فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۹، شماره ۳۸، مهر و آبان ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

کاربرد تیمار پس از برداشت اتانول در بهبود طول عمر گل‌های شاخه بریدنی دو رقم ژربرا

سهیلا شعبانیان[۱]، مریم نصراصفهانی*[۱] و رویا کرمیان[۲]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد [۲] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰۲/۱۵)

چکیده

ژربرا یک گل شاخه بریدنی مهم از نظر تجاری است که به‌واسطه انسداد آوندی پایین دارای دوره زندگی گلدانی کوتاهی است. در این مطالعه تأثیراستفاده از اتانول (۲ درصد) در طولانی‌کردن عمر گلجایی شاخه بریدنی‌های دو رقم ژربرا ('Bayadere' و 'Sunway') و نیز تغییرات در وزن تر، سرعت جذب آب و برخی فاکتورهای فیزیولوزیکی و بیوشیمیایی در ساقه مورد ارزیابی قرار گرفت. اتانول عمر گلجایی هر دو رقم ژربرا را طولانی کرد و تأثیرش روی 'Sunway' بیشتر از 'Bayadere' بود. استعمال اتانول در محلول گلجای باعث شد میزان پرولین در ساقه هر دو رقم ژربرا کاهش یابد که نشان‌دهنده کاهش تنش آبی در شاخه بریدنی‌های تیمارشده با اتانول است. استفاده از اتانول باعث کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز و افزایش فعالیت فنیل‌آلانین آمونیالیاز شد که با افزایش در میزان فنل کل و فلاونوئیدها همراه بود به‌علاوه، کاهش تجمع مالون دآلدئید در ساقه هر دو رقم ژربرا تیمارشده با اتانول مشاهده شد که با عملکرد بهبودیافته سیستم آنتی‌اکسیدانتی در این شاخه بریدنی‌ها مرتبط می‌شود. بنابراین استفاده از اتانول به‌عنوان روش ارزان و دوستدار با محیط‌زیست برای بهبود عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی ژربرا پیشنهاد می‌شود.

کلمات کلیدی: اتانول، پیری گل، ژربرا، عمر گلجایی، عملکرد پس از برداشت، گل شاخه بریدنی

مقدمه

طول عمر و کیفیت گل‌های شاخه بریدنی فاکتورهای مهمی برای بازارپسندبودن گل‌های زینتی هستند به‌دلیل این که طول عمر کوتاه و کیفیت پایین گل‌های شاخه بریدنی مشکلاتی را در حمل و نقل برای مسافت‌های طولانی ایجاد می‌کند که ارزش تجاری صادرات گل‌های زینتی را کاهش می‌دهند (Gebremedhin *et al.*, 2013; Hegazi, 2016). به این ترتیب، ماندگاری پس از برداشت گل‌های زینتی در تعیین ارزش تجاری و بازار پسندی گل‌های شاخه بریدنی بسیار اهمیت دارد. پیری زود هنگام یکی از دلایل اصلی طول عمر کوتاه و کیفیت پایین گل‌های شاخه بریدنی زینتی است که بازار پسند بودن این گل‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Salehi-Lisar and Bakhshayeshan-Agdam, 2016) و با تغییرات در فرآیندهای متنوع مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی نظیر نفوذپذیری غشا سلولی، نشت یونی غشا پلاسمایی، افزایش سرعت تنفس، افزایش فعالیت هیدرولیکی، تغییرات در اندامک‌های سلولی و تجزیه ماکرومولکول‌ها همراه می‌شود (Rani and Singh, 2014). جلوگیری از آسیب‌های واردشده به گل‌های زینتی بعد از بریده‌شدن که به‌صورت پژمردگی و ریزش گلبرگ‌ها ظاهر می‌شود یکی از مهم‌ترین چالش‌های

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Esfahani.m@lu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

محققان است. با تأخیر در روند پیری گل‌های شاخه بریدنی، فروشندگان و خریداران گل‌های زینتی می‌توانند شاخه بریدنی‌ها را برای مدت طولانی‌تری نگهداری کنند.

فاکتورهای متعددی در القاء پیری گل‌های شاخه بریدنی نقش دارند (Ebrahimzadeh *et al*., 2008). این فاکتورها شامل ژنوتیپ، فاکتورهای محیطی (مانند درجه حرارت، رطوبت، روابط آبی و وضعیت تغذیه‌ای)، فعالیت‌های میکروبی، افزایش تولید و حساسیت به اتیلن، و تنش اکسیداتیو است. تنش آبی به‌واسطه انسداد آوند چوبی و کاهش جذب و انتقال آب یکی از دلایل اصلی پیری زود هنگام است که به کوتاه‌شدن ماندگاری و کیفیت پایین گل‌های شاخه بریدنی منجر می‌شود (Lu *et al*., 2010; Van Doorn, 2012). از طرف دیگر، عدم‌توازن هورمون‌ها و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه در تسریع روند پیری در گل‌های شاخه بریدنی دخالت دارند (Reid and Jiang, 2012). در میان هورمون‌های گیاهی، اتیلن از طریق تسریع روند پیری و کاهش زندگی گلدانی در تعداد زیادی از گل‌های زینتی نقش مهمی در کیفیت پس از برداشت گل‌ها بازی می‌کند (Scariot *et al*., 2014). به‌علاوه، کیفیت گل‌ها پس از برداشت با تنش اکسیداتیو ایجادشده به‌دلیل تجمع مقادیر زیاد گونه‌های فعال اکسیژن مرتبط است که به فرآیندهای مهم سلولی آسیب می‌زند و پیری را در گل‌های شاخه بریدنی تسریع می‌کند (Arora *et al*., 2007). بنابراین، به‌منظور افزایش طول عمر و بهبود کیفیت گل‌های شاخه بریدنی یک نیاز مبرم برای شناسایی تکنیک‌های کارآمد، دوستانه با محیط‌زیست و مقرون به‌صرفه از نظر اقتصادی وجود دارد.

ژربرا (*Gerbera jamesonii* Bolus) متعلق به خانواده آستراسه بوده و یکی مهم‌ترین گل‌های شاخه بریدنی زینتی در صنعت گل در جهان است که براساس طبقه‌بندی جهانی، از نظر میزان تولید رتبه چهارم را در بین گل‌های شاخه بریدنی داراست. به‌دلیل تنوع بالا در رنگ و شکل، تقاضا برای شاخه بریدنی‌های ژربرا در بازار بسیار زیاد است (Azadi *et al*., 2016). به هر حال، استفاده از ترکیبات نگهدارنده در محلول‌های غذایی به‌عنوان یکی از روش‌های مناسب و متداول برای افزایش ماندگاری و کیفیت گل‌های شاخه بریدنی شناسایی شده است. در گزارشات متعددی از محلول‌های نگهدارنده مانند سولفید هیدروژن، نیترات نقره، نیتریک اکسید، اسید سالیسیلیک، سوکروز و کلسیم برای حفظ کیفیت و طولانی‌کردن زندگی پس از برداشت شاخه بریدنی‌های ژربرا استفاده شده است (Ardebili *et al*., 2013; Darras *et al*., 2012; De Witte *et al*., 2014; Lu *et al*., 2010; Perik *et al*., 2012; Solgi *et al*., 2009). به هر حال، اطلاعات گزارش‌شده اندکی وجود دارد در ارتباط با این که محلول‌های نگهدارنده از طریق چه مکانیسم‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی ماندگاری و کیفیت شاخه بریدنی‌های ژربرا را بهبود می‌بخشند.

اتانول یک محلول نگهدارنده ارزان با فعالیت آنتی‌میکروبی است که ماندگاری پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی، سبزیجات و میوه‌ها را بهبود می‌بخشد (Xu *et al*., 2012; Gao *et al*., 2017). در چندین مطالعه نشان داده شده است که تیمار با اتانول، عمر گلجایی شاخه بریدنی‌های میخک (*Dianthus caryophyllus*) (Karimian and Pun *et al*., 2014; Tehranifar, 2011; Podd and Van Standen, 2002) و رز (*Rosa hybrid*) (Kumar *et al*., 2008) را افزایش می‌دهد. در گزارش دیگری نشان داده شده است که تیمار پس از برداشت گل‌کلم بروکلی (*Brassica oleracea* L.) با اتانول دوره زندگی، کیفیت پس از برداشت و نیز ارزش غذایی گل‌کلم بروکلی را افزایش می‌دهد (Xu *et al*., 2012). به‌علاوه، تیمار پس از برداشت با اتانول، پیری در خربزه شیرین شرقی (*Cucumis melo* var. makuwa Makino) را به تأخیر انداخته و کیفیت آن در طی انبارکردن بهتر حفظ می‌شود (Jin *et al*., 2012). اتانول قهوه‌ای‌شدن پس از برداشت ساقه کاهو (*Lactuca sativa* L.) را به تأخیر انداخته و از رشد میکروب‌ها بر روی دیسک‌های ساقه کاهو جلوگیری می‌کند (Yan *et al*., 2015).

در این مطالعه تأثیر اتانول روی عمر گلجایی دو رقم گل شاخه بریدنی ژربرا و تغییرات در برخی از فاکتورهای

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

فیزیولوژیکی و بیوشیمایی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش روی دو رقم ژربرا ('Bayadere' و 'Sunway') صورت گرفت که براساس آزمایش‌های اولیه مشخص شده بود که رقم 'Bayadere' در مقایسه با رقم 'Sunway' ماندگاری پس از برداشت بهتری نشان می‌دهد (Shabanian *et al.*, 2018). شاخه بریدنی‌های ژربرا که در مرحله بلوغ مشابه و یکنواختی در اندازه و کیفیت بودند از یک گلخانه مکانیزه و استاندارد در شهر پاکدشت خریداری شدند و سریعاً به آزمایشگاه منتقل گردیدند. بعد از انتقال به آزمایشگاه، انتهای ساقه گل‌های شاخه بریدنی برای جلوگیری از آمبولی هوا و انسداد آوندها در زیر آب برش داده شدند به‌طوری‌که همه شاخه‌های گل بعد از برش دارای طول ساقه یکسان ٤٠ سانتی‌متر بودند. با آزمایش‌های اولیه، غلظت ۲ درصد اتانول به‌عنوان غلظت مناسب برای محلول نگهدارنده هر دو رقم ژربرا انتخاب شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول دو رقم ژربرا ('Bayadere' و 'Sunway') و فاکتور دوم تیمارهای اتانول (اتانول ۲درصد به‌مدت ٢٤ ساعت، اتانول ۲ درصد به‌مدت ٤٨ ساعت و تیمار شاهد) بود. برای تیمار شاهد گیاهان در آب قرار داده شدند. پارامترهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی مختلف در ساقه گل‌های شاخه بریدنی در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی‌شان اندازه‌گیری شدند.

زمانی که پنجاه درصد از گلبرگ‌ها پژمرده شدند به‌عنوان پایان عمر گلجایی در نظر گرفته شد (Gerasopoulos and Chebli, 1999). تغییرات در وزن تر و جذب آب شاخه بریدنی‌های ژربرا در روزهای صفر، اولین، سومین، پنجمین و هفتمین روز زندگی گلدانی در هر دو رقم ژربرا براساس روش بیان‌شده توسط Lu و همکاران (۲۰۱۰) اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری میزان پرولین، مالون دآلدئید (MDA)، فنل کل و فلاونوئید کل: میزان پرولین در نمونه‌های ساقه عصاره‌گیری‌شده توسط سولفوسالیسیلیک اسید ۳ درصد مطابق روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پرولین، ۲ میلی‌لیتر عصاره ساقه به‌همراه اسید استیک گلاسیال (۲ میلی‌لیتر) و معرف نین‌هیدرین (۲ میلی‌لیتر) مخلوط کرده و برای مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. برای توقف واکنش، نمونه‌ها سریعاً به ظرف محتوی یخ منتقل شدند. سپس ٤ میلی‌لیتر تولوئن به نمونه‌ها اضافه شد و جذب محلول رویی در طول‌موج ۵۲۰ نانومتر خوانده شد. میزان MDA که به‌عنوان شاخصی برای تعیین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای ساقه در نظر گرفته می‌شود با استفاده از باربیتوریک اسید مطابق روش Packer و Heath (١٩٦٨) انجام شد. در این روش، به نمونه‌های عصاره‌گیری‌شده توسط محلول ۰/۰۱ درصد تری‌کلرو استیک اسید، محلول تری‌کلرو استیک اسید ۰/۵ درصد اضافه شد و شدت جذب در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ٦٠٠ نانومتر خوانده شد. برای محاسبه غلظت MDA از ضریب خاموشی $155\ mM^{-1}cm^{-1}$ استفاده شد. میزان فنل کل در ساقه‌های گل‌های شاخه بریدنی با استفاده از روش فولین- سیوکالتو (Singleton and Rossi, 1965) استفاده شده. برای اندازه‌گیری فنل، میزان مناسبی از عصاره بافتی، معرف فولین و کربنات سدیم (یک مولار) را مخلوط کرده و جذب مخلوط در طول‌موج ٧٦٥ خوانده شد. برای رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف اسید گالیک استفاده شد. فلاونوئید کل توسط روش کلرید آلومینیوم (Chang *et al.*, 2002) اندازه‌گیری شد. در این روش مقدار مناسب عصاره بافت ساقه به‌همراه کلرید آلومنیوم (۱۰٪) و استات پتاسیم (یک مولار) مخلوط گردید و بعد از ۳۰ دقیقه جذب نمونه‌ها در طول‌موج ٤١٥ خوانده شد.از غلظت‌های مختلف محلول کوئرسین برای رسم منحنی استادارد استفاده شد.

اندازه‌گیری پروتئین کل و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (CAT)، آسکوربات پراکسیداز (APX)، پلی‌فنل اکسیداز (PPO)، پراکسیداز (POD)، سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و فنیل‌آلانین لیاز (PAL): عصاره مورد نیاز برای اندازه‌گیری میزان پروتئین کل و نیز فعالیت آنزیم‌های CAT، APX، PPO،

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

POD، SOD و PAL مطابق روش بیان‌شده توسط Mostajeran و Nasr Esfahani (۲۰۱۱) تهیه شد.

برای ارزیابی فعالیت آنزیم CAT، به بافر واکنش شامل ۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات پتاسیم (pH=۷) و ۱۰ میلی‌مولار H_2O_2 مقدار مناسب عصاره آنزیمی اضافه گردید و کاهش در جذب نانومتر به‌واسطه کاتابولیزه‌شدن H_2O_2 در طول‌موج ۲۴۰ نانومتر خوانده شد (Aebi, 1984). فعالیت آنزیم کاتالاز برحسب میکرومولار H_2O_2 در دقیقه در هر گرم وزن تازه بافت و ضریب خاموشی $mM^{-1}cm^{-1}$ ۰/۰۳۶ گزارش شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم APX، به بافر واکنش [۵۰ میلی‌مولار بافر فسفات پتاسیم (pH=۷)، ۰/۵ میلی‌مولار آسکوربات، ۰/۱ میلی‌مولار هیدروژن پراکسید و ۰/۱ میلی‌مولار EDTA)] میزان مناسب عصاره آنزیمی اضافه شد و کاهش در جذب در طول‌موج ۲۹۰ نانومتر به‌واسطه اکسیدشدن آسکوربات بررسی شد. فعالیت آنزیم برحسب میکرومول آسکوربات در دقیقه در هر گرم بافت تازه و ضریب خاموشی آسکوربات $mM^{-1}Cm^{-1}$ ۲/۸ محاسبه گردید (Nakano and Asada, 1981). فعالیت POD براساس افزایش جذب در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر به‌واسطه تولید تتراگایاکول از اکسیداسیون گایاکول ارزیابی شد (Chance and Maehly, 1955). فعالیت PPO از روش سرعت تشکیل پورپوروگالین (purpurogallin) به‌دلیل اکسیداسیون پیروگالل که به‌صورت افزایش جذب در طول‌موج ۴۲۰ نانومتر ارزیابی می‌شود (Putter, 1974). فعالیت SOD براساس سرعت مهار احیای نوری نیتروبلو تترازولیوم در طول‌موج ۵۶۰ نانومتر ارزیابی شد (Giannopolitis and Ries, 1977). برای فعالیت آنزیم PAL از بافر واکنش شامل ۵۰ میلی‌مولار تریس- اسید کلریدریک (pH=۸/۵) و ۱۲/۱ میلی‌مولار L- فنیل‌آلانین و مقدار مناسب عصاره آنزیمی استفاده شد و فعالیت آنزیم براساس افزایش در طول‌موج ۲۹۰ نانومتر به‌واسطه تشکیل ترانس- سینامیک اسید اندازه‌گیری شد (Koukol and Conn, 1961). میزان پروتئین کل در نمونه‌ها براساس روش برادفورد اندازه‌گیری شد (Bradford, 1976).

نتایج آزمایش‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS مورد تجزیه قرار گرفت و معنی‌داربودن آنها در سطح ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفت.

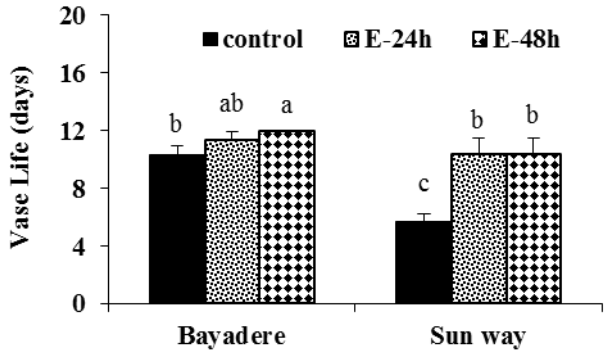
نتایج

تأثیر تیمار پس از برداشت اتانول روی عمر گلجایی، وزن تر و تغییرات جذب آب: نتایج نشان داد که در مقایسه با گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در آب، عمر گلجایی در گل‌های ژربرا شاخه بریدنی نگهداری‌شده در محلول نگهدارنده محتوی اتانول برای مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۴۱ و ۴۱ درصد در رقم 'Bayadere' و ۹۴ و ۸۱ درصد در رقم 'Sunway' طولانی‌تر شد (شکل ۱). نتایج نشان داد که در رقم 'Bayadere'، وزن تر در روزهای اول، سوم، پنجم و هفتم پس از برداشت به‌ترتیب ۲۴، ۲۵، ۲۴ و ۱۸ درصد در تیمار با اتانول برای ۲۴ ساعت و به‌ترتیب ۲۶، ۲۶، ۲۷ و ۲۳ درصد در تیمار با اتانول برای ۴۸ ساعت در مقایسه با آب‌مقطر افزایش نشان داد (شکل ۲a). در حالی که در رقم 'Sunway'، وزن تر در روزهای اول، سوم، پنجم و هفتم پس از برداشت در تیمار با اتانول برای ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۳۶، ۴۳، ۴۸ و ۴۸ درصد و در تیمار با اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۲۱، ۲۸، ۳۳ و ۳۸ درصد در مقایسه با شاهد (آب‌مقطر) افزایش نشان داد (شکل ۲b).

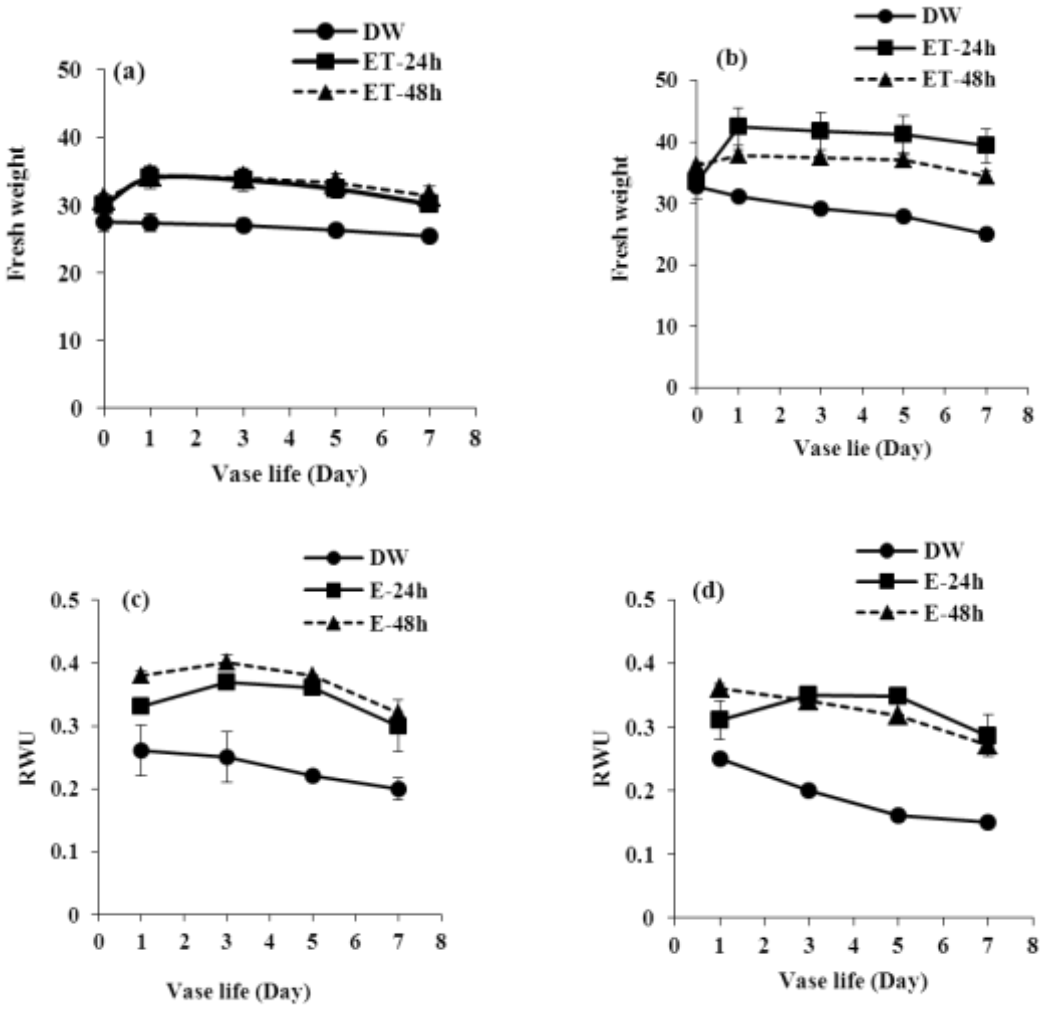
نتایج مربوط به تأثیر محلول نگهدارنده محتوی اتانول روی سرعت جذب آب در گل‌های شاخه بریدنی 'Bayadere' و 'Sunway' در طی یک دوره هفت روزه نشان داد که تیمار گل‌های شاخه بریدنی با اتانول به افزایش در سرعت جذب آب در هر دو رقم در مقایسه با شاهد شد. در گل‌های شاخه بریدنی 'Bayadere'، سرعت جذب آب در گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در محلول نگهدارنده اتانول برای ۲۴ ساعت در روزهای اول، سوم، پنجم و هفتم زندگی گلدانی‌شان به‌ترتیب ۲۷، ۴۱، ۶۳ و ۵۰ درصد و در گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در محلول نگهدارنده اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۴۶، ۶۰، ۷۳ و ۶۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد (شکل ۲c). در رقم 'Sunway'، سرعت جذب آب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]



شکل ۱- تأثیر تیمار با اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت (E-24h و E-48h) روی دوره زندگی گلدانی در شاخه بریدنی‌های دو رقم ژربرا ('Bayadère' و 'Sunway'). حروف نامشابه نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها است.



شکل ۲- تأثیر تیمار با اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت (E-24h و E-48h) روی تغییرات وزن تر (FW) (بر حسب گرم) و تغییرات جذب آب (RWU) (بر حسب گرم در روز) در شاخه بریدنی‌های دو رقم ژربرا ('Bayadère' و 'Sunway'). a و c رقم 'Bayadère' و b و d رقم 'Sunway'، DW، آب‌مقطر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

در روزهای اول، سوم، پنجم و هفتم زندگی گلدانی در شاخه بریدنی‌های تیمارشده با اتانول برای ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۲۴، ۷۵، ۱۱۸ و ۹۱ درصد و در شاخه بریدنی‌های تیمارشده با اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۴۴، ۷۰، ۹۹ و ۸۰ درصد در مقایسه با شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب افزایش نشان داد (شکل 2d).

تأثیر تیمار پس از برداشت اتانول روی محتوی MDA و پرولین: تأثیر محلول نگهدارنده اتانول روی کاهش آسیب‌های حاصل از تنش خشکی در شاخه بریدنی‌های 'Bayadere' و 'Sunway' را توسط ارزیابی میزان MDA در ساقه گل‌های ژربرا در طی یک دوره هفت روزه مورد بررسی قرار گرفت (شکل 3a). نتایج نشان داد میزان MDA در طی روز سوم و هفتم زندگی گلدانی در ساقه شاخه بریدنی‌ها 'Bayadere' تیمارشده با اتانول برای ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۴۶ و ۴۶ درصد و ساقه شاخه بریدنی‌ها تیمارشده با اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۴۵ و ۵۴ درصد در مقایسه با میزان آن در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب کاهش پیدا کرد. (شکل 3a). به‌علاوه میزان MDA در گل‌های 'Sunway' تیمارشده با اتانول برای ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۴۵ و ۳۶ درصد و در تیمار با اتانول برای ۴۸ ساعت رتیب ۳۸ و ۲۴ درصد در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی در مقایسه با میزان آن در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب کاهش نشان داد (شکل 3a).

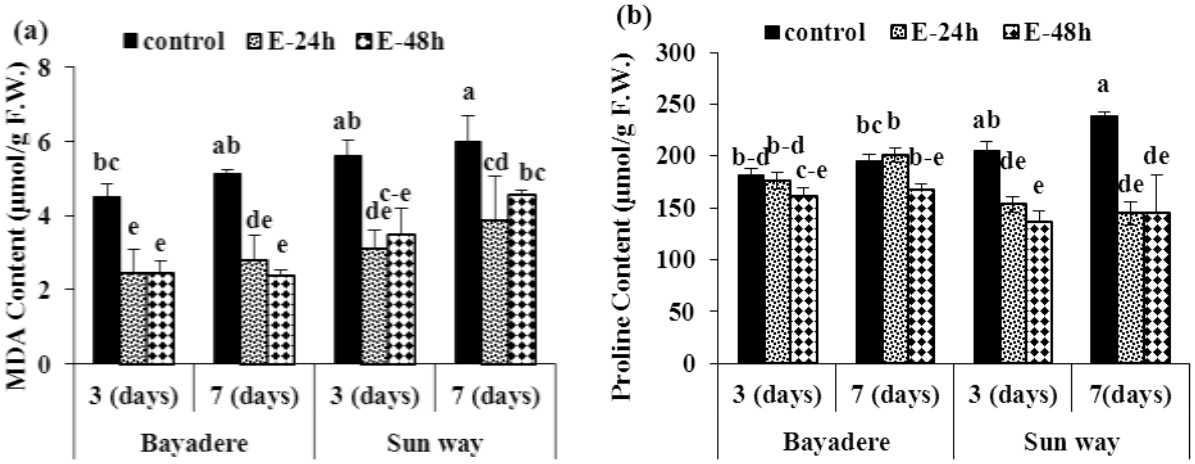
برای ارزیابی تأثیر تیمار پس از برداشت شاخه بریدنی‌های ژربرا با اتانول روی میزان تنش خشکی در ساقه‌های هر دو رقم ژربرا، تجمع پرولین در ساقه‌های ژربرا نگهداری‌شده در آب‌مقطر و اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت در یک دوره هفت روزه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که میزان پرولین در رقم 'Bayadere' نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ ساعت و ۴۸ ساعت در روز سوم و هفتم زندگی گلدانی تفاوتی را با میزان پرولین در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب نشان ندادند (شکل 3b). میزان پرولین در شاخه بریدنی‌های 'Sunway' نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ ساعت به‌ترتیب ۲۵ و ۳۹ درصد و در ساقه شاخه بریدنی‌های تیمارشده با اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۳۳ و ۳۹ درصد در روزهای سوم و هفتم در مقایسه با میزان آن در ساقه شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب کاهش نشان دهد (شکل 3b).

تأثیر تیمار پس از برداشت اتانول روی محتوی فنل کل، فلاونوئید کل و پروتئین کل: نتایج نشان داد که استفاده از اتانول برای مدت ۲۴ ساعت به‌عنوان محلول نگهدارنده باعث شد که میزان فنل کل در ساقه 'Bayadere' در روز هفتم زندگی گلدانی ۳۱ درصد و در ساقه 'Sunway' به‌ترتیب ۳۸ و ۷۰ در روزهای سوم و هفتم در مقایسه با میزان آن در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب افزایش نشان دهد (شکل 4a). به‌علاوه، بکارگیری اتانول برای ۴۸ ساعت باعث شد که میزان فنل کل در ساقه 'Bayadere' به‌ترتیب ۲۱ و ۵۴ درصد و در ساقه 'Sunway' به‌ترتیب ۵۴ و ۷۰ درصد در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی در مقایسه با شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب افزایش نشان دهد (شکل 4a). به‌علاوه، میزان فلاونوئید در شاخه بریدنی‌های 'Bayadere' نگهداری شده در اتانول برای مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۲۰ و ۳۰ درصد در روز سوم و ۳۷ و ۵۳ درصد در روز هفتم زندگی گلدانی در مقایسه با شاخه بریدنی شاهد افزایش نشان داد (شکل 4b). در مورد رقم 'Sunway'، میزان فلاونوئید در ساقه گل‌های نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۳۲ و ۵۴ درصد در روز سوم و به‌ترتیب ۲۶ و ۳۸ درصد در روز هفتم در مقایسه با میزان آن در رقم‌های ژربرا نگهداری‌شده در آب افزایش نشان داد (شکل 3b).

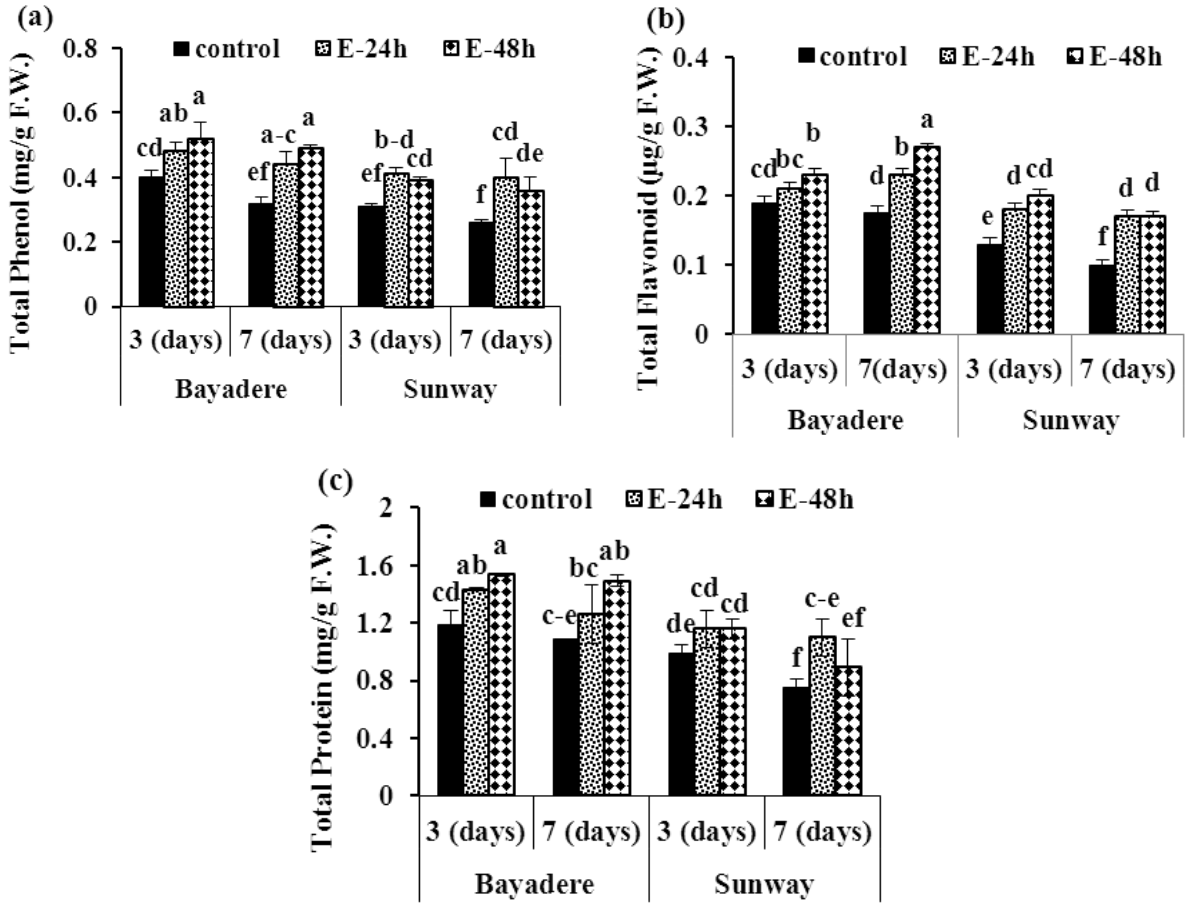
میزان پروتئین کل در شاخه بریدنی 'Bayadere' در تیمار اتانول ۲۴ ساعت، ۲۰ درصد در روز سوم و در ساقه شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در اتانول برای ۴۸ ساعت به‌ترتیب ۲۹ و ۳۷ درصد در روزهای سوم و هفتم در مقایسه با شاخه بریدنی شاهد افزایش نشان داد (شکل 4c). در شاخه بریدنی 'Sunway'، به استثنای افزایش ۴۷ درصدی میزان پروتئین در شاخه بریدنی در اتانول برای مدت ۲۴ ساعت، در روز هفتم، میزان پروتئین کل در ساقه‌های نگهداری‌شده در اتانول برای مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت تفاوت معنی‌داری را با

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]



شکل ۳- تأثیر تیمار با اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت (E-24h و E-48h) روی میزان مالون دآلدئید (MDA) (a) و پرولین (b) در ساقه گل‌های شاخه بریدنی دو رقم ژربرا ('Bayadère' و 'Sunway').



شکل ٤- تأثیر تیمار اتانول ۲۴ و ۴۸ ساعت (E-24h و E-48h) روی میزان فنل کل (a)، فلاونوئید کل (b) و پروتئین کل (c) در ساقه گل‌های شاخه بریدنی دو رقم ژربرا ('Bayadère' و 'Sunway'). DW، آب‌مقطر

میزان آن در گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در آب نشان نداد (شکل ٤c).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

تأثیر تیمار پس از برداشت اتانول روی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت CAT، APX، SOD، POD، PPO و PAL در ساقه‌های گل‌های شاخه بریدنی ژربرا: فعالیت آنزیم CAT در ساقه شاخه بریدنی‌های رقم‌های 'Bayadere' نگهداری‌شده در آب به میزان معنی‌داری در مقایسه با فعالیت آن در گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در آب افزایش نشان داد. فعالیت آنزیم CAT در رقم 'Sunway' نگهداری‌شده در اتانول تفاوت معنی‌داری را با میزان فعالیت این آنزیم در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب نشان ندادند (شکل ۵a).

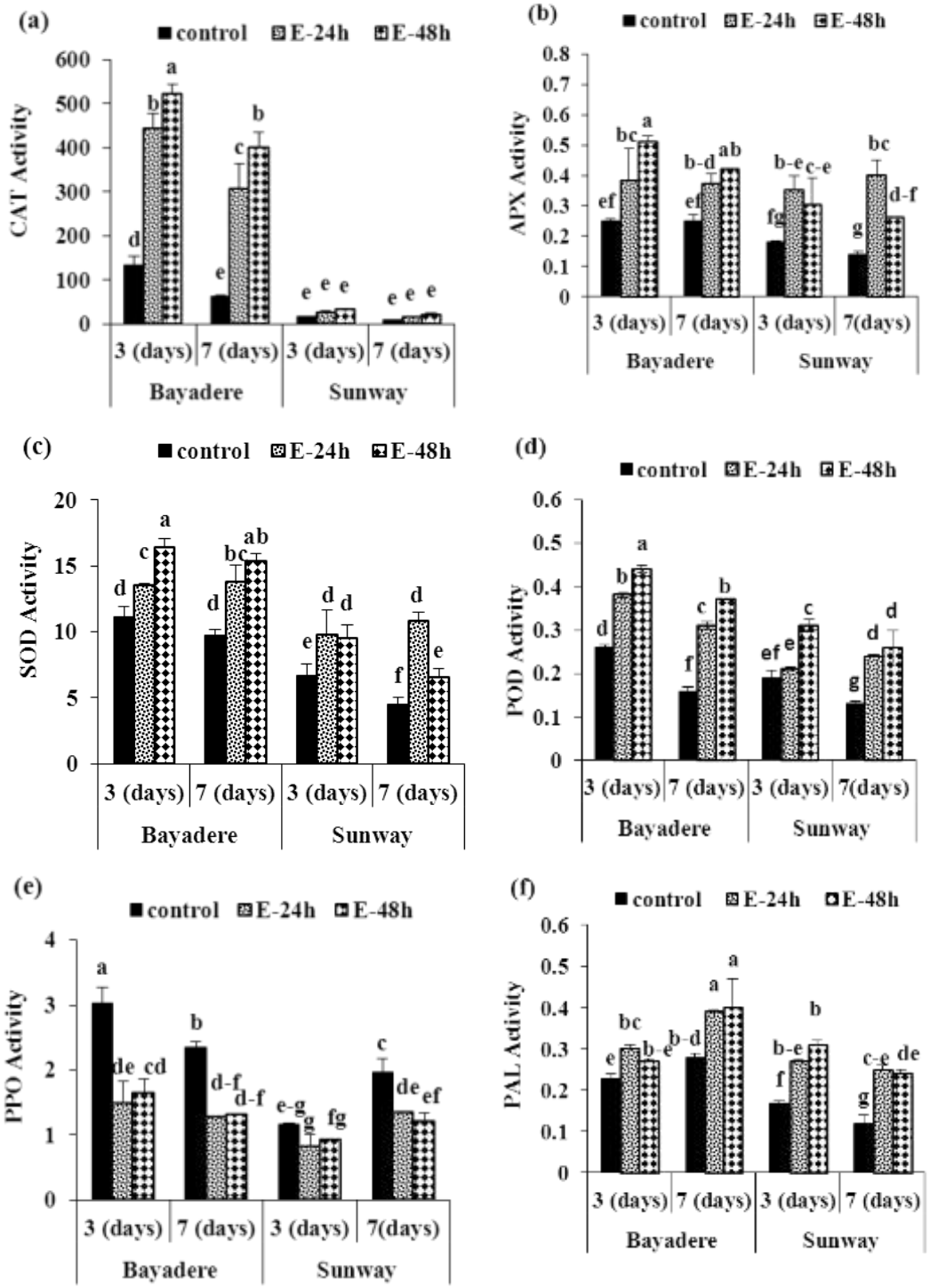
فعالیت آنزیم‌های APX و SOD در ساقه گل‌های شاخه بریدنی 'Bayadere' و 'Sunway' نگهداری‌شده در محلول گلدانی محتوی اتانول در دوره هفت روزه زندگی گلدانی‌شان در مقایسه با شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم POD در ساقه رقم 'Bayadere' نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی افزایش معنی‌داری را در مقایسه با فعالیت این آنزیم در گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در آب نشان داد. در رقم 'Sunway'، فعالیت آنزیم POD در گل‌های نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ ساعت افزایش معنی‌داری را در روز هفتم و در گل‌های نگهداری‌شده در اتانول برای ۴۸ ساعت افزایش معنی‌داری را در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی‌شان در مقایسه با شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب نشان دادند (شکل ۵d). فعالیت آنزیم PAL در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی در رقم'Bayadere' نگهداری‌شده در اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت در مقایسه با فعالیت این آنزیم در گل‌های 'Bayadere' نگهداری‌شده در آب افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد در حالی‌که در رقم 'Sunway'، فعالیت آنزیم PAL در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در اتانول برای ۴۸ ساعت در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی‌شان در مقایسه با شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب افزایش نشان داد (شکل ۵e). نتایج نشان داد که استفاده از اتانول به‌عنوان محلول نگهدارنده باعث شد که فعالیت آنزیم PAL در ساقه رقم‌های 'Bayadere' و 'Sunway' در روزهای سوم و هفتم زندگی گلدانی در مقایسه با فعالیت این آنزیم در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب به میزان معنی‌داری افزایش نشان دهد (شکل ۵f).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که بکارگیری اتانول به‌عنوان محلول نگهدارنده باعث شد که دوره زندگی گلدانی گل‌های شاخه بریدنی دو رقم ژربرا ('Bayadere' و 'Sunway') در مقایسه با گل‌های شاخه بریدنی نگهداری‌شده در آب طولانی‌تر شود. اتانول دوره زندگی گلدانی رقم 'Sunway' را در مقایسه با رقم 'Bayadere' طولانی‌تر کرد. این یافته نشان می‌دهد که تأثیر اتانول در طولانی عمر گلجایی به ژنوتیپ گل بستگی دارد که با مطالعات پیشین مربوط به تأثیر مواد نگهدارنده مانند ۸-هیدروکسی کوینولین سیترات و سدیم نیتروپروساید در طولانی‌کردن عمر گلجایی گل‌های شاخه بریدنی مانند ژربرا، رز و کلماتیس در توافق هستند (Rabiza-In *et al*., 2017; Shabanian *et al*., 2018; Swider *et al*., 2017). نتایج این مطالعه نشان داد که شاخه بریدنی‌های 'Sunway' نگهداری‌شده در آب دوره زندگی کوتاه‌تری در مقایسه با شاخه بریدنی‌های 'Bayadere' نگهداری‌شده در آب داشتند که این دوره زندگی کوتاه‌تر در 'Sunway' با کاهش بیشتر در سرعت جذب آب در این رقم در طی دوره آزمایش مرتبط است. این کاهش در سرعت جذب آب در رقم 'Sunway' توسط استفاده از اتانول بهبود یافت. از آنجایی که افزایش سرعت تنفس به‌عنوان دلیلی برای کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریدنی پیشنهاد شده است (Bieleski and Reid, 1992; Serek *et al*., 1995). بنابراین اتانول احتمالاً با کاهش سرعت تنفس باعث می‌شود از کاهش وزن تر گل‌های شاخه بریدنی 'Sunway' در طی آزمایش جلوگیری کند. در چندین مطالعه نشان داده شده است که تیمار با اتانول سرعت تنفس پس از برداشت کاهش می‌یابد و بنابراین اتانول از کاهش وزن تر محصولات پس از برداشت جلوگیری می‌کند (Hu *et al*., 2010; Wang *et al*., 2014).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]



شکل ۵- تأثیر تیمار با اتانول برای ۲۴ و ۴۸ ساعت (E-24h و E-48h) روی میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز (a)، آسکوربات پراکسیداز (b)، سوپراکسید دیسموتاز (c)، پراکسیداز (d)، پلی‌فنل اکسیداز (e) و فنیل آلانین لیاز (f) در ساقه گل‌های شاخه بریدنی دو رقم ژربرا ('Bayadère' و 'Sunway').

حفظ میزان مناسب آب در گل‌های شاخه بریدنی به‌عنوان یک روش مهم در طولانی‌کردن زندگی گلدانی شاخه بریدنی‌ها پیشنهاد شده است (Reid and Jiang, 2012; van Doorn, 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که سرعت جذب آب در دو

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

رقم ژربرا نگهداری‌شده در اتانول در مقایسه با رقم‌های ژربرا نگهداری‌شده در آب بیشتر بود و به‌علاوه، تأثیر اتانول روی سرعت جذب آب در رقم 'Sunway' در مقایسه با 'Bayadere' بیشتر بود. این نتایج مدرکی دال بر تأثیر بهتر محلول نگهدارنده اتانول روی ماندگاری پس از برداشت رقم 'Sunway' در مقایسه با 'Bayadere' است. از طرف دیگر، در حالی‌که افزایش سرعت جذب آب در رقم 'Sunway' تیمارشده با اتانول با افزایش وزن تر شاخه بریدنی‌ها همراه بود، سرعت افزایش‌یافته جذب آب در 'Bayadère' تیمارشده با اتانول با افزایش وزن تر شاخه بریدنی‌ها همراه نبود. سرعت پایین جذب و انتقال آب در ساقه شاخه بریدنی‌ها می‌تواند به انسداد آوندهای چوبی به‌دلیل تجمع میکروب‌ها در قاعده ساقه نسبت داده شود. در برخی مطالعات نشان داده شده است که استعمال ترکیبات ضدمیکروبی در محلول نگهدارنده شاخه بریدنی‌ها سرعت جذب آب را افزایش داده و زندگی گلدانی آنها را طولانی می‌کند (Li *et al.*, 2017; Rafi and Ramezanian, 2013). بنابراین، افزایش در سرعت جذب در دو رقم ژربرا تیمارشده با اتانول با خصوصیات ضدمیکروبی اتانول مرتبط است. به‌علاوه، رسوب ترکیبات القاشده توسط برش‌دادن ساقه گل‌ها مانند سوبرین، لیگنین و سمی کوئینون‌ها در آوندهای چوبی به‌دلیل فعالیت بالای PPO دلیل دیگری برای انسداد آوندها و کاهش سرعت جذب آب پیشنهاد شده است (Celikel *et al.*, 2011; van Doorn, 2012). نتایج این مطالعه نشان داد که در حالی‌که فعالیت PPO در رقم 'Bayadere' نگهداری‌شده در آب در طی دوره هفت روزه آزمایش تغییر نکرد، فعالیت این آنزیم در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در اتانول به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش پیدا کرد. به‌علاوه، روند افزایشی فعالیت آنزیم PPO مشاهده شده در رقم 'Sunway' نگهداری‌شده در آب با اعمال تیمار اتانول بازداشته شد. این نتایج نشان می‌دهند که افزایش در سرعت جذب آب در رقم‌های 'Bayadère' و 'Sunway' تیمارشده با اتانول ممکن است به بازدارندگی فعالیت PPO و نتیجتاً بازدارندگی انسداد گزیلم که توسط زخم در شاخه بریدنی‌ها القا می‌شود نسبت داده می‌شود. به‌منظور ارزیابی وضعیت آبی سلول میزان پرولین در ساقه شاخه بریدنی‌های تیمارشده با اتانول با میزان آن در شاخه بریدنی‌های تیمارشده با آب مقایسه شد. میزان پرولین در 'Bayadere' و 'Sunway' تیمارشده با اتانول کمتر از رقم‌های تیمارشده با آب بود که نقش اتانول را در کاهش تنش آبی تأیید می‌کند. نگهدارنده اتانول میزان پرولین را در رقم 'Sunway' بیشتر از رقم 'Bayadere' کاهش داد که با تأثیر بهتر اتانول روی سرعت جذب آب در رقم 'Sunway' در توافق است.

کاهش جذب آب به‌واسطه انسداد آوندی و تجمع پاتوژن‌ها در ساقه گل‌های شاخه بریدنی بعد از برش‌دادن باعث شد که میزان تولید گونه‌های فعال (ROS) افزایش یافته و تنش اکسیداتیو در شاخه بریدنی‌های ایجاد شود. به این ترتیب، تنش اکسیداتیو به‌عنوان یک فاکتور مهم در تعیین کیفیت و دوره زندگی گلدانی گل‌های شاخه بریدنی شناخته شده است (Dwivedi *et al.*, 2016). در این مطالعه مشاهده شد که اتانول میزان تجمع MDA را در ساقه دور رقم ژربرا کاهش داد که نشان‌دهنده توانایی اتانول در کاهش آسیب‌های حاصل از تنش اکسیداتیو است. تأثیر اتانول روی کاهش MDA در رقم 'Sunway' بیشتر بود که با عملکرد پس از برداشت بهتر و دوره زندگی گلدانی طولانی‌تر این رقم در مقایسه با 'Bayadere' در توافق است. برخلاف رقم‌های 'Bayadere' و 'Sunway' نگهداری‌شده در آب که فعالیت SOD، CAT، APX و POD در آنها کاهش نشان داد، فعالیت این آنزیم‌ها در دو رقم ژربرا نگهداری‌شده در اتانول یا تغییر نکرد و یا روند افزایشی را نشان دادند. این نتایج نقش اتانول را در تغییر متابولیسم آنتی‌اکسیدانت و کنترل سطح ROS را نشان می‌دهد (Khan *et al.*, 2015; Nguyen *et al.*, 2017).

فنل‌ها و فلاونوئیدهای سنتزشده از طریق مسیر فنیل پروپانوئید در محافظت سلول‌ها در مقابل تنش اکسیداتیو نقش دارند و از این طریق این ترکیبات در طولانی‌کردن دوره زندگی گلدانی گل‌های شاخه بریدنی مشارکت دارند (Darras *et al.*, 2012; Soleimani Aghdam *et al.*, 2015). نتایج ما نشان داد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

که محتوی فنل‌ها و فلاونوئیدها در هر دو رقم ژربرا نگهداری شده در آب در طی دوره آزمایشی روند کاهشی را نشان دادند در حالی‌که استفاده از اتانول به‌عنوان محلول نگهدارنده باعث شد که میزان این ترکیبات در دوره آزمایش تغییر نکند و یا افزایش پیدا کند. به‌علاوه، در حالی‌که فعالیت آنزیم PAL به‌عنوان اولین آنزیم کلیدی مسیر فنیل پروپانوئید در رقم 'Bayadere' نگهداری‌شده در آب در دوره آزمایش تغییر نکرد، بکارگیری اتانول به‌عنوان محلول نگهدارنده باعث شد فعالیت این آنزیم افزایش پیدا کند. در ارتباط با رقم 'Sunway'، اتانول فعالیت کاهش یافته این آنزیم را در شاخه بریدنی‌های نگهداری‌شده در آب در دوره آزمایش بهبود داد. این نتایج نشان داد که افزایش فعالیت آنزیم PAL و میزان ترکیات فنل و فلاونوئید توسط محلول نگهدارنده اتانول در بهبود عملکرد پس از برداشت و طولانی‌کردن دوره زندگی گلدانی گل‌های شاخه بریدنی مشارکت دارند. واکنش‌های قهوه‌ای‌شدن نتیجه اکسیداسیون فنل‌ها توسط آنزیم PPO و تشکیل کوئینون‌هاست که درنهایت پلی‌مریزه شده و پیگمنت‌های قهوه‌ای مسئول تغییرات در رنگ و ظاهر گل‌های شاخه بریدنی و میوه‌ها را ایجاد می‌کند (Siddique *et al*., 2016; Wei *et al*., 2011). بنابراین جلوگیری از افزایش فعالیت آنزیم PPO به موازات افزایش فعالیت آنزیم PAL در گل‌های شاخه بریدنی به‌عنوان یک روش مناسب برای طولانی‌کردن دوره زندگی و کیفیت پس از برداشت برای میوه‌ها و گل‌های شاخه بریدنی پیشنهاد شده است (Soleimani Aghdam *et al*., 2016; Soleimani Aghdam *et al*., 2015). در این مطالعه، استفاده از اتانول به عنوان محلول نگهدارنده باعث شد که فعالیت آنزیم PPO کاهش یافته و فعالیت آنزیم PAL در رقم 'Bayadere' افزایش پیدا کند. محلول نگهدارنده اتانول باعث شد که فعالیت افزایش یافته PPO و فعالیت کاهش یافته PAL که در رقم 'Sunway' نگهداری‌شده در آب مشاهده شد در طی دوره آزمایش تغییر نکند. این نتایج نشان می‌دهند که تأثیر مثبت محلول نگهدارنده اتانول روی کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی ممکن است به تغییر فعالیت PPO و PAL در شاخه بریدنی‌ها نسبت داده شود. کاهش سطح پروتئین‌ها به‌واسطه سنتز و عمل پروتئازها باعث پیری زود هنگام گل‌های شاخه بریدنی می‌شود (Shahri and Tahir, 2011). به این ترتیب، بکارگیری محلول‌های نگهدارنده پس از برداشت گل‌ها که باعث بازدارندگی فعالیت پروتئاز می‌شود به‌عنوان یک استراتژی برای طولانی‌کردن دوره زندگی گلدانی و بهبود کیفیت گل‌های شاخه بریدنی پیشنهاد شده است (Dwivedi *et al*., 2016). نتایج این مطالعه نشان داد که استفاده از اتانول در محلول گلدانی به‌عنوان نگهدارنده سطح پروتئین کل را در هر دو رقم ژربرا مورد مطالعه در طی یک دوره هفت روزه زندگی گلدانی افزایش داد که ممکن است با کاهش فعالیت پروتئازها مرتبط باشد.

به‌طور کلی، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بهبود علکرد پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی ژربرا تیمارشده با اتانول احتمالاً با بهبود در سرعت جذب آب، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و افزایش تجمع فنل‌ها و فلاونوئیدها نسبت داده می‌شود. به این ترتیب، اتانول می‌تواند به‌عنوان یک ترکیب نگهدارنده ارزان، طبیعی و دوستدار محیط‌زیست برای بالابردن کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه بریدنی و نیز طولانی‌کردن زندگی گلدانی گل‌های ژربرا پیشنهاد شود.

منابع

Aebi, H. (1984) Catalase in vitro. Methods in Enzymology 105: 121-126.

Ardebili, Z. O., Abdossi, V., Zargarani, R. and Ardebili, N. O. (2013) The promoted longevity of gerbera cut flowers using geranyl diphosphate and its analog. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 37: 45-51.

Arora, A., Singh, V., Sindhu, S., Rao, D. and Voleti, S. (2007) Oxidative stress mechanisms during flower senescence. Plant Stress 2: 157-172.

Azadi, P., Bagheri, H., Nalousi, A. M., Nazari, F. and Chandler, S. F. (2016) Current status and biotechnological advances in genetic engineering of ornamental plants. Biotechnology Advances 34: 1073-1090.

Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D. (1973) Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil 39: 205-207.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

Bieleski, R. L. and Reid, M. S. (1992) Physiological changes accompanying senescence in the ephemeral daylily flower. Plant Physiology 98: 1042-1049.

Bradford, M. M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry 72: 248-254.

Celikel, F. G., Joyce, D. C. and Faragher, J. D. (2011) Inhibitors of oxidative enzymes affect water uptake and vase life of cut *Acacia holosericea* and *Chamelaucium uncinatum* stems. Postharvest Biology and Technology 60: 149-157.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1955) Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology 2: 764-775.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. and Chern, J. C. (2002) Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis 10: 178-182.

Darras, A. I., Demopoulos, V. and Tiniakou, C. (2012) UV-C irradiation induces defence responses and improves vase-life of cut gerbera flowers. Postharvest Biology and Technology 64: 168-174.

De Witte, Y., Harkema, H. and van Doorn, W. G. (2014) Effect of antimicrobial compounds on cut *Gerbera* flowers: Poor relation between stem bending and numbers of bacteria in the vasewater. Postharvest Biology and Technology 91: 78-83.

Dwivedi, S. K., Arora, A., Singh, V. P., Sairam, R. and Bhattacharya, R. C. (2016) Effect of sodium nitroprusside on differential activity of antioxidants and expression of SAGs in relation to vase life of gladiolus cut flowers. Scientia Horticulturae 210: 158-165.

Ebrahimzadeh, A., Jimenez, S., Da Silva, J., Satoh, S. and Lao, M. T. (2008) Post-harvest physiology of cut carnation flowers. Fresh Produce 2: 56-71.

Gao, J., Luo, Y., Turner, E. and Zhu, Y. (2017) Mild concentration of ethanol in combination with ascorbic acid inhibits browning and maintains quality of fresh-cut lotus root. Postharvest Biology and Technology 128: 169-177.

Gebremedhin, H., Tesfaye, B., Mohammed, A. and Tsegay, D. (2013) Influence of preservative solutions on vase life and postharvest characteristics of rose (*Rosa hybrid*) cut flowers. International Journal of. Biotechnology and Molecular Biology Research 4: 111-118.

Gerasopoulos, D. and Chebli, B. (1999) Effects of pre- and postharvest calcium applications on the vase life of cut gerberas. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 74: 78-81.

Giannopolitis, C. N. and Ries, S. K. (1977) Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plants. Plant Physiology 59: 309-314.

Heath, R. L. and Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125: 189-198.

Hegazi, M. (2016) Evaluation of pre-or postharvest application of some minerals and organic agents on the growth, flowering and vase life of *Rudbeckia hirta* L. Journal of Agricultural Science 8: 226-236.

Hu, W., Jiang, A., Tian, M., Liu, C. and Wang, Y. (2010) Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. Journal of the Science of Food and Agriculture 90: 1323-1326.

In, B. C., Ha, S. T. T., Lee, Y. S. and Lim, J. H. (2017) Relationships between the longevity, water relations, ethylene sensitivity, and gene expression of cut roses. Postharvest Biology and Technology 131: 74-83.

Karimian Fariman, Z. and Tehranifar, A. (2011) Effect of essential oils, ethanol and methanol to extend the vase-life of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. Journal of Biological and Environmental Sciences 5: 91-94.

Khan, M. I., Fatma, M., Per, T. S., Anjum, N. A. and Khan, N. A. (2015) Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. Frontiers Plant Science 6: 462.

Koukol, J. and Conn, E. E. (1961) The metabolism of aromatic compounds in higher plants. IV. Purification and properties of the phenylalanine deaminase of *Hordeum vulgare*. Journal of Biological Chemistry 236: 2692-2698.

Kumar, N., Srivastava, G. C. and Dixit, K. (2008) Effect of ethanol plus sucrose on the vase-life of cut rose (*Rosa hybrida* L.). Journal of Horticultural Science and Biotechnology 83: 749-754.

Li, H., Li, H., Liu, J., Luo, Z., Joyce, D. and He, S. (2017) Nano-silver treatments reduced bacterial colonization and biofilm formation at the stem-ends of cut gladiolus 'Eerde' spikes. Postharvest Biology and Technology 123: 102-111.

Lu, P., Cao, J., He, S., Liu, J., Li, H., Cheng, G., Ding, Y. and Joyce, D. C. (2010) Nano-silver pulse treatments improve water relations of cut rose cv. Movie Star flowers. Postharvest Biology and Technology 57: 196-202.

Nakano, Y. and Asada, K. (1981) Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant and Cell Physiology 22: 867-880.

Nasr Esfahani, M. and Mostajeran, A. (2011) Rhizobial strain involvement in symbiosis efficiency of chickpea–rhizobia under drought stress: Plant growth, nitrogen fixation and antioxidant enzyme activities. Acta Physiologia Plantarum 33: 1075-1083.

Nguyen, H. M., Sako, K., Matsui, A., Suzuki, Y., Mostofa, M. G., Ha, C. V., Tanaka, M., Tran, L. S. P., Habu, Y. and Seki, M. (2017) Ethanol enhances high-salinity stress tolerance by detoxifying reactive oxygen species in *Arabidopsis thaliana* and rice. Frontier Plant Science 8: 1001.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

Perik, R. R. J., Raze, D., Harkema, H., Zhong, Y. and van Doorn, W. G. (2012) Bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers relates to adverse water relations and lack of stem sclerenchyma development, not to expansion of the stem central cavity or stem elongation. Postharvest Biology and Technology 74: 11-18.

Podd, L. and Van Staden, J. (2002) Physiological response and extension of vase life of cut carnation flowers treated with ethanol and acetaldehyde. I. Chlorophyll content and carbohydrate status. Plant Growth Regulation 38: 99-105.

Pun, U. K., Yamada, T., Tanase, K., Shimizu-Yumoto, H., Satoh, S. and Ichimura, K. (2014) Effect of ethanol on ethylene biosynthesis and sensitivity in cut carnation flowers. Postharvest Biology Technology 98: 30-33.

Pütter, J. (1974) Peroxidases. In: Methods of Enzymatic Analysis (ed. Bergmeyer, H. U.) Pp. 685-690. Academic Press, New York.

Rabiza-Swider, J., Skutnik, E. and Jedrzejuk, A. (2017) The effect of preservatives on water balance in cut clematis flowers. Journal of Horticultural Science and Biotechnology 92: 270-278.

Rafi, Z. N. and Ramezanian, A. (2013) Vase life of cut rose cultivars 'Avalanche'and 'Fiesta'as affected by nano-silver and s-carvone treatments. South African Journal of Botany 86: 68-72.

Rani, P. and Singh, N. (2014) Senescence and postharvest studies of cut flowers: A critical review. Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science 32: 159-201.

Reid, M. S. and Jiang, C. Z. (2012) Postharvest biology and technology of cut fowers and potted plants. In: Horticultural Reviews (ed. Janick, J.) Pp. 1-54. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, USA.

Salehi-Lisar, S. Y. and Bakhshayeshan-Aghdam, H. (2016) Drought stress in plants: Causes, consequences, and tolerance. In: Drought stress tolerance in plants, physiology and biochemistry (eds. Hossain, M. A., Wani, S. H., Bhattacharjee, S., Burritt, D. J. and Tran, L. S. P.) Pp. 1-16. Springer International Publishing, Cham.

Scariot, V., Paradiso, R., Rogers, H. and De Pascale, S. (2014) Ethylene control in cut flowers: Classical and innovative approaches. Postharvest Biology and Technology 97: 83-92.

Serek, M., Tamari, G., Sisler, E. C. and Borochov, A. (1995) Inhibition of ethylene-induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of ethylene action. Physiologia Plantarum 94: 229-232.

Shabanian, S., Nasr Esfahani, M., Karamian, R. and Tran, L. S. P. (2018) Physiological and biochemical modifications by postharvest treatment with sodium nitroprusside extend vase life of cut flowers of two gerbera cultivars. Postharvest Biology and Technology 137: 1-8.

Shahri, W. and Tahir, I. (2011) An effective storage protocol for improving the postharvest performance in cut spikes of *Consolida ajacis* Nieuwl cv. Violet blue. Scientia Horticulturae 129: 154-158.

Singleton, V. and Rossi, J. A. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American Journal of Enology and Viticulture 16: 144-158.

Siddique, Z., Jan, S., Imadi, S. R., Gul, A. and Ahmad, P. (2016) Drought stress and photosynthesis in plants. In: Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach (ed. Ahmad, P.) Pp. 1-11. John Wiley and Sons.

Soleimani Aghdam, M., Naderi, R., Sarcheshmeh, M. A. A. and Babalar, M. (2015) Amelioration of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by γ-aminobutyric acid (GABA) treatments. Postharvest Biology and Technology 110: 70-76.

Soleimani Aghdam, M., Jannatizadeh, A., Sheikh-Assadi, M. and Malekzadeh, P. (2016) Alleviation of postharvest chilling injury in anthurium cut flowers by salicylic acid treatment. Scientia Horticulturae 202: 70-76.

Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S. and Naderi, R. (2009) Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as novel agents to extend vase-life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') flowers. Postharvest Biology and Technology 53: 155-158.

van Doorn, W. G. (2012) Water relations of cut flowers: An update. In: Horticultural Reviews (ed. Janick, J.) Pp. 55-106. John Wiley and Sons, Inc, Hoboken, USA.

Wang, Q., Nie, X. and Cantwell, M. (2014) Hot water and ethanol treatments can effectively inhibit the discoloration of fresh-cut sunchoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers. Postharvest Biology and Technology 94: 49-57.

Wei, Y., Liu, Z., Su, Y., Liu, D. and Ye, X. (2011) Effect of salicylic acid treatment on postharvest quality, antioxidant activities, and free polyamines of asparagus. Journal of Food Science 76: S126-S132.

Xu, F., Chen, X., Jin, P., Wang, X., Wang, J. and Zheng, Y. (2012) Effect of ethanol treatment on quality and antioxidant activity in postharvest broccoli florets. European Food Research and Technology 235: 793-800.

Yan S., Yang T. and Luo Y. (2015) The mechanism of ethanol treatment on inhibiting lettuce enzymatic browning and microbial growth. LWT- Food Science and Technology 63: 383-390.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

Comparison of the application of postharvest treatment of ethanol to improve the longevity of cut flowers in two cultivars of gerbera

Soheila Shabanian[1], Maryam Nasr Esfahani[1*], Roya Karamian[2]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Lorestan University, Khorramabad, Iran
[2] Department of Biology, Faculty of Science, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
(Received: 01/03/2020, Accepted: 04/05/2020)

Abstract

Gerbera is an important commercial cut flower that its vase life is usually short due to vascular occlusion. In this study, we assessed the effect of ethanol (2%) in prolonging the vase life, fresh weight, relative water uptake and some physiological and biochemical factors in the stem of two cultivars of gerbera cut flowers (‘Bayadère’ and ‘Sunway’). Ethanol extended the vase life of cut flowers of both cultivars as compared with their control and its effect was better on ‘Sunway’ than on ‘Bayadère’. Application of ethanol in vase solution decreased proline content in the stem of cut flowers of both cultivars, showing alleviation of water stress in ethanol-treated cut flowers. The use of ethanol in vase solution decreased polyphenol oxidase while increased phenylalanine ammonialyase activity, which was followed by increase in total phenols and flavonoids and finally was resulted in improved postharvest performance of ethanol-treated gerbera cultivars. In addition, we observed a decrease in malondialdehyde accumulation in the stem of ethanol-treated gerbera cultivars, which was associated with the better performance of antioxidant systems in these cut flowers because oxidative stress was one of the factors that reduced postharvest performance in cut flowers. Therefore, the application of ethanol is suggested as a cheap and environmentally friendly approach to improve postharvest performance of cut flowers.

Key words: Ethanol, Floral senescence, Gerbera, Vase life, Postharvest performance, Cut flowers

Corresponding author, Email: Esfahani.m@lu.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.38.30.7]