

## بهینه‌سازی کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای سبز در انبار توسط کاربرد قبل از برداشت کلرید کلسیم و

### بسته‌بندی با فیلم سلوفان

میثم محمدی<sup>۱\*</sup> و اورنگ خادمی<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

۲- دانشجوی دکترای گیاهان زینتی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۳- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

\* مسئول مکاتبات: meysammohammadi68@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۹۷/۶/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۷)

### چکیده

به منظور کاهش ضایعات و حفظ کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای رقم "California Wonder" این آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در دانشگاه ایلام طراحی و اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل محلول‌پاشی قبل از برداشت کلرید کلسیم ۰/۵ درصد، بسته‌بندی با سلوفان، محلول‌پاشی قبل از برداشت کلرید کلسیم ۰/۵ درصد همراه با بسته‌بندی با پوشش سلوفان (کلسیم+سلوفان) و شاهد (بدون محلول‌پاشی و پوشش) بود. میوه‌های فلفل دلمه‌ای برای مدت ۲۰ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد نگهداری شدند و در زمان برداشت و همچنین ۱۰ و ۲۰ روز انبارمانی از نظر صفات مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی بازارپسندی و کیفیت خوراکی میوه‌ها کاهش یافت. ولی تیمارهای آزمایش باعث حفظ کیفیت و بازارپسندی میوه‌ها طی دوره انبارمانی شدند. در بین تیمارهای آزمایش، کاهش وزن و تغییرات مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، شاخص طعم (نسبت قند به اسید)، رنگدانه‌ی کلروفیل و محتوای کارتنوئید در این تیمار نسبت به سایر تیمارها و شاهد تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان کمتر بود. همچنین، تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان دارای بازارپسندی، سفتی بافت، ویتامین ث، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری نسبت به سایر تیمارها بود. هرچند در برخی موارد اختلاف آن با تیمار محلول‌پاشی با کلرید کلسیم معنی‌دار نبود. بطور کلی، همه‌ی تیمارها باعث حفظ کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای پس از برداشت شدند. ولی تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان بهتر از سایر تیمارها باعث حفظ کیفیت این سبزی شد. بنابراین، استفاده از تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان به عنوان یک روش برای کاهش ضایعات و حفظ کیفیت و بازارپسندی میوه فلفل دلمه‌ای طی دوره انبارمانی و بازاررسانی توصیه می‌گردد.

**واژه‌های کلیدی:** بازارپسندی، بسته‌بندی، پس از برداشت، کاهش وزن.

## Optimization of quality of green bell peppers in storage by pre-harvest spraying of calcium chloride and packaging with cellophane film

Meisam Mohammadi<sup>1&2</sup> and Orang Khademi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>- Former MS.C. Student, Ilam University, Ilam, Iran

<sup>2</sup>- Ph.D. candidate of ornamental plants, Department of Horticulture, College of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

<sup>3</sup>- Assistant Prof., Department of Horticulture, College of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

\*Corresponding author: meysammohammadi68@yahoo.com

(Received: September 16, 2018, Accepted: October 9, 2018)

## Abstract

In order to reduce losses and preserve the fruit quality of green bell pepper cultivar "California Wonder", this study was designed by using a factorial experiment on the basis of a completely randomized design at Ilam University. Treatments were consisted of pre-harvest spraying of calcium chloride 0.5% ( $\text{CaCl}_2$ ), packaging with cellophane, pre-harvest spraying of  $\text{CaCl}_2$  0.5% with packing of cellophane ( $\text{CaCl}_2$ + cellophane) and control (without spraying and cellophane packaging). Fruits were stored at 10°C and relative humidity 90-95 percent for 20 days and characteristics were evaluated at harvest, and after 10 and 20 days storage. Results showed that increasing the storage period decreased marketability and the quality of the fruits, but all treatments preserved the quality and marketability of the fruits over the storage period. Among the treatments, weight losses and variation in total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), taste index (TSS/TA ratio), chlorophyll and carotenoid content were lower under calcium + cellophane treatment than what recorded for other treatments and control. Also, calcium + cellophane combination had higher marketability, texture firmness, vitamin C, total phenol and antioxidant capacity. Although, for some characteristics, the treatment's effect was not significantly different with pre-harvest spraying of  $\text{CaCl}_2$  0.5%. Altogether, all treatments preserved the quality of fruits in post-harvest, but the combination of calcium + cellophane was better than other treatments. Therefore, using a combination of calcium + cellophane is recommended as a method for reducing losses and maintaining the quality and marketability of green bell peppers during the storing and marketing.

**Keywords:** Marketable, Packaging, Post-harvest, Weight loss.

میزان آن در کشورهای توسعه یافته به طور متوسط بین ۵ تا ۲۵ درصد و در کشورهای در حال توسعه ۲۵ تا ۵۰ درصد می باشد (Xing *et al.*, 2011). کیفیت ظاهری شامل صفاتی از قبیل شکل، رنگ، اندازه، شادابی و طراوت میوه، نداشتن عوارض فیزیولوژیکی و بیماری های میکروبی، نقش بسیار مهمی در بازارپسندی میوه ها دارد (Heaney, 2000).

فلفل دلمه ای یک سبزی میوه ای با نسبت سطح به حجم بالا می باشد که آفت رطوبتی آن زیاد بوده و باعث بروز چروکیدگی و پلاسیدگی سریع در این محصول می شود. بنابراین، همواره نیازمند راهی برای کنترل و جلوگیری از گسترش این ضایعات می باشد. یکی از این راهکارها بهبود کیفیت انبارمانی میوه از طریق بهبود ساختمان و فیزیولوژی محصول توسط تیمارهای

## مقدمه

فلفل دلمه ای با نام علمی (*Capsicum annuum* L.) حاوی مقادیر زیادی از آنتی اکسیدان های طبیعی و مواد ضروری از قبیل ویتامین ث، کاروتنوئیدها، ترکیبات فنولیک و عناصری همانند پتاسیم می باشد. این مواد در مجموع ارزش غذایی بالای میوه فلفل دلمه ای را تشکیل می دهند (Bosland and Votava, 2000). مطالعات و بررسی ها نشان می دهد که ترکیبات و مواد موجود در سبزی ها از قبیل فیبر، پتاسیم و آنتی اکسیدان ها ارتباط زیادی با کاهش ابتلا به بیماری های مختلف در انسان دارند (Rimm *et al.*, 1993). بیشتر محصولات باغبانی به دلیل دارا بودن فعالیت متابولیکی، از زمان برداشت تا زمان مصرف از نظر کمی و کیفی ضایعاتی دارند که

قبل از برداشت از جمله کلسیم می باشد (Lima, 1990). همچنین، استفاده از پوشش ها و بسته بندی در مرحله پس از برداشت با تغییرات تبادلات گازی و آبی میوه و محیط اطراف، باعث تأخیر در افت کیفی میوه ها می شوند و عمر پس از برداشت را افزایش می دهند. (Xing *et al.*, 2011) فلفل دلمه ای از جمله محصولاتی است که به دلیل توخالی بودن و بالا بودن نسبت سطح به حجم آن دارای افت عمر پس از برداشت کوتاهی است. از جمله مشکلات نگهداری پس از برداشت این محصول، می توان به نرم شدن و پلاسیدگی سریع در اثر کاهش فشار تورژسانس و فروپاشی ساختمان نشاسته که باعث تغییرات شیمیایی در دیواره سلولی می شود، اشاره کرد. افت رطوبتی شدید در این محصول باعث کاهش صادرات و جابه جایی این محصول می شود. در حالیکه مصرف کننده ها و صادرکننده ها محصولی را می پسندند که از طراوت و شادابی بیشتری برخوردار باشد. (Ramana *et al.*, 2011) از طرفی، خسارت سرمازدگی، تغییر رنگ در طی انبارمانی، کاهش سفتی، تغییرات کیفی در متابولیت های میوه و آلودگی های قارچی باعث افزایش ضایعات و کاهش بازارپسندی این محصول در انبار می شوند. (Nyanjage *et al.*, 2005) بنابراین، هر روشی که باعث افزایش و حفظ کیفیت و شادابی این محصول شود به صادرات، انبارمانی و بازاریابی این محصول کمک شایانی خواهد نمود. از جمله تیمارهای قبل از برداشت که باعث کاهش سرمازدگی و ضایعات پس از برداشت می شوند می توان به محلول پاشی با کلسیم، جیبرلین، اسید سالیسیلیک، اسید اگزالیک، متیل جاسمونات و متیل سالیسیلات اشاره کرد که مکانیسم هر ماده بسته به ماهیت آن متفاوت می باشد. در میان عناصر غذایی کلسیم مهم ترین عنصر معدنی در تعیین کیفیت میوه می باشد. این عنصر به خصوص در سیب، گلابی، توت فرنگی، انگور، کیوی، زردآلو و بسیاری از گل های شاخه بریدنی و میوه های دیگر عمر نگهداری میوه ها را افزایش داده است. اما تاکنون اثر کلسیم بر میوه فلفل دلمه ای سبز رقم "California Wonder" در شرایط اقلیمی ایلام مورد مطالعه قرار نگرفته است. کلسیم به عنوان یک عامل تثبیت کننده

کمپلکس پکتین- پروتئین در تیغه میانی شناخته می شود. این عنصر با استقرار در دیواره سلولی به ترکیبات تیغه میانی ثبات می بخشد و ساختمان دیواره سلولی را حفظ می کند. کلسیم علاوه بر استحکام بخشیدن به دیواره سلولی، با کاهش تولید اتیلن در کاهش علائم سرمازدگی، کاهش آلودگی های قارچی و افزایش انبارمانی محصولات باغبانی نقش خود را ایفا می کند (Capdeville *et al.*, 2003). کاربرد محلول کلسیم پیش از برداشت موجب جلوگیری از عارضه های فیزیولوژیکی و به تاخیر انداختن فرایند پیری و رسیدگی میوه ها می شود (Conway *et al.*, 2002).

رطوبت بالا در انواع محصولات باغی باعث فسادپذیری بیشتر و کاهش انبارمانی آن ها می شود که برای کاهش ضایعات و حفظ کیفیت محصول علاوه بر کاهش دمای انبار تا هشت درجه سانتی گراد، توجه به بسته بندی در پس از برداشت نیز ضروری می باشد. (Ashornejad and Ghasemnejad, 2012) بکارگیری پوشش های پلاستیکی و تعدیل اتمسفر ظروف بسته بندی یکی از راه هایی است که از خرابی و پوسیدگی محصولات باغی جلوگیری می کند (Nyanjage *et al.*, 2005). مهم ترین فواید بسته بندی شامل کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و حساسیت به آن، کند شدن روند نرم شدن میوه و تغییر ترکیبات داخلی میوه می باشند. (Antonio *et al.*, 1996). یکی از انواع مواد بسته بندی، پوشش سلوفان است که امروزه برای افزایش عمر انبارداری بسیاری از محصولات استفاده می شود. اگرچه در ایران اکثر تولید کنندگان از انواع بسته بندی کارتنی برای فلفل دلمه ای استفاده کرده و یا به بسته بندی این محصول اهمیت زیادی نمی دهند.

در گزارشی Rashidi و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که پوشش سلوفان در هویج باعث جلوگیری از کاهش وزن زیاد و حفظ مواد جامد محلول و سفتی در طول ۱۴ روز انبارمانی شد. در گزارشات مشابه، اثر پوشش سلوفان بر کاهش افت وزن و حفظ اسیدآسکوربیک، اسید قابل تیترو سفتی در میوه های پرتقال (Ahmad *et al.*, 1989) و کاهش افت وزن، کاهش تنفس و کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز و حفظ

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش (مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ایلام)

| هدایت الکتریکی | pH   | مواد خنثی شونده (%) | کربن آلی (%) | ازت کل (%) | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) | رس (%) | سیلت (%) | شن (%) |
|----------------|------|---------------------|--------------|------------|---------------------|-----------------------|--------|----------|--------|
| ۰/۶۲           | ۷/۳۲ | ۴۴                  | ۱/۴          | ۰/۱۲       | ۱۹/۶                | ۶۰۱                   | ۳۵     | ۴۵       | ۲۰     |

از برداشت با کلرید کلسیم و بدون پوشش سلوفان) و تیمار کلسیم+سلوفان (محلول پاشی قبل از برداشت با کلرید کلسیم و پوشش با سلوفان) بودند. میوه‌ها در زمان برداشت و همچنین ۱۰ و ۲۰ روز پس از برداشت از نظر صفات مختلف مورد بررسی قرار گرفتند. میوه‌ها پس از خروج از انبار ابتدا برای مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۵۰ درصد (مشابه شرایط خرده فروشی این محصول در بازار) قرار گرفتند و سپس مورد ارزیابی قرار گرفتند.

کاهش وزن میوه‌ها بصورت اختلاف وزن میوه‌ها در زمان قبل از انبارمانی و پس از پایان انبارمانی برحسب درصد بوسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم (مدل N۰۵۱۰۰۶۶) محاسبه گردید. مبنای کاهش بازارپسندی به عنوان یک صفت کیفی میزان تغییر رنگ، نقصان ظاهر میوه و میزان چروکیدگی بافت میوه در نظر گرفته شد که بصورت نمرات کمی محاسبه گردید. نمره یک به کمترین و نمره پنج به بیشترین بازارپسندی اختصاص یافت (Nyanjage *et al.*, 2005). سفتی بافت میوه بر حسب میزان نیروی لازم برای سوراخ شدن گوشت میوه با استفاده از دستگاه سفتی‌سنج دستی (مدل FT-۰۱۱) و بر حسب کیلوگرم بر مترمربع، مقدار مواد جامد محلول با استفاده از دستگاه رفاکتومتر دستی (مدل ۱e-ATC) در دمای اتاق و برحسب درجه بریکس، درصد اسیدیته قابل تیتراسیون از طریق تیتراسیون نمودن عصاره میوه با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH نهایی ۸/۲ و بر اساس غالبیت اسید سیتریک اندازه‌گیری شد. همچنین، شاخص طعم میوه از نسبت مواد جامد محلول به اسیدیته قابل تیتراسیون به دست آمد (Mohammadi *et al.*, 2016).

برای اندازه‌گیری مقدار ویتامین ث از روش تیتراسیون با محلول دی‌کلروفنل‌ایندوفنل استفاده شد (Ranganna, 1997).

اسیدآسکوربیک و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های ازگیل ژاپنی (Ashornejad and Ghasemnejad, 2012 Ding *et al.*, 2002) مشاهده شده است. بنابراین، در راستای کاهش ضایعات پس از برداشت فلفل دلمه‌ای و مقایسه تیمار قبل از برداشت کلسیم و بسته‌بندی پس از برداشت فلفل دلمه‌ای سبز، در این پژوهش اثر محلول پاشی قبل از برداشت کلسیم و بسته‌بندی با سلوفان طی ۱۰ و ۲۰ روز انبارمانی بر برخی خواص کیفی و بیوشیمیایی فلفل دلمه‌ای رقم "California Wonder" در انبار مورد بررسی قرار گرفت.

#### مواد و روش‌ها

در این آزمایش ابتدا میوه‌های فلفل دلمه‌ای رقم "California Wonder" که دارای رنگ سبز هستند، در یک مزرعه پژوهشی در دانشگاه ایلام با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۸ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۲۷ متر از سطح دریا در سه نوبت قبل از برداشت (زمان ظهور میوه‌ها و همچنین ۱۰ و ۲۰ روز پس از آن) توسط کلرید کلسیم ۰/۵ درصد و آب مقطر (شاهد) محلول پاشی شدند. نمونه خاک مزرعه قبل از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر به صورت تصادفی برداشت و مورد تجزیه قرار گرفت (جدول ۱). پس از برداشت میوه‌های محلول پاشی شده در قبل از برداشت در داخل جعبه‌های پلاستیکی مخصوص میوه قرار گرفتند و همراه با پوشش سلوفان یا بدون پوشش سلوفان در سه تکرار و هر تکرار حاوی ۱۲ میوه برای مدت ۲۰ روز در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰ درصد در داخل اتاقک‌های رشد انبار شدند. تیمارهای آزمایش شامل شاهد (محلول پاشی قبل از برداشت با آب مقطر و بدون پوشش سلوفان)، پوشش سلوفان (محلول پاشی قبل از برداشت با آب مقطر و پوشش با سلوفان)، تیمار کلسیم (محلول پاشی قبل

در دقیقه، هدایت الکتریکی اولیه ( $EC_1$ ) محلول توسط دستگاه هدایت الکتریکی سنج قرائت گردید. نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در داخل حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی ثانویه ( $EC_2$ ) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی محاسبه گردید. (Sakaldas and Kaynas, 2011)

$$EL\% = (EC_1 / EC_2) \times 100$$

برای اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b و کل و مقدار کاروتنوئید میوه، یک گرم از بافت میوه در پنج میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد در داخل هاون چینی همگن شده و پس از سانتریفیوژ در ۵۰۰۰ دور به مدت ده دقیقه، جذب عصاره در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۶ و ۶۶۳ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-۳۱۰۰) قرائت گردید و محاسبات با استفاده از فرمول‌های زیر انجام شد: (Xing et al., 2011)

$$a \text{ (mg/L کلروفیل)} = (25/12A_{79/2} - 663A_{646})$$

$$a \text{ (mg/L کلروفیل)} = (50/21A_{10/5} - 646A_{663})$$

$$\text{(کلروفیل کل)} = a + b \text{ (کلروفیل کل)}$$

$$198 \text{ (um/gr کاروتنوئید)} = (1000A_{1,8-470}Ca_{85,02} - Cb) / 198$$

## نتایج و بحث

### ۱- نتایج

بررسی جدول تجزیه واریانس آزمایش نشان داد که اثر تیمارهای آزمایش برای صفات کاهش وزن، بازارپسندی، سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسید قابل تیتراسیون، شاخص طعم، ویتامین ث، آنتی‌اکسیدان کل و فنل کل معنی‌دار بود. همچنین، اثر زمان انبارمانی برای صفات فوق و محتوای کاروتنوئید در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثرات متقابل تیمار و زمان انبارمانی نیز تنها برای کاهش وزن، اسید قابل تیتراسیون، شاخص طعم و فنل کل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۲).

اندازه‌گیری فنل کل به روش معرف فولین سیوکالتیو انجام گرفت. برای این منظور یک گرم بافت میوه به کمک ازت مایع پودر شده و ۱۰ میلی‌لیتر متانول خالص برای استخراج ترکیبات فنلی به آن اضافه شد. سپس عصاره‌ها در ۱۰۰۰۰ دور به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شدند. پس از سانتریفیوژ ۱۲۵ میکرولیتر از محلول رویی با آب مقطر به حجم ۵۰۰ میکرولیتر رسانیده شده و ۲۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین و پس از گذشت پنج دقیقه ۲۰۰۰ میکرولیتر محلول کربنات سدیم اشباع نیز به آن اضافه شد. میزان جذب نمونه‌های حاصل پس از گذشت یک ساعت در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-۳۱۰۰) قرائت شد و میزان فنل کل نمونه‌ها بر اساس استاندارد اسیدگالیک محاسبه گردید. (Mohammadi et al., 2016)

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بافت میوه از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH. (Diphenyl-2-picrylhydrazyl) تعیین گردید (Miliauskas et al., 2004). برای این منظور ۰/۲ گرم از بافت میوه بوسیله نیتروژن مایع در داخل هاون چینی پودر شد و سپس ۱۰ میلی‌لیتر متانول خالص به آن اضافه و همگن گردید. عصاره حاصل در ۱۰۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و سپس ۱۰ میکرولیتر عصاره متانولی به ۱۹۰۰ میکرولیتر محلول DPPH اضافه شد و به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی به منظور رسیدن محلول به حالت یکنواخت قرار گرفت. میزان جذب نمونه‌ها در ۵۱۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل S-۳۱۰۰) قرائت و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها به صورت درصد بازدارندگی DPPH بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$DPPHsc = (1 - (Asam / Acon)) \times 100$$

که DPPHsc درصد بازدارندگی، Asam میزان جذب (DPPH+ نمونه) و Acon میزان جذب DPPH می‌باشد. برای اندازه‌گیری نشت یونی از قسمت‌های میانی میوه‌ها (بافت برونبر همراه با میانبر) تعداد ۸ دیسک بوسیله پانچ دستی برداشته و در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار گرفتند. پس از ۴ ساعت بهم‌زدن با سرعت ۱۵۰ دور

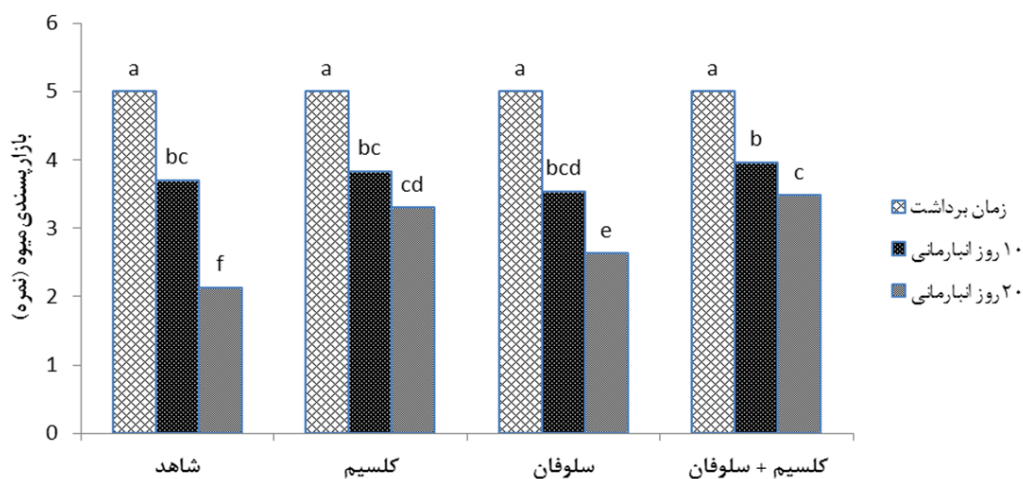
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مختلف میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

| منبع تغییرات           | درجه آزادی | بازارپسندی         | کاهش وزن | سفتی بافت          | مواد جامد محلول    | اسید قابل تیتر | شاخص طعم |
|------------------------|------------|--------------------|----------|--------------------|--------------------|----------------|----------|
| تیمار                  | ۳          | ۰/۲۹*              | ۵۰/۰۸**  | ۰/۷۵**             | ۰/۰۱*              | ۰/۰۲۷*         | ۰/۷۲*    |
| زمان انبارمانی         | ۲          | ۳/۸۷**             | ۳۹۳/۶۵** | ۱/۰۸**             | ۰/۵۸**             | ۰/۱۱۰**        | ۳/۷۴**   |
| تیمار × زمان انبارمانی | ۶          | ۰/۱۲ <sup>ns</sup> | ۳۰/۵۸*   | ۰/۰۵ <sup>ns</sup> | ۰/۰۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲۱*         | ۰/۶۳*    |
| خطای آزمایش            | ۲۴         | ۰/۰۹               | ۳/۴۵     | ۰/۰۵               | ۰/۰۶               | ۰/۰۰۶          | ۰/۱۸     |
| ضریب تغییرات           | -          | ۷/۷۴               | ۹/۴۷     | ۶/۹۸               | ۴/۶۰               | ۹/۱۱           | ۹/۰۰     |

ادامه جدول ۲

| منبع تغییرات           | درجه آزادی | ویتامین ث            | فنل کل   | آنتی‌اکسیدان کل     | کلروفیل کل         | کاروتنوئید         |
|------------------------|------------|----------------------|----------|---------------------|--------------------|--------------------|
| تیمار                  | ۳          | ۷۲۷/۴۳**             | ۷۳/۹۲**  | ۳۴۸/۴۰**            | ۱۲/۴۷*             | ۰/۱۶ <sup>ns</sup> |
| زمان انبارمانی         | ۲          | ۸۵۹/۶۷**             | ۱۱۰/۲۲** | ۸۳۵/۵۸**            | ۱۲/۵۵*             | ۱/۰۷**             |
| تیمار × زمان انبارمانی | ۶          | ۱۰۱/۰۶ <sup>ns</sup> | ۱۰/۹۸*   | ۶۲/۸۹ <sup>ns</sup> | ۱/۵۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۶ <sup>ns</sup> |
| خطای آزمایش            | ۲۴         | ۱۱۴/۲۸               | ۳/۴۴     | ۶۰/۵۴               | ۲/۴۰               | ۰/۰۵               |
| ضریب تغییرات           | -          | ۱۲/۱۳                | ۵/۹۰     | ۱۴/۶۱               | ۱۸/۶۷              | ۱۷/۸۳              |

\* و \*\* معنی داری در سطح یک و پنج درصد آزمون توکی و <sup>ns</sup> عدم معنی داری را نشان می‌دهد.



شکل ۱- اثر متقابل تیمار و زمان انبارمانی بر میزان بازارپسندی میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

(حروف دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند)

از برداشت کلرید کلسیم و تیمار ترکیبی سلوفان+کلسیم بود. در مرتبه دوم، تیمار سلوفان دارای بازارپسندی بیشتری نسبت به شاهد بود و کمترین بازارپسندی در میوه‌های شاهد مشاهده شد (شکل ۱).

#### اثر کلرید کلسیم و سلوفان بر کاهش وزن و سفتی بافت میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش طول دوره

#### اثر کلرید کلسیم و سلوفان بر بازارپسندی میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی میزان بازارپسندی میوه‌ها کاهش یافت. بیشترین بازارپسندی مربوط به زمان برداشت و کمترین مربوط به ۲۰ روز انبارمانی بود. در این آزمایش همه تیمارها بخوبی باعث حفظ بازارپسندی میوه‌ها نسبت به شاهد شدند. بطوریکه پس از ۲۰ روز انبارمانی، بیشترین بازارپسندی مربوط به تیمار قبل

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مختلف میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

| شاخص طعم          | اسید قابل تیتراسیون (%) | مواد جامد محلول (%) | سفتی بافت (kg/m <sup>2</sup> ) | کاهش وزن (%)       | *مقایسه میانگین  |
|-------------------|-------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------|------------------|
| ۵/۱۴ <sup>a</sup> | ۱/۰۸ <sup>b</sup>       | ۵/۵۶ <sup>a</sup>   | ۲/۹۷ <sup>b</sup>              | ۸/۶۲ <sup>a</sup>  | شاهد             |
| ۴/۷۱ <sup>b</sup> | ۱/۱۶ <sup>ab</sup>      | ۵/۴۷ <sup>b</sup>   | ۳/۴۹ <sup>a</sup>              | ۷/۷۲ <sup>b</sup>  | کلسیم            |
| ۴/۷۳ <sup>b</sup> | ۱/۱۵ <sup>ab</sup>      | ۵/۴۵ <sup>b</sup>   | ۳/۱۶ <sup>b</sup>              | ۴/۶۳ <sup>bc</sup> | سلوفان           |
| ۴/۳۷ <sup>c</sup> | ۱/۲۲ <sup>a</sup>       | ۵/۳۴ <sup>c</sup>   | ۳/۶۰ <sup>a</sup>              | ۳/۷۴ <sup>c</sup>  | کلسیم+ سلوفان    |
| ۴/۵۵ <sup>b</sup> | ۱/۱۵ <sup>b</sup>       | ۵/۲۳ <sup>b</sup>   | ۳/۵۵ <sup>a</sup>              | ۰/۰۰ <sup>c</sup>  | در زمان برداشت   |
| ۴/۳۷ <sup>b</sup> | ۱/۲۵ <sup>a</sup>       | ۵/۴۷ <sup>a</sup>   | ۳/۴۰ <sup>a</sup>              | ۷/۲۴ <sup>b</sup>  | ۱۰ روز انبارمانی |
| ۵/۴۱ <sup>a</sup> | ۱/۰۶ <sup>c</sup>       | ۵/۶۷ <sup>a</sup>   | ۲/۹۷ <sup>b</sup>              | ۱۱/۳۰ <sup>a</sup> | ۲۰ روز انبارمانی |

\*حروف دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی دار می‌باشند.

میوه‌های فلفل دلمه‌ای نسبت به شاهد طی دوره انبارمانی شدند. بیشترین و کمترین تغییر مواد جامد محلول به ترتیب مربوط به شاهد (۵/۵۶) و تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان (۵/۳۴) بود. هرچند که بین تیمارهای سلوفان و کلسیم اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین و کمترین مقدار اسید قابل تیتراسیون به ترتیب در تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان (۱/۲۲ درصد) و شاهد (۱/۰۸) مشاهده شد. این تغییرات در مواد جامد محلول و اسید قابل تیتراسیون توسط تیمارها باعث شد که بیشترین و کمترین تغییر در شاخص طعم به ترتیب مربوط به شاهد (۵/۱۴) و تیمار کلسیم+سلوفان (۴/۳۷) باشد (جدول ۳).

#### اثر کلرید کلسیم و سلوفان بر ویتامین ث، فنل کل و محتوای آنتی‌اکسیدان کل میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

نتایج جدول شماره ۳ نشان می‌دهد که با افزایش طول دوره انبارمانی محتوای ویتامین ث، فنل کل و آنتی‌اکسیدان کل در میوه‌ها کاهش یافت. ولی تیمارهای آزمایش باعث حفظ این ترکیبات در طی دوره انبارمانی نسبت به میوه‌های شاهد شدند. با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها، بیشترین مقدار ویتامین ث در تیمارهای کلسیم (۹۳/۶۰ میلی‌گرم) و کلسیم+سلوفان (۹۷/۸۱ میلی‌گرم) مشاهده شد. درحالی‌که بین شاهد و تیمار سلوفان اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین فنل کل (۳۵/۰۶ میلی‌گرم) در تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان مشاهده شد. پس از آن تیمار کلسیم (۳۲/۳۸ میلی‌گرم) قرار داشت

انبارمانی کاهش وزن میوه‌های فلفل دلمه‌ای افزایش و سفتی بافت کاهش یافت. تیمارها در این آزمایش باعث حفظ رطوبت و جلوگیری از افت وزن زیاد در میوه‌های فلفل دلمه‌ای نسبت به شاهد شدند و توانستند سفتی بافت میوه‌ها را طی دوره انبارمانی حفظ کنند. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین کاهش وزن به ترتیب مربوط به شاهد (۸/۶۲ درصد) و تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان (۳/۷۴ درصد) بود. هر چند که بین تیمار سلوفان با تیمارهای کلسیم و کلسیم+سلوفان اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. کمترین سفتی بافت مربوط به شاهد (۲/۹۷ کیلوگرم بر مترمربع) مشاهده شد. اگرچه اختلاف آن با تیمار سلوفان از نظر آماری معنی‌دار نبود. همچنین، بیشترین سفتی بافت در تیمار کلسیم+سلوفان (۳/۶۰ کیلوگرم بر متر مربع) مشاهده شد و اختلاف آن با تیمار کلسیم از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۳).

#### اثر کلرید کلسیم و سلوفان بر مواد جامد محلول، اسیددیده قابل تیتراسیون و شاخص طعم میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی مواد جامد محلول افزایش و اسیددیده قابل تیتراسیون کاهش یافت که این مورد باعث افزایش شاخص طعم (نسبت قند به اسید) در میوه‌های فلفل دلمه‌ای شد. با این وجود تیمارهای آزمایش با جلوگیری از افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسیددیده قابل تیتراسیون باعث حفظ شاخص طعم

## ۲- بحث

میوه‌های نافر از گرا از جمله فلفل دلمه‌ای تغییرات فیزیولوژیکی کمی در مرحله پس از برداشت از خود نشان می‌دهند. در حالیکه فعالیت متابولیسی کمی این گونه میوه‌ها در طی انبارمانی طولانی می‌تواند منجر به تغییرات زیادی در خصوصیات کیفی آن‌ها گردد. نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش زمان ماندگاری میوه‌ها در انبار خصوصیات کیفی و بازاریابی میوه‌ها به دلیل فرایند زوال و پیری کاهش یافت، ولی تیمارهای آزمایش باعث حفظ کیفیت میوه‌ها و افزایش بازاریابی میوه‌ها شدند. نتایج مربوط به کاهش وزن و سفتی بافت میوه (جدول ۳) در این آزمایش با نتایج مربوط به بازاریابی میوه‌ها همراستا بود. بطوریکه میوه‌هایی که دارای کاهش وزن کمتر و سفتی بیشتر بودند، از نظر شکل ظاهری نیز دارای بازاریابی بیشتری بودند. افزایش افت رطوبت در میوه فلفل دلمه‌ای به دلیل توخالی بودن و داشتن نسبت سطح به حجم بالا یک امر طبیعی می‌باشد. ولی تیمار قبل از برداشت کلرید کلسیم با استحکام دیواره‌های سلولی و کاهش تنفس میوه به دلیل کاهش تنش‌های انباری (Rao et al., 2011) باعث جلوگیری از کاهش وزن زیاد میوه‌ها در پس از برداشت نسبت به شاهد و در نتیجه حفظ سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در میوه‌ها شد. تیمارهای سلوفان با ایجاد اتمسفری تعدیل یافته در داخل جعبه بسته‌بندی و کاهش تنفس از تعریق زیاد میوه‌ها در پس از برداشت جلوگیری

و بین تیمار سلوفان و شاهد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. بیشترین آنتی‌اکسیدان کل (۵۵/۹۱ درصد) در تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان مشاهده شد و بین سایر تیمارها و شاهد نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۴).

## اثر کلرید کلسیم و سلوفان بر میزان کلروفیل کل و کاروتنوئید میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

در این آزمایش به منظور بررسی میزان تغییر رنگ میوه فلفل دلمه‌ای محتوای کلروفیل (به عنوان شاخص رنگ سبز میوه) و کاروتنوئیدها (شاخص رنگ‌های زرد و نارنجی) در میوه فلفل دلمه‌ای مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش طول دوره انبارمانی، محتوای کلروفیل بافت میوه‌ها کاهش و محتوای کاروتنوئیدها افزایش یافت. ولی تیمارهای آزمایش باعث جلوگیری از تغییرات زیاد در این رنگدانه‌ها شدند. تیمارهای آزمایش بدون اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارای محتوای کلروفیل بیشتری نسبت به شاهد بودند. در این آزمایش در حالیکه تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان با ۰/۵۹ (μm/gr) دارای کمترین مقدار کاروتنوئید بود، بیشترین میزان کاروتنوئید (۹۰ μm/gr) در میوه‌های شاهد مشاهده شد. اگرچه بین تیمارهای کلسیم و سلوفان اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد، ولی هر دو تیمار میزان کاروتنوئید کمتری نسبت به میوه‌های شاهد بودند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تیمارهای آزمایش بر صفات مختلف میوه فلفل دلمه‌ای در انبار

| *مقایسه میانگین  | ویتامین ث (mg/100gr) | فنل کل (mg/100gr)  | آنتی‌اکسیدان کل (/.) | کلروفیل کل (mg/L)  | کاروتنوئید (μm/gr) |
|------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|
| شاهد             | ۷۹/۴۵ <sup>b</sup>   | ۲۸/۶۲ <sup>c</sup> | ۴۲/۰۸ <sup>b</sup>   | ۳/۹۸ <sup>b</sup>  | ۰/۹۰ <sup>a</sup>  |
| کلسیم            | ۹۳/۶۰ <sup>a</sup>   | ۳۲/۳۸ <sup>b</sup> | ۴۸/۱۳ <sup>b</sup>   | ۵/۶۴ <sup>a</sup>  | ۰/۷۱ <sup>b</sup>  |
| سلوفان           | ۸۱/۵۲ <sup>b</sup>   | ۲۹/۸۱ <sup>c</sup> | ۴۳/۵۳ <sup>b</sup>   | ۵/۳۷ <sup>a</sup>  | ۰/۶۳ <sup>b</sup>  |
| کلسیم+ سلوفان    | ۹۷/۸۱ <sup>a</sup>   | ۳۵/۰۶ <sup>a</sup> | ۵۵/۹۱ <sup>a</sup>   | ۶/۸۳ <sup>a</sup>  | ۰/۵۹ <sup>c</sup>  |
| در زمان برداشت   | ۹۴/۸۶ <sup>a</sup>   | ۳۳/۳۳ <sup>a</sup> | ۵۵/۱۶ <sup>a</sup>   | ۵/۶۷ <sup>ab</sup> | ۰/۴۶ <sup>b</sup>  |
| ۱۰ روز انبارمانی | ۹۰/۸۱ <sup>a</sup>   | ۳۳/۱۰ <sup>a</sup> | ۴۸/۵۰ <sup>b</sup>   | ۶/۳۰ <sup>a</sup>  | ۰/۶۳ <sup>b</sup>  |
| ۲۰ روز انبارمانی | ۷۸/۶۰ <sup>b</sup>   | ۲۷/۹۷ <sup>b</sup> | ۳۸/۵۸ <sup>c</sup>   | ۴/۳۰ <sup>b</sup>  | ۱/۰۴ <sup>a</sup>  |

\*حروف دارای حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند.



می کند (Ashornejad and Ghasemnejad, 2012) که این خود یکی از دلایل کاهش افت وزن و حفظ کیفیت میوه فلفل دلمه‌ای از جمله سفتی بیشتر و تغییرات کم در مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراسیون در این تیمارها می‌باشد. نتایج نشان داد که میوه‌هایی که دارای افت رطوبت زیاد بودند علاوه بر اینکه میزان بازارپسندی آن‌ها کمتر بود، دارای سفتی و اسیدیته قابل تیتراسیون کمتر، مواد جامد محلول و شاخص طعم بیشتری بودند. یکی از دلایل عمده افزایش مواد جامد محلول می‌تواند ناشی از کاهش وزن به دلیل از دست دادن آب میوه و تغلیظ این مواد در پس از برداشت باشد (Mohammadi *et al.*, 2016). افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در طی انبارمانی خود عاملی در جهت افزایش شاخص طعم میوه می‌باشد. مهم‌ترین عامل در کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در پس از برداشت می‌تواند ناشی از اکسیداسیون این ترکیبات و مصرف آن‌ها در فرایند تنفس باشد (Mohammadi *et al.*, 2017). تغییرات کمتر مواد جامد محلول، اسیدیته و pH میوه فلفل دلمه‌ای در پی محلول‌پاشی با کلریدکلسیم نسبت به شاهد به نقش کلسیم در تغییر فعالیت‌های متابولیکی اسیدهای آلی داخلی، دی‌اکسیدکربن و آب نسبت داده می‌شود (Rao *et al.*, 2011). در گزارشی دیگر کاربرد پس از برداشت کلریدکلسیم باعث کاهش افت وزن و کاهش تغییر مواد جامد محلول در میوه فلفل دلمه‌ای در دو دمای ۱۰ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد (Rao *et al.*, 2011) و سیب (Mo *et al.*, 2008) در انبار شده است. افت وزن کمتر و حفظ اسیدیته، مواد جامد محلول، ویتامین ث، فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه زردآلو (Mohammadi *et al.*, 2017) توسط پوشش سلوفان به ایجاد اتمسفر تعدیل یافته‌ای با اکسیژن کمتر و دی‌اکسید کربن بیشتر در فضای داخلی بسته‌بندی نسبت داده شده است. حفظ خصوصیات میوه ازگیل ژاپنی توسط پوشش سلوفان نیز به کاهش تنفس و تنش در میوه‌ها به دلیل تعدیل اتمسفر نسبت داده شده است (Ashornejad and Ghasemnejad, 2012). ویتامین ث یکی از مهم‌ترین ترکیبات میوه‌ها و سبزیجات

می‌باشد که علاوه بر نقش آن در کاهش تنش‌های وارد شده به میوه، نقش بسزایی در سلامت مصرف کننده دارد. این ترکیب در برابر اکسید شدن بسیار حساس است. نتایج این تحقیق نشان داد که تیمارهای کلسیم و سلوفان تأثیر قابل توجهی در حفظ محتوای ویتامین ث در میوه‌ها دارد. این ترکیب به همراه سایر ترکیبات مانند فنل‌ها ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه را تشکیل می‌دهند. بنابراین، حفظ این ترکیبات باعث افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها می‌شود (Mohammadi *et al.*, 2017). گزارش شده است که کلسیم با کاهش تنفس و فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز باعث حفظ ویتامین ث (اسید آسکوربیک) و فنل کل در میوه‌ها می‌شود (Valero *et al.*, 2002) که احتمالاً دلیل افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های تیمار شده نسبت به شاهد در تحقیق حاضر همین موضوع باشد. کاهش تنفس از طریق کاهش تنش‌های وارد شده به میوه طی انبارمانی و کاهش تبادلات گازی و آبی میوه با محیط ایجاد می‌شود که سلوفان با کاهش تبادلات گازی میوه با محیط از جمله کاهش اکسیژن ورودی به میوه از طریق ایجاد یک فضای با اتمسفر تعدیل یافته در داخل جعبه‌های بسته‌بندی، باعث حفظ ویتامین ث، فنل کل و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه ازگیل ژاپنی شد (Ashornejad and Ghasemnejad, 2012). چنین یافته‌هایی با نتایج این آزمایش برای فلفل دلمه‌ای مطابقت کامل دارند. فلفل دلمه‌ای رقم "California wonder" محصولی به رنگ سبز است که هرگونه تغییرات در رنگ ظاهری باعث کاهش بازارپسندی آن می‌شود. نتایج این آزمایش نشان داد طی دوره انبارمانی به دلیل تجزیه کلروفیل و سنتز رنگدانه‌های کاروتنوئیدی رنگ میوه اندکی تغییر یافت و باعث کاهش بازارپسندی آن شد. تیمارهای کلسیم با استحکام دیواره سلولی و کاهش تنفس و تنش و همچنین تیمارهای سلوفان با ایجاد فضایی با اتمسفر تعدیل یافته از تجزیه زیاد کلروفیل و سنتز کاروتنوئیدها جلوگیری کرده و از تغییرات زیاد رنگ در این میوه جلوگیری کردند. این تحقیق نشان داد میوه‌هایی که دارای کلروفیل بیشتری بودند، محتوای کاروتنوئید کمتر و

بازارپسندی بیشتری داشتند.

شاهد شدند. بررسی نتایج بدست آمده نشان داد که برای بیشتر صفات مورد بررسی، تیمار ترکیبی کلسیم+سلوفان بهتر از سایر تیمارها باعث حفظ کیفیت میوه‌های فلفل دلمه‌ای طی دوره انبارمانی شد. بنابراین، استفاده از این تیمار به عنوان یک برنامه کاربردی جهت انبارداری و بازاررسانی این میوه در مرحله‌ی پس از برداشت توصیه می‌گردد.

### نتیجه‌گیری کلی

این آزمایش نشان داد که با افزایش ماندگاری میوه فلفل دلمه‌ای در انبار، بازارپسندی و کیفیت میوه‌ها کاهش یافت. ولی تیمارهای آزمایش بخوبی باعث حفظ کیفیت میوه‌ها نسبت به

### References

- Ahmad, M., Shah, Z., Durrani, J., Chaudhry, M. A. & Khan, E. (1989). Effect of film packaging physicochemical characteristics of blood red oranges during storage at room conditions. Pak. J. Agri. Rese., 10, 66-73.
- Antonio, P., Salvator, D., Agabbio, S. & Giovanni, C. (1996). Effect of packaging and coating on fruit quality changes of loquat during three cold storage regimes. Hort. science, 10(3), 120-125.
- Ashornejad, M. & Ghasemnejad, M. (2012). Effect of packaging with cellophane and cold storage on quality and shelf life of Japanese Medlar fruit. Nutri. Scie. and Food Tech., 7(2):95-375. (in Farsi)
- Bosland, P. W. & Votova, E. J. (2000). Pepper: vegetable and spice capsicums. CABI Publishing, Wallingford, UK, 1, 14-23.
- Capdeville, G. D., Maffia, L. A., Finger, F. L. & Bastists, U. G. (2003). Gray mold severity and vase life of rose buds after pulsing with citric acid, salicylic acid, calcium sulfate, sucrose and silver thiosulfate. Phytopathology. 28, 380-385.
- Conway, W.S., Sams, C.E. & Hickey, K.D. (2002). Pre-and Postharvest Calcium Treatment of Apple Fruit and its Effect on Quality, Acta Hort. 594-600.
- Ding C K, Chachin K, Ueda Y, Imahori Y and Wang C Y (2002). Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. Post. Bio. and Tech., 24, 341-348.
- Heaney, R. P. (2000). Calcium, dairy products and osteoporosis. J. of the American College of Nutrition, 21, 239-244.
- Lima, L.C.O. (1990). Quality and cell wall components of Anna and Granny smith apples treated with heat, calcium and ethylene. Hort. Science, 115(6), 954-958.
- Miliauskas, G., Venskutonis, P. R. & Van Beek, T. A. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. Food Chemistry, 85, 231-237.
- Mohammadi, M., Khademi, O., Saidi, M. & Bazgir, M. (2016), Postharvest quality preservation and control of fungal rot sweet pepper using chitosan edible coating. J. of plant process and function, 5(16), 17-26. (in Farsi)
- Mohammadi, Saidi, M., Rajaei, M & Lal, V. (2017), Effect of white willow aqueous extract and cellophane coating on control of pathogenic agents and quality of apricot in storage. J. of Food Research, 27(4): 49-60. (in Farsi)
- Mo, Y., Gong, D., Liang, G., Han, R., Xie, J. & Li, W. (2008). Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during post-harvest storage. Food Agriculture, 88, 2693-2699.
- Nyanjage, M.O., Nyalala, S.P.O., Illa, A.O., Mugo, B.W., Limbe, A.E. & Valimu, E.M. (2005). Extending post-harvest life of sweet pepper (*Capsicum annum* L. "California Wonder") with modified atmosphere packaging and storage temperature. Agric. Trop. et Subtrop., 38, 28-34.
- Ramana, T.V.R., Neeta, B.G. & Khilana, K.S. (2011). Effect of postharvest treatments and storage temperatures on the quality and shelf life of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). Scientia Hort., 132, 18-26.
- Rao, T.V.R.; Gol, N.B. & Shah, K.K. (2012). Effect of postharvest treatments on the quality sweet pepper

(*Capsicum annum* L.), *Scientia Horticulturae*, 133, 119-127.

-Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Ascherio, A., Giovannucci, E., Colditz, G. A. & Willett, W. C. (1993). Vitamin E consumption and the risk of coronary heart disease in men. *The New England J. of Medicine*, 328, 1450-1456.

-Sakaldas, M.. & Kaynas, K.(2010). Biochemical and quality parameters changes of green sweet bell peppers as affected by different postharvest treatments. *African J. of Biotech.*, 9, 8174-8181.

-Valero, D., Martinez-Romero, D., & Serrano, M, (2002). The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends Food Sci. Technol.*, 13, 228-234.

-Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y. & Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *Food Chem.*, 124, 1443-1450.