



تأثیر محلول پاشی قبل از برداشت و غوطه‌وری پس از برداشت با دو منبع روی بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت اناردانه (

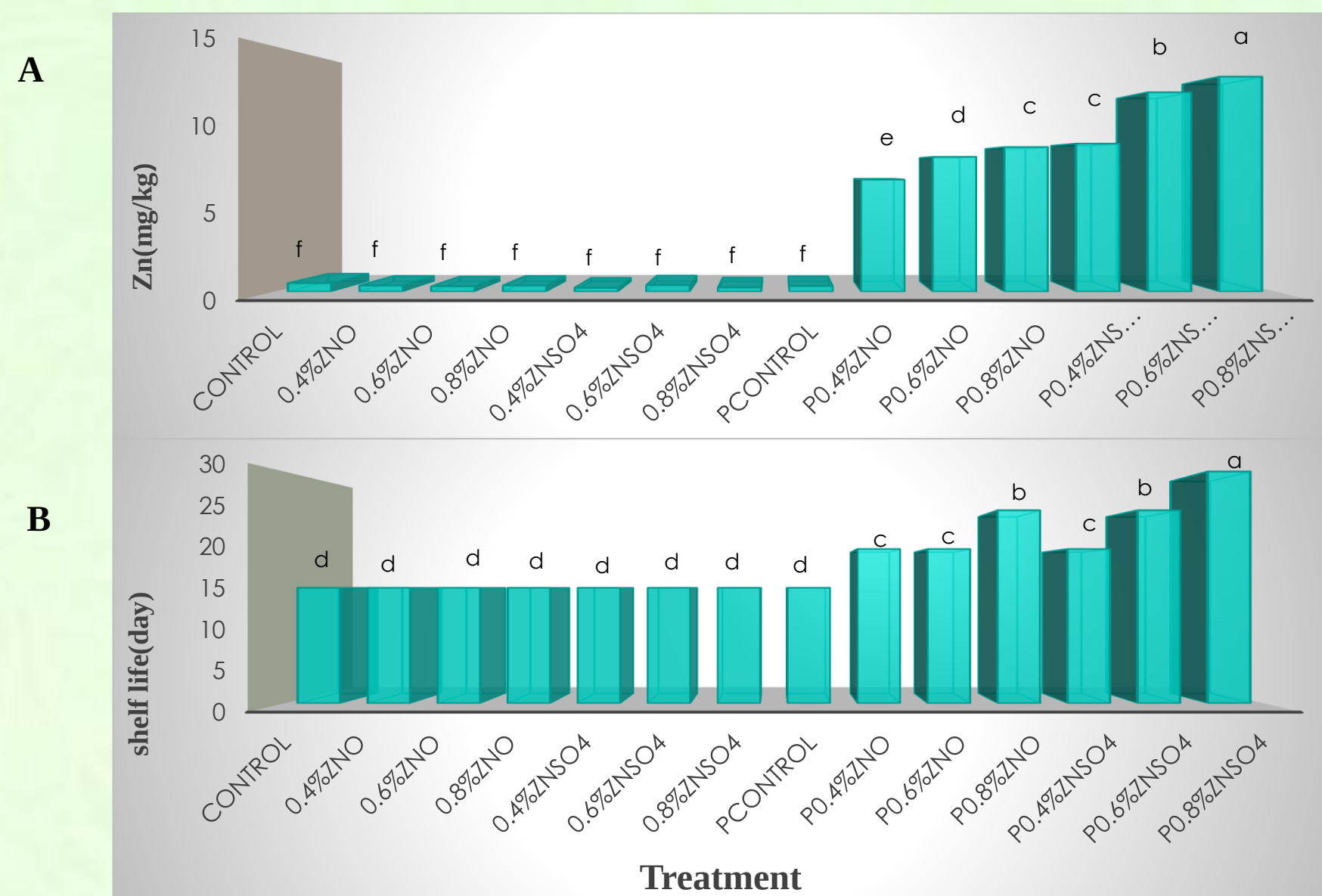
ریحانه امین زاده*، اصغر رمضانیان

دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز

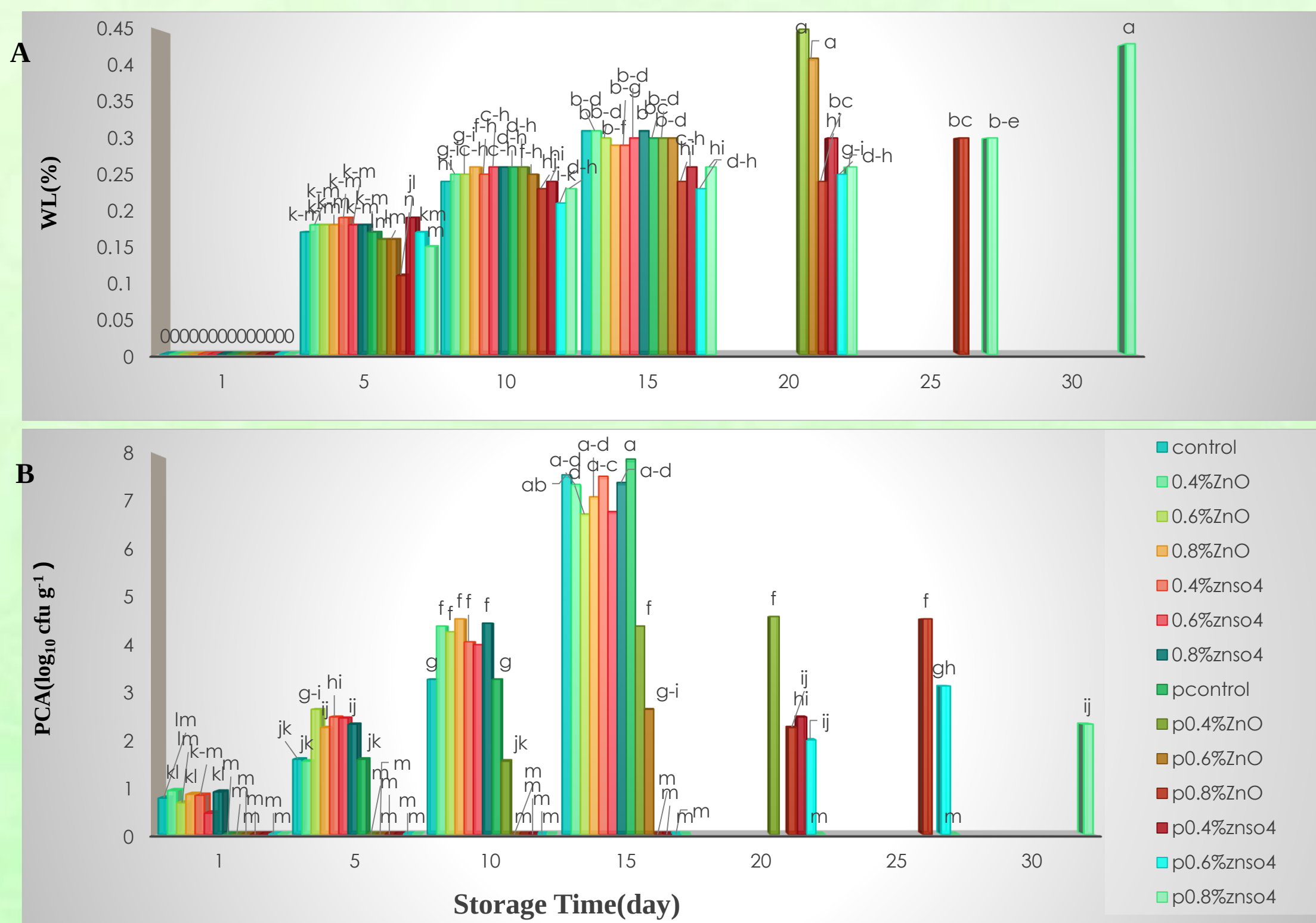
* ایمیل نویسنده مسئول: raminzade1986@gmail.com

نتایج و بحث

غنی‌سازی اناردانه‌ها 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 اناردانه‌ها 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 نمونه‌های شاهد جنبه‌های ظاهری و تغذیه‌ای اناردانه‌ها را حفظ کرد. از بین تمام تیمارها، ۰/۸٪ ZnSO₄ و به دنبال آن ۰/۸٪ nZnO بهترین تیمارها برای حفظ کیفیت بودند. پوسیدگی پس از ۱۵ روز در اناردانه‌های کنترل ظاهر شد اما در اناردانه‌های تیمار شده با ۰/۸٪ ZnSO₄ تا روز ۳۰ به تأخیر 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 اناردانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۱: مقایسه مقدار روی (A) و مقایسه عمر انباری (B) در اناردانه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی (ZnSO₄)) 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 ۰/۶ درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/۸ درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی ۰/۴ درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/۶ درصد)، ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/۸ درصد)



شکل ۲: میزان کاهش وزن (A) و آلودگی میکروبی (B) در اناردانه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی (ZnSO₄)) 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 ۰/۶ درصد)، ZnO 0.8% (نانو اکسید روی ۰/۸ درصد)، ZnSO4 0.4% (سولفات روی ۰/۴ درصد)، ZnSO4 0.6% (سولفات روی ۰/۶ درصد)، ZnSO4 0.8% (سولفات روی ۰/۸ درصد)

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.
- Ramezani, 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 Chauns' 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.

چکیده

یکی از دلایل محدودیت در توزیع و عرضه اناردانه 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 غنی‌سازی اناردانه را مطرح کرد. این مطالعه در قالب دو آزمایش جداگانه به صورت محلول‌پاشی قبل از برداشت و غوطه‌وری پس از برداشت در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی با دو شکل مختلف روی (نانو اکسید روی (nZnO) و سولفات روی (ZnSO₄)) هر یک در چهار غلظت ۰، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ درصد با سه تکرار انجام شد. پس از تیمار، اناردانه‌ها در ظروف پلی‌پروپیلن با وزن تقریبی ۵۰ گرم در ۵ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۹۰–۹۵٪ انبار شدند. نمونه‌گیری در فواصل ۵ روز در مدت ۳۰ روز انبارمانی انجام شد. سپس مقدار غنی‌سازی روی و خصوصیات اناردانه‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تیمار روی قبل از برداشت هیچ تأثیری بر افزایش عمر انباری اناردانه‌ها نداشت و پس از ۱۵ روز تمام اناردانه‌ها از بین رفتند اما تیمار روی پس از برداشت اثر معنی‌داری (p < ۰/۰۱) بر روی کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده داشت. بیشترین مقدار روی، عمر انباری و کمترین میزان کاهش وزن و آلودگی میکروبی در اناردانه‌های تیمار شده با ۰/۸٪ ZnSO₄ مشاهده شد. به‌طور کلی این تیمار برای افزایش ماندگاری و حفظ خصوصیات کیفی اناردانه‌ها توصیه می‌شود.

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

مقدمه

انار (*Punica granatum* L.) گیاهی از تیره puniceace است که در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان رشد می‌کند. پوست‌گیری انار و جداسازی اناردانه آن دشوار است که باعث محدودیت مصرف آن شده است. با پیشرفت در فناوری و صنعتی شدن، تمایل به استفاده از اناردانه‌های تازه آماده برای خوردن افزایش یافته است. اناردانه 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 اناردانه اشاره شده است (Koushesh Saba and Amini, 2017). اکسید روی علاوه بر بی ضرر 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.

پژوهش‌های اندکی در مورد کاربرد روی برای افزایش ماندگاری محصولات باغی وجود دارد. در این مطالعه، اناردانه‌های انار توسط دو منبع مختلف روی (nZnO و ZnSO₄) در دو مرحله قبل و پس از برداشت تیمار شدند و پتانسیل غنی‌سازی روی در مهار رشد میکروبی و حفظ کیفیت اناردانه‌های 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 (۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ و ۰/۸) 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 اناردانه‌ها جدا شدند. اناردانه‌ها 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 محلول پاشی نشده بودند نیز به آزمایشگاه منتقل و مانند انارهای قبلی گندزدایی شده و سپس دانه شدند. اناردانه‌ها 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، اناردانه‌ها 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 اناردانه‌ها 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 عمر انباری در نظر گرفته شد.

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

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

کاهش وزن اناردانه‌ها در حین ذخیره‌سازی بر اساس وزن اولیه اناردانه (W₁) و همچنین در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری (W₂) اندازه‌گیری شد. WL با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Razzaq et al., ۲۰۱۴)

$$\text{Weight loss (\%)} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100$$

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 ۲۲ ساعت اندازه‌گیری شدند. اندازه‌گیری‌ها دو مرتبه تکرار شد و میانگین تعداد کلنی‌ها بر اساس log₁₀ cfu g⁻¹ تخمین زده شد (Belay et al, 2017).

داده‌های فیزیکیوشیمیایی توسط نرم‌افزار SAS، نسخه ۱/۹، برای ویندوز مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند (P= ۰/۵).