

مقاله پژوهشی

## اثر کلریدکلسیم و بسته‌بندی پلاستیکی نانو دکو ایتالیایی بر خواص کیفی و بیوشیمیایی میوه انار رقم شیشه کب نگهداری شده در انبار سرد

مهدی خیاط<sup>۱\*</sup>، سوسن چمنی‌اصغری<sup>۲</sup> و فرید مرادی‌نژاد<sup>۳</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۶/۱۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۱/۸)

### چکیده

انار (*Punica granatum L.*)، از مهم‌ترین میوه‌های نیمه‌گرمسیری ایران می‌باشد که از لحاظ اقتصادی دارای جایگاه ویژه‌ای است. لذا کیفیت پس از برداشت آن بسیار مهم می‌باشد. در این تحقیق اثر تیمارهای پس از برداشت (کلریدکلسیم و پوشش پلاستیکی نانو دکو)، بر خصوصیات فیزیکیوشیمیایی میوه انار شامل وزن آریل (دانه انار)، رنگ پوست، pH، مواد جامد محلول، ویتامین ث، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین و فنل کل میوه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در رقم شیشه کب اجرا شد. فاکتور اول تیمار کلریدکلسیم در غلظت‌های ۰، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد به روش غوطه‌وری و فاکتور دوم نوع پوشش در دو سطح پوشش پلاستیکی نانو دکو و عدم پوشش بود. پس از نگهداری به مدت دو ماه در دمای  $5 \pm 1$  درجه سانتی‌گراد، نتایج بیانگر عدم کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم بود. تیمار کلریدکلسیم سبب کاهش pH، افزایش شاخص‌های رنگ پوست و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه شد. بالاترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غلظت دو درصد و مولفه‌های رنگ در غلظت‌های ۰/۵ درصد مشاهده شدند. بیشترین میزان ویتامین ث و آنتوسیانین به ترتیب در تیمار دو درصد و ۰/۵ درصد کلریدکلسیم مشاهده شد. مقایسه میانگین اثرات متقابل کلریدکلسیم و پوشش نانو دکو نشان داد که بیشترین میزان مواد جامد محلول مربوط به میوه‌های شاهد به میزان ۱۷/۴۰ بریکس بود.

**کلمات کلیدی:** آنتوسیانین، آنتی‌اکسیدان، پس از برداشت، پوشش نانو دکو، کلریدکلسیم

۱- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۲- دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۳- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

\* پست الکترونیک: mhd khayyat@birjand.ac.ir

## مقدمه

میوه انار بدلیل ترکیبات فعال زیستی همچون فلاونوئیدها، اسیدهای فنلی، ویتامین ث و دیگر خصوصیات ارزشمند دارویی نقش مهمی در سلامتی انسان دارد (زارعی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

کیفیت خوب میوه انار مربوط به صفات شکل و اندازه مناسب میوه، رنگ پوست، رنگ دانه، مقدار آب، قند و اسیدیت است و تفاوت زیادی بین ژنوتیپ‌ها از نظر این شاخص‌ها وجود دارد که به طور عمده تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار می‌گیرند. صفات مهم دیگر شامل نرم دانه بودن، مقاومت به ترک‌خوردگی، مقاومت به آفات و امراض از خصوصیات مهم بازاریابی و انبارداری میوه است (مارس<sup>۲</sup>، ۲۰۰۰). در انبارداری انار، مشکلی که وجود دارد این است که در دمای کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد پس از دو ماه، میوه انار به شدت دچار سرمازدگی می‌شود (راحی، ۱۳۷۳). از طرفی در دمای بالاتر از ۵ درجه سانتی‌گراد افت وزن و پوسیدگی در میوه‌های انار رخ می‌دهد (مرادی‌نژاد<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

بدین منظور استفاده از روش‌های مناسب انبارداری می‌تواند به بهبود صادرات این محصول کمک قابل توجهی نماید. وضعیت برداشت، حمل و نقل و نگهداری انار در ایران و ضایعات حاصله در اثر کاربرد روش‌های سنتی و بی‌دقتی در امر برداشت تا عرضه به مصرف‌کننده بسیار زیاد است. ضایعات عمدتاً ناشی از صدمه دیدگی مکانیکی است که نهایتاً باعث گندیدگی و فساد محصول شده و یا در اثر تبخیر شدید به دلیل عدم استفاده از تیمارهای مناسب انبارداری برای نگهداری مناسب این محصول می‌باشد (رنجبر<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). اگرچه انار مانند سایر درختان میوه دارای انواع زودرس، میان‌رس و دیررس می‌باشد ولی اگر میوه انار قبل از رسیدن برداشت گردد در معرض چروکیدگی و صدمات مکانیکی بوده و فاقد قابلیت انبارمانی و صادرات می‌باشد (پکمیزی و ارکان<sup>۵</sup>، ۲۰۰۳). از مشکلات

محدودکننده دوره انبارداری انار می‌توان به صدمات ناشی از سرما به دلیل نگهداری در دماهای پایین‌تر از ۵ درجه سانتی‌گراد، گندیدگی، کاهش وزن به دلیل کاهش آب و دانسیته طبیعی پوست اشاره کرد (لتو ایز پائولو<sup>۶</sup>، ۲۰۰۷). صدمات ناشی از سرما را می‌توان با کمک روش‌های استفاده از اتمسفر اصلاح شده در محیط انبار، گرم کردن موقتی محیط (آرتیس<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۰)، استفاده از قارچکش (تدفورد<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۰۵)، نگهداری در انبار با اتمسفر اصلاح شده و پوشش دادن میوه با فیلم‌های پلاستیکی (لتو ایز پائولو و همکاران، ۲۰۰۷) و استفاده از ترکیبات GRAS<sup>۹</sup> به همراه نگهداری در اتمسفر کنترل شده<sup>۱۰</sup> کاهش داد. استفاده از کلسیم در قبل و پس از برداشت از نابسامانی‌های پس از برداشت جلوگیری کرده، رسیدن میوه‌ها را به تأخیر می‌اندازد و فساد پس از برداشت را کاهش می‌دهد (دی سوزا<sup>۱۱</sup> و همکاران، ۱۹۹۹). کلسیم از طریق تأثیر بر سنتز و اکسیداسیون فنل‌ها نظیر فنیل‌آلانین آمونیا لایاز<sup>۱۲</sup>، پراکسیداز، پلی‌فنل‌اکسیداز نقش خود را در چرخه اسیدهای فنولیک مشخص می‌سازد (کاستاندا و پروز<sup>۱۳</sup>، ۱۹۹۶). با کاربرد کلسیم قبل و پس از برداشت می‌توان مدت نگهداری میوه در انبار را از طریق حفظ سفتی بافت میوه افزایش داد. کلسیم باعث کاهش سرعت پیری، رسیدگی و ایجاد تحمل به پاتوژن و کاهش حساسیت به سرمازدگی به وسیله به تأخیر انداختن پیری دیواره سلولی و نگهداری و ثبات غشا و طولانی کردن ظرفیت غشا در انتقال سیگنال‌های سلولی می‌شود (براون<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۱۹۹۵). تیمار کلسیم باعث کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و به تأخیر انداختن آغاز رسیدگی میوه‌های سیب، آووکادو و انبه می‌گردد (مانجاناریز<sup>۱۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۶؛ جویز<sup>۱۶</sup> و همکاران، ۲۰۰۱). برای رفع این

6. Llu'is Palou

7. Artes

8. Tedford

9. Generally Recognized as Safe

10. Controlled atmosphere

11. De souza

12. Phenylalanine ammonia lyase (PAL)

13. Castaneda and Perez

14. Brown

15. Manganaris

16. Joyce

1. Zarei

2. Mars

3. Moradinezhad

4. Ranjbar

5. Pekmezci and Erkan

منطقه از شاخه‌ها جدا و در جعبه‌های مخصوص حمل انار قرار داده شد و بلافاصله از باغ مورد نظر به آزمایشگاه فیزیولوژی باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند منتقل شد. در آزمایشگاه میوه‌های آسیب دیده و غیریکنواخت جدا شده و میوه‌های سالم و یکنواخت برای اعمال تیمار آماده شدند. به مدت دو دقیقه میوه‌ها در محلول کلریدکلسیم تولیدی شرکت مرک کشور آلمان با فرمول شیمیایی  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  در چهار سطح شاهد (آب مقطر)، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد غوطه‌ور شدند و پس از خشک شدن سطح میوه‌ها با جریان هوای ملایم، تعدادی از میوه‌ها بدون بسته‌بندی و تعدادی در بسته‌بندی پلاستیکی نانو دکو ساخت شرکت Magic bag ایتالیا با ضخامت ۰/۰۴ میلی‌متر قرار داده شدند. میوه‌های تیمار شده به مدت دو ماه در دمای پنج درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد و میزان گاز دی‌اکسیدکربن ۳۰۰ پی‌پی‌ام قرار گرفت و در پایان ماه دوم، از سردخانه خارج و برای بررسی خصوصیات کمی و کیفی به آزمایشگاه منتقل شدند.

#### نحوه اندازه‌گیری صفات کمی

##### وزن تر پوست و وزن کل آریل

پوست و آریل‌های میوه انار با دقت جدا شدند و وزن آنها به وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ اندازه‌گیری شد (چهرمی<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ نادری بولداجی<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

##### حجم آبمیوه

پس از تهیه آبمیوه، درصد حجم آبمیوه با استفاده از استوانه مدرج محاسبه گردید، به نحوی که پس از تخلیه آبمیوه در استوانه مدرج، درصد آبمیوه از طریق درجه‌بندی استوانه مدرج مشاهده و یادداشت شد.

#### نحوه اندازه‌گیری صفات کیفی

##### مواد جامد محلول

مواد جامد محلول در آب میوه بوسیله رفاکتومتر دستی (فام نگاری) اندازه‌گیری شد (رانگانا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۱).

مشکلات راهکارهای زیادی پیشنهاد شده است. از آن جمله می‌توان به کاربرد پس از برداشت پوشش‌های مختلف و مواد شیمیایی اشاره کرد که می‌توانند موجب کاهش آسیب‌های سرمازدگی، فساد قارچی و نیز افزایش عمر انباری و کیفیت میوه شوند. بنابراین استفاده از تیمارها و روش‌های مناسب پس از برداشت، می‌تواند در حفظ ماندگاری میوه انار و کاهش ناهنجاری‌های انباری در آن موثر باشد.

پژوهشگران زیادی در زمینه یافتن تیمار مناسب انبارداری و اثر آن بر تغییر فیزیوشیمیایی میوه انار تحقیق کرده‌اند، اما یافتن بهترین تیمار انبارداری با توجه به امکانات موجود در منطقه، همچنین در ارقامی که کمتر مورد توجه قرار گرفته اند، ضروری به نظر می‌رسد (رنجبر و همکاران، ۲۰۰۷). برای رفع این مشکلات راهکارهای زیادی پیشنهاد شده است. از آن جمله می‌توان به کاربرد پس از برداشت پوشش‌های مختلف و مواد شیمیایی اشاره کرد که می‌توانند موجب کاهش آسیب‌های سرمازدگی، فساد قارچی و نیز افزایش عمر انباری و کیفیت میوه شوند. بنابراین استفاده از تیمارها و روش‌های مناسب پس از برداشت، می‌تواند در حفظ ماندگاری میوه انار و کاهش ناهنجاری‌های انباری موثر باشد. در این مطالعه تأثیر غلظت‌های مختلف محلول کلریدکلسیم و استفاد از پوشش پلاستیکی نانو دکو در حفظ خواص شیمیایی و فیزیکی میوه انار در طی انبارداری مورد مطالعه قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

##### نحوه اجرای آزمایش

برای این پژوهش از انار رقم شیشه کب فردوس به عنوان مهمترین رقم تجاری خراسان جنوبی، استفاده شد. برای این منظور از باغی با درختان هشت ساله که به صورت ردیفی و همگن در یک خاک با بافت لوم شنی و pH برابر با ۷/۹-۷/۲ کاشته شده بودند و آبیاری هر ۱۲-۱۵ روز یکبار به صورت جوی و پشت‌های صورت می‌گرفت، استفاده شد. این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. ۱۲ میوه برای هر تیمار به صورت ۳ نمونه در ۴ تکرار استفاده شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری و در اوایل آبان ماه برداشت شدند. میوه‌های انار مطابق برداشت معمول

1. Jahromi  
2. Naderiboldaji  
3. Ranganna

## pH آبمیوه

برای اندازه‌گیری pH آبمیوه از عصاره صاف شده آریل استفاده شد و با استفاده از pH متر دیجیتالی (Mettler Toledo, Switzerland) کالیبره شده با بافرهای چهار و هفت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرائت شد.

## اندازه‌گیری اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

مقدار اسید آسکوربیک توسط روش تیتراسیون ۲،۶-دی کلروفنل ایندوفنل اندازه‌گیری گردید. آبمیوه با رنگ سدیم ۲،۶-دی کلروفنل ایندوفنل استاندارد تیترا شد تا زمانی که رنگ صورتی کم رنگ (که به مدت ۵ تا ۱۰ ثانیه باقی می‌ماند) مشاهده شد (وو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

## اندازه‌گیری آنتوسیانین

برای اندازه‌گیری آنتوسیانین از روش تغییرات اختلاف pH استفاده شد و محتوی آنتوسیانین به صورت میلی‌گرم در لیتر بیان شد (اسوین<sup>۲</sup>، ۱۹۶۵).

## اندازه‌گیری فنل کل

محتوی فنل کل با استفاده از روش فولین سیکالتو با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (چواه<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۸).

## اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی (بازدارندگی رادیکال‌های آزاد)

فعالیت آنتی‌اکسیدانی با استفاده از روش DPPH (۲-۲-دی فنیل ۱-پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (ترکمن<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۵).

## سنجش رنگ پوست میوه

خصوصیات رنگ پوست میوه با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج<sup>۵</sup> (TES135-TAIWAN) اندازه‌گیری شد. نتایج رنگ بر اساس خصوصیات رنگ هانتر بیان شد که در آن L\* بیانگر روشنایی<sup>۶</sup>، a\* بیانگر قرمزی یا سبزی رنگ<sup>۷</sup> (قرمز = +a\*،

سبز = -a\* و b\* بیانگر زردی یا آبی‌رنگ بودن<sup>۸</sup> (زرد = +b\*، آبی = -b\*) است. همچنین شدت رنگ<sup>۹</sup> (C\*)، زاویه رنگ<sup>۱۰</sup> (H) و شاخص قهوه‌ای شدن<sup>۱۱</sup> (BI) با استفاده از رابطه‌های زیر، تعیین شدند (پاتر<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۳):

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$$

$$H_0 = tg^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

$$BI = \frac{100(x-0.31)}{0.17}$$

درحالی‌که:

$$x = \frac{a^* + 1.75I^*}{5.645I^* + a^* - 3.012b^*}$$

## تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای آماری SAS انجام شد و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار حفاظت شده (FLSD) در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت.

## نتایج و بحث

### وزن دانه و آریل میوه

بررسی نتایج نشان داد غوطه‌وری در کلرید کلسیم اثر معنی داری بر میانگین وزن دانه میوه انار داشت (جدول ۱). کمترین وزن دانه (۲۹/۷ گرم) در میوه‌های شاهد و بیشترین وزن دانه مربوط به میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم دو درصد بود (۴۹/۱ گرم). گرچه میوه انار پوست به نسبت کلفت و ضخیمی دارد، اما فضاهای زیادی در آن وجود دارد که حرکت آزاد بخار آب را امکان‌پذیر می‌سازد و آن را به از دست دادن رطوبت حساس می‌کند (کدیر<sup>۱۳</sup> و همکاران، ۱۹۸۴). مهمترین عامل کاهش وزن میوه، افزایش تعرق از سطح میوه در طی دوره انبارمانی است (ناوجوت<sup>۱۴</sup> و همکاران، ۲۰۱۰). علت کاهش وزن کمتر در میوه‌های تیمار

8. Yellowness and Blueness  
9. Chroma  
10. Hue angle  
11. Browning index  
12. Pathare  
13. Kader  
14. Navjot

1. Wu  
2. Swain  
3. Chuah  
4. Turkmen  
5. Colorimeter  
6. Lightness  
7. Redness and Greenness

محلول در میوه‌های شاهد و همراه پوشش نانو دکو (۱۷/۸۵) درجه بریکس) مشاهده شد که البته با میوه‌های شاهد و بدون پوشش نانو دکو و همین‌طور با میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم ۰/۵ درصد همراه با پوشش نانو دکو اختلاف معنی‌داری نداشت و کمترین میزان مواد جامد محلول، در تیمار دو درصد کلریدکلسیم و بدون پوشش نانو دکو (۱۷) درجه بریکس) بدست آمد که با میزان آن در میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم دو درصد و همراه با پوشش نانو، میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم یک درصد، همراه و بدون پوشش نانو دکو و همین‌طور با میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم ۰/۵ درصد و بدون پوشش نانو دکو اختلاف معنی‌داری نداشت که با نتایج تحقیق روی گوجه فرنگی (پیلا<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) مطابقت دارد اما با نتایج بدست آمده در انار (مرادی‌نژاد و همکاران، ۲۰۱۳) و ازگیل (اختر<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) مطابقت نشان نمی‌دهد. یکی از دلایل افزایش میزان قند در طول انبارداری می‌تواند در اثر کاهش آبمیوه و تغلیظ محتویات آب میوه در طول زمان انبارداری باشد (سیاری و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش مقدار این صفت در میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم شاید به دلیل کاهش سرعت تنفس و متابولیسم در بافت میوه و تاخیر در فرآیند رسیدگی باشد (پیلا و همکاران، ۲۰۱۰). از آنجایی که درصد مواد جامد محلول به میزان مواد جامد و رطوبت میوه بستگی دارد، لذا افزایش مواد جامد محلول میوه‌های بدون پوشش احتمالاً ناشی از کاهش میزان رطوبت میوه می‌باشد (ریب<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۱۰).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان pH در میوه‌های شاهد بالاتر و دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم در طی انبارداری بود (جدول ۴) که با نتایج بدست آمده در میوه بلوبری رقم اونیل (آنجیلیتی<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۰) مطابقت دارد. تغییرات pH دلایل متفاوتی دارد و ممکن است با توجه به تأثیر بیوشیمیایی تیمارها در کند کردن تنفس و

شده با کلریدکلسیم، حفظ سفتی بافت میوه و استحکام بافت از طریق کاهش فعالیت آنزیم‌های مسئول تخریب ساختار سلولی است که تبدلات گازی را کاهش می‌دهد (لوی<sup>۱</sup> و همکاران، ۱۹۷۹). کلسیم پیروی را به تأخیر انداخته و باعث کاهش میزان تبخیر و تعرق می‌شود. مشابه نتایج این آزمایش، در میوه‌های گلایی تیمار شده با کلریدکلسیم در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده در طول ۹۵ روز دوره انبارداری، افت وزن کمتری را نشان دادند (مهجان و دهات<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴) در مطالعات رضانیان و همکاران (۲۰۰۹) بر روی میوه انار مشخص شد که کاربرد کلسیم باعث افزایش وزن میوه انار می‌شود.

بررسی نتایج نشان داد که اثر ساده کلریدکلسیم به طور معنی‌داری مانع کاهش وزن آریل‌های میوه انار طی دوره انبارداری نسبت به میوه‌های شاهد شد (جدول ۱) که با نتایج حاصله در میوه آلو (والرو<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۰۲؛ الکاراز-لوپز<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۳)، هلو (ناوجوت و همکاران، ۲۰۱۰) و کیوی (دیمیتریوس و پاولینا<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵) مطابقت دارد. کلسیم با اتصال به گروه‌های فسفات، کربوکسیلات، فسفولیپیدها و پروتئین‌های سطوح غشاها باعث پایداری سلولی می‌شود (پوویان<sup>۶</sup>، ۱۹۸۸). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد غوطه‌وری میوه‌های انار در غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم و همچنین بسته‌بندی با پوشش نانو دکو و اثر متقابل این دو تیمار، اثر معنی‌داری بر وزن میوه، وزن پوست و حجم آبمیوه نداشت (جدول ۱) و بین میانگین داده‌ها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۲).

#### مواد جامد محلول، pH و اسید آسکوربیک میوه

نتایج مقایسه میانگین نشان داد در طی انبارداری اثر متقابل کلریدکلسیم و پوشش نانو دکو بر میزان مواد جامد محلول میوه‌ها معنی‌دار شد (جدول ۳، شکل ۱) و میزان مواد جامد محلول در مدت انبارداری نسبت به میوه‌های شاهد یک سیر نزولی نشان داد به طوری که بیشترین میزان مواد جامد

1. Levy
2. Mahajan and Dhatt
3. Valero
4. Alcaraz-Lopez
5. Dimitrios and Pavlina
6. Poovaiian

7. Pila
8. Akhtar
9. Rub
10. Angeletti

هیدروفلاونول ۴- ردوکتاز (DFR) و آنتوسیانین سنتتاز می‌باشند. آنزیم PAL اولین آنزیم کاتالیزکننده‌ای است که در مسیر تبدیل اسید آمینه فنیل‌آلانین به اسید سینامیک ترانس دخالت دارد (پیترسون<sup>۷</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). گزارش‌های موجود گویای آن است که ساخت (سنتز) آنتوسیانین در شرایط پس از برداشت حتی در انبار سرد نیز می‌تواند ادامه پیدا کند و تیمارهای پس از برداشت میزان ساخت و یا تخریب آنتوسیانین را تحت تأثیر قرار می‌دهد (هولکرافت و کدیر<sup>۸</sup>، ۱۹۹۹؛ میچوال<sup>۹</sup> و همکاران، ۲۰۰۴؛ وراسته<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۲).

لی<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۰۲) در پژوهش‌های خود بیان کردند که کلسیم با تأثیرگذاری مثبت روی آنزیم PAL (فنیل‌آلانین آمونیلایز) باعث افزایش سنتز آنتوسیانین می‌شود. در واقع کلسیم به‌عنوان یک پیام آور ثانویه عمل می‌کند. همچنین کاربرد پس از برداشت تیمار کلسیم در حفظ آنتی‌اکسیدان‌های غیرآنزیمی از قبیل فنل، فلاونوئیدها، آنتوسیانین و آسکوربیک اسید موثر است (سلیمانی‌اقدام<sup>۱۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۳).

اثر غوطه‌وری میوه انار در سطوح مختلف کلریدکلسیم و همچنین پوشش نانو دکوبر صفت فنل میوه معنی‌دار نشد (جدول ۳). هرچند که میزان فنل در طی انبارداری مقداری افزایش پیدا کرد اما در جدول مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف کلسیم در افزایش مقدار فنل وجود نداشت (جدول ۴).

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده تیمار کلریدکلسیم میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های شاهد به طور معنی‌داری کمتر از میوه‌های تیمار شده بود. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های تیمار شده با غلظت دو درصد کلریدکلسیم (۳۵/۲ درصد) دارای بیشترین مقدار بود که با مقدار آن در تیمار کلریدکلسیم یک درصد (۳۲/۶ درصد) اختلاف معنی‌دار

فعالیت‌های متابولیکی باشد (جیرات<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین بررسی مطالعات قبلی نشان می‌دهد که کاهش اسیدپتیه به علت تغییرات بیوشیمیایی ترکیبات آلی میوه طی فرآیند تنفس بسیار محتمل است (دینگ<sup>۲</sup> و همکاران، ۱۹۹۸). در تیمار شاهد افزایش در pH می‌تواند به دلیل افزایش مواد جامد محلول به دلیل شکستن پکتین‌های نامحلول در سلول‌های میوه باشد.

نتایج نشان داد بالاترین مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم دو درصد (۰/۸۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم) مشاهده شد که با نتایج به دست آمده در میوه‌های سیب، خربزه‌درختی و ازگیل مطابقت دارد (میشرا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴؛ محمود<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۸؛ اختر و همکاران، ۲۰۱۰). کاهش از دست دادن ویتامین ث با افزایش غلظت املاح کلسیمی سیر صعودی داشته است (جدول ۴). کلسیم با اتصال به غشاء باعث پایداری آن می‌شود و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن به غشاء جلوگیری کرده و به حفظ سلامتی غشاهای زیستی کمک می‌کند و در حقیقت در مواجه شدن با رادیکال آزاد از تجزیه اسید آسکوربیک برای از بین بردن رادیکال آزاد جلوگیری می‌کند (اسپیناردی<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵). کلسیم با افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، اکسیداسیون سریع اسید آسکوربیک را به تأخیر می‌اندازد (کاظمی<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۱).

#### آنتوسیانین، فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی

تیمار ۰/۵ درصد کلریدکلسیم منجر به افزایش معنی‌دار بر میانگین آنتوسیانین نسبت به شاهد شد (جدول ۳ و ۴)، اما مقدار آنتوسیانین در میوه‌های شاهد و میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های یک و دو درصد کلریدکلسیم اختلاف معنی‌داری نداشت. سنتز آنتوسیانین در بخش‌های مختلف گیاه تحت کنترل آنزیم‌هایی شامل فنیل‌آلانین آمونیلایز (PAL)، چالکون سنتتاز (CHS)، چالکون ایزومراز (CHI)، دی

7. Pettersen  
8. Holcroft and Kader  
9. Miguel  
10. Varasteh  
11. Li  
12. Soleimani Aghdam

1. Jitareerat  
2. Ding  
3. Mishra  
4. Mahmud  
5. Spinardi  
6. Kazemi

میوه افزایش یافته است (جدول ۵) که با نتایج لی و همکاران (۲۰۰۲) در میوه سیب مطابقت دارد. شاخص  $b$  نیز تحت تأثیر تیمار کلریدکلسیم قرار گرفت و بیشترین مقدار آن (۱۹/۸۳) در تیمار غلظت دو درصد کلریدکلسیم حاصل شد. همچنین مقایسه میانگین اثر پوشش نانو دکو نشان داد که میزان شاخص  $b$  در میوه‌های بدون پوشش، کمتر از میوه‌های دارای پوشش می‌باشد (شکل ۱). به عبارتی میوه‌های بدون پوشش رنگ قرمز پوست را بیشتر حفظ کرده و کمتر دچار رنگ پریدگی یا زردی پوست بودند. بیشترین مقدار شاخص هیو در میوه‌های شاهد و کمترین مقدار در تیمار دو درصد کلریدکلسیم ثبت شد (جدول ۵). در مورد شاخص هیو تفاوت معنی‌داری بین میوه‌های دارای پوشش و فاقد پوشش مشاهده گردید (عدم نمایش داده‌ها). شدت رنگ (کروما) پوست با افزایش غلظت کلریدکلسیم سیری صعودی نشان داد به طوری که کمترین مقدار آن در میوه‌های شاهد (۴۶/۵۷) و بیشترین مقدار (۵۴/۱۷) در میوه‌هایی که توسط کلریدکلسیم دو درصد تیمار شده بودند بدست آمد که البته با غلظت‌های یک و ۰/۵ درصد کلریدکلسیم تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۵). شاخص  $a/b$  نسبت قرمزی به زردی رنگ پوست میوه را نشان می‌دهد که بیشترین مقدار این شاخص در غلظت ۰/۵ درصد کلریدکلسیم حاصل شد (۴/۹۷) که با میوه‌های شاهد و میوه‌های تیمار شده با کلرید کلسیم یک درصد تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین مقدار آن (۲/۸۱) در میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم دو درصد مشاهده شد (جدول ۶). این شاخص در میوه‌های بدون پوشش بیشتر است (داده‌ها نمایش داده نشد)، در واقع پوشش نانو دکو موجب افزایش زردی رنگ پوست نسبت به میوه‌های بدون پوشش شده است، پس می‌توان در این آزمایش نتیجه گرفت که پوشش نانو دکو برای حفظ رنگ و بازاری‌سندی میوه انار مطلوب نیست.

نداشت (جدول ۳ و ۴). نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج بدست آمده در میوه بلوبری (سوپاپوانیچ<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۲؛ اقدام و بودبودک<sup>۲</sup>، ۲۰۱۳)، سیب (جمی و همکاران، ۱۳۹۳) و خرمالو (باقری<sup>۳</sup> و همکاران، ۲۰۱۵) مطابقت داشت. فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزی‌ها مربوط به ترکیبات آنزیمی و غیرآنزیمی مانند ویتامین ث و ترکیبات فنلی می‌باشد (اسپیناردی، ۲۰۰۵) افزایش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی پس از برداشت ممکن است ناشی از تنش پس از برداشت میوه یا دمای پایین انبار باشد (تورس<sup>۴</sup> و همکاران، ۲۰۰۹). تیمارهایی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن و در نتیجه باعث کاهش سرعت پیری می‌شوند باعث کاهش سرعت تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجه کاهش مصرف آنتی‌اکسیدان‌ها می‌شوند (دل‌کارو<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۰۴).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اثر ساده نوع پوشش بر مقادیر آنتی‌اکسیدان میوه‌های انار معنی‌داری بود. میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار بدون پوشش به طور معنی‌داری بیشتر از میوه‌های دارای پوشش بود (داده‌ها نمایش داده نشد) که با نتایج به دست آمده روی میوه کیوی (هوو<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۱) مطابقت دارد. آنتی‌اکسیدان‌های موجود در میوه، بافت میوه را در مقابل تنش‌ها و بیماری‌ها محافظت می‌کنند (هبرت<sup>۷</sup>، ۲۰۰۵). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزیجات مربوط به ترکیبات آنزیمی و غیرآنزیمی شامل ویتامین ث، ترکیبات فنلی، کارتنوئید و غیره می‌باشد (اسپیناردی، ۲۰۰۵).

#### شاخص‌های رنگ $a^*$ ، $b^*$ ، هیو، کروما و نسبت $a/b$

#### شاخص روشنایی ( $L^*$ ) و قهوه‌ای شدن پوست میوه

کمترین میزان شاخص  $a^*$  (۴۵/۴۱) در میوه‌های شاهد یافت شد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۶). به عبارت دیگر با افزایش غلظت کلسیم مقدار قرمزی رنگ

1. Supapvanich
2. Aghdam and Bodbodak
3. Bagheri
4. Torres
5. Del caro
6. Hu
7. Hebert

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر تیمار کلرید کلسیم، پوشش نانودکو و اثرات متقابل آنها بر صفات فیزیکی میوه انار رقم شیشه کب در طی دوره

انبارداری						
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن دانه	وزن آریل	وزن میوه	وزن پوست	حجم آبمیوه
کلرید کلسیم	۳	۵۶۹/۷*	۲۰۵۸/۵*	۵۵۴۷ <sup>ns</sup>	۱۹۳۴ <sup>ns</sup>	۸۰۴/۰ <sup>ns</sup>
پوشش	۱	۴۷/۵ <sup>ns</sup>	۱۶۳۹/۴ <sup>ns</sup>	۷۱۸۴ <sup>ns</sup>	۱۹۶۰ <sup>ns</sup>	۵۸۹/۰ <sup>ns</sup>
کلرید کلسیم × پوشش	۳	۴۵ <sup>ns</sup>	۴۶۵/۱ <sup>ns</sup>	۶۲۲ <sup>ns</sup>	۱۲۱۲ <sup>ns</sup>	۸۵/۷ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۰۰۱۵	۰/۸۳	۰/۱۹	۱/۸۴۸	۰/۳۵
ضریب تغییرات (/)		۱۶/۰۴	۸/۴۱	۱۲/۵۶	۱۴/۸۶	۱۹/۹۲

\* به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد و <sup>ns</sup> به معنای عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات تیمار کلرید کلسیم بر صفات فیزیکی میوه انار رقم شیشه کب در طی دوره انبارداری

تیمار کلرید کلسیم	وزن دانه	وزن آریل	وزن میوه	وزن پوست	حجم آبمیوه
(درصد)	(گرم در هر میوه)	(گرم در هر میوه)	(گرم)	(گرم در هر میوه)	(میلی لیتر در هر میوه)
شاهد	۲۹/۷ <sup>b</sup>	۱۲۴/۹ <sup>c</sup>	۵۵۸/۴ <sup>a</sup>	۱۹۵/۸ <sup>a</sup>	۲۶/۴ <sup>a</sup>
۰/۵	۴۳/۳ <sup>a</sup>	۱۳۷ <sup>b</sup>	۴۷۱/۴ <sup>a</sup>	۲۰۵/۶ <sup>a</sup>	۲۱/۳ <sup>a</sup>
۱	۴۴/۶۲ <sup>a</sup>	۱۵۳ <sup>b</sup>	۴۲۳/۴ <sup>a</sup>	۲۰۷/۹ <sup>a</sup>	۲۲/۴ <sup>a</sup>
۲	۴۹/۱ <sup>a</sup>	۱۶۰/۷ <sup>a</sup>	۴۳۱/۴ <sup>a</sup>	۱۸۸/۰ <sup>a</sup>	۲۵/۵ <sup>a</sup>

ستون‌هایی با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون FLSD ندارند.

جدول ۳- تجزیه واریانس تأثیر کلرید کلسیم، پوشش نانودکو و اثرات متقابل آنها بر خصوصیات بیوشیمیایی و دارویی میوه انار رقم شیشه کب

در طی دوره انبارداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	مواد جامد محلول (بریکس)	pH	اسید آسکوربیک (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)	آنتوسیانین (میلی گرم بر لیتر)	فنل (میلی گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن تازه)	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد)
کلرید کلسیم	۳	۰/۷۹۴۹ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۰۴۳۸*	۱۹۴۰۵۸۴*	۵۳۴۷۶*	۰/۸۰ <sup>ns</sup>	۳۰۴۹/۱*
پوشش	۱	۰/۱۳۲۶ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۰۳۱۲ <sup>ns</sup>	۵۸۳۲ <sup>ns</sup>	۱۲۱۳۴ <sup>ns</sup>	۰/۸۶ <sup>ns</sup>	۲۱۹۳/۸*
کلرید کلسیم × پوشش	۳	۰/۹۱۳۱*	۰/۰۰۳۲۵۴ <sup>ns</sup>	۲۵۵۲۰۴ <sup>ns</sup>	۹۴۴۴ <sup>ns</sup>	۰/۸۴ <sup>ns</sup>	۵۴۲/۰ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۲۴	۰/۳۶۱	۰/۰۴۸۷	۰/۳۵	۲/۶۶	۰/۰۸	۲۹/۵۹
ضریب تغییرات (/)		۱۳/۲۶	۱۴/۱۲	۱۱/۳۲	۱۲/۳۴	۱۸/۲۴	۱۷/۵۸

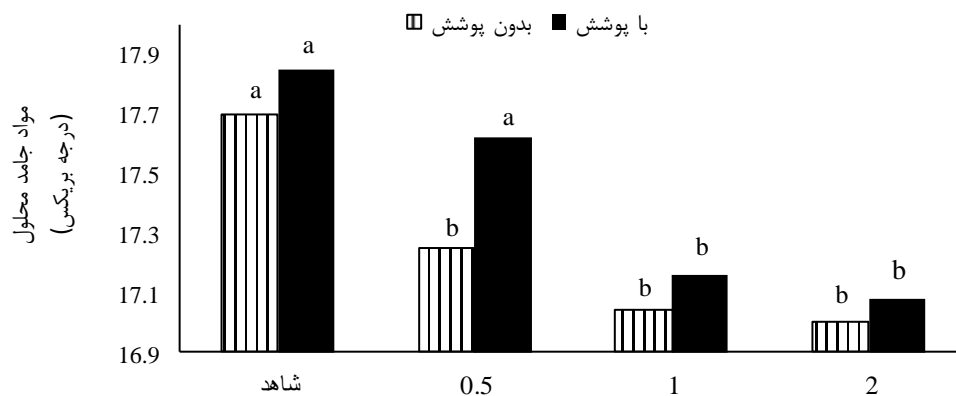
\* به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد و <sup>ns</sup> به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمار کلرید کلسیم بر صفات بیوشیمیایی و دارویی میوه انار رقم شیشه کب در طی دوره انبارداری

تیمار کلرید کلسیم	pH	اسید آسکوربیک (میلی گرم بر ۱۰۰ گرم)	آنتوسیانین (میلی گرم بر لیتر)	میلی گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن تازه	فعالیت آنتی‌اکسیدانی (/)
شاهد	۴/۵۵۸ <sup>a</sup>	۲۳۰۰ <sup>d</sup>	۱۷۹ <sup>b</sup>	۲۹/۴ <sup>a</sup>	۲۵/۴ <sup>c</sup>
۰/۵	۴/۴۷۱ <sup>b</sup>	۳۵۰۰ <sup>c</sup>	۳۷۷ <sup>a</sup>	۳۰/۲ <sup>a</sup>	۳۰/۲ <sup>b</sup>
۱	۴/۴۳۱ <sup>b</sup>	۶۸۰۰ <sup>b</sup>	۲۵۷ <sup>b</sup>	۳۲/۶ <sup>a</sup>	۳۲/۶ <sup>ab</sup>
۲	۴/۴۲۳ <sup>b</sup>	۸۷۰۰ <sup>a</sup>	۲۶۱ <sup>b</sup>	۳۱/۲ <sup>a</sup>	۳۵/۲ <sup>a</sup>

ستون‌هایی با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون FLSD ندارند.





غلظت کلریدکلسیم (درصد)

شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل کلریدکلسیم و پوشش نانو بر میزان مواد جامد محلول آب میوه انار در شرایط انبار سرد. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون FLSD می‌باشد.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر کلریدکلسیم، پوشش نانودکو و اثرات متقابل آنها بر خصوصیات رنگ میوه انار رقم شیشه‌کب در طی دوره

انبارداری

منابع تغییرات	درجه آزادی	a	b	L	Hue	Chroma	a/b	شاخص قهوه‌ای شدن
کلرید کلسیم	۳	۳۹/۷۲*	۱۵۹/۵۹*	۱۶/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۲*	۸۴/۳۳*	۸/۰۳۳*	۴۱۷۰ <sup>ns</sup>
پوشش	۱	۱/۳۱ <sup>ns</sup>	۱۹۱/۸۴*	۱۴/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۱۱*	۳۵/۴۹ <sup>ns</sup>	۹/۲۶۵ <sup>ns</sup>	۴۲۶۳ <sup>ns</sup>
کلرید کلسیم × پوشش	۳	۶/۳۴ <sup>ns</sup>	۱۶/۲۷ <sup>ns</sup>	۱/۲۹ <sup>ns</sup>	۰/۱ <sup>ns</sup>	۱۶/۹۴ <sup>ns</sup>	۰/۸۰۱ <sup>ns</sup>	۱۱۶۵ <sup>ns</sup>
خطای آزمایشی	۲۴	۱۰/۷۳	۳۰/۳۳	۹/۶۱	۰/۰۲	۱۴/۹۸	۱/۵۳۸	۱۴۲۴
ضریب تغییرات (%)		۶/۷	۳۹/۴	۸/۷	۹/۷	۷/۶	۳۰/۴	۲۷/۹

\* به مفهوم معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد، و <sup>ns</sup> به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر ساده تیمار کلریدکلسیم بر مولفه‌های رنگ پوست میوه انار رقم شیشه‌کب در طی دوره انبارداری

تیمار کلریدکلسیم (درصد)	a	b	L	هیو	کروما	a/b	شاخص قهوه‌ای شدن
شاهد	۴۵/۴۱ <sup>b</sup>	۱۰/۰۷ <sup>b</sup>	۳۶/۹۵ <sup>a</sup>	۱/۸۲۷ <sup>a</sup>	۴۶/۵۷ <sup>b</sup>	۴/۷۸ <sup>a</sup>	۵۳/۵۹ <sup>a</sup>
۰/۵	۴۹/۷۹ <sup>a</sup>	۱۰/۹۶ <sup>b</sup>	۳۴/۷۳ <sup>a</sup>	۱/۷۳۰ <sup>a</sup>	۵۱/۱۱ <sup>a</sup>	۴/۹۷ <sup>a</sup>	۵۴/۰۳ <sup>a</sup>
۱	۴۹/۹۵ <sup>a</sup>	۱۵/۱۰ <sup>a</sup>	۳۳/۶۷ <sup>a</sup>	۱/۶۶۸ <sup>a</sup>	۵۲/۴۱ <sup>a</sup>	۳/۷۴ <sup>a</sup>	۵۴/۸۱ <sup>a</sup>
۲	۴۹/۸۴ <sup>a</sup>	۱۹/۸۳ <sup>a</sup>	۳۴/۹ <sup>a</sup>	۱/۵۳۳ <sup>b</sup>	۵۴/۱۷ <sup>a</sup>	۲/۸۱ <sup>b</sup>	۵۵/۹۶ <sup>a</sup>

ستون‌هایی با حروف مشترک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون FLSD ندارند.

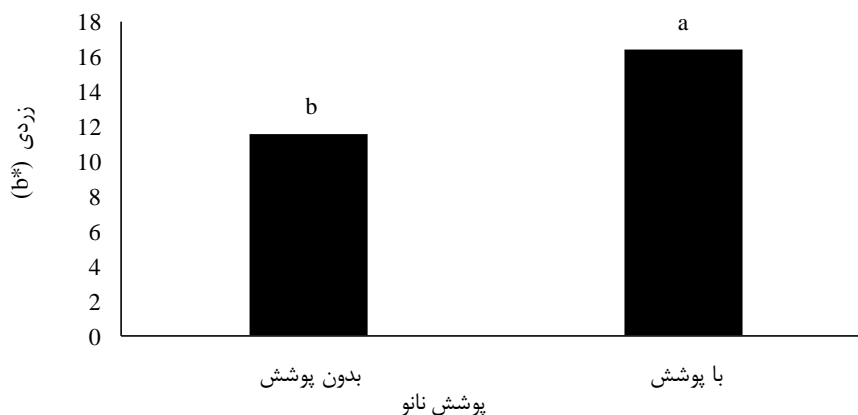
نتیجه‌گیری کلی

استفاده از کلریدکلسیم در نگهداری و انبارداری انار موثر واقع شد. نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که تیمار کلرید کلسیم در حفظ کیفیت فیزیکی و شیمیایی میوه انار از جمله کاهش افت وزن دانه و آریل اثر بسزایی دارد. همچنین برخی از ترکیبات فعال زیستی مانند ویتامین ث نسبت به

شاهد به میزان بیشتری حفظ شد و باعث افزایش تمامی شاخص‌های رنگ پوست میوه به جز مقدار هیو گردید. به نظر می‌رسد پوشش‌های نانو دکو پیری میوه را به تأخیر انداخته و همچنین موجب کند شدن آهنگ تغییرات مواد جامد محلول و در نتیجه حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری میوه‌ها می‌شود. این پوشش بر تغییرات pH، ویتامین ث،

مشخص شد که پوشش نانودکو برای حفظ رنگ و بازارپسندی میوه انار مطلوب نمی‌باشد.

میزان آنتوسیانین و مولفه‌های رنگ پوست میوه بجز شاخص a/b, a و هیو اثری نداشت. با این حال با توجه به نتایج



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر ساده پوشش نانو بر میزان زردی رنگ پوست میوه انار در شرایط انبار سرد. حروف مشترک نشان‌دهنده عدم معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر اساس آزمون FLSD می‌باشد.

#### منابع

- جمی، ر.، اصغری، م. و فرخزاد، ع. ۱۳۹۳. تأثیر کاربرد پس از برداشت نانو کربنات کلسیم بر خصوصیات کیفی و فعالیت آنتی-اکسیدانی سیب رقم گلدن دلشیز. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۳ (۱): ۱۵۵-۱۶۶.
- راحی، م. ۱۳۷۳. فیزیولوژی پس از برداشت میوه‌ها و سبزی‌ها. انتشارات شیراز. ۴۳۷ ص.
- سیاری، م.، بابالار، م.، کلانتری، س.، علیزاده، ه. و عسگری، م.ع. ۱۳۸۸. اثر اسید سالیسیلیک بر مقاومت به سرمازدگی و فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیاز انار رقم ملس ساوه در انبار. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰: ۲۱-۲۸.
- Aghdam, M.S. and Bodbodak, S. 2013. Physiological and biochemical mechanisms regulating chilling toleranc in fruits and vegetables under postharvest salicylates and jasmonates treatments. *Scientia Horticulturae*, 156: 73-85.
- Akhtar, A., Abbasi, N.A. and Hussaini, A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany*, 42: 181-188.
- Alcaraz-Lopez, C., Botia, M., Alcaraz, C.F. and Riquelme, F. 2003. Effects of foliar sprays containing calcium, magnesium and titanium on plum (*Prunus domestica* L.) fruit quality. *Journal of Plant Physiology*, 160: 1441-1446.
- Angeletti, P., Castagnasso, H., Miceli, E., Terminiello, L., oncellón, A., Chaves, A. and Vicente, A.R. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Journal of Postharvest Biology & Technology*, 58: 98-103.
- Artes, F., Tudela, J.A. and Villaescusa, R. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 18: 245- 251.
- Bagheri, M., Esna-Ashari, M. and Ershadi, A. 2015. Effect of postharvest calcium chloride treatment on the storage life and quality of persimmon fruits (*Diospyros Kaki* Thunb.) 'Karaj'. *Indian Journal of Horticultural Science and Technology*, 2(1): 15-26.

- Brown, G., Wilson, S., Boucher, W., Graham, B.Mc. and Glasson, B. 1995. Effect of copper-calcium sprays on fruit cracking in sweet cherry (*Prunus avium*). *Scientia Horticulture*, 62: 75-80.
- Castaneda, P. and Perez, L.M. 1996. Calcium ions promote the response of *Citrus limon* against fungal elicitors or wounding. *Phytochemistry*, 42: 595-598.
- Chuah, A.M., Lee, Y.C.Y., amaguchi, T., Takamura, H., Yin, L.J. and Matoba, T. 2008. Effect of cooking on the antioxidant properties of colored peppers. *Food Chemistry*, 111: 20-28.
- De Souza, A.L., Fernandes, B.M.I. and Quintao Scalon, S. 1999. Post-harvest application of CaCl<sub>2</sub> in strawberry fruits: Evaluation of fruit quality and post-harvest life. *Scienc*, 23(4): 841-848.
- Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V. and Agabbio, M. 2004. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. *Food Chemistry*, 84: 99-105.
- Dimitrios, G. and Pavlina, D.D. 2005. Summer-pruning and preharvest calcium chloride sprays affect storability and low temperature breakdown incidence in kiwifruit. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 36: 303-308.
- Ding, C.K., Chachin, K., Hamauzu, Y. and Imahori, Y. 1998. Effects of storage temperatures on physiology and quality of loquat fruit. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 14(3): 309-315.
- Hebert, C., Charles, M.T., Gauthier, L., Willemot, C., Khanizadeh, S. and Cousineau, J. 2002. Strawberry proanthocyanidins Biochemical markers for *Botrytis cinerea* resistance and shelf-life predictability. *Acta Horticulture*, 567: 659-662.
- Holcroft, D.M. and Kader, A.A. 1999. Carbon dioxide-induced changes in colour and anthocyanin synthesis of stored strawberry fruit. *Journal of HortScience*, 34: 1244-1248.
- Hu, H., Li, X., Dong, C. and Chen, W. 2011. Effects of wax treatment on quality and postharvest physiology of pineapple fruit in cold storage. *African Journal of Biotechnology*, 10: 7592-7603.
- Hu, O., Fang, Y., Yang, Y., Ma, N. and Zhao, L. 2011. Effect of nanocomposite-based packaging on postharvest quality of ethylene-treated Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during cold storage. *Food Research International Journal*, 44(6): 1589-1596.
- Jahromi, M.K., Mohtasebi, S.S., Jafari, A., Mirasheh, R. and Rafiee, S. 2008. Determination of Some Physical Properties of Date Fruit (*cv. Mazafati*). *Journal of Agricultural Technology*, 4(2): 1-9.
- Jitareerat, P., Paumchai, S. and Kanlayanarat, S. 2007. Effect of chitosan on ripening enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 35(2): 211-218.
- Joyce, D.C., Shorter, A.J. and Hockings, P.D. 2001. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturation. *Sientia Horticultureae*, 91: 81-99.
- Kader, A.A., Chordas, A. and Elyatem, S.M. 1984. Responses of pomegranates to ethylene treatment and storage temperatue. *Journal of California Agriculture*, 38: 14-15.
- Kazemi, M., Aran, M. and Zamani, S. 2011. Effect of Calcium Chloride and Salicylic acid Treatments Quality on Charasterictics of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) During Storage. *Americal Journal of Plant Physiology*, 6: 183-189.
- Levy, D., Poovaiah, B.W. and Kolattukudy, P.E. 1979. Effects of calcium infiltration on membrane leakage and changes in phospholipid and fatty-acid content in apples during senescence. *Plant Physiology*, 63(5): 1157-1158.
- Li, Z., Gemma, H. and Iwahori, S. 2002. Stimulation of "Fuji" apple skin color by ethephon and phosphorus-calcium mixed compounds in relation to flavonoid synthesis. *Journal of Scientia Horticulture*, 94(1): 193-199.
- Lluís Palou, L., Crisosto, C.H. and Garner, D. 2007. Combination of postharvest antifungal chemical treatments and controlled atmosphere storage to control gray mold and improve storability of 'Wonderful' pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 43: 133-142.
- Mahajan, B.V.C. and Dhatt, A.S. 2004. Studies on postharvest calcium chloride application on storage behaviour and quality of Asian pear during cold storage. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 2: 157-159.

- Mahmud, T.M.M., Al Eryani-Raqeeb, A. and Mohamed Zaki, A.R. 2008. Effects of different concentrations and application of calcium on storage life and physicochemical characteristics of papaya. *American Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3: 526-533.
- Manganaris, G.A., Vasilakakis, M., Diamantidis, M. and Mignani, I. 2006. The effect of postharvest calcium application, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruit. *Food Chemistry*, 18: 23-17.
- Mars, M. 2000. Pomegranate plant material: Genetic resources and breeding, a review. *Options Mediterraneennes Serie, A 42*: 55-62.
- Miguel, G., Fontes, C., Antunes, D., Neves, A. and Martins, D. 2004. Anthocyanin concentration of 'Assaria' pomegranate fruits during different cold storage conditions. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 5: 338-342.
- Mishra, S. 2004. Calcium chloride of fruits and vegetables. *Journal of Food Science*, 24: 13-87.
- Moradinezhad, F., Khayyat, M. and Saeb, H. 2013. Combination effects of postharvest treatments and modified atmosphere packaging on shelf life and quality of Iranian pomegranate fruit cv. Sheshi-Kab. *International Journal of Postharvest Technology and Innovation*, 3(3): 244-256.
- Naderiboldaji, M., Khadivi khub, A., Tabatabaeefar, A.A., Ghasemi Varnamkhasti, M. and Zamani, Z. 2008. Some Physical Properties of Sweet Cherry (*Prunus avium* L.) Fruit. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(4): 513-520.
- Navjot, G., Sukhjit Kaur, J. and Parmpal Singh, G. 2010. Effect of calcium on cold storage and post-storage quality of peach. *Journal of Food Science Technology*, 48: 225-229.
- Pathare, P.B., Opara, U.L. and Al-Said, F.A. 2013. Color measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Journal of Food and Bioprocess Technology*, 6(1): 36-60.
- Pekmezci, M. and Erkan, M. 2003. *Pomegranate*. Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, Turkey.
- Pettersen, R.I., Moe, R. and Gislerd, H.R. 2007. Growth of Roses and post-harvest rate of water loss affected by air humidity and temperature variations during growth under continuous light. *Scientia Horticulturae*, 114: 207-213.
- Pila, N., Gol, N.B. and Rao, T.V.R. 2010. Effect of post harvest treatments on physicochemical characteristics and shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits during storage. *American-Eurasian Journal Agriculture Environment Science*, 9: 470-479.
- Pooaian, B.W. 1988. Molecular and cellular aspects of calcium action in plant. *HortScience: a publication of the American Society for Horticultural Science*, 23(2): 267-271.
- Ramezani, A., Rahemi, M. and Vazifehshenas, M.R. 2009. Effects of foliar application of calcium chloride and urea on quantitative and qualitative characteristics of pomegranate fruits. *Scientia Horticulturae*, 121(2): 171-175.
- Ranganna, S. 2001. Proximate analysis, color measurement and sensory evaluation. *Handbook of analysis and quality control of fruits and vegetable products*. pp. 32-150.
- Ranjbar, H., Hasanpour, M., Asgari, M.A., SameeZadeh, H. and Banniasadi, A. 2007. The effects of calcium chloride, hot water treatment and polyethylene bag packaging on the storage life and quality of pomegranate (Cv: *Malas-Saveh*). *Journal of Food Science and Technology*, 4(2): 1-10.
- Rub, A., Haq, S., Khalil, S.A. and Ali, S.G. 2010. Fruit quality and senescence related change in sweet orange cultivar Blood red unpacked in different packing materials. *Sarhad Journal of Agriculture*, 26: 221-227.
- Soleimani Aghdam, M., Yousefpour, A. and Hassanpour, H. 2013. Enhancement of antioxidant capacity of cornelian cherry fruit by postharvest calcium treatment. *Scientia Horticulture*, 161: 160-164.
- Spinardi, A.M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. *Acta Horticulturae*, 682: 1125-1134.
- Supapvanich, S., Arkajak, R. and Yalai, K. 2012. Maintenance of postharvest quality and bioactive compounds of fresh-cut sweet leaf bush (*Sauropus androgynus* L. Merr.) through hot CaCl<sub>2</sub> dips. *International Journal of Food Science and Technology*, 47: 2662-2670.

- Swain, T. 1965. Analytical methods for flavonoids. In Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments (T.W. Goodwin, Ed.). Academic Press, London.
- Tedford, E.C., Adaskaveg, J.E., and Ott, A.J. 2005. Impact of scholar (a new post-harvest fungicide) on the California pomegranate industry. *Phytopathology News*, 39(2): 19.
- Torres, L., M.A.R., Silva, M.A., Guaglianoni, G.G. and Neves, V.A. 2009. Effects of Heat treatment and Calcium on Postharvest Storage of Atemoya fruits. *Food Chemistry*, 20: 359-367.
- Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y.S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolic and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry*, 93: 713-718.
- Valero, D., Perez-vicente, A., Martinz-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. and Serrano, M. 2002. Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatments: Role of polyamines. *Journal of Food Science*, 67: 2571-2575.
- Varasteh, F., Arzani, K., Barzegar, M. and Zamani, Z. 2012. Changes in anthocyanins in arils of chitosan-coated pomegranate (*Punica granatum* L. cv. Rabbab-e-Neyriz) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, 130: 267-272.
- Wu, C.S., Gao, Q.H., Guo, X.D., Yu, J.G. and Wang, M. 2012. Effect of ripening stage on physicochemical properties and antioxidant profiles of a promising table fruit pear-jujube (*Zizyphus jujubille* M). *Scientia Horticulturae*, 148: 177-184.
- Zarei, M., Azizi, M. and Bashiri- Sadr, Z. 2010. Studies on physioco-chemical properties and bioactive compounds of six pomegranate cultivars grown in Iran. *Journal of Food Technology*, 8(3): 112-117.