

## اثر محلول پاشی قبل از برداشت آهن و سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات انبارمانی آلو رقم خاکی (*Prunus salicina* cv. Flavor supreme pluot) در دو دمای سردخانه

طه رنجبر مالی دره<sup>۱</sup>، محمدعلی عسگری سرچشمه<sup>۲\*</sup>، مصباح بابالار<sup>۳</sup>، حامد شکری حیدری<sup>۱</sup> و احمد احمدی<sup>۴</sup>  
۱، ۲، ۳ و ۴. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و مربی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ایران  
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۴/۱۹ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۶)

### چکیده

انبارمانی محصولات باغبانی با تیمارهای قبل و پس از برداشت مرتبط است. به همین منظور، آزمایشی در دو مرحله انجام گرفت. مرحله اول، سالیسیلیک اسید با غلظت‌های صفر، ۲ و ۴ میلی‌مولار و کلات آهن با غلظت‌های صفر، ۰/۱ و ۱ گرم بر لیتر، سه بار در زمان‌های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از تمام گل بر درختان آلو رقم خاکی محلول پاشی گردید. مرحله دوم در سردخانه با دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل-اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. صفات کیفی شامل سفتی بافت، ویتامین C، اسید قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول و میزان آنتوسیانین‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد سالیسیلیک اسید به تنهایی بر شاخص‌های اسید قابل تیتراسیون، مواد جامد محلول، ویتامین C و آنتوسیانین‌ها در سطح یک درصد و سفتی در سطح پنج درصد تأثیر داشت. همچنین محلول پاشی آهن به تنهایی بر آنتوسیانین‌ها در سطح یک درصد اثر معنی‌دار گذاشت. علاوه بر این، تمامی شاخص‌های مورد بررسی در هر دو دما در طول مدت نگهداری دچار تغییرات معنی‌داری شدند. تیمار با سالیسیلیک اسید موجب حفظ مواد جامد محلول، ویتامین C، آنتوسیانین، سفتی بافت و افزایش اسید قابل تیتراسیون گردید که غلظت ۲ میلی‌مولار بیش از غلظت ۴ میلی‌مولار مؤثر واقع شد. همچنین، تیمار با آهن ۰/۱ گرم بر لیتر سبب بهبود کیفیت میوه شد. در مجموع، دمای ۱ درجه سانتی‌گراد بیش از ۴ درجه سانتی‌گراد و به ترتیب تا ۶۰ و ۴۰ روز موجب حفظ کیفیت و بازارپسندی میوه شد.

واژه‌های کلیدی: آلو، آنتوسیانین‌ها، پس از برداشت، سفتی، ویتامین C.

## Effect of pre-harvest spray of iron and salicylic acid on some characteristics of plum (*Prunus salicina* cv. Flavor supreme pluot) at two storage temperature

Taha Ranjbar Malidarreh<sup>1</sup>, Mohammad Ali Askari Sarcheshmeh<sup>2\*</sup>, Mesbah Babalar<sup>3</sup>, Hamed Shokri Heydari<sup>1</sup> and Ahmad Ahmadi<sup>4</sup>

1, 2, 3, 4. Former M. Sc. Student, Associate Professor, Professor and Instructor, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: July 10, 2018 - Accepted: Jan. 26, 2019)

### ABSTRACT

Storage of horticultural crops is associated with pre and postharvest treatments. For this purpose, an experiment was conducted in two steps. The first step, salicylic acid (0, 2 and 4 mM) and iron chelate (0, 0.1 and 1 g/l) were sprayed three times at 30, 60 and 90 days after full bloom on plum cv. Flavor supreme pluot. The second step was carried out at storage with two temperatures (1 and 4 °C). The experiment was performed as factorial split-plot in a completely randomized block design with three replications. Qualitative characteristics including tissue firmness, vitamin C, titratable acid, total soluble solids and anthocyanins content were measured. The results showed that salicylic acid treatment had a significant effect on TSS, TA, vitamin C and anthocyanins at 1% level and tissue firmness at 5% level. Iron application was significant at 1% level on anthocyanins. In addition, all of the studied characteristics were significantly changed during storage at both temperatures. Spraying plum trees with salicylic acid with 2 mM concentration retained total soluble solids, vitamin C, anthocyanin, tissue firmness and titratable acid increased more than the 4 mM. Also, treatment with iron (0.1 g/l) improved fruit quality. In general, 1 °C temperature was more effective than 4 °C and maintained the quality and marketability of fruits up to 60 and 40 days, respectively.

**Keywords:** Anthocyanins, firmness, plum, postharvest, vitamin C.

\* Corresponding author E-mail: askari@ut.ac.ir

### مقدمه

آلو گیاهی متعلق به تیره رزاسه و به سه دسته آسیایی (*P. salicina*)، اروپایی (*P. domestica*) و آمریکایی (*P. americana*) تقسیم می‌شوند. رقم "Flavor supreme pluot" جزو آلوهای آسیایی بوده و یک رقم هیبرید (Pluot) بین آلو و زردآلو است. به طور کلی هیبریدهای آلو و زردآلو به سه دسته تقسیم می‌شوند، دسته اول به Pluotها (۷۵ درصد آلو و ۲۵ درصد زردآلو) معروف می‌باشند که رقم مورد مطالعه در این تحقیق (*Prunus salicina* cv. Flavor supreme) هم از این دسته از آلوها بوده که دارای میوه ی کشیده با رنگ گوشت قرمز و رنگ پوست کدر و به اصطلاح خاکی، دسته دوم Pluomcotها (۵۰ درصد آلو و ۵۰ درصد زردآلو) و دسته سوم که به Apricotها (۷۵ درصد زردآلو و ۲۵ درصد آلو) معروف می‌باشند (Hartman & Neumuller, 2009)، که به دلیل بافت مستحکم مناسب انبارمانی است اما به واسطه طول مدت نگهداری، در برابر عوارض فیزیولوژیکی و بیماری‌ها حساس است. نگهداری در دمای پایین مهمترین روش مورد استفاده به منظور حفظ محصولات برداشت شده می‌باشد. با این وجود، نگهداری محصولات در دمای پایین در گستره بالاتر از نقطه انجماد تا حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد سبب بروز خسارت سرمازدگی در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌گردد (Wang, 1993). آلو یکی از محصولات باغی مهم در جهان بوده اما میوه‌ای بسیار فسادپذیر با عمر قفسه‌ای کوتاه در دمای محیط می‌باشد. دمای پایین انبار جهت افزایش عمر انبارمانی توصیه می‌گردد، با این حال، میوه‌های آلو در برابر دمای پایین انبار آسیب‌پذیر بوده و دچار سرمازدگی می‌شوند (Crisosto & Kader, 2000). بافت نرم آلو موجب افزایش تلفات پس از برداشت آلو در مراحل مختلف بازار رسانی می‌شود (Muhammad, 2012). خسارات فنی پس از برداشت به تلفات کمی و کیفی قابل اندازه‌گیری نظیر تغییر در دسترس بودن محصول، قابل مصرف بودن محصول، سلامت و کیفیت محصول در مراحل مختلف حمل و نقل می‌پردازد. عوامل اصلی تلفات پس از برداشت آلو عبارت است از تلفات بیولوژیکی، میکروبیولوژیکی

(قارچ، باکتری)، شیمیایی (آلودگی به آفت کش‌ها)، بیوشیمیایی (واکنش آنزیمی)، مکانیکی، فیزیکی (سرما یا گرمای بیش از حد) و ... (Shah & Farooq, 2006; Khan et al., 2008; Buyukbay et al., 2011). چندین ماده جهت افزایش عمر انبارمانی و کاهش سرمازدگی در دمای پایین انبار معرفی شده‌اند (Guo et al., 2006; Khan et al., 2008). سالیسیلیک اسید با فرمول شیمیایی  $\text{HOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$  یکی از تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی است که دامنه وسیعی از واکنش‌های متابولیکی و فیزیولوژیکی را در گیاهان سبب می‌شود (Raskin, 1992a). سالیسیلیک اسید در کاهش آسیب سرمایی و نشت الکترولیتی در میوه انار نسبت به میوه‌های شاهد بسیار مؤثر است (Sayyari et al., 2009). تیمار با غلظت‌های مختلف سالیسیلیک-اسید (۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار) سبب مقاومت بیشتر میوه‌های آلو به کاهش وزن نسبت به میوه‌های شاهد می‌شود و با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، این کاهش وزن، به میزان کمتری رخ می‌دهد و همچنین موجب حفظ میزان ویتامین ث، اسید قابل تیتراسیون، آنتی‌اکسیدان کل و فنول کل در غلظت‌های بالاتر شد (Davarinejad et al., 2013). گزارش شده که تیمار با سالیسیلیک اسید نه تنها سبب مهار تنفس می‌شود بلکه با کاهش تولید  $\text{CO}_2$ ، نقطه بحرانی تنفس در میوه‌های فرازگرا (climacteric) را نیز به تعویق می‌اندازد. همچنین سبب تأخیر در تنفس فرازگرا شده و تولیدات حاصل از تنفس نیز کاهش می‌یابد (Luo et al., 2011).

خاک‌های آهکی و قلیایی نواحی خشک و نیمه خشک به ویژه در کشور ایران و همچنین برخی از خاک‌های شنی با مشکل کمبود آهن مواجه هستند. کلروز ناشی از کمبود آهن از جمله عارضه‌های شایع به‌ویژه در زمین‌های آهکی و یکی از عوامل محدودکننده در رشد و پرورش درختان میوه در بسیاری از نقاط جهان است (Abadia et al., 2011). آهن در آنزیم‌های گیاهی زیادی وجود دارد و نقش غالب را در واکنش‌های اکسایشی-کاهشی در فتوسنتز و تنفس ایفا می‌کند. همچنین آهن نقش مهمی در سنتز rRNA و mRNA کلروپلاست ایفا می‌کند که

۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از تمام گل (Full bloom) به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. همزمان با رسیدن تجاری میوه‌ها (رسیدن تجاری معمولاً برای این نوع رقم آلو، قرمزی بیش از ۷۰ درصد گوشت میوه می‌باشد)، در مرحله دوم این تحقیق، میوه‌ها برداشت و برای توزین و نگهداری محصول به سردخانه منتقل شدند. میوه‌ها در دو دمای  $1 \pm 0.5$  و  $4 \pm 0.5$  درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵-۹۰٪ نگهداری شدند. خصوصیات کیفی میوه‌ها، در چهار دوره و در روزهای شروع نگهداری (روز صفر)، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز پس از برداشت اندازه‌گیری شد، در نهایت تجزیه تحلیل داده‌ها به صورت فاکتوریل-اسپلیت پلات با فاکتور اصلی زمان انبارمانی و فاکتورهای فرعی آهن و سالیسیلیک اسید انجام شد.

#### اندازه‌گیری صفات

ارزیابی غلظت مواد جامد قابل حل (TSS) توسط دستگاه رفرکتومتر دستی، مدل ATGO-ATC-20E انجام شد. میزان اسید میوه عیارسنجی شده (TA) با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال بر حسب اسید مالیک، با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Shafiee *et al.*, 2010):

$$\%TA = \left( \frac{V \times N \times \text{MeqMA}}{Y} \right) \times 100$$

که در آن TA اسید نمونه بر حسب اسیدمالیک، V میلی‌لیتر سود مصرفی برای عیارسنجی (تیتراسیون)، N نرمالیت سود مصرفی، Y میلی‌لیتر حجم نمونه یا وزن آن بر حسب گرم و MeqMA اکی‌والان اسید غالب آلو (اکی‌والان اسید مالیک = ۶۷) بودند.

میزان ویتامین C (اسید آسکوربیک) از روش تیتراسیون با ید و یدور پتاسیم اندازه‌گیری شده و طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Sayyari *et al.*, 2009):

= میلی‌گرم ویتامین C در ۱۰۰ گرم نمونه

$$\frac{0.88 \times \text{حجم محلول یدیدور پتاسیم مصرفی}}{\text{میزان عصاره صاف شده میوه}}$$

روش اختلاف pH برای سنجش میزان آنتوسیانین‌ها به کار برده شد (Giusti & wrolstad, 2001):

= آنتوسیانین‌های کل (mg/L)

$$(\Delta) \times \left( \frac{445}{2} \right) \times (1000) \times \left( \frac{A}{26900} \right)$$

سنتز کلروفیل را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Noort & Wallace, 1966). به علاوه آهن بخشی از گروه کاتالیزوری بسیاری از آنزیم‌های اکسیداسیون و احیاست (Al-Bamarny, 2010). با افزایش میزان آهن، تجمع کلروفیل‌ها به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2004). کمبود آهن موجب کاهش وزن تر، اندازه، رنگ، سفتی، ویتامین ث و مواد جامد محلول میوه هلو در مقایسه با میوه‌های درختان هلوی رشد یافته در شرایط بهینه می‌گردد (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2003). محلول پاشی برگی مشکلات دستیابی به محلول غذایی را در برخی شرایط خاص خاک (عدم یا کاهش جذب آهن در خاک‌های آهکی) را کاهش می‌دهد (Mengal, 2001) و روش مناسب‌تری برای تهیه عناصر غذایی برای گیاهان دارای کمبود می‌باشد (Erdal *et al.*; 2004; Borowski & Michalek, 2011). معمولاً اثر محلول پاشی سریع بوده و رنگ سبز برگ‌ها پس از چند روز در گیاه ظاهر می‌شود (Fernandez & Ebert, 2005).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی تأثیر محلول پاشی قبل از برداشت آهن و سالیسیلیک‌اسید بر برخی خصوصیات کیفی میوه آلو رقم خاکی در شرایط انبارمانی با دو دمای سردخانه است.

## مواد و روش‌ها

### مواد گیاهی

پژوهش حاضر در ایستگاه تحقیقات گروه مهندسی علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه تهران، واقع در شهر کرج، در سال ۱۳۹۴ انجام شد. به همین منظور، تعداد ۲۷ اصله درخت آلو رقم خاکی (پیوند شده روی پایه بذری آلو) که از نظر سن (۱۱ سال) و اندازه یکنواخت بوده و میانگین عملکرد بین ۲۰ تا ۲۵ کیلوگرم در هر درخت داشتند، به صورت تصادفی انتخاب شدند.

### روش کار

این تحقیق در دو مرحله مجزا صورت پذیرفت. مرحله اول محلول پاشی روی درختان آلو با تیمارهای سالیسیلیک‌اسید (صفر به عنوان شاهد، ۲ و ۴ میلی‌مولار) و آهن سکوسترین (صفر، ۰/۱ و ۱ گرم بر لیتر) به فواصل

معنی دار داشته است. همچنین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، دوره انبارمانی، اثر متقابل آهن و سالیسیلیک اسید و اثر متقابل انبارمانی و سالیسیلیک اسید و همچنین اثر متقابل انبارمانی و آهن در سطح یک درصد و تیمار سالیسیلیک اسید و نیز اثر متقابل آهن، سالیسیلیک اسید و انبارمانی در سطح یک درصد معنی دار شده است. دوره انبارمانی، تیمار سالیسیلیک اسید، آهن، اثر زمان و آهن و اثر متقابل سالیسیلیک اسید و آهن، در مدت انبارمانی طی دمای ۱ درجه سانتی‌گراد توانستند بر میزان آنتوسیانین‌ها در سطح یک درصد تأثیر معنی‌دار بگذارند اما طی دمای ۴ درجه سانتی‌گراد اثر این ترکیبات نشان داد که انبارمانی، کاربرد سالیسیلیک اسید، اثر زمان در سالیسیلیک اسید و اثر متقابل سالیسیلیک اسید، آهن و مدت انبارمانی بر میزان آنتوسیانین‌ها در سطح یک درصد و اثر مدت انبارمانی در آهن در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. دوره انبارمانی بر سفتی بافت میوه آلو در دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد به ترتیب در سطح پنج و یک درصد و سالیسیلیک اسید در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌دار داشت اما آهن معنی‌نشده (جدول ۱).

#### مواد جامد قابل حل (TSS)

در هر دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد، میزان مواد جامد محلول در روز صفر در پایین‌ترین میزان قرار داشت، اما با افزایش زمان نگهداری افزایش یافته و در انتهای انبارمانی به بالاترین مقدار رسید. TSS در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد افزایش بیشتری نسبت به دمای ۱ درجه سانتی‌گراد از خود نشان داد (شکل ۱).

تیمار آلو با سالیسیلیک اسید با غلظت دو میلی‌مولار در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد موجب افزایش مواد جامد محلول میوه نسبت به شاهد شد. غلظت چهار میلی‌مولار تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت. علاوه بر این، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید مشاهده نشد (شکل ۲).

سفتی میوه‌ها توسط دستگاه سفتی‌سنج (Penetrometer) دستی (با قطر پروپ ۸ میلی‌متر و مدل FHT200) برحسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع اندازه‌گیری شد (Shafiee et al., 2010).

#### تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزارهای آماری SAS و MSTAT-C و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار Excel صورت گرفت. به منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

#### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای مختلف بر بیشتر شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار شد. سالیسیلیک اسید به تنهایی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد تأثیر معنی‌دار بر شاخص‌های TA، TSS، آنتوسیانین‌ها و سفتی بافت میوه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بر TA، ویتامین C و آنتوسیانین‌ها داشت. همچنین محلول پاشی آهن به تنهایی بر میزان آنتوسیانین‌ها در دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد اثر معنی‌دار گذاشت. علاوه بر این، تمامی شاخص‌های مورد بررسی در هر دو دما در طول مدت نگهداری دچار تغییرات معنی‌داری شدند (جدول ۱).

دوره انبارمانی بر میزان مواد جامد محلول میوه در هر دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد در سطح پنج درصد تأثیر معنی‌دار داشت. همچنین، تیمار سالیسیلیک اسید موجب تأثیر معنی‌دار بر TSS آلو در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد شد.

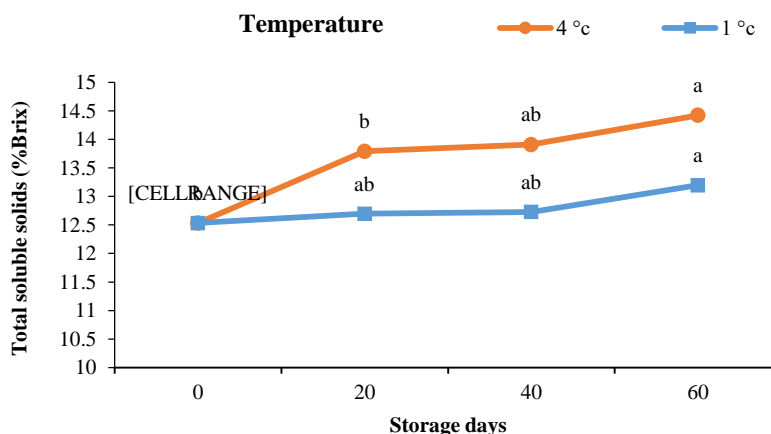
در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد، دوره انبارمانی و سالیسیلیک اسید در سطح یک درصد بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه اثر معنی‌دار گذاشتند. همچنین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد اثر متقابل آهن و سالیسیلیک اسید در سطح پنج درصد و اثر متقابل دوره انبارمانی و سالیسیلیک اسید در سطح یک درصد بر میزان TA معنی‌دار شدند. در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد، تنها دوره انبارمانی بر میزان ویتامین C میوه آلو در سطح یک درصد تأثیر

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس اثر سالیسیلیک اسید و آهن بر میزان TSS، TA، ویتامین C، آنتوسیانین و سفتی آلو رقم خاکی در زمان‌های شروع انبارمانی، ۲۰، ۴۰ و ۶۰ روز نگهداری در سردخانه با دماهای ۱±۰/۵ و ۴±۰/۵ درجه سانتی‌گراد

Table 1. Results of variance analysis effect of salicylic acid (SA) and Fe on TSS, TA, vitamin C, anthocyanins and tissue firmness of *Prunus salicina* cv. Flavor supreme pluot at 0, 20, 40 and 60 days after storage in cold storage with 1±0.5°C and 4±0.5°C

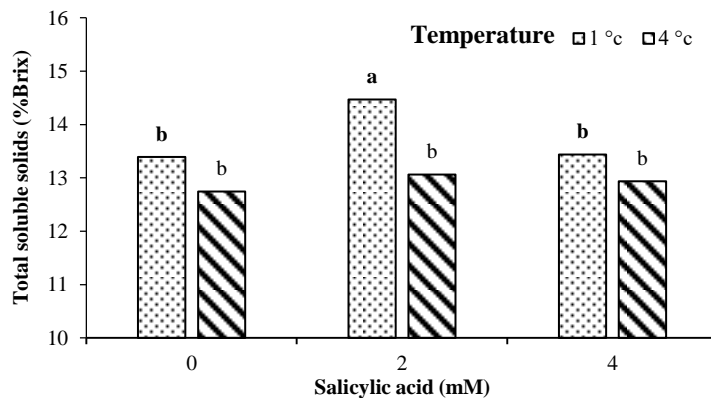
Source of variation	df	Mean of squares									
		Anthocyanin		Vitamin C		TA		TSS		Firmness	
		1°C	4°C	1°C	4°C	1°C	4°C	1°C	4°C	1°C	4°C
Replication	2	84.61 <sup>ns</sup>	23.2 <sup>ns</sup>	182.64 <sup>**</sup>	26.99 <sup>ns</sup>	0.19 <sup>**</sup>	0.19 <sup>**</sup>	26.29 <sup>**</sup>	8.01 <sup>**</sup>	4.64 <sup>ns</sup>	1.55 <sup>ns</sup>
Storage time (Time)	3	996.2 <sup>**</sup>	1237.9 <sup>**</sup>	129.76 <sup>**</sup>	360.5 <sup>**</sup>	4.03 <sup>**</sup>	2.51 <sup>**</sup>	15.79 <sup>*</sup>	6.1 <sup>*</sup>	79.1 <sup>**</sup>	52.56 <sup>**</sup>
Salicylic acid (SA)	2	532.56 <sup>**</sup>	319.38 <sup>**</sup>	35.89 <sup>ns</sup>	51.81 <sup>**</sup>	0.09 <sup>**</sup>	0.05 <sup>**</sup>	26.76 <sup>**</sup>	1.79 <sup>ns</sup>	42.65 <sup>*</sup>	1.33 <sup>ns</sup>
Fe	2	364.12 <sup>**</sup>	234.21 <sup>**</sup>	1.6 <sup>ns</sup>	16.16 <sup>ns</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.004 <sup>ns</sup>	1.13 <sup>ns</sup>	2.92 <sup>ns</sup>	9.71 <sup>ns</sup>	0.47 <sup>ns</sup>
SA×Fe	4	89.92 <sup>ns</sup>	35.38 <sup>ns</sup>	40.58 <sup>ns</sup>	43.77 <sup>**</sup>	0.03 <sup>ns</sup>	0.24 <sup>*</sup>	9.65 <sup>ns</sup>	2.96 <sup>ns</sup>	18.32 <sup>ns</sup>	1.14 <sup>ns</sup>
SA×Time	6	24.01 <sup>ns</sup>	158.58 <sup>*</sup>	13.46 <sup>ns</sup>	42.26 <sup>**</sup>	0.01 <sup>ns</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	6.92 <sup>ns</sup>	4.51 <sup>*</sup>	14.1 <sup>ns</sup>	1.03 <sup>ns</sup>
Fe×Time	6	257.45 <sup>**</sup>	387.69 <sup>**</sup>	6.3 <sup>ns</sup>	58.93 <sup>**</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.006 <sup>ns</sup>	7.51 <sup>ns</sup>	3.04 <sup>ns</sup>	27.51 <sup>ns</sup>	1.44 <sup>ns</sup>
SA×Fe×Time	12	320.39 <sup>**</sup>	411.57 <sup>**</sup>	36.02 <sup>ns</sup>	48.28 <sup>**</sup>	0.02 <sup>ns</sup>	0.005 <sup>ns</sup>	5.03 <sup>ns</sup>	1.02 <sup>ns</sup>	26.66 <sup>ns</sup>	0.37 <sup>ns</sup>
Error	178	0.07	0.23	20.42	11.66	0.01	0.01	5.53	1.83	22.5	6.74
CV%	-	13.75	16.44	17.71	12.66	11.23	12.17	17.09	10.48	18.94	19.26

ns, \*, \*\*: non-significantly difference and significantly difference at 5 and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر دمای انبار بر مواد جامد محلول میوه آلو رقم خاکی.

Figure 1. Mean comparison effect of storage temperature on TSS in plum fruit (cv. Flavor supreme pluot).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و دمای انبار بر میزان مواد جامد محلول میوه آلو رقم خاکی.

Figure 2. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and storage temperature on TSS content of plum fruit (cv. Flavor supreme pluot).

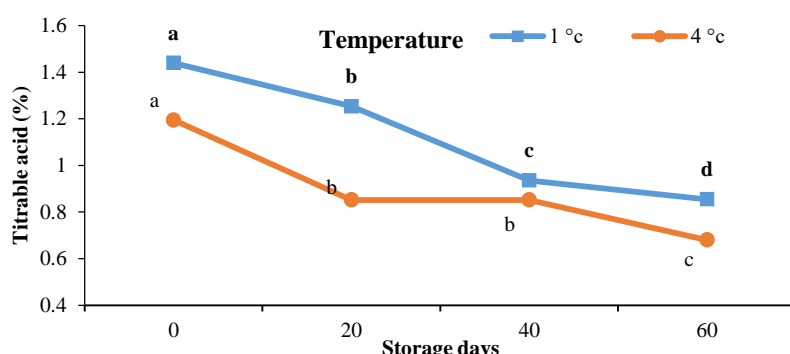
در طی مدت انبارمانی کاهش معنی داری از خود نشان می دهد، به این صورت که میزان مواد جامد محلول در دمای ۵ و ۱۰ درجه سانتی گراد نسبت به دمای ۲۵ درجه سانتی گراد تغییر کمتری نشان داد که دلیل آن می تواند تأخیر در رسیدن میوه در دماهای پایین تر باشد ( Hong *et al.*, 2013).

**اسید قابل تیتراسیون (TA) میوه آلو**

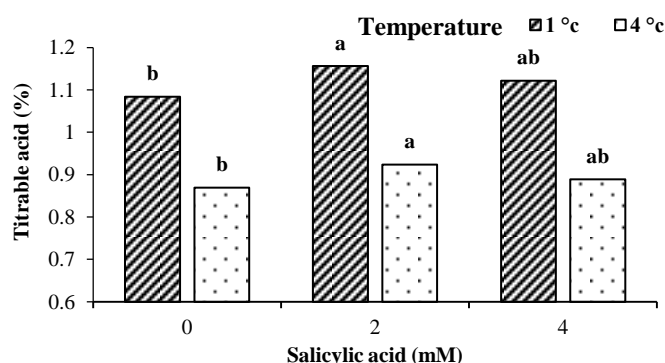
با افزایش دوره انبارمانی میزان اسید قابل تیتراسیون میوه آلو در هر دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی گراد کاهش معنی داری پیدا کرد، به طوری که در انتهای انبارمانی به پایین ترین حد خود به ترتیب با میزان ۰/۱۸۵۴ و ۰/۱۶۸ درصد رسید (شکل ۳).

تیمار با غلظت دو میلی مولار سالیسیلیک اسید در دمای ۱ و ۴ درجه سانتی گراد موجب حفظ بیشتر اسید قابل تیتراسیون میوه نسبت به تیمار شاهد و غلظت چهار میلی مولار شد (شکل ۴).

بیشترین تغییراتی که هنگام رسیدن میوه صورت می گیرد مربوط به شکستن کربوهیدرات های پلیمری خصوصاً قندهای موجود در دیواره سلولی می باشد که منجر به تغییر مزه و تغییر در بافت محصول می شود، به همین دلیل میزان مواد جامد محلول با رسیدن میوه افزایش می یابد (Rahemi, 2005). گزارش شده است که نگهداری میوه ها به ویژه میوه های فرازگرا مانند هلو در سردخانه موجب افزایش میزان مواد جامد محلول می گردد ( Ranjbaran *et al.*, 2011; Shokri Heydari *et al.*, 2020; Tareen *et al.*, 2012). علت افزایش میزان مواد جامد محلول در میوه های تیمار شده با سالیسیلیک اسید نسبت به میوه های شاهد این است که سالیسیلیک اسید نقش بسیار مهمی در وضعیت انرژی گیاهان و انتقال و تجمع مواد فتوسنتزی دارد و به این سبب بر افزایش این میزان مؤثر بوده است (Ahmad *et al.*, 2012). گزارش شده که هرچه دمای انبار میوه آناناس بیشتر باشد، میزان مواد جامد محلول



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر دمای انبار بر اسید قابل تیتراسیون میوه آلو رقم خاکی  
Figure 3. Mean comparison effect of storage temperature on TA in plum fruit (cv. Flavor supreme pluot)



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک اسید و دمای انبار بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه آلو رقم خاکی  
Figure 4. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and storage temperature on TA content of plum fruit (cv. Flavor supreme pluot)

حفظ میزان اسید قابل تیتراسیون نسبت به میوه‌های شاهد در طی انبارمانی شده است (Kazemi *et al.*, 2011a,b). در حالتی مشابه، هردو تیمار قبل و پس از برداشت سالیسیلیک‌اسید، موجب حفظ مقدار بالای از اسید قابل تیتراسیون در میوه‌های آناناس نسبت به شاهد شده است (Lu *et al.*, 2011). گزارش شده محلول‌یابی عناصر ریزمغذی (آهن، روی، بور و منگنز) سبب افزایش اسید قابل تیتراسیون در میوه‌های هلو می‌شود (Ali *et al.*, 2014). اسید قابل تیتراسیون در طی انبارمانی به دلیل مصرف اسیدهای آلی برای تنفس میوه کاهش می‌یابد اما این کاهش در دمای ۶ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد بسیار کمتر از دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است که می‌تواند ناشی از کاهش تنفس به واسطه دمای پایین‌تر و در نتیجه به تأخیر افتادن مصرف اسیدهای آلی میوه باشد (Hong *et al.*, 2013).

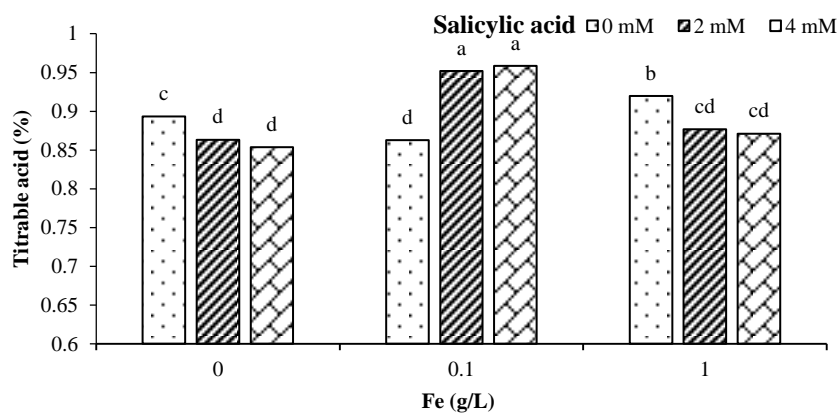
میزان ویتامین C میوه آلو، در انتهای دوره انبارمانی در دمای یک درجه سانتی‌گراد حدود ۱۱/۷ درصد کمتر از مقدار آن در ابتدای دوره انبارمانی بود (شکل ۶).

#### میزان ویتامین C عصاره میوه آلو

با توجه به شکل ۶، میزان ویتامین C میوه آلو در هر دو دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد از روز صفر تا چهارم ثابت مانده و در انتهای انبارمانی کاهش معنی‌داری از خود نشان داد.

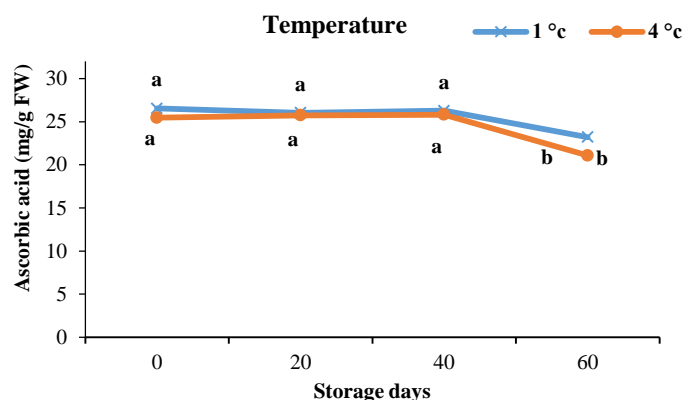
در غلظت صفر و ۱ گرم بر لیتر آهن، تیمار با سالیسیلیک‌اسید موجب کاهش اسید قابل تیتراسیون و در غلظت ۰/۱ گرم بر لیتر تیمار با سالیسیلیک‌اسید با افزایش غلظت سبب افزایش اسید قابل تیتراسیون شده است. کمترین میزان اسید قابل تیتراسیون در تیمار با سالیسیلیک‌اسید با غلظت چهار میلی‌مولار با مقدار ۰/۸۵۳ درصد و بیشترین مقدار آن در تیمار ۰/۱ گرم بر لیتر آهن به همراه سالیسیلیک‌اسید با غلظت چهار میلی‌مولار (با مقدار ۰/۹۵۸ درصد) مشاهده گردید (شکل ۵).

میزان اسید قابل تیتراسیون در میوه‌ها مربوط به غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه می‌باشد و اسید غالب در میوه آلو اسیدمالیک است (Muftuoglu *et al.*, 2012). در نمودار ۶ مشاهده می‌شود میزان اسید قابل تیتراسیون طی انبارمانی کاهش یافت که با نتایج حاصل از اندازه‌گیری اسید قابل تیتراسیون در میوه توت فرنگی در طول دوره انبارمانی مطابقت داشت (Fernandez *et al.*, 2006). از آنجایی که اسیدهای آلی به عنوان سوبسترای اصلی در مکانیسم تنفس می‌باشند کاهش اسید قابل تیتراسیون در طی انبارمانی می‌تواند به علت تغییرات متابولیسمی در میوه و یا مصرف اسیدهای آلی طی فرایند تنفس باشد (Echeverria and Valich, 1989). به طور معمول، اسید قابل تیتراسیون و میزان اسید آلی کل در طول رسیدن میوه کاهش می‌یابند. با این حال، تیمار میوه کیوی با سالیسیلیک‌اسید سبب



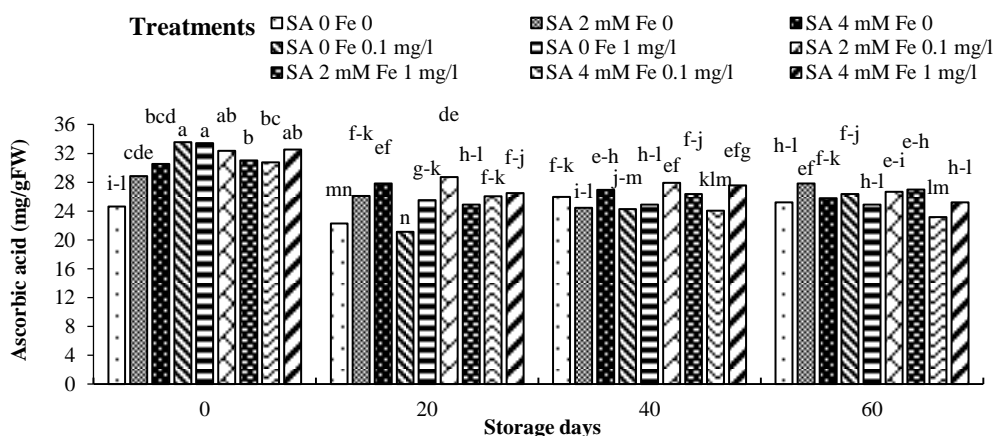
شکل ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل سالیسیلیک‌اسید و آهن بر میزان اسید قابل تیتراسیون میوه آلو رقم خاکی در دمای چهار درجه سانتی‌گراد

Figure 5. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and Fe on plum fruit (cv. Flavor supreme pluot) TA content at storage with 4°C



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر دمای انبار بر میزان ویتامین C میوه آلو رقم خاکی.

Figure 6. Mean comparison effect of storage temperature on vitamin C content in plum fruit (cv. Flavor supreme pluot).



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر متقابل آهن و سالیسیلیک اسید بر میزان ویتامین C میوه آلو رقم خاکی طی انبارمانی در دمای چهار درجه سانتی گراد.

Figure 7. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and Fe on vitamin C content of plum fruit (cv. Flavor supreme pluot) at storage with 4°C.

ویتامین C نسبت به تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت چهار میلی مولار به همراه آهن با غلظت ۰/۱ گرم بر لیتر شد.

گزارش شده که گذشت زمان موجب کاهش میزان ویتامین C در طی مدت انبارمانی می شود و این کاهش به طور مؤثری تحت اثر دمای پایین انبار محدود می شود. نگهداری میوه های آناناس در دمای ۶ و ۱۰ درجه سانتی گراد موجب تأخیر در از دست دادن ویتامین C میوه نسبت به دمای ۲۵ درجه سانتی گراد شد. در مجموع دمای ۶ درجه سانتی گراد نسبت به دو دمای دیگر تأثیر بیشتری بر حفظ میزان ویتامین C

میزان ویتامین C در دمای ۴ درجه سانتی گراد (شکل ۷)، مشابه با دمای ۱ درجه سانتی گراد (شکل ۶) بوده و در مجموع در روز ۶۰ به پایین ترین میزان خود رسیده است. در پایان مدت نگهداری میوه ها، تیمار سالیسیلیک اسید با غلظت چهار میلی مولار به همراه آهن با غلظت ۰/۱ گرم بر لیتر با میانگین ۲۳/۱۷ میلی گرم بر گرم وزن تر، کمترین میزان ویتامین C را داشت. بیشترین میزان ویتامین C میوه آلو تحت اثر سالیسیلیک اسید با غلظت دو میلی مولار بدون کاربرد آهن با میانگین ۲۸/۷۷ میلی گرم بر گرم وزن تر، بدست آمد که موجب افزایش ۱۹/۵ درصدی



یک درجه سانتی‌گراد مربوط به تیمار شاهد (۱۱/۴۵ میلی‌گرم بر صد گرم) بود. در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کمترین میزان آنتوسیانین‌ها، در تیمار شاهد (۱۴/۰۵ میلی‌گرم بر صد گرم) و بیشترین میزان در تیمار سالیسیلیک‌اسید با غلظت چهار میلی‌مولار به همراه کاربرد آهن با غلظت یک گرم بر لیتر (۱۹/۵۰ میلی‌گرم بر صد گرم) مشاهده شد (شکل‌های ۸ و ۹).

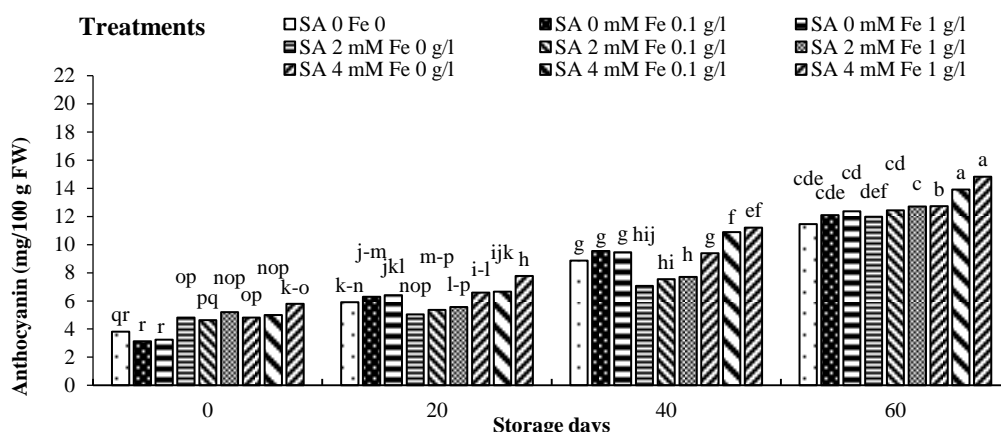
کمبود آهن، نفوذپذیری غشای سلول و تمامیت سلول را تحت تأثیر قرار داده که به دنبال تولید اتیلن و در نتیجه فرآیند رسیدن تسریع می‌شود (Alvarez-Fernandez *et al.*, 2011). بنابراین در دوره‌های انبارمانی بر میزان آنتوسیانین افزوده شده و محلول‌پاشی آهن سبب حفظ و پایداری غشای سلول شده و به دنبال آن تجمع آنتوسیانین‌ها کاهش یا تولید آن به تأخیر می‌افتد.

کاربرد سالیسیلیک‌اسید موجب تسریع تجمع فلاونوئیدها در گونه‌های گیاهی مختلف می‌شود (Xu *et al.*, 2008). سالیسیلیک‌اسید با تحریک بیان و یا افزایش فعالیت ژن‌هایی که غالباً ژن‌های مرکزی بیوسنتز فلاونوئیدها (نظیر CHI، F3A، CHS و ANS) هستند موجب افزایش تجمع فلاونوئیدها می‌شود (Xu *et al.*, 2008). تیمار با سالیسیلیک‌اسید یک میلی‌مولار منجر به افزایش محتوی آنتوسیانین‌ها تا انتهای انبارمانی نسبت به شاهد در میوه‌های گیلان می‌شوند (Gholami *et al.*, 2010; Valero *et al.*, 2011).

در طی مدت انبارمانی داشت. علت این کاهش، افزایش اکسیدان‌ها و واکنش آنتی‌اکسیدان‌هایی نظیر ویتامین C با آنها می‌باشد که با گذشت زمان موجب کاهش میزان آنتی‌اکسیدان‌ها می‌گردد (Hong *et al.*, 2013). محلول‌پاشی سالیسیلیک‌اسید با غلظت دو میلی‌مولار سبب افزایش آنتی‌اکسیدان‌های کل و محتوای اسید آسکوربیک در میوه‌های توت‌فرنگی می‌شود. همچنین تیمار میوه‌های کیوی با سالیسیلیک‌اسید باعث افزایش میزان ویتامین C شده است (Aghdam *et al.*, 2011). با افزایش انبارمانی، به دلیل مصرف ویتامین C به‌عنوان دهنده الکترون برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد، میزان آن کاهش می‌یابد (Smirnoff *et al.*, 1996) (شکل ۷).

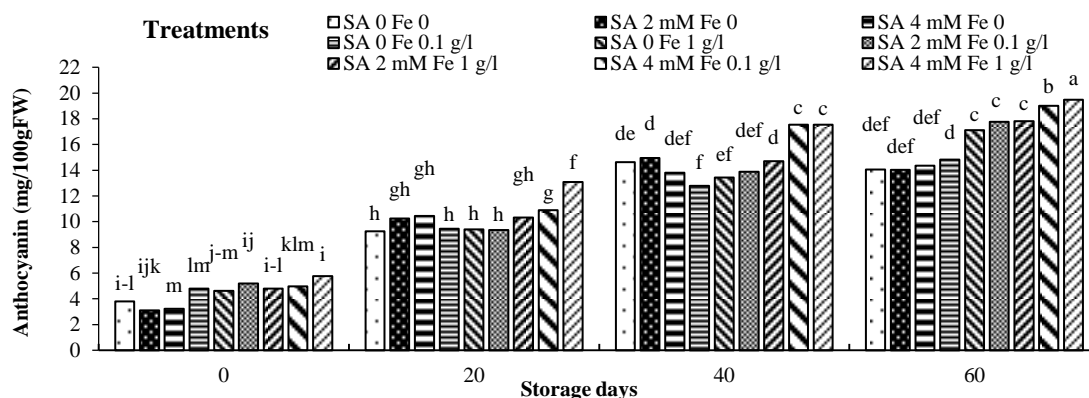
#### مقدار آنتوسیانین‌های میوه آلو

نتایج تحقیق نشان داد که در هر دو دما میزان آنتوسیانین‌ها طی انبارمانی افزایش می‌یابد. کمترین میزان آنتوسیانین‌ها در هر دوره مربوط به تیمار شاهد بوده و تیمارهای دیگر سبب افزایش آنتوسیانین‌ها شدند، به‌طوری‌که در پایان انبارمانی، بیشترین میزان آنتوسیانین‌ها در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد تحت اثر تیمار سالیسیلیک‌اسید چهار میلی‌مولار به همراه کاربرد آهن یک گرم بر لیتر (۱۴/۸۱ میلی‌گرم بر صد گرم) قرار گرفت. همچنین کمترین میزان آنتوسیانین‌ها در دمای



شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل آهن و سالیسیلیک‌اسید بر میزان آنتوسیانین‌های میوه آلو رقم خاکی طی انبارمانی در دمای یک درجه سانتی‌گراد

Figure 8. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and Fe on anthocyanins content of plum fruit (cv. Flavor supreme pluot) at storage with 1 °C



شکل ۹. مقایسه میانگین اثر متقابل آهن و سالیسیلیک اسید بر میزان آنتوسیانین میوه آلو رقم خاکی طی انبارمانی در دمای چهار درجه سانتی گراد

Figure 9. Mean comparison interaction effect of salicylic acid and Fe on anthocyanins content of plum fruit (cv. Flavor supreme pluot) at storage with 4°C

۶۰، میوه‌ها به شدت بازارپسندی خود را از دست دادند و هیچکدام از غلظت‌ها تفاوتی نسبت بهم نداشتند (شکل ۱۱).

سفتی میوه با افزایش مدت انبارمانی، کاهش یافت. طی فرایند رسیدن، آنزیم‌های پلی‌گالاکتوروناز و پکتین استراز باعث دی‌متیلاسیون اسید گالاکتورونیک در پکتین‌های دیواره سلولی شده، یون کلسیم در زنجیره‌های پلیمری دیواره سلولی آزاد شده و در نتیجه نرم شدن دیواره سلول‌ها، نرم شدن میوه اتفاق می‌افتد (Costa et al., 2010). رسیدن میوه با تحریک تولید اتیلن منجر به تغییرات فیزیولوژیکی در اندام‌های گیاهی نظیر نرم شدن بافت میوه می‌گردد.

گزارش شده سفتی میوه کیوی توسط تیمار سالیسیلیک اسید حفظ شده است. نابودی غشای سلولی به‌عنوان عاملی مؤثر بر سفتی بافت میوه شناخته می‌شود که با پراکسیداسیون لیپیدها غشای پلاسمیک مرتبط است.

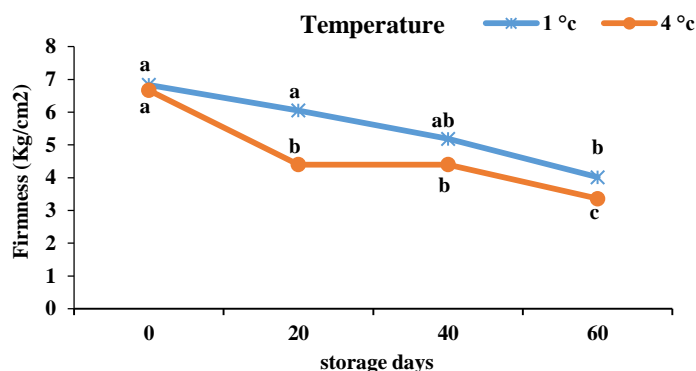
محصولات حدواسط و نهایی پراکسیداسیون لیپیدهای غشای سلولی رادیکال‌های آزاد  $H_2O_2$  و  $O_2$  هستند که نقش مهمی در فرایند رسیدن میوه‌ها مانند مکانیسم نرم شدن آن ایفا می‌کنند (Zhang et al., 2003). تیمار خارجی و برون‌زای سالیسیلیک اسید به‌طور بالقوه ثبات و استحکام میوه را در دوره پس از برداشت با کاهش فعالیت آنزیم هیدرولاز دیواره سلولی و جلوگیری از تخریب غشای سلولی، حفظ می‌کند (Kazemi et al., 2011).

هر دو کاربرد قبل و پس از برداشت سالیسیلیک اسید در گیلان رقم مشهد می‌تواند موجب القای تجمع محتوی آنتوسیانین‌ها میوه در طول انبارمانی شود که بر خلاف نتایج حاصل از این تحقیق می‌باشد (Gholami et al., 2010). گزارش شده که آنتوسیانین در دماهای پایین انبار به زمان بیشتری برای تشکیل نیاز دارد و هرچه این دما پایین‌تر باشد مدت زمان آن نیز بیشتر شود. در دماهای بالاتر انبار، میزان آنتوسیانین درخت توت فرنگی (*Arbutus unedo* L.) با رسیدن میوه افزایش می‌یابد (Guerreiro et al., 2013) که مطابق با یافته‌های این تحقیق می‌باشد.

#### سفتی بافت میوه آلو

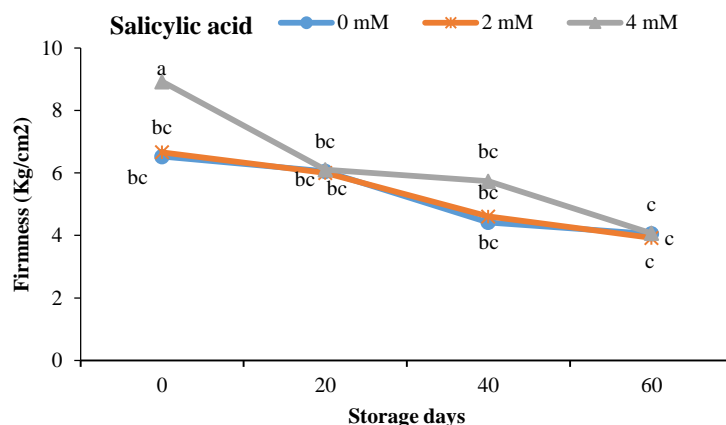
سفتی بافت میوه در هر دو دما با گذشت زمان کاهش یافت. در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد روند کاهشی بوده و در انتهای مدت انبارمانی به پایین‌ترین حد خود رسید که تا روز چهارم با وجود کاهش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، کاهش سفتی بسیار محسوس‌تر بود، به‌طوری که در روز ۲۰ انبارمانی، به شدت کاهش یافت اما تا روز ۴۰ ثابت و سپس مجدداً روند کاهشی نشان داد (شکل ۱۰).

میزان سفتی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش بیشتری نسبت به دمای ۱ درجه سانتی‌گراد از خود نشان داد. سفتی میوه در طول مدت انبارمانی کاهش یافت که غلظت چهار میلی‌مولار منجر به حفظ سفتی میوه نسبت به دو غلظت دیگر تا روز ۴۰ شد. در روز



شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر دمای انبار بر سفتی بافت میوه آلو رقم خاکی

Figure 10. Mean comparison effect of storage temperature on fruit tissue firmness in plum fruit (cv. Flavor supreme pluot)



شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر سالیسیلیک اسید بر سفتی بافت میوه آلو رقم خاکی در دمای یک درجه سانتی گراد

Figure 11. Mean comparison effect of salicylic acid on plum fruit (cv. Flavor supreme pluot) tissue firmness at storage with 1 °C

گزارش شده سفتی میوه‌های گیلان در طی مدت انبارمانی در هر دو دمای اتاق و صفر درجه سانتی‌گراد کاهش یافت اما در دمای صفر درجه سانتی‌گراد این کاهش کمتر بود که حفظ بهتر سفتی در دمای پایین‌تر را می‌توان با تأخیر در تجزیه پروتوپکتین‌های نامحلول به اسید پکتیک و پکتین مرتبط دانست. در طی مدت رسیدن میوه، دیپلمیریزاسیون و کوتاه شدن طول زنجیره مواد پکتینی با افزایش فعالیت آنزیم‌های پکتین استراز و پلی‌گالاکتروناز رخ می‌دهد (Yaman & Bayoundurlu, 2002).

#### نتیجه‌گیری کلی

تیمار میوه‌ها با سالیسیلیک اسید در انبار با دمای ۱ درجه سانتی‌گراد منجر به تأثیر معنی‌دار بر مواد جامد

سفتی میوه آلو به دلیل فرازگرا بودن این میوه در مدت انبارمانی کاهش یافت (شکل ۱۰ و ۱۱). کاهش کیفیت میوه به سبب کمبود آهن می‌تواند ناشی از عوامل مختلفی نظیر کاهش اندازه میوه‌ها، تغییراتی در رنگ میوه‌ها، کاهش سفتی و میزان آب میوه و همچنین تغییراتی در غلظت ترکیبات شیمیایی مانند اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، ترکیبات فنولی و غیره شود. سفتی میوه پارامتری بسیار مهم برای سنجش کیفیت برخی از محصولات نظیر میوه‌های هسته‌دار است که می‌تواند متأثر از کمبود آهن باشد. کمبود آهن سبب کاهش سفتی میوه‌های شاهد هلو رقم "Carson" از ۵۳ درصد به ۳۵ درصد شده است، در حالی که کمبود آهن در میوه‌های هلو رقم "Baby gold" باعث تغییری در ظاهر و سفتی میوه‌ها نمی‌شود ( Alvarez-Fernandez *et al.*, )

کاهش گونه‌های اکسیژن واکنش گر (ROSها) شده و به این ترتیب از سرمازدگی میوه‌های آلو در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد جلوگیری کرده و با این مکانیزم طول مدت انبارمانی میوه‌ها را افزایش داد که این تأثیر در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد بیش از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بود. همچنین، تیمار با آهن ۰/۱ گرم بر لیتر بهترین بازده را داشته و افزایش کیفیت را در پی داشته است. میوه‌های آلو رقم خاکی در دمای ۱ درجه سانتی‌گراد تا روز ۶۰ کیفیت و بازارپسندی خود را حفظ کرده و قابل ارسال به بازار مصرف بودند، اما در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نهایتاً تا روز ۴۰ قابلیت ارسال به بازار را داشته و در روز ۶۰ کیفیت خود را از دست دادند.

محلول، اسید قابل تیتراسیون و آنتوسیانین در سطح احتمال یک درصد شد. همچنین در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، تیمار با سالیسیلیک اسید سبب تأثیر معنی‌دار بر صفات اسید قابل تیتراسیون، میزان ویتامین C و میزان آنتوسیانین‌ها در سطح احتمال یک درصد شد. تیمار میوه‌ها با آهن در انبار با دمای ۱ و ۴ درجه سانتی‌گراد تنها موجب تأثیر معنی‌دار بر صفت میزان آنتوسیانین در سطح احتمال یک درصد شد. در مجموع، تیمار درختان آلو با سالیسیلیک اسید با غلظت ۲ میلی‌مولار بهترین بازدهی را داشته و موجب بهبود کیفیت میوه‌ها در طی مدت انبارمانی شد. طبق نتایج بدست آمده، سالیسیک اسید با افزایش میزان آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی موجب

## REFERENCES

1. Abadía, J., Vázquez, S., Rellán-Álvarez, R., El-Jendoubi, H., Abadía, A., Álvarez-Fernández, A. & López-Millán, A.F. (2011). Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. *Plant Physiology and Biochemistry*, 49(5), 471-482.
2. Aghdam, M. S., Motallebiazar, A., Mostofi, Y., Moghaddam, J. F. & Ghasemnezhad, M. (2011). Methyl salicylate affects the quality of Hayward kiwifruit during storage at low temperature. *Journal of Agricultural Science*, 3(2), 149-156.
3. Ahmad, S., Singh, Z. & Iqbal, Z. (2012). Effect of preharvest sprays of salicylic acid on the shelf life and quality of 'Lane Late' sweet orange (*Citrus sinensis* L.) cold storage. *In VII International Postharvest Symposium*, 1012, 103-112.
4. FA Al-Bamarny, S. (2010). Effect of some chemical compounds on some characteristics of shoot and fruit of peach (*Prunus persica* L.) cv. Early coronet. *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 38, 198-204.
5. Ali, A., Perveen, S., Shah, S. N. M., Zhang, Z., Wahid, F., Shah, M., & Majid, A. (2014). Effect of foliar application of micronutrients on fruit quality of peach. *American Journal of Plant*, 5, 1258-1264.
6. Alvarez-Fernandez A, García-Laviña P, Fidalgo & Abadia, J. (2004). Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant Soil*, 263, 5-15.
7. Alvarez-Fernandez, A., Grasa, R., Abadia, A., Sanz, M. & Abadia, J. (2003). Agronomic evaluation of new iron chelates. *Phytoma*, 146, 30-36.
8. Alvarez-Fernandez, A., Melgar, J. C., Abadia, J. & Abadia, A. (2011). Effects of moderate and severe iron deficiency chlorosis on fruit yield, appearance and composition in pear (*Pyrus communis* L.) and peach (*Prunus persica* (L.) Batsch). *Environmental and Experimental Botany*, 71(2), 280-286.
9. Asghari, M. (2006). *Effects of salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes*. Ph.D. Thesis, University of Tehran. (in Farsi).
10. Borowski, E. & Michalek, S. (2011). The effect of foliar fertilization of French bean with iron salts and urea on some physiological processes in plants relative to iron uptake and translocation in leaves. *Acta Scientiarum Polonorum*, 10(2), 183-193.
11. Buyukbay, E. O., Uzuno, M. & Bal, H. S. G. (2011). Post-harvest losses in tomato and fresh bean production in Tokat province of Turkey. *Scientific Research and Essays*, 6(7), 1656-1666.
12. Costa, F., Peace, C. P., Stella, S., Serra, S., Musacchi, S., Bazzani, M. & Van de Weg, W. E. (2010). QTL dynamics for fruit firmness and softening around an ethylene-dependent polygalacturonase gene in apple (*Malus domestica* Borkh.). *Journal of Experimental Botany*, 61(11), 3029-3039.
13. Crisosto, C.H. & Kader, A.A. (2000). Plum and fresh prune postharvest quality maintenance guidelines. *Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA, 95616*.
14. Davarynejad, G. H., Zarei, M., Nasrabadi, M. E. & Ardakani, E. (2013). Effects of salicylic acid and putrescine on storability, quality attributes and antioxidant activity of plum cv. 'Santa Rosa'. *Journal of Food Science and Technology*, 34(3), 1-10.

15. Echeverria, E. & Valich, J. (1989). Enzymes of sugar and acid metabolism in stored 'Valencia' oranges. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 11(1), 23-34.
16. El-Jendoubi, H., Vázquez, S., Calatayud, Á., Vavpetič, P., Vogel-Mikuš, K., Pelicon, P. & Morales, F. (2014). The effects of foliar fertilization with iron sulfate in chlorotic leaves are limited to the treated area. A study with peach trees (*Prunus persica* L. Batsch) grown in the field and sugar beet (*Beta vulgaris* L.) grown in hydroponics. *Frontiers in Plant Science*, 5(2), 1-16.
17. Emami, M. & Dardipour, E. (2011). Evaluation the nutritional status of iron in peach. *6th National Conference of New Ideas in Agriculture*. Khurasegan. Khurasegan Islamic Azad University. (in Farsi)
18. Fernández, V. & Ebert, G. (2005). Foliar iron fertilization: a critical review. *Journal of Plant Nutrition*, 28(12), 2113-2124.
19. Fernandez, V., Del Río, V., Abadia, J. & Abadia, A. (2006). Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants. *Plant and Soil*, 289(1-2), 239-252.
20. Gholami, M., Sedighi, A., Ershadi, A. & Sarikhani, H. (2010). Effect of pre- and postharvest treatment of salicylic acid and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'Mashhad' sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. *Acta Horticulturae*, 884, 257-264.
21. Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. Current protocols in food analytical chemistry. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 9, 1-13.
22. Guerreiro, A. C., Gago, C. M., Miguel, M. G. & Antunes, M. D. (2013). The effect of temperature and film covers on the storage ability of *Arbutus unedo* L. fresh fruit. *Scientia Horticulturae*, 159, 96-102.
23. Guo, S.Y., Tan, X.H., Li, Q.M. & Wang, F. (2006). Effects of heat treatment on the chilling tolerance and endogenous phytohormones contents of nai-plum fruits. *Journal-Hunan Agricultural University*, 32(5), 508.
24. Hong, K., Xu, H., Wang, J., Zhang, L., Hu, H., Jia, Z. & Gong, D. (2013). Quality changes and internal browning developments of summer pineapple fruit during storage at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 151, 68-74.
25. Kazemi, M., Aran, M. & Zamani, S. (2011a). Effect of calcium chloride and salicylic acid treatment on quality characteristics of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) during storage. *American Journal of Plant Physiology*, 6, 183-189.
26. Kazemi, M., Hadavi, E. & Hekmati, J. (2011b). Role of salicylic acid in decreases of membrane senescence in cut carnation flowers. *American Journal of Plant Physiology*, 6, 106-112.
27. Khan, A.S., Singh, Z., Abbasi, N.A. & Swinny, E.E. (2008). Pre or post harvest applications of putrescine and low temperature storage affect fruit ripening and quality of 'Angelino' plum. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(10), 1686-1695.
28. Lu, X., Sun, D., Li, Y., Shi, W. & Sun, G. (2011). Pre and post harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. *Scientia Horticulturae*, 130, 97-101.
29. Luo, Z. & Chen, C. (2011). Effect of salicylic acid treatment on alleviating postharvest chilling injury of 'Qingnai' plum fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62(2), 115-120.
30. Mengal, B., Aebi, J., Rodriguez, A. & Lemaire, R. (2001). A prospective randomized study of wound drainage versus non-drainage in primary total hip or knee arthroplasty. *Revue de Chirurgie*, 87(1), 29-39.
31. Muftuoğlu, F., Ayhan, Z. & Esturk, O. (2012). Modified atmosphere packaging of Kabaası apricot (*Prunus armeniaca* L. 'Kabaası'): effect of atmosphere, packaging material type and coating on the physicochemical properties and sensory quality. *Food and Bioprocess Technology*, 5(5), 1601-1611.
32. Noort, D. V. & Wallace, A. (1966). *Role iron in chlorophyll synthesis*. In *Current topics in plant nutrition*, ed. A Wallace, Los Angeles: University of California, 27-28.
33. Okie, W.R. & Hancock, J.F. (2008). *Plums*, In: *Hancock, J.F. Temperate fruit crop breeding germplasm to genomics*. Michigan State University, 337-357.
34. Rahemi, M. (2005). *Postharvest physiology, introduction on fruit, vegetable and ornamental plants postharvest transferring*. Shiraz University Publication, 437 p. (in Farsi).
35. Ranjbaran, E., Sarikhani, H., Wakana, A. & Bakhshi, D. (2011). Effect of salicylic acid on storage Life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). *Journal of the Faculty of Agriculture*, 56(2), 263-269.
36. Raskin, I. (1992a). Role of salicylic acid in plants. Annual Review. *Plant Physiology and Molecular Biology*, 43, 439-463.
37. Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. & Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3), 152-154.

38. Shafiee, M., Taghavi, T. S. & Babalar, M. (2010). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124(1), 40-45.
39. Shokri Heydari, H., Askari Sarcheshmeh, M. A., Babalar, M., Ranjbar Malidarreh, T., & Ahmadi, A. (2020). Effect of pre harvest salicylic acid and iron treatments on postharvest quality of peach fruits. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(2), 187-198.
40. Smirnoff, N. (1996). Botanical briefing: the function and metabolism of ascorbic acid in plants. *Annals of Botany*, 78(6), 661-669.
41. Tareen, M.J., Abbasi, N.A. & Hafiz, I.A. (2012). Effect of salicylic acid treatments on storage life of peach fruits cv. 'Flordaking'. *Pakistan Journal of Botany*, 44(1), 119-124.
42. Valero, D., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Castillo, S., Guillén, F., Martínez-Romero, D. & Serrano, M. (2011). Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(10), 5483-5489.
43. Wang, C. Y. (1993). Approaches to reduce chilling injury of fruits and vegetables. *Horticultural Reviews*, 15, 63-95.
44. Xu, X. & Tian, S. (2008). Salicylic acid alleviated pathogen-induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 49, 379-385.
45. Yaman, Ö. & Bayoandurlu, L. (2002). Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *Food Science and Technology*, 35(2), 146-150.
46. Zhang, Y., Chen, K. S., Chen, Q. J., Zhang, S. L. & Ren, Y. P. (2003). Effects of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. *Acta Botanica Sinica*, 45(12), 1447-1452.