مقاله پژوهشی

اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر عمر گلجایی و برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک گل شاخه‌بریده میخک

داود هاشم‌آبادی*، فاطمه خجسته‌نژاد، بهزاد کاویانی و فاطمه زارع‌دوست

گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۳/۰۲/۱۸)

چکیده

گل میخک یکی از مهم‌ترین گل‌های شاخه‌بریده ایران و جهان است که از اهمیت اقتصادی بالایی برخوردار می‌باشد. یکی از مشکلات مهم گل شاخه‌بریده میخک، حساس‌بودن آن به باکتری‌های موجود در انتهای ساقه است که از طریق تولید مواد سمی و انسداد آوندی باعث کاهش عمر گلجایی آن می‌شوند. در پژوهش حاضر، از هیپوکلریت سدیم (۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، عصاره گیاه هوم (۱۰، ۲۰ و ۴۰ درصد) و اسانس درمنه (۱، ۲ و ۴ درصد)، به منظور رفع انسداد آوندی و افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه بریده میخک استفاده شد. آب‌مقطر به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد که تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم باعث افزایش عمر گلجایی به مدت ۱۳/۸۳ روز شد که حدود چهار روز بیشتر از شاهد بود. این تیمار همچنین بالاترین میزان جذب آب و درصد ماده خشک، همچنین کمترین تعداد باکتری در محلول گلجای و انتهای ساقه و بالاترین میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز را باعث شد. گل‌های شاخه‌بریده شاهد دارای بیشترین تعداد باکتری در محلول گلجای و انتهای ساقه، بیشترین کاهش وزن تر و بالاترین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشا بودند. بالاترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز، در گل‌های شاخه‌بریده تیمارشده با ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم مشاهده شد. در اغلب صفات، اسانس گیاه درمنه و عصاره گیاه هوم، اثر کمتری روی بهبود صفات اندازه‌گیری‌شده نسبت به هیپوکلریت سدیم داشتند. در مجموع در پژوهش حاضر، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم برای القای بالاترین طول عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک معرفی می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: انسداد آوندی، روغن‌های ضروری، متابولیت‌های ثانویه، عمر پس از برداشت

مقدمه

میخک (*Dianthus caryophyllus* L.) از خانواده Caryophyllaceae، گیاهی چند ساله با ساقه‌های منشعب است. گل میخک دو جنسی، خودبارور و آنتموفیل است و پنج گلبرگ و پنج کاسبرگ دارد. گل‌آذین آن از نوع گرزن دو سویه است. میخک جز سه گل شاخه‌بریده برتر در جهان محسوب می‌شود. کشور ایران از نظر تولید گل شاخه‌بریده میخک در مقام یازدهم جهان قرار دارد. گل میخک، فرازگرا و به اتیلن بسیار حساس است (Hashemabadi, 2011). عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک بین ۵ تا ۱۰ روز متغیر است که به‌عنوان یک مشکل اساسی برای عرضه و صادرات این گل مطرح است. بنابراین، حلّ این معضل و ارائه راهکاری

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: davoodhashemabadi@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

جهت افزایش عمر و کیفیت پس از برداشت این گل شاخه‌بریده از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (Alkac *et al*., 2023). کیفیت پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده تحت تأثیر عواملی مانند تولید زیاد اتیلن، پیری، فساد میکروبی، تنش آبی، تنش اکسیداتیو و انسداد آوندی کاهش می‌یابد (van Doorn, 2012; Zhang *et al*., 2024). انسداد آوندی توسط عوامل مختلفی از جمله نفوذ هوا به داخل آوندها، رشد و تکثیر میکروب‌ها به‌ویژه باکتری‌ها و یا پاسخ‌های فیزیولوژیک به آسیب حاصل از برش ایجاد می‌شود (Li *et al*., 2012; van Doorn, 2012; Singh *et al*., 2023; Zhang *et al*., 2024) که نتیجه آن اختلال در تعادل بین جذب و دفع آب، ایجاد تنش آبی و کاهش عمر گلجای گل‌های شاخه‌بریده است. (Li *et al*., 2012; Zhang *et al*., 2024). محلول‌های نگهدارنده گل عمدتاً از قند، میکروب‌کش، ترکیبات ضداتیلن و گاهی اوقات سایر ترکیبات مانند عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی تشکیل شده‌اند. برای حذف میکروارگانیسم‌ها، میکروب‌کش‌های مختلفی به محلول‌ها افزوده می‌شوند (Singh *et al*., 2023; Alkac *et al*., 2023).

برای افزایش عمر گلجایی گل شاخه‌بریده میخک، پژوهش‌های زیادی انجام شده است و محلول‌های نگهدارنده مختلفی معرفی شده‌اند که در برخی از این محلول‌ها، مواد ضد عفونی‌کننده نیز مورد استفاده قرار گرفته‌اند (Tanazad *et al*., 2016; Dehestani-Ardakani *et al*., 2022; Alkac *et al*., 2023). کاربرد مواد ضدعفونی‌کننده به همراه مواد قندی در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده جهت جلوگیری از رشد میکروب‌ها و انسداد ساقه بسیار مؤثر است (Gupta and Dubey, 2018; Singh *et al*., 2023). استفاده از هیپوکلریت سدیم در محلول گلجایی گل شاخه‌بریده شب‌بو (*Mathiola incana*) از طریق به تأخیر انداختن آلودگی محلول نگهدارنده، باعث حفظ وزن تر و افزایش عمر گلجایی آن شد (Celikel and Reid, 2002). این ماده همچنین به عنوان یک ماده ضدمیکروبی باعث کاهش تعداد جمعیت باکتری‌ها در محلول گلجایی و انتهای ساقه می‌شود. استفاده از ساکارز به‌عنوان منبع تغذیه و هیپوکلریت سدیم به‌عنوان ماده ضدمیکروبی در محلول گلجایی گل شاخه‌بریده داودی (*Chrysanthemum*) از طریق افزایش جذب آب، حفظ وزن تر و کاهش نشت الکترولیت‌ها موجب افزایش عمر گلجایی شد (Singh *et al*., 2023). استفاده از هیپوکلریت سدیم همراه با ساکارز دو درصد در محلول گلجایی گل شاخه‌بریده آنتوریوم (*Anthurium andreanum*) از طریق کاهش انسداد آوندی و افزایش جذب آب باعث افزایش عمر گلجایی آن شد (Sheu and Chen, 2006). کاربرد هیپوکلریت سدیم همراه با ساکارز در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده رز و میخک باعث کاهش زردی و خمیدگی ساقه و بهبود عمر گلجایی آنها شد (Murithi and Ouma, 2012).

عصاره و اسانس برخی گیاهان از جمله گیاهان دارویی دارای خاصیت ضدمیکروبی هستند که با محیط‌زیست سازگار می‌باشند. تانن‌ها، فلاونوئیدها، آلکالوئیدها و ترپنوئیدها، از جمله ترکیبات شیمیایی تشکیل‌دهنده اسانس‌های گیاهی هستند که مسئول خاصیت ضدمیکروبی بوده و از طریق آسیب ساختاری و عملکردی به غشای سلولی باکتری‌ها، موجب مرگ آن‌ها می‌شوند (Soliman and El-Sayed, 2023). اثر مثبت اسانس‌های گیاهی مختلف روی کاهش بار میکروبی، بهبود جذب آب، حفظ وزن تر و افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک (Dehestani-Ardakani *et al*., 2022; Soliman and Alkac *et al*., 2023) و داودی (El-Sayed and El-Ziat, 2021) گزارش شده است.

گیاه هوم (*Ephedra pachyclada* Host.) از خانواده Ephedraceae، درختچه‌ای به ارتفاع تقریبی ۱۰۰-۶۰ سانتی‌متر است. خاستگاه این گیاه دارویی، مناطق خشک آسیای مرکزی، آمریکای شمالی، جنوب اروپا و شمال آفریقا گزارش شده است. *E. pachyclada* منبع طبیعی آلکالوئیدهایی مانند افدرین، سودوافدرین و نورپسودوافدرین است (Parsaeimehr and Sargsyan, 2013). درمنه با نام علمی *Artemisia abrotanum* L. از خانواده Asteraceae است. موطن اصلی این گیاه مدیترانه است اما به‌طور طبیعی در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

مناطقی از آسیا، آمریکای شمالی و آفریقا نیز گسترش دارد. اسانس درمنه حاوی ترکیبات گوناگونی از کافور، بتا-توجون، کامفن، سابینن، آلفا-کاریوفیلن، کامازولن، ترپینن و کریسانتنیل استات است (Benchohra *et al*., 2023). گزارش شده است که کافور به‌عنوان اصلی‌ترین ماده تشکیل‌دهنده اسانس درمنه عامل فعالیت ضدباکتریایی قوی این اسانس در برابر باکتری‌ها است (Benchohra *et al*., 2023). در پژوهشی تأثیر سه غلظت ۲۵، ۵۰ و ۷۵ میلی‌گرم بر لیتر اسانس درمنه روی ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه‌بریده داودی بررسی شد. نتایج این پژوهش نشان داد که هر سه غلظت به‌کار رفته اسانس درمنه نسبت به شاهد موجب کاهش جمعیت باکتریایی ساقه، حفظ وزن تر، افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز و افزایش معنادار عمر گلجایی شد (ابراهیمی‌پور بافقی و همکاران، ۱۳۹۹).

در دهه‌های اخیر لزوم استفاده از محلول‌های نگهدارنده سازگار با محیط‌زیست با قابلیت استفاده آسان موجب شد تا علاقه به توسعه نگهدارنده‌های طبیعی برای گل‌های شاخه‌بریده رونق گیرد (Soliman and El-Sayed, 2023). El-Sayed and El-Ziat (۲۰۲۱) گزارش کردند که استفاده از اسانس‌های گیاهی از طریق کاهش جمعیت باکتری محلول گلجایی و انتهای ساقه گل‌های شاخه‌بریده داودی از انسداد آوندی جلوگیری کرده و با حفظ روند جذب آب موجب جفظ وزن تر و عمر پس از برداشت این گل شاخه‌بریده شد. نتایج پژوهش Ershad Langroudi و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد که کاربرد اسانس‌های گیاهی در محلول گلجایی از طریق کاهش میکروارگانیسم‌ها از وقوع تنش آبی و تنش اکسیداتیو جلوگیری نموده و به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد موجب افزایش عمر گلجایی آلسترومریا (*Alstroemeria*) شد. اسانس میخک هندی (*Daphne odora*)، رزماری (*Salvia rosmarinus*) و آویشن شیرازی (*Zataria multiflora*) با افزایش طول عمر گلجایی لیزیانتوس (*Eustoma*) به مدت بیش از ۱۵ روز، اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد داشت. اسانس رزماری بیشترین تأثیر را روی مقدار کلروفیل کل و اسانس میخک هندی بیشترین تأثیر را روی مقدار پروتئین، آنتوسیانین، مالون دی‌آلدئید و آنزیم‌ها گذاشتند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). در میخک رقم "White Liberty"، بیشترین عمر پس از برداشت مربوط به اثر ترکیبی عصاره مورخوش (*Zhumeria majdae* Rech. f. & Wendelbo) و ۸- هیدروکسی کینولین سولفات بود، البته عصاره مورخوش مؤثرتر از ۸- هیدروکسی کینولین سولفات تشخیص داده شد (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از اسانس مرزه باغی (*Satureja hortensis*)، طول عمر گل لیلیوم (*Lilium*) را افزایش داد (طهماسبی نوترکی و همکاران، ۱۳۹۰). تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اسانس‌های مرزه و میخک منجر به افزایش عمر گلجایی و برخی صفات فیزیولوژیک گل شاخه‌بریده رز رقم ولوت شد (پویا و همکاران، ۱۳۹۸). تیمار کوتاه‌مدت نانوسیلور همراه با تیمارهای بلندمدت اسانس‌های آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) و نعناع فلفلی (*Mentha piperita*) تأثیر مثبتی در ماندگاری گل شاخه‌بریده ژربرا (*Gerbera auratiaca*) رقم 'Rosalin' داشت و با حفظ طولانی‌تر خصوصیات فیزیولوژیکی همچون محتوای آب و وزن تر نسبی گل، از طریق افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز و کاهش سرعت افزایش مقدار مالون دی‌آلدهید در گلچه‌ها، موجب طولانی‌ترشدن عمر پس از برداشت این گل شاخه بریده شد (متغیر و همکاران، ۱۴۰۰).

طبق بررسی‌های انجام‌شده، تا کنون پژوهشی در رابطه با تأثیر اسانس گیاهان درمنه و هوم روی عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده میخک گزارش نشده است. در این راستا، پژوهش حاضر با هدف افزایش عمر گلجایی گل شاخه‌بریده میخک با استفاده از غلظت‌های مختلف هیپوکلریت سدیم به‌عنوان یک ماده ضدمیکروبی شیمیایی و عصاره گیاه هوم و اسانس درمنه اجرا شد.

مواد و روش‌ها

در اواخر بهمن‌ماه ۱۳۹۹، گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم 'Yellow Candy' در مرحله تجاری از گلخانه‌ای واقع در محلات برداشت شدند و بلافاصله با حفظ شرایط استاندارد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

شکل ۱- چیدمان واحدهای آزمایشی در اتاق عمر گلجایی (شکل بالا)، گل شاخه‌بریده میخک سالم (شکل پایین، سمت راست) و میخک پژمرده (شکل پایین، سمت چپ)

برای انجام تیمار ارزیابی صفات به آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت منتقل شدند.

طرح آزمایشی: این مطالعه بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تیمار شامل؛ هیپوکلریت سدیم در سه سطح (۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر)، اسانس گیاهی درمنه در سه سطح (۱، ۲ و ۴ درصد از محلول نگهدارنده پالس) و عصاره گیاه هوم در سه سطح (۲۰، ۴۰ و ۶۰ درصد از محلول نگهدارنده پالس) همراه با شاهد (آب‌مقطر)، در سه تکرار (هر تکرار یک گلدان و هر گلدان دارای چهار شاخه گل)، ۳۰ پلات (گلجا) و ۱۲۰ شاخه گل در آزمایشگاه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت انجام شد. اسانس و عصاره از شرکت باریج اسانس تهیه شد. قبل از اضافه‌کردن اسانس و عصاره در محلول گلجایی، آنها با غلظت ۰/۱ درصد توین-۲۰ حل شدند و سپس در غلظت‌های تعیین‌شده با ۳۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر اضافه شدند. گل‌ها به مدت ۲۴ ساعت در محلول نگهدارنده حاوی عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی (تیمارها) قرار داده و پس از ۲۴ ساعت به محلول نگهدارنده دیگر شامل آب و ساکارز منتقل شده و تا آخر عمر گلجایی، در محلول دوم بودند. شرایط نوری آزمایشگاه، ۱۲ میکرومول بر ثانیه بر مترمربع، رطوبت نسبی ۶۵ تا ۷۰ درصد و دمای ۲۰ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد و طول روز ۱۲ ساعت بود.

نحوه آماده‌سازی گل‌ها: ابتدا شاخه‌های میخک به طول ۳۵ سانتی‌متر در زیر آب‌مقطر بازبرش شدند و همه برگ‌ها تا گره سوم از پایین حذف شدند. تمامی گل‌ها با برچسب کد گرفتند و پس از توزین با ترازوی دیجیتال، چهار شاخه گل در هر گلدان حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر محلول نگهدارنده قرار داده شدند

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

(شکل ۱).

اندازه‌گیری صفات، عمر گلجایی: عمر گلجایی با شمارش روزها از زمان اعمال تیمارها (روز صفر) تا پژمردگی ۵۰ درصد گلبرگ‌ها محاسبه شد (Soliman and El-Sayed, 2023) (شکل ۱). در واقع معیار پایان عمر گلجا، پژمردگی ۵۰ درصد گلبرگ‌ها بود.

درصد ماده خشک: پس از پایان عمر گلجایی هر گل، وزن تر آن اندازه‌گیری و سپس در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از اطمینان از خشک‌شدن کامل، گل‌ها با ترازوی دیجیتال توزین شدند. درصد ماده خشک از رابطه ۱ محاسبه شد (Mohammadi and Hashemabadi, 2016):

رابطه ۱

(وزن تر پایان عمر گلجایی/وزن خشک) = درصد ماده خشک ×۱۰۰

جذب محلول: با توجه به حجم اولیه محلول گلجایی (۵۰۰ میلی‌لیتر) و میزان تبخیر اتاق و کاهش حجم محلول گلجایی، جذب آب از رابطه ۲ برحسب (میلی‌لیتر در هر گرم وزن تر) به‌دست آمد (Mohammadi and Hashemabadi, 2016):

رابطه ۲

جذب محلول = ۵۰۰– (محلول باقیمانده در پایان عمر گلجایی + مقدار تبخیر اتاق در همان روز) / وزن تر گل‌ها

با قراردادن گلجاهای حاوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر در نقاط مختلف اتاق و اندازه‌گیری مقدار کاهش آب در پایان عمر گلجایی هر شاخه گل، مقدار تبخیر محاسبه شد.

کاهش وزن تر: با توجه به میزان وزن تر اولیه، وزن تر نهایی و وزن بازبرش‌های انجام‌شده در طی عمر گلجایی، مقدار کاهش وزن تر بر حسب (گرم) به ازای هر شاخه گل طبق رابطه ۳ محاسبه شد:

رابطه ۳

کاهش وزن تر = وزن تر اولیه – (وزن تر نهایی+ وزن بازبرش‌ها)

شمارش باکتری انتهای ساقه: برای شمارش جمعیت باکتریایی انتهای ساقه، ۲۴ ساعت پس از تیمار دائمی، حدود ۲ سانتی‌متر از ته ساقه بریده شد. نمونه سه مرتبه با آب دیونیزه شسته شد تا بار میکروب سطح آن کاهش یابد. سپس نمونه در هاون چینی کاملاً خرد و له شد و با محلول نرمال سالین ۰/۹ درصد رقیق شد. مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول روی پتری‌دیش‌های حاوی محیط‌کشت نوترینت آگار پهن شد و کلنی‌های باکتری ۲۴ ساعت پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، شمارش شدند (Liu *et al.*, 2009).

شمارش باکتری محلول گلجایی: برای شمارش جمعیت باکتریایی محلول گلجایی، ۲۴ ساعت پس از تیمار دائمی، ۲ میلی‌لیتر از محلول گلجایی توسط سرنگ برداشته شد و با ۲ میلی‌لیتر محلول نرمال سالین ۰/۹ درصد رقیق شد. مقدار ۰/۱ میلی‌لیتر از محلول روی پتری‌دیش‌های حاوی محیط‌کشت نوترینت آگار پهن و کلنی‌های باکتری ۲۴ ساعت پس از انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، شمارش شدند (Liu *et al.*, 2009).

رنگیزه‌های فتوسنتزی: با رؤیت اولین علائم پژمردگی گل‌های شاهد در اتاق عمر گلجایی، یک شاخه گل از هر پلات جهت اندازه‌گیری کاروتنوئید و کلروفیل خارج شد. گلبرگ‌ها و برگ‌ها خشک شدند و رنگیزه‌های کاروتنوئید و کلروفیل اندازه‌گیری شدند (Mazumdar and Majumder, 2003). بدین منظور، ۰/۵ گرم بافت گلبرگ و برگ با ۵۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد (۸۰ میلی‌لیتر استون و ۲۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر) در هاون چینی عصاره‌گیری شد. محلول حاصل با کاغذ صافی واتمن صاف شد. سپس مقدار رنگیزه‌ها به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر (JASCO Model V-530 Spectrophotometer) در طول‌موج‌های ۴۴۰، ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر (برای کاروتنوئید) و ۶۶۰ و ۶۴۲ نانومتر (برای کلروفیل) خوانده شد و در نهایت با کمک روابط ۴ و ۵ مقدار کاروتنوئید گلبرگ بر حسب میکروگرم در هر گرم وزن تر و کلروفیل بر حسب میلی‌گرم در هر گرم وزن تر محاسبه شدند.

رابطه ۴

$$Car = 4.69 + A_{440} - 0.268 \times 20.2\ A_{645} + 8.02\ A_{663}$$

رابطه ۵

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

$$Chl\ T = 7.12\ A_{660} - 16.8\ A_{643}$$

اندازه‌گیری پروتئین گلبرگ: با رؤیت اولین علائم پژمردگی گل‌های شاهد در اتاق عمر گلجایی، یک شاخه از هر پلات خارج شد و گلبرگ‌ها توسط دستگاه خشک‌کن خشک و به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری شدند. سپس، مقدار پروتئین موجود در گلبرگ‌ها اندازه‌گیری شد (Bradford, 1976). برای عصاره‌گیری از ۰/۵ گرم بافت گلبرگ استفاده شد. نمونه‌های گلبرگ به بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتری منتقل و به مدت ۲۴ ساعت داخل مخلوط اسیدها (۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک + ۶ گرم اسید سالسیلیک + ۱۸ میلی‌لیتر آب اکسیژنه) نگهداری شدند. پس از آن عمل هضم نمونه‌ها تا زمان بی‌رنگ شدن نمونه‌ها انجام شد. نمونه‌های بی‌رنگ شده پس از صاف‌شدن با آب‌مقطر به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. از این نمونه‌ها جهت اندازه‌گیری نیتروژن به کمک دستگاه کجلدال استفاده شد. پس از اتمام عمل کجلدال (تغییر رنگ نمونه‌ها از ارغوانی به زرد) تیتر نمونه‌ها با اسید سولفوریک نیم نرمال تا زمان ارغوانی‌شدن نمونه‌ها انجام شد. سپس از عدد حاصل جهت اندازه‌گیری نیتروژن و سپس پروتئین به کمک رابطه‌های ۶ و ۷ استفاده شد.

رابطه ۶

$$\text{نیتروژن (درصد)} = 0.56 \times t \times (a-b) \times \frac{V}{W} \times \frac{100}{D.M}$$

که در آن t: غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون برحسب مول در لیتر، a: میزان اسید مصرفی جهت نمونه برحسب میلی‌لیتر، b: میزان اسید مصرفی جهت شاهد برحسب میلی‌لیتر، v: حجم عصاره حاصل از عمل هضم برحسب میلی‌لیتر، w: وزن نمونه گیاهی جهت هضم برحسب گرم و D.M: درصد ماده خشک گیاه هستند.

رابطه ۷

$$\text{پروتئین (درصد)} = \text{نیتروژن} \times 6.25$$

مالون دی‌آلدئید: با رؤیت اولین علائم پژمردگی گل‌های شاهد در اتاق عمر گلجایی، مالون دی‌آلدئید (MDA) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پراکسیده‌شدن لیپیدها، MDA به عنوان محصول واکنش پراکسیده‌شدن اسیدهای چرب غشاء، در تیمارهای گلچین (شاهد، اسانس درمنه ۲ درصد یا D_2، عصاره هوم ۱۰ درصد یا E_1 و هیپوکلریت سدیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر یا H_1) اندازه‌گیری شد (Heath and Parker, 1968). برای اندازه‌گیری MDA، ۰/۵ گرم بافت گلبرگ از شاخه گل جدا و به کمک نیتروژن مایع عصاره‌گیری شد. به عصاره حاصل، یک میلی‌لیتر بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار اضافه شد و به مدت ۲۰ دقیقه نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (۱۴۰۰۰ دور در دقیقه) شدند. محلول رویی نمونه‌ها توسط سمپلر جدا و مجدداً به مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد عمل سانتریفیوژ (۱۰۵۰۰ دور در دقیقه) انجام شد. پس از آن به محلول رویی ۱۰۰۰ میکرولیتر تری‌کلرو استیک اسید (TCA) ۲۰ درصد و ۰/۵ درصد تیوباربوتیریک اسید (TBA) اضافه گردید. محلول حاصل به مدت ۳۰ دقیقه داخل حمام آب جوش (۹۰ درجه سانتی‌گراد) قرار گرفت و سپس به یخ منتقل شد. مرحله بعد، نمونه‌ها به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ (۱۰۵۰۰ دور در دقیقه) شدند. ماده قرمز رنگ رویی جدا و میزان جذب ماده قرمز رنگ MDA – تیوباربیوتیک اسید (MDA-TBA) تولیدشده به کمک دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر و جذب سایر رنگیزه‌های اختصاصی در طول‌موج ۶۰۰ نانومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری آنزیم پراکسیداز (POD): برای سنجش فعالیت سینتیکی آنزیم POD، با رؤیت اولین علائم پژمردگی گل‌های شاهد در اتاق عمر گلجایی، از تیمارهای گلچین (شاهد، D_2، E_1 و H_1)، یک شاخه گل خارج و از گلبرگ‌های آن جهت ارزیابی POD استفاده گردید (In *et al.*, 2007). نمونه‌گیری از گلبرگ‌های میخک رقم 'نلسون' در روز پنجم آزمایش و عصاره‌گیری از آن‌ها توسط بافر فسفات پتاسیم و پلی‌وینیل پولی پیرولیدین انجام شد. سپس به ۱۰۰ میکرولیتر از محلول حاصل، ۴۵۰ میکرولیتر محلول آب اکسیژنه و ۴۵۰ میکرولیتر محلول گایاکول اضافه شد. جذب نمونه‌ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. مقدار فعالیت آنزیم POD برحسب نانومول در هر گرم وزن تر در دقیقه گزارش شد.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

اندازه‌گیری آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD): بدین منظور، با رؤیت اولین علائم پژمردگی گل‌های شاهد در اتاق عمر گلجایی، از تیمارهای گلچین (شاهد، D_2، E_1 و H_1)، یک شاخه گل خارج و از گلبرگ‌های آن جهت ارزیابی SOD به روش اسپکتروفتومتری اندازه‌گیری شد (Giannopolitis and Ries, 1997). مقدار ۵ گرم بافت گلبرگ با نیتروژن مایع آسیاب و به دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد منتقل شد. سپس ۰/۵ گرم از نمونه منجمدشده با بافر فسفات پتاسیم و پلی‌وینیل پولی پیرولیدین در اسیدیته ۷ رقیق شد. پس از همسان‌کردن، نمونه‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ (۱۴۰۰۰ دور در دقیقه) شدند. محلول رویی به آرامی برداشته و تا زمان اندازه‌گیری فعالیت SOD در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. نمونه‌های شاهد که فاقد آنزیم بودند نیز تهیه شدند. در نهایت میزان جذب نمونه‌ها بر حسب واحد آنزیم در هر گرم وزن تر در دقیقه در طول موج ۵۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها: داده‌های حاصل ابتدا در نرم‌افزار Excel ثبت شدند، سپس تجزیه و تحلیل آن‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS ver. 9.2 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون LSD انجام شد. رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

عمر گلجایی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس درمنه بر عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده میخک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم باعث بیشترین عمر گلجایی به مدت ۱۳/۸۳ روز شد که حدود پنج روز بیشتر از شاهد بود. بین این تیمار و تیمار ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم (با عمر گلجایی ۱۳ روز) اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری وجود نداشت. همه تیمارها (با القای طول عمر بیش از ۱۱ روز) باعث افزایش عمر گلجایی بیشتری نسبت به تیمار شاهد (با عمر گلجایی ۹ روز) شدند. مقایسه اثر غلظت‌های مختلف اسانس درمنه روی عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده نشان داد که استفاده از غلظت ۲ درصد این اسانس برای افزایش عمر گلجایی (با ۱۲/۳۳ روز) از غلظت‌های ۱ و ۴ درصد بهتر بود.

افزایش عمر گلجایی در این مطالعه توسط هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس درمنه را می‌توان به علت خصوصیات ضدمیکروبی این ترکیبات دانست که با جلوگیری از انسداد آوندی و بهبود جذب آب، باعث بهبود روابط آبی می‌شوند و از پژمردگی ناشی از کمبود آب جلوگیری می‌کنند و پیری را به تأخیر می‌اندازند (Jalili Marandi *et al.*, 2011). همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد تیمارهایی که جمعیت باکتری محلول گلجایی و انتهای ساقه کمتری داشتند از عمر گلجایی بیشتری نیز برخوردار بودند که این موضوع نقش باکتری‌ها در تسریع پژمردگی گل‌های شاخه‌بریده را نشان می‌دهد که در پژوهش حاضر با مشاهده شاهد که بیشترین مقدار باکتری و کمترین عمر گلجایی را داشت، ثابت شد. پژوهش حاضر همچون پژوهش‌های پیشین، تأثیر مثبت ترکیبات ضدباکتریایی شیمیایی و طبیعی را روی بهبود عمر گلجایی اثبات نمود.

اثرات منفی میکروب‌ها در کاهش عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده علاوه بر انسداد آوندی، تولید برخی ترکیبات سمی و تولید اتیلن درون‌زا است (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). مطالعات زیادی در ارتباط با اثر ضدعفونی‌کننده‌ها، عصاره‌ها و اسانس‌های گیاهی روی افزایش عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده انجام شده است. استفاده از ۱۲۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم در محلول گلجایی گل شاخه‌بریده آنتوریوم، از طریق رفع انسداد آوندی و افزایش جذب آب باعث افزایش عمر گلجایی آن شد (Sheu and Chen, 2006). استفاده از هیپوکلریت سدیم در محلول نگهدارنده گل‌های شاخه‌بریده رز و میخک باعث کاهش زردی و خمیدگی ساقه و بهبود عمر گلجایی آنها شد (Murithi and Ouma, 2012). عصاره و اسانس‌های گیاهی دارای ترکیبات شیمیایی با خاصیت

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر صفات اندازه‌گیری‌شده در گل شاخه‌بریده میخک

منبع تغییرات	درجه آزادی	عمر گلجایی	جذب محلول	کاهش وزن تر	ماده خشک	کلروفیل کل	کاروتنوئید گلبرگ	پروتئین گلبرگ	باکتری ساقه	باکتری محلول
تیمار	۹	۴/۷۳**	۶/۴۳**	۲۷/۷۰**	۶/۰۲*	۳۷/۸۹**	۰/۱۶**	۸/۵۸**	۱۵/۹۷**	۱۶۳۰**
خطا	۲۰	۰/۳۷۷	۱/۴۷	۵/۵۹	۲/۱۴	۰/۳۵۱	۰/۰۳۶۹	۰/۲۶۷	۰/۲۸۶	۲۶۱/۴۷
ضریب تغییرات (٪)	–	۵/۲۱	۲/۸	۲۷/۲۲	۱۳/۳۴	۶/۶۸	۹/۷۵	۱۱/۳۸	۲۵/۷۷	۱۸/۷۱

*** و **: به ترتیب معنی‌دار در P < ۰/۰۵ و P < ۰/۰۱**

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر صفات اندازه‌گیری‌شده در گل شاخه‌بریده میخک

تیمارها	جذب محلول (میلی‌لیتر بر گرم وزن تر)	عمر گلجایی (روز)	کاروتنوئید گلبرگ (میکروگرم در گرم وزن تر)	کلروفیل کل (میلی‌گرم در گرم وزن تر)	ماده خشک (درصد)	کاهش وزن تر (گرم)	باکتری محلول	باکتری ساقه	پروتئین گلبرگ (درصد)
شاهد	۰/۹۶de	۹d	۰/۵۴c	۵/۶۳e	۹/۰۸c	۱۳/۶۳a	۱۳۷a	۱۰۸/۳۳a	۳/۱۵d
D_1	۱/۳۸bc	۱۱/۸۳c	۰/۶۴ab	۳/۸۵f	۱۰/۹۶abc	۷/۵۵bc	۱۰۳/۳b	۸۹/۳۳ab	۳/۶۳cd
D_2	۱/۵۳b	۱۲/۳۳c	۰/۷۳a	۷/۷۱d	۱۱/۶۵abc	۵/۵۱c	۷۹bc	۵۱/۳۳de	۶/۱۲b
D_3	۱cd	۱۱/۳۳bc	۰/۶۶ab	۷/۷۰d	۹/۹۰bc	۱۲/۳۲a	۸۰bc	۵۶/۶۷cde	۳/۱۲d
E_1	۲/۱۲a	۱۳ab	۰/۶۶ab	۱۶/۴۳a	۱۲/۵۹ab	۵/۱۴c	۷۳/۳۰bc	۴۷/۳۳de	۸/۱۳a
E_2	۱/۳۸bc	۱۱/۸۳c	۰/۶۰b	۱۰/۱۵c	۱۱/۲۰abc	۷/۷۷bc	۸۳/۳۰b	۶۳/۳۳bcd	۴/۳۷c
E_3	۰/۹۲e	۱۱/۳۳c	۰/۵۶b	۱۰/۴۶c	۹/۵۲c	۱۱/۱۶ab	۱۰۳/۶۰b	۸۵abc	۳/۳۳d
H_1	۲/۶۳a	۱۳/۸۳a	۰/۶۷ab	۷/۱۹d	۱۳/۶۳a	۵/۷۳c	۵۱/۶۰c	۲۹/۶۷e	۶/۱۵b
H_2	۱/۲۱bc	۱۱/۸۳c	۰/۶۴ab	۱۱/۹۶b	۱۱/۱۸abc	۷/۳۵bc	۷۹/۳۰bc	۷۰/۳۳bcd	۳/۷۰cd
H_3	۱/۰۹cd	۱۱/۵۰c	۰/۶۴ab	۷/۵۸d	۹/۹۸bc	۱۰/۶۷ab	۷۳bc	۵۶cde	۳/۶۶cd

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان نیستند، در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD، تفاوت معنی‌دار دارند. H_1: هیپوکلریت سدیم ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، H_2: هیپوکلریت سدیم ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، H_3: هیپوکلریت سدیم ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر، E_1: عصاره هوم ۱۰ درصد، E_2: عصاره هوم ۲۰ درصد، E_3: عصاره هوم ۴۰ درصد، D_1: اسانس درمنه ۱ درصد، D_2: اسانس درمنه ۲ درصد، D_3: اسانس درمنه ۴ درصد.

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر میزان MDA و فعالیت آنزیم‌های SOD و POD در گل شاخه‌بریده میخک

منبع تغییرات	درجه آزادی	MDA	SOD	POD
تیمار	۹	۱۱/۹۲**	۱۲۶/۹**	۷/۳۷**
خطا	۲۰	۰/۱۵۳	۲/۴۱	۰/۰۵۴۳
ضریب تغییرات (٪)	–	۳/۰۹	۱/۸۵	۲/۶۷

****: معنی‌دار در P < ۰/۰۱**

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

ضدمیکروبی قوی همچون فنل‌ها، آلکالوئیدها و ترپن‌ها هستند. این ترکیبات ضدمیکروبی با لیپیدهای دیواره سلولی، میتوکندری و غشای سلولی باکتری واکنش داده و نفوذپذیری غشا را افزایش می‌دهند، بدین ترتیب با اختلال در ساختار و عملکرد باکتری‌ها موجب مرگ آن‌ها می‌شوند (Soliman and El-Sayed, 2023). استفاده از اسانس‌های گیاهی در محلول گلجایی از طریق کاهش باکتری‌ها، بهبود جذب آب و حفظ وزن تر موجب افزایش عمر پس از برداشت گل شاخه بریده میخک می‌شوند (Soliman and El-Sayed, 2023). خاصیت ضدمیکروبی و تأثیر مثبت اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی مختلف روی عمر پس از برداشت گل‌های شاخه بریده داودی (El-Sayed anf El-Ziat, 2021)، میخک (Alkac *et al.*, 2023)، رز رقم پین‌کوپین (Jing *et al.*, 2011) و میخک رقم White Liberty (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶) گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد. علت این افزایش طول عمر گلجایی، ویژگی‌های ضدمیکروبی و ضدباکتریایی، همچنین خاصیت مهارکنندگی رادیکال‌های آزاد اسانس‌ها است (Soliman and El-Sayed, 2023). در گل شاخه‌بریده داودی، غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم بر لیتر عصاره برگ حنا (*Lawsonia inermis*) و سدیم نیتروپروساید باعث بهبود پارامترهای کیفی و افزایش عمر گلجایی شدند. این بهبود کیفیت به دلیل اثر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی بر از بین بردن رادیکال‌های آزاد است (نورانی نیاکی و همکاران، ۱۴۰۱). مطالعه بیات و همکاران (۱۳۹۰) آشکار کرد که اسانس‌های آویشن، زنیان (*Trachyspermum*) و مرزه در غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر، عمر گلجایی گل شاخه‌بریده میخک رقم Yellow Candy را افزایش دادند. با افزایش غلظت از ۱۵۰ به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، عمر گلجایی کاهش یافت. غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس مرزه، بیشترین تأثیر را در افزایش عمر گلجایی و وزن تر نسبی داشت. استفاده از اسانس‌های گیاهی نعناع فلفلی، آویشن و زیره سیاه (*Carum carvi*) همراه با اتانول و متانول در محلول گلجایی گل‌های شاخه‌بریده آلسترومریا باعث افزایش عمر گلجایی آنها شد (بیات و همکاران، ۱۳۹۰).

توانایی جذب آب: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس درمنه بر جذب آب گل‌های شاخه‌بریده میخک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همان‌طور که پیش‌بینی می‌شد، سه تیماری که باعث القای بالاترین طول عمر گلجایی در گل‌های شاخه‌بریده میخک شدند، بالاترین مقدار جذب آب را نیز از محلول گلجای داشتند. بنابراین، تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم، ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم و ۲ درصد اسانس درمنه، باعث افزایش جذب آب (به ترتیب با ۲/۶۳، ۲/۱۲ و ۱/۵۳ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر) شدند که این میزان جذب حدود ۱/۵ تا ۲/۵ برابر بیشتر از شاهد بود. میزان جذب آب (۰/۹۲ میلی‌لیتر بر گرم وزن تر) در تیمار ۴۰ درصد عصاره هوم از شاهد نیز کمتر بود (جدول ۲).

توانایی جذب آب در گل‌های شاخه‌بریده با نزدیک‌شدن به مرحله پیری یا پایان عمر گلجایی کاهش می‌یابد. بنابراین، یکی از راهکارهای بهبود عمر گلجایی، بهبود روند و تداوم جذب آب است. کاربرد ضدعفونی‌کننده‌ها در محلول گلجایی یک راهکار موفق برای بهبود روند جذب آب در گل‌های شاخه‌بریده است (Soliman and El-Sayed, 2023). استفاده از ترکیبات ضدعفونی‌کننده در محلول‌های نگهدارنده (همانند ترکیبات مورد استفاده در پژوهش حاضر) با کاهش باکتری‌ها و جلوگیری از انسداد آوندی، موجب افزایش جذب آب و کربوهیدرات‌ها از محلول‌های گلجایی و حفظ تورژسانس سلولی می‌شوند و افزایش ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده را به دنبال دارند (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶). تنش آبی منجر به افزایش میزان تولید اتیلن در گل‌های شاخه‌بریده می‌شود. میخک از جمله گل‌های بسیار حساس به اتیلن است، بنابراین قرار گرفتن در معرض تنش آبی، آسیب به این گل‌ها را تشدید می‌کند و باعث تسریع پژمردگی گلبرگ‌ها می‌شود (Muller *et al.*, 2000). تیمار کوتاه‌مدت (موقت دو ساعته) گل‌های شاخه‌بریده داودی با ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر هیپوکلریت سدیم به‌همراه ۲۰ درصد ساکارز از طریق افزایش جذب آب موجب

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

بهبود ماندگاری این گل شاخه‌بریده شد (Singh *et al*., 2023). محققان معتقدند که عصاره و اسانس‌های گیاهی از طریق غیرفعال‌سازی یا مرگ باکتری‌ها، مانع نفوذ و رشد میکروب‌ها در انتهای ساقه شده و موجب می‌شوند تا مسیر انتقال آب در طول ساقه بریده تا مدت زمان بیشتری باز باشد و بدین ترتیب جذب آب و ترکیبات قندی بدون وقفه و اختلال انجام می‌شود که خود عاملی برای حفظ تورژسانس سلولی و افزایش ماندگاری پس از برداشت است (Soliman and El-Sayed, 2023; El-Sayed and El-Ziat, 2021). جذب آب با کاربرد اسانس‌ها در گل‌های شاخه‌بریده داودی (El-Sayed and El-Ziat, 2021)، میخک (Alkac *et al*., 2023) و میخک رقم White Liberty (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶) بهبود یافت. اسانس‌های گیاهی در محلول گلجایی با کاهش pH محلول باعث حفظ تعادل و جذب آب در گل شاخه‌بریده میخک شدند (El-Hanafi, 2007). این ترکیبات موجب بهبود جذب آب در گل شاخه بریده رز شدند (Shanan, 2012). اسانس‌های گیاهی به دلیل داشتن غلظت‌های بالای طیف وسیعی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ترپنوئیدها، گلیکوزیدها، فلاونوئیدها، فلاونول‌ها و آلکالوئیدها دارای خواص ضدمیکروبی، ضدقارچی و ضدسرطانی هستند (پویا و همکاران، ۱۳۹۸؛ Solgi and Ghorbanpour, 2014). بنابراین، با کاهش جمعیت باکتریایی، جذب آب بهبود می‌یابد و عمر گلجایی بیشتر می‌شود (پویا و همکاران، ۱۳۹۸؛ Mousavi Bazaz and Tehranifar, 2011; Lu *et al*., 2010). تیمار ترکیبی ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس مرزه و میخک باعث حفظ بیشترین مقدار وزن تر نسبی شاخه و بیشترین جذب محلول در رز رقم ولوت شد (پویا و همکاران، ۱۳۹۸). Solgi و همکاران (۲۰۰۹) نشان دادند که تیمار محلول گلجایی گل‌های شاخه‌بریده ژربرا با ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر از اسانس‌های تیمول و کارواکرول باعث افزایش وزن تر نسبی و جذب محلول شد. تأثیر مثبت ترکیبات ضدمیکروبی و اسانس‌های گیاهی بر افزایش جذب آب گل شاخه‌بریده آلسترومریا از محلول گلجای نشان داده شد (Mousavi Bazaz and Tehranifar, 2011).

کاهش وزن تر: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱)، اثر تیمارهای مختلف روی کاهش وزن تر در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که تیمار ۱۰ درصد عصاره هوم با ۵/۱۴ گرم، ۲ درصد اسانس گیاه درمنه با ۵/۵۱ گرم و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم با ۵/۷۳ گرم بهترین تیمارها بودند. بیشترین میزان کاهش وزن تر (۱۳/۶۳ گرم) در تیمار شاهد به‌دست آمد.

یکی از مهم‌ترین علائم پیری و پایان عمر گل‌های شاخه‌بریده، کاهش وزن تر است. هر چه گل‌های شاخه‌بریده به پیری و پایان عمر خود نزدیک می‌شوند، توانایی جذب آب آن‌ها کاهش می‌یابد و پژمردگی گلبرگ‌ها اتفاق می‌افتد. در طول فرآیند پس از برداشت، حفظ وزن تر شاخص مؤثری برای تعیین مناسب‌ترین تیمار اعمال شده است (Soliman and El-Sayed, 2023; Alkac *et al*., 2023). در پژوهش حاضر مشخص شد که تیمارهای برتر در حفظ وزن تر، از عمر پس از برداشت بالاتری برخوردار بودند. علت برتری ترکیبات ضدمیکروبی فوق را می‌توان به بهبود جذب آب و جلوگیری از فعالیت میکروب‌ها ذکر کرد که منجر به جلوگیری از انسداد آوندی شد و وزن تر افزایش یافت. اثر مثبت اسانس گیاهان مختلف در حفظ وزن تر گل‌های شاخه‌بریده داودی (El-Sayed and El-Ziat, 2021)، میخک (Alkac *et al*., 2023) و آلسترومریا (Karimian and Tehranifar, 2011) گزارش شده است. Jalili Marandi و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند که اسانس آجوان (*Carum copticum*) با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اثر خوبی بر درصد وزن تر و عمر گلجایی گلایول (*Gladiolus grandiflora*) داشت. بیات و همکاران (۱۳۹۰) بیان کردند که تیمارهایی که حاوی اسانس مرزه با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بودند، بیشترین تأثیر را در افزایش و حفظ وزن تر نسبت به وزن تر اولیه گل میخک داشتند. استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی باعث افزایش درصد وزن تر گل، تأخیر در کاهش وزن تر و افزایش کیفیت گل ژربرا شد (Solgi *et al*., 2009). نتایج حاصل از پژوهش‌های فوق با نتایج پژوهش کنونی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

منطبق است.

درصد ماده خشک: جدول تجزیه واریانس آشکار کرد که اثر تیمارهای مختلف روی درصد ماده خشک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). جدول مقایسه میانگین داده‌ها آشکار کرد که تیمارهای ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیپوکلریت سدیم و ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم به ترتیب با ۱۳/۶۳ و ۱۲/۵۹ درصد ماده خشک، بهترین تیمارها و تیمار شاهد با ۹/۰۸ درصد ماده خشک، نامناسب‌ترین تیمار شناخته شدند (جدول ۲).

علت برتری ترکیبات ضدمیکروبی در این پژوهش را می‌توان به بهبود جذب ساکارز از محلول گلجایی و جلوگیری از فعالیت میکروب‌ها ذکر کرد که باعث افزایش درصد ماده خشک در گیاه می‌گردند. لازم به ذکر است که یکی از شاخص‌های افزایش عمر پس از برداشت، تجمع قند و مصرف کمتر آن است. دلیل افزایش مقدار درصد ماده خشک نسبت به شاهد را نیز می‌توان به تجمع ساکارز در گیاه نسبت داد (هاشم‌آبادی، ۱۳۹۰؛ Solgi *et al*., 2009). افزایش درصد ماده خشک در گل‌های شاخه‌بریده داودی با کاربرد اسانس گیاهی (El-Sayed and El-Ziat, 2021) و داودی رقم 'White Star' با کاربرد هیپوکلریت سدیم (Singh *et al*., 2023) گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

کلروفیل کل: با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مختلف روی کلروفیل کل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس مقایسه میانگین داده‌ها، در میان تیمارها برای کلروفیل کل برگ‌ها، تیمار هوم در سطح ۱۰ درصد، بیشترین مقدار (۱۶/۴۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) و تیمار شاهد، کمترین مقدار کلروفیل کل (۵/۶۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر) را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

یکی از علل کاهش کلروفیل در برگ گل‌های شاخه‌بریده، ناشی از تخریب کلروفیل، کاهش هورمون‌های درونی یا بر هم خوردن تعادل بین آنها است. تنش آبی سبب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن در کلروپلاست می‌شود که تخریب کلروفیل، در نتیجه کاهش فتوسنتز و رشد را به همراه دارد (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). اسانس‌های گیاهی دارای ترکیبات فنلی هستند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. بنابراین، اسانس‌ها باعث حفظ کلروفیل می‌شوند (Lise *et al*., 2004). جلوگیری از تخریب کلروفیل توسط ترکیبات ضدمیکروبی یا ضداتیلنی می‌تواند به دلیل عمل‌نکردن آنزیم کلروفیلاز در زمان انجام تیمارها و عدم شکستن کلروفیل در برگ‌های پیر باشد (Ferrante *et al*., 2003). کاربرد تیمار موقت هیپوکلریت سدیم و ساکارز در بهبود کلروفیل گل‌های شاخه‌بریده داودی مثبت ارزیابی شد (Singh *et al*., 2023). اسانس‌های گیاهی دارای ترکیبات فنولی هستند که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند. بنابراین، اسانس‌ها باعث حفظ کلروفیل می‌شوند (Lise *et al*., 2004). اسانس‌ها باعث بهبود کلروفیل در برگ گل‌های شاخه‌بریده میخک شدند (Soliman and El-Sayed, 2023). این محققان معتقدند که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی تشکیل‌دهنده اسانس‌ها با جلوگیری از تولید ROSها و همچنین حذف میکروارگانیسم‌ها، بهبود جذب آب و قندها و حفظ تورژسانس سلولی، از تخریب کلروفیل جلوگیری می‌کنند. استفاده از اسانس زیره سیاه با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، میزان کلروفیل را در گل شاخه بریده آلسترومریا نسبت به شاهد حدود ۲ برابر افزایش داد (Mousavi Bazaz and Tehranifar, 2011). اسانس رزماری در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین تأثیر را بر کلروفیل کل گل شاخه‌بریده لیزیانتوس داشت. مقدار کلروفیل کل گل‌های شاخه‌بریده لیزیانتوس در دو تیمار اسانس رزماری در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسانس آویشن شیرازی در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین و تیمارهای آب‌مقطر و اتانول، کمترین کلروفیل را داشتند. اسانس مرزه و میخک، شاخص کلروفیل برگ را در مقایسه با سایر غلظت‌ها در رز رقم ولوت افزایش داد (پویا و همکاران، ۱۳۹۸). بیشترین شاخص کلروفیل برگ در گل‌های شاخه‌بریده رز رقم ولوت، با تیمار ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس میخک به‌دست آمد (پویا و همکاران، ۱۳۹۸). در گل شاخه‌بریده داودی، غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره برگ حنا و سدیم

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

نیتروپروساید مانع کاهش مقدار کلروفیل‌ها در برگ شدند. بیشترین میزان کلروفیل برگ، در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره برگ حنا مشاهده شد (نورانی نیاکی و همکاران، ۱۴۰۱).

کاروتنوئید گلبرگ: اثر تیمارهای مختلف روی رنگیزه کاروتنوئید گلبرگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار ۲ درصد اسانس درمنه با ۰/۷۳ میکروگرم در گرم وزن تر، بیشترین مقدار رنگیزه کاروتنوئید را به خود اختصاص داد. همچنین، غلظت ۱۰ درصد هوم و هر سه غلظت هیپوکلریت سدیم به حفظ کاروتنوئید گلبرگ کمک کردند. کمترین کاروتنوئید گلبرگ در تیمار شاهد (۰/۵۴ میکروگرم در گرم وزن تر) مشاهده شد (جدول ۲).

کاروتنوئیدها به عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی و از بین برنده گونه‌های فعال اکسیژن در فرآیند فتوسنتز نقش دارند. اسانس‌های گیاهی باعث افزایش غلظت کاروتنوئیدها در برخی گل‌های شاخه‌بریده شدند (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Grassmann, 2005). این اسانس‌ها با بهبود جذب آب و کربوهیدرات‌ها از محلول‌های گلجایی باعث حفظ تورژسانس سلولی و ممانعت از تخریب کاروتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها می‌شوند (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶). استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی در غلظت‌های مختلف باعث افزایش میزان کاروتنوئید گلبرگ گل شاخه بریده میخک شد (Basiri *et al.*, 2011).

پروتئین گلبرگ: اثر عوامل مختلف روی مقدار پروتئین گلبرگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین مقدار پروتئین گلبرگ (۸/۱۳ درصد) متعلق به تیمار عصاره گیاه هوم در سطح ۱۰ درصد بود که از لحاظ آماری با بقیه تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت. کمترین مقدار پروتئین گلبرگ (۳/۱۵ درصد) متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۲).

یکی از مشخصه‌های پیری، از بین‌رفتن یا غیرفعال‌شدن پروتئین‌های ضروری است. موادی که بتوانند از تجزیه پروتئین‌ها جلوگیری کنند قادر به افزایش ماندگاری گل‌های شاخه‌بریده خواهند بود. در گلبرگ‌های گل‌های شاخه‌بریده که در معرض پیری و نابودی قرار دارند، فعالیت پروتئازها افزایش و میزان پروتئین‌ها کاهش می‌یابد (van Doorn and Stead, 1997). اسانس‌های گیاهی از طریق کاهش روند تجزیه پروتئین‌ها، عمر گلجایی را افزایش می‌دهند. اسانس‌های گیاهی خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند، بنابراین مانع تخریب ساختار پروتئین‌ها در اثر تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شوند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). اسانس‌های گیاهی موجب حفظ پروتئین در گل شاخه بریده آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus*) شدند، به‌طوری‌که تیمار ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس لیموترش (*Citrus limon*) مقدار پروتئین گلبرگ را نسبت به شاهد بیش از دو برابر افزایش داد (جدید سلیماندارابی و همکاران، ۱۳۹۲). تأثیر مثبت ترکیبات ضدعفونی‌کننده از جمله اسانس‌ها روی حفظ و افزایش پروتئین در گل‌های بریده داودی رقم وایت (زرچینی، ۱۳۹۲) و رز رقم وارلون (مرتضوی، ۱۳۹۰) گزارش شده است. کاهش پروتئین‌ها طی پیری گلبرگ‌های گل‌های آلسترومریا (Wagstaff *et al.*, 2002)، زنبق (*Iris*) (Pak and van Doorn, 2005) و گلایول (Azeez *et al.*, 2007) گزارش شده است. در بسیاری از گونه‌ها، فعالیت آنزیم پپتیداز، دقیقاً قبل از ظهور علائم پیری افزایش می‌یابد. استفاده از تیمارهایی که سنتز پروتئین‌های مؤثر در پیری را کاهش می‌دهند یا متوقف می‌کنند، باعث افزایش ماندگاری و به تأخیر انداختن پیری گل‌های بریده نرگس (*Narcissus*) شدند (van Doorn *et al.*, 2004). استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی باعث حفظ بهتر پروتئین در گل شاخه بریده ژربرا شد (Nikbakht *et al.*, 2008). همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نتایج حاصل از مطالعه هاشم‌آبادی (۱۳۹۰) در مورد تأثیر ترکیبات ضدمیکروبی بر افزایش میزان پروتئین و ثبات غشا در گل شاخه بریده میخک رقم تمپو مطابقت داشت.

جمعیت باکتری انتهای ساقه و محلول گلجای: با توجه به جدول تجزیه واریانس، اثر تیمارهای مختلف روی باکتری محلول و باکتری ساقه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

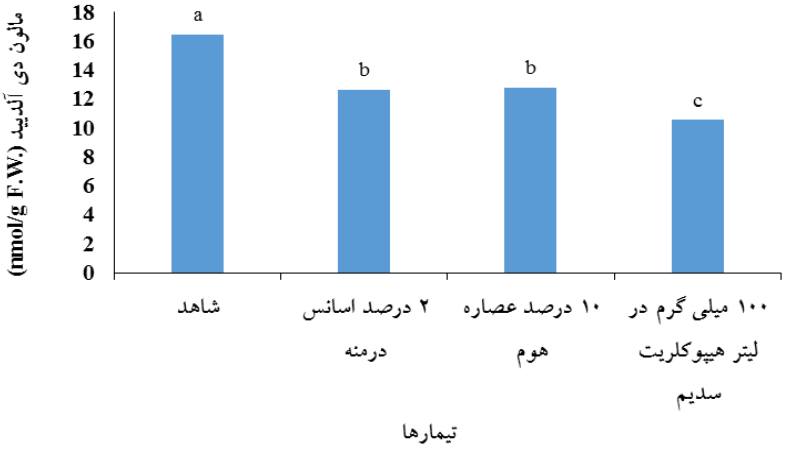
شاهد با ۱۳۷ کلنی در هر میلی‌لیتر، بیشترین جمعیت باکتریایی در محلول و تیمار ۱۰۰ میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم با ۵۶/۶۰ کلنی در هر میلی‌لیتر، کمترین جمعیت باکتریایی در محلول را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). از طرف دیگر، در بین تیمارهای مختلف، شاهد با ۱۰۸/۳۳ کلنی در هر میلی‌لیتر، بیشترین جمعیت باکتریایی در انتهای ساقه و تیمار ۱۰۰ میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم با ۲۹/۶۷ کلنی در هر میلی‌لیتر، کمترین جمعیت باکتریایی در انتهای ساقه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

وقتی که ساقه‌های بریده گل در آب قرار می‌گیرند، میکروب‌ها از شیره ساقه گل و منبع کربن و انرژی افزوده‌شده به محلول گلجایی تغذیه می‌نمایند و به سرعت رشد می‌کنند. گزارش‌ها نشان دادند که در طی یک روز از قرار دادن یک شاخه گل بریده رز تازه و با نشاط در آب تمیز، حدود ۳۰ میلیون باکتری در ۳۰ میلی‌لیتر از آب گلدان حضور می‌یابند. این باکتری‌ها باعث انسداد بافت آوندی ساقه گل می‌شوند و روابط آبی را مختل می‌کنند، در نتیجه باعث پژمردگی زود هنگام گلبرگ‌ها می‌شوند (Reid, 2000). استفاده از ترکیبات ضدمیکروب در محلول گلجایی، باکتری‌های موجود در محلول گلجایی و انتهای ساقه را از بین می‌برند (Reid, 2000; El-Sayed and El-Ziat, 2021). استفاده از هیپوکلریت سدیم در محلول گلجایی گل شب‌بو از طریق به تأخیر انداختن آلودگی محلول نگهدارنده، باعث حفظ وزن تر و افزایش عمر گلجایی آن شد (Celikel and Reid, 2002). اسانس‌های گیاهی به دلیل داشتن ترکیبات آنتی‌اکسیدانی مانند ترپنوئیدها، گلیکوزیدها، فلاونوئیدها، فلاونول‌ها و آلکالوئیدها، دارای خواص ضدمیکروبی هستند (پویا و همکاران، ۱۳۹۸؛ Solgi and Ghorbanpour, 2014). بنابراین، با کاهش جمعیت باکتریایی، عمر گلجایی بیشتر می‌شود (پویا و همکاران، ۱۳۹۸؛ Mousavi Bazaz and Tehranifar, 2011; Lu *et al.*, 2010). فعالیت ضدمیکروبی اسانس‌ها و اجزای سازنده آنها در برابر طیف وسیعی از میکروب‌ها از جمله باکتری‌های گرم منفی گزارش شده است (Helander *et al.*, 1998). میزان باکتری در محلول گلجایی و انتهای ساقه گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم White Liberty تیمارشده با عصاره مورخوش ۳۰ درصد، کمترین بود (هاشم‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۶). تیمار گل‌های شاخه‌بریده داودی با اسانس‌ها نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری موجب کاهش جمعیت باکتری‌ها در محلول گلجایی شد و از انسداد آوندهای چوبی جلوگیری کرد (El-Sayed and El-Ziat, 2021). میکروب‌ها فعالیت اتیلن را به صورت غیرمستقیم تحریک می‌کنند، بنابراین، ترکیبات ضدمیکروبی از جمله اسانس‌ها باعث کاهش تولید اتیلن می‌شوند (Basiri *et al.*, 2011). خاصیت ضدمیکروبی و آنتی‌بیوتیکی اسانس‌های آویشن، زیره، میخک هندی، به‌لیمو (*Citrus limon*)، نعناع و سایر گیاهان دارویی همچنین عصاره حنا به اثبات رسیده است (Hammer *et al.*, 1999).

غلظت MDA: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر سطوح مختلف تیمارهای مورد استفاده روی میزان پراکسیده‌شدن لیپیدهای غشای (غلظت MDA) گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری بود (جدول ۳). طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، کمترین میزان پراکسیده‌شدن لیپیدها به تیمار ۱۰۰ میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم با ۱۰/۵۴ میکرومول در هر گرم بافت تازه اختصاص داشت. از طرف دیگر، بیشترین میزان پراکسیده‌شدن لیپیدها (مربوط به تیمار شاهد) بود (شکل ۲).

ترکیب MDA یکی از محصولات پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء است. تجمع MDA تخریب غشای پلاسمایی را سرعت می‌بخشد. میزان این ماده به عنوان شاخص مقاومت فیزیولوژیکی و پیری محسوب می‌شود (Geng *et al.*, 2009). پژمردگی گلبرگ‌ها به دلیل القای پراکسیداسیون لیپید در اثر رادیکال‌های آزاد، با کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مرتبط است (Ezhilmathi *et al.*, 2007). مطالعه روی گلایول نشان داد که پراکسیداسیون لیپیدها، از مرحله بازشدن کامل گل‌ها تا زمان پیری افزایش یافته است. کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان و افزایش پراکسیداسیون لیپید از عوامل پیری در بسیاری از گیاهان به شمار می‌آید (Azeez *et al.*,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]



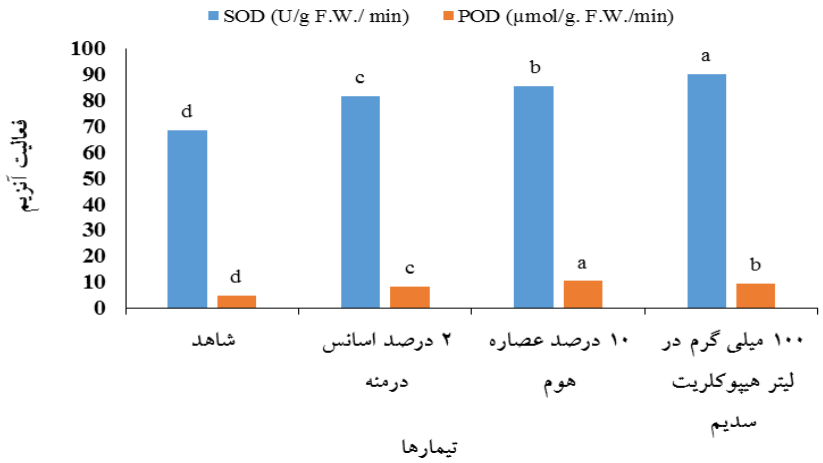
شکل ۲- اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر میزان MDA در گل شاخه‌بریده میخک

2007). پیری گل‌ها با استفاده از حذف‌کننده‌های رادیکال‌های آزاد به تأخیر می‌افتد (Ezhilmathi *et al*., 2007). استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی و تمدیدکننده عمر گلجایی، باعث کاهش تأثیر مخرب مالون دی‌آلدهید در گل شاخه بریده آرگیانتموم (*Argyanthemum* sp.) شد (Kazemi and Ameri, 2012). تولید گونه‌های اکسیژن فعال باعث تخریب ساختار غشا می‌شود. همچنین، تنش آبی ناشی از انسداد آوندها باعث تغییر لیپیدهای غشا می‌شود. اسانس‌های میخک هندی، رزماری و آویشن شیرازی در غلظت بالا باعث کاهش مقدار MDA در گل‌های شاخه‌بریده لیزیانتوس شدند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). نقش اسانس‌ها در حفاظت از گیاهان در برابر پراکسیداسیون لیپیدها در واقع نوعی مکانیزم دفاعی آنتی‌اکسیدانی است که از تمامیت ساختاری غشا حمایت می‌کنند (کاظمی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج پژوهش حاضر در مورد تأثیر مثبت ترکیبات ضدمیکروبی بر ثبات غشاء با نتایج هاشم‌آبادی (۱۳۹۰) منطبق است.

فعالیت آنزیم‌های POD و SOD: شکل ۳ مشخص کرد که اثر تیمارهای منتخب بر میزان فعالیت آنزیم‌های POD و SOD در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین، از بین تیمارهای منتخب، تیمار ۱۰۰ میلی‌لیتر هیپوکلریت سدیم با ۸۹/۹۸ میکروگرم در هر گرم بافت تازه و تیمار ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم با ۸۵/۵۷ میکروگرم در هر گرم بافت تازه، به ترتیب بیشترین فعالیت آنزیم SOD را داشتند. تیمار شاهد با ۶۸/۳۱ میکروگرم در هر گرم بافت تازه، کمترین فعالیت این آنزیم را به خود اختصاص داد. در ارتباط با فعالیت آنزیم POD، تیمار ۱۰ درصد عصاره گیاه هوم با ۱۰/۲۷ میکروگرم در هر گرم وزن تر، بیشترین فعالیت و تیمار شاهد با ۴/۶۵ میکروگرم در هر گرم وزن تر، کمترین میزان فعالیت آنزیم POD را به خود اختصاص دادند.

یکی از مهم‌ترین عوامل پیری زودرس گلبرگ‌ها، تولید گونه‌های اکسیژن فعال است. ترکیباتی مانند اسانس‌ها با خاصیت آنتی‌اکسیدانی با کاهش رادیکال‌های آزاد اکسیژن، حفظ تمامیت ساختاری غشا، افزایش سنتز ترکیبات فنلی و کاهش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (عامل ایجاد پوسیدگی و رنگ قهوه‌ای در گلبرگ‌ها و میوه‌ها با اکسیداسیون فنل‌ها) باعث افزایش کیفیت برخی گل‌های شاخه‌بریده می‌شوند (نورانی نیاکی و همکاران، ۱۴۰۱؛ Soliman and El-Sayed, 2023). آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانع بیوسنتز اتیلن نیز می‌شوند. آنزیم‌های POD اثر سمی رادیکال‌ها را خنثی می‌کنند، بنابراین، از پیری گلبرگ‌ها ممانعت می‌کنند (Mortazavi *et al*., 2007). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی POD، CAT و SOD در گل‌های شاخه‌بریده میخک تیمارشده با اسانس‌های گیاهی در پژوهش Soliman و El-Sayed (۲۰۲۳) نشان داده شد. این محققان گزارش کردند که خواص آنتی‌اکسیدانی عصاره و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]



شکل ۳- اثر هیپوکلریت سدیم، عصاره گیاه هوم و اسانس گیاه درمنه بر فعالیت آنزیم‌های SOD و POD در گل شاخه‌بریده میخک

اسانس‌های گیاهی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در گل‌های شاخه‌بریده را کنترل کرده و با جلوگیری از تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن، پیری گل‌های شاخه‌بریده را به تأخیر می‌اندازد. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، در گلبرگ‌های میخک و گلایول و سوسن (Panavas and Rubinstein, 1998) در طول پیری گل‌های شاخه‌بریده افزایش یافت. استفاده از ترکیبات ضدمیکروبی، اسانس‌های گیاهی و ترکیبات ممانعت‌کننده از پیری، باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های مفید و تأخیر در پیری گل شاخه بریده میخک شد (Kazemi and Ameri, 2012). نتایج پژوهش حاضر، نتایج فوق را تأیید می‌کند.

نتیجه‌گیری

مقایسه اثر هیپوکلریت سدیم با عصاره گیاه هوم و اسانس درمنه روی عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک نشان داد که هیپوکلریت سدیم به‌ویژه در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر اثر ضدمیکروبی قوی‌تری نسبت به اسانس و عصاره انتخاب‌شده داشت و بیشترین تأثیر را در کاهش جمعیت باکتری محلول گلجایی و انتهای ساقه بر جای گذاشت که همین اثر ضدمیکروبی باعث شد تا شاخه‌های تحت تیمار آن، جذب آب بالاتری داشته و همچنین تجمع ماده خشک، پروتئین و فعالیت آنزیم SOD در آن بالاترین و مقدار پراکسیده‌شدن لیپیدها (MDA) پایین‌ترین مقدار باشد. مجموعه این عوامل باعث شد تا بالاترین عمر گلجایی به این تیمار اختصاص یابد. در مقایسه با ترکیبات طبیعی به‌کار رفته، عصاره هوم در غلظت ۱۰ درصد و پس از آن اسانس درمنه در غلظت ۲ درصد تأثیری مشابه و نزدیک به ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر هیپوکلریت سدیم داشتند. با توجه به اهمیت کاربرد مواد طبیعی و سازگار با محیط زیست در صنایع مختلف، جایگزین کردن عصاره هوم و اسانس درمنه راه حل مناسبی برای بهبود عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده میخک با کمترین اثر مخرب زیست محیطی است.

منابع

ابراهیمی‌پور بافقی، معصومه، دهستانی اردکانی، مریم و غلام‌نژاد، جلال (۱۳۹۹). اثر عصاره پوست انار، اسانس رزماری و درمنه بر عمر گلجایی گل شاخه‌بریده داودی (*Chrysanthemum morifolium* R.). *تولیدات گیاهی*، ۴۳(۱)، ۱۴۳-۱۲۹. https://doi.org/10.22055/ppd.2019.25748.1596

بیات، حسن، عزیزی، مجید، شور، محمود، و وحدتی مشهدیان، نوید (۱۳۹۰). اثر اتانول و اسانس گیاهان دارویی در افزایش عمر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

گلجایی گل‌های شاخه‌بریده میخک رقم (*Dianthus caryophyllus* cv. Yellow Candy). *نشریه علوم باغبانی*، ۲۵(۴)، ۳۹۰-۳۸۴. https://doi.org/10.22067/jhorts4.v1390i0.11602

پویا، زینب، نقشی‌بند حسنی، رحیم، و زارع حقی، داود (۱۳۹۸). اثر اسانس‌های مرزه و میخک روی عمر گلجایی، تعادل آبی شاخه و برگ در گل شاخه‌بریده رز رقم ولوت. *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۰(۱)، ۱۷۲-۱۶۳. https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.226036.1175

جدید سلیماندارابی، مریم، هاشم‌آبادی، داود، کاویانی، بهزاد، صداقت‌حور، شهرام، و زارع‌دوست، فاطمه (۱۳۹۲). اثر نانوذرات نقره و اسانس لیمو روی عمر گلجایی آفتاب‌گردان زینتی (*Helianthus annuus* L.). *هشتمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه ابوعلی سینا همدان*، ۲۲۷۰-۲۲۶۶.

زرچینی، محمد (۱۳۹۲). اثر اسانس آرتمیزیا، آموکسی‌سیلین و ریفامپسین روی عمر گلجایی گل‌های شاخه‌بریده داوودی (*Denderanthema grandiflorum* cv. White). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت.

کاظمی، صادق، حسن‌پور اصیل، معظم، وقاسم‌نژاد، محمود. (۱۳۹۳) بررسی آثار فیزیولوژیک برخی اسانس‌های گیاهی در مقایسه با 8-هیدروکسی‌کوئینولین در گل شاخه‌بریده لیزیانتوس (*Eustoma grandiflorum* L.). *علوم باغبانی ایران*، ۴۵(۲)، ۱۹۵-۱۸۵. doi: 10.22059/ijhs.2014.51960

طهماسبی نوترکی، الهه، علیزاده، اردلان، ابوطالبی، عبدالحسین، و زاده‌باقری، مسعود (۱۳۹۰). تأثیر اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره بر عمر پس از برداشت گل شاخه‌بریده لیلیوم (*Lilium* 'Robina'). همایش ملی دستاوردهای نوین در زراعت، تهران، ایران.

متغیر، مهرالسادات، عزیزی، مجید، و تهرانی‌فر، علی (۱۴۰۰). مطالعه مقایسه‌ای تیمارهای کوتاه‌مدت و بلندمدت نانوسیلور، اسید سالیسیلیک و اسانس‌های گیاهی بر برخی خصوصیات ژربرا 'Rosalin'. *نشریه علوم باغبانی*، انتشار آنلاین. https://doi.org/10.22067/jhs.2021.60101.0

مرتضوی، سید نجم‌الدین (۱۳۹۰). تأثیر سولفات آلومینیوم و بازبرش شاخه‌ها بر ماندگاری و کیفیت رز شاخه‌بریده رقم وارلون. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۱۸(۲)، ۱۰۵-۹۳. DOR: 20.1001.1.23222050.1390.18.2.6.7

نورانی نیاکی، صدف، ابراهیمی، راهله، خادمی، اورنگ، و فاتحی، فواد (۱۴۰۱). اثر عصاره برگ حنا و سدیم نیتروپروساید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی و عمر گلجایی گل شاخه‌بریده داوودی (*Chrysanthemum morifolium*). *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۵۳(۱)، ۱۹۲-۱۸۱. https://doi.org/10.22059/ijhs.2020.302255.1800

هاشم‌آبادی، داود (۱۳۹۰). مقایسه تأثیر نانو ذرات نقره و تیوسولفات نقره روی کیفیت و عمر گلجایی گل بریده میخک رقم «تمپو». گزارش نهایی طرح تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

هاشم‌آبادی، داود، باقری، حمیده، شفیعی، محمدرضا، و رضاعلی‌پور، محدثه (۱۳۹۶). اثر ضدمیکروبی عصاره مورخوش (*Zhumeria majdae*) و ۸- هیدروکسی کینولین سولفات روی عمر گلجایی گل شاخه‌بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* 'White Liberty'). *نشریه علوم باغبانی ایران*، ۴۷(۴)، ۷۹۶-۷۸۵. https://doi.org/10.22059/ijhs.2017.124946.775

Alkac, O. S., Gunes, M., & Belguzar, S. (2023). Effects of organic acids, chemical treatments and herbal essential oils on the vase life of cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *35* (4), 332-341. doi: 10.9755/ejfa.2023.v35.i4.3002

Azeez, A., Sane, A. P., Bhatnagar, D., & Nath, P. (2007). Enhanced expression of serine proteases during floral senescence in *Gladiolus. Journal of Phytochemistry*, *68*, 1352-1357. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.02.027

Basiri, Y., Zarei, H., & Mashayekhi, K. (2011). Effects of nano-silver treatments on vase life of cut flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. 'White Librity'). *Journal of Advanced Laboratory Research in Biology*, *2*(2), 49-55.

Benchohra, H., Dif, M., Tounsi, M., Medjaher, H., & Aissaoui, L. (2023). Chemical composition and antibacterial activity of essential oil of aerial part of *Artemisia absinthium* L. (Asteraceae) from Algeria. *In Proceedings of the Bulgarian Academy of Sciences*, *76*(3), 407-414.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensetive method for the quantitation of microgram guantities of protein utilizing

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

the principle of protein-dyebinding. *Analytical Biochemisitry*, *72*, 248-254. https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3

Celikel, F. G. & Reid, M. S. (2002). Postharvest handling of stock (*Matthoila incana*). *HortScience*, *37*, 144-147. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.37.1.144

Dehestani-Ardakani, M., Gholamnezhad, J., Alizadeh, S., Meftahizadeh, H., & Ghorbanpour, M. (2022). Salicylic acid and herbal extracts prolong vase life and improve quality of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flower. *South African Journal of Botany*, *150*, 1192-1204.

El-Hanafi, S. (2007). Alternative additives to vase solution that can prolong vase life of carnation flowers (*Dianthus caryophyllus* L.). *Journal of Product Innovation Management*, *12*(1), 263-276. https://dx.doi.org/10.21608/jpd.2007.44957

El-Sayed, I. M. & El-Ziat, R. A. (2021). Utilization of environmentally friendly essential oils on enhancing the postharvest characteristics of *Chrysanthemum morifolium* Ramat cut flowers. *Heliyon*, *7*(1), e05909. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e05909

Ershad Langroudi, M., Hashemabadi, D., Kalateh Jari, S., & Asadpour, L. (2020). The effect of dill and cumin essential oils on physiological and microbiological traits of cut alstroemeria (*Alstroemeria hybrida*). *Journal of Ornamental Plants*, *10*(1), 15-25.

Ezhilmathi, K., Singh. V. P., Arora, A., & Sairam, R. K. (2007). Effect of 5-sulfusalicylic acid an antioxidant activity in relation to vase life of *Gladiolus* cut flowers. *Plant Growth Regulation*, *51*, 99-108. https://doi.org/10.1007/s10725-006-9142-2

Ferrante, A., Tognoni, F., Mensuali-Sodi, A., & Serra, J. (2003). Treatment with thidiazuron for preventing leaf yellowing in cut tulips and chrysantemum. *Acta Horticulturae*, *755*, 471-476. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.624.49

Geng, X. M., Guo, Lu, J., Hu, F. R., & Okubu, H. (2009). Effect of cold storage and different pulsing treatment on postharvest quality of cut lilly "Mantissa" flowers. *Faculity of Agriculture, Kyushu University*, *54*, 41-45. https://doi.org/10.5109/14035

Giannopolitis, C. & Ries, S. (1997). Superoxid desmutase. I: Occurence in higher plant. *Plant Physiology*, *59*, 309-314. doi: 10.1104/pp.59.2.309

Grassmann, J. (2005). Terpenoids as plant antioxidants. *Explore Scientific, Technical and Medical Research*, *72*, 505-535. https://doi.org/10.1016/s0083-6729(05)72015-x

Gupta, J. & Dubey, R. K. (2018). Factors affecting post-harvest life of flower crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Science*, *7*(1), 548-557. DOI:10.20546/ijcmas.2018.701.065

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. https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1999.00780.x

Hashemabadi, D. (2011). Comparison of silver Nano-particle and silver thiosulfate on quality and vase life of cut carnation cv. "Tempo". Final Report of Research Proposal, Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht, Iran. (In Persian with English abstract)

Heath, R. L. & Parker, L. (1968). Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stiochiometry of fatty acid peroxidation. *Archive of Biochemistry and Biophysics*, *125*, 189-198. https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1

Helander, I., Alakomi, H., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E., Gorris, L., & Wright, A. (1998). Characterization of the action of selected essential oil components on gram-negative bacteria. *Agriculture and Food Chemistry*, *46*, 3590-3595. https://doi.org/10.1021/jf980154m

In, B. C., Motomura, S., Inamoto, K., Doi, M., & Mori, G. (2007). Multivariate analysis of relation between preharvest environmental factors, postharvest morphological and physiological factors and vase life of cut 'Asomi Red' roses. *Journal of Japanese Society for Horticultural Science*, *76*, 66-72. https://doi.org/10.2503/jjshs.76.66

Jalili Marandi, R., Hassani, A., Abdollahi, A., & Hanafi, S. (2011). Improvement of vase life cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulphate. *Journal of Medicinal Plants Research*, *5*, 5039-5043.

Jing, H., Tan, X., Xu, J., Zhou, G., & Li, G. (2011). Cinnamaldehyde prolongs the vase life of cut rose through alleviating oxidative stress. *European Journal of Horticultural Science*, *76*, 69-74.

Karimian, Z. & Tehranifar, A. (2011). Effect of essential oils, ethanol and methanol to extend the vase life of caranation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers. *Journal of Biology and Environmental Science*, *5*(14), 91-94.

Kazemi, M. & Ameri, A. (2012). Response of vase life carnation cut flower to salicylic acid, silver nanoparticles, glutamine and essential oil. *Asian Journal of Animal Science*, *6*(3), 121-131. https://doi.org/10.3923/ajas.2012.122.131

Li, H., Huang, X., Li, J., Liu, J., Joyce, D., & He, S. (2012). Efficacy of nano-silver in alleviating bacteria-related blockage in cut rose cv. Movie Star stems. *Postharvest Biology and Technology*, *74*, 36-41. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.06.013

Lise, A., Michelle, H., & Serek, M. (2004). Reduced water availability improves drought tolerane of potted miniature roses: Is the ethylene pathway involved. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *99*, 95-105.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

https://doi.org/10.1080/14620316.2004.11511719
Liu, J., Zhang, Z., Joyce, D. C., He, S., Cao, J., & Lv, P. (2009). Effect of postharvest nanosilver treatments on cut flowers. *Acta Horticulturae, 847*, 245-250.
Lu, P., Cao, J., He, S., Liu, J., Li, H., Cheng, G., Ding, Y., & Joyce, D. C. (2010). Nanosilver pulse treatments improve water relation of cut rose cv. Movie Star flowers. *Postharvest Biology and Technology*, *57*, 196-202. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.04.003
Mazumdar, B. C. & Majumder, K. (2003) Methods on Physcochemical Analysis of Fruits. University College of Agriculture, Calcutta University.
Mohammadi, R. & Hashemabadi, D. (2016). Improvement postharvest longevity of alstroemeria (*Alstroemeria hybrida*) by sucrose, honey and citric acid. *Plant Ecophysiology*, 204-218. (In Persian with English abstract).
Mortazavi, S. N., Naderi, R., Khalighi, A., Babalar, M., & Allizadeh, H. (2007). The effect of cytokinin and calcium on cut flower quality in Rose (*Rosa hybrida* cv. Illona). *Journal of Food Agriculture and Environment*, *53*(4), 1459-1466.
Mousavi Bazaz, A. & Tehranifar, A. (2011). Effects of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase life of Alstroemeria flowers. *Journal of Biology and Environmental Science*, *5*(14), 41-46.
Muller, R., Sisler, E. C., & Serek, M. (2000). Stress induced ethylene production, ethylene binding, and response to the ethylene action inhibitor 1-MCP in miniature roses. *Scientia Horticulturae, 83*(1), 51-59. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(99)00099-0
Murithi, K. & Ouma, G. (2012). The effect of sugar and hypochlorite on the vaselife of cut roses and carnations. *Journal of Animal and Plant Sciences*, *11*(2), 1394-1397.
Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Luo, A., & Eemadi, N. A. A. (2008). Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake and postharvest life of *Gerbera*. *Journal of Plant Nutrition*, *31*, 2155-2167. https://doi.org/10.1080/01904160802462819
Pak, C. & van Doorn, W. G. (2005). Delay of *Iris* flower senescence by protease inhibitors. *Journal of New Phytologist*, *165*, 473-480. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01226.x
Panavas, T. & Rubinstein, B. (1998). Oxidative events during programmed cell death of daylily (*Hemerocallis hybrida*) petals. *Plant Science*, *133*, 125-138. https://doi.org/10.1016/S0168-9452(98)00034-X
Parsaeimehr, A. & Sargsyan, E. (2013). Ephedra alkaloids-alkaloids derived by amination reaction: phenylalanine derived. In: Natural Products (eds. Ramawat, K. G. and Merillon, J. M.) Pp. 909-922. Springer, Berlin/Heidelberg, Germany.
Reid, M. S. (2000). Fresh flower foods. *California Ornamental Research Federation News*, *4*(3), 1-4.
Shanan, N. (2012). Applications of essential oils to prolong the vase life of rose (*Rosa hybrida* L. cv. Grand) cut flowers. *Journal of Horticultural Science and Ornamental Plants*, *4*(1), 66-74.
Sheu, C. S. & Chen, Y. R. (2006). Bleach and sucrose as a holding solution to prolong vase life of several cut flowers. Abstracts of 27th International Horticultural Congress and Exhibition (IHC 2006), August 13-19, COEX (Convention and Exhibition), Seoul, Korea.
Singh, S., Malik, S., Kumar, M., Kumar, S., Singh, S. P., & Singh, B. (2023). Evaluation of sucrose and sodium hypochlorite as pulsing solution in improving the post-harvest quality in Chrysanthemum cv. White Star. *Biological Forum – An International Journal*, *15*(9), 34-44.
Soliman, D. M. & El-Sayed, I. M. (2023). Study postharvest characteristics, chemical composition and antimicrobial activity of *Dianthus caryophyllus* L., cut flowers using some essential oils. *Ornamental Horticulture, 29*, 37-47.
Solgi, M. & Ghorbanpour, M. (2014). Applicatinon of essentioal oils and their biological effects on extending the shelf-life and quality of horticultural crops. *Trakia Journal of Sciences*, *1*, 198-210.
Solgi, M., Kafi, M., Taghavi, T. S., & Naderi, R. (2009). Essential oils and silver nanoparticles (SNP) as a novel agent to extend vase life of gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') flowers. *Postharvest Biology and Technology*, *53*, 155-158. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2009.04.003
Tanazad, M., Sharifi Sirchi, Gh. Mirzaalian Dastjerdi, A., & Yoosefzadi, M. (2016). Improvment of stability traits and enzyme activity in Diana carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) cut flower in preservative solutions. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29*(1), 43-53. https://dorl.net/dor/20.1001.1.23832592.1395.29.1.4.6
van Doorn, W. G. (2012). Water relations of cut flowers: An update. *Horticultural Reviews*, *40*, 55-106. http://dx.doi.org/10.1002/9781118351871.ch2
van Doorn, W. G. & Stead, A. D. (1997). Abscission of flowers and floral parts. *Journal of Experimental Botany*, *48*, 821-837. https://doi.org/10.1093/jxb/48.4.821
van Doorn, W. G., Monic, A. S., & Tomasson, M. (2004). Daffodil flowers delay senescence in cut *Iris* flowers. *Phytochemistry*, *65*, 571-577. https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2003.12.008
Wagstaff, C., Leverentz, M. K., Griffiths, G., Thomas, B., Chanasut, U., Stead, A. D., & Rogers, H. J. (2002). Cysteine protease gene expressin and proteolytic activity during senescence of *Alstroemeria* petals. *Journal of Experimental Botany*, *53*, 233-240. doi: 10.1093/jexbot/53.367.233

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]
[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

Zhang, Y., Xu, Y., Song, Y., Shang, W., Wang, H., Lei, X., Ding, W., He, D., Jiang, L., Shi, L., He, S., &Wang, Z. (2024). ClO_2 treatment delays petal senescence and extends the vase life of *Paeonia suffruticosa* 'Luoyang Hong' cut flowers. *Scientia Horticulturae*, *325*, 112650. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112650

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]

Effect of sodium hypochlorite, ephedra plant extract and Southern wood plant essential oil on vase life and some physiologic characters of cut carnation flower

Davood Hashemabadi*, Fatemeh Khojastehnezhad, Behzad Kaviani and Fatemeh Zaredoost

Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
(Received: 2023/08/01, Accepted: 2024/05/07)

Abstract

Carnation is one of the most important cut flowers in Iran and the world, and it has high economic importance. One of the important problems of cut carnation flowers is their sensitivity to bacteria at the end of the stem, which diminishes their vase life through the production of toxic substances and vascular blockage. In the present study, sodium hypochlorite (100, 200 and 400 mg/l), ephedra plant extract (10, 20 and 40%) and sagebrush essential oil (1, 2 and 4%) were used in order to remove vascular obstruction and increase the vase life of cut carnation flowers. Distilled water was considered a control. The results showed that the treatment of 100 mg/l of sodium hypochlorite increased the vase life to 13.83 days, which was about 4 days more than the control. This treatment also caused the highest amount of water absorption and percentage of dry matter, the least bacterium number in vase solution and stem end, and the highest rate of superoxide dismutase enzyme activity. The cut flowers of the control had the highest number of bacterium in the vase solution and stem end, the most fresh weight loss, and the highest rate of peroxidation of membrane lipids. The highest level of peroxidase enzyme activity was observed in cut flowers treated with 10% sagebrush plant essential oil. In most of the traits, the extract of ephedra and the essential oil of the sagebrush plant had less effect on the improvement of the measured traits than sodium hypochlorite. In total, in the present study, the treatment of 100 mg/l of sodium hypochlorite is introduced for the induction of the highest post-harvest longevity of cut carnation flowers.

Keywords: Vessel blockage, Essential oils, Secondary metabolites, Postharvest life

Corresponding author, Email: davoodhashemabadi@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-11-19]

[DOI: DOI: 10.22034/13.62.209]