بررسی ارزش تغذیه‌ای و عمر انباری گل‌های همیشه‌بهار(Marigold) با کاربرد اسپرمیدین، اسیدسیتریک و پرولین

سوفیا سروری[a]، الهام دانائی[b*]، خدایار همتی[c]، علیرضا لادن‌مقدم[d]

[a] دانشجوی دکتری گیاهان دارویی، ادویه‌ای و نوشابه‌ای، گروه علوم باغبانی، واحد علی‌آباد کتول، دانشگاه آزاد اسلامی، علی‌آباد کتول، ایران

[b] استادیار گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

[c] دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، گرگان، ایران

[d] دانشیار گروه علوم باغبانی، واحد گرمسار، دانشگاه آزاد اسلامی، گرمسار، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۱۰/۱۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۱۹

https://dorl.net/dor/20.1001.1.20080123.1400.18.3.7.5

چکیده

مقدمه: گل‌های خوراکی به عنوان گل‌های غیرسمی، بی‌ضرری تعریف شده‌اند که در رژیم غذایی انسان مصرف می‌شوند. این گل‌ها حاوی انواع ویتامین‌ها، کربوهیدرات‌ها، پروتئین و آنتی‌اکسیدان‌ها بوده که در تامین نیاز غذایی انسان‌ها نقش مهمی دارند. گل همیشه‌بهار نیز به عنوان یکی از گل‌های رایج خوراکی شناخته شده است که در این پژوهش بهبود ارزش تغذیه‌ای و عمر انباری همیشه‌بهار تحت محلول‌پاشی اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین مورد بررسی قرارگرفت.

مواد و روش‌ها: آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی با ۱۴ تیمار و شامل دو عامل، محلول‌پاشی با اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین (صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر) و ماندگاری پس از برداشت (شروع آزمایش، ۵ و ۱۰ روز)، در ۳ تکرار و هر تکرار حاوی ۱۰ گل انجام شد. جهت بررسی عمر انباری، نمونه‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و صفاتی مانند وزن تر و خشک گل‌ها، کارتنوئید گلبرگ، کربوهیدرات کل، ویتامین ث، فنل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان کل، پروتئین و عمر انباری گل‌ها ارزیابی گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد در دهمین روز انبارمانی، بیشترین وزن تر و خشک، کارتنوئید، فنل، کربوهیدرات گلبرگ‌ها در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین ویتامین ث، آنتی‌اکسیدان کل و عمر انباری گل‌ها در تیمار اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین فلاونوئید و پروتئین به ترتیب در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پرولین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. همچنین تمامی تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ و ۵ درصد نسبت به تیمار شاهد نشان دادند.

نتیجه‌گیری: اثر تمام تیمارها بر متغیرهای اندازه‌گیری شده، معنی‌دار است، ولی بیشترین بهبود صفات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی با کاربرد غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر پرولین، اسید سیتریک و اسپرمیدین بدست آمد. بیشترین عمر انباری گل‌ها توام با حفظ کیفیت آنها با محلول‌پاشی اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۹/۷ روز) و کمترین در تیمار شاهد (۵/۳ روز) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: *اسپرمیدین، اسید سیتریک، پرولین، عمر انباری، همیشه‌بهار*

* نویسنده مسئول مکاتبات email: dr.edanaee@yahoo.com

مقدمه

گل‌های خوراکی، گل‌های غیرسمی و بی‌ضرری هستند که در رژیم غذایی انسان مصرف می‌شوند. این گل‌ها منبع غنی از کربوهیدرات‌ها، پروتئین، مواد معدنی، انواع ویتامین‌ها از جمله ویتامین B_1، B_2 و ویتامین C، اسید فولیک، آمینواسیدها، ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله اسید آسکوربیک، پلی‌فنل‌ها و کارتنوئیدها هستند (Aquino-Bolanos *et al*., 2013) که در تامین نیاز غذایی انسان‌ها نقش مهمی دارند (Lu *et al*., 2016). گل‌های خوراکی علاوه بر ویژگی‌های مهم تغذیه‌ای و منابع جدید ترکیبات زیست فعال، دارای اهمیت اقتصادی بوده و در تهیه سالاد، دسر، سس و انواع نوشیدنی (با توجه به خواص دارویی آنها) مورد استفاده قرارگرفته و رنگ‌های جدید، بافت و تنوع را به ظرف‌های غذا اضافه کرده‌اند (Leonti, 2012). همچنین این گل‌ها دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهاب، ضدسرطان، ضدچاقی و خاصیت محافظتی در مقابل قند خون، اعصاب، کبد و معده هستند (Lu *et al*., 2016).

همیشه‌بهار با نام علمی *Calendula officinalis* L. گیاهی بوته‌ای و یکساله از خانواده کاسنی (Asteracea) است (Dole and Wilkins, 2004). سسکی‌ترپن‌ها، گلیکوزیدها، ساپونین‌ها، زانتوفیل‌ها، تریول‌ترپن‌ها، فلاونوئیدها، کارتنوئید، ویتامین (E) و روغن‌های فرار (اسانس‌ها) و ماده‌ای به نام کالندولین از جمله مهمترین ترکیبات این گیاه هستند(Gazim *et al*., 2008). گل‌های این گیاه، خوراکی هستند و از گلبرگ‌های تازه و خشک آن، به عنوان چاشنی در انواع غذاها (املت، کاری، کاستارد، سوپ و سالاد) استفاده می‌شود (Fonseca *et al*., 2010). رنگ گلبرگ‌های همیشه‌بهار زرد، نارنجی و طلایی و مزه آن تند و تیز است. ترکیبات موجود در همیشه‌بهار آن را به یک منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان تبدیل کرده است (Khalid and Teixeira da Silva, 2012). از آنجا که بسیاری از گل‌های خوراکی حاوی ترکیبات مفید و سالم هستند، پتانسیل این را دارند که به عنوان محصول جدید از مزایای آن برای افزایش سلامت جامعه استفاده شود. برخلاف گل‌های شاخه بریده، گل‌های خوراکی از قسمت دمگل از ساقه برش داده می‌شوند، در نتیجه در معرض تنش‌های اضافی قرار می‌گیرند (Kou *et al*., 2012). محصولات باغبانی از جمله گل‌های خوراکی پس از برداشت نیز به تنفس خود ادامه داده و در اثر تداوم تنفس، تدریجاً دچار فساد می‌شوند و عمر انباری آنها کاهش می‌یابد (Kelley *et al*., 2003). امروزه با توجه به رویکرد جهانی افزایش عمر نگهداری محصولات باغبانی بدون استفاده از مواد شیمیایی و تمایل به مصرف محصولات تازه فاقد بقایای شیمیایی همزمان با افزایش عمر نگهداری، استفاده از ترکیبات سالم برای نگهداری محصولات لازم و ضروری است. معمولاً از مواد شیمیایی برای حفظ کیفیت محصولات در طول انبارداری و حمل و نقل استفاده می‌گردد که این مواد برای مصرف‌کنندگان خطرناک است و مشکلات زیست‌محیطی زیادی را نیز همراه دارد. در سال‌های اخیر سعی بر جایگزین نمودن مواد طبیعی و کم ضرر موثر در بهبود کیفیت و عمر انباری محصولات باغبانی خوراکی بوده است، از جمله پوشش‌های طبیعی، اسانس‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای آلی، پلی‌آمین‌ها. این مواد طبیعی که می‌توانند جایگزین مواد شیمیایی و بسته‌بندی‌های سنتزی و مصنوعی شوند که قابل خوردن بوده و معایب مواد شیمیایی، پوشش‌های مصنوعی و شیمیایی را ندارد. این ترکیبات علاوه بر خاصیت ضدمیکروبی و ضدقارچی که موجب کاهش تبخیر آب و کنترل تبادل اکسیژن و دی اکسید کربن ناشی از تنفس محصول شده و خطری برای انسان و محیط زیست ایجاد نمی‌نمایند (Azarsharif *et al*., 2015).

پلی‌آمین‌ها گروهی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی هستند که در تنش‌های غیرزنده در گیاهان تجمع می‌یابند (Alcazar *et al*., 2012). در سلول‌های گیاهی پوتریسین (دی آمین)، اسپرمیدین (تری آمین) و اسپرمین (تترآمین) از جمله پلی‌آمین‌های اصلی به شمار می‌روند. این ترکیبات به مولکول‌هایی که تعداد زیادی بار منفی دارند مانند DNA، پروتئین‌ها، فسفولیپیدها، روغن‌های غشایی و پلی ساکاریدهای پکتینی اتصال یافته و از تخریب آنها جلوگیری می‌کنند. پلی‌آمین‌ها با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی و پلی‌کاتیونی موجب پایداری و انسجام غشاهای سلولی می‌شوند. همچنین آنها با اتیلن، پیش ماده مشترکی به نام S– آدنوزیل متیونین دارند که از این طریق با سنتز اتیلن رقابت می‌نمایند و به عنوان ترکیبات ضدپیری و ضد تنش شناخته می‌شوند (Sood and Nagar, 2008). نتایج

تحقیقMustafavi و همکاران (2016)، نشان داد که اسپرمیدین ۱ میلی‌مولار سبب فعال شدن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و افزایش رنگدانه‌های فتوسنتزی در گیاه سنبل‌الطیب (*Valeriana officinalis*) شد. در پژوهشی دیگر نیز Danaee و Abdossi (2018)، به بررسی پاسخ‌های فیتوشیمیایی و مورفوفیزیولوژیکی گیاه ریحان با محلول‌پاشی برگی پلی‌آمین‌ها (*Ocimum basilicum* L.) پرداختند که در این پژوهش نتایج حاصل از ارزیابی وزن تر و خشک گل‌ها، درصد اسانس و میزان ویتامین ث نشان داد که بیشترین درصد اسانس، وزن تر و خشک گل‌ها در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و همچنین بیشترین میزان ویتامین ث در تیمار پوترسین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود.

اسیدهای آلی نیز به عنوان محرک زیستی در سالیان اخیر مورد توجه قرارگرفته‌اند (Jafari and Hadavi, 2012). زیرا به کارگیری اسید سیتریک خارجی می‌تواند جایگزین اسید سیتریک تولید شده در چرخه کربس گردد و موجب کاهش واکنش‌های گلیکولیز و تجزیه قندها شده و در نهایت موجب افزایش قند ذخیره شده، گردد (An *et al*., 2014). در آزمایشی اثر محلول‌پاشی اسید سیتریک جهت بهبود کیفیت و میزان اسانس گیاه آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) بررسی شد و نتایج بیانگر اثر معنی‌دار کاربرد اسید سیتریک ۱۰ میلی‌مولار در بهبود وزن تر و خشک و درصد اسانس گیاه بود. همچنین بیشترین کلروفیل کل و کارتنوئید در غلظت ۵ میلی‌مولار اسید سیتریک بدست آمد (Miri *et al*., 2015). Soltani و همکاران (2017)، در پژوهشی تاثیر محلول‌پاشی اسید سیتریک (۳، ۹ و ۱۵ میلی‌مولار) را بر کیفیت و خصوصیات فیزیکوشیمیایی گیاه شیرین بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.) بررسی کردند و نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که میزان کلروفیل با کاربرد اسید سیتریک ۳ میلی‌مولار، افزایش پیدا کرد.

اسیدآمینه به عنوان محرک زیستی، اثرات مثبتی بر کیفیت و عملکرد گیاهان دارند و به طور قابل توجهی موجب کاهش صدمات ناشی از تنش‌های غیرزنده می‌شوند (Kowalczyk and Zielony, 2008). پرولین یک اسید آمینه‌ی با استحکام و ساختار استثنایی است که هم به صورت آزاد و هم در ساختار پروتئین‌ها وجود دارد. نقش پرولین به عنوان اسمولیت، رباینده گونه‌های فعال اکسیژن (آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی) و تثبیت کننده ساختار پروتئین‌ها گزارش شده است. به همین دلیل قادر است سلول‌ها را از آسیب‌های تنش حفظ کند (Szabados and Savoure, 2009). کاربرد خارجی پرولین موجب حفظ پتانسیل اسمزی در سلول می‌گردد و همچنین در بهبود فتوسنتز نقش دارد (Ali *et al*., 2007). پژوهشی به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی پرولین بر بهبود صفات کیفی و عملکرد بابونه آلمانی (*Matricaria chamomila* L.) اجرا شد و فاکتورهایی از جمله وزن تر و خشک گل‌ها، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پراکسیداز، محتوای کلروفیل و کارتنوئیدها اندازه‌گیری شدند. نتایج به دست آمده، نشان داد محلول‌پاشی پرولین بر تمام صفات مورد اندازه گیری معنی‌دار شد. محلول‌پاشی پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش وزن تر و خشگ گل‌ها، کلروفیل کل، فعالیت آنزیم‌های آسکوربات پراکسیداز، کاتالاز، پراکسیداز شد (Darvizheh *et al*., 2017). در آزمایشی دیگر نیز تاثیر تیمار پرولین بر برخی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و عملکرد اسانس رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) ارزیابی شد. نتایج، تاثیر معنی‌دار پرولین ۲۰ میلی‌مولار را بر افزایش کارتنوئید، کلروفیل کل، کربوهیدرات کل، پلی‌فنل و میزان اسانس نشان داد (Gholami Zali and Ehsanzadeh, 2018).

لذا هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر محلول‌پاشی اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین به عنوان مواد بی‌ضرر و موثر در بهبود کیفیت و ارزش تغذیه‌ای گل‌های همیشه‌بهار و افزایش عمر انباری گل‌ها می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه ارزش غذایی و عمر انباری گل‌های همیشه‌بهار با کاربرد اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین، آزمایشی در سال ۱۳۹۶، در گلخانه‌ای در شمال ایران (طول جغرافیایی ۵۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ارتفاع ۱۵ متر از سطح دریا)، اجرا گردید، آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در ۳ تکرار انجام شد، فاکتور اول، نوع تیمار شامل سه سطح محلول‌پاشی اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین (صفر، ۵۰، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و فاکتور دوم، زمان انجام

نمونه‌برداری‌ها در پس از برداشت شامل سه زمان (شروع آزمایش، روز ۵ و ۱۰) بود. همیشه بهار در گلخانه‌ای با دمای روز ۲۵ و شب، ۱۵ درجه سانتی‌گراد و فتوپریود ۱۴ساعت روز و ۱۰ ساعت شب در گلخانه رشد کرد. محلول اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین بر پایه آب مقطر تهیه شد. محلول‌پاشی در سه مرحله با فواصل حدود ۲۰ روز شامل شش برگ قابل روئیت، پنجه‌دهی کامل و ظهور اولین غنچه اعمال گردید. سپس در مرحله مناسب برداشت (گلدهی) و نمونه‌برداری انجام شد. گل‌های همیشه‌بهار برداشت شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در روز شروع آزمایش، پنجمین و دهمین روز پس از برداشت، صفات وزن تر نسبی و وزن خشک گل‌های همیشه‌بهار، محتوای کارتنوئید گلبرگ‌ها، کربوهیدرات کل، ویتامین ث، فنل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان کل و درصد پروتئین و عمر انباری گل‌ها اندازه‌گیری شد.

- وزن تر نسبی گل

وزن تر گل‌ها در روزهای معین بر حسب گرم، با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت صدم گرم، اندازه‌گیری و سپس بر اساس درصد ثبت گردید (Danaee and Abdossi, 2013).

- وزن خشک گل

وزن خشک گل‌ها پس از خشک شدن در آون با دمای ۶۰ درجه سانتیگراد با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم، اندازه‌گیری و بر حسب گرم بیان شد (Celikel and Reid, 2002).

- کارتنوئید گلبرگ‌ها

برای اندازه‌گیری کارتنوئید، رنگدانه‌ها توسط دی متیل سولفوکساید (DMSO) استخراج شدند، سپس جذب محلول به دست آمده با استفاده از دستگاه طیف‌سنج نوری در طول موج‌های ۴۸۰ و ۵۱۰ نانومتر خوانده شد. محتوای کارتنوئید کل گلبرگ‌ها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ‌ها، بیان گردید (Soroori *et al*., 2021).

- کربوهیدرات کل

سنجش کربوهیدرات‌های محلول گلبرگ با استفاده از معرف آنترون انجام شد و جذب آنها در طول موج ۶۳۰ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت و برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک گلبرگ‌ها بیان شد (Irigoyen *et al*., 1992).

- ویتامین ث

میزان ویتامین ث گلبرگ‌ها به روش تیتریمتری، اندازه‌گیری و به صورت میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی لیتر عصاره محاسبه شد (Ebrahimzadeh *et al*., 2004).

- فنل کل

محتوای فنل کل با استفاده از عصاره متانولی گلبرگ و معرف فولین–سیکالچیو اندازه‌گیری شد و میزان جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه طیف‌سنجی نوری در طول موج ۷۶۰ قرائت شد و در نهایت برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ‌ها بیان گردید (Abaee *et al*., 2018).

- فلاونوئید

محتوای فلاونوئید کل با استفاده از عصاره متانولی گلبرگ به روش Chang و همکاران در سال ۲۰۰۲، اندازه‌گیری و میزان جذب نمونه‌ها در طول موج ۴۱۵ نانومتر قرائت گردید و در نهایت برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ‌ها بیان شد.

- آنتی‌اکسیدان کل

فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل با استفاده از عصاره متانولی گلبرگ و به روش Miliauskas و همکاران در سال ۲۰۰۴، اندازه‌گیری شد و در نهایت جذب آنها در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت و برحسب درصد بیان گردید.

- پروتئین

جهت سنجش میزان پروتئین گلبرگ، مقدار ازت نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کجلدال اندازه‌گیری و در نهایت میزان پروتئین بر حسب درصد محاسبه شد (Danaee and Abdossi, 2021).

- عمر انباری

گل‌ها در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند، زمانی که گلبرگ‌ها شادابی و تورژسانس خود را به طور

کامل از دست دادند، عمر گل پایان یافته در نظر گرفته و نتایج حاصل بر حسب روز بیان گردید (Ezhilmathi, 2007).

- تجزیه و تحلیل آماری

اطلاعات مورد نظر پس از اندازه‌گیری وارد نرم‌افزار Excel شده و توسط نرم‌افزار آماریSAS ، آنالیز داده‌ها انجام گردید. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ و ۵ درصد، ارزیابی و سپس رسم نمودارها با نرم‌افزار Excel انجام شد.

یافته‌ها

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی نشان داد که اثر ساده تیمارهای محلول‌پاشی بر تمام صفات در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر ساده زمان بر وزن خشک گل‌ها در سطح ۵ درصد و در سایر صفات در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. اثرمتقابل تیمار در زمان بر محتوای کارتنوئید گلبرگ، کربوهیدرات کل، فنل، فلاونوئید، آنتی‌اکسیدان کل و عمر انباری گل‌ها در سطح یک درصد و وزن تر نسبی و وزن خشک گل‌ها، پروتئین و ویتامین ث در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

همچنین بررسی نمودار ۱ نشان می‌دهد که بیشترین وزن تر نسبی گل‌های همیشه‌بهار در تمام تیمارها (۱۰۰ درصد) در روز شروع آزمایش بوده که در طی روزهای انبارداری، روند کاهشی دارد. کمترین وزن تر نسبی (۷۰/۸۴ درصد) نیز مربوط به شاهد در دهمین روز انبارمانی بود.

همانطور که در نمودار ۲ نمایان است، تغییرات وزن خشک در طی روزهای انبارداری، روند کاهشی دارد. بیشترین وزن خشک گل (۱/۱۲ گرم) در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و روز شروع آزمایش و کمترین وزن خشک گل (۰/۳۱ گرم) در تیمار شاهد و در دهمین روز انبارمانی بود.

نمودار ۳ بیانگر آن است که بیشترین محتوای کارتنوئید گلبرگ (۱/۲۰ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز شروع آزمایش و کمترین کارتنوئید گلبرگ (۰/۵۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به اسپرمیدین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر در دهمین روز انبارمانی بود.

نمودار ۴ نشان دهنده روند نزولی میزان کربوهیدرات در طی روزهای انبارداری است. بیشترین کربوهیدرات کل (۲۷۴/۷۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و روز شروع آزمایش و کمترین کربوهیدرات کل (۱۹/۵۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) در تیمار شاهد و در دهمین روز انبارمانی بود.

همانطور که در نمودار ۵ نمایان است، بیشترین ویتامین ث (۴/۴۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز شروع آزمایش و کمترین ویتامین ث (۰/۱۱ میلی‌گرم در ۱۰۰گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به شاهد در دهمین روز انبارمانی بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر محلولپاشی اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین بر ارزش تغذیه ای و عمر انباری گل همیشه بهار

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات									
		وزن تر نسبی گل	وزن خشک گل	کارتنوئید گلبرگ	کربوهیدرات کل	ویتامین ث	فنل	فلاونوئید	آنتی اکسیدان کل	پروتئین	عمر انباری
تیمار	۶	۷۴/۹۱۹**	۰/۲۲۴**	۰/۱۱۰**	۳۷۳/۲۷**	۱/۵۶۷**	۳۶/۶**	۱۳/۷**	۳۷/۱**	۳/۲۹**	۹/۴۹**
زمان	۲	۵۱/۹۲۷**	۰/۰۱۲*	۰/۰۸۰**	۱۶۱/۵۴**	۴۹/۴۲**	۱۱/۹**	۵۸/۱**	۲۹/۴**	۱/۶۹**	-
تیمار×زمان	۱۲	۲۰/۹۴۹*	۰/۰۶*	۰/۰۷۰**	۱۸۴/۶۹**	۰/۵۳۷*	۲۳/۹**	۵/۳۴**	۲۴/۷۰**	۰/۰۱*	-
اشتباه آزمایشی	-	۹/۸۵۸	۰/۱۴۴	۰/۰۰۹	۲۹/۷۰	۰/۳۸۱	۵/۳۶	۱/۵۰	۷/۱۳	۰/۰۴۰	۰/۲۸۰
ضریب تغییرات (٪)	-	۶/۸۲	۶/۳۴	۱۰/۹۰	۱۰/۶۰	۱۲/۲۰	۱۰/۵۶	۹/۳۴	۱۲/۴۰	۳/۳۰	۷/۵۸

**، *، **ns** به ترتیب، معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

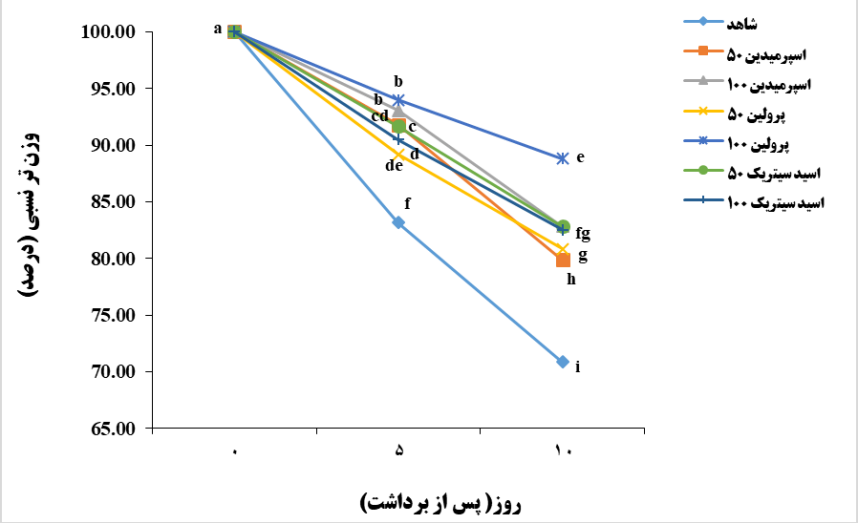
نمودار ۶ بیانگر آن است که میزان فنل کل در طی روزهای انبارداری روند کاهشی دارد. بیشترین فنل (۶۷/۷۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر در روز شروع آزمایش و کمترین فنل (۲۳/۶۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) در تیمار شاهد و در دهمین روز انبارمانی بود.

نمودار ۷ نشان می‌دهد که بیشترین میزان فلاونوئید (۱۵/۸۱ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به اسپرمیدین ۱۰۰ میلی گرم در لیتر در روز شروع آزمایش و کمترین فلاونوئید (۸/۲۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر گلبرگ) مربوط به شاهد در دهمین روز انبارمانی بود.

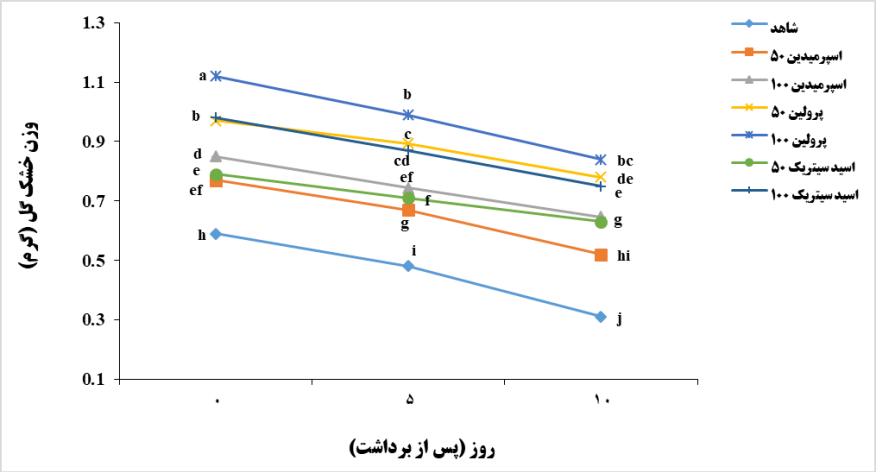
همانطور که در نمودار ۸ نمایان است، میزان آنتی‌اکسیدان کل گلبرگ در طی روزهای انبارداری کاهش یافته است. بیشترین آنتی‌اکسیدان کل (۶۷/۳۶ درصد) در اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و روز شروع آزمایش و کمترین آنتی‌اکسیدان کل (۲۵/۱۱ درصد) در شاهد و در دهمین روز انبارمانی بود.

نمودار ۹ بیانگر آن است که بیشترین محتوای پروتئین در طی روزهای انبارداری در روز پنجم انبارمانی با ۷/۲۶ درصد، در تیمار پرولین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و کمترین پروتئین با ۴/۶۳ درصد مربوط به تیمار شاهد در دهمین روز انبارمانی بود.

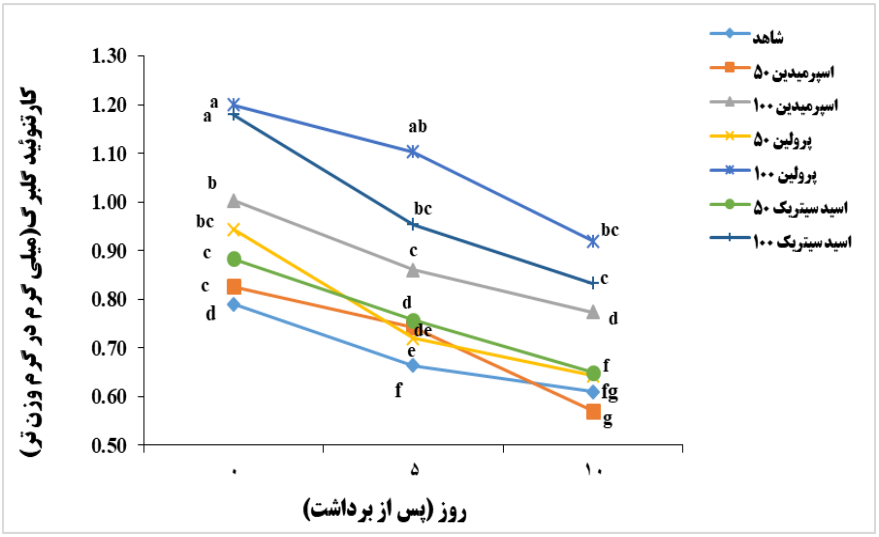
نمودار ۱۰ نشان داد که بیشترین عمر انباری گل‌های همیشه‌بهار (۹/۷ روز) با کاربرد اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم بر لیتر و کمترین (۵/۳ روز) در تیمار شاهد بود.



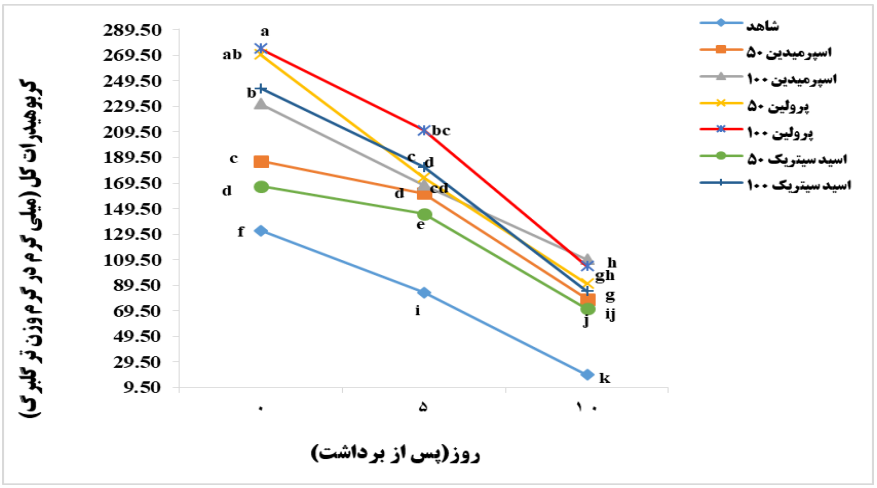
نمودار ۱- تغییرات وزن تر نسبی گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



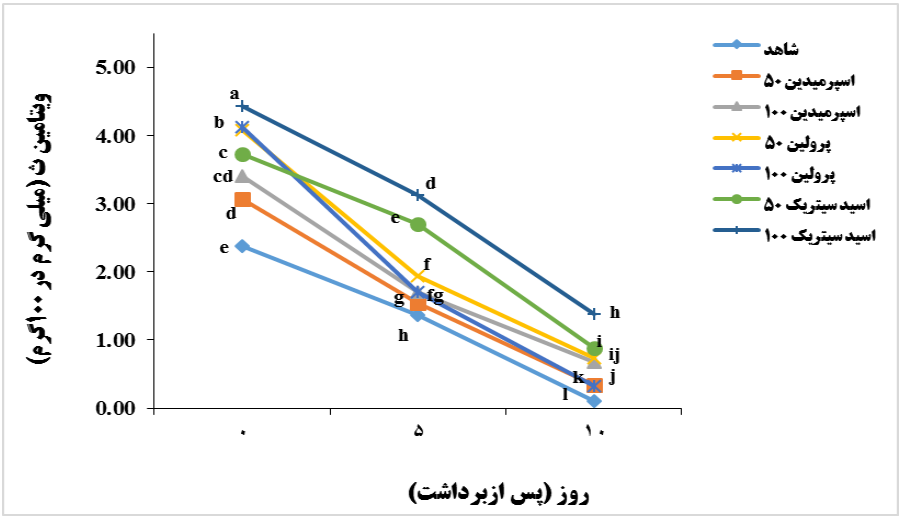
نموار ۲- تغییرات وزن خشک گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



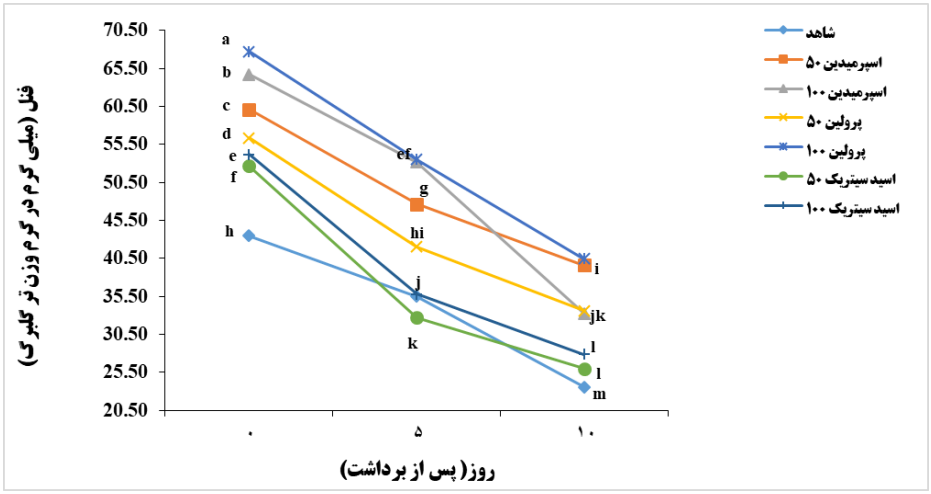
نمودار ۳- تغییرات محتوای کارتنوئید گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



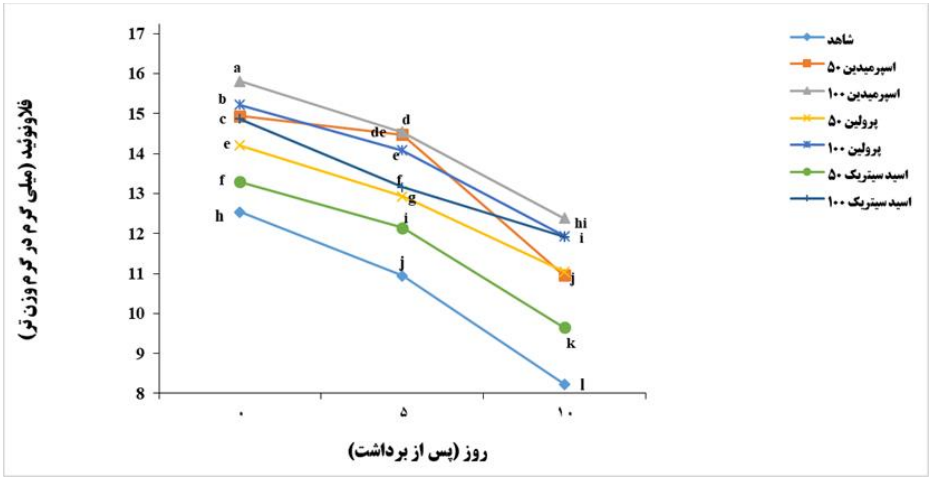
نمودار ٤- تغییرات میزان کربوهیدرات کل گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



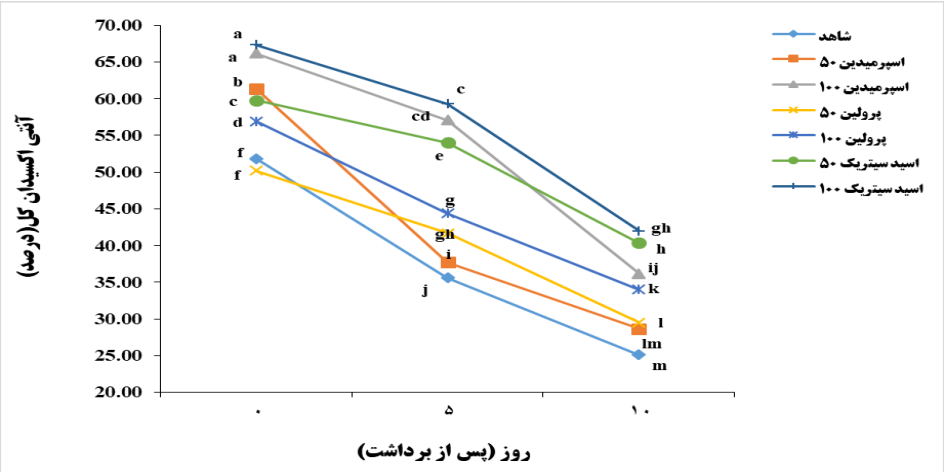
نمودار ۵- تغییرات میزان ویتامین ث گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



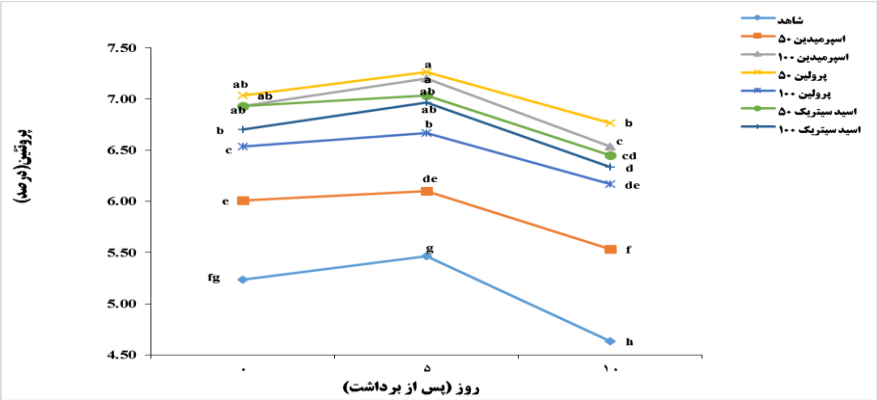
نمودار ٦- تغییرات میزان فنل کل گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



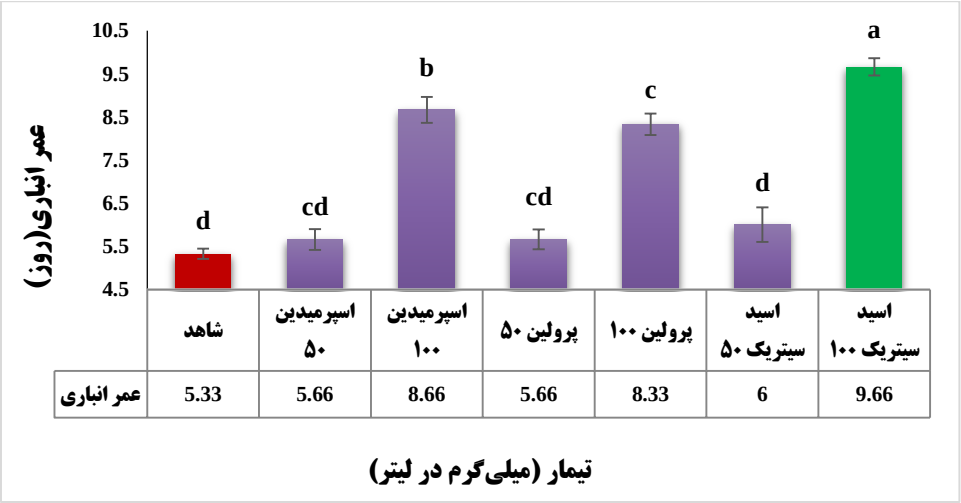
نمودار ۷- تغییرات میزان فلاونوئید گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



نمودار ۸- تغییرات فعالیت آنتی‌اکسیدان کل گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



نمودار ۹- تغییرات محتوای پروتئین گل‌های همیشه‌بهار در دوره انبارداری



	شاهد	اسپرمیدین ۵۰	اسپرمیدین ۱۰۰	پرولین ۵۰	پرولین ۱۰۰	اسید سیتریک ۵۰	اسید سیتریک ۱۰۰
عمر انباری	5.33	5.66	8.66	5.66	8.33	6	9.66

نمودار ۱۰- عمر انبارداری گل‌های همیشه‌بهار

بحث

گل‌های همیشه‌بهار به دلیل داشتن ترکیباتی مانند کارتنوئیدها و فلاونوئیدها و همچنین خواص آنتی‌اکسیدانی بالا می‌تواند به عنوان یک گل خوراکی مناسب در سطوح وسیع تجاری مورد استفاده قرارگیرند. پیری پس از برداشت، یکی از محدودیت‌های نگهداری این محصولات می‌باشد. گل‌های خوراکی دارای نسبت سطح به حجم بالا هستند و به ریزش گلبرگ، تغییر رنگ، پژمردگی، از دست دادن آب و قهوه‌ای شدن بافت حساس هستند. از لحاظ تغییرات متابولیک، پیری در نتیجه انجام فرآیندهای اکسیداتیو ناشی از تولید گونه‌های فعال اکسیژن اتفاق می‌افتد (Ohe *et al.*, 2005). در مطالعات متعدد گزارش شده است که هورمون‌های گیاهی، در تنظیم پیری گل‌ها شرکت می‌کنند و تغییر در سطوح این ترکیبات به عنوان یک پیام تنظیم کننده در پدیده پیری عمل کرده و ممکن است آن را به تاخیر بیاندازد (Singh *et al.*, 2008; Emongor, 2004).

بیشتر محصولات کشاورزی در زمان برداشت دارای آب فراوانی هستند که پس از برداشت با خروج آب از بافت گیاه میزان شادابی آنها کاهش می‌یابد، وزن یکی از صفات مهم پس از برداشت می‌باشد (Zarbakhsh and Rastegar, 2017). نتایج نشان داد، محلول‌پاشی پرولین موجب کاهش از دست دادن آب گیاه شد. زیرا گل‌های تیمار شده کاهش وزن کمتری نسبت به سایر تیمارها نشان دادند. افزایش وزن تر وخشک گیاه در پی محلول‌پاشی پرولین ممکن است به علت نقش فعال آن در تنظیم اسمزی باشد که به نوبه‌ی خود جذب آب را افزایش می‌دهد و موجب حفظ سلول‌های گیاهی و سم‌زدایی یون‌ها و فلزات سنگین می‌شود و در نهایت رشد گیاه را بهبود می‌بخشد (Dawood *et al.*, 2014). نتایج این آزمایش با نتایج Darvizheh و همکاران (2017)، در گیاه بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) مطابقت داشت.

کارتنوئیدها گروه بزرگی از مولکول‌های ایزوپرنوئیدی

هستند که توسط تمام اندام‌های فتوسنتزی و بسیاری از اندام‌های غیرفتوسنتزی ساخته می‌شوند، اهمیت مشخص کارتنوئیدها در این است که به عنوان پیش‌ساز ویتامین A عمل می‌کند (Razavi Zade *et al*., 2013). رنگ‌پریدگی یکی از علائم شایع در بسیاری از گل‌های پیر است (Danaee and Abdossi, 2013). کاهش میزان کل کارتنوئیدها به عنوان یک عامل آنتی‌اکسیدان غیرآنزیمی مهم در مقابله با تنش اکسیداتیو می‌تواند نشان دهنده تخریب بیشتر این دسته از رنگیزه‌های گیاهی در شدت‌های بالای تنش اکسیداتیو باشد (Kannan and Kulandaivelu, 2011). در این پژوهش محلول‌پاشی پرولین، موجب افزایش بیوسنتز و حفاظت رنگدانه‌های فتوسنتزی شد. احتمالاً تاثیر تحریک‌کنندگی پرولین بر رنگدانه‌های فتوسنتزی به دلیل پایداری مکان فعال آنزیم‌ها باشد (Ali *et al*., 2013). نتایج این تحقیق با یافته‌های Darvizheh و همکاران (2017)، در گیاه بابونه (*Matricaria chamomila* L.)، Dawood و همکاران (2014)، در گیاه باقلا (*vicia faba*) و Ali و همکاران (2013) در ذرت (*Zea mays* L.) مطابقت داشت.

کاهش کربوهیدرات از شاخص‌های بیوشیمیایی مهم در زمان پیری است (Gaderi and Nazari deljo, 2017). با جدانمودن گل‌ها از گیاه مادر منبع اصلی تغذیه گیاه حذف می‌شود و در صورت عدم تامین این نیاز کربوهیدرات کاهش می‌یابد (Asghary, 2012). محلول‌پاشی پرولین موجب افزایش کربوهیدرات کل شد، به دلیل اینکه گیاه نیازی به مصرف قند برای سنتز این ترکیبات نداشته و در نتیجه میزان قند در این تیمار افزایش یافت (Hoekstra and Buitink, 2001). نتایج حاصل از تحقیق با نتایج تحقیقات در گیاه شاهی (*Lepidium sativum* L.) (Khalil and El-Noemani, 2012) و رازیانه (Foeniculum vulgare Mill) مطابقت داشت (Gholami Zali and Ehsanzadeh, 2018).

ویتامین ث یکی از مهم‌ترین ترکیبات در محصولات باغبانی می‌باشد که علاوه بر نقش آن در کاهش تنش‌های وارد شده به گیاه، نقش بسزایی در سلامت مصرف کننده دارد. این ترکیبات در برابر اکسید شدن بسیار حساس هستند (Mohammadi and Khademi, 2016) .میزان ویتامین ث پس از برداشت در اثر آنزیم اسکوربیک اسید اکسیداز هیدرولیز گردیده و کاهش می‌یابد (Jalili marandi, 2012)، علاوه بر این اسید آسکوربیک برای ساخته شدن اتیلن به عنوان کوفاکتور برای ACC اکسیداز عمل می‌کند. بنابراین مقدار آن با گذشت زمان و طی نگهداری کاهش می‌یابد. اسید سیتریک با کاهش pH و اسیدی کردن محیط، مانع فعالیت آنزیم سنتاز، که در محیط قلیایی فعالیت می‌کند، می‌شود در نتیجه از ساخته شدن اتیلن جلوگیری به‌عمل آورده و مانع مصرف اسید آسکوربیک می‌گردد (Spinardi, 2005). نتایج این تحقیق نشان داد، محلول‌پاشی اسید سیتریک میزان ویتامین ث را افزایش داد، به طور کلی عواملی که سبب حفظ غشا و ساختار سلول گردند موجب افزایش ویتامین ث می‌گردند. نتایج این تحقیق با یافته‌های Shafaei Abbasabad (2012)، در گلابی منطبق است.

فنل‌ها جزء متابولیت‌های ثانویه گیاهی می باشند که توسط همه گیاهان سنتز می‌شوند و مسئول عطر، طعم و رنگ گیاهان می‌باشند (Jeong *et al*., 2008). این ترکیبات، سلول‌ها را از خسارت اکسیداتیو محافظت می‌کنند و پایداری غشای سلول را افزایش می‌دهند (Dawood *et al*., 2014). فنل‌ها در طول دوره پس از برداشت به دلیل اینکه سوبستر ای آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز هستند کاهش می‌یابند (Zarbakhsh and Rastegar, 2017). در این آزمایش، محلول‌پاشی پرولین، نسبت به سایر تیمارها موجب افزایش فنل کل شد، پرولین همراه با مسیر پنتوز فسفات تولید $NADH_2$ را برای مسیرهای آنابولیک شامل مسیر فنولیکی و پاسخ‌های آنتی‌اکسیدانی تحریک می‌کند (Shetty and Wahlqvist, 2004). پرولین خارجی میزان ترکیبات فنولی را در گیاه ماش (*Vigna radiata* L.) افزایش داد (Posmyk and Janas, 2007)، که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت.

فلاونوئیدها شناخته شده‌ترین گروه ترکیبات فنلی با فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی هستند (Veberic *et al*., 2005). فلاونوئیدها به دلیل نقش آنتی‌اکسیدانی خود به طور مستقیم با وارد شدن در واکنش‌های احیایی و به طور غیرمستقیم به وسیله کلاته‌کردن آهن مانع تنش اکسیداتیو می‌شوند (Blokhina *et al*., 2003; Seyoum *et al*., 2006). زمانی که گیاه در معرض تنش اکسیداتیو قرار می‌گیرد، مقدار زیادی از گونه‌های فعال اکسیژن مانند آنیون سوپراکسید و رادیکال هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن تولید

می‌شود. در بسیاری از گیاهان سیستم‌های آنزیمی برای از بین بردن این رادیکال‌ها فعال می‌شوند پس می‌توان نتیجه گرفت پیش از آن که سیستم آنزیمی وارد عمل شود فلاونوئیدها دست بکار شدند، اما با افزایش تنش، سیستم آنزیمی وارد عمل شده و از میزان فلاونوئیدها کمی کاسته شد (Jubany-Mari *et al*., 2010). نتایج نشان داد، محلول‌پاشی اسپرمیدین موجب افزایش فلاونوئید شد که می‌تواند به این دلیل باشد که اسپرمیدین فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی را تحریک می‌کند و در نتیجه موجب افزایش مقاومت به تنش‌های اکسیداتیو در گیاهان می‌شوند (Yiu *et al*., 2009). نتایج حاصل از آزمایش با نتایج Ali و همکاران (2007)، در گیاه مرزنجوش (*Origanum majorana*) مطابق بود.

سلول‌های گیاه زمانی که در معرض هر گونه تنش اکسیداتیو قرارگیرند، موجب تولید رادیکال‌های آزاد می‌شوند، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی گیاهان شامل ترکیبات آنزیمی و غیرآنزیمی می‌باشد و سیستم آنتی‌اکسیدانی با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد موجب جلوگیری از اثرات سوء آنها می‌گردد (Spinardi, 2005). نتایج نشان داد، محلول‌پاشی اسید سیتریک فعالیت آنتی‌اکسیدانی کل را افزایش داد، به طور کلی تیمارهایی که موجب کاهش تنفس و تولید اتیلن و درنتیجه کاهش سرعت پیری می‌شوند موجب کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی اکسیدان‌ها می‌شوند. نتایج این آزمایش با نتایج در گلابی رقم سردرودی مطابقت دارد (Altunkaya and Gokmen, 2008).

پیری گلبرگ‌ها با کاهش پروتئین همراه است. معمولاً در زمان پیری، سنتز پروتئین‌های جدید در گلبرگ‌ها کاهش و تجزیه پروتئین‌ها افزایش می‌یابد. تجزیه پروتئین‌ها خود نشانه‌ای از تخریب غشاء سلولی نیز هست (Gerailoo *et al*., 2014). طبق نتایج این آزمایش افزایش اندک میزان پروتئین و سپس کاهش آن در طی دوره پس از برداشت می‌تواند به دلیل افزایش اسید آمینه‌های ناشی از شکستن آنزیم‌ها و کاهش فعالیت‌های سوخت و ساز در گیاه باشد و پس از آن پروتئین ها در گیاه شروع به هیدرولیز شدن می‌کنند و موجب کاهش میزان پروتئین می‌شود (Jalili marandi, 2012). در این تحقیق محلول‌پاشی پرولین موجب افزایش پروتئین شد، اثر متقابل پرولین با آنزیم‌ها سبب حفظ ساختار پروتئین‌ها و فعالیت مربوط به آنها می‌شود. پرولین می‌تواند در آبپوشی لایه‌های احاطه کننده فسفو لیپیدها نقش داشته و با گروه‌های هیدروکسیل سر فسفولیپیدها واکنش دهد و از این طریق از تخریب پروتئین‌ها و فسفولیپیدهای غشایی جلوگیری کرده و منجر به حفظ پایداری غشا شده و مقاومت گیاه را نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی افزایش دهد (Vendruscolo *et al*., 2007). محلول‌پاشی پرولین در گیاه ذرت (*Zea mays* L.) موجب افزایش پروتئین شد (Abd El-Samad *et al*., 2010) که با نتایج فوق مطابق است.

محلول‌پاشی اسید سیتریک عمر انباری گل‌های همیشه‌بهار را افزایش داد، به دلیل اینکه اسید سیتریک با کاهش pH و اسیدی کردن محیط، مانع فعالیت آنزیم سنتاز که در محیط قلیایی فعالیت می‌کند، می‌شود در نتیجه از ساخته شدن اتیلن جلوگیری به عمل آورده و تنفس را کاهش داده و در نتیجه عمر گیاه را افزایش می‌دهد (Spinardi, 2005). نتایج این تحقیق با نتیجه Hajireza و همکاران (2013)، در گیاه رز خوراکی (*Rosa hybrida* L.) و Mortazavi و Zakielahi (2011)، در میخک خوراکی (*Dianthus caryophyllus* L.) مطابقت دارد.

گلبرگ‌های خوراکی همیشه‌بهار دارای ترکیباتی مانند کارتنوئیدها (فلاوزانتین، لوتئوزانتین، لیکوپن)، فنل (گالیک اسید)، کومارین‌ها و فلاونوئیدها هستند و وجود این ترکیبات، همیشه‌بهار را به یک منبع غنی از ترکیبات آنتی‌اکسیدان تبدیل کرده است، خاصیت ضدالتهابی و محافظت کننده کبد، ضدقارچ و باکتری، ضد HIV و سرطان این گل مورد مطالعه قرارگرفته است (Khalid and Teixeira da Silva, 2012) و با توجه به ترکیبات و خواص مفید این گل خوراکی، استفاده از آن در رژیم غذایی، می‌تواند ویتامین‌ها و انرژی لازم برای تغذیه و سلامت انسان را فراهم نماید.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش می‌توان بیان نمود، محلول‌پاشی ۱۰۰ میلی گرم در لیتر اسپرمیدین، اسید سیتریک و پرولین، بیشترین تاثیر در بهبود ارزش تغذیه‌ای و عمر انباری گل‌های همیشه‌بهار را داشتند. بیشترین وزن تر نسبی و وزن خشک گل‌ها، کارتنوئید، فنل، کربوهیدرات در تیمار پرولین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین ویتامین ث،

آنتی‌اکسیدان کل و عمر انباری در تیمار اسید سیتریک ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، بیشترین میزان فلاونوئید و پروتئین به ترتیب در تیمار اسپرمیدین ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر و پرولین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود. کاربرد تمام تیمارها نیز تفاوت معنی‌داری در سطح آماری ۱ و ۵ درصد نسبت به شاهد نشان دادند. در نتیجه با توجه به ارزش غذایی و دارویی همیشه‌بهار، می‌توان از این ترکیبات به عنوان تیمار موثری جهت افزایش ترکیبات بیوشیمیایی و متابولیت‌های این گیاه استفاده نمود.

منابع

Abae, A., Mohammadian, M. & Jaberipoor, P. (2018). Evaluation of the Antioxidant Activity and Phenolic Content of Chamomile (*Chamomilla recutita* L.) Extract. Journal of Food Technology and Nutrition, 15 (2), 108-101 [In Persian].

Abd El-Samad, H., Shaddad, M. A. K. & Barakat, N. (2010). The role of amino acids in improvement in salt tolerance of crop plants. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 6 (3), 26-37.

Alcazar, R., Bitrian, M., Zarza, X. & Tiburcio, A. F. (2012). Polyamines metabolism and signaling in plant abiotic stress. Recent Advances Pharmacology Science, 5, 29-47.

Ali, Q., Anwar, F., Ashraf. M., Saari, N. & Perveen, R. (2013). Ameliorating Effects of Exogenously Applied Proline on Seed Composition, Seed Oil Quality and Oil Antioxidant Activity of Maize (*Zea mays* L.) under Drought Stress. International Journal of Molecular Sciences, 14 (1), 818-835.

Ali, Q., Muhammad, A. & Habib-Ur-Rehman, A. (2007). Exogenously applied proline at different growth stages enhances growth of two maize cultivars grown under water deficit conditions. Pakistan Journal Botany, 39 (4), 1133-1144.

Ali, R. M., Abbas, H. M. & Kamal, R. K. (2007). The effect of treatment with polyamines on dry matter, oil and flavonoid contents in salinity stressed chamomile and sweet marjoram. Plant Soil Environment, 53 (12), 529-543.

Alipour, S., Farahmand, F. & Nasibi, F. (2016). Influence of proline treatment on some physiological morphological characteristics and postharvest life of cut Tuberose (*Polianthes tuberosa* L.). Plant Process and Function, 4 (14), 114-106 [In Persian].

Altunkaya, A. & Gokmen, V. (2008). Effect of various inhibitors on enzymatic browning, total phenol content and total antioxidant activity lettuce. Food Chemistry, 107 (3), 1173-1179.

An, Y., Zhou, P., Xiao, Q. & Shi, D. (2014). Effects of foliar application of organic acids on alleviation of aluminum toxicity in alfalfa. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 177 (3), 421-430.

Aquino-Bolanos, E. N., Urrutia-Hernandez, T. A., Lppez del Castillo-lozano, M., Chavez-Servia, J. L. & Verdalet-Guzman, I. (2013). Physicochemical parameters and antioxidant compounds in edible squash (*Cucurbita Pepo*) flower stored under controlled atmospheres. Journal of Food quality, 36 (5), 302–308.

Asghary, R. (2012). Effects of chemical treatment on vase-life of Daisy. Iranian biology society, 25 (3), 422-418 [In Persian].

Azarsharif, Z. & Asghari, M. R. (2015). Application of healthy compounds in post-harvest technology of horticultural products. First National Congress for the Development and Promotion of Agricultural Engineering and Soil Science. https://www.civilica.com/Paper-ISCONF01-ISCONF01_098. html [In Persian].

Blokhina, O., Virolainen, E. & Fagerstedt, K. V. (2003). Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. Annals of Botany, 91 (2), 179-194.

Celikel, F. G. & Reed, M. S. (2002). Postharvest handling of stock (*matthiula incana*). Horticulture Science, 37, 144-147.

Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M. & Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. Journal of Food and Drug Analysis, 10 (3), 178-182.

Danaee, E. & Abdossi, V. (2013). Investigation of changes in some quantitative, qualitative and enzymatic traits of *Gerbera jamesonii* dun cultivar with post-harvest application of benzyl adenine and silver nanoparticles. Journal of Applied Biotechnology and Microbiology, 2 (3 and 4), 48-42 [In Persian].

Danaee, E. & Abdossi, V. (2018). Phytochemical and Morphophysiological Responses in Basil (*Ocimum basilicum* L.) Plant to Application of Polyamines. Journal of Medicinal Plants, 18 (69), 133-125 [In Persian].

Danaee, E. & Abdossi, V. (2021). Effects of silicon and nano-silicon on some morpho-physiological and phytochemical traits of peppermint (*Mentha piperita* L.) under salinity stress. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, Vol. 37(1), 98-112 [In Persian].

Darvizheh, H., Zavareh, M. & Ghasmanjad, M. (2017). Effect of proline spraying on biochemical properties of German chamomile in water stress conditions (*Matricaria chamomilla* L). Journal of Applied Research in Plant Ecophysiology, 4 (1), 35-60 [In Persian].

Dawood, M. G., Taie, H. A. A., Nassar, R. M. A., Abdelhamid, M. T. & Schmidhalter, U. (2014). The changes induced in the physiological, biochemical and anatomical characteristics of *Vicia faba* by the exogenous application of proline under seawater stress. South African Journal of Botany, 93, 54-63.

Dole, J. M. & Wilkins, H. F. (2004). Floriculture: Principles and Species. Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey, pp. 347.

Ebrahimzadeh, M. A., Hosseinimehr, S. J. & Gayekhloo, M. R. (2004). Measuring and comparison of vitamin C content in citrus fruits: introduction of native variety. Indian Journal of Chemistry, 1 (9), 650-652.

Emami, A. (1996). Plant decomposition method. Soil and Water Decomposition Research Institute Publications, pp 982 [In Persian].

Emongor, V. E. (2004). Effects of gibberellic acid on post-harvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonnii*). Agronomy, 3 (3), 191-195.

Ezhilmathi, K., Singh, V., Arora, P. & Sairam, R. K. (2007). Effect of 5-sulfocalicylic acid on antioxidant in relation to vase life of gladiolus cut flower. Plant Growth Regulation, 51 (2), 99-108.

Fonseca, Y. M., Catini, C. D., Vicentini, F. T., Nomizo, A., Gerlach, R. F. & Fonseca, M. J. (2010). Protective effect of *Calendula officinalis* extract against UVB-induced oxidative stress in skin: evaluation of reduced glutathione levels and matrix metalloproteinase secretion. Journal of Ethnopharmacology, 127 (3), 596-601.

Gaderi, Kh. & Nazari deljo, M. (2017). Morphophysiological changes and flower quality of Gerbera cut flowers under the influence of inoculation of the culture medium with mycorrhizal fungi in a soilless system. Science and technology of greenhouse crops, 8 (4), 38-27 [In Persian].

Gangali, H. R., Band, A. A., Abad, H. S. S. & Nik, M. M. (2010). Effects of Sowing Date, Plant Density and Nitrogen Fertilizer on Yield, Yield Components and Various Traits of *Calendula officinalis*. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 8 (6), 672-679.

Gazim, Z., Rezende, C., Fraga, S., Dias Filho, B., Nakamura, C. & Cortez, D. (2008). Analysis of the essential oils from *Calendula officinalis* growing in Brazil using three different extraction procedures. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 44, 391-395.

Gerailoo, S., Ghasemnezhad, M. & Shiri, M. (2014). Effect of short time treatment of salicylic acid in delaying flowers senescence in cut rose (*Rosa hybrida*) cv. Yellow Island. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology). 27 (2), 309-299 [In Persian].

Gholami Zali, A. & Ehsanzadeh, P. (2018). Exogenous proline improves osmoregulation, physiological functions, essential oil, and seed yield of fennel. Industrial Crops & Products, 111, 133–140.

Hajireza, M., Hadavi, A., Zeynanlu, A., Mirzapour, M. & Naeini, M. (2013). Effect of different levels of citric acid and salicylic acid at pre-harvesting stage on vase-life of rose (*Rosa hybrida* L.) cut flower. Science and technology of greenhouse Culture, 4 (16), 109-99 [In Persian].

Hoekstra, F. A. & Buitink, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. Trends in Plant Science, 8, 431-438.

Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. & Sanchez- Dias, M. (1992). Water stress Induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago Sativa*) plants. Plant Physiology, 84, 55-60.

Jafari, N. & Hadavi, E. (2012). Growth and essential oil yield of Basil (*Ocimum basilicum* L.) As affected by foliar spray of citric acid and salicylic acid. Journal of medicinal and spice plants, 17 (2), 80–83.

Jalili marandi, R. (2012). Postharvest physiology. West Azerbaijan University Jihad Publications, pp. 150-153 [In Persian].

Jeong, H. L., Jin, W. J., Kwang, D. M. & Kee, P. J. (2008). Effects of ant browning agents on polyphenol oxidase activity and total phenolic as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. Asean Food Journal, 15 (1), 79-87.

Jubany-Marí, T., Munné-Bosch, S. & Alegre, L. (2010). Redox regulation of water stress responses in field-grown plants. Role of hydrogen peroxide and ascorbate. Plant Physiology and Biochemistry, 48 (5), 351-358.

Kannan, N. D. & Kulandaivelu, G. (2011). Drought induced changes in physiological, biochemical and phytochemical properties of *Withania somnifera* Dun. Journal of Medicinal Plants Research, 5 (16), 3929-3935.

Kelley, K. M., Cameron, A. C., Biernbaum, J. A. & Poff, K. L. (2003). Effect of storage temperature on the quality of edible flowers. Postharvest Biology and Technology, 27 (3), 341-344.

Khalid, K. A. & Teixeira da Silva, J. (2012). Biology of *calendula officinalis* Linn: focus on pharmacology, biological activities and agronomic practices. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 6 (1), 12-27.

Khalil, S. & El-Noemani, A. A. (2012). Effect of irrigation intervals and exogenous proline application in improving tolerance of garden cress plant (*Lepidium sativum* L.) to water stress. Journal of Applied Sciences Research, 8 (1), 157-167.

Kou, L., Turner, E. R. & Luo, Y. (2012). Extending the shelf life of edible flowers with controlled release of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging. Journal of Food Science, 77 (5), 188-193.

Kowalczyk, K. & Zielony, T. (2008) Effect of amino plant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. Conference of Bio stimulators in Modern Agriculture. Warsaw, Poland, pp. 35-43.

Leonti, M. (2012). The co-evolutionary perspective of the food-medicine continuum and wild gathered and cultivated vegetables. Genetic Resources and Crop Evolution, 59 (7), 1295-1302.

Lu, B. Li. M. & Yin, R. (2016). Phytochemical content, health benefits, and toxicology of common edible flowers: A review (2000–2015). Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 56, 130–148.

Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. & Van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of

department of horticulture, Pomology. Urmia University [In Persian].

Shetty, K. & Wahlqvist, M. L. (2004). A model for the role of the proline-linked pentose-phosphate pathway in phenolic phytochemical bio-synthesis and mechanism of action for human health and environmental applications. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 13 (1), 1-24.

Singh, A., Kumar, J. & Kumar, P. (2008). Effects of plant growth regulators and sucrose on post harvest physiology, membrane stability and vase life of cut spikes of gladiolus. Plant Growth Regulation, 55, 221-229.

Soltani, F., Hadavi, A. & Ghazi jahani, N. (2017). The effect of foliar application of glutamine, citric acid and malic acid on the growth, quality and morphological traits of licorice (*Glycyrrhiza glabra*). Journal of Plant Cellular and Molecular Biology, 12 (3), 14-5 [In Persian].

Sood, S. & Nagar, P. K. (2008). Post-harvest alterations in polyamines and ethylene in two diverse rose species. Acta Physiologiae Plantarum, 30 (2), 243-248.

Soroori, S., Danaee, E., Hemmati, Kh. & Ladan Moghadam, A. (2021). The Metabolic Response and Enzymatic Activity of *Calendula officinalis* L. to Foliar Application of Spermidine, Citric Acid, and Proline under Drought Stress and in a Post-Harvest, Journal of Agricultural Science and Technology, 23(06).

Spinardi, A. M. (2005). Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae, 682, 655-662.

Szabados, L. & Savoure, A. (2009). Proline: a multifunctional amino acid. Trends in Plant Sciences, 15 (2), 89-97.

Veberic, R., Trobec, M., Herbinger, K., Hofer, M., Grill, D. & Stampar, F. (2005) Phenolic compounds in some apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars of organic and integrated production. Journal of Science of Food and Agriculture, 85 (10), 1687-1694.

Vendruscolo, E. C. G., Schuster, I., Pileggi, M., Scapim, C. A., Molinari, H. B. C., Marur, C. J. & Vieira, L. G. E. (2007). Stress-induced synthesis of proline confers tolerance to water deficit in transgenic wheat. Journal of plant physiology, 164 (10), 1367-1376.

Yiu, J. C., Juang, L. D., Fang, D. Y. T., Liu, C. W. & Wu, S. J. (2009). Exogenous putrescine reduces flooding-induced oxidative damage by increasing the antioxidant properties of Welsh onion. Scientia Horticulture, 120, 306-314.

Zarbakhsh, S. & Rastegar, S. (2017). The effect of salicylic acid and gum arabic on some quantitative and qualitative characteristics of *Ziziphus mauritina* Lam during storage. Journal of Food Technology and Nutrition, 14 (2), 98-87 [In Persian].

some medicinal plants and aromatic plant extract. Food Chemistry, 85, 231-237.

Miri, M., Ahmadi, S. & Moradi, P. (2015). Influence of Salicylic Acid and Citric Acid on the Growth, Biochemical Characteristics and Essential Oil Content of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Journal of Medicinal Plants, 2, 141-146.

Mlcek, J. & Rop, O. (2011). Fresh edible flowers of ornamental plants–A new source of nutraceutical foods. Trends in Food Science & Technology, 22 (10), 561-569.

Mohammadi, M. & Khademi, A. (2016). Optimizing the quality of green bell pepper fruit in storage by pre-harvest application of calcium chloride and packaging with cellophane film. Journal of Vegetables Science, 4 (2), 11-1 [In Persian].

Mortazavi, N. & Zakielahi, Z. (2011). The effect of citric acid treatment on the shelf life and quality after harvesting cut flowers of clove cultivar. The first national congress of new agricultural sciences and technologies. University of Zanjan, https://www.civilica.com/Paper-MAST01-MAST01_1046.html.

Mustafavi, H., Shekari, F. & Hatami Maleki, H. (2016). Influence of exogenous polyamines on antioxidant defence and essential oil production in valerian (*Valeriana officinalis* L.) plants under drought stress. Acta agriculture Slovenica, 107 (1), 81-91.

Ohe, M., Rapolu, M., Mieda, T., Miyagawa, Y., Yabuta, Y., Yoshimura, K. & Shigeoka, S. (2005) Decline in leaf photo oxidative-stress tolerance with age in tobacco. Plant Science, 168 (6), 1487-1493.

Posmyk, M. M. & Janas, K. M. (2007). Effects of seed hydropriming in presence of exogenous proline on chilling injury limitation in *Vigna radiata* L. seedlings. Acta Physiologiea Plantarum, 29 (6), 509–517.

Preethi, K. & Chandran, R. K. (2008). Effect of *Calendula officinalis* flower extract on acute phase proteins, antioxidant defense mechanism and granuloma formation during thermal burns. Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition, 43, 58-64.

Razavi Zadeh, R., Kazem Zadeh, M. & Enteshari, Sh. (2013). Effect of paclobutrazol on some physiological indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings under salt stress conditions. Journal of crop physiology- Islamic Azad University of Ahvaz, 5 (19), 35-48 [In Persian].

Roberts, M. (2000). Edible & medicinal flowers. New Africa Books.

Seyoum, A., Asres, K. & El-Fiky, F. K. (2006). Structure radical scavenging activity relationships of flavonoid. Phytochemistry, 67 (18), 2058-2070.

Shafaei Abbasabad, Z. (2012). Effect of postharvest application of citric acid and salicylic acid on storage life and quality attributes of pear cv. Sardrudi. A thesis submitted for the MSc degree in

.

Evaluation of Nutritional Value and Shelf Life of Marigold with the Application of Spermidine, Citric acid and Proline

S. Soroori[a], E. Danaee[b*], Kh. Hemmati[c], A. R. Ladan Moghadam [d]

[a] Ph.D. Student of the Medicinal Plant, Department of Horticulture, Aliabad Katoul Branch, Islamic Azad University, Aliabad Katoul, Iran.

[b] Assistant Professor of the Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

[c] Associate Professor of the Department of Horticulture, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

[d] Associate Professor of the Department of Horticulture, Garmsar Branch, Islamic Azad University, Garmsar, Iran.

Received: 4 January 2020 Accepted: 9 September 2020

Abstract

Introduction: Edible flowers contain a variety of vitamins, carbohydrates and proteins and play an important role in the antioxidant activity and control of diseases. Marigold is also known as one of the most common edible flowers. The aim of this study was to investigate the improvement of nutritional value of Marigold flowers by spraying with spermidine, citric acid and proline.

Materials and Methods: This research was carried out in a completely randomized design with 14 treatments including two levels of spermidine, citric acid, proline (0, 50 and 100 mg/L) and postharvest shelf life (Start experiment, 5 and 10 days) in 3 replications. Each replication consists of 10 flowers. Foliar application was performed in three stages of six visible leaves, complete tillering and first bud emergence. The samples were stored at 4°C for post-harvest shelf life. Characteristics including biochemical and nutritional values were evaluated.

Results: The results showed that, at the 10th day after harvest, the highest fresh and dry weight of flower, carotenoid, phenol, carbohydrate were detected in proline 100 mg/L sample, while the highest vitamin C, total antioxidant and postharvest life were observed in citric acid 100 mg/L sample and the highest flavonoid was determined in spermidine 100 mg/L sample and the highest protein was detected in proline 50 mg/L sample. All treatments showed significant differences at 1% and 5% level of control.

Conclusion: All treatments had significant effect on the measured variables, but the best improved characteristics were obtained at the concentration of 100 mg/L proline, citric acid and spermidine. The highest longevity was in citric acid 100 mg/L with 9.7 days and the lowest in control with 5.3 days.

***Keywords**: Citric Acid, Marigold, Postharvest Life, Proline, Spermidine.*

* Corresponding Author: dr.edanaee@yahoo.com