

اثرات تیمارهای پس از برداشت غوطه‌وری در محلول‌های اسید سالیسیلیک و کیتوسان بر حفظ کیفیت اناردانه‌های رقم شهوار شیرین

پدرام عصار^{۱*}، لیلا تقی‌پور^۱، بگاه صیادامین^۲

^۱ گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه چهرم، صندوق پستی: ۱۱۱-۷۴۱۳۵، چهرم، ایران

^۲ گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: Pedramassar@gmail.com

چکیده

هدف از پژوهش حاضر ارزیابی اثرات تیمارهای پس از برداشت غوطه‌وری در محلول‌های اسید سالیسیلیک و کیتوسان بر حفظ کیفیت اناردانه‌های رقم شهوار شیرین بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار به ازای هر تیمار اجرا شد. تیمارهای مورد استفاده عبارت از ۵ دقیقه غوطه‌وری در آب مقطر (شاهد)، محلول اسید سالیسیلیک (غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار) یا محلول کیتوسان (غلظت ۰/۵ و ۱ درصد) بودند. به ازای هر تکرار سه گروه ۲۵۰ گرمی اناردانه به طور تصادفی انتخاب، و اناردانه‌های تیمار شده در ظروف پلاستیکی یک‌بار مصرف شفاف درب‌دار بسته بندی شدند. اناردانه‌ها در دمای 1 ± 5 درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 90 درصد به مدت ۱۴ روز انبار شدند. درصد کاهش وزن، مواد جامد محلول کل و مقدار اسید قابل تیتراسیون، اسیدیته، و نسبت مواد جامد محلول کل به اسید قابل تیتراسیون (به‌عنوان شاخص کیفی طعم) مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابی شاخص‌های بیوشیمیایی در سه زمان (روز صفر، ۷ و ۱۴) و بررسی روند کاهش وزن در دو زمان (روزهای ۷ و ۱۴) انجام شد. تیمارهای غوطه‌وری در محلول کیتوسان ۱ درصد و اسید سالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار سبب کاهش بیشتر مقدار از دست‌دهی آب، و حفظ بهتر اسید قابل تیتراسیون و شاخص کیفیت نسبت به شاهد شد و بهترین اثرگذاری مثبت از کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت بالاتر حاصل شد. تیمار با غلظت ۰/۵ درصد کیتوسان کم‌ترین اثربخشی را در حفظ کیفیت اناردانه داشت و غیرقابل توصیه بود.

واژه‌های کلیدی: انار، تیمار پس از برداشت، غوطه‌وری، کیفیت.

مقدمه

به دلیل فقدان ارزش صادراتی و ماندگاری کم و نامناسب میوه‌های درجه دو و سه انار، عرضه باکیفیت اناردانه‌ها به‌عنوان محصول با فراوری حداقل و سرمایه‌گذاری برحفظ کیفیت، افزایش عمر ماندگاری پس از برداشت و بسته‌بندی مناسب آن‌ها منطقی و مطلوب تولیدکننده و مصرف‌کننده است. البته اناردانه بسیار فسادپذیر است و در مقایسه با میوه کامل ماندگاری کوتاه‌تری دارد. در سال‌های اخیر رغبت مصرف‌کنندگان به استفاده از محصولات تازه، ارگانیک و عاری از بقایای سموم و سایر ترکیبات شیمیایی، و نیز تمایل همگانی به افزایش عمر انباری محصولات با کاربرد ترکیبات طبیعی و جایگزین مواد شیمیایی مصنوعی، سبب معرفی و توسعه استفاده از تیمارهای ایمن با اثربخشی مؤثر در کاهش ضایعات پس از برداشت شده است. بر این اساس، گزارش‌هایی در زمینه تأثیرگذاری مثبت تیمارهای غوطه‌وری اناردانه‌ها در محلول اسید سالیسیلیک (Bhatia and Asrey, 2018) و کیتوسان (رمضانیان و همکاران، ۱۳۹۶) بر افزایش عمر پس از برداشت محصول همراه با حفظ ارزش غذایی و ترکیبات زیست‌فعال آن گزارش شده است.

اسید سالیسیلیک یک ترکیب طبیعی فنولیکی و یکی از انواع هورمون‌های گیاهی است که به علت دارا بودن ویژگی‌های ضد رسیدن و پیری و بهبود بخشیدن سازوکارهای دفاعی محصول در مقابل تنش برای مدیریت پس از برداشت محصولات کاربرد دارد (Bhatia and Asrey, 2018). کیتوسان نیز یک زیست‌پلیمر کربوهیدراته و از مشتقات کیتین است که ویژگی‌های منحصر به فردی مانند زیست‌سازگاری، زیست‌تجزیه‌پذیری و فقدان سمیت را دارد و می‌تواند از طریق کاهش نرخ تنفس و کاهش نرخ نفوذپذیری غشاهای سلولی سبب افزایش عمر ماندگاری محصول تیمار شده شود (Bhatia and Asrey, 2019). انار رقم شهوار شیرین، یکی از رقم‌های غالب ایران است که در استان‌های یزد، فارس، اصفهان، زنجان، سمنان و مرکزی پرورش می‌یابد. خصوصیات اصلی این رقم شامل

پوست زرد رنگ، طعم ملس با بذره‌های نیمه‌نرم است. پژوهش حاضر به منظور ارزیابی اثر تیمارهای غوطه‌وری در اسید سالیسیلیک و کیتوسان بر حفظ کیفیت اناردانه‌های آماده مصرف این رقم طراحی شد.

مواد و روش‌ها

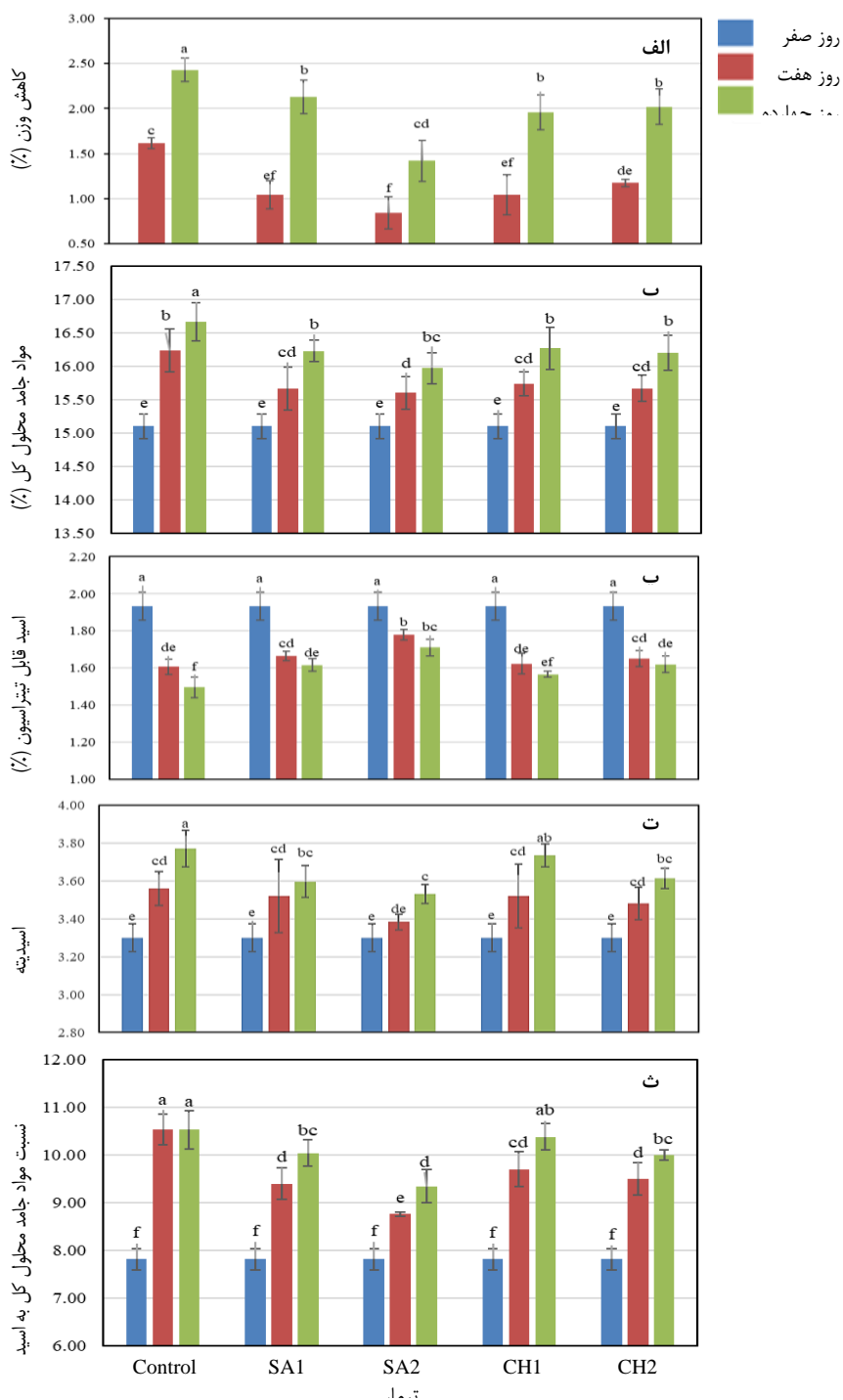
میوه‌های انار رقم شهوار شیرین در مرحله بلوغ تجاری از باغی در شهرستان خفر واقع در استان فارس دستچین شدند. بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه، میوه‌های سالم و بدون آسیب فیزیکی، خراشیدگی و یا آفتاب سوختگی انتخاب و با آب شسته شدند. پس از خشک شدن رطوبت سطحی، برش میوه‌ها با چاقوی تیز و ضدعفونی شده انجام و اناردانه‌ها بدون آسیب و با احتیاط جدا شدند. تیمارهای مورد استفاده عبارت از شاهد (غوطه‌وری در آب مقطر)، غوطه‌وری در محلول اسید سالیسیلیک (غلظت ۱ و ۲ میلی‌مولار) و غوطه‌وری در محلول کیتوسان (غلظت ۰/۵ و ۱ درصد) بود. مواد مورد استفاده از برند سیگما (Sigma-Aldrich Inc, Germany) تهیه شد. اسید استیک ۱ درصد برای تهیه محلول کیتوسان استفاده و در نهایت اسیدیته محلول با استفاده از سود ۰/۱ نرمال به ۵ رسید. از توپین ۲۰ به عنوان سورفکتانت استفاده شد. پس از ۵ دقیقه غوطه‌وری در محلول‌های تهیه شده، اناردانه‌ها در دمای اتاق خشک و مقدار ۲۵۰ گرم اناردانه به‌طور تصادفی انتخاب و در ظروف پلاستیکی یک‌بار مصرف شفاف درب‌دار بسته‌بندی شد. اناردانه‌های تیمار شده در دمای ۱ ± ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ ± ۵ درصد به مدت دو هفته انبار شدند. علاوه بر بررسی پارامترهای بیوشیمیایی مدنظر در روز اول، ارزیابی‌ها به فواصل هفت روزه انجام شد. مقدار کاهش وزن به صورت درصد کاهش وزن نسبت به وزن اولیه محاسبه شد. درصد مواد جامد محلول کل عصاره با استفاده از قند سنج، مقدار اسید قابل تیتراسیون به روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال (رمضانیان و همکاران، ۱۳۹۶) و اسیدیته عصاره با استفاده از پی‌اچ متر تعیین شد. نسبت مواد جامد محلول کل به اسید قابل تیتراسیون عصاره نیز به عنوان شاخص کیفی طعم مدنظر قرار گرفت.

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. هر تکرار شامل ۳ بسته ۲۵۰ گرمی بود. واکاوی آماری با استفاده از نرم افزار SAS 9.1 (SAS Institute, Cary, NC, USA) انجام شد. مقایسه میانگی‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شد.

نتایج و بحث

نتایج در شکل ۱-الف نشان داد مقدار کاهش وزن اناردانه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک یا کیتوسان طی ۱۴ روز نگهداری، به‌صورت معنی‌داری نسبت به اناردانه‌های شاهد کم‌تر بود. پس از یک هفته، اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک کم‌ترین مقدار کاهش وزن را دارا بودند و تفاوت معنی‌داری بین تأثیر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک وجود نداشت. افزون‌براین، پس از دو هفته نگهداری، همچنان اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک کم‌ترین مقدار کاهش وزن را دارا بودند و البته تفاوت معنی‌داری بین چگونگی تأثیرگذاری سایر تیمارها وجود نداشت. در دوره پس از برداشت، وقوع پیوسته فرآیندهای تنفس و تعرق علت اصلی کاهش وزن محصولات با حداقل فرآوری است (Hanif et al., 2020). مشخص شده است که تیمارهای اسید سالیسیلیک سبب کاهش سنتز اتیلن و نیز تحریک تولید اکسین و سائتوکینین می‌شوند که همگی این اثرات عامل تأخیر در پیرشدن محصول هستند. همچنین ارتباط منفی بین غلظت اسید سالیسیلیک و مقدار کاهش وزن وجود دارد (Hosseinifarahi et al., 2020). از سوی دیگر، اثرات مثبت کیتوسان بر کاهش مقدار از دست‌دهی آب به سبب تشکیل لایه نازک فیلم بر سطح محصول است که سبب ایجاد اتمسفر تغییر یافته و محدودیت در تبادلات گازی و نرخ تنفس می‌شود. افزون بر این، لایه تشکیل شده همچون مانعی مؤثر سبب کاهش نرخ تعرق می‌شود (Khaliq et al., 2016). از آن‌جا که نگهداری اناردانه‌ها به سبب از دست‌دهی آب با کاهش وزن معنی‌دار همراه است، افزایش درصد مواد جامد محلول کل آب میوه با گذشت زمان نگهداری قابل انتظار است (El-Nemr et al., 1990). نتایج پژوهش حاضر در شکل ۱-ب، دلیل افزایش پیوسته و معنی‌دار درصد مواد جامد محلول کل آب میوه در طی دوره نگهداری اناردانه‌ها بود که مقدار این افزایش به‌صورت معنی‌داری در اناردانه‌های تیمار شده نسبت به شاهد کم‌تر بود. اثربخشی معنی‌دار تیمارهای اسید

سالیسیلیک و کیتوسان بر کاهش از دست‌دهی آب اناردانه‌ها می‌تواند دلیلی بر یافته مذکور باشد (Hosseinifarahi *et al.*, 2020; Khaliq *et al.*, 2016). از این منظر، در هر کدام از دو زمان ارزیابی‌ها، تفاوت آماری بین اناردانه‌های تیمار شده وجود نداشت.



شکل ۱- پارامترهای مورد ارزیابی اناردانه‌های تیمار شده حین نگهداری در دمای ۱ ± ۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد به مدت چهارده روز. Control, SA1, SA2, CH1 و CH2: به ترتیب شاهد، غلظت‌های ۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۵/۰ و ۱ درصد کیتوسان. بارهای عمودی: انحراف معیار از میانگین‌ها. ستون‌های دارای حروف مشابه فاقد تفاوت‌های معنی‌دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد (LSD) هستند. حین مدت نگهداری، محتوای اسید قابل‌تیتراسیون آب اناردانه‌های شاهد به صورت پیوسته و معنی‌دار کاهش یافت. کاهش در محتوای اسید قابل‌تیتراسیون می‌تواند با تبدیل اسیدها به ترکیبات دیگر، کاهش فزاینده توانایی محصول در سنتز اسیدها، و افزایش نرخ تنفس طی مدت نگهداری در ارتباط باشد (Koyuncu et al., 2018). پس از ۷ روز نگهداری، بیشترین محتوای اسید قابل‌تیتراسیون متعلق به اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک بود و تفاوت معنی‌داری بین سایر تیمارها و شاهد وجود نداشت. در پایان دوره نگهداری، محتوای اسید قابل‌تیتراسیون آب همه اناردانه‌های تیمار شده، به جز تیمار با کم‌ترین غلظت کیتوسان، به صورت معنی‌داری بیش از اناردانه‌های شاهد بود و همچنان اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک، با اختلاف، بیش‌ترین مقدار اسید قابل‌تیتراسیون را دارا بودند، شکل ۱-پ. دلیل یافته مذکور می‌تواند تأثیر کاهنده چشمگیر تیمارها بر متابولیسم و فرآیند پیری اناردانه‌های تیمار شده باشد (Hosseinifarahi et al., 2020; Khaliq et al., 2016). از این منظر، تیمار با غلظت کم‌تر کیتوسان فاقد اثربخشی کافی و مطلوب بر حفظ کیفیت اناردانه‌ها بود.

الگوی تغییرات اسیدیته وابسته به تغییرات محتوای اسید قابل‌تیتراسیون است که خود تابعی از نرخ تنفس و فعالیت سوخت و ساز محصول طی مدت نگهداری است (Fawole and Opara, 2013). اسیدهای آلی سوبستراهای اصلی تنفسی هستند و کاهش در مقدار اسید قابل‌تیتراسیون عصاره محصول به وضوح نشان‌گر تداوم سوخت‌وساز است (Fawole and Opara, 2013). طی هفت روز نگهداری، به استثنای اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک، اسیدیته آب همه اناردانه‌های تیمار شده و شاهد به صورت مشابه و معنی‌دار افزایش یافت. در انتهای مدت نگهداری، اسیدیته آب اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک به صورت معنی‌داری کمتر از شاهد و مشابه با سایر اناردانه‌های تیمار شده به استثنای اناردانه‌های تیمار شده با غلظت کم‌تر کیتوسان بود. در این زمان، اسیدیته اناردانه‌های تیمار شده با غلظت کم‌تر کیتوسان مشابه با اناردانه‌های شاهد بود، شکل ۱-ت)

طی مدت نگهداری، نسبت مواد جامد محلول کل به اسید قابل‌تیتراسیون آب اناردانه‌ها افزایش یافت اما شتاب این افزایش در اناردانه‌های تیمار شده به صورت معنی‌داری کم‌تر از شاهد بود. در هر دو زمان ارزیابی‌ها حین نگهداری محصول، اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک کم‌ترین مقدار نسبت نامبرده را در شکل ۱-ث دارا بودند. بر اساس نتایج، حفظ بهتر محتوای اسید قابل‌تیتراسیون همگام با نرخ کم‌تر وقوع کاهش وزن و به تبع آن افزایش کم‌تر در محتوای مواد جامد محلول اناردانه‌های تیمار شده با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک، به افزایش کم‌تر شاخص نسبت مواد جامد محلول کل به اسید قابل‌تیتراسیون آن‌ها نسبت به سایر اناردانه‌های تیمار شده و شاهد منتهی شد. یافته‌های مرتبط با این شاخص کیفی، دلیل بر حفظ بهتر کیفیت اناردانه‌ها طی مدت نگهداری در پاسخ به تیمار با غلظت بالاتر اسید سالیسیلیک بود.

از بررسی یافته‌های پژوهش حاضر چنین استنباط می‌شود که کاربرد تیمارهای پس از برداشت غوطه‌وری در محلول کیتوسان ۱ درصد و اسید سالیسیلیک ۱ و ۲ میلی‌مولار سبب کاهش مقدار از دست‌دهی آب و حفظ بهتر کیفیت اناردانه‌های رقم شهوار شیرین نسبت به شاهد می‌شود و بهترین اثرگذاری مثبت از کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت بالاتر ایجاد می‌شود. بنابراین کاربرد تیمارهای مذکور قابل توصیه است. ضمن این که تیمار با غلظت ۵/۰ درصد کیتوسان فاقد اثربخشی مطلوب همه جانبه بر حفظ کیفیت اناردانه‌ها بود.

منابع

رضامیان، ا.، احمدی، پ. و حبیبی، ف. ۱۳۹۶. تأثیر پوشش‌های خوراکی بر حفظ ترکیب‌های زیست‌فعال و طولانی کردن دوره نگهداری اناردانه رقم رباب نی‌ریز. ۴۸: ۹۵۲-۹۴۳.

Bhatia, K., Asrey, R. 2018. Effect of salicylic acid pre-treatment on functional and sensory quality of minimally processed pomegranate (*Punica granatum* L.) arils. Journal of Scientific and Industrial Research, 77(2): 125-13.

Bhatia, K., Asrey, R. 2019. Minimal processing of pomegranates (*Punica granatum* L.)—A review on processing, quality, and shelf life. Journal of Food Processing and Preservation, <https://doi.org/10.1111/jfpp.14281>.

- Hanif, A., Ahmad, S. Shahzad, S., Liaquat, M., Anwar, R. 2020. Postharvest application of salicylic acid reduced decay and enhanced storage life of papaya fruit during cold storage. *Journal of Food Measurement and Characterization*, <https://doi.org/10.1007/s11694-020-00555-5>.
- Hosseinifarahi, M., Jamshidi, E., Amiri, S., Kamyab, F., Radi, M. 2020. Quality, phenolic content, antioxidant activity, and the degradation kinetic of some quality parameters in strawberry fruit coated with salicylic acid and Aloe vera gel. *Journal of Food Processing and Preservation*, <https://doi.org/10.1111/jfpp.14647>.
- Fawole, O.A., Opara, U.L. 2013. Seasonal variation in chemical composition, aroma volatiles and antioxidant capacity of pomegranate during fruit development. *African Journal of Biotechnology*, 12 (25): 4006-4019.
- Khaliq, G., Mohamed, M.T., Ding, P., Ghazali, H.M. 2017. Storage behavior and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit treated with chitosan and gum arabic coatings during cold storage conditions. *International Food Research Journal*, 23:141-148.
- El-Nemr, S.E., Ismail, I.A., Ragab, M. 1990. Chemical composition of juice and seeds of pomegranate fruit. *Die Nahrung*, 34(7): 601-606.
- Koyuncu, M.A., Erbes, D., Onursal, C.E., Secmen, T., Guneyli, A., Uzumcu, S.S. 2019. Postharvest treatments of salicylic acid, oxalic acid and putrescine influences bioactive compounds and quality of pomegranate during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Science and Technology*, 56: 350–359.

The effects of postharvest treatments of dipping in salicylic acid and chitosan solutions on the quality preservation of Shahvar-e-Shirin pomegranate arils

Pedram Assar^{1*}, Leila Taghipour¹, Pegah Sayyad-Amin²

¹ Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Jahrom University, PO BOX: 74135-111, Jahrom, Iran

² Department of Horticultural Science, College of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran

*Corresponding Author: Pedramassar@gmail.com

Abstract

The current study aimed to investigate the effects of postharvest treatments of dipping in salicylic acid and chitosan solutions on the quality preservation of Shahvar-e-Shirin pomegranate arils. The statistical design of the experiment was factorial based on a completely randomized design with three replicates per each treatment. The treatments were a 5-minute dip in tap water (control), salicylic acid solution (1 and 2 mM), or chitosan solution (0.5 and 1%). For each replicate, three groups of 250 g arils were randomly selected, and treated arils were packed in clear hinged pet plastic clamshell containers. Arils were stored for 14 days at 5 °C with a relative humidity of 90% ± 5%. The percentage of weight loss, total soluble solids, and titratable acidity; pH; and total soluble solids to titratable acidity ratio (as a taste quality index) were all measured. The biochemical indices were evaluated three times (on days 0, 7, and 14), and the weight loss trend was investigated twice (days 7 and 14). Dipping treatments in 1% chitosan solution and 1- and 2-mM salicylic acid resulted in greater decrease in weight loss, and better preservation of titratable acidity and quality index when compared to controls, with the highest positive effects obtained with higher salicylic acid concentration. Treatment with a 0.5% chitosan solution was less effective at preserving aril quality and was not recommended.

Keywords: Pomegranate, Postharvest treatment, Dipping, Quality.

دوازدهمین کنگره علوم باغبانی ایران - ۱۴ تا ۱۷ شهریورماه ۱۴۰۰ - دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان
رفسنجان، ۱۴ لغایت ۱۷ شهریور ماه ۱۴۰۰