تأثیر محلول‌پاشی قبل از برداشت و غوطه‌وری پس از برداشت با دو منبع روی بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت اناردانه

ریحانه امین زاده[۱]، اصغر رمضانیان[۱]*

[۱] بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز ، ایران

* نویسنده مسئول: ramezanian@shirazu.ac.ir

چکیده

یکی از دلایل محدودیت در توزیع و عرضه انارداده انار، فقدان لایه محافظ است که جریان آب و نفوذ عوامل بیماری‌زا را افزایش می‌دهد. استفاده از تیمار روی می‌تواند به کاهش این روند کمک کند. همچنین، با توجه به نقش مهم روی در بدن انسان، می‌توان بحث غنی سازی انارداده را مطرح کرد. این مطالعه در قالب دو آزمایش جداگانه به صورت محلول‌پاشی قبل از برداشت و غوطه‌وری پس از برداشت در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو شکل مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی ($ZnSO_4$) هر یک در چهار غلظت ۰، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد با سه تکرار انجام شد. پس از تیمار، انارداده‌ها در ظروف پلی‌پروپیلن با وزن تقریبی ۵۰ گرم در ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ انبار شدند. نمونه‌گیری در فواصل ۵ روز در مدت ۳۰ روز انبارمانی انجام شد. سپس مقدار غنی‌سازی روی و خصوصیات انارداده‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار روی قبل از برداشت هیچ تأثیری بر افزایش عمرانباری انارداده‌ها نداشت و پس از ۱۵ روز تمام انارداده‌ها از بین رفتند اما تیمار روی پس از برداشت اثر معنی‌داری ($p <$ ۰/۰۱) بر روی کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت. بیشترین مقدار روی، عمرانباری و کمترین میزان کاهش وزن و آلودگی میکروبی در انارداده‌های تیمار شده با ۰/۸٪ $ZnSO_4$ مشاهده شد. به‌طور کلی این تیمار برای افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی انارداده‌ها توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آلودگی میکروبی، پس از برداشت، سولفات روی، عمر انباری، نانو اکسید روی

مقدمه:

انار (*Punica granatum* L.) گیاهی از تیره punicacea است که در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان رشد می‌کند. پوست‌گیری انار و جداسازی انارداده آن دشوار است که باعث محدودیت مصرف آن شده است. با پیشرفت در فناوری و صنعتی شدن، تمایل به استفاده از انارداده‌های تازه آماده برای خوردن افزایش یافته است. انارداده به دلیل فقدان لایه محافظ برای جلوگیری از اتلاف آب و نفوذ عوامل بیماری‌زا بسیار فسادپذیر است و ماندگاری بسیار کمی دارد (Gil *et al.*, 2000). روی یک عنصر اساسی برای انسان است و بعد از آهن، بیشترین درصد عناصر ریز مغذی مورد نیاز بدن را دارا است. روی در بسیاری از فرایندهای بیولوژیکی نقش اساسی دارد. کمبود روی باعث افزایش حساسیت غشا در برابر آسیب اکسیداتیو و اختلال در عملکرد آن‌ها می‌شود (Lee, 2018). همچنین روی خاصیت ضد قارچی دارد (He *et al.*, 2011). در مقاله‌ای به تأثیر نانو اکسید روی و تیمار کربوکسیل متیل سلولز در افزایش عمر انارداده اشاره شده است (Koushesh Saba and Amini, 2017). اکسید روی علاوه بر بی‌ضرر بودن، اثرات ضد میکروبی شدیدی بر طیف وسیعی از میکروارگانیسم‌ها دارد (Sogvar *et al.*, 2016). غنی‌سازی میوه پس از برداشت با عناصر اساسی مانند روی روش جدیدی برای تأمین نیازهای غذایی انسان و کاهش بیماری‌ها و کمبودهای انسان است. پژوهش های اندکی در مورد کاربرد روی برای افزایش ماندگاری محصولات باغی وجود دارد. در این مطالعه، انار دانه‌های انار توسط دو منبع مختلف روی (nZnO و $ZnSO_4$) در دو مرحله قبل و پس از برداشت تیمار شدند و پتانسیل غنی‌سازی روی در مهار رشد میکروبی و حفظ کیفیت انارداده‌های انبار در زمان انبارمانی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش دو ماه قبل از برداشت تجاری انار با شروع تغییرات کیفی میوه شروع شد. باغ انار واقع در استان فارس، شهرستان فاروق و رقم انار شیرین شهوار بود. درختان انار در دو مرحله (دو ماه قبل و یک ماه قبل از برداشت) با دو منبع روی (سولفات روی و نانو اکسید روی) محلول‌پاشی شدند. برای هر منبع روی، ۴ غلظت (۰، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد) و برای هر یک، سه تکرار در نظر گرفته شد. انارها در زمان برداشت تجاری با توجه به نسبت TSS /TA برداشت و انارهای سالم بی‌درنگ به آزمایشگاه پس از برداشت بخش علوم باغبانی دانشگاه شیراز منتقل شدند. انارها پس از گندزدایی پوست‌گیری و انارداندها جدا شدند. انارداندها به یک مجموعه از سه تکرار تقسیم شدند. هر تکرار در ظروف بسته‌بندی پلی‌پروپیلن با وزن تقریبی ۵۰ گرم بسته‌بندی شدند. تعدادی از انارهای سالم درختانی که محلول‌پاشی نشده بودند نیز به آزمایشگاه منتقل و مانند انارهای قبلی گندزدایی شده و سپس دانه شدند. انارداندها به مدت یک دقیقه در محلول‌های ۰، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد سولفات روی و نانو اکسید روی غوطه‌ور شدند. پس از تیمار، انارداندها مطابق حالت قبل بسته‌بندی شدند و به مدت ۳۰ روز در دمای ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۵–۹۰٪ ذخیره شدند. هر ۵ روز یکبار انارداندها از سردخانه خارج شدند و برخی از خصوصیات مانند غلظت روی، عمر انباری، کاهش وزن و آلودگی میکروبی اندازه‌گیری شدند. با مشاهده کوچکترین علائم کپک، تیمار مورد نظر حذف و به‌عنوان پایان عمرانباری در نظر گرفته شد.

اندازه‌گیری مقدار روی: مقدارروی تمام انارداندها با استفاده از دستگاه جذب اتمی (Shimasu Model 650AA, Japan) اندازه‌گیری شد و به‌صورت میلی‌گرم در کیلوگرم بیان شد.

عمر انباری: طول عمر انارداندها با نظارت بر کیفیت آن‌ها در طول انبار و به‌صورت ارزیابی ظاهری محاسبه شد. عمر انباری انارداندها از زمان بسته‌بندی تا زمان ظهور اولین علائم کپک تخمین زده شد.

کاهش وزن: کاهش وزن انارداندها درحین ذخیره‌سازی بر اساس وزن اولیه انارداندها (W_1) و همچنین در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (W_2) اندازه‌گیری شد. WL با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد(Razzaq *et al.*, 2014).

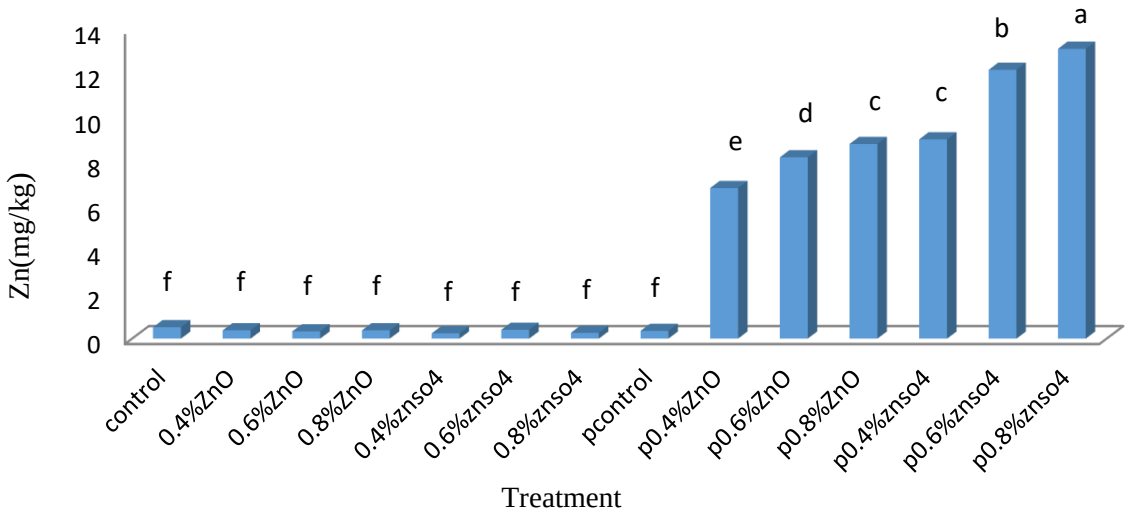
$$Weight\ \ Loss\ (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$ معادله (۱)

آلودگی میکروبی: ارزیابی میکروبی تا زمان مشاهده رشد کپک انجام شد. کل میکروارگانیسم‌های هوازی با کشت روی محیط (PCA; Merck, Darmstadt, Germany) با انکوباسیون در دمای ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌ها دو مرتبه تکرار شد و میانگین تعداد کلنی‌ها بر اساس $\log_{10}$ cfu g^{-1} تخمین زده شد (Belay *et al.*, 2017).

واکاوی آماری: داده‌های فیزیکیوشیمیایی توسط نرم‌افزار SAS، نسخه ۹/۱، برای ویندوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند (P= ۰/۰۵).

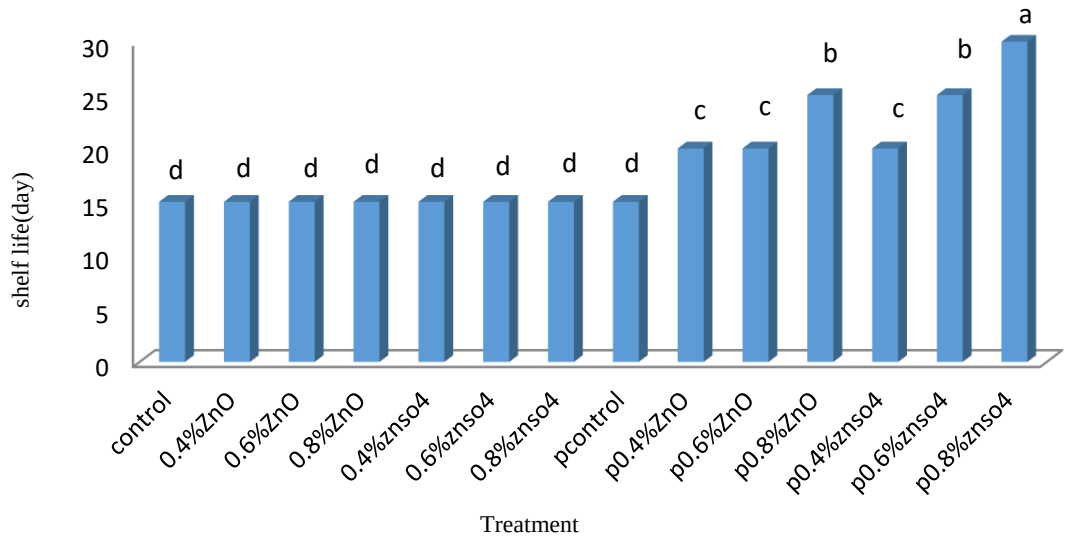
نتایج و بحث

مقدار روی: مقدار روی انارداندها تحت تأثیر تیمارهای مختلف پس از برداشت قرار گرفت (P = ۰/۱). بیشترین مقدار روی در انارداندهای تیمار شده با ۰/۸٪ $ZnSO_4$ یافت شد که تفاوت معنی‌داری با سایر انارداندهای تیمار شده بعد از برداشت داشت. کمترین مقدار روی مربوط به انارداندهای شاهد و انارداندهای تیمار شده با روی قبل از برداشت بود که تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند،شکل ۱. میزان توصیه‌شده روزانه (RDA) برای روی در مردان ۱۱ میلی‌گرم در روز و در زنان ۸ میلی‌گرم در روز است. با توجه به متوسط مصرف روزانه گیاهان انار توسط بزرگسالان که کمتر از یک کیلوگرم است، این مقدار روی در انار کاملاً ایمن است و انارداندهای غنی‌شده می‌توانند RDA روی را برای بدن انسان تأمین کنند (Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients, 2001) .



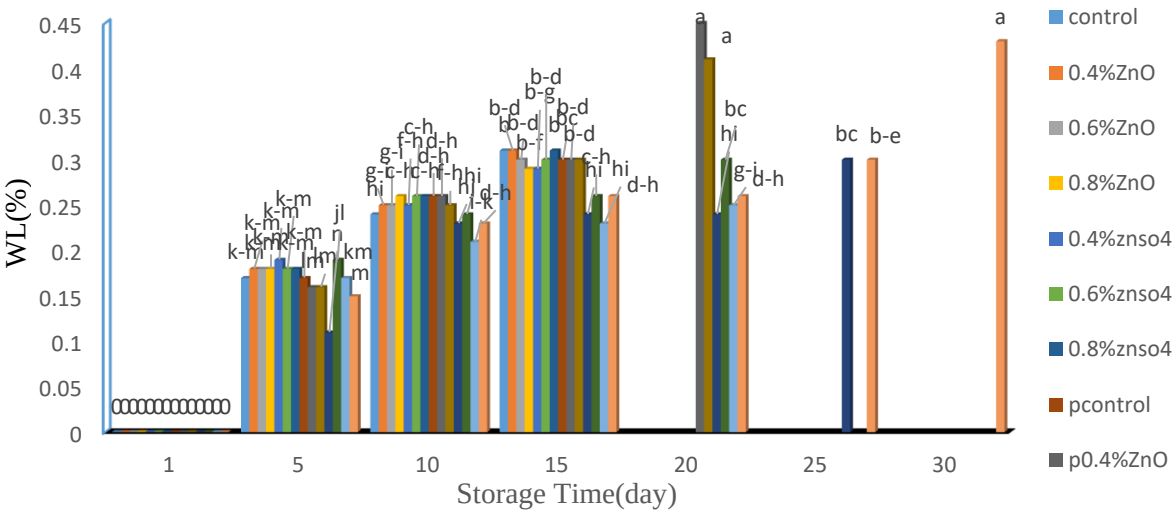
شکل ۱. مقایسه مقدار روی در انارداندهای تیمارشده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی ($ZnSO_4$)) پس از ۳۰ روز نگهداری در انبار ۵ درجه سلسیوس. (p در شکل مخفف پس از برداشت است). Control (شاهد بدون تیمار)، ZnO 0.4% (نانو اکسید روی ۰/۴ درصد)، ZnO 0.6% (نانو اکسید روی ۰/6 درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/8 درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی ۰/4 درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/6 درصد)، ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/8 درصد)

عمر انباری: انارداندهای بدون تیمار و انارداندهای تیمار شده با روی قبل برداشت پس از ۱۵ روز انبارداری از بین رفتند. پس از آن انارداندهای تیمار شده با ٪۰/۴ nZnO، ٪۰/۶ nZnO و ٪۰/۴ $ZnSO_4$ در روز ۲۰ ام از بین رفتند. در روز ۲۵، انارداندهای تیمار شده با ٪۰/۸ nZnO و ٪۰/۶ $ZnSO_4$ از بین رفتند. انارداندهای تیمار شده با ٪۰/۸ $ZnSO_4$ تا روز ۳۰ ام سالم بودند، شکل ۲. با این روش می‌توان ماندگاری انارداندانه را تا ۳۰ روز (دو برابر) افزایش داد.



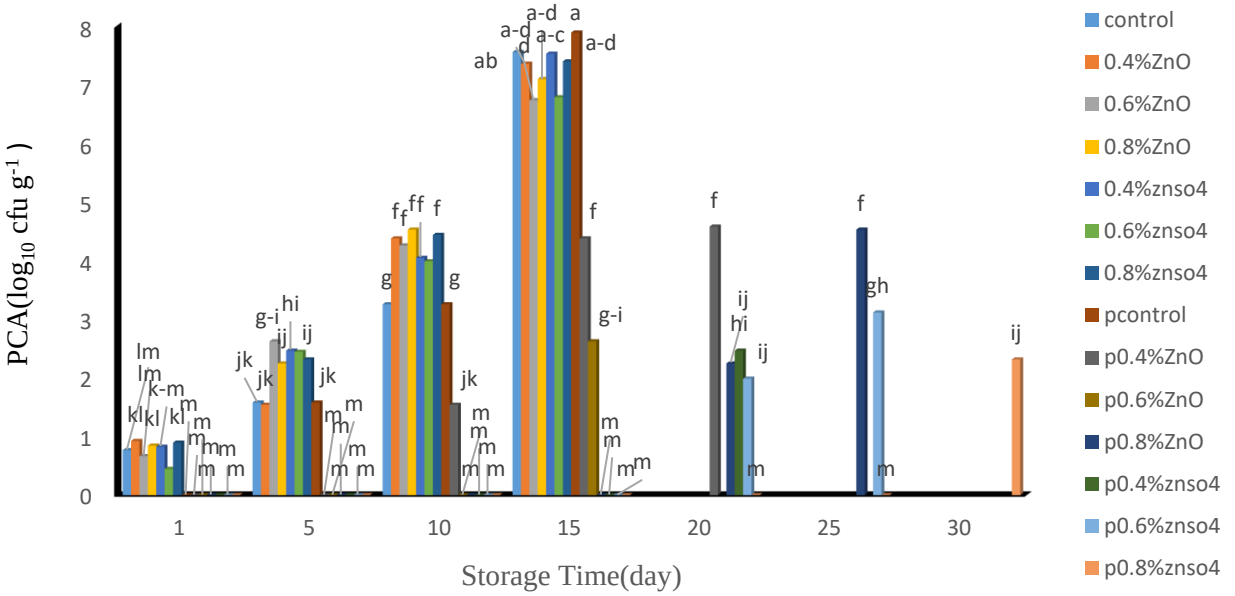
شکل ۲– مقایسه عمر انباری در انارداندهای تیمارشده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی ($ZnSO_4$)) پس از ۳۰ روز نگهداری در انبار ۵ درجه سلسیوس. (p در شکل مخفف پس از برداشت است). Control (شاهد بدون تیمار)، ZnO 0.4% (نانو اکسید روی ۰/۴درصد)، ZnO 0.6% (نانو اکسید روی ۰/6 درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/8 درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی ۰/4 درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/6 درصد)، ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/8 درصد).

کاهش وزن: کاهش وزن در تمام تیمارها در مدت انبارمانی افزایش یافت، اما در انارداندهای تیمار شده روی کمتر بود (P= ۰/۰۱)، شکل ۳. بیشترین میزان کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد پس از برداشت و تیمارهای قبل از برداشت بود. انارداندهای تیمار شده با ۰/۸٪ $ZnSO_4$ تا روز ۳۰ سالم مانده و کاهش وزن کمتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. کاهش آب طی انبار به دلیل تبادل آب بین داخل و خارج محصول، تخریب بافت و تنفس محصول اتفاق می‌افتد (Ramezanian *et al.*, 2010). نتایج این تحقیق با نتایج تحقیق(Koushesh Saba and Amini, 2017) مطابقت دارد که به اثر مفید تیمار روی پس از برداشت در کاهش وزن در انار اشاره داشت.



شکل ۳- مقایسه میزان کاهش وزن در انارداندهای تیمار شده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی ($ZnSO_4$) پس از ۳۰ روز نگهداری در انبار ۵ درجه سلسیوس. (p در شکل مخفف پس از برداشت است). Control (شاهد بدون تیمار)، ZnO 0.4% (نانو اکسید روی ۰/۴ درصد)، ZnO 0.6% (نانو اکسید روی ۰/6 درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/8 درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی ۰/4 درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/6 درصد)، ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/8 درصد)

آلودگی میکروبی: محتوای میکروبی نمونه‌ها در مدت نگهداری به‌طور قابل توجهی افزایش یافت (P = ۰/۰۵). هیچ گونه باکتری کلی فرم در انارداندها یافت نشد. نتایج نشان داد که تیمارهای nZnO و $ZnSO_4$ توانستند آلودگی میکروبی را کاهش دهند. کیفیت انارداندها با افزایش غلظت nZnO یا $ZnSO_4$ افزایش یافت. نتایج نشان داد که $ZnSO_4$ نسبت به nZnO در کاهش بار میکروبی انارداندها مؤثرتر بوده است نتایج این تحقیق با تحقیقات قبلی در مورد انار (Koushesh Saba and Amini, 2017) و توت فرنگی (Sogvar *et al.*, 2016) مطابقت دارد. تیمار روی رشد میکروب‌ها را کاهش می‌دهد، بنابراین پیری و پوسیدگی را به تعویق می‌اندازد. تیمار روی رشد میسلیوم قارچ را کاهش می‌دهد، اما تأثیر آن بر زنده ماندن باکتری‌ها بستگی به گونه دارد (Babich and Stotzky, 1978).



شکل ۴- میزان آلودگی میکروبی در انارداندهای تیمارشده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی ($ZnSO_4$)) پس از ۳۰ روز نگهداری در انبار ۵ درجه سلسیوس. (p در شکل مخفف پس از برداشت است). Control (شاهد بدون تیمار)، ZnO 0.4% (نانو اکسید روی ۰/۴درصد)، ZnO 0.6% (نانو اکسید روی ۰/6 درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/8 درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی 0/4 درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/6 درصد)،ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/8 درصد)

نتیجه‌گیری کلی: غنی‌سازی انارداندها با ترکیبات روی می‌تواند کیفیت آن‌ها را حفظ کرده و عمر ذخیره‌سازی را افزایش دهد. در این آزمایش تیمار قبل از برداشت ترکیبات روی تأثیر معنی‌داری در عمر انباری و افزایش کیفیت انارداندها نداشت. غوطه‌وری پس از برداشت با روی باعث تعدیل کاهش وزن، کاهش فعالیت میکروبی و افزایش عمر انباری شد. این تیمار همچنین در مقایسه با نمونه های شاهد جنبه‌های ظاهری و تغذیه‌ای انارداندها را حفظ کرد. از بین تمام تیمارها، ۰/۸٪ $ZnSO_4$ و به دنبال آن ۰/۸٪ nZnO بهترین تیمارها برای حفظ کیفیت بودند. پوسیدگی پس از ۱۵ روز در انارداندهای کنترل ظاهر شد اما در انارداندهای تیمار شده با ۰/۸٪ $ZnSO_4$ تا روز ۳۰ به تاخیر افتاد. به طور کلی، کاربرد پس از برداشت ترکیبات روی می‌تواند به‌عنوان یک راهکار ساده و مؤثر برای تأمین نیاز روزانه روی انسان و افزایش ماندگاری انارداندها مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Belay, Z.A., Caleb, O.J., Opera, U.L. 2017. Impacts of low and super-atmospheric oxygen concentrations on quality attributes, phytonutrient content and volatile compounds of minimally processed pomegranate arils (cv. Wonderful). Postharvest Biology and Technology, 124: 119–127.

Gil, M.I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A. 2000. Antioxidant Activity of Pomegranate Juice and Its Relationship with Phenolic Composition and Processing. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48(10): 4581-4589.

He, L., Liu, Y., Mustapha, A., Lin, M. 2011. Antifungal activity of zinc oxide nanoparticles against Botrytis cinerea and Penicillium expansum. Microbiological Research, 15: 166-207.

Koushesh Saba, M., Amini, R. 2017. Nano-ZnO/carboxymethyl cellulose-based active coating impact on ready-to-use pomegranate during cold storage. Food Chemistry, 232: 721-726.

Lee, S.R. 2018. Critical Role of Zinc as Either an Antioxidant or a Proxidant in Cellular Systems: review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 1-11.

Ramezanian, A., Rahemi, M., Maftoun, M., Bahman, K., Eshghi, S., Safizadeh, M.R., Tavallali, V. 2010. The ameliorative effects of spermidine and calcium chloride on chilling injury in pomegranate fruits after long-term storage. Fruits, 65(3): 169-178.

Razzaq, K., Khan, A.S., Malik, A., Shahid, M., Ullah, S. 2014. Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in 'Samar Bahisht Chaunsa' mango. Postharvest Biology and Technology, 96: 23–32.
Sogvar, O. B., Koushesh Saba, M., Emamifar, A., Hallaj, R. 2016. Influence of nano-ZnO on microbial growth, bioactive content and postharvest quality of strawberries during storage. Innovative Foo Science & Emerging Technologies, 35: 168-176.

The effect of pre-harvest foliar application and post-harvest immersion with two sources of zinc on postharvest quality characteristics of pomegranate

Reihaneh Aminzadeh[1]*, Asghar Ramezanian[1]
[1] Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
[*] *Corresponding author: raminzade1986@gmail.com*

Abstract
One of the reasons for the limitation in the distribution and supply of pomegranate arils is the lack of a protective layer that increases the transmission of water and the penetration of pathogens. Zinc treatment can help to reduce these processes. Also, considering the important role of zinc in human health, the issue of aril enrichment can be raised. This study was done based on two separate experiments as preharvest spray and postharvest dipping was done based on randomized completely block design with two different forms of zinc (nano zinc oxide (nZnO) and zinc sulfate ($ZnSO_4$)), each one in four concentrations of 0%, 0.4%, 0.6% and 0.8% with three replications. After treatment, the arils were stored in polypropylene containers weighing approximately 50 g at 5 °C and 90-95% relative humidity. Sampling was performed at 5-day intervals during 30 days of storage. Then the amount of zinc enrichment and the properties of arils were evaluated. The results showed that preharvest zinc treatment had no effect on increasing the shelf life of arils, and all arils decayed after 15 days. However, postharvest zinc treatment had a significant effect ($P< 0.01$) on the all measured indices. The highest amount of zinc, shelf life and the lowest rate of weight loss and microbial contamination were observed in arils treated with 0.8% $ZnSO_4$. In general, 0.8% $ZnSO_4$ treatment is recommended to increase the shelf life and maintain the quality properties of the arils.

Keywords: Microbial contamination, postharvest, zinc sulfate, shelf life, zinc nano oxide