Journal of Advanced Researches in Medicinal Plants, 2 (2): 45-60, (2023)

Evaluating the effect of *Foeniculum vulgare* plant extract on improving the postharvest morphophysiological and biochemical characteristics of *Dianthus caryophyllus* L.

Salari Mitra[1], Soleimanizadeh Mojgan[2*], Etemadipoor Rasool[2]

[1]M.Sc., Dept. of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

[2]Assistant Professor, Dept. of Horticultural Science and Engineering, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran

ABSTRACT INFO

Research Paper

Received: 24 Aug 2024

Accepted: 13 Oct 2024

ABSTRACT

Medicinal plant extracts are natural antimicrobial compounds used during recent years for extending postharvest life of cut flowers. Considering the importance of using natural and harmless substances, it is necessary to conduct experiments to determine the appropriate concentration of these substances. Therefore, the aim of this research is to improve the post-harvest characteristics of *Dianthus caryophyllus L.* by using the medicinal plant extract of *Foeniculum vulgare***.** After preparing medicinal plant extract with maceration method, the relevant treatments were applied with the desired concentration (0, 500, and 700 mg/L) on the target plants and the desired traits (morphophysiological and biochemical) were measured. The experiment was conducted as a factorial in a completely randomized design. The obtained results showed that the extract had a positive and significant effect on various attributes of *Dianthus caryophyllus* L. The results showed that *Foeniculum vulgare* extract with a concentration of 500 mg/liter increased the retention percentage, stem diameter and *Dianthus caryophyllus* L. flower. At the end of the experiment, the amount of absorption of the solution, solids, chlorophyll, carotenoid, anthocyanin, phenol and flavonoid was increased by this concentration, and the extract reduced the tension by maintaining the activity of catalase and peroxidase enzymes, and as a result, decreased ion leakage and malondialdehyde. The results also showed that the extract with a concentration of 500 mg/liter decreased the microbial population compared to the control. The concentration of 500 mg/liter of the extract was effective in increasing the life after harvesting of this flower compared to other concentrations.

***Key words*:** Biochemical and physiological characteristics, *Foeniculum vulgare extract*, Medicinal plant, Preservative solution.

How to cite this article:
Salari M, Soleimanizadeh M, Etemadipoor R. 2023. Evaluating the effect of *Foeniculum vulgare* plant extract on improving the postharvest morphophysiological and biochemical characteristics of *Dianthus caryophyllus* L. Journal of Advanced Researches in Medicinal Plants 2 (2): 45-60. (In Farsi)
DOI: 10.30479/armp.2024.20791.1034

©The Author(s).
Publisher: Imam Khomeini International University
ARMP is an open access journal under the CC BY license (http://creativecommons.org/licenses/BY/4.0/)

*Corresponding Author Email: **m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir**

نشریه پژوهش‌های پیشرفته در گیاهان دارویی، دوره دوم، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص ۶۰-۴۵

ارزیابی تأثیر عصاره گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare*) بر بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک (*Dianthus caryophyllus* L.)

میترا سالاری[۱]، مژگان سلیمانی زاده[۲*]، رسول اعتمادی پور[۲]

[۱]کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس
[۲]استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس

اطلاعات مقاله

علمی-پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۳

پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۲۲

چکیده

عصاره گیاهان دارویی ترکیبات ضدمیکروبی طبیعی هستند که در سال‌های اخیر برای افزایش عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده استفاده می‌شوند. با توجه به اهمیت به‌کارگیری مواد طبیعی و بی‌ضرر، لازم است آزمایش‌هایی انجام گیرد تا غلظت مناسب مصرف این مواد مشخص شود. بنابراین هدف از این تحقیق، بهبود ویژگی‌های پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک با استفاده از عصاره گیاه دارویی رازیانه بود. پس از تهیه عصاره گیاه دارویی با استفاده از روش ماسراسیون، تیمارهای مربوط با غلظت مدنظر (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) روی گیاهان هدف اعمال و صفات مورد نظر (مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی) اندازه‌گیری شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که عصاره، بر صفات مختلف میخک تأثیر مثبت و معناداری داشت. نتایج نشان داد که عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش درصد ماندگاری و قطر ساقه، در گل میخک شد. در پایان آزمایش میزان جذب محلول، مواد جامد، کلروفیل، کاروتنوئید، آنتوسیانین، فنل و فلاونوئید توسط این غلظت افزایش یافت و عصاره با حفظ فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز باعث کاهش تنش و به‌دنبال آن کاهش نشت یونی و مالون دی‌آلدئید شد. نتایج همچنین نشان داد که عصاره با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش جمعیت میکروبی در مقایسه با شاهد شد. به‌طورکلی غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر عصاره در افزایش عمر پس از برداشت این گل نسبت به دیگر غلظت‌ها مؤثر بود.

کلمات کلیدی: عصاره رازیانه، فیزیولوژیکی، گیاه دارویی، محلول نگه‌دارنده، ویژگی‌های بیوشیمیایی.

استناد به این مقاله

Salari M, Soleimanizadeh M, Etemadipoor R. 2023. Evaluating the effect of *Foeniculum vulgare* plant extract on improving the postharvest morphophysiological and biochemical characteristics of *Dianthus caryophyllus* L. Journal of Advanced Researches in Medicinal Plants 2 (2): 45-60. (In Farsi)

DOI: 10.30479/armp.2024.20791.1034

حق‌مؤلف © نویسندگان
ناشر: دانشگاه بین المللی امام خمینی (ره)

*نشانی پست الکترونیکی نویسنده مسئول: **m.soleimanizadeh@hormozgan.ac.ir**

مقدمه

با افزایش تقاضای محصولات گل در سراسر جهان برای انواع مناسبت‌ها، پرورش‌دهندگان مجبور به تولید بیشتر در زمان کمتری هستند. مصرف‌کنندگان همیشه به‌دنبال محصولات با گل‌های رنگارنگ، معطر و زیبا هستند و برای تحقق این امر، اغلب در مرحله تولید با بسیاری از مواد شیمیایی آغشته می‌شوند. علاوه بر این در مرحله پس از برداشت گل‌ها برای حفظ تازگی و کیفیت قبل از برداشت مجدداً با تعداد زیادی مواد شیمیایی از جمله مواد اسیدی، ترکیبات ضدمیکروبی، ترکیبات ضد اتیلن، تنظیم‌کننده‌های رشد و منابع کربوهیدرات تیمار می‌شوند (Singh *et al.*, 2022). از آنجایی‌که گل‌ها به‌عنوان غذا مصرف نمی‌شوند، بسیاری از نگرانی‌های نظارتی و پیامدهای بالقوه مورد توجه قرار نمی‌گیرد. بنابراین، اتخاذ روش‌هایی، که برای افراد درگیر در تجارت گل ایمن و سالم به نظر می‌رسد، بسیار مهم است (Nassar and Ribeiro, 2020). رعایت بهداشت مناسب در هنگام استفاده از گل‌ها مانند پوشیدن دستکش و ماسک یکی از راه‌حل‌های آسان برای به حداقل‌رساندن خطر است. بااین‌حال، برای یافتن راه حل دائمی برای چنین مسائلی، باید تولید گل ارگانیک را ترویج داد.

به‌دلیل وجود متابولیت‌های ثانویه، عصاره‌های گیاهی، هنگامی‌که در تولید محصول استفاده می‌شوند، می‌توانند با آفات محصول مبارزه کنند، رشد گیاه را با عمل به‌عنوان تنظیم‌کننده تعدیل کنند و کارایی جذب مواد مغذی را افزایش دهند. با این‌حال، عصاره‌های طبیعی گیاهی کاربردهای متعددی در مراحل مختلف تولید گیاه دارند. به‌دلیل خواص ضدمیکروبی طبیعی ذاتی، عصاره‌های گیاهی در حال حاضر به‌طور گسترده در محلول‌های نگه‌دارنده برای بهبود کیفیت و عمر پس از برداشت گل‌های شاخه‌بریده استفاده می‌شود (Singh *et al.*, 2022). اگرچه ترکیبات شیمیایی از تکثیر میکروارگانیسم‌ها در محلول‌های نگه‌دارنده جلوگیری می‌کنند و طول عمر گل را بهبود می‌بخشند، بهتر است استفاده از آن‌ها به‌دلیل عوارض جانبی هشداردهنده روی محیط زیست و سلامتی، محدود شود. علاوه بر این، امروزه مصرف‌کنندگان بیشتر آگاه شده‌اند و ترجیح عمومی برای گل‌های ارگانیک یعنی گل‌های بدون هیچ‌گونه باقی‌مانده شیمیایی در حال افزایش است (Chouhan *et al.*, 2017). در گل مریم، محلول نگه‌دارنده حاوی عصاره رزماری[1]، اکالیپتوس[2] و عصاره میوه پرتقال ترش باعث بهبود عمر پس از برداشت و دیگر صفات فیزیولوژیکی گل شد (Golshadi *et al.*, 2016). این مطالعات به‌وضوح نقش عصاره‌های گیاهی طبیعی را در کاهش استفاده از مواد شیمیایی در حمل‌ونقل پس از برداشت محصولات گل، نشان می‌دهد. تحقیق دیگری در هند توسط شارما و همکاران روی بهبود روابط آبی در گل شاخه‌بریده گلایول از طریق عصاره‌های مختلف گیاهی چریش، ریحان مقدس و زردچوبه صورت گرفت. نتایج نشان داد که عصاره‌های گیاهی بر تمام ارقام مورد مطالعه تأثیر مثبت داشتند. این عصاره‌ها دارای ترکیبات ضدباکتری یا ضدمیکروبی بودند که با جلوگیری از تجمع میکروارگانیسم‌ها در آوندها، روابط آبی را تقویت، و از پژمردگی جلوگیری می‌کنند و در نتیجه پیری را به تأخیر می‌اندازند (Sharma *et al.*, 2016).

گیاهان دارویی و معطر مولکول‌های فعال زیستی خاصی تولید می‌کنند که رشد باکتری‌ها یا قارچ‌ها را مهار می‌کنند. بافت‌های گیاهی حاوی ترکیبات مختلفی به نام متابولیت‌های ثانویه از قبیل گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، تانن‌ها، آلکالوئیدها، اسانس‌ها، اسیدهای آلی، ترکیبات فنولی و... هستند. آنها ترکیبات بیولوژیکی فعالی هستند که اثر دارویی، تنظیم‌کننده رشد، علف‌کش و آفت‌کش مؤثری بر گیاهان دارند. مزایای مهم گیاهان دارویی شامل کاربرد در درمان بیماری‌های مختلف، ایمنی آن‌ها، اقتصادی‌بودن، مؤثربودن و در دسترس‌بودن آسان است. استفاده از عصاره‌های گیاهی با خواص ضدمیکروبی شناخته‌شده، می‌تواند در تیمارهای درمانی و همچنین در تولید محصولات کشاورزی به‌ویژه در تیمار پس از برداشت گل‌ها اهمیت زیادی داشته باشد. در تیمار پس از برداشت گل‌ها، خواص ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی گیاهان دارویی از اهمیت زیادی برخوردار است (Singh *et al.*, 2022).

گیاه رازیانه با نام علمی *Foeniculum vulgare* یک گیاه دارویی متعلق به خانواده Apiaceae است که از آن به‌عنوان منبع مهمی از ترکیبات فعال گیاهی (اسانس‌ها، ترکیبات فنولی، اسیدی و...) استفاده می‌شود. این ترکیبات به گیاه رازیانه خواص ضدمیکروبی، آنتی اکسیدانی، ضدالتهابی و... می‌بخشند (Atta *et al.*, 2023). میخک با نام علمی *Dianthus caryophyllus* L. گیاهی چندساله از خانواده Caryophyllaceae است. این گیاه به‌دلیل گل‌های رنگارنگ و معطر یکی از مهم‌ترین گیاهان گلدار زینتی است که به‌عنوان گل شاخه‌بریده در تمام طول سال در سراسر جهان فروخته می‌شود و نقش مهمی در تجارت گل و گیاه

[1] Rosemary extract
[2] Eucalyptus

دارد و از محبوب‌ترین گل‌های شاخه‌بریده برای تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان است. این گیاه بومی منطقه مدیترانه است و در بین سه گل شاخه‌بریده برتر در بازارهای بین‌المللی قرار دارد. در حال حاضر، در دنیا بیش از ٦ هزار هکتار زمین، زیر کشت میخک است (Nair, 2023). به‌طورکلی، پیری زودرس پس از برداشت به‌دلیل تولید اتیلن ایجاد می‌شود. اتیلن نقش مهمی در تنظیم پیری گل‌ها دارد و میزان تولید آن با پیری گل‌ها افزایش می‌یابد. علاوه بر این، میخک به تجمع باکتری در انتهای ساقه یا محلول نگه‌دارنده بسیار حساس است که می‌تواند باعث انسداد آوندها، کاهش جذب آب توسط ساقه، پژمردگی زودرس و کاهش عمر پس از برداشت شود (Lou *et al.*, 2020).

درصد ماندگاری این گل، کوتاه و حدود ۵ تا ۷ روز بدون استفاده از محلول نگه‌دارنده است و این محدودیتی اساسی در بازاریابی گل شاخه‌بریده میخک است. به‌منظور پاسخگویی به تقاضای مصرف‌کننده برای گل‌های تازه و سودآوری تولیدکنندگان، یافتن بهترین محلول نگه‌دارنده که بتواند عمر پس از برداشت را طولانی‌تر کند و کیفیت گل شاخه‌بریده میخک را بهبود بخشد، ضروری است. لذا هدف از این تحقیق بهبود ویژگی‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پس از برداشت گل شاخه‌بریده میخک با استفاده از عصاره گیاه دارویی رازیانه است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای این پژوهش، مواد گیاهی که شامل گل‌های شاخه‌بریده میخک است از یک گلخانه واقع در تهران تهیه، و به آزمایشگاه فیزیولوژی پس از برداشت واقع در دانشکده کشاورزی دانشگاه هرمزگان انتقال داده شد. برای تهیه عصاره گیاه دارویی رازیانه از روش ماسراسیون استفاده شد. بدین ترتیب مقدار لازم از هر ماده گیاهی پودرشده به نسبت ۱ به ۱۰ حلال (متانول) مخلوط شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای اتاق و روی شیکر قرار داده شد. پس از عبور از کاغذ صافی در دستگاه آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ قرار داده شد.

به‌منظور تعیین بهترین غلظت عصاره گیاهی، آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار صورت پذیرفت. فاکتور اول عصاره بذر رازیانه در سه سطح (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم شامل زمان نگهداری در چهار سطح (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤٠ روز) بود. پس از اعمال تیمارها، نمونه‌ها در سردخانه نگهداری شدند. به‌مدت ٤٠ روز به فاصله زمانی هر ۱۰ روز یکبار صفات مورد نظر (مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی) اندازه‌گیری شد.

ارزیابی درصد ماندگاری گل با مشاهده پلاسیدگی، تغییر رنگ، ریزش گلبرگ‌ها، خم شدن گل‌ها و پژمردگی آن‌ها انجام شد (Van Doorn, 2002). وزن تر نسبی گل‌ها با استفاده از فرمول $R.F.W\ (\%) = W_t / W_{t=0} \times 100$ محاسبه شد.

در این فرمول، W_t برابر با وزن تر ساقه بر حسب گرم در روز ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ٤٠ و $W_{t=0}$ برابر با وزن همان ساقه در روز صفر بود. قطر ساقه و گل برحسب میلی‌متر با استفاده از کولیس اندازه‌گیری شد. مقدار محلول جذب‌شده بر حسب گرم وزن ساقه در روز و مطابق با روش He و همکاران محاسبه شد (He *et al.*, 2006). نشت یونی با کمک روش (Kumar and Dey, 2011) انجام شد. اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل به وسیله دستگاه رفراکتومتر انجام و برحسب درصد بیان شد.

به‌منظور ارزیابی کلروفیل a، b و کاروتنوئید، از روش Lichtenthaler (۱۹۸۷) استفاده شد. مقدار ۲۰۰ میلی‌گرم از بافت برگ گیاه هدف با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰٪ (حجمی/حجمی) برای استخراج رنگدانه‌های فتوسنتزی مخلوط گردید. برای هر نمونه، میزان جذب در طول موج ٦٤٦٫٨٠، ٦٦٣٫٢٠ و ٤٧٠ نانومتر با سه تکرار تکنیکال با استفاده از دستگاه الیزا ریدر اندازه‌گیری شد. غلظت هر گروه از ترکیبات مطابق با معادلات ۱ تا ٤ محاسبه، و به‌صورت میلی‌گرم در گرم وزن تر گزارش شد.

$$\text{Chl a (mg g}^{-1}) = (12.25 \times A_{663.2}) - (2.79 \times A_{646.8}) \quad (۱)$$

$$\text{Chl b (mg g}^{-1}) = (21.51 \times A_{646.8}) - (5.1 \times A_{663.2}) \quad (۲)$$

$$\text{Chl T (mg g}^{-1}) = \text{Chl a} + \text{Chl b} \quad (۳)$$

$$\text{Car (mg g}^{-1}) = [(1000 \times A_{470}) - (1.8 \times \text{Chl a}) - (85.02 \times \text{Chl b})] \div 198 \quad (٤)$$

مقدار آنتوسیانین با استفاده از روش تغییر pH تعیین شد (Paliyath *et al.*, 2009). بعد از همگن‌سازی ۵۰ میلی‌گرم بافت برگی در ۵ میلی‌لیتر اتانول اسیدی‌شده، این محلول در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٢٤ ساعت در تاریکی قرار گرفت. سپس عصاره در ٤٠٠٠ g به‌مدت ۱۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفوژ شد. جذب هر سوپرناتانت در طول موج ۵۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. ضریب خاموشی $33000\ M^{-1}\ cm^{-1}$ برای محاسبه آنتوسیانین کل استفاده، و به شکل میکرومول در گرم وزن تر بیان شد.

$$A=\varepsilon bc \quad (۵)$$

که در آن:

A : جذب

b : عرض کووت

c : غلظت محلول مورد نظر است.

فعالیت مهار رادیکال DPPH مطابق با روش Hatano و همکاران اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری فنل کل از روش Singleton and Rossi (۱۹٦۵) با تغییرات بسیار جزئی استفاده شد. محتوای کل فلاونوئید با روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم طبق دستورالعمل Lin and Tang (۲۰۰۷) سنجیده شد. محتوی فلاونوئید کل با استفاده از روش رنگ‌سنجی کلرید آلومینیوم ($AlCl_3$) محاسبه شد (Lin and Tang, 2007). مخلوط واکنش (حجم کلی ۱۰ میلی‌لیتر) شامل ۱ میلی‌لیتر نمونه از عصاره تهیه‌شده یا استاندارد همراه با ٤ میلی‌لیتر آب مقطر و ۰٫۳ میلی‌لیتر $NaNO_2$ (وزنی/حجمی) ۵٪ بود. بعد از یک و پنج دقیقه به ترتیب ۰٫۳ میلی‌لیتر $AlCl_3$ و ۲ میلی‌لیتر NaOH یک مولار اضافه شد. سپس ۲٫٤ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و مخلوط واکنش تکان داده شد. رنگ صورتی حاصل با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۰ نانومتر قرائت شد و نتایج به شکل میلی‌گرم کوئرستین در وزن تر نمونه بیان شد. برای اندازه‌گیری پروتئین کل از روش برادفورد (۱۹۷٦) استفاده شد (Bradford, 1976). به‌منظور تعیین صفت مالون دی‌آلدئید از روش Heath and Packer (۱۹٦۸) استفاده شد. سنجش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز مطابق با روش Chance and Maehly (۱۹۵۵) انجام شد. به‌منظور شمارش میکروبی (بررسی میزان کل باکتری‌های موجود از روش Mahdi Jowkar (۲۰۰٦) استفاده شد. در نهایت پس از اندازه‌گیری تمام صفات و داده‌برداری، داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹٫٤ مورد آنالیز قرار گرفت.

نتایج

بررسی صفات مورفولوژیک

درصد ماندگاری گل: در این پژوهش نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر درصد ماندگاری گل میخک معنادار شد (جدول ۱). با گذشت زمان نگهداری میزان درصد ماندگاری گل در شاهد و غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش یافت. درصد ماندگاری گل‌ها در تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در مقایسه با شاهد و غلظت ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش داشت و با گذشت زمان تقریباً ثابت بود (شکل ۱).

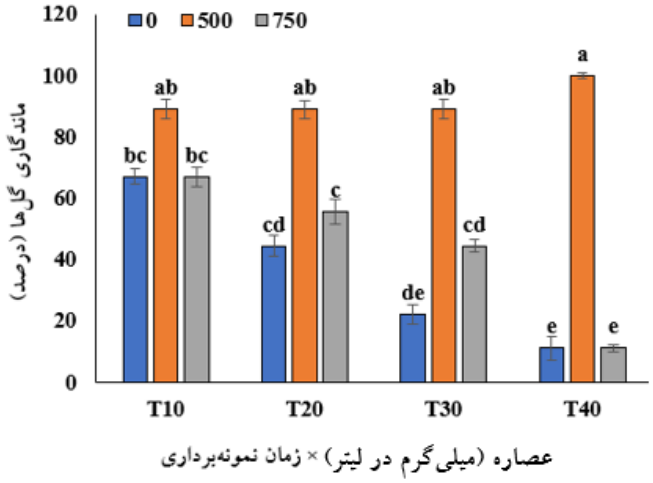
وزن تر نسبی: بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر وزن تر نسبی گل میخک به ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین میزان وزن تر نسبی مربوط به تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۸۵٫۵۹ درصد و شاهد به‌میزان ۳٦٫۳۳ درصد شد (شکل ۲).

قطر ساقه: برطبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر قطر ساقه گل میخک به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش قطر ساقه گل شاخه‌بریده میخک به‌میزان ۳٫۲۳ میلی‌متر در مقایسه با شاهد شد (شکل ۲-ب).

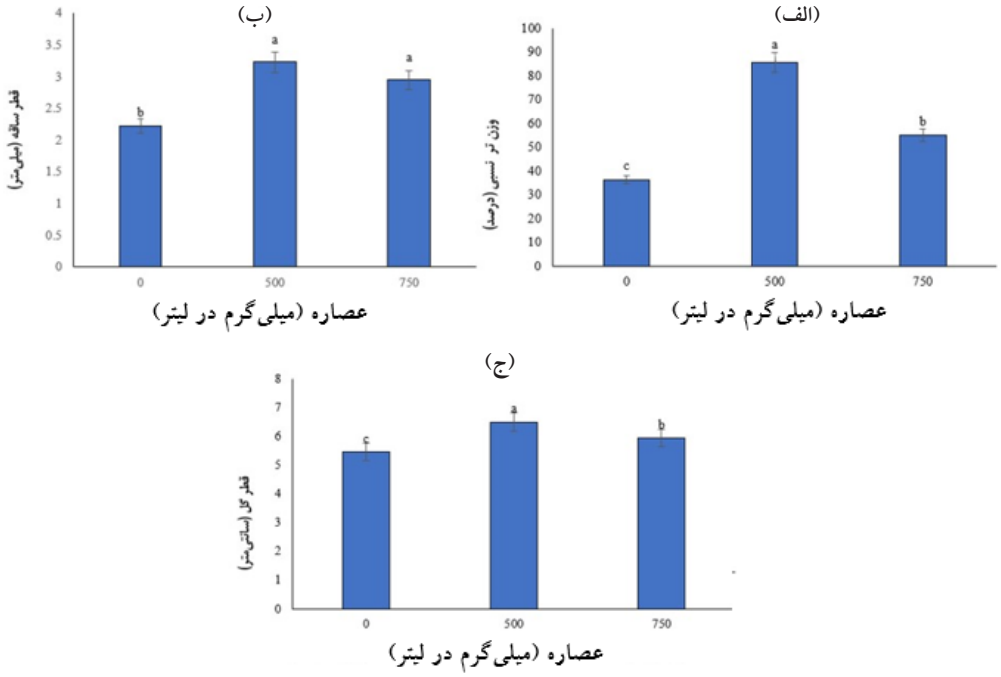
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار رازیانه روی ویژگی‌های مورفولوژیک گل شاخه‌بریده میخک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		درصد ماندگاری گل‌ها	وزن تر نسبی	قطر ساقه	قطر گل
تیمار	۲	۱۰۸۰٤٫۳٦**	۷٤۲۲٫٦۰**	۳٫۲٦**	۳٫۲٦**
زمان	۳	۸۹۱۸٫۱۱**	۲٦٫۳۸ns	۰٫۰۱۰۷ns	۰٫۱۳۷*
تیمار×زمان	٦	۹۰۳٫۱۳*	۲٦٫۵٦ns	۰٫۰۵۱ns	۰٫۰٦۲ns
خطای آزمایش	۲٤	۲۷۷٫۸۳	۱۸٫۳۳	۰٫۱۰۰	۰٫۰٤٤
C.V %	–	۲۹٫۰۱	۷٫۲۵	۱۱٫۳۱	۳٫۵۵

*، ** و ns به‌ترتیب در سطح احتمال ۵، ۱ درصد معنادار و غیرمعنادار



شکل ۱- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار در زمان بر درصد ماندگاری گل شاخه‌بریده میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)



شکل ۲- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر الف) وزن تر نسبی، ب) قطر ساقه و ج) قطر گل میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

قطر گل: نتایج تجزیه واریانس جدول ۱ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر قطر گل میخک به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد معنادار و غیرمعنادار بود. نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۱۹٫۰٤ درصد سبب افزایش قطر گل میخک در مقایسه با شاهد شد (شکل ۲-ج).

بررسی صفات فیزیولوژیک

جذب محلول: نتایج داده‌های جدول ۲ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر جذب محلول گل شاخه‌بریده میخک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در پایان آزمایش (٤۰ روز) میزان جذب محلول توسط تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار رازیانه بر بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیک گل شاخه‌بریده میخک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		جذب محلول	نشت یونی	مواد جامد محلول	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	آنتوسیانین	فنل کل	آنتی‌اکسیدان	فلاونوئید
تیمار	۲	۰٫۳٤**	۳۸۷٫۷**	۱۸٫٤۸**	۲۲٫٤٦**	۳٦٥**	۳٦٫۷**	۰٫۳۹٤**	٥٥۰۸۲۱٫٦**	٦٤٥٧٥**	۲٥۳٧٫۸**
زمان	۳	۰٫۰٤۷**	۲٫٤٥**	۰٫۰۱۷ns	۲٫٤٤**	۰٫۳۸۷ns	۰٫۰۸۷ns	۰٫۰۰۲۳ns	٦٤۳۱٫٤ns	٦٫٥٦**	۰٫٤۷۸ns
تیمار×زمان	٦	۰٫٤۷**	۱٫۷٦**	۰٫٦٦**	۳٫۲٦**	۰٫۷٤۹ns	۰٫۱۲٤ns	۰٫۰۰٦۰ns	۷٦۷٥۹۲ns	۲٫٤٤**	۰٫۳۱۰ns
خطای آزمایش	۲٤	۰٫۰۰۰۲	۰٫۰۷۱	۰٫۱۱۰	۰٫۳۸۲	۰٫٦۲۸	۰٫٥٤۰	۰٫۱۰۱	۲۲۳۲٦٫۷	۰٫٤۹	۰٫٦۳۳
C.V %	-	۱٤٫۰٦	۱٫٦٦	۹٫۰۳	۲۰٫٥۷	٦۲٫۳۲	۲۱٫۹۳	۱۹٫٤۳	۳۰٫٥۰	٤٫۸۷	٤٫۷۲

میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۰٫۳٦۸ میلی‌گرم وزن تر نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۳-الف).

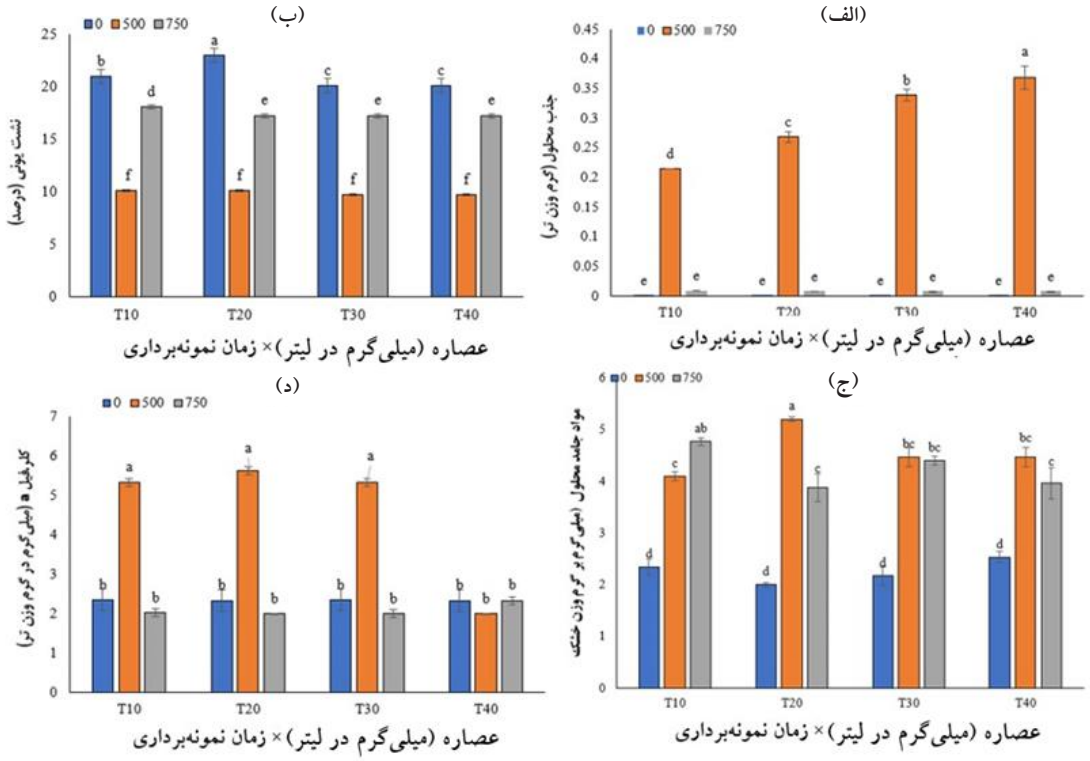
نشت یونی: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر نشت یونی گل میخک در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در پایان آزمایش بیشترین و کمترین میزان نشت یونی مربوط به شاهد به‌میزان ۲۰٫۱۱ درصد و تیمار رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۹٫۷۳ درصد در مقایسه با شاهد مشاهده شد (شکل ۳-ب).

مواد جامد محلول: طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر مواد جامد محلول گل میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و ۱ درصد معنادار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که در مدت ٤۰ روز تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش مواد جامد محلول گل میخک به‌میزان ٤٫٤٦ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک در مقایسه با شاهد شد (شکل ۳-ج).

کلروفیل a: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر کلروفیل a گل میخک در سطح احتمال یک درصد معنادار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که با گذشت زمان (٤۰ روز) میزان کلروفیل a کاهش یافت؛ در حالی که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ۳۰ روز سبب افزایش کلروفیل a به‌میزان ۵٫۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر در مقایسه با شاهد شد (شکل ۳-د).

کلروفیل b: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر کلروفیل b گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین و کمترین میزان کلروفیل b مربوط تیمار رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۱٫۹۰ میلی‌گرم در گرم وزن تر و شاهد به‌میزان ۰٫۸۸۳ میلی‌گرم در گرم وزن تر مشاهده شد (شکل ٤-الف).

کاروتنوئید: نتایج جدول تجزیه واریانس ۲ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر کاروتنوئید گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار بود. نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۵٫۳۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر سبب افزایش کاروتنوئید گل شاخه‌بریده میخک در مقایسه با شاهد شد (شکل ٤-ب).



شکل ۳- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و زمان (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز) بر الف) جذب محلول، ب) نشت یونی، ج) مواد جامد محلول و د) کلروفیل a گل میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

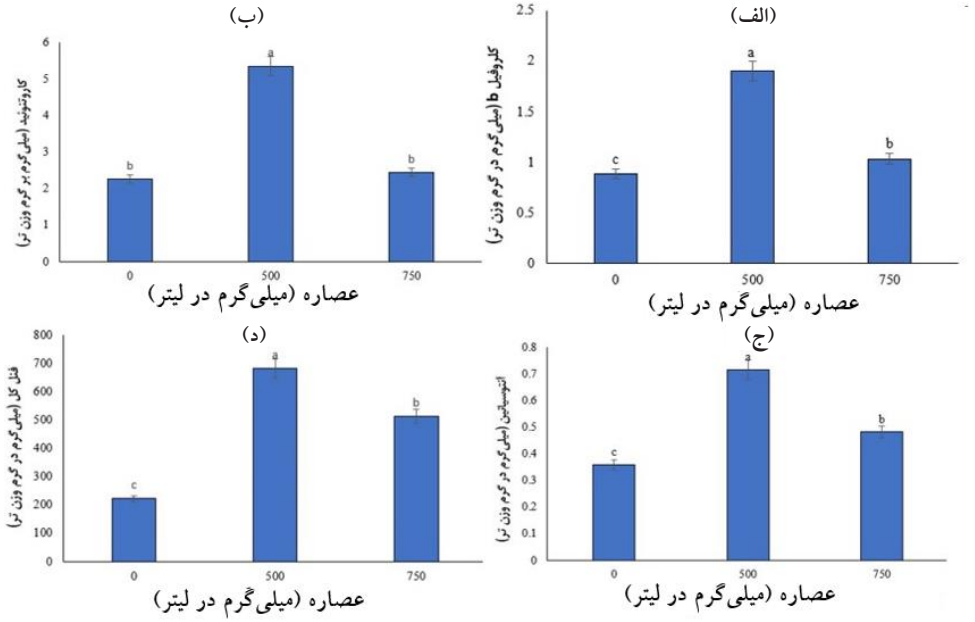
جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمار رازیانه بر بهبود ویژگی‌های بیوشیمیایی گل شاخه‌بریده میخک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		پروتئین کل	مالون دی‌آلدئید	پراکسیداز	کاتالاز
تیمار	۲	۳۰۸٫۸۲**	۹۳٫۷۸**	۵۱٫۳۸**	۶٫۹۳**
زمان	۳	۰٫۵۴^{ns}	۱٫۲۳^{ns}	۰٫۱۸۵^{ns}	۰٫۰۰۱۸^{ns}
تیمار×زمان	۶	۰٫۰۷۴^{ns}	۰٫۲۷۳^{ns}	۰٫۱۵۸^{ns}	۰٫۰۰۸۶**
خطای آزمایش	۲۴	۱٫۳۹	۱٫۴۱	۰٫۲۹۴	۰٫۰۰۰۶۶
C.V %	–	۵٫۷۳	۷٫۶۹	۴٫۵۰	۲٫۳۴

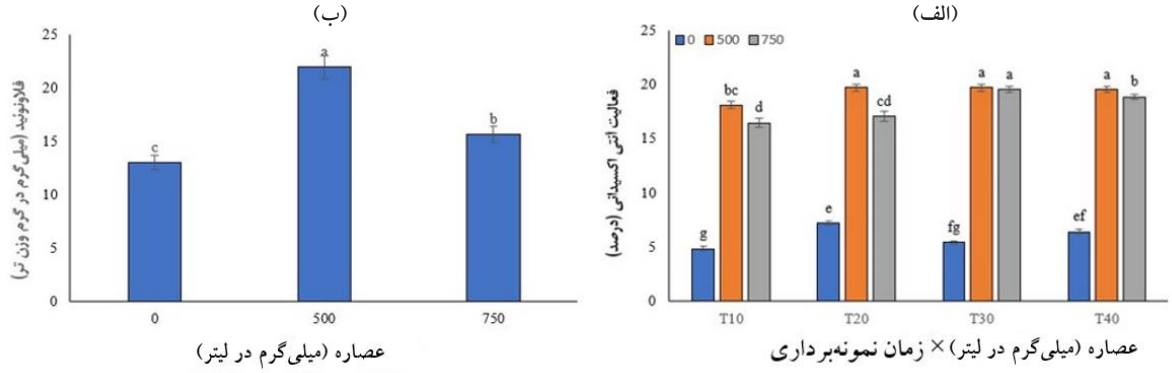
*، ** و ns به‌ترتیب در سطح احتمال ۵، ۱ درصد معنادار و غیرمعنادار

آنتوسیانین: برطبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر آنتوسیانین گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد، معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش آنتوسیانین به‌میزان ۰٫۷۱۶ میلی‌گرم در گرم در مقایسه با شاهد شد (شکل ۴-ج).

فنل کل: نتایج جدول تجزیه واریانس جدول ۲ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر فنل کل گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار بود. نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۲۰۷٫۶۶ درصد (دو برابر)



شکل ٤- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر الف) کلروفیل b، ب) کاروتنوئید، ج) آنتوسیانین و د) فنل کل گل میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

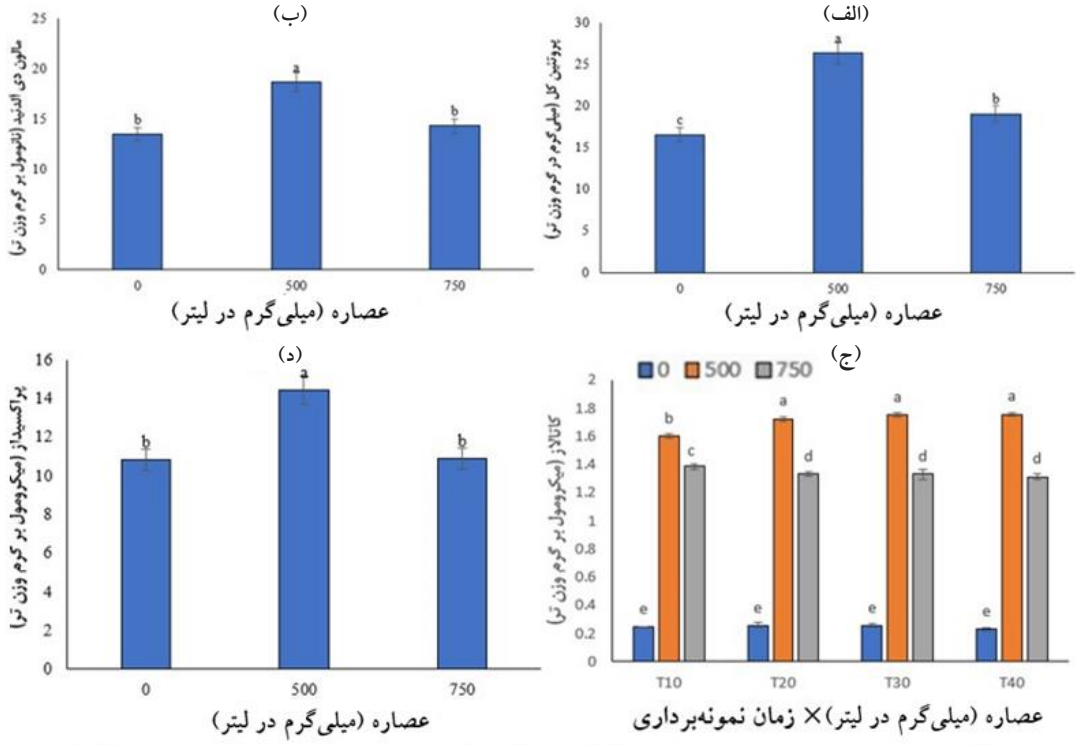


شکل ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) و زمان (۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ روز) بر الف) فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ب) اثر ساده آن بر فلاونوئید کل گل میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

سبب افزایش فنل کل گل شاخه‌بریده میخک در مقایسه با شاهد شد (شکل ٤-د).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی: نتایج داده‌های جدول ۲ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی گل شاخه‌بریده میخک در سطح احتمال یک درصد معنادار بود. در نتایج تفاوت معناداری در میزان آنتی‌اکسیدان در زمان‌های ۲۰، ۳۰ و ٤۰ روز مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در پایان آزمایش (٤۰ روز) میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی توسط تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۱۹,٥٤ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۵-الف).

فلاونوئید: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر میزان فلاونوئید گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد، معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تیمار رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان



شکل ٦- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر الف) پروتئین کل، ب) مالون دی آلدئید، ج) کاتالاز و د) پراکسیداز گل میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

٦۹٫۰۸ درصد در مقایسه با شاهد سبب افزایش فلاونوئید شد (شکل ٥-ب).

بررسی صفات بیوشیمیایی

پروتئین کل: طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر پروتئین کل گل میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش پروتئین کل گل شاخه‌بریده میخک به‌میزان ۵۸٫۹۳ درصد در مقایسه با شاهد شد (شکل ٦-الف).

مالون دی‌آلدئید: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر میزان مالون دی‌آلدئید گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال یک درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش مالون دی‌آلدئید به‌میزان ۳٦٫٦۰ درصد در مقایسه با شاهد شد (شکل ٦-ب).

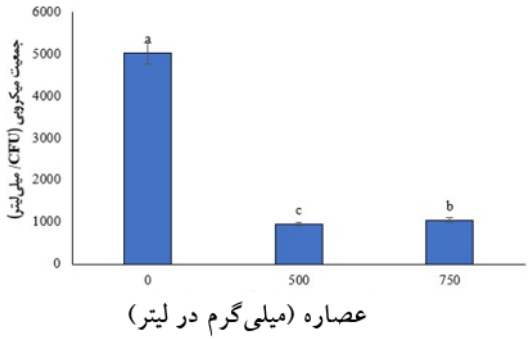
کاتالاز : نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده تیمار و اثر متقابل تیمار×زمان بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گل شاخه‌بریده میخک در سطح احتمال یک درصد معنادار بود و زمان تأثیر معناداری بر این صفت نداشت (جدول ۳). نتایج نشان داد که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز توسط تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۱٫۷۵ میکرومول بر گرم وزن تر در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۳).

پراکسیداز: نتایج جدول تجزیه واریانس ۳ نشان داد که اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال ۱ درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار بود. نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۱٤٫٤۳ میکرومول بر گرم وزن تر در دقیقه سبب افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز گل شاخه‌بریده میخک در مقایسه با شاهد شد (شکل ٤-د).

میزان جمعیت میکروبی: برطبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها اثر ساده تیمار، زمان و اثر متقابل آن‌ها بر میزان جمعیت میکروبی گل شاخه‌بریده میخک به‌ترتیب در سطح احتمال ۱

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر تیمار رازیانه بر میزان جمعیت میکروبی گل شاخه‌بریده میخک

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
		جمعیت میکروبی
تیمار	۲	٦٤٨١٨٥٥٠/٠**
زمان	۳	٤٢٢٨/٤ns
تیمار×زمان	٦	٣٤٣٧/٦ns
خطای آزمایش	٢٤	٢٣٨٢/٥
C.V %	-	٢/٠٩



شکل ۷- نتایج مقایسه میانگین اثر ساده تیمار عصاره رازیانه با غلظت‌های مختلف (صفر، ۵۰۰ و ۷۵۰ میلی‌گرم در لیتر) بر میزان جمعیت میکروبی گل شاخه‌بریده میخک (میانگین حروف مشابه اختلاف معناداری در سطح احتمال پنج درصد ندارند. نوار خطا نشان‌دهنده خطای استاندارد است.)

درصد معنادار، غیرمعنادار و غیرمعنادار شد (جدول ٤). نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش میزان جمعیت میکروبی به‌میزان ۹۳۸/۹۲ (CFU/ میلی‌لیتر) در مقایسه با شاهد (٥٠١٤/٠٩) شد (شکل ۷).

بحث

در این تحقیق عصاره گیاه رازیانه به‌عنوان ترکیب طبیعی و دوستدار محیط زیست، که در عین بی‌ضرر بودن برای سلامت انسان و محیط زیست، باعث بالا رفتن عمر پس از برداشت گل میخک شده است، استفاده شد (Deresa and Diriba, 2023). یکی از مهم‌ترین عوامل کیفی گل‌های بریدنی، ماندگاری آن‌ها است؛ بنابراین، عمر طولانی‌تر این گل‌ها بر میزان تقاضای مصرف‌کنندگان و همچنین بر ارزش گل‌های بریدنی تأثیر بسزایی دارد (Aydin, 2023). در این پژوهش عصاره تیمار رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش درصد ماندگاری گل‌ها در مقایسه با شاهد شد. کاهش ماندگاری گل‌ها ممکن است به‌دلیل سرعت تنفس بالا در طول نگهداری طولانی‌مدت گل‌ها باشد. عصاره‌های گیاهی می‌توانند با تنظیم رشد و توسعه گیاه، باعث بهبود درصد ماندگاری گل شاخه‌بریده شوند (Zulfiqar *et al.*, 2020). همچنین عصاره‌های گیاهی حاوی آنتی‌اکسیدان‌هایی هستند که رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند و تنش اکسیداتیو را در بافت‌های گیاهی کاهش می‌دهند (Engwa, 2018). با محافظت از سلول‌ها در برابر آسیب اکسیداتیو، این آنتی‌اکسیدان‌ها می‌توانند به حفظ یکپارچگی ساختار سلولی گل شاخه‌بریده کمک کنند و پژمردگی را به تأخیر بیندازند. اتیلن یک هورمون گیاهی است که باعث پیری می‌شود. برخی از عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیباتی هستند که تولید اتیلن را مهار، و یا اثر آن را بر روی گل‌ها مسدود می‌کند. با کاهش حساسیت به اتیلن، این عصاره‌ها می‌توانند روند پیری را کاهش، و عمر گل‌های شاخه‌بریده را افزایش دهند (Hassan *et al.*, 2020). در تحقیقاتی نشان داده شد که برخی اسانس‌ها شامل آویشن دنایی، نعناع و اسطوخودوس باعث افزایش طول درصد ماندگاری گل می‌شود (Sayyari *et al.*, 2011).

کاهش وزن تر، یکی از مهم‌ترین نابسامانی‌های فیزیولوژیک گل‌های شاخه‌بریده و میوه‌ها در دوران پس از برداشت است که معمولاً همراه با کاهش عمر و کیفیت آن‌ها است. بنابراین، اندازه‌گیری جذب آب، پس از برداشت گل، یکی از مهم‌ترین عوامل ماندگاری گل است (Liu *et al.*, 2024). افزایش درصد ماندگاری گل‌ها رابطه مستقیمی با تأخیر در کاهش وزن تر آن‌ها دارد (Allawii *et al.*, 2023). از دلایل عمده کاهش وزن تر گل‌های شاخه‌بریده، انسداد آوندهای چوبی ساقه در اثر رشد میکروارگانیسم‌هایی مانند باکتری است. وجود میکروارگانیسم‌ها در آب باعث گرفتگی فیزیکی ساقه، آزادشدن متابولیت‌های سمی و تولید اتیلن می‌شود و استفاده از ضدمیکروب‌ها با جلوگیری از رشد و تجمع باکتری‌ها هدایت آبی را بهبود می‌بخشد. وزن تر نسبی از شاخص‌های نشان‌دهنده روابط آبی مطلوب در گل‌های شاخه‌بریده است (He *et al.*, 2024). نتایج این مطالعه نشان داد که در پایان آزمایش تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۸۵/۵۹ درصد سبب افزایش وزن تر نسبی در مقایسه با شاهد شدند. همچنین، نتایج مطالعات Amini و همکاران (۲۰۱۳) نشان داد که بیشترین وزن تر در تیمار دارویی مربوط به محلول آویشن ۰/۲ میلی‌گرم در لیتر

گل شاخه‌بریده ژربرا بود (Amini *et al.*, 2013). در پژوهشی Pirpour و همکاران (۲۰۱۳) روی گل شاخه‌بریده لیلیوم نشان دادند که اسانس آویشن ۳۰۰ و ۹۰۰ میلی‌گرم در لیتر مخلوط با ساکارز ٤ درصد وزن تر خود را نسبت به دیگر تیمارها حفظ می‌کند.

نتایج همچنین نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش قطر ساقه گل شاخه‌بریده میخک به‌میزان ۳٫۲۳ میلی‌متر در مقایسه با شاهد شد. همسو با نتایج این مطالعه افزایش قطر ساقه توسط اسانس‌های گیاهی و نانوذرات نقره در گل ژربرا گزارش شده است (Koushesh Saba and Nazari, 2017). قطر گل نقش مهمی در بازاریابی گل‌های شاخه‌بریده دارد (Haq *et al.*, 2024). نتایج یافته‌ها نشان داد که قطر گل توسط تیمارهای عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد افزایش یافت.

در این پژوهش داده‌ها نشان داد که در پایان آزمایش میزان جذب محلول توسط عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر ۰٫۳٦۸ میلی‌گرم وزن تر افزایش یافت. این نتایج با یافته‌های Shanan و همکاران همسو بود (Shanan *et al.*, 2010). انسداد آوند چوبی توسط میکروارگانیسم‌ها موضوع مهمی در کاهش جذب آب است (Balestra *et al.*, 2005) و بنابراین کاهش تعداد باکتری‌ها در محلول گلجای گل‌های تیمارشده با عصاره رازیانه می‌تواند عامل دیگری برای بهبود روابط آب باشد. کاهش تعداد باکتری‌ها در محلول گل رز به دلیل تیمار عصاره رازیانه به احتمال زیاد به خواص ضدمیکروبی قوی آن‌ها نسبت داده می شود (Hassan and Fetouh, 2019; Tesfay and Magwaza, 2017). جذب آب گلدان توسط گل‌های شاخه‌بریده رابطه مثبتی با درصد ماندگاری آن دارد. بنابراین، افزایش جذب آب باعث افزایش محتوای آب بافت می‌شود (Alarcón *et al.*, 2024). نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایش بهخوبی با کنترل جمعیت باکتری‌ها و حفظ روابط آبی گیاه، تنش به گل‌ها را طی نگهداری پس از برداشت کاهش داد که باعث کاهش نشت یونی در گل‌های تیمار شد. به‌طورکلی گونه‌های فعال اکسیژن تمایل زیادی برای حمله به غشاهای سلولی از خود نشان می‌دهند و این نتیجه معقول است که کاهش در پایداری غشاء به احتمال زیاد در اثر افزایش فعالیت گونه‌های اکسیژن فعال و کاهش در ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طول دوره ماندگاری باشد. افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی به حفظ ساختار سلول در برابر خسارت اکسیداتیو در گونه‌های فعال کمک می‌کند و ساختار غشاء را که محل اصلی اثر گونه‌های اکسیژن فعال باشد، حفظ می‌کند (Jayaprakasha *et al.*, 2007).

در این آزمایش تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر با حفظ فعالیت آنزیم کاتالار و پراکسیداز باعث کاهش تنش و به‌دنبال آن کاهش نشت یونی و محتوای مالون دی آلدئید شد و میزان آنتوسیانین گل‌ها را نیز در سطح بالاتری نگه داشت. نقش مواد قندی برای افزایش عمر گل به خوبی شناخته شده است. قند جذب‌شده از محلول گلبرگ جمع می‌شود، پتانسیل اسمزی را بهبود می‌بخشد و مقدار کربوهیدرات‌های لازم را افزایش می‌دهد (Haydar *et al.*, 2023). استفاده از عصاره‌های گیاهی در این پژوهش میزان مواد جامد محلول گلبرگ‌ها را افزایش داد. به نظر می‌رسد یکی از دلایل آن وجود ساکارز بالای این عصاره‌ها است. همچنین به‌دلیل خاصیت میکروب‌کشی عصاره رازیانه و در نتیجه گرفتگی کمتر آوندها، جذب ساکارز از طریق محلول به شکل بهتری صورت گرفت که این خود می‌تواند دلیلی بر افزایش میزان مواد جامد محلول گلبرگ‌ها نسبت به شاهد باشد. این نتایج با (Hashemabadi *et al.*, 2015) همخوانی دارد. در این پژوهش کاهش کلروفیل برگ در گل‌های شاخه‌بریده تیمارنشده ممکن است به دلیل کمبود آب و تنش‌های اکسیداتیو پس از برداشت باشد (Hassan *et al.*, 2014). کمبود آب و تنش اکسیداتیو ناشی از تنش‌های مختلف به‌طور مداوم منجر به کاهش کلروفیل می‌شود که ممکن است مربوط به ازهم‌گسیختگی غشای تیلاکوئید و تشکیل آنزیم کلروفیلاز شد که مسئول تخریب کلروفیل و آسیب‌رسانی به دستگاه فتوسنتزی است (Rong-Hua *et al.*, 2006). این نتایج مطابق با نتیجه مطالعات انجام شده توسط Massoud و همکاران و Hashemi و همکاران (Massoud *et al.*, 2015; Hashemi *et al.*, 2014) است که بیان کردند تیمار گل داوودی با اسانس باعث افزایش محتوای کلروفیل کل شد.

در این تحقیق میزان کاروتنوئید و آنتوسیانین توسط عصاره گیاه رازیانه در پایان آزمایش افزایش یافت. کاروتنوئیدها و آنتوسیانین دو نوع رنگدانه گل هستند که در جریان نمو و پیری اندام‌های گیاه تغییرات اساسی از خود نشان می‌دهند (Kammerer, 2024). در تحقیقی گزارش کردند عصاره رزماری ۲۰ درصد باعث افزایش میزان کاروتنوئید گل میخک شد. (Zhao *et al.*, 2024). گزارش شده است که کاهش آنتوسیانین سبب افزایش حساسیت گل‌ها به تنش اکسیداتیو و در نهایت پیری گل‌ها می‌شود (Manzoor *et al.*, 2024). تقوی و همکاران

(۱۳۹۰) بیان کردند که تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسانس آویشن به همراه ۳ درصد ساکارز باعث افزایش آنتوسیانین گلبرگ آلسترومریا شده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که محتوای فنل کل با کاربرد عصاره گیاهی افزایش می‌یابد. نتایج نشان داد که عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌میزان ۳۳۸٫۱۷ درصد (سه برابر) سبب افزایش فنل کل گل شاخه‌بریده میخک در مقایسه با شاهد شدند. در پژوهشی (Zhang *et al.*, 2013) بیان کردند که در دوره انبار به‌دلیل افزایش تنفس و همچنین ساخت اتیلن ترکیب‌های تجزیه‌کننده مواد فنلی افزایش می‌یابند؛ بنابراین با گذر زمان، میزان فنل کم می‌شود. ترکیبات فنلی عصاره رازیانه می‌تواند محتوای کلی فنل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گل‌ها را افزایش دهد و درصد ماندگاری آن‌ها را طولانی‌تر کند (Abdelbaky *et al.*, 2023). عصاره رازیانه حاوی ویتامین‌هایی مانند ویتامین C، ویتامین E و همچنین مواد معدنی مانند سلنیوم و روی است که می‌تواند به‌طور غیرمستقیم به تجمع فنل در گل‌های شاخه‌بریده کمک کند (Bhattacharya, 2024). عصاره رازیانه ممکن است حاوی موادی باشد که آنزیم‌های دخیل در مسیرهای بیوسنتز فنل را فعال کند و با افزایش فعالیت این آنزیم‌ها، عصاره رازیانه می‌تواند تبدیل پیش‌سازهای فنلی را به ترکیبات فنلی تحریک کند و منجر به افزایش سطح فنل در گل‌های شاخه‌بریده شود (Saadullah *et al.*, 2023). فلاونوئیدها آنتی‌اکسیدان‌های شناخته‌شده‌ای هستند که رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) تولیدشده در طول متابولیسم سلولی یا در پاسخ به تنش‌های محیطی مانند پژمردگی، کبودی یا عفونت میکروبی را از بین می‌برند (Atawodi *et al.*, 2014). با خنثی‌کردن این مولکول‌های مضر، فلاونوئیدها به محافظت از اجزای سلولی گل‌های شاخه‌بریده در برابر آسیب اکسیداتیو، تأخیر در پیری و افزایش درصد ماندگاری کمک می‌کنند (Chen *et al.*, 2020). در این پژوهش عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش میزان فلاونوئید در گل شاخه‌بریده میخک شد. با تأثیر بر تعادل هورمونی، فلاونوئیدها می‌توانند فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف را در گل‌های شاخه‌بریده، از جمله رشد، نمو، پیری و پاسخ‌های تنش تنظیم کنند و در نهایت به سلامت و انعطاف‌پذیری کلی آن‌ها کمک کنند (Wahab *et al.*, 2022).

در این مطالعه میزان مالون دی آلدئید توسط عصاره‌ها کاهش یافت. کاهش محتوای MDA توسط تیمار عصاره رازیانه به وضوح نشان‌دهنده کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و در نتیجه حفظ ثبات غشا است (Bailly *et al.*, 1996). نتیجه ما با یافته‌های Hassan و Fetouh (۲۰۱۹) که نقش عصاره‌های گیاهی را در کاهش پراکسیداسیون لیپیدی و بهبود نشت یونی نشان می‌دهند، مطابقت دارد. در نتیجه قطع ارتباط گل شاخه‌بریده با گیاه مادری و افزایش تنش در طول دوره ماندگاری، مقدار رادیکال‌های آزاد افزایش و به دنبال آن مواد ذخیره‌ای و پیش‌ماده‌ای آنتی‌اکسیدانی طی زمان نگهداری در محصولات نیز کاهش می‌یابد (Daneshmand *et al.*, 2024). در نتیجه این تغییرات محتوای آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله کاتالاز و پراکسیداز در ضمن رادیکال‌های آزاد و کاهش خسارت تنش، مقدار آن‌ها طی زمان نگهداری گل‌ها کاهش می‌یابد. کاهش تنش و تأخیر در فرایند پیری به دلیل حفظ روابط آبی شاخه‌های گل توسط تیمارها به ویژه عصاره گیاهی از مهم‌ترین دلایل سطح بالای آنزیم کاتالاز و پراکسیداز و افزایش درصد ماندگاری گل بریدنی گزارش شده است (Fanourakis *et al.*, 2022). تأثیر مثبت اسانس زیره سبز بر فعالیت آنزیمی گل‌های شاخه‌بریده رز گزارش شده است (Toumazou *et al.*, 2022).

نتایج نشان داد که تیمار عصاره رازیانه با غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب کاهش میزان جمعیت میکروبی به‌میزان ۹۳۸٫۹۲ (CFU/ میلی‌لیتر) در مقایسه با شاهد شد. میکروارگانیسم‌های محلول گلدانی (باکتری‌ها و قارچ‌ها) باعث بسته‌شدن آوندها می‌شوند که یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر گل‌های شاخه‌بریده است. میزان ماندگاری گل‌های گیاهان زینتی به‌عنوان کیفیت آن‌ها در نظر گرفته می‌شود و برای آنالیز کیفی محصولات زینتی یک فاکتور بسیار مهم است (Gerailoo and Ghasemnezhad, 2011). میکروارگانیسم‌ها علاوه بر مسدودکردن ساقه و تولید ترکیبات سمی به‌دلیل اثری که بر تولید اتیلن درون‌زا دارند، باعث مرگ سلولی و کاهش عمر و کیفیت گل‌های شاخه‌بریده می‌شوند. در تحقیقاتی Amini و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که عصاره برگ آویشن، دارای اثر ضدباکتریایی است و تعداد باکتری در محلول گلجای را کاهش می‌دهد. همچنین این واقعیت که باکتری‌ها در انتهای ساقه گل شاخه‌بریده ژربرا تجمع می‌کنند، جذب آب را برای گیاه بسیار دشوار می‌کند و در نتیجه باعث کاهش وزن تر در روزهای پس از برداشت می‌شود. همچنین، Shanan (۲۰۱۲) نشان داد که روغن‌های شمعدانی، اسطوخودوس و ریحان شیرین با کاهش تعداد باکتری‌ها و قارچ‌ها، انسداد آوندهای آوند چوبی را در محلول گلجای رز سرکوب کردند (Shanan, 2012). علاوه بر این در بسیاری از

مطالعات درباره گل‌های شاخه‌بریده گزارش شده است که انسداد آوندی ناشی از باکتری‌ها و دیگر میکروارگانیسم‌ها می‌تواند جذب آب را کاهش دهد و در نهایت منجر به شکستن ساقه و پژمردگی گلبرگ‌ها شود (Dhiman *et al.*, 2021; Gururani *et al.*, 2023; Ma *et al.*, 2023; Manzoor *et al.,* 2024; Verdonk *et al.*, 2023). در این آزمایش اثر ضدباکتریایی عصاره‌ها می‌تواند به‌دلیل مواد مؤثر در عصاره‌های این مطالعه باشد. نتایج آزمایش اثر عصاره گیاهی رازیانه بر گل شاخه‌بریده میخک نشان داد که این مواد تأثیر مثبت و معناداری بر صفات مختلف گل میخک داشتند. در این میان غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر عصاره رازیانه نسبت به دیگر غلظت‌ها در افزایش عمر پس از برداشت این گل مؤثرتر بود.

References

Abdelbaky AS, Mohamed AM, Abd El-Mageed TA, Rady MM, Alshehri F, El-Saadony MT, AbuQamar SF, El-Tarabily KA, Al-Elwany OA. 2023. Bio-organic fertilizers promote yield, chemical composition, and antioxidant and antimicrobial activities of essential oil in fennel (*Foeniculum vulgare*) seeds. Scientific Reports 13: 13935. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-023-40579-7.

Alarcón AGM, Lorenzo GA, Mascarini L. 2024. Effects of water stress on the post-harvest quality of cut Lilium flowers. Ornamental Horticulture 30: 1-5. DOI: https://doi.org/10.1590/2447-536X.v30.e242647.

Allawii SS, Adil AM, Al-Dabbagh AM, Al-Atrakchii AO. 2023. The Effect of Gibberellic Acid and Calcium Carbonate on some Indicators of the Quality of Cut Flowers of Chrysanthemum Plant (*Dendranthema grandiflorum Ramat.*), IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, pp. 012036. DOI: 10.1088/1755-1315/1213/1/012036.

Amini S, Jafarpour M, Golparvar A, Khalili F. 2013. Effect of pulse treatments and herbal medicine extracts as permanent treatments on postharvest quality of cut Gerbera flowers. Technical Journal of Engineering and Applied Sciences 3: 259-262. (In Farsi)

Atawodi SE, Olowoniyi OD, Adejo GO, Liman ML, Dubey N. 2014. Review of the antioxidant potential of African medicinal and food plants. Plants as a Source of Natural Antioxidants 34-96. DOI: https://doi.org/10.1079/9781780642666.0034.

Atta NH, Handoussa H, Klaiber I, Hitzmann B, Hanafi RS. 2023. Chemometric approach for profiling of metabolites of potential antioxidant activity in apiaceae species based on LC-PDA-ESI-MS/MS and FT-NIR. Separations 10: 347. DOI: https://doi.org/10.3390/separations10060347.

Aydin V. 2023. Factors affecting the post-harvest quality of cut flowvers (pp.155 -170). In Book: Factors Affecting the Post-Harvest Quality of Cut Flowers, Iksad 155 -170.

Balestra GM, Agostini R, Varvaro L, Mencarelli F, Bellincontro A. 2005. Bacterial populations related to Gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) stem break. Phytopathologia Mediterranea 44 (3): 291-299.

Bhattacharya M. 2024. Antioxidants activity of micronutrients and macronutrients, micronutrients and macronutrients as nutraceuticals. Apple Academic Press 47-88.

Bradford MM. 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. DOI: https://doi.org/10.1016/0003-2697(76)90527-3.

Chance B, Maehly A. 1955. Assay of catalases and peroxidases. Methods in Enzymology 2: 764-775. DOI: https://doi.org/10.1016/S0076-6879(55)02300-8.

Chen Q, Xu B, Huang W, Amrouche AT, Maurizio B, Simal-Gandara J, Tundis R, Xiao J, Zou L, Lu B. 2020. Edible flowers as functional raw materials: A review on anti-aging properties. Trends in Food Science & Technology 106: 30-47. DOI: https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.09.023.

Chouhan S, Sharma K, Guleria S. 2017. Antimicrobial activity of some essential oils-present status and future perspectives. Medicines 4: 58. DOI: 10.3390/medicines4030058.

Daneshmand B, Gholami M, Etemadi N, Ehtemam MH. 2024. The water relation parameters are associated with the genotypic differences in the vase life of cut rose flowers. Postharvest Biology and Technology 211: 112829. DOI: https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2024.112829.

Deresa EM, Diriba TF. 2023. Phytochemicals as alternative fungicides for controlling plant diseases: A comprehensive review of their efficacy, commercial representatives, advantages, challenges for adoption, and possible solutions. Heliyon 9 (3): e13810. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13810.

Dhiman MR, Kumar R, Kumar S. 2021. Postharvest handling and disease management of cut flowers, postharvest handling and diseases of horticultural produce. CRC Press, 415-430.

Engwa GA. 2018. Free radicals and the role of plant phytochemicals as antioxidants against oxidative stress-related diseases. Phytochemicals: source of antioxidants and role in disease prevention. BoD-Books on Demand 7: 49-74. DOI: 10.5772/intechopen.76719.

Fanourakis D, Papadakis VM, Psyllakis E, Tzanakakis VA, Nektarios PA. 2022. The role of water relations and oxidative stress in the vase life response to prolonged storage: A case study in chrysanthemum. Agriculture 12: 185. DOI: https://doi.org/10.3390/agriculture12020185.

Gerailoo S, Ghasemnezhad M. 2011. Effect of salicylic acid on antioxidant enzyme activity and petal senescence in 'Yellow Island'cut rose flowers. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research 19: 183-193.

Gururani MA, Atteya AK, Elhakem A, El-Sheshtawy A-NA,

El-Serafy RS. 2023. Essential oils prolonged the cut carnation longevity by limiting the xylem blockage and enhancing the physiological and biochemical levels. Plos One 18: e0281717. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281717.

Haq AU, Farooq S, Lone ML, Parveen S, Altaf F, Tahir I. 2024. Flower Senescence Coordinated by Ethylene: An Update and Future Scope on Postharvest Biology in the "Buttercup" Family. Journal of Plant Growth Regulation 43: 402-422. DOI: 10.1007/s00344-023-11122-9.

Hashemabadi D, Kaviani B, Shirinpour A, Yaghoobi D. 2015. Response of cut carnation (*Dianthus caryophllus* L. cv. Tempo) to essential oils and antimicrobial compounds. International Journal of Biosciences 6 (3): 36-44. DOI: 10.12692/ijb/6.3.36-44.

Hashemi M, Mirdehghan S, Farahmand H. 2014. The effects of thymol, menthol and eugenol on quality and vase-life of chrysanthemum cut flowers. Iran Agricultural Research 32: 55-70. DOI: 10.22099/iar.2014.2005.

Hassan F, Ali E, El-Deeb B. 2014. Improvement of postharvest quality of cut rose cv. 'First Red' by biologically synthesized silver nanoparticles. Scientia Horticulturae 179: 340-348. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2014.09.053.

Hassan F, Ali E, Mazrou R. 2020. Involvement of ethylene synthetic inhibitors in regulating the senescence of cut carnations through membrane integrity maintenance. Journal of Horticultural Research 28: 39-48. DOI: 10.2478/johr-2020-0010.

Hassan F, Fetouh M. 2019. Does moringa leaf extract have preservative effect improving the longevity and postharvest quality of gladiolus cut spikes? Scientia Horticulturae 250: 287-293. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.02.059.

Haydar MS, Kundu S, Kundu S, Mandal P, Roy S. 2023. Zinc oxide nano-flowers improve the growth and propagation of mulberry cuttings grown under different irrigation regimes by mitigating drought-related complications and enhancing zinc uptake. Plant Physiology and Biochemistry 202: 107910. DOI: 10.1016/j.plaphy.2023.107910.

He J, Ng K, Qin L, Shen Y, Rahardjo H, Wang CL, Kew H, Chua YC, Poh CH, Ghosh S. 2024. Photosynthetic gas exchange, plant water relations and osmotic adjustment of three tropical perennials during drought stress and re-watering. Plos One 19: e0298908.

He S, Joyce DC, Irving DE, Faragher JD. 2006. Stem end blockage in cut Grevillea 'Crimson Yul-lo' inflorescences. Postharvest Biology and Technology 41: 78-84. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0298908.

Heath RL, Packer L. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry and Biophysics 125: 189-198. DOI: 10.1016/0003-9861(68)90654-1.

Jayaprakasha G, Negi P, Jena B, Rao LJM. 2007. Antioxidant and antimutagenic activities of Cinnamomum zeylanicum fruit extracts. Journal of food Composition and Analysis 20: 330-336. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.07.006.

Kammerer DR. 2024. Anthocyanins, Handbook on natural pigments in food and beverages. Elsevier, 127-146.

Koushesh Saba M, Nazari F. 2017. Vase life of gerbera cut flower cv. pink power affected by different treatments of plant essential oils and silver nanoparticles. Journal of Plant Production Research 24: 43-59. DOI: 10.22069/jopp.2017.11154.2036.

Kumar S, Dey P. 2011. Effects of different mulches and irrigation methods on root growth, nutrient uptake, water-use efficiency and yield of strawberry. Scientia Horticulturae 127: 318-324. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.10.023.

Lichtenthaler HK. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes, Methods in enzymology. Elsevier, 350-382. DOI: https://doi.org/10.1016/0076-6879(87)48036-1.

Lin J-Y, Tang C-Y. 2007. Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. Food Chemistry 101: 140-147. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.01.014.

Liu Z, Luo Y, Liao W. 2024. Postharvest physiology of fresh-cut flowers, oxygen, nitrogen and sulfur species in post-harvest physiology of horticultural crops. Elsevier, 23-42.

Lou X, Anwar M, Wang Y, Zhang H, Ding J. 2020. Impact of inorganic salts on vase life and postharvest qualities of the cut flower of Perpetual Carnation. Brazilian Journal of Biology 81: 228-236. DOI: https://doi.org/10.1590/1519-6984.221502.

Ma Z, Zhang K, Guo W, Yu W, Wang J, Li J. 2023. Green synthesis of silver nanoparticles using *Eucommia ulmoides leaf* extract for inhibiting stem end bacteria in cut tree peony flowers. Frontiers in Plant Science 14: 1176359. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1176359.

Mahdi Jowkar M. 2006. Water relations and microbial proliferation in vase solutions of *Narcissus tazetta* L. cv.'Shahla-e-Shiraz'as affected by biocide compounds. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 81: 656-660. DOI: https://doi.org/10.1080/14620316.2006.11512120.

Manzoor, A., Bashir, M.A., Naveed, M.S., Akhtar, M.T., Saeed, S., 2024. Postharvest Chemical Treatment of Physiologically Induced Stem End Blockage Improves Vase Life and Water Relation of Cut Flowers. Horticulturae 10, 271. DOI: https://doi.org/10.3390/horticulturae10030271.

Massoud HY, Kassem M, Farag NB. 2015. Effect of Some Essential oils on cut flowvers of chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* Ram.) cv .Journal of Plant Production 6: 563-574.

Nair KP. 2023. A compendium of unique and rare spices: Global economic potential. Springer Nature pp. 141.

Nassar PPM, Ribeiro MG. 2020. Considerations for cholinesterase biomonitoring in flower and ornamental plant greenhouse workers. Science of the Total Environment 711: 135228. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135228.

Paliyath G, Murr DP, Handa AK, Lurie S. 2009. Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers. John Wiley & Sons.

Saadullah M, Rashad M, Asif M, Shah MA. 2023. Biosynthesis of phytonutrients, phytonutrients and neurological disorders. Elsevier, 57-105. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824467-8.00003-6.

Sayyari M, Babalar M, Kalantari S, Martínez-Romero D, Guillén F, Serrano M, Valero D. 2011. Vapour treatments with methyl salicylate or methyl jasmonate alleviated chilling injury and enhanced antioxidant potential during postharvest storage of pomegranates. Food Chemistry 124: 964-970. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.07.036.

Shanan N. 2012. Application of essential oils to prolong the vase life of Rose (*Rosa hybrid* L. cv. Grand) cut flowers. Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants 4 (1): 66-74.

Shanan T, Emara K, Barakat S. 2010. Prolonging vase life of carnation flowers using natural essential oils and its impact on microbial profile of vase solutions. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 4: 3559-357.

Singh K, Sharma R, Sahare H. 2022. Implications of synthetic chemicals and natural plant extracts in improving vase life of flowers. Scientia Horticulturae 302: 111133. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111133.

Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. American journal of Enology and Viticulture 16: 144-158. DOI: 10.5344/ajev.1965.16.3.144.

Tesfay SZ, Magwaza LS. 2017. Evaluating the efficacy of moringa leaf extract, chitosan and carboxymethyl cellulose as edible coatings for enhancing quality and extending postharvest life of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. Food Packaging and Shelf Life 11: 40-48. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2016.12.001.

Toumazou G, Xylia P, Chrysargyris A. 2022. Use of essential oils from Eucalyptus globulus and Pistacia lentiscus as an additive to the holding solution of Chrysanthemum indicum cut flowers. VI International Symposium on Postharvest Pathology: Innovation and Advanced Technologies for Managing Postharvest Pathogens 1363: 243-250. DOI: 10.17660/ActaHortic.2023.1363.36.

Verdonk JC, van Ieperen W, Carvalho DR, van Geest G, Schouten RE. 2023. Effect of preharvest conditions on cut-flower quality. Frontiers in Plant Science 14: 1281456. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1281456.

Wahab A, Abdi G, Saleem MH, Ali B, Ullah S, Shah W, Mumtaz S, Yasin G, Muresan CC, Marc RA. 2022. Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: A comprehensive review. Plants 11: 1620. DOI: https://doi.org/10.3390/plants11131620.

Zhang Y, Butelli E, De Stefano R, Schoonbeek H-J, Magusin A, Pagliarani C, Wellner N, Hill L, Orzaez D, Granell A. 2013. Anthocyanins double the shelf life of tomatoes by delaying overripening and reducing susceptibility to gray mold. Current Biology 23: 1094-1100.

Zhao L-Q, Liu Y, Huang Q, Gao S, Huang M-J, Huang H-Q. 2024. Effects of cell morphology, physiology, biochemistry and CHS genes on four flower colors of Impatiens uliginosa. Frontiers in Plant Science 15: 1343830. DOI: https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1343830.

Zulfiqar F, Younis A, Finnegan PM, Ferrante A. 2020. Comparison of soaking corms with moringa leaf extract alone or in combination with synthetic plant growth regulators on the growth, physiology and vase life of sword lily. Plants 9: 1590. DOI: https://doi.org/10.3390/plants9111590.