مجله علوم باغبانی ایران
دوره ۴۱، شماره ۴، ۱۳۸۹ (۳۰۸-۳۰۱)

بررسی اثر اکسید نیتریک و تیدیازورون بر طول عمر و برخی صفات کیفی گل بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson)

یونس مستوفی[۱]*، پرگل رسولی[۲]، روح انگیز نادری[۳]، غلام باقری مرندی[۴] و محمدرضا شفیعی[۵]
۱، ۳، ۴، دانشیاران و استادیار پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۲، دانشجوی سابق دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان
۵، مربی پژوهشی ایستگاه ملی تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۸ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱/۲۹)

چکیده

جهت بررسی تأثیر اکسید نیتریک بر ماندگاری و برخی صفات کیفی گل بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson)، گل‌های شاخه بریده با سدیم نیتروپروساید به عنوان منبع اکسید نیتریک در چهار غلظت (۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار) به تنهایی و در ترکیب با سایر بازدارنده‌های بیوسنتز اتیلن شامل تیدیازورون و ساکاروز به صورت فاکتوریل در طرح آماری کاملاً تصادفی با سه تکرار، در شرایط محیطی دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد، شدت نور ۲۰- ۱۵ میکرو مول بر ثانیه بر مترمربع و طول روز ۱۲ ساعت به مدت ۴۸ ساعت تیمار شده و سپس به آب مقطر منتقل شدند. طول عمر گل بریده، کیفیت ظاهری، استحکام ساقه، کلروفیل برگ و جذب آب مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج پژوهش نشان داد غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید باعث افزایش عمر گلدانی در مقایسه با شاهد شده، همچنین غلظت ۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید موجب حفظ کلروفیل برگ در مقایسه با شاهد در روز هشتم پس از تیمار شده است. تیمار با غلظت ۵۰ میکرومولار تیدیازورون بهترین کیفیت ظاهری و تیمار با غلظت ۵۰ میکرومولار تیدیازورون و نیز تیمار با غلظت ۳۰ میلی‌مولار ساکارز موجب جذب آب بیشتر در مقایسه با شاهد شده است. تیمار با ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید به تنهایی و تیمار با ۲۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید+۵۰ میکرومولار تیدیازورون بر صفت استحکام ساقه گل شاخه بریده معنی‌دار شده است.

واژه‌های کلیدی: **اکسید نیتریک، سدیم نیتروپروساید، تیدیازورون، گل بریده میخک، عمر گلدانی.**

مقدمه

پیری پس از برداشت محدودیت عمده برای فروش بسیاری از گل‌های بریده بوده و تلاش‌های زیادی در جهت کشف و توسعهٔ تیمارهای پس از برداشت برای ماندگاری گل‌های بریده اختصاص داده شده است (Pun et al., 2005). از آنجا که هورمون اتیلن نقش مهمی در پیشبرد فرایند پیری در محصولات باغی از جمله گل‌های شاخه بریده دارد، ترکیباتی که از تولید و فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کنند، در افزایش دوام و حفظ کیفیت گل بریده بسیار تأثیرگذار هستند

* نویسنده مسئول: یونس مستوفی تلفن: ۰۹۱۲-۵۰۱۰۴۹۵ E-mail: ymostofi@ut.ac.ir

(Cameron & Reid, 2001). به کمک برخی مواد مانند تیوسولفات نقره می‌توان ماندگاری گل‌های بریده را افزایش داد، اما به دلیل نگرانی‌های زیست محیطی یون نقره، تلاش پژوهشگران به سمت کاربرد ترکیبات دوستدار محیط زیست معطوف شده است. یکی از این ترکیبات 1-MCP[1] می‌باشد که کاربرد آن در بسیاری از کشورها بر روی گل‌های بریده تایید شده است، اما هزینهٔ بالای این ترکیب مانعی برای کاربرد تجاری آن می‌باشد (Cameron & Reid, 2001; Dole et al., 2005). ترکیب دیگری که اخیرا در مجامع علمی مورد توجه قرار گرفته اکسید نیتریک می‌باشد و با توجه به هدف کاهش هزینه در افزایش دوام گل‌ها این ماده می‌تواند مؤثر باشد. اکسید نیتریک (NO)[2] یک گاز نسبتاً ناپایدار و یک رادیکال آزاد بسیار واکنشگر است. اولین گزارش از تولید اکسید نیتریک در گیاهان توسط Leshem & Wills (1998) در مطالعه‌ای روی گیاهچهٔ نخود ارائه شد که نشان دادند اکسید نیتریک توسط نخود سنتز شده و در شرایط تنش خشکی کوتاه مدت تولید آن افزایش می‌یابد. مطالعات بعدی نشان داد اکسید نیتریک بر وقوع بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی مانند تعدیل اتیلن داخلی و تنش رویشی، اتلاف آب، ایمنی گیاه، بیوسنتز آنتوسیانین و تولید کلروفیل، رشد ریشه و تشکیل گل و میوه دخالت دارد (Bowyer & Wills, 2003b). کاربرد مؤثر اکسید نیتریک پس از برداشت در افزایش عمر پس از برداشت محصولات باغبانی به دو صورت تدخین[3] و ترکیبات آزاد کنندهٔ اکسید نیتریک می‌باشد. روش تدخینی به صورت تیمار کوتاه مدت و در غلظت‌های کم مؤثر است (Bowyer et al., 2003). اما با توجه به هزینه بالای این روش، استفاده از ترکیبات آزاد کنندهٔ اکسید نیتریک به علت سهولت کاربرد مورد توجه بیشتر پژوهشگران می‌باشد. این ترکیبات جامد به صورت شیمیایی اکسید نیتریک را ذخیره کرده و در شرایط فیزیکی مناسب آن را آزاد می‌کنند (Wills et al., 2004). ترکیبات DETA/NO (۲، ۲- (هیدروکسی نیتروزوهیدرازینو)- بی ستانامین)[4]، SNP (سدیم نیتروپروساید)[5] و SNAD (اس-نیتروز-اِن-استیل پنی‌سیلامین)[6] از مواد آزادکننده اکسید نیتریک در محلول هستند (Wills et al., 2004). لازم به ذکر است اکسید نیتریک به مقدار زیادی بیوسنتز اتیلن را از طریق غیرفعال کردن اکسیداتیوی کوفاکتورهای آنزیم‌های ACC سنتاز و ACC اکسیداز، کاهش داده و موجب افزایش ماندگاری برخی از گل‌های بریده می‌شود (Leshem & Wills, 1998).

آزمایشات صورت گرفته توسط Leshem & Wills (1998) نشان داد، تیمار مداوم گل‌های شاخه بریدهٔ میخک (ارقام Pink Sim و White Sim) با PBN (N- بوتیل -ά- فنیل نیترون)[7] و Sin-1 (۳- موفولینوزیل - نونی مین)[8] به عنوان منبع اکسید نیتریک از پیری پس از برداشت این گل‌ها جلوگیری می‌کند. Leshem & Wills (1998) پیشنهاد کردند اکسید نیتریک از تبدیل ACC به اتیلن در چرخهٔ تولید اتیلن جلوگیری می‌کند. این تکنیک برای گل‌های بریده میخک و ژربرا ارزیابی شد. ترکیب DETA/NO (در غلظت ۰، ۰/۱، ۱، ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) در آب حل شده وگل‌ها به مدت ۲۴ ساعت در این غلظت‌ها تیمار شدند. غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر لیتر از DETA/NO عمر پس از برداشت میخک و ژربرا را به ترتیب حدود ۴۰ درصد و ۲۵۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند (Bowyer & Wills, 2003a). در آزمایشی دیگر برای ارزیابی اثر اکسید نیتریک، تیمارهایی با غلظت ۱۰، ۱۰۰ و ۱۰۰۰ پی‌پی‌ام از DETA/NO به عنوان منبع اکسید نیتریک و STS با یک غلظت (با نسبت مولاری ۱ به ۶) روی ۷ گونه گل شاخه بریدهٔ بومی استرالیا آزمایشی به صورت تیمار ۲۴ ساعته انجام شد. پس از تیمار تمامی گل‌ها در اتاقی با جریان ۱/ میکرولیتر بر لیتر اتیلن برای ایجاد شرایط انبار تجاری قرار گرفتند. بر اساس نتایج گزارش شده، تیمار ۱۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام از DETA/NO در به تأخیر انداختن بیماری پوسیدگی ساقه، کاهش رشد کپک و حفظ بهتر رنگ گل مؤثر بوده و افزایش عمر

1. 1-Methylecyclopropene
2. Nitric oxide(NO)
3. Fumigation
4. 2, 2 – (Hydroxynitrosohydrazino) - bisethanamine
5. Sodium nitroprusside
6. S –Nitros – N – acetylpenicilamine
7. N-Butil-ά -phenil nitrone
8. 3-mopholinosil-nonomine

پس از برداشت حدود ۱۰٪ الی ۴۰٪ نسبت به شاهد و STS مشاهده شد (Bowyer & Wills, 2003b).

پژوهشی در سال ۲۰۰۳ برای ارزیابی اثر ترکیبات سدیم نیتروپروساید (SNP) و N- بوتیل - ά - فنیل نیترون (PBN) به عنوان منبع اکسید نیتریک با غلظت ۲۰ و ۱۰۰ میکرومولار به صورت تیمار مداوم به تنهایی و در ترکیب با ساکاروز به غلظت ۳۰ میلی‌مولار روی گل آذین بریده چهار لاین جدید گل نخود صورتی (*Lupinus havardii*) انجام گرفت و مشخص شد که اثرات سودمند یا زیان آور ترکیبات آزاد کننده اکسید نیتریک بستگی به غلظت، حساسیت، ژنوتیپ و وجود یا عدم وجود ساکاروز یا بازدارنده‌های اتیلن در محلول گلدانی دارد. همچنین کاربرد ساکاروز به همراه آزادکننده‌های اکسید نیتریک باعث خنثی شدن اثرات سمی غلظت‌های بالا شده و درجات کمتری از پیری گل‌ها را به همراه داشت (Sankhla et al., 2003a). از آنجا که فلوکس به اتیلن حساس است برای ارزیابی اثر سدیم نیتروپروساید به عنوان منبع اکسید نیتریک در غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار روی این گل شاخه بریده پژوهش‌هایی صورت گرفت. با گذشت ۵-۴ روز از عمر گلدانی غنچه‌های جدید شروع به باز شدن کردند و حتی در غلظت‌های بالای سدیم نیتروپروساید هم، بدون آشکار شدن سمیت برای گل‌ها این روند ادامه یافت (Sankhla et al., 2003b). افزودن ساکاروز به محلول گلدانی این گل‌ها علاوه بر بهبود رنگ گلبرگ‌ها، افزایش عمر پس از برداشت و تاخیر در ریزش گل‌ها را به همراه داشته که به اثر ضد اتیلنی ساکاروز نسبت داده شده است (Sankhla et al., 2003b). ساکاروز با کاهش تجزیه پروتئین و اسید ریبونوکلئیک، حفظ سلامت غشا و وظایف میتوکندری‌ها، واکنش‌های پیری را به تأخیر می‌اندازد. همچنین ساکاروز اثر سایتوکینین‌ها را در به تأخیر انداختن پیری گل‌ها افزایش داده و اثر اتیلن را در تحریک پیری کاهش می‌دهد (Verlinden & Garica, 2004). ساکاروز با اثر اسید آبسایزیک در تحریک پیری رزها و میخک‌ها ضدیت دارد. این ماده قندی آغاز تولید اتیلن را در گلبرگ‌های میخک به تأخیر انداخته و موجب تعویق پیری می‌شود (Halevy & Mayak, 1981; Verlinden & Garica, 2004). همچنان که Pun et al. (2005) نیز با بررسی غلظت‌های مختلف ساکاروز در تغذیه گل‌های میخک رقم باربارا نشان دادند که اثر ساکاروز بر دوام گل با تأخیر در اوج فرازگرای اتیلن در گلبرگ رابطه دارد، همان تأخیر در تولید اتیلن در مادگی نیز دیده شد (Pun et al., 2005). این امر نشان دهنده آن است که ساکاروز از تولید اتیلن فرازگرا با جلوگیری از فعالیت ACC اکسیداز ممانعت می‌کند.

تیمار گل‌های بریده فلوکس با تیدیازورون به غلظت ۴۵- ۵ میکرومولار نشان داد که از ریزش گل به طور معنی‌دار جلوگیری شده و پیری برگ‌ها به تاخیر می‌افتد. اما در حضور تیدیازورون رنگ گلبرگ‌ها بهبود نیافت. بر این اساس چنین نتیجه‌گیری شده که اثر تیدیازورون بر کاهش ریزش گل‌ها در فلوکس از طریق تعدیل بیوسنتز اتیلن می‌باشد (Sankhla et al., 2003c). همچنین به کار بردن تیدیازورون با غلظت ۵۰ میکرومولار در ترکیب با سدیم نیتروپروساید به عنوان منبع اکسید نیتریک برگ‌ها را از صدمه در غلظت بالای سدیم نیترو پروساید محافظت کرده و اثر SNP را بر ریزش گل و پیری گل و برگ خنثی می‌کند (Sankhla et al., 2003c).

از آنجا که اتیلن در پیری پس از برداشت گل‌های بریده میخک دخالت دارد، این آزمایش برای ارزیابی اثر اکسید نیتریک به عنوان جلوگیری کننده از بیوسنتز اتیلن بر صفات پس از برداشتی این گل انجام شد. همچنین اثر سایر تعدیل کننده‌های بیوسنتز اتیلن شامل تیدیازورون و ساکاروز به منظور مقایسه اثرات آنها با اکسید نیتریک بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی: در این آزمایش گل‌های بریده میخک رقم نلسون (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson) از یک گلخانه تجاری واقع در شهرستان محلات در مرحله قلم‌مویی[1] برداشت شده و در حداقل زمان ممکن به آزمایشگاه باغبانی واحد علوم و تحقیقات تهران انتقال یافتند، طول تمام ساقه ها ۴۷ سانتی‌متر تنظیم گردید.

مواد تیمارهای شیمیایی شامل سدیم نیتروپروساید،

1. Paint Brush

تیدیازورون، ساکاروز از شرکت مرک تهیه شدند. سدیم نیتروپروساید به صورت کریستال‌های ارغوانی رنگ محلول در آب در چهار غلظت ۰، ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ میکرومولار و سایر بازدارنده‌های اتیلن، تیدیازورون در دو غلظت ۰ و ۵۰ میکرومولار بر اساس آزمایش‌های انجام گرفته (رسولی، داده‌های منتشر نشده)، و ساکاروز با توجه به نتایج حاصله از پژوهش‌های صورت گرفته از دو غلظت ۰ و ۳۰ میلی‌مولار برای تیمارهای کوتاه مدت استفاده شد. سپس گل‌ها در آب مقطر بعد از انجام تیمار کوتاه‌مدت قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل سه شاخه گل بریده میخک انجام شد.

نحوه اعمال تیمارها: برای انجام تیمارهای کوتاه‌مدت، به دلیل حساسیت سدیم نیتروپروساید به نور، تمام ارلن‌های حاوی این ماده با کاغذ فویل آلومینیومی پوشانده شد. از آنجا که گاز اکسید نیتریک حاصله از ترکیب سدیم نیتروپروساید احتمالاً به گلبرگ‌ها آسیب می‌رساند، بعد از قرارگیری گل‌ها در ارلن‌های حاوی این تیمارها اطراف ساقه در قسمت دهانه از ابتدا توسط ترکیبات خمیری ویژه پوشانده شد. تمامی گل‌ها به مدت ۴۸ ساعت در شرایط محیطی دمای ۲±۲۰ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۶۰ تا ۷۰ درصد ، شدت نور ۲۰- ۱۵ میکرومول بر ثانیه بر متر مربع و طول روز ۱۲ درون محلول‌های شیمیایی نگهداری شدند. پس از گذشت این مدت گل‌ها از محلول خارج و انتهای ساقه‌ها با آب شسته شده و در ارلن حاوی آب مقطر در شرایط محیطی بالا قرار گرفتند.

صفات اندازه‌گیری شده

طول عمر گلدانی: طول عمر گلدانی گل‌های بریده میخک بر اساس روز به صورت فاصله زمانی پس از پایان تیمار گل‌ها تا وقوع علایم پیری شامل لوله شدن حاشیه گلبرگ‌ها[1] و پژمردگی کل آنها محاسبه گردید (Satoh et al., 2005a,b).

کیفیت ظاهری: در این پژوهش برای ارزیابی کیفیت گل‌ها از روش جدیدی که بوسیلهٔ Conover (1981) پیشنهاد شد با کمی اصلاح برای نمره‌گذاری استفاده گردید. در این روش گل‌ها با حداکثر کیفیت ۱۰۰ نمره گرفته و گل‌هایی با کیفیت کمتر، نمره کمتری می‌گیرند. جزییات این سیستم برای ارزیابی گل‌های بریده به صورت زیر می‌باشد:

وضعیت (حداکثر ۲۵ نمره): گل‌ها و ساقه خسارتی به صورت مکانیکی یا حشرات، نماتدها و بیماری‌ها نداشته باشند (حداکثر ۱۰ نمره)، ظاهر تازه، مواد خوب و علایم پیری نشان ندهند (حداکثر ۱۵ نمره).

شکل (حداکثر ۳۰ نمره): شکل مناسب (۱۰ نمره)، زیاد باز یا غنچه نباشد (۵ نمره)، شاخ و برگ یک شکل (۵ نمره)، تناسب خوب بین اندازه گل با طول و قطر ساقه (۱۰ نمره).

رنگ (حداکثر ۲۵ نمره): درخشانی و روشنی (۱۰ نمره)، یکنواختی مناسب رقم (۵ نمره)، کمرنگ نباشد (۵ نمره)، بقایای مواد اسپری نداشته باشد (۵ نمره)

ساقه و شاخ و برگ (حداکثر ۲۰ نمره): ساقه‌های مستحکم و صاف (۱۰ نمره)، رنگ شاخ و برگ مناسب بدون کلروز و نکروز (۵ نمره)، نداشتن بقایای برگی(۵ نمره).

استحکام ساقه: از آنجاکه طول عمر گل‌های بریده با استحکام ساقه همبستگی دارد، ساقه‌های ضخیم‌تر کمتر دچار خم شدن و شکستن می‌شوند و حاوی مواد تنفسی بیشتری برای گل‌ها بوده و بنابراین منجر به طول عمر بیشتر گل‌ها می‌شود. استحکام ناکافی ساقه‌ها منتج به خم شدن ساقه میخک می‌شود. در این آزمایش خم شدن ساقه‌ها در روز ششم به صورت نمره‌گذاری تعیین شد.

کلروفیل برگ: برای اندازه گیری کلروفیل از هر واحد آزمایشی، یک دهم گرم نمونه برگی تهیه و پس از خرد شدن داخل لوله‌های آزمایشی ریخته شدند. مقدار ۵ میلی‌لیتر استون۸۰٪ به هر لوله آزمایشی اضافه شد. پس از حل شدن تمام کلروفیل در استون ۸۰ درصد، میزان جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر تعیین گردید. مقدار کلروفیل کل بر اساس میلی‌گرم بر گرم وزن تازه محاسبه شد.

$$\text{کلروفیل a+b} = (۰/۰۲۰۲ \times A_{645} + ۰/۰۰۸۰۲ \times A_{663})$$

در فرمول‌های بالا A نشان‌دهنده میزان جذب است.

1. Petal in-rolling

جذب آب: انسداد آوندهای چوبی ساقه که ممکن است به دلایل مختلفی از جمله رشد میکروبی یا ورود حباب‌های هوا ایجاد شود، سبب کاهش جذب آب و در نتیجه تسریع پژمردگی گل بریده می‌گردد. بنابراین، در این آزمایش به منظور بررسی اثر تیمارهای مختلف درممانعت از مسدود شدن آوندها، مقدار آب جذب شده توسط گل‌ها با استفاده از یک مزور ۵۰۰ میلی‌لیتری در روز دوم پس از تیمار کوتاه مدت اندازه‌گیری و به صورت میلی‌لیتر بر گرم وزن تازه بیان شد.

در پایان آزمایش تمام داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ با هم مقایسه شدند. نرم‌افزار Excel برای رسم گراف استفاده گردید.

نتایج و بحث

طول عمر گلدانی: نتایج حاصل از آنالیز واریانس طول عمر و برخی از صفات کیفی گل بریده میخک تحت تیمارهای مختلف در جدول ۱ آمده است. همانطور که در جدول ۱ مشخص است تأثیر متقابل سدیم نیتروپروساید و تیدیازورون روی طول عمر در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است.

بر این اساس مقایسه میانگین رابطه متقابل سدیم نیتروپروساید و تیدیازورون بر طول عمر گل بریده میخک نشان می‌دهد بیشترین طول عمر مربوط به تیمار ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید و کمترین طول عمر مربوط به شاهد می‌باشد (جدول ۲).

Satoh et al. (2005a) پیری گل‌های بریده میخک و حساسیت به اتیلن را مورد بررسی قرار داده و نشان دادند که تولید اتیلن با پیری گل‌های بریده میخک رابطه دارد. مشاهدات Leshem & Wills. (1998) بر افزایش طول عمر گل‌های بریدهٔ میخک و همچنین تحقیقات Bowyer & Wills (2003a,b) در رابطه با افزایش طول عمر گل‌های بریدهٔ میخک، میمون، زبان در قفا، داوودی، لاله، ژربرا، سوسن، رز و زنبق توسط تیمار با اکسید نیتریک مطابقت دارد. حضور رادیکال آزاد اکسید نیتریک، به مقدار زیادی بیوسنتز اتیلن را از طریق غیرفعال کردن اکسیداتیوی کوفاکتورهای آنزیم‌های ACC سنتاز و ACC اکسیداز، کاهش داده و موجب افزایش دوام گل بریده می‌شود (Leshem & Wills 1998; Wills et al., 2004).

کیفیت ظاهری

نتایج تجزیه واریانس این صفت در تحقیق، نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ در تیمار با تیدیازورون می‌باشد. طبق جدول ۳، تیمار با تیدیازورون در غلظت ۵۰ میکرومولار منجر به حفظ کیفیت ظاهری گل بریده میخک در مقایسه با شاهد شده است.

تیدیازورون بر برخی از صفات پس از برداشتی از طریق اثر بر بیوسنتز اتیلن تأثیر می‌گذارد (Ferrante et al., 2004a; Ferrante et al., 2002; Ferrante & Tognoni, 2003). با توجه به اثر تیدیازورون بر تعدیل اتیلن و آبسایزیک اسید و اثر آن بر لیپیدهای غشایی و

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف شیمیایی بر روی طول عمر و سایر صفات کیفی گل بریده میخک رقم نلسون

منبع تغییرات	درجه آزادی	طول عمر	کیفیت ظاهری	استحکام ساقه	کلروفیل کل		جذب آب
					روز چهارم	روز هشتم	
سدیم نیتروپروساید	۳	۲/ ۶۹۲۱ n.s	۳/۴۸۱۴ n.s	۵/۲۱۲۹ n.s	۰/۰۰۰۰۸۲۷ n.s	۰/۰۰۹**	۲/۸۱۰۷۶ n.s
تیدیازورون	۱	۰/۸۴۰۳ n.s	۱۸/۷۷۷۸*	۰/۶۹۴۴ n.s	۰/۰۰۰۰۰۰۷ n.s	۰/۰۰۰۰۰۱۹۹ n.s	۱۳/۵۴۶۹*
سدیم نیتروپروساید× تیدیازورون	۳	۸/۸۹۵۸**	۵/۵۱۸۵ n.s	۱۲/۳۹۸۱**	۰/۰۰۰۰۰۹۵ n.s	۰/۰۰۰۱۲۳۱۳ n.s	۱/۲۹۶۹ n.s
ساکاروز	۱	۵/۸۴۰۲ n.s	۷/۱۱۱۱ n.s	۰/۶۹۴۴ n.s	۰/۰۰۰۰۰۲۰ n.s	۰/۰۰۰۰۰۹۹۹ n.s	۴۷/۰۰۵۲**
سدیم نیتروپروساید× ساکاروز	۳	۲/۵۴۵۲ n.s	۴/۵۴۶۲ n.s	۴/۵۴۶۲ n.s	/۰۰۰۰۳۹۰۵ n.s	۰/۰۰۰۱۷۸۹۴ n.s	۱/۴۲۱۹ n.s
تیدیازورون× ساکاروز	۱	۲/۵۰۶۹ n.s	۴/۵۱۸۵ n.s	۶/۲۵۰۰ n.s	۰/۰۰۰۰۲۷۵۱ n.s	۰/۰۰۰۰۲۱۸۶ n.s	۱/۸۸۰۲ n.s
سدیم نیتروپروساید× تیدیازورون× ساکاروز	۳	۲/۹۶۹۹ n.s	۵/۴۴۴۴ n.s	۵/۶۵۷۴ n.s	۰/۰۰۰۰۴۸۴ n.s	۰/۰۰۰۹۱۳۹۲ n.s	۲/۱۸۵۸ n.s
خطای آزمایشی	۱۲۸	۲/۰۶۲۵ n.s	۴/۱۲۵۰ n.s	۲/۶۹۴۴ n.s	۰/۰۰۰۰۴۴۶۳ n.s	۰/۰۰۰۲۳۴۲۹ n.s	۳/۱۳۰۲ n.s
ضریب تغییرات	C.V%	۱۴/۷۶۱۱ n.s	۱۵/۹۶۴۳ n.s	۱۴/۴۵۶۶ n.s	۱۲/۶۶۲۸۶ n.s	۱۹/۳۸۱۲ n.s	۱۷/۳۸۴۵ n.s

* معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪

** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

n.s: فاقد تفاوت معنی دار

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارهای سدیم نیتروپروساید، تیدیازورون و شاهد بر طول عمر گل بریده میخک رقم نلسون

تیمار شیمیایی	ماندگاری (روز)
شاهد	۸/۸۳۳۳ cd
۵۰ میکرومولار تیدیازورون	۱۰/۰۰۰۰ ab
۲۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید	۹/۵۵۵۵ abc
۲۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید + ۵۰ میکرومولار تیدیازورون	۹/۶۱۱۱ abc
۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید	۱۰/۳۸۸۹ a
۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید + ۵۰ میکرومولار تیدیازورون	۹/۵۵۵۵ abc
۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید	۱۰/۴۴۴۴ a
۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید + ۵۰ میکرومولار تیدیازورون	۹/۴۴۴۴ abc

- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

پروتئین‌ها، بهبود کیفیت ظاهری با تیدیازورون به این خاصیت آن نسبت داده می‌شود (Sankhla et al., 2003c). همچنین تیدیازورون با کاهش حساسیت بافت‌های گیاه به اتیلن، موجب افزایش کیفیت گل‌ها و تأخیر در ریزش گل و پیری برگ‌ها می‌شود (Sankhla et al., 2003c).

جدول۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای تیدیازورون و شاهد بر کیفیت گل بریده میخک رقم نلسون

تیمار شیمیایی	کیفیت ظاهری (نمره)
شاهد (آب مقطر)	۱۲/۳۶۱۱ b
تیدیازورون (۵۰ میکرومولار)	۱۳/۰۸۳۳ a

- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

استحکام ساقه

اثر متقابل سدیم نیتروپروساید و تیدیازورون بر استحکام ساقه در سطح ۱ درصد معنی دار شده است (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین این صفت نشان می‌دهد تیمار با۲۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید به همراه ۵۰ میکرومولار تیدیازورون و تیمار ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید به تنهایی باعث بیشترین استحکام ساقه و جلوگیری از خم شدن ساقه شده است.

با توجه به پژوهش‌های صورت گرفته حفظ استحکام ساقه به اثر ضداتیلنی سدیم نیتروپروساید و تیدیازورون نسبت داده می‌شود. رادیکال آزاد نیتریک اکسید، بیوسنتز اتیلن را از طریق غیرفعال کردن اکسیداتیوی کوفاکتورهای آنزیم‌های ACC سنتاز و ACC اکسیداز کاهش داده و موجب کاهش مصرف مواد ذخیره‌ای ساقه و در نتیجه افزایش دوام گل بریده می‌شود (Ferrante et al., 2004a; Ferrante et al., 2002; Ferrante & Tognoni, 2003; Sankhla & Davis, 2003a,b,c; Leshem & Wills 1998; Wills et al., 2004).

جدول۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای سدیم نیتروپروساید و تیدیازورون بر استحکام ساقه گل بریده میخک رقم نلسون

تیمار شیمیایی	استحکام ساقه (نمره)
شاهد	۴/۰۰۰ cd
۵۰ µM تیدیازورون	۴/۶۶۶۷ abc
۲۰ µM سدیم نیتروپروساید	۴/۷۷۷۸ abc
۲۰ µM سدیم نیتروپروساید+۵۰ µM تیدیازورون	۵/۶۶۶۷ a
۵۰ µM سدیم نیتروپروساید	۵/۱۱۱۱ ab
۵۰ µM سدیم نیتروپروساید+ ۵۰ µM تیدیازورون	۴/۶۶۶۷ abc
۱۰۰ µM سدیم نیتروپروساید	۵/۴۴۴۴ a
۱۰۰ µM سدیم نیتروپروساید+۵۰ µM تیدیازورون	۴/۷۷۷۸ abc

- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

کلروفیل برگ

جدول تجزیه واریانس داده‌های این پژوهش نشان می‌دهد اثر سدیم نیتروپروساید بر صفت کلروفیل کل در سطح ۱٪ معنی‌دار شده است. شکل ۱ بیان‌گر آن است که در روز چهارم پس از تیمار کوتاه مدت، تیمار با غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید بر میزان کلروفیل کل برگهای گل بریده میخک معنی دار نبوده است. در روز هشتم پس از تیمار کوتاه مدت، شاهد و غلظت ۵۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید، هر دو به

یک اندازه در حفظ کلروفیل برگهای گل بریده میخک نقش داشته‌اند.

یافته‌های Leshem & Wills (1998) نشان می‌دهد اکسید نیتریک مقدار کلروفیل را در برگ‌های نخود به ویژه در سلول‌های نگهبان افزایش داد. پژوهش‌های بلیگنی و لاماتینا نیز نشان دادند که، آزاد کننده‌های اکسید نیتریک در جهت افزایش مقدار کلروفیل در کاهو و آرابیدوپسیس عمل می‌کنند اثرات مثبت اکسید نیتریک بر حفظ کلروفیل منعکس‌کنندهٔ اثرات NO بر قابلیت دسترسی به آهن است که نشان داده شده در حضور اکسید نیتریک افزایش می‌یابد (Leshem & Wills, 1998).

جذب آب

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تی‌دیازورون در سطح ۵ درصد و ساکارز در سطح یک درصد بر صفت جذب آب معنی‌دار بوده‌اند. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵) نشان داد که غلظت ۵۰ میکرومولار تیدیازورون موجب جذب آب بیشتری در مقایسه با شاهد شده است. جدول ۶ حاکی از آن است که غلظت ۳۰ میلی‌مولار ساکارز بر جذب آب توسط گل‌های بریده میخک تأثیر معنی‌داری در مقایسه با شاهد داشته است.

ساکارز منتقل شده از طریق ساقه در گلبرگها به قندهای ساده‌تر تجزیه شده و به عنوان مواد فعال اسمزی موجب افزایش غلظت اسمزی و در نتیجه باعث کشیده شدن آب به داخل سلول‌های جام گل شده و در نتیجه بهبود توانایی جذب آب می شوند (Halevy & Mayak, 1981). همچنین قندها از دست دادن آب را از طریق بستن روزنه‌ها و حفظ خاصیت غشاهای سلولی کاهش داده و هورمون ابسیزیک اسید را که به کاهش تنش آبی کمک می‌کند القاء می‌کنند (Verlinden & Garica, 2004).

همچنین با توجه به اثر تیدیازورن بر جذب آب و نتایج حاصل از این پژوهش در خصوص بهبود کیفیت ظاهری توسط تیمار با غلظت ۵۰ میکرومولار تیدیازورون می تواند به این علت هم باشد.

جدول ۵- مقایسه میانگین جذب آب گل‌های بریده میخک تیمار شده با تیدیازورون و شاهد

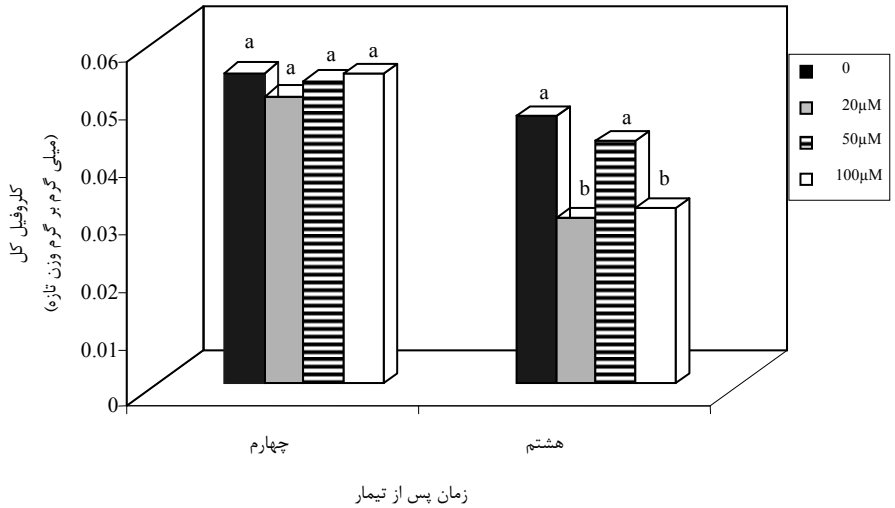
شاهد (آب مقطر)	۹/۶۴۵۸ b
تیدیازورون (۵۰ میکرومولار)	۱۰/۷۰۸۳ a

- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۵٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول۶- مقایسه میانگین جذب آب گل‌های بریده میخک تیمار شده با ساکارز و شاهد

شاهد (آب مقطر)	۹/۱۸۷۵ b
ساکارز (۳۰ میلی مولار)	۱۱/۱۶۶۷ a

- میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از نظر آماری در سطح ۱٪ بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل ۱- مقایسه میانگین مجموع کلروفیل a و b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ) در تیمار با سدیم نیتروپروساید

سپاسگزاری

این تحقیق در آزمایشگاه باغبانی واحد علوم و تحقیقات تهران انجام گرفت. همچنین نگارندگان مراتب قدردانی خود را از دکتر N. Sankhla و دکتر W. A. Mackay اساتید گروه باغبانی بخش تحقیقات کشاورزی دانشگاه A&M تگزاس در ارسال اطلاعات ارزشمند و پاسخ‌گویی به سئوالات ابراز می‌دارند.

REFERENCES

1. Bowyer, M. C. & Wills, R. B. H. (2003a). *Delaying postharvest senescence of cut flowers*, RIRAC publication N, 03/51
2. Bowyer, M. C. & Wills, R. B. H. (2003b). Use of nitric oxide to extent the postharvest life of horticultural produce. *Acta Horticulturae*, 599, 519-521.
3. Bowyer, M. C., Wills, R. B. H. Badiyan, D. & Ku, V. V. V. (2003). Extending the postharvest life of carnations with nitric oxide camparison of gumigation and in vivo delivery. *Postharvest Biology & Technology*, 30, 281-286.
4. Conover, C. A. (1986). Qualiy. *Acta Horticulturae*, 181, 201-205.
5. Cameron, A. C. & Reid, M. S. (2001). 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient. *Postharvest Biology & Technology*, 22, 169-177.
6. Dole, J. M., Fonteno, W. C. & Blankship, S. L. (2005). Comparison of silver thiosulfate with 1- MCP on 19 cut flower taxa, *Acta Horticulturae*, 682, 249-256.
7. Ferrante, A., Hunter, D. A., Hackett, W. P. & Reid, M. S. (2002). Thidiazuron-a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology & Technology*, 25, 333-338.
8. Ferrante, A. & Tognoni, F. (2003). Treatment with Thidiazuron for preventing leaf yellowing in cut tulips and chrysanthemum. *Acta Horticulturae*, 624, 357-363.
9. Ferrante, A., Mensuali-Sodi, A., Serra, G. & Tognoni, F. (2004a). Effects of ethylene and cytokinins on vase life of cut *Eucalyptus parvifolia* Cambage branches. *Plant Growth Regulation*, 38, 119-125.
10. Ferrante, A., Vernieri, P., Serra, G. & Tognoni, F. (2004b). Changes in abscisic acid during leaf yellowing of cut stock flower. *Plant Growth Regulation*, 43, 127-134.
11. Halevy, A. H. & Mayak, S. (1981). Senescence and post harvest physiology of cut flowers, Part 2, *Horticultural Review*, 3, 59-143.
12. Leshem, Y. Y. & Wills, R. B. H. (1998). Harnessing senescence delaying gases nitric oxide and nitrous oxide: a novel approach to postharvest control of fresh horticultural produce. *Biologia Plantarum*, 41(1), 1-10
13. Pun, U. K., Shimizu, H., Tanase, K. & Ichimura, K. (2005). Effect of sucrose on ethylene biosynthesis in cut spray carnation flowers. *Acta Horticulturae*, 669, 171-174.
14. Sankhla, N., Mackay, W. A. & Davis, T. D. (2003a). Effect of nitric oxide generating compounds on flower senescence in cut recames of pink flowered *Lupinus havardii* WATS. *Plant Growth Regulation Society of America*, 32, 126-132.
15. Sankhla, N., Mackay, W. A. & Davis, T. D. (2003b). Effect of nitric oxide on postharvest performance of perennial phlox cut inflorescences. *Acta Horticulturae*, 629, 843-847.
16. Sankhla, N., Mackay, W. A. & Davis, T. D. (2003c). Reduction of flower abscission and lesf senescence in cut phlox inflorescences by thidiazuron. *Acta Horticulturae*, 628, 837-841.
17. Satoh, S., Shibuya, K., Waki, K. & Kosugi, Y. (2005a). Mechanism of senescence in carnation flowers. *Acta Horticulturae*, 669, 191-198.
18. Satoh, S., Nukui, H. & Inokuma, T. (2005b). A method for determining the vase life of cut spray carnation flower. *Journal of Applied Horticulture*, 7(1), 8-10.
19. Verlinden, S. & Garica, J. J. V. (2004). Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (D.C.cv.White Sim) petals. *Post harvest Biology & Technology*, 31(3), 305-312.
20. Wills, R. B. H., Bowyer, M. C. & Badiyan, D. (2004). Use of nitric oxide donor compound to extend the vase life of cut flowers. *Horticulture Science*, 39(6), 1371-1372.