Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 53, No 1, Spring 2022 (181-192)
DOI: 10.22059/ijhs.2020.302255.1800

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۳، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۱ (ص ۱۹۲-۱۸۱)

نشریه پژوهشی:

اثر عصاره برگ حنا و سدیم نیترو پروساید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عمر گلجایی گل شاخه بریده داوودی (*Chrysanthemum morifolium*)

صدف نورانی نیاکی[۱]، راهله ابراهیمی[۲*]، اورنگ خادمی[۳] و فواد فاتحی[٤]

۱ و ۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۳. دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

٤. دانشیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱٦ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۱۳)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر عصاره برگ حنا و سدیم نیتروپروساید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عمر گلجایی گل شاخه بریده داوودی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اول عصاره برگ حنا در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm)، عامل دوم سدیم نیتروپروساید در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و عامل سوم زمان نمونه‌برداری در سه سطح (روز اول، روز ششم و روز دوازدهم) بود. با افزایش زمان نمونه‌برداری قطر گل، محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب و وزن تر نسبی کاهش و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی افزایش معنی‌داری پیدا کرد. غلظت‌های بالای عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را کاهش داد و باعث بهبود پارامترهای کیفی گل داوودی شد که نشان‌دهنده اثرات مثبت آنها بر از بین بردن رادیکال‌های آزاد می‌باشد. تیمار عصاره حنا در روز ششم نمونه‌برداری بهترین تیمار جهت بهبود پارامترهای گل داوودی بود. تیمار عصاره برگ حنا و نیترپروساید مانع کاهش مقدار کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل کل در برگ گل داووی شدند. نتایج بیانگر تأثیر مثبت عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر افزایش طول عمر پس از برداشت گل شاخه بریده داوودی بود.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی، محتوای کلروفیل، محتوای نسبی آب.

Effect of Hana leaf extract and sodium nitroproside on some physiological characterestics and vase life of chrysanthemum cut flower (*Chrysanthemum morifolium*)

Sadaf Noorani Niaki[1], Raheleh Ebrahimi[2*], Orang Khademi[3] and Foad Fatehi[4]
1, 2. M. Sc. Graduate and Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran
4. Associate Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(Received: May 05, 2020- Accepted: Oct. 04, 2020)

ABSTRACT

In order to investigate the effect of Hana extract and sodium nitroprusside on antioxidant properties and vase life of chrysanthemum, an experiment as factorial in a completely randomized design with three replications was conducted. The first factor was Hana leaf extract at three levels (0, 100 and 200 ppm), the second factor was sodium nitroprusside at three levels (0, 0.5 and 1 mM) and the third factor was sampling time at three levels (1, 6 and 12 day). The results showed that with increasing sampling time, flower diameter, chlorophyll content, relative water content and relative fresh weight decreased and the activity of antioxidant enzymes increased significantly. The extract of hana and sodium nitroprusside at high concentrations reduced the activity of antioxidant enzymes and improved chrysanthemum quality parameters, indicating their positive effects on the elimination of free radicals. The Hana extract treatment on sixth day of sampling time was the best treatment for improving the parameters of chrysanthemum flower. The Hana leaf extract and sodium nitroprusside treatments suppressed reduction of chlorophyll a, chlorophyll b and total chlorophyll leaf content. The results of this study showed that hana extract and sodium nitroprusside had positive effect on vase life of chrysanthemum cut flower.

Keywords: Antioxidant enzymes, chlorophyll content, relative water content.

* Corresponding author E-mail: rebrahimi@srbiau.ac.ir

مقدمه

گل داوودی با نام علمی (*Chrysanthemum morifolium* L.) از تیره کلاه پرک‌سانان (Asteraceae) می‌باشد. جنس داوودی دارای بیش از ۱۶۰ گونه است که بیشتر بومی شرق آسیا به ویژه کشور چین می‌باشد (Dole & Wilkins, 1999)، اما اکنون در همه جهان گسترش پیدا کرده است. از نظر اقتصادی و اهمیت، گل داوودی به همراه گل رز و میخک در صدر مهمترین گل‌های شاخه بریده جهان قرار دارد که هم به صورت گلدانی و هم به صورت شاخه بریده در بازارهای جهانی داد و ستد می‌شود (Nabigol *et al.,* 2006).

اکثر گل‌های شاخه بریده از جمله داوودی عمر کوتاهی دارند که این مسئله تولید و فروش و صادرات پس از برداشت آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. اگر چه کیفیت ظاهری، شکل و رنگ از عوامل تأثیرگذار بر تصمیم‌گیری مصرف‌کنندگان گل‌های بریدنی هستند، اما عمر گلجایی عامل اساسی متقاعدکننده مصرف کننده برای خرید دوباره می‌باشد. صرف‌نظر از عوامل تولید که پیش از برداشت روی کیفیت پس از برداشت گل‌ها تأثیرگذار هستند، عوامل دیگر در مرحله پس از برداشت شامل کاهش کربوهیدرات، کاهش جذب آب به دلیل انسداد میکروبی آوندها به وسیله میکروارگانیسم ها (Mehran *et al*., 2008; Solgi *et al.,* 2009; Van Leperen *et al.,* 2001) یا انسداد فیزیکی آوندها و نیز اتیلن موجود در فضا بر ماندگاری و عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی مؤثر هستند (Halevy & Mayak, 1979; Van Doorn & Witte, 1999).

فعالیت میکروارگانیسم‌ها مانند باکتری‌ها، مخمرها و قارچ‌ها در ساقه‌های برش خورده می تواند سبب انسداد آوندی، رهاسازی متابولیت‌های سمی و یا آنزیم‌های مضر، افزایش تولید اتیلن و تحریک واکنش مرگ برنامه ریزی شده گردد (Reid & Jiang, 2012). رشد این میکروارگانیسم‌ها در محلول گلجای همچنین می‌تواند موجب کاهش هدایت هیدرولیکی در ساقه گل‌های بریدنی گردد (Van Leperen *et al*., 2001).

تاکنون پژوهش های انجام گرفته بر روی اثر سدیم نیتروپروساید (SNP)در افزایش عمر گلجایی برخی گل های شاخه بریده مانند میخک و گل مریم موفقیت آمیز بوده است (Alipour *et al.,* 2013). سدیم نیتروپروساید یک ترکیب رها کننده نیتریک اکسید (NO) می باشد. نیتریک اکسید می تواند با ربایش مستقیم گونه‌های فعال اکسیژن مثل رادیکال سوپراکسید، به‌عنوان یک آنتی‌اکسیدان عمل کرده و با تولید رادیکال پروکسی نیتریت که سمیت بسیار کمتری نسبت به رادیکال‌های آزاد اکسیژن دارد صدمه وارده به سلول‌ها را کاهش دهد. نیتریک اکسید همچنین قادر است به‌عنوان یک مولکول پیام رسان باعث تغییر در بیان برخی ژن‌های دفاعی گردد (Alipour *et al.,* 2013; Mostofi *et al.,* 2010).

در سال‌های اخیر بدلیل توجه جهانی به حفظ محیط زیست و جایگزینی ترکیبات شیمیایی خطرناک با ترکیبات طبیعی، تیمار گل های بریدنی با اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی به عنوان ایده‌ای جدید در کنترل آلودگی‌های باکتریایی و قارچی جهت افزایش ماندگاری گل داوودی و کاهش ضایعات پس از برداشت مطرح گردیده است. اسانس‌های گیاهی بواسطه خاصیت آب گریزی خود می توانند به درون لیپیدهای غشای سلول‌های دیواره و میتوکندری میکروب نفوذ کرده و سبب برهم زدن ساختار و نفوذپذیری بیشتر آن‌ها شوند. این تغییرات منجر به نشت یون‌های حیاتی و دیگر محتویات سلولی و در نهایت مرگ میکروب می گردد. از جمله ترکیبات طبیعی، برگ‌های حنا می باشد که حاوی گلوکوزید، ماده رنگی و هنوتانیکاسید و یک ماده اوکسی نافتوکینون به نام لاوسون است. این ماده دارای خاصیت آنتی بیوتیک می‌باشد (Salehi Surmaghi, 2006). اگرچه تاکنون هیچ گزارشی مبنی بر اثر حنا بر بهبود عمر گلجایی گلهای زینتی یافت نشده است.

با توجه به جایگاه اقتصادی گل داوودی و اهمیت حفظ کیفیت پس از برداشت و افزایش عمر گلجایی آن، در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید، عصاره حنا (*Lawasonia inermis*) و ترکیب این دو ماده بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عمر گلجایی گل شاخه بریده داوودی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

این آزمایش به منظور بررسی اثر عصاره برگ حنا و

سدیم نیتروپروساید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عمر گلجایی گل شاخه‌بریده داوودی (*Chrysanthemum morifolium*) در بهار سال ۱۳۹۸ در آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه علوم و تحقیقات تهران انجام شد.

مواد گیاهی

اواسط فروردین ماه سال ۱۳۹۸ شاخه‌های گل داوودی رقم *Linda* تهیه شدند. در این آزمایش تمامی شاخه‌ها با اندازه‌های یکسان انتخاب شدند.

تیمارهای آزمایشی

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و سه مشاهده انجام شد. عامل اول عصاره برگ حنا در سه سطح (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام) و عامل دوم سدیم نیتروپروساید در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و عامل سوم زمان نمونه-برداری در سه سطح (۰، ۶ و ۱۲ روز پس از اعمال تیمارها) بود. در تمامی تیمارها و شاهد از آب مقطر و ساکارز ۳ درصد استفاده گردید. پس از آن صفات مرتبط با ماندگاری گل داوودی اندازه‌گیری شدند.

نمونه‌برداری

جهت انجام آزمایش گل‌های داوودی صبح زود، در زمان بلوغ تجاری برداشت شده و برای جلوگیری از کاهش رطوبت، ساقه گل‌ها با پارچه‌ای مرطوب پوشانده شده و بلافاصله در شرایط استاندارد (رطوبت نسبی آزمایشگاه ۷۰ درصد و دما ۲۵ درجه سانتی‌گراد و روشنایی با استفاده از دو لامپ مهتابی با نور سفید به مدت ۱۲ ساعت در هر شبانه روز) و در کوتاه‌ترین زمان ممکن به آزمایشگاه منتقل شدند. همچنین برای جلوگیری از نفوذ هوا به درون شاخه‌ها و انسداد آوندی در اثر حباب هوا شاخه‌های گل در زیر آب از ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر برش خورده و گل‌ها به تعداد پنج عدد در گلدان‌های حاوی محلول‌های موردنظر قرار گرفتند. ظروف مورد استفاده پیش از کاربرد محلول‌ها با هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به مدت ۲ ساعت گندزدایی شدند. در هریک از ظرف‌ها ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر ریخته و عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید براساس تیمارهای آزمایش به هر کدام از ظرف‌های حاوی گل‌های شاخه بریده اضافه گردید.

صفات مورد بررسی و روش‌های اندازه‌گیری آنها

صفات مورد ارزیابی شامل وزن تر نسبی گل، محتوای آب نسبی، جذب محلول، شاخص پایداری غشای سلول، طول عمر گلدانی، قطر گل، کلروفیل کل برگ، فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز، فعالیت آنزیم کاتالاز و عمر گلجایی بود.

وزن تر نسبی گل

در این آزمایش وزن گل، در روزهای ابتدایی اعمال تیمار صفر، ۶ و ۱۲ روز پس از شروع آزمایش توسط ترازوی دیجیتالی توزین گردید و بصورت وزن تر نسبی بر حسب درصد (رابطه ۱) گزارش شد (Celicel & Reid, 2002):

$$\text{وزن ترنسبی} = \frac{\text{وزن گل در هر روز اندازه گیری}}{\text{وزن گل در روز اول}} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

محتوای نسبی آب برگ

ابتدا با استفاده از قیچی از برگ مرجع (آخرین برگ توسعه یافته) نمونه‌برداری صورت گرفت و بلافاصله درون یخ قرار گرفت و با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ توزین گردید (برگ سالم)، نمونه‌ها در آب مقطر قرار داده شده و به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه (یخچال) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و بعد از ۲۴ ساعت وزن اشباع برگ اندازه‌گیری شد در نهایت برگ‌ها به مدت ۲۴ ساعت و در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در آون قرارگرفت و وزن خشک هر کدام اندازه‌گیری شد و سپس محتوای آب نسبی توسط رابطه (۲) محاسبه و بر حسب گرم بیان خواهد شد:

$$RWC=Fw-Dw/Sw-Dw \times 100 \qquad (۲)$$

Fw: وزن تر برگ بلافاصله بعد از نمونه‌برداری

Dw: وزن خشک برگ بعد از قرار دادن در آون

Sw: وزن اشباع بعد از قرار گرفتن در آب مقطر

عمر گلجایی

عمر گلجایی برگ‌ها با چروکیده شدن بیش از ۵۰٪ برگ‌ها بر روی شاخه تشخیص داده شد (Pompodakis & Joyce, 2003).

قطر گل

قطر گل به عنوان شاخص بیانگر میزان شکوفایی گل می‌باشد. برای تعیین این صفت با استفاده از کولیس قطر گل در تیمارهای مختلف هر ۶ روز یکبار قرائت و ثبت شد. این صفت در روزهای صفر، ۶ و ۱۲ روز پس از شروع آزمایش مورد ارزیابی قرار گرفت.

شاخص پایداری غشا سلول

جهت محاسبه درصد شاخص ثبات غشا سلول، ابتدا ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر در فالکون ریخته و سپس ۱ گرم گلبرگ خرد شده به آن اضافه شد. نمونه‌ها در بن‌ماری ۳۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شد و پس از خروج نمونه‌ها از بن‌ماری میزان ECتوسط دستگاه EC متر قرائت شد که میزان (EC_1) به‌دست آمد. سپس فالکون‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در اتو کلاو۱۲۰ درجه سانتی‌گراد با فشار ۱/۲ اتمسفر قرار داده و پس از سرد شدن، میزان (EC_2) قرائت گردد. در نهایت برای محاسبه شاخص ثبات غشای سلول، اعداد حاصل در رابطه (۳) جایگزین شده و نتایج برحسب درصد گزارش شد.

$$MSI = [1\times(EC_1/EC_2)]\times100 \quad (۳)$$

کلروفیل برگ

سنجش محتوای کلروفیل برگ‌ها با روش Arnon (1949) انجام شد. ابتدا قطعات ۰/۵ گرمی از برگ را برداشته و پس از تکه تکه کردن توسط نیتروژن مایع در داخل هاون چینی ساییده شد. سپس ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به نمونه اضافه و سپس در سانتریفیوژ ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرارداده شد و عصاره فوقانی حاصل از سانتریفیوژ را به بالن شیشه‌ای منتقل و در نهایت قرائت در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و ۴۷۰ نانومتر صورت گرفت و طبق روابط (۴) و (۵) محاسبه شد:

$$Chl.a\ (mg/g\ FW)= [(19.3\ (A663) - 0.86\ (A645)]\times V/(1000\times W) \quad (۴)$$

$$Chl.b\ (mg/gFW)= [(22.7\ (A645) - 4.68\ (A663)]\times V/(1000\times W) \quad (۵)$$

در رابطه‌های بالا، A میزان جذب در طول‌موج موردنظر، V حجم نهایی استون ۸۰ درصد برحسب میلی‌لیتر و W اندازه برگ تازه برحسب گرم است.

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با روش اسپکتروفتومتری و براساس کاهش جذب پر اکسید هیدروژن در مدت ۳۰ ثانیه در طول موج ۲۴۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مخلوط واکنش حاوی بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار (pH، ۷)، آب اکسیژنه ۱۵ میلی‌مولار و ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. واکنش با اضافه کردن آب اکسیژنه آغاز و کاهش جذب در مدت ۳۰ ثانیه اندازه‌گیری گردید. مقدار پراکسید هیدروژن تجزیه شده با استفاده از ضریب خاموش معادل mM-1cm-140 محاسبه شد (Velikova *et al*., 2001).

سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز

مقدار فعالیت آنزیم با روش Ranieri *et al*. (2003) سنجیده شد. در اثر واکنش بین آسکوربات پراکسیداز و اسید آسکوربیک و H_2O_2 دهیدروآسکوربات تولید می‌شود که در طول موج ۲۹۰ نانومتر قرائت می‌شود. محیط واکنش حاوی ۶۰۰ میکرولیتر از EDTA ۰/۱ میلی‌مولار، ۱۵۰۰ میکرولیتر بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH، ۷)، ۴۰۰ میکرولیتر اسید آسکوربیک ۰/۵ میلی‌مولار، ۴۰۰ میکرولیتر H_2O_2 ۳۰ درصد و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. سنجش فعالیت آنزیم در طول ۷ دقیقه با فواصل زمانی ۲۰ ثانیه‌ای ثبت شد. فعالیت ویژه آنزیم به‌صورت میکرومول آسکوربات اکسید شده در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

سنجش میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO) با روش Kar & Mishra (1976) انجام شد. محیط واکنش حاوی ۵۰ میکرولیتر از پیروگالول ۱۰۰ میلی‌مولار، ۳۰۰۰ میکرولیتر از بافر فسفات (pH، ۷) و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی بود. میزان فعالیت آنزیم برحسب مقادیر اکسید شده پیروگالول در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر محاسبه شده و به‌صورت میکرومول

پیروگالول تغییریافته در دقیقه در میلی‌گرم پروتئین گزارش شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک نرم‌افزار SAS 9.2، انجام گرفت. برای ترسیم شکل‌ها از نرم‌افزار Excel استفاده شد. مقایسه میانگین صفات با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

قطر گل

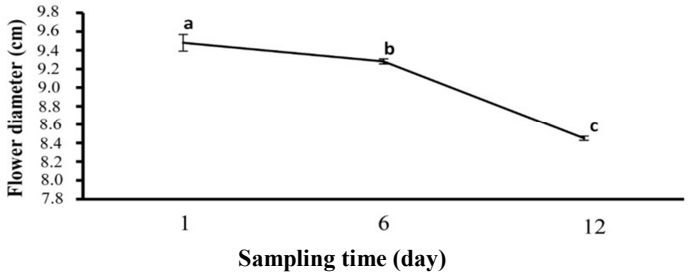
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان نمونه‌برداری بر قطر گل معنی‌دار شد، به‌طوری‌که با افزایش مدت زمان نگهداری، قطر گل کاهش معنی‌داری پیدا کرد. کمترین میزان قطر گل (۸/۴۵ سانتی‌متر) در روز دوازدهم نمونه‌برداری مشاهده گردید (شکل ۱).

اثر سدیم نیتروپروکساید نیز قطر گل معنی‌دار شد. براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تیمار ۱ میلی‌مولار میلی‌مولار سدیم نیتروپروکساید سبب افزایش معنی‌داری در میزان قطر گل (۹ سانتی‌متر) گردید (شکل ۲). هرچند اثر عصاره حنا بر قطر گل معنی دار نشد.

عمر گلجایی

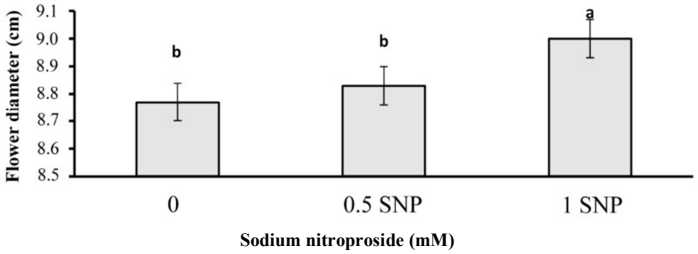
اثر عصاره حنا بر عمر گلجایی معنی‌دار شد. تیمار عصاره حنا ۱۰۰ ppm با ۲۰۰ ppm تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان عمر گلجایی (۱۰/۱۱ روز) در تیمار شاهد مشاهده گردید (شکل ۳).

اثر سدیم نیتروپروساید نیز بر عمر گلجایی معنی‌دار شد. با افزایش سطح سدیم نیتروپروساید، افزایش معنی داری در عمر گلجایی مشاهده شد، به طوری که بیشترین میزان عمر گلجایی (۱۴/۵ روز) در سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۴). این یافته‌ها با نتایج Bowyer et al. (2003)، Chang et al. (2011) و Mansouri (2011) روی گل‌های شاخه بریده میخک و داوودی هم‌خوانی داشت. سدیم نیتروپروساید یک ترکیب رهاکننده نیتریک‌اکساید (NO) می‌باشد. نقش نیتریک اکسید در کندکردن و به تأخیر انداختن فرایند پیری در برخی میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌های شاخه بریده مانند میخک، انگور سفید بی‌دانه و میوه توت فرنگی گزارش شده است (Badiyan *et al*., 2004). غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار سدیم نیتروپروساید باعث افزایش عمر گلدانی در گل‌های شاخه بریده گل بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson) شد (Mostofi et al. 2010).



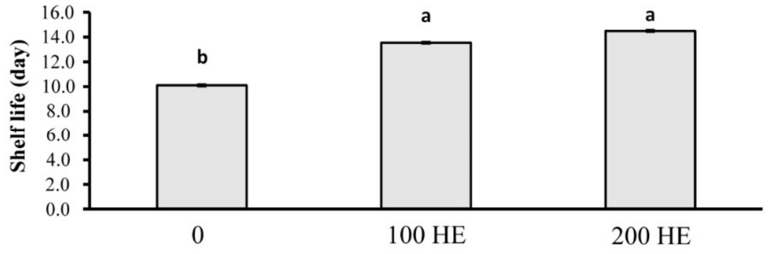
شکل ۱. مقایسه میانگین اثر زمان نمونه‌برداری بر قطر گل شاخه بریده داوودی.

Figure 1. Mean comparison effect of sampling time on flower diameter of chrysanthemum cut flower.



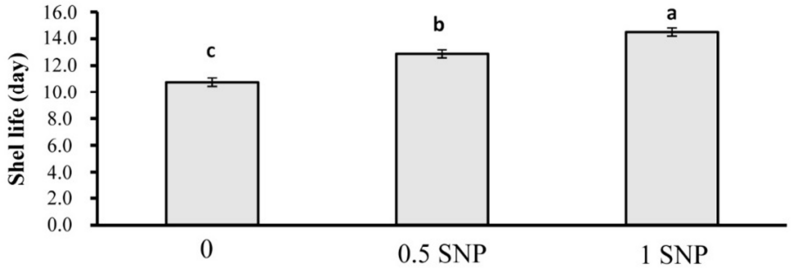
شکل ۲. مقایسه میانگین اثر سدیم نیتروپروساید بر قطر گل شاخه بریده داوودی.

Figure 2. Mean comparison effect of sodium nitroproside on flower diameter of chrysanthemum cut flower.



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر عصاره حنا بر عمر گلجایی گل شاخه بریده داوودی.

Figure 3. Mean comparison effect of Hana extract on flower shelf life of chrysanthemum cut flower.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر سدیم نیتروپروساید بر عمر گلجایی گل شاخه بریده داوودی.

Figure 4. Mean comparison effect of sodium nitroproside on flower shelf life of chrysanthemum cut flower.

Alipour *et al.* (2013) نیز اثر سدیم نیتروپروساید بر عمر گلجایی گل مریم رامطالعه نمودند. تیمار سدیم نیتروپروساید باعث افزایش عمر گلجایی شد که این به دلیل فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز می‌باشد. این ترکیب با کاهش رادیکال‌های آزاد اکسیژن، حفظ تمامیت غشاء، افزایش سنتز ترکیبات فنلی و کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، باعث افزایش کیفیت پس از برداشت گل می شود. بر اساس تحقیقات قبلی، نیتریک اکسید با مهار فعالیت آنزیم ACC اکسیداز و جلوگیری از تولید اتیلن، واکنش با گونه‌های فعال اکسیژن و کاهش پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی و القا بیان ژن‌های مربوط به آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان باعث تاخیر در فرآیند پیری می‌گردد (Beligni *et al.*, 2002; Gao & Crawford, 2005; Huang & Kao, 2005). سدیم نیتروپروساید همچنین با جلوگیری از رشد میکروارگانیزم‌ها و با حفظ شادابی گل‌ها موجب افزایش عمر پس از برداشت آن‌ها می شود. اثر مثبت عصاره حنا نیز احتمالا بدلیل خاصیت آنتی بیوتیکی آن می‌باشد. در برگ‌های حنا یک ماده اوکسی نافتوکینون به نام لاوسون وجود دارد که دارای ویژگی ضد باکتری و ضد قارچی می‌باشد (Salehi Surmaghi, 2006). دلیل اصلی کاهش طول عمر گل‌های شاخه‌بریده، انسداد آوندها به‌وسیله میکروارگانیسم‌ها می‌باشد (Farokhzad, 2008). مطالعات زیادی مبنی بر خاصیت بازدارندگی اسانس‌ها و اثرات آنها در برابر دامنه وسیعی از میکروارگانیسم‌ها انجام گرفته و نتایج حاصل از این تحقیقات خاصیت ضد میکروبی اسانس‌های آویشن، زیره، میخک هندی، به‌لیمو، نعناع و سایر گیاهان دارویی را به اثبات رسانده است (Hammer, 1999). به علاوه افزودن ساکارز باعث افزایش طول عمر گل‌های شاخه بریده می‌گردد (Ichimura & Shimizu, 2009).

محتوای نسبی آب برگ

اثر زمان‌نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار شد. با افزایش زمان نمونه‌برداری، محتوای نسبی آب برگ کاهش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ در روز دوازدهم نمونه‌برداری

مشاهده شد. بیشترین میزان محتوای نسبی آب برگ (۷۵/۸ درصد) در تیمار ۲۰۰ ppm عصاره حنا مشاهده شد. براساس نتایج مقایسه میانگین در بین تیمارهای سدیم نیتروپروساید، بیشترین و کمترین میزان محتوای نسبی آب برگ با ۷۶/۹۸ و ۷۱/۱۲ درصد به ترتیب در تیمارهای ۱ میلی‌مولار سدیم نیتروپروساید و تیمار شاهد مشاهده شد. پیری گلبرگ‌های گل شاخه بریده با پدیده‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی همراه است که از آن جمله بهم خوردن تعادل آبی گیاه و از دست رفتن آب گیاه است که منجر به پژمردگی گلبرگ‌ها می‌شود. Alipour *et al*., 2013 مشاهده کردند که تیمارهای سدیم نیتروپروساید علاوه بر افزایش عمر گلجایی موجب کاهش از دست رفتن آب و میزان نشت یون در گل مریم شدند.

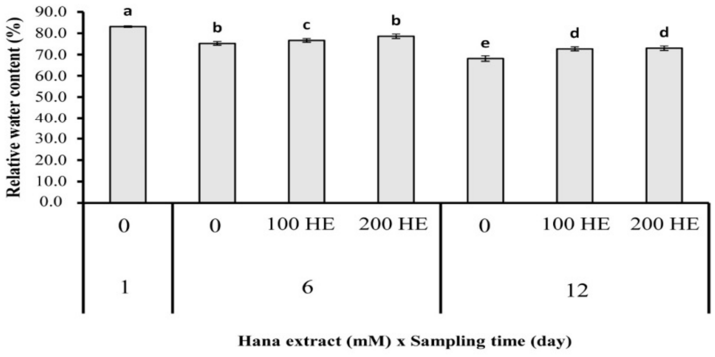
سطوح مختلف تیمارهای زمان نمونه‌برداری و عصاره حنا اثر معنی‌داری بر محتوای نسبی آب برگ داشتند. با افزایش زمان نمونه‌برداری، کاهش معنی‌داری در میزان محتوای نسبی آب برگ حاصل گردید، اما این کاهش در تیمارهای حاوی عصاره حنا کمتر بود (شکل ۵).

اثر متقابل سطوح مختلف تیمارهای زمان نمونه برداری و سدیم نیتروپروساید بر محتوای نسبی آب برگ معنی‌دار بود. نتایج نشان داد گذشت زمان سبب کاهش میزان محتوای نسبی آب برگ شد، اما این کاهش در تیمارهای حاوی سدیم نیتروپروساید کمتر بود و این تیمارها سبب افزایش محتوای نسبی آب برگ نسبت به تیمار شاهد شدند. تیمار سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار نسبت به سایر تیمارها عملکرد بهتری داشته و سبب حفظ و افزایش محتوای نسبی آب برگ شد (شکل۶).

وزن تر نسبی گل

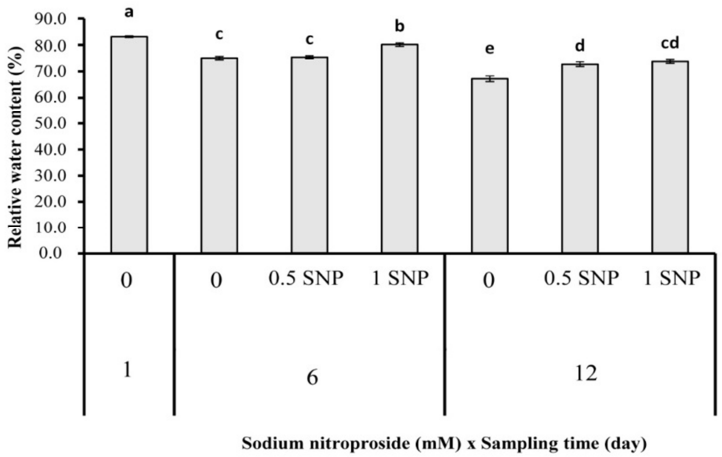
اثر زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر وزن تر نسبی گل معنی‌دار شد. با افزایش زمان نمونه‌برداری از وزن تر نسبی گل کاسته شد، به طوری که کمترین میزان وزن تر نسبی گل (۵۵/۹۹ درصد) در روز دوازدهم نمونه‌برداری مشاهده شد. با افزایش عصاره حنا، وزن تر نسبی گل افزایش معنی‌داری پیدا کرد. بیشترین و کمترین میزان وزن تر نسبی گل به‌ترتیب در تیمارهای عصاره حنا ۲۰۰ ppm و تیمار شاهد مشاهده شد.

در بین تیمارهای سدیم نیتروپروساید نیز بیشترین و کمترین میزان وزن تر نسبی گل با ۶۵/۷۱ و ۶۳/۵۵ درصد به ترتیب در سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار و تیمار شاهد مشاهده گردید. براساس اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و عصاره حنا نیز بر وزن تر نسبی گل معنی‌دار شد. بیشترین میزان وزن تر نسبی گل در روز اول و تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمارهای روز ششم و عصاره حنا ۱۰۰ ppm و روز ششم و عصاره حنا ۲۰۰ ppm تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. نتایج نشان داد سدیم نیتروپروساید و عصاره حنا در سطوح پایین اثر معنی‌داری بر وزن تر نسبی گل داشتند و با افزایش سطح عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید، تفاوت معنی‌داری در وزن تر نسبی گل مشاهده نشد (شکل۷).



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و عصاره حنا بر محتوای نسبی آب برگ گل شاخه بریده داوودی.

Figure 5. Mean comparison interaction effect of sampling time and Hana extract on relative water content of chrysanthemum cut flower.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید بر محتوای نسبی آب برگ گل شاخه بریده داوودی.
Figure 6. Mean comparison interaction effect of sampling time and sodium nitroproside on relative water content of chrysanthemum cut flower.

اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید نیز بر وزن تر نسبی گل معنی‌دار شد. کمترین میزان وزن تر نسبی گل در تیمار روز دوازدهم نمونه‌برداری و تیمار شاهد مشاهده شد. بین تیمارهای روز ششم نمونه‌برداری و تیمار شاهد و روز ششم نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید ۰/۵ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، اما این دو تیمار با تیمار روز ششم نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری داشتند که بیانگر اثر سدیم نیتروپروساید بر وزن تر نسبی گل در سطوح بالاتر می‌باشد. اما در روز دوازدهم بین تیمارهای سدیم نیتروپروساید ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد که احتمالاً به دلیل از بین رفتن خاصیت سدیم نیتروپروساید در طول زمان می‌باشد (شکل ۸).

شاخص پایداری غشا

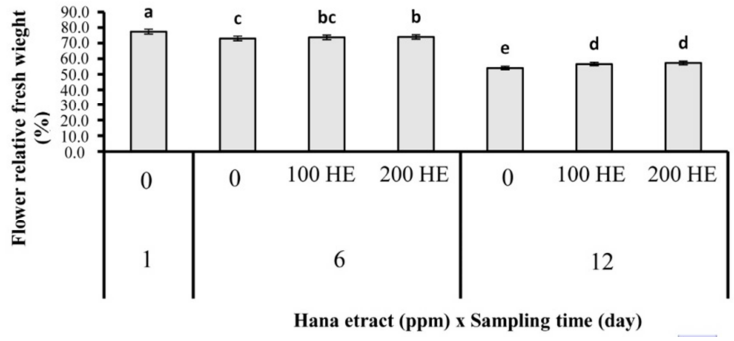
زمان نمونه‌برداری بر شاخص پایداری غشا اثر معنی‌داری داشت. افزایش زمان نمونه‌برداری سبب کاهش معنی‌دار شاخص پایداری غشا شد. بیشترین و کمترین میزان شاخص پایداری غشا با ۷۷/۲ و ۶۲/۲ درصد به ترتیب در روز اول و روز دوازدهم نمونه‌برداری مشاهده شد. عصاره حنا تا سطح ۱۰۰ ppm سبب افزایش میزان شاخص پایداری غشا نسبت به تیمار شاهد شد، اما سطوح بالاتر عصاره حنا (۲۰۰ ppm) اثر معنی‌داری بر شاخص پایدری غشا نداشت. بیشترین میزان شاخص پایداری غشا در تیمارهای عصاره حنا ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm مشاهده شد. افزایش میزان سدیم نیتروپروساید سبب افزایش شاخص پایداری غشا شد، به طوری که بیشترین میزان شاخص پایداری غشا با ۷۲/۲۵ درصد در تیمار سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد.

اثر متقابل زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر شاخص پایداری غشا معنی‌دار شد. بیشترین میزان شاخص پایداری غشا در تیمار روز نمونه‌برداری ششم، عصاره حنا ۱۰۰ ppm و سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد (شکل ۹).

محتوای کلروفیل

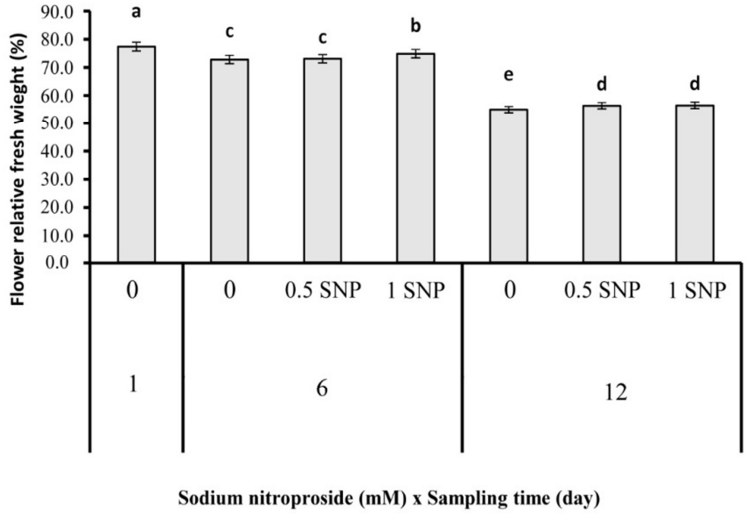
کلروفیل a

اثر زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر کلروفیل a معنی‌دار شد (جدول ۱). میزان کلروفیل a با افزایش زمان نمونه‌برداری کاهش معنی‌داری داشت. بیشترین میزان کلروفیل a با ۰/۸۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار شاهد در روز اول و در روز ششم نمونه‌برداری در تیمار سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار و کمترین میزان کلروفیل a با ۰/۷۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر در تیمار شاهد و همچنین در تیمار سدیم نیتروپروساید ۰/۵ میلی‌مولار در روز دوازدهم مشاهده شد. با افزایش سطح سدیم نیتروپروساید، کلروفیل a افزایش معنی‌داری پیدا کرد.



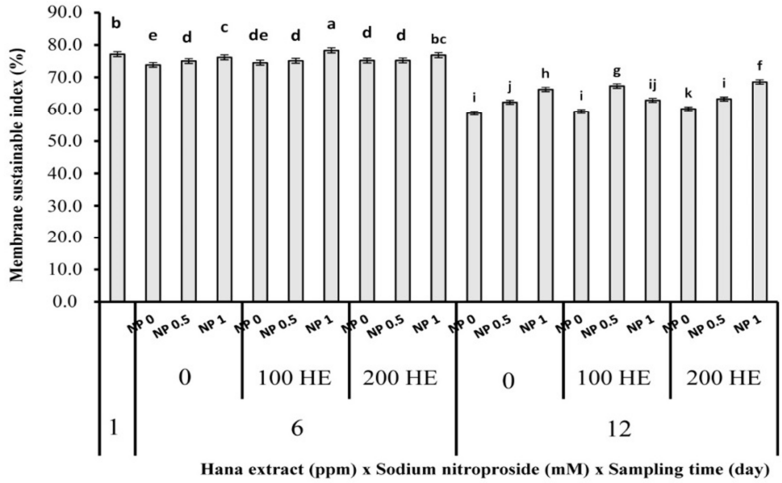
شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و عصاره حنا بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده داوودی.

Figure 7. Mean comparison interaction effect of sampling time and Hana extract on relative fresh weight of chrysanthemum cut flower.



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید بر بر وزن تر نسبی گل شاخه بریده داوودی.

Figure 8. Mean comparison interaction effect of sampling time and sodium nitroproside on relative fresh weight of chrysanthemum cut flower



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید و عصاره حنا بر شاخص پایداری غشا (SNP 0 = سدیم نیتروپروساید صفر (شاهد)، SNP 0.5= سدیم نیتروپروساید ۰/۵ میلی‌مولار، SNP 1= سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار)

Figure 9. Mean comparison interaction effect of sampling time, sodium nitroproside and Hana extract on membrane sustainable of chrysanthemum cut flower (SNP0, without SNP; SNP 0.5: SNP 0.5 mM; SNP 1: SNP 1nM)

کلروفیل b

اثر زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر کلروفیل b در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کلروفیل b با افزایش زمان نمونه-برداری کاهش معنی‌داری پیدا کرد. اگرچه با افزایش سطح عصاره حنا، میزان کلروفیل b افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین میزان کلروفیل b (۰/۲۸ میلی‌گرم در گرم وزن تر) در تیمار عصاره حنا ۲۰۰ ppm مشاهده شد.

بیشترین و کمترین میزان کلرفیل b با ۰/۲۹ و ۰/۲۶ میلی‌گرم درگرم وزن تر به ترتیب در تیمارهای سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار و تیمار شاهد مشاهده شد. اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید بر کلروفیل b در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین میزان کلروفیل b در تیمارهای روز اول نمونه‌برداری و تیمار شاهد و روز ششم نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد.

کلروفیل کل

اثر زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر کلروفیل کل گل شاخه بریده داوودی در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش زمان نمونه‌برداری، کلروفیل کل کاهش معنی‌داری پیدا کرد. کمترین میزان کلروفیل کل (۱/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در روز دوازدهم نمونه‌برداری مشاهده شد. با افزایش سطح عصاره حنا افزایش معنی‌داری در میزان کلروفیل کل مشاهده شد. بیشترین میزان کلروفیل کل در تیمار عصاره حنا ۲۰۰ ppm مشاهده شد. با افزایش سطح سدیم نیتروپروساید، کلروفیل کل افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به طوری که بیشترین میزان کلروفیل کل (۱/۲۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) در تیمار سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد. Mostofi *et al.* 2010 نیز یافته های مشابهی داشتند. نتایج آنها نشان داد سدیم سدیم نیتروپروساید موجب حفظ کلروفیل برگ در گل‌های شاخه بریده گل بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson)، در مقایسه با شاهد در روز هشتم پس از تیمار شده است.

اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید بر کلروفیل کل در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد ($P\leq ۰/۰۱$). بیشترین میزان کلروفیل کل در روز اول نمونه‌برداری و تیمار شاهد و کمترین میزان کلروفیل کل نیز در روز دوازدهم نمونه‌برداری و تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج نشان داد با افزایش زمان نمونه‌برداری، کلروفیل کل، کاهش معنی‌داری پیدا کرد، اما سطوح مختلف سدیم نیتروپروساید سبب تعدیل اثر زمان شده و میزان کاهش کلروفیل کل در تیمارهای حاوی سدیم نیتروپروساید نسبت به تیمار شاهد کمتر بود.

آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز

اثر زمان نمونه‌برداری، عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر آنزیم کاتالاز و اسکوربات پراکسیداز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش زمان نمونه‌برداری، میزان آنزیم کاتالاز و اسکوربات پراکسیداز افزایش معنی‌داری پیدا کرد، به‌طوری که بیشترین و کمترین میزان این آنزیمها بترتیب در روز دوازدهم و روز اول نمونه‌برداری مشاهده شد. براساس نتایج، سدیم نیتروپروساید و عصاره حنا سبب کاهش میزان آنزیم‌های کاتالاز، اسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل‌اکسیداز در گیاه شدند. کمترین میزان آنزیمهای مذکور در تیمار عصاره حنا ۲۰۰ ppm و سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر متقابل عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید بر این آنزیمها در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). کمترین میزان آنزیمهای مذکور در تیمار عصاره حنا ۲۰۰ ppm و سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار مشاهده شد. اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و سدیم نیتروپروساید بر آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد. کمترین میزان آنزیم پلی‌فنل اکسیداز در روز اول نمونه‌برداری در تیمار شاهد مشاهده شد.

Alipour *et al.* (2013) نیز مشاهده نمودند که تیمار سدیم نیتروپروساید فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز را افزایش می‌دهد.

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر عصاره برگ حنا، سدیم نیتروپروساید و زمان نمونه‌برداری بر کلروفیل و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی گل شاخه بریده داودی.

Table 1. Results of variance analysis of Hana leaf extract, sodium nitroproside and sampling time on chlorophile content, and antioxidante enzymes of chrysanthemum cut flower.

Source of variation	d.f.	Mean of squares.					
		Chlorophile a	Chlorophile b	Total chlorophile	Catalyse	Ascorbate peroxidase	Polyphenol oxidase
Hana leaf extract (H)	2	0.0034	0.0037**	0.005**	0.00047**	0.000034^{ns}	0.000008**
Sodium nitroproside (SNP)	2	0.015	0.0039**	0.027**	0.00016**	0.00006**	0.00005**
Sampling time (S)	1	0.09	0.0053**	0.00028^{ns}	0.0011**	0.0000004^{ns}	0.00022**
H x SNP	4	0.00009^{ns}	0.00008^{ns}	0.0004^{ns}	0.000019**	0.000066**	0.000002^{ns}
H x S	2	0.0004^{ns}	0.0001^{ns}	0.00028	0.00014**	0.0000004^{ns}	0.000002^{ns}
SNP x S	2	0.0031*	0.0005*	0.0053*	0.00001^{ns}	0.000007*	0.00003**
H x SNP x S	4	0.0003^{ns}	0.00008^{ns}	0.00029^{ns}	0.000003^{ns}	0.0000015^{ns}	0.000001^{ns}
Error	-	0.00066	0.00066	0.0003	0.0000049	0.000002	0.0000012
C.V. (%)		3.30	4.50	1.53	3.98	5.70	6.08

*، ** و ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

*, **, ns: Significantly difference at 5 and 1% of probability level, and non significantly difference, respectively.

بنابراین این ترکیب با کاهش رادیکال‌های آزاد اکسیژن، حفظ تمامیت غشا، افزایش سنتز ترکیبات فنلی و کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، باعث افزایش کیفیت پس از برداشت گل‌مریم شد. آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو یکی از سیستم‌های کارامد هستند که از سلول‌ها در برابر حمله عوامل بیماریزا و تنش اکسیداتیو که در اثر کمبود آب القاشده، محافظت کرده و از پیری و مرگ سلول‌ها جلوگیری می‌کنند (Hoque *et al*., 2016). آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز با اکسیداسیون فنل‌ها ایجاد پوسیدگی و رنگ قهوه‌ای در گلبرگ‌ها و میوه‌ها می‌کند. بنابراین، کاهش فعالیت این آنزیم می‌تواند یکی از دلایل افزایش عمر گلجایی تیمار سدیم نیتروپروساید باشد.

نتیجه‌گیری کلی

با افزایش زمان نمونه‌برداری، محتوای نسبی آب برگ، محتوای کلروفیل برگ، شاخص پایداری غشا و قطر گل کاهش معنی‌داری پیدا کرد. میزان آنزیم‌های کاتالاز، اسکوربات پراکسیداز، پلی‌فنل اکسیداز با گذشت زمان نمونه‌برداری افزایش معنی‌داری پیدا کرد. عصاره حنا در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ppm سبب بهبود میزان جذب محلول، محتوای نسبی آب برگ، محتوای کلروفیل و شاخص پایداری غشا نسبت به تیمار شاهد شد. اگرچه تیمار ۲۰۰ ppm عصاره حنا نسبت به تیمار ۱۰۰ ppm عصاره حنا عملکرد بهتری داشت. سدیم نیتروپروساید در غلظت ۱ میلی‌مولار بر تمامی پارامتری‌های اندازه‌گیری شده اثر مثبتی داشت. عصاره حنا و سدیم نیتروپروساید سبب کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نسبت به تیمار شاهد شدند. تیمار سدیم نیتروپروساید ۱ میلی‌مولار در روز ششم نمونه‌برداری بهترین تیمار جهت بهبود صفات گل داوودی بود.

REFERENCES

1. Alipour, S., Nasibi, F., & Farahmand, H. (2013). Effect of different concentrations of sodium nitroprusside on physiological characteristics and the vase life of cut flowers of toberose (*Polianthes tuberosa* L.). *Iranian Journal of Biology,* 27, 904-914. (in Farsi).
2. Arnon, D. L. (1949). Copper enzymes in isolated choloroplast. polyphenoxidase in *Vulgaris* Plant. *Physiolology,* 24(1), 1-15.
3. Badiyan, D., Wills, R. B. H., & Bowyer, M. C. (2004). Use of a nitric oxide donor compound to extend the vase life of cut flowers. *HortScience,* 39(6), 1371-1372.

4. Beligni, M.V., Fath, A., Bethke, P.C., Lamattina, L., & Jones, R.L. (2002). Nitric oxide acts as an antioxidant and delays programmed cell death in barley aleurone layers. *Plant Physiology*, 129,1642-1650.
5. Bowyer, M. C., Wills, R. B. H., Badiyan, D., & Ku, V. (2003). Extending the postharvest life of carnations with nitric oxide comparison of fumigation and *in vivo* delivery. *Postharvest Biology and Technology,* 30, 281-286.
6. Chang, L., Liu, L., & Guo, X. (2011). The physiological responses of carnation cut flower to exogenous nitric oxide. *Scientia Horticulturae,* 127, 424-430.
7. Dole, J. M., & Wilkins, H. F. (1999). *Floriculture: principles and species*. Prentice Hall, Inc. New Jersey. 613 pp.
8. Farkhzad, A., Khalighi, A., Mostofi, Y., & Naderi, R. (2008). Effect of some chemical treatment on quality and vase life of lisianthus (*Eustoma grandiflora*) cut flower. *Acta Horticulturae,* 768, 479-486.
9. Guo, F. Q., & Crawford, N. M. (2005). Arabidopsis nitric oxide synthase1 is targeted to mitochondria and protects against oxidative damage and dark-induced senescence. *Plant Cell,* 17, 3436-3450.
10. Halvey, A.H., & Mayak, S. (1979). Senescence and postharvest physiology of cut flowers. *Horticultural Reviews,* 1, 204-234.
11. Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oil and other plant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86, 985-990.
12. Hoque, T.S., Hossain, M.A., Mostofa, M.G., Burritt, D.J., Fujita, M., & Tran, L.P. (2016). Methylglyoxal: An emerging signaling molecule in plant abiotic stress responses and tolerance. *Frontiers in Plant Science,* 7, 1341. doi: 10.3389/fpls.2016.01341
13. Huang, K.T., & Kao, C. H. (2005). Nitric oxide counteracts the senescence of rice leaves induced by hydrogen peroxide. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 46, 21-28.
14. Ichimura, K., Taguchi, M., & Norikhoshi, R. (2009). Extension of the vase life in cut roses by treatment with glucose, isothiazolinonic germicide, citric acid and aluminum sulphat solution, *Japan Agricultural Research Quarterly,* 40(30), 263-269.
15. Kar, M., & Mishra, D. (1976). Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence*. Plant Physiology,* 57(2), 315-319.
16. Mansouri, H. (2012). Salicylic acid and sodium nitroprusside improve postharvest life of chrysanthemums. *Scientia Horticulturae,* 145, 29-33.
17. 17.Mehran, A., Hossein, D. G., & Tehranifar, A. (2008). Effects of pre-harvest calcium fertilization on vase life of rosecut flowers cv. Alexander. *Acta Horticulturae,* 804, 215-218.
18. Meng, X. (2004). Relation of flower development and anthocyanin accumulation in gerbera *Journal of Horticultural Science and Biotechnology,* 79(1), 131-137.
19. Mostofi, Y., Rasouli, P., Naderi, R. A., Bagheri Marandi, Gh., & Shafiee, M.H. (2010). The effect of nitric oxide and tidiazuron on longevity and some qualitative traits of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. Nelson). *Iranian Journal of Horticultural Science,* 41 (4), 301-308. (in Farsi).
20. Nabigol, A., Naderi, R., Mesbah, B., & Kafi, M. (2006). Increasing the life span of chrysanthemums (*Chrysanthemum morifolum* L.) by preservative solutions and inspecting the end of the stem. *Journal of Horticultural Science and Technology,* 7, 207-216.
21. Ranieri, A., Castagna, A., Pacini, J., Baldan, B., Sodi, A. M., & Soldatini, G. F. (2003). Early production and scavenging of hydrogen peroxide in the apoplast of sunflower plants exposed to ozone. *Journal of Experimental Botany,* 54, 2529-2540.
22. Reid, M. S., & Jiang, C. Z. (2012). Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. *Horticultural Reviews,* 40, 3-56.
23. Salehi Surmaghi, M. H. (2006). *Medicinal and herbal medicinal plants*. Institute of World Nutrition and Health Press. 434 pp.
24. Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., & Naderi, R. (2009). Essential oils and silver nanoparticles (snp) as novel agents to extend vase life of gerbera flowers. *Posthharvest Biology and Technology,* 53, 155-158.
25. Velikova, V., Yordanov, I., & Edreva, A. (2001). Oxidative stress and someantioxidant systems in acid rain treated beans plant's protective role on exogenous polyamines. *Plant Science,* 151, 159.