به‌ترتیب با متوسط ۴۸/۲۱ ، ۶۷/۳۶ ، ۶۹/۷۳ و ۸۰/۶۲ درصد مشاهده شد. کم‌ترین میزان نشت یونی در گلبرگ را تیمار۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن در روزهای مختلف با میانگین۲۵/۴۳، ۵۰/۲۹، ۵۳/۹۸ و ۵۹/۴۶ درصد به خود اختصاص دادند (جدول ۶). سیتوکینین‌ها با تأخیر در از دست‌دهی آب گلبرگ‌ها و نشت یونی باعث شدند تا وزن تر گل‌های شاخه بریدنی در طول دورهٔ پس از برداشت، دیرتر کاهش یابد (Hutchinson *et al*., 2010). نتایج این تحقیق نشان داد افزایش نفوذپذیری غشا در طی روند پیری نیز سبب افزایش نشت یونی و از دست‌دهی آب توسط گلبرگ‌ها شد؛ بنابراین کاهش از دست‌دهی آب گل‌برگ‌ها توسط تیمارهای مختلف نقش مهمی در تأخیر پیری دارد (Van Meeteren*et al*., 2015). در واقع تأثیر مثبت بنزیل‌آدنین با بهبود مواد جامد محلول و محتوای آبی ساقه (دانایی و عبدوسی، ۲۰۱۵) با افزایش کارآیی دیواره سلولی و جلوگیری از روند از دست دادن آب توانست میزان نشت یونی را به‌میزان قابل توجهی کاهش دهد. نتایج جدول برهمکنش بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن نشان داد که کاهش ۱۸ درصدی با مصرف دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن صورت گرفت و این میزان در تیمار۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن به ۲۶ درصد رسید که نشان دهنده‌ی اثر قابل توجه بنزیل‌آدنین در جلوگیری از تخریب پروتئین دیواره سلولی بود. صائمی و همکاران(۲۰۱۷) اظهار داشتند کاهش نشت یونی می‌تواند به پتانسیل و ظرفیت بنزیل‌آدنین در ارتباط با کنترل رادیکال‌های آزاد و کاهش تخریب اکسیداسیونی غشای سلولی مرتبط باشد.

جدول ۵: تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تاثیر بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بردرصد نشت یونی، میزان پتاسیم و عمر گلجایی گل رز

نشت یونی (درصد)				محتوای پتاسیم	عمر گلجایی	
منبع تغییر	درجه آزادی	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸	
BA	۲	۳۸۵۶/۲*	۶۵۲۸۳/۳*	۴۹۰۰۲/۶*	۹۲۸۵۱/۵*	۶/۸۹*	۳۱۲۶۸/۴۷**
1-MCP	۲	۱۳۰۰۴/۶*	۶۹۸۰۱/۲*	۴۲۸۰۱/۲*	۲۲۸۰۶/۲ns	۸/۵۲*	۵۰۰۱۲/۸۱**
1-MCP× BA	۴	۱۴۸۹۲/۴*	۷۱۰۲۵/۶*	۲۲۲۴۵۱/۷**	۷۴۴۰۲/۳*	۱۱۳/۴۲**	۲۳۳۴۵/۲۴**
Error	۲۷	۲۵۰۱/۹	۹۹۸۴/۷	۵۹۴۱/۶	۱۵۰۴۹/۲	۱/۲۵	۲۲۹/۴۲
CV (%)	-	۵/۵۳	۵/۶۹	۶/۱۸	۶/۸۴	۷/۶	۸/۹

ns و ** و* به‌ترتیب به معنی عدم معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۱و ۵ درصد

جدول ۶: مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر دی تیروزین و اتیلن

	نشت یونی (درصد)				میزان پتاسیم (درصد)	عمر گلجایی (روز)
تیمار ها	روز۲	روز۴	روز۶	روز۸		
Control	۴۸/۲۱^{a}	۶۷/۳۶^{a}	۶۹/۷۲^{a}	۸۰/۶۳^{a}	۱/۰۶^{d}	۸/۰۴^{f}
µl/L 1-MCP 1	۳۷/۹۳^{bc}	۶۱/۳۷^{b}	۶۴/۴۳^{b}	۷۱/۴۴^{b}	۱/۱۷^{cd}	۸/۸۲^{e}
µl/L 1-MCP 2	۳۳/۷۸^{c}	۵۸/۰۷^{bc}	۵۹/۴۹^{bc}	۶۵/۹۱^{bc}	۱/۲۲^{c}	۹/۶۷^{de}
75ppm BA	۴۰/۹۴^{b}	۶۰/۴۱^{b}	۶۱/۲۶^{bc}	۶۸/۳۲^{ab}	۱/۱۸^{cd}	۹/۷۳^{d}
1 µl/L 1-MCP×75ppm BA	۳۵/۲۷^{bc}	۵۷/۷۲^{bc}	۵۸/۳۲^{c}	۶۴/۲۸^{bc}	۱/۲۷^{c}	۱۰/۱۷^{cd}
2 µl/L 1-MCP×75ppm BA	۳۰/۳۱^{cd}	۵۴/۱۸^{c}	۵۶/۲۱^{cd}	۶۱/۹۳^{c}	۱/۳۴^{bc}	۱۰/۳۶^{c}
150 ppm BA	۳۱/۶۸^{cd}	۵۷/۲۹^{bc}	۵۸/۲۹^{c}	۶۳/۱۱^{b}	۱/۲۱^{c}	۱۱/۰۸^{bc}
1 µl/L 1-MCP×150ppm BA	۲۸/۶۲^{cde}	۵۳/۴۳^{c}	۵۵/۴۷^{cd}	۶۰/۳۲^{bc}	۱/۴۲^{b}	۱۱/۵۳^{b}
2 µl/L 1-MCP×150ppm BA	۲۵/۴۳^{e}	۵۰/۲۹^{c}	۵۳/۹۸^{d}	۵۹/۴۶^{c}	۱/۶۹^{a}	۱۲/۸۱^{a}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) نمی‌باشند

محتوای پتاسیم گل شاخه‌بریده

بر اساس نتایج تجزیه‌ی واریانس اثرات تیمارهای بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن صفت درصد پتاسیم گل شاخه بریده رز تاثیر معنی‌داری داشت و اختلافات به‌وجود آمده از نظر آماری در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج برهمکنش تیمارها بر میزان پتاسیم گل شاخه بریده نشان داد، بیش‌ترین و کمترین میزان پتاسیم به‌ترتیب از تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن با میانگین ۱/۶۹ درصد و تیمار عدم مصرف بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن (شاهد) با متوسط ۱/۰۶ درصد حاصل شد (جدول ۶). برهمکنش تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین همراه با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، موجب افزایش ۳۷ درصدی پتاسیم نسبت به تیمار عدم مصرف بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن (شاهد) شد. نتایج حاکی از تفاوت ۲۸ درصدی بین تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن و تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با عدم مصرف۱- متیل سیکلوپروپن است و عدم مصرف بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن نسبت به تیمار عدم مصرف بنزیل‌آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، کاهش ۱۳/۱ درصدی داشت، که اهمیت ۱- متیل سیکلوپروپن در افزایش پتاسیم را نشان می‌دهد(جدول ۶). این امر موجب افزایش پایداری غشای سلولی، فعال نگاه داشتن شدن پمپ پتاسیم و جلوگیری از تخریب دیواره سلولی وممانعت از آغاز روند پیری می‌شود (Nasri & Khalatbari,2016). محققان با کاربرد همزمان بنزیل‌آدنین ونیتروژن بر گیاه تنباکو، نتیجه گرفتند جذب پتاسیم وسرعت انتقال موادغذایی در آوند چوبی افزایش پیدا کرد (Zhou *et al*., 2009) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

عمرگلجایی

نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن و اثرات متقابل آنها بر صفت عمرگلجایی از نظر آماری در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۵). نتایج اثر متقابل کاربرد بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر عمرگلجایی نشان داد بیش‌ترین و کمترین میزان عمرگلجایی به‌ترتیب از تیمار ۱۵۰پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، با میانگین ۱۲/۸۱ روز و تیمار عدم مصرف بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن (شاهد) با متوسط ۸/۰۴ روز حاصل است (جدول ۶). نتایج این تحقیق نشان داد اثرات بنزیل‌آدنین تاثیر بیش‌تری نسبت به کاربرد ۱- متیل سیکلو پروپن بر عمرگلجایی داشت. تیمار کاربرد ۱۵۰ و ۷۵ پی‌پی‌ام بنزیل‌آدنین در شرایط عدم مصرف ۱- متیل سیکلوپروپن دارای عمرگلجایی بیش‌تری نسبت به عدم مصرف بنزیل‌آدنین (صفر) و مصرف دو و یک میکرولیتر در لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن بود؛ به‌نظر می‌رسد کاربرد بنزیل‌آدنین سبب کاهش اتیلن و افزایش عمرگلجایی شد. بهترین نتیجه از مصرف توام بنزیل‌آدنین و ۱- متیل‌سیکلوپروپن با بالاترین غلظت به‌دست آمد، به نظر می رسد که هر دو این مواد ضد پیری با روش بازدارندگی رقابتی، کار اتیلن را مختل می‌کنند و باعث افزایش گلجایی می‌شوند. علت ماندگاری گل‌های شاخه بریده، می‌تواند به علت افزایش سطح کربوهیدرات باشد (Argueso *et al*., 2009). تیمار گل‌های زنبق با مواد بازدارنده سنتز پروتئین مانند سیکلوهگزامید باعث جلوگیری از وقوع پیری گردید (Sultan & Farooq, 2004).۱- متیل سیکلوپروپن، برگ‌های گیاهان (گل‌های بریدنی) را در وضعیت خوبی نگه داشت و با افت درصد کاهش وزن آنها و پیشگیری از آسیب به کلروفیل و کربوهیدرات‌ها (Lay-Yee *et al*., 2003)، مانع کاهش وزن خشک آنها (Serek*et al*., 2014) و افزایش عمر گل‌جایی شد. مشخص گردید ۱ - متیل سیکلوپروپن به روش بازدارندگی رقابتی از فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کند؛ به‌بیانی دیگر، به‌طور غیرقابل برگشت به گیرنده‌های اتیلنی می‌چسبد و از این راه می‌تواند عمر انباری بسیاری از گل‌های بریدنی و گل‌های گلدانی را افزایش دهد (Sisler*et al*., 2009) که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. در گل رز کاهش جذب آب با کاهش عمر گلجایی آن مرتبط است(Paull & Goo, 2005) گل‌های تیمار شده بـا ۱- متیل سیکلو پروپن، جذب آب بیش‌تری نسبت به شاهد داشت که در این تحقیق مشهود است.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد کمترین میزان آنزیم سوپراکسیددیسموتاز از تیمار عدم مصرف بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن(شاهد) به‌دست آمد که البته روند آن از روز دوم تا روز هشتم کاهشی بود و تیمار ۱۵۰ پی‌پی‌ام بنزیل آدنین توام با دو میکرولیتر بر لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن، بیش‌ترین میزان را به‌خود تخصیص داد و روند افزایشی از روز دوم نسبت به روز هشتم داشت که نشانگر اثرات مثبت بنزیل آدنین و ۱- متیل سیکلوپروپن بر جلوگیری از پیری گل رز بود. بررسی میزان بیومارکر تخریب مالون‌دی‌آلدئید و دی تیروزین نشان داد بیش‌ترین مقدار از تیمار عدم مصرف بنزیل آدنین و ۱- متیل‌سیکلوپروپن(شاهد)

به‌دست آمد و با گذشت تعداد روز شاخه گل بریده، افزایش داشت ولی با مصرف بنزیل‌آدنین و ۱- متیل سیکلو پروپن از میزان بیومارکرهای تخریب کاسته شد که علت آن را می‌توان نقش آنها در جلوگیری از پیری دانست؛ نتایج نشان داد نشت یونی، با کاربرد بنزیل‌آدنین و ۱-متیل سیکلوپروپن کاهش یافت. نتایج کلی این تحقیق بیانگر بهبود ماندگاری گل شاخه بریده رز با استفاده از کاربرد توام یک یا دو میکرو لیتر در لیتر ۱- متیل سیکلوپروپن و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر بنزیل آدنین می‌باشدکه توانست عمر گلجایی گل رز را به میزان ۴/۷۷ روز نسبت به تیمار شاهد افزایش دهد.

منابع

Alscher, R.G., Erturk, N. and Heath L.S. (2006). Role of SOD in cot rolling Oxidative stress in Plant. Journal of experimental Botany, 186, 162- 166.

Amling, J.W., Keever, G. J., Kessler, J. R. J. and Eakes, D. J. (2015). Benzyl adenine (BA) promotes remit formation in Hemerocallis itrina. Journal of Environmental Horticulture, 25(1), 9-12.

Argueso C.T., Ferreira F. J., and Kieber J. J. 2009. Environmental perception avenues: the interaction of cytokinin and environmental response pathways. Plant Cell Environmental, 32, 1147-1160.

Bartoli, C.G., Simontacchi, M., Guiamet, J., Montaldi, E. and Puntarulo, S. (2015). Antioxidant enzymes and lipid peroxidation during aging of Chrysanthemum morifolium petals. Plant Science, 214, 101 - 108.

Batu, A. (2004). Determination of acceptable firmness and color values of tomatoes. Journal of food Engineering, 61(3), 471-475.

Bieleski, R.L. and Reid, M.S. (2012). Physiological changes accompanying senescence in the ephemeral daylily flower. Plant Physiology, 176, 1042-1049.

Cameron, A.C. and Reid, M.S. (2001). 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of Pelargonium peltatum but the effect is transient. Postharvest Biology and Technology, 22,169-177.

Carey, D.J. Whipker, B.E., Mc Call, I. and Buhler, W. (2008). Benzyladenine foliar sprays increase offsets in Sempervivum and Echeveria. Journal of Horticultural Science, 53, 19-21.

Chang, H., Jones, M.L., Banowetz, G.M. and Clark, D. G. (2005). Over production of cytokinins in petunia flowers transformed with PSAG12-IPT delays corolla senescence and decreases sensitivity to ethylene. Plant Physiology, 132, 2174-218.

Cheng, Y., Dong, Y., Ge, W., Shen, Ch., Yan, H., Gune, J. and Liu, L. Y. (2012). Effects Of 1-MCP On chlorophyll degradation pathway-associated genes expression and chloroplast ultrastructure during the peel yellowing of chinese pear fruits in storage. Food Chemistry, 135(2), 415-422.

Chutichudet, P., Chutichudet, B. and Boontiang, K. (2010). Effect of 1-MCP fumigation on vase life and other postharvest qualities of siam tulip (Curcuma aeruginosaRoxb.) cv. laddawan. International Journal of Agricultural Research, 5(1), 1-10.

Cook, D., Rasche, M. and Eisinger, W. (2005). Regulation of ethylene biosynthesis and action in cut carnation flower senescence by cytokine's. Journal American Society Horticulture Science, 14(2),109-114.

Danayi, A., Mostofi, Y., Moradi, P. and AziziNezhad, R. (2012). Effect of benzyl adenine, ethanol and sucrose on vase life and quality characteristics of gerbera (Good timing) cut flower. Iranian Journal of Plant and Ecosystem, 25: 59-67. (InFarsi).

Danayi, A. and Abdousi, V. (2015). Effect of benzyl adenine and silver nano particles in post-harvest phase on enzyme activity and durability of gerbera life of Dun cultivar. 9th Iranian Horticultural Science Congress. (inFarsi).

Davies, K. J. A. (2007). Protein damage and degradation by oxygen radicals. Journal of Biological chemistry, 262, 9895-9901.

Debasis, C., Chatterjee, J. and Datta, S.K. (2007). Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in chrysanthemum florets. Plant Growth Regulation, 53: 107 - 115.

Dhindsa, R.S., Plumb-Dhinds, D. and Thorpe, T. A. (2011). Leaf senescence correlated with increased levels of membrane permeability and lipid per oxidation and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany, 62, 2745-2749.

Ezhilmathi, K. (2008). Physiological and biochemical studies of senescence in Rosa Spp. Indian Agricaltural Research Institiue, New Delhi-L. 100BL-India.

Huang, K. L., Liao L. J., Shen R. S., Chen W.S. and Lin, Y. H. (2014). The -synergetic effect of Maleic Hydrazide (1.2-dihydro-3,6-pyridazinedione) and Sucrose on vase life of cut roses. Australian Journal of Experimental Agriculture.42, 637-641.

Hutchinson, M. J., Chebet, D. K. and Emongor, V.E. (2010). Effect of accel, sucrose and silver thiosulphate on substrate utilization in cut tuberose (Polianthes tuberosa L.) flowers. Jomokeniatta University of Agriculture and Technology, 12(2), 20-34.

Iqbal, D., Habib, U., Abbasi, N.A. and Chaudhry, A.N. (2012). Improvement in postharvest attributes of Zinnia (Zinnia elegans cv. Benarys Giant) cut flowers by the application of various growth regulators. Pakistan Journal of Botany, 44, 1091-1094.

Janowska, B. and Jerzy, M. (2008). Effect of Gibberllic acid on the postharvest Flower Longevity of Zantedeschia elliottiana (W.Wats) Engl. Acta Scientiarum Polonorum Hortorumcultus, 28, 345-348.

Jiang, W., Sheng, Q., Zhou, X., Yhang, M. and Liu, X. (2012). Regulation of detached coriander leaf senescence by 1-methylcyclopropene and ethylene. Postharvest Biology and Technology, 26, 339–345.

Karimi, M. (2014). Effect of low temperature and ethylene inhibitory treatments on the activity of antioxidant and ethylene enzymes produced in miniature cloves (Dianthus caryophyllusL.). Journal of Process and Plant Function, 3 (10), 59-68. (In Farsi).

Larrigaudiere, C., Vilaplana, R., Soria, Y. and Recasens, I. (2004). Oxidative behavior of Blanquilla pears treated with 1-methylcyclopropene during cold storage. Journal of the Science of Food and Agriculture, 84: 1871–1877.

Lay-Yee, M., Stead, A. D. and Reid M.S. (2012). Flower senescence in daylily Hemerocallis. Physiological Plant, 236, 135-139.

Li, K. T., Lakso, A. N., Piccioni, R. and Robinson, T. (2003). Summer pruning reduces whole canopy carbon fixation and transpiration in apple trees. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 78, 749–754.

Liao, L. J., Huang, K. L. Chen, W. S. and Cheng, Y. M. (2009). Postharvest life of cut rose flowers as affected by silver thiosulfate and sucrose. Botanical Bulletin- AcademiaSinica Taipei, 41, 299-303.

Macnish, A. J., Simons, D. H., Joyce, D. C., Faragher, J. D. and Hofman, P. J. (2000). Response of native Australian cut flowers to treatment to 1-metylcyclopropene and ethylene. Horticulture Science, 35, 254-255.

MacLean, D.D., Murr, D.P. and De Ell, J. R. (2003). A modified total ox radical scavenging capacity assay for antioxidants in plant tissues. Postharvest Biology and Technology, 29, 183–194.

Misra, H. P. and Fridovich, I. (1972). The generation of superoxide radical during the autoxidation of hemoglobin. Journal of biology chemistry. 247:6960-6962

Mutu, T.M. (2011). Effect of Accel on the vase life and postharvest quality of Rosa spp cut flowers. American Journal Science Technology, 36, 96-99.

Nasri, M. and Khalatbari, M. (2016). Evaluation of effect of different ranges of Thiobacillus bacteria on bio chemical characteristics of grain corn (Zea mays L. var. Maxima) under water deficit stress in Varamin Region. Quarterly Journal of Plant Growth Physiology, Islamic Azad University, Ahwaz Branch, 8, (29), 89-103. Spring 2016. (In Farsi).

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y.P., Luo, A. and Etemadi, N.A. (2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of gerbera. Journal of Plant Nutrition, 31, 2155-2167.

Patil, H.G., Ravindran, C., Jayachandran, K.S. and Jaganath, S. (2016). Influence of Ba and GA3 on the postharvest quality off greenhouse roses (Rosa hybrid L.) cultivars Poison. Acta Hortculturae, 789: 215-219.

Paull, R.E. and Goo, T. (2005). Ethylene and water stress in the senescence of cut rose flowers. Journal American Society,Horticulture Science, 110, 84-88.

Perveen, S., Vershney, A., Anis, M. and Aref, I.M. (2011). Influence of cytokinins, basal media and pH on advent. Tious shoot regeneration from excised root cultures of Albizia lebbeck. Journal Forest Research, 22, 47- 52.

Poovaiah, B.W. (1979). Increased levels of calcium in nutrient solution improves the postharvest life of potted roses. Journal American Society Horticulture Science, 104, 164-166.

Rabiza-Swider, J., Lukaszewska, A., Shutnik, E. and Leszko, M. (2004). Ammonium and proline accumulation in senescing cut leaves of Zantedeschia. Physiol Plantarum, 26, 417-422.

Ranwala, A. P. and Miller W. B. (2013). Preventive mechanisms of gibberellin4+7 and light on low-temperature-induced leaf senescence in Lilium cv. Stargazer. Postharvest Biological and Technology, 19, 85-92.

Saemi, N., Nazarideljou, M. J. and KhezriNejad, N. (2017). Effect of essential oil of Ajowan on antioxidant capacity, flower longevity and resistance to gray mold of rose cut flower (Rosa × hybrida cv. Angelina). Crops Improvement (Journal of Agricultural Crops Production).Vol. 19, No. 4, Winter 2017. (inFarsi).

Saffari, V. R., Khalighi, A., Lesani, H., Babalar, M. and Obermaier, J. F. (2004). Effects of different plant growth regulators and time of pruning on yield components of Rosa damascene Mill. International Journal Agriculture and Biology, 6(6), 1040-1042.

Sahi, B. G. (2009). Effect of cycocel spray and BA on the growth and flowering of Rosa hyblida L. Cool water. Journal. Duhok University, 12, 39-43.

Schauenstein, E., Esterbauer, H. and Zoller, H. (2014). Aldehydes in biological systems: Their natural occurrence and biological activities. Pion Press. London.U.K..

Serek, M., Sisler, E. C. & Reid M. S. (2014). 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruits, cut flowers and potted plants. Acta Horticulturae, 596, 887-892.

Shakri, F., Ebrahimzadeh, A. and Ismail, B. (2005). Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture. University Press, Zanjan.

Sisler, E. C., Serek, M. and Dupille, E. (2009). Comparison of cyclopropene, 1- methylcyclopropene, and 3, 3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. Plant Growth Regulation. 18, 164-174.

Song, J., Fan, L., Hughes, T., Palmer Campbell, L., Li, L. and Li, X. H. (2014). Quantitative proteomic investigation on the effect of 1-methylcyclopropene treatments on postharvest quality of selected cut flowers. In XXIX International Horticultural Congress on Horticulture: Sustaining Lives, Livelihoods and Landscapes (IHC 2014), 1104, 311- 318.

Steven, A. K. and Joseph, M.H. (1978). Lipid peroxides in sample as measured by liquid choromatography separation. Elin. Chemestri, 32, 217-220.

Sultan, S.M. and Farooq, S. (2004). Effect of cycloheximide on some physiological changes associated with senescence of detached flowers of Iris germanica L. Acta Physiology plantarum, 45, 325-329.

Taverner, E., Letham, D. S., Wang, J., Cornish, E. and Willcocks, D. (1999). Influence of ethylene on cytokinin metabolism in relation to Petunia corolla senescence. Phytochemistry, 51, 341-347.

Van Meeteren, U., Van Gelder, H. and Van Ieperen, W. (2015). Reconsideration of the use of deionized water as vase water in postharvest experiments on cut flowers. Postharvest Biology and Technology,168, 139 - 141.

Wang, Y.T. (2009). Cytokinine and light intensity regulate flowering of Easterlity, HortSince. 98, 432- 436.

Zhou, Z.Q., Bao, W. K. and Wu, N. 2009. Dormancy and germination in Rosa. Scientia Horticulturae, 119, 434–441.

Effects of plant growth regulators on vase life, some physiological and biochemical characteristics of rose cut flower*(Rosa hybrid*a L. cv. Royal Bacara)

M.Farazmandi[1], A. Mirzakhani[2*], N.A. Sajedi[3], M. Nasri[4], M. Gomariyan[5].

Received: 2019.11.10

Accepted: 2020.10.11

Abstract

In order to investigate the application effects of different levels of Benzyl adenine (BA) and 1-Methylcyclopropene (1-Mcp) on some bio-chemical characteristics and vase life of Rose *(Rosa hybrid* L. cv. Royal Bacara*)*, an experiment was carried out as factorial based on completely randomized design with three replications in Pakdasht city of Tehran province during 2017. Experimental factors included BA in three levels of 0, 75, and 150 ppm, and 1-Mcp in three concentrations of 0, 1, and 2 ($\mu l.L^{-1}$). The results showed that the interaction of BA and 1-Mcp was significant on the biochemical characteristics and the vase life of Roses. The highest antioxidant rate SOD, K and vase life in the treatment of 150 ppm BA along with 2 $\mu l/L^{-1}$ 1-Mcp was achieved. This treatment was allocated the lowest rate MDA, DT and Ec. This results indicated that BA and 1-Mcp have effect on durability of Rose. In general, the results showed that application of 1 or 2 $\mu l/L^{-1}$ 1-Mcp along with 150 ppm AB was improves some physiological and biochemical characteristics and vase life of Rose cut flower.

Keywords: Benzyl adenine, Malondialdeide, 1- Methylcyclopropane, Rose, Superoxide dismutase, vase life

1- Ph.D Student of Horticultural Science, Arak Branch, Islamic Azad University,Arak, Iran.

2- Assistant prof . Horticulture Crops Research Department, Markazi Agricultural and Natural Resources Research and Education center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Arak, Iran.

*(corresponding auther: mirz51@yahoo.com)

3- Associate Prof. Department of Agronomy and plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak,Iran.

4- Associate Professor, Department of Agronomy and plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University (Varamin Branch) Varamin, Tehran, Iran.

5- Assistant prof. Department of Agronomy and plant Breeding, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.