

## Effect of Salicylic Acid on the Quality Characteristics of Apple Fruit (Golden Delicious and Red Delicious) During Storage Period

Zahra Sedaghati<sup>1</sup>, Fatemeh Nazoori<sup>2\*</sup> and Seyed Hossein Mirdehghan<sup>3</sup>

1. M.Sc. Graduate of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan, Iran
2. **\*Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan, Iran (f.nazoori@vru.ac.ir)
3. Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsajan, Rafsajan, Iran

Received: 13 March, 2018

Accepted: 24 April, 2019

### Abstract

#### Background and Objectives

Apple has a long-term supply throughout the year because of its high storage capacity. Sometimes keeping this fruit in the cold storage room for a long time reduces the quality and marketability, thus making it unattractive for consumers. Recently, there has been an increasing interest in the use of natural compounds to maintain fruit quality and extend its shelf life. Salicylic acid (SA), a widely distributed compound in plants, belongs to a group of phenolic compounds. It could be considered an endogenous plant growth regulator involved in the regulation of physiological processes and disease resistance mechanisms.

#### Materials and Methods

To solve this problem, the effect of different concentrations of salicylic acid on the storage of golden and red delicious apple fruits was examined at harvest, 45, 90, 135 and 180 days after storage. Treatments included no washing, distilled water, and salicylic acid 1, 2, and 3 mM for half and 1 hours in cold storage room at  $1 \pm 2^{\circ}$  C. At the end of each storage period, traits such as fruit firmness, vitamin C, TSS/TA, phenol, mealy fruit, flavor (panel test), chilling index and antioxidant capacity were evaluated in three storage periods (0, 90 and 180 days after storage). A factorial experiment based on a completely randomized design was conducted. In both cultivars, harvest index coincided with 170 days after full bloom.

#### Results

Results showed that chilling injury, mealy and fruit ripening reduced by salicylic acid treatment and flavor maintained. Antioxidant capacity and phenol content increased by salicylic acid treatment during the storage, but no effect on vitamin C and fruit firmness was observed. During storage, maximum of chilling injury and flavor was related to yellow apple fruit and the maximum of tissue and skin firmness, vitamin C and antioxidant activity belonged to red apple cultivar. The use of 2 mM salicylic acid for half an hour was more effective than other treatments in preserving the quality and storage of fruit of both cultivars.

#### Discussion

The results of this study showed that at the end of the storage period the amount of mealy fruit



and flavor increased, while skin and tissue firmness decreased significantly. The effects of salicylic acid include a decrease in mealy fruit and chilling injury, as well as an increase in phenolic compounds and maintenance of the antioxidant activity, flavor and TSS/TA, which ultimately increased shelf life of apple fruits. High quality and storage capacity were related to red rather than yellow apple.

**Keywords:** Chilling, Firmness, Flavor, Mealness index

## بررسی اثر اسیدسالیسیلیک بر ویژگی‌های کیفی میوه سیب زرد و قرمز (Golden delicious and Red delicious) لبنانی طی دوره انبارمانی

زهرا صدقاتی<sup>۱</sup>، فاطمه ناظوری<sup>۲\*</sup> و سید حسین میردهقان<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

۲- \*نویسنده مسئول: استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران (f.nazoori@vru.ac.ir)

۳- استاد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۲/۰۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۲

### چکیده

یکی از عوامل مؤثر در کاهش عمر انباری میوه سیب وجود اتیلن در محیط نگهداری است که منجر به کاهش ویژگی‌های کمی و کیفی آن می‌گردد. در سال ۱۳۹۴ به منظور حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری میوه سیب و حل معضلات پس از برداشت این میوه، تأثیر غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک بر انبارمانی میوه‌های سیب ارقام زرد و قرمز لبنانی از منطقه سرچشمه واقع در رفسنجان در زمان‌های صفر، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز بعد از انبارمانی بررسی شد. تیمارها شامل بدون شست و شو (شاهد)، آب مقطر، اسیدسالیسیلیک ۱، ۲ و ۳ میلی‌مولار بود. میوه‌ها پس از تیمار در سردخانه با دمای  $2 \pm 1$  درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی  $90 \pm 5$  درصد نگهداری شد. سفتی بافت میوه، ویتامین ث، TSS/TA، فنل، آردی شدن میوه، عطر و طعم (تست پانل)، سرمازدگی در پایان هر دوره انبارمانی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در سه دوره (صفر، ۹۰ و ۱۸۰ روز بعد از انبار) ارزیابی شدند. کلیه تیمارهای اسیدسالیسیلیک نسبت به شاهد روند سرمازدگی، آردی شدن و رسیدن میوه را کند کرده و باعث حفظ عطر و طعم شد. ۹۰ روز بعد از انبارمانی ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (۹۰ درصد) و مقدار فنل (۳۰ درصد) با تیمار اسیدسالیسیلیک دو و سه میلی‌مولار افزایش یافت ولی این تیمار تأثیر معنی‌داری بر ویتامین ث و سفتی میوه نداشت. طی انبارمانی بیشترین میزان سرمازدگی و آردی شدن مربوط به میوه سیب زرد و بیشترین مقدار سفتی گوشت (۲/۶ کیلوگرم نیرو) و پوست (۴/۷ کیلوگرم نیرو)، ویتامین ث (۶۲ میلی‌گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) و فعالیت آنتی‌اکسیدانی (۱۵ درصد) متعلق به سیب رقم قرمز بود. از بین تیمارها کاربرد اسیدسالیسیلیک دو میلی‌مولار به مدت ۳۰ دقیقه در حفظ کیفیت انبارمانی میوه هر دو رقم سیب زرد و قرمز لبنانی مؤثرتر از تیمار شاهد و سایر تیمارهای اسیدسالیسیلیک بود.

**کلیدواژه‌ها:** آردی شدن، سرمازدگی، سفتی، عطر و طعم

### مقدمه

باغبانی در سال ۱۳۹۵ مربوط به انگور با ۱۶/۴ درصد و بعد از آن سیب با ۱۶/۳ درصد بود که تولید سالانه آن بیش از ۳/۴ میلیون تن می‌باشد (Ahmadi et al., 2017). داشتن طبیعت فرازگرا و افزایش روند تنفس در زمان رسیدن میوه سیب که با تولید اتیلن و نرم شدن قابل توجهی

سیب یکی از مهم‌ترین محصولات باغی است که هر ساله سهم زیادی از تجارت جهانی محصولات کشاورزی را به خود اختصاص می‌دهد. در میان انواع محصولات باغبانی تولیدشده در کشور، بیشترین سهم تولیدات

کاهش آسیب سرمازدگی، پوسیدگی های قارچی و حفظ یا کاهش سرعت نرم شدن میوه ها (Wang et al., 2006) و در گیلاس سبب کاهش پوسیدگی (Qin et al., 2003) گردید. گزارش شد که اسیدسالیسیلیک از طریق کاهش تنفس و پیری و حفظ آنتوسیانین، عمر انبارمانی میوه توت فرنگی را افزایش داده است (Shafiee et al., 2010). اثر اسیدسالیسیلیک در کاهش خسارت سرمازدگی میوه هلو در طول انبار و دمای سرد ممکن است به توانایی آن در تحریک سیستم های آنتی اکسیدانی و پروتئین های شوک دمایی نسبت داده شود که از این طریق سبب حفظ میوه در برابر تنش دمایی می گردد (Wang et al., 2006). اسیدسالیسیلیک با کاهش تولید رادیکال های آزاد و با تأخیر انداختن تولید اتیلن (مرحله فراز گرایی) سبب حفظ پایداری غشاء در میوه انبه گردید (Mirzaaliandastjerdi et al., 2014). نتایج حاصل از تحقیقات، نشان داد که تیمار اسیدسالیسیلیک تأثیر قابل توجهی بر کاهش نشت یونی در میوه های حساس به سرمازدگی از جمله انار دارد (Sayyari et al., 2009). همچنین از طریق القای مقاومت در برابر پاتوژن ها و افزایش فعالیت آنزیم های پراکسیداز و بتا ۱ و ۳ گلوکوناز سبب کاهش پوسیدگی گلابی شد (Davarinejad et al., 2014). اسیدسالیسیلیک از طریق کاهش تنفس و سرعت فرآیندهای متابولیکی منجر به تجمع اسیدهای آلی، کاهش پهاش عصاره میوه انگور (Asghari and Ahadi, 2013) و حفظ رنگیزه آنتوسیانین و کیفیت ظاهری میوه گلابی شد (Jalili Marandi and Shafaei, 2015). رایج ترین علت تلفات بعد از برداشت میوه سیب از دست دهی آب، نرم شدن بیش از حد، پوسیدگی و کاهش کیفیت ظاهری است (Babalar et al., 2014; Shafiee et al., 2010; Sepahvand et al., 2016). اثرات مثبت اسیدسالیسیلیک بر حفظ خصوصیات کمی و کیفی محصولات باغبانی یقین می رود قادر به افزایش عمر انبارمانی این محصول با ارزش باشد. لذا این پژوهش به منظور بررسی اثر غلظت های مختلف این ماده بر ماندگاری دو رقم سیب زرد و قرمز طراحی شد.

همراه است منجر به تسریع فرآیند پیری و کاهش برخی صفات کیفی و بازاری پسندی این محصول می شود. عدم وجود زنجیره تولیدی، صنایع تبدیلی، انبارهای مجهز و بی ثباتی بازار، مشکلی است که هر سال تولیدکنندگان سیب با آن مواجه هستند. توان انبارمانی بالای سیب، عرضه طولانی مدت آن را در تمام طول سال ممکن ساخته است ولی به علت مدیریت نامناسب طی فصل رشد، برداشت، حمل و نقل و شرایط انبار، یک سوم تولید سالانه این محصول به دلیل ضایعات پس از برداشت از بین می رود. با وجود تمایل زیاد به مصرف تازه خوری سیب، در بعضی مواقع صفات کمی و کیفی میوه طی انبارمانی از بین رفته و جذابیتی برای مصرف کننده ندارد. برای حل این مشکل طیف وسیعی از ترکیبات طبیعی و سازگار با محیط زیست مانند اسیدسالیسیلیک وجود دارد که پتانسیل قابل توجهی در کنترل تلفات بعد از برداشت محصولات باغبانی دارند (Kader, 2013, Kazemi et al., 2011).

اسیدسالیسیلیک دارای اثرات مهمی در انبارمانی محصولات باغبانی از جمله افزایش عمر انباری، کاهش تولید اتیلن و حفظ کیفیت میوه می باشد و کاربرد این ماده در میوه های شاه بلوط چینی با کاهش و تأخیر در افزایش فعالیت آنزیم های پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز، از افزایش فعالیت این آنزیم ها جلوگیری کرده و در نتیجه فرآیند رسیدن، پیری و قهوه ای شدن میوه را کنترل نمود. اسیدسالیسیلیک به دلیل داشتن گروه هیدروکسیل آزاد بر روی حلقه اسید بنزوئیک قادر به کلاته کردن فلزات از جمله آهن موجود در آنزیم ACC اکسیداز و مهار بیوستتر اتیلن شده که در نهایت باعث تأخیر در روند پیری می شود (Asghari and Soleimaniaghdam, 2010). استفاده از اسیدسالیسیلیک با غلظت سه میلی مولار در میوه سیب رقم جاناگلد به طور معنی داری مانع از کاهش وزن در طی دوره انبارمانی شده است (Kazemi et al., 2011). طبق نتایج بررسی ها، تیمار اسیدسالیسیلیک ۴ میلی مولار در نارنگی باعث کاهش معنی دار پوسیدگی انباری و جلوگیری از کاهش وزن (Zheng and Zhang, 2004)، در هلو باعث

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۴ به منظور بررسی تأثیر تیمار اسیدسالیسیلیک بر انبارمانی ارقام تجاری سیب زرد و قرمز لبنانی موجود در باغ کنتوئیه رفسنجان انجام گرفت. معیار برداشت هر دو رقم سیب ۱۷۰ روز بعد از تمام گل، مصادف با رسیدن میوه‌ها به اندازه نهایی و شروع تغییر رنگ پوست از سبز به زرد یا قرمز بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار (هر تکرار پنج میوه) اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل رقم سیب (زرد و قرمز لبنانی)، تیمار (بدون شست و شو یا شاهد (A0)، آب مقطر (Am) و اسیدسالیسیلیک با غلظت‌های یک (A1)، دو (A2) و سه (A3) میلی‌مولار به مدت ۳۰ و ۶۰ دقیقه) و دوره انبارمانی (روز صفر، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز) بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال خطای ۵ درصد انجام شد. جداول و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شدند. بعد از اعمال تیمارها و قراردادن پنج عدد میوه در پاکت پلی‌اتیلنی با ابعاد ۱۲ × ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت ۰/۰۹ میلی‌متر، نمونه‌ها به سردخانه‌ای با دمای ۱ ± ۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵ ± ۹۰ درصد منتقل و در پایان هر دوره برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه به روش‌های آمده در ذیل اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری سفتی میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (مدل Lutron FG5020, Taiwan ساخت کشور تایوان) انجام شد. برای اندازه‌گیری سفتی پوست ابتدا میوه کامل زیر دستگاه قرار داده شد برای این کار پروب موردنظر (قطر ۱۱ میلی‌متر) را به دستگاه متصل کرده، سپس با اعمال یک فشار ثابت (دو دور) مقاومت بافت به تغییر شکل اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه سفتی گوشت ابتدا پوست میوه جدا و پروب مستقیماً روی گوشت قرار داده شد. میزان فشاری که در اثر سفتی بافت به نوک سفتی‌سنج وارد شد روی صفحه خوانده و برحسب کیلوگرم نیرو محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری

ویتامین ث از روش تیتراسیون با یدور پتاسیم استفاده شد. نسبت مواد جامد محلول به اسید قابل تیتراسیون جهت تعیین شاخص رسیدگی یا طعم استفاده شد. محاسبه مواد جامد محلول (TSS) بر حسب درصد به وسیله دستگاه قند سنج دیجیتال (مدل PAL-1 Atago, Japon) در دمای اتاق انجام شد. میزان اسیدیته کل میوه بر حسب اسیدمالیک که اسید غالب میوه سیب است با هیدروکسیدسدیم (۰/۱ نرمال) عیارسنجی و با رابطه (۱) محاسبه شد (Babalar et al., 2014).

رابطه (۱)

$$\text{مقدار سود مصرفی} \times \text{نرمالیه سود} \times \text{اکی والان اسید غالب} \times 100 = \frac{\text{اسید کل}}{1000 \times \text{وزن نمونه}}$$

برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی یک گرم گوشت میوه و ۱۰ میلی‌لیتر متانول ۸۰ درصد به آن اضافه و همگن گردید. سپس هموزن حاصل در ۱۰۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شده و محلول رویی برای اندازه‌گیری فنل کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی جمع‌آوری گردید. برای اندازه‌گیری مقدار فنل کل از روش فولین سیوکالتو استفاده شد (Ayala-Zavala et al., 2004). ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه نیز از طریق خاصیت خنثی‌کنندگی رادیکال آزاد DPPH تعیین گردید (Brand-Williams et al., 1995).

رابطه (۲)

$$\text{عدد ضریب تصحیح} \times \text{عدد نمونه} \times (1 - \frac{\text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی}}{\text{عدد کنترل}}) \times 100$$

آزمون پانل توسط پنج نفر از دانشجویان خانم و از روش نمره دادن صفر تا پنج انجام شد. دو عدد میوه از هر تکرار در ظروف مخصوص پلاستیکی قرار داده شد و پانلیست‌ها بعد از ارزیابی میوه‌ها از نظر عطر و طعم و میزان آردی شدن از روش نمره دادن استفاده نمودند. وضعیت بسیار عالی با نمره صفر، بسیار خوب با نمره یک، خوب با نمره دو، متوسط با نمره سه، ضعیف با نمره چهار و بسیار ضعیف با نمره پنج مورد ارزیابی قرار گرفتند (Nazoori et al., 2017). برای اندازه‌گیری شاخص

سفتی به طور مستقیم در افزایش پتانسیل انبارمانی و ایجاد مقاومت بیشتر به آسیب های مکانیکی و پوسیدگی میوه نقش دارد از طرف دیگر ثبات و استحکام معیار مهم برای تعیین کیفیت و بازارپسندی میوه محسوب می شود. سفتی میوه ارتباط نزدیکی با مقدار کلسیم بافت میوه در زمان بلوغ دارد به طوری که کلسیم در ساخت لایه میانی سلولی که از جنس پکتات کلسیم است نقش اساسی دارد. کلسیم به عنوان یک عامل متصل کننده بین مولکولی در تثبیت کمپلکس پکتین پروتئین تیغه میانی شناخته شده است (Wani et al., 2014).

نتایج این آزمایش نیز نشان داد که سیب قرمز از بافت سفت تری نسبت به سیب زرد برخوردار بود که احتمالاً به خاطر بالا بودن مقدار کلسیم می باشد. نتایج حاصل از بررسی انجام گرفته روی سیب رقم گالا نشان داد که با افزایش مدت زمان انبارمانی سفتی بافت میوه به طور معنی داری کاهش پیدا کرد به طوری که سفتی بافت میوه در ۵ ماه انبارمانی به کمترین مقدار خود رسید، که همسو با این نتایج بود (Wani et al., 2014). کاهش سفتی بافت میوه طی انبار ممکن است به دلیل تجزیه پلی ساکاریدهای ساختمانی به ویژه پکتین و همی سلولز در مرحله رسیدگی صورت می گیرد (Damyar and Dastjerdi, 2014). اسیدسالیسیلیک به عنوان یک ترکیب فنولی ساده از طریق تنظیم بیان ژن های مؤثر در آنزیم ACC سنتاز و ACC اکسیداز و در نتیجه کاهش تولید اتیلن و آنزیم های نرم کننده دیواره سلولی مانند پلیگالاکتروناز، سلولاز و پکتینازها باعث کاهش نرم شدن میوه می شود (Shokrollahfam et al., 2014).

سرمازدگی در هر زمان نمونه برداری دو میوه به صورت تصادفی از هر تیمار و تکرار انتخاب گردید و به دمای آزمایشگاه (۲۵ °C) منتقل و بعد از ۲۴ ساعت وضعیت میوه ها توسط پانلیست ها بررسی گردیدند. وجود لکه های فرو رفته قهوه ای رنگ در سطح و گوشت میوه به عنوان علائم سرمازدگی در نظر گرفت. شدت سرمازدگی با استفاده از رابطه (۳) محاسبه گردید (Wang et al., 2006).

$$\text{رابطه (۳)} \quad \Sigma (ni \times i) / (N \times 6)$$

در این رابطه، ni تعداد میوه هایی که علائم سرمازدگی درجه i را نشان دادند، N تعداد میوه های کل در هر تیمار و i درجه سرمازدگی و پوسیدگی (بر اساس میزان فرو رفتگی پوست و قهوه ای شدن) از صفر تا پنج است. صفر: بدون علائم سرمازدگی و پوسیدگی، یک: یک تا ۲۰ درصد، دو: ۲۰ تا ۴۰ درصد، سه: ۴۰ تا ۶۰ درصد، چهار: ۶۰ تا ۸۰ درصد و پنج: بیش از ۸۰ درصد است.

### نتایج و بحث

طبق نتایج این بررسی اکثر صفات مورد مطالعه تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند که به شرح ذیل می باشند.

#### سفتی

طبق نتایج به دست آمده، با افزایش مدت زمان انبارمانی، سفتی بافت و پوست میوه در هر دو رقم به طور معنی داری کاهش پیدا کرد (جدول ۱). سفتی بافت سیب زرد و سیب قرمز در ۱۸۰ روز پس از انبارمانی به ترتیب حدود ۳۹ و ۵۲ درصد نسبت به زمان برداشت میوه کاهش پیدا کرد و تا ۹۰ روز بعد از انبارمانی سفتی سیب قرمز بیشتر از سیب زرد بود.

**Table 1. The effects of storage period on tissue and skin firmness of apple fruit cultivars**

Cultivar storage (day)	Golden delicious		Red delicious	
	Fruit tissue firmness (KgN)	Skin firmness (KgN)	Fruit tissue firmness (KgN)	Skin firmness (KgN)
At harvest	2.80 <sup>c</sup>	4.98 <sup>c</sup>	3.75 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>
45	2.24 <sup>e</sup>	4.21 <sup>e</sup>	3.37 <sup>b</sup>	5.54 <sup>b</sup>
90	1.98 <sup>f</sup>	3.61 <sup>fg</sup>	2.45 <sup>d</sup>	4.53 <sup>d</sup>
135	1.85 <sup>fg</sup>	3.43 <sup>gh</sup>	2.02 <sup>f</sup>	4.11 <sup>e</sup>
180	1.72 <sup>g</sup>	3.33 <sup>h</sup>	1.77 <sup>g</sup>	3.77 <sup>f</sup>

Mean within a column and row followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according to the LSD test.

## ویتامین ث

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که سیب قرمز از مقدار ویتامین ث بیشتری نسبت به سیب زرد برخوردار بود. همچنین مقدار ویتامین ث با افزایش مدت زمان انبارمانی ابتدا افزایش و سپس در انتهای زمان انبارمانی (۱۸۰ روز بعد از انبارمانی) کاهش نشان داد. مقدار ویتامین ث در ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز بعد از انبارمانی به ترتیب حدود ۷، ۳۶، ۲۰ و ۱۳ درصد نسبت به روز اول انبارمانی افزایش یافت (شکل ۱). کاربرد اسید سالیسیلیک باعث افزایش ویتامین ث در دانه‌های خردل شد (Dat et al., 1998). اسید سالیسیلیک باعث فعال کردن آنزیم آسکوربات پراکسیداز می‌گردد که نتیجه آن افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش اسید آسکوربیک در میوه‌ها است (Wang et al., 2006). یکی دیگر از دلایل افزایش اسید آسکوربیک در نمونه‌ها احتمالاً خروج آب میوه باشد.

در بررسی‌های انجام شده روی پرتقال (Huang et al., 2008)، لپچی (Kumar et al., 2013) و انار (Sayyari et al., 2009) نتایج غالباً حاکی از کاهش ویتامین ث طی دوره انبارمانی بود که میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد ویتامین ث بیشتری داشتند (Akhtar et al., 2010). نتایج این تحقیق نشان داد که مقدار ویتامین ث در سیب قرمز نسبت به سیب زرد بیشتر است لذا می‌توان بالا بودن مقدار ویتامین ث را به مقدار کلسیم بیشتر در بافت میوه سیب قرمز نسبت داد.

در حقیقت کلسیم با اتصال به غشا باعث پایداری آن شده و با این کار از اتصال رادیکال‌های آزاد و گونه‌های فعال اکسیژن به غشا جلوگیری و به حفظ سلامتی غشا زیستی کمک می‌کند، همچنین نقش آنتی‌اکسیدان‌ها نظیر اسید آسکوربیک را حفظ کرده و از تجزیه اسید آسکوربیک جلوگیری می‌کند (Karamnezhad et al., 2015). اسید سالیسیلیک نیز با افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز، اکسیداسیون سریع اسید آسکوربیک را به تأخیر می‌اندازد (Shokrollahfaham et al., 2014).

## کسر رسیدگی (TSS/TA)

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد کاربرد اسید سالیسیلیک در غلظت‌های دو و سه میلی‌مولار اسید سالیسیلیک سبب حفظ شاخص رسیدگی میوه نسبت به تیمار شاهد گردید (شکل ۲). بالا رفتن نسبت قند به اسید در میوه‌های تیمار شاهد به دلیل کاهش وزن میوه‌ها است. افزایش میزان قند به اسید در میوه‌های انبار شده نتیجه کاهش میزان اسیدهای آلی و افزایش میزان مواد جامد محلول است. دلیل دیگر این افزایش مربوط به استفاده اسیدهای آلی به عنوان ماده اولیه طی فرایند تنفس و افزایش مواد جامد محلول طی انبارداری است (Feng et al., 2006). در کل می‌توان گفت که تیمارهای اعمال شده با افزایش مواد جامد محلول و کاهش اسیدهای آلی توانستند در طول زمان انبارداری شاخص رسیدگی را کنترل و ارزش غذایی محصول را حفظ کنند. بالا بودن میزان اسیدهای آلی میوه در پایان انبارداری نشانه تأثیر قابل توجه تیمار اسید سالیسیلیک در کاهش تنفس و تعرق و تولید اتیلن میوه است که موجب افزایش ماندگاری آن می‌شود (Amodio et al., 2007).

## فعالیت آنتی‌اکسیدانی

فعالیت آنتی‌اکسیدانی هر دو رقم در روز ۹۰ انبارمانی افزایش و بعد از آن کم شد. ۱۸۰ روز پس از انبارمانی، بیشترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در رقم سیب قرمز مربوط به اسید سالیسیلیک دو و سه میلی‌مولار و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۲). فعالیت آنتی‌اکسیدانی ارتباط نزدیکی با مقدار ویتامین ث، ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی و آنتوسیانین دارد. گزارش‌ها نشان از کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه ارقام مرکبات در طی انبارمانی دارد که بسته به ارقام مختلف متفاوت بود به طوری که پرتقال‌های خونی که حاوی آنتوسیانین می‌باشند از فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیشتری در انتهای زمان انبارمانی برخوردار بودند (Shojah et al., 2011). افزایش در محتوای آنتی‌اکسیدان در مراحل اولیه انبارمانی احتمالاً به دلیل تأثیر دمای پایین در فعال شدن سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی است.

### ترکیبات فنلی

تیمار اسید سالیسیلیک سبب افزایش مقدار فنل در میوه‌های سیب نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین مقدار فنل کل در میوه‌های سیب که با یک میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک به مدت یک ساعت تیمار شده و به مدت ۹۰ روز در شرایط انبار نگهداری شده بودند مشاهده گردید و ۱۸۰ روز پس از انبارمانی، تمام غلظت‌های اسیدسالیسیلیک سبب حفظ مقدار ترکیبات فنلی نسبت به شاهد گردید (جدول ۳).

کاهش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طی نگهداری طولانی مدت می‌تواند ناشی از کاهش ترکیبات فنلی و ویتامین ث باشد (Ferreira et al., 2007). نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر با گزارش‌های حاصل روی میوه سیب (Lata, 2008) و میوه تمشک قرمز (Kruger et al., 2011) مطابقت داشت. کاربرد اسیدسالیسیلیک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد و همچنین مقدار اجزاء آنتی‌اکسیدانی (آسکوربیت و گلوکاتینون) را بهبود می‌بخشد (Wang et al., 2006).

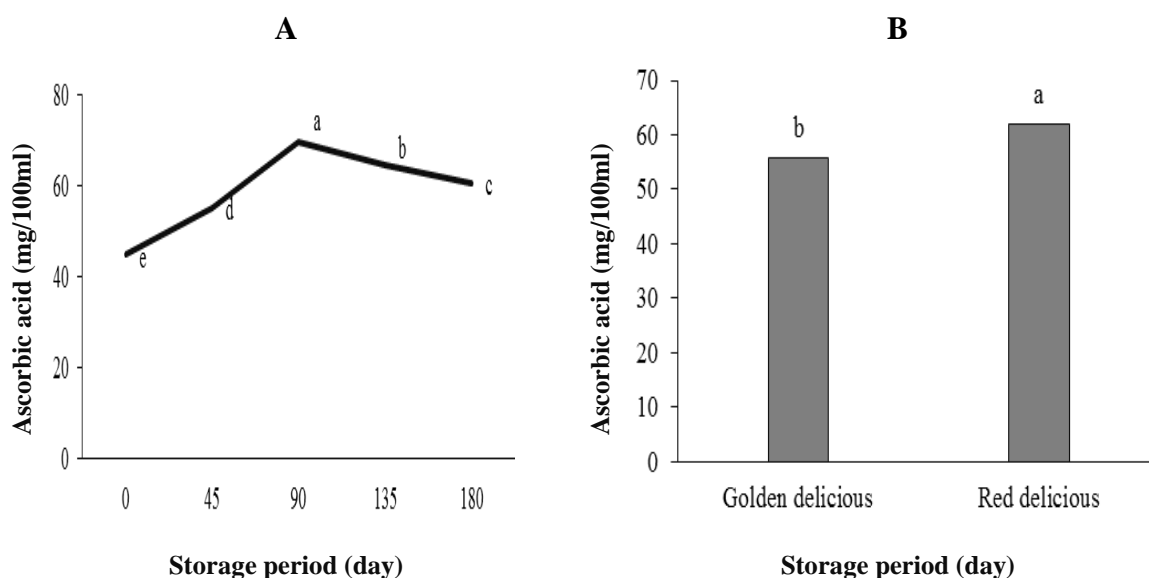


Figure 1. The effects of cultivar type (A) and storage period (B) on ascorbic acid of apple fruit

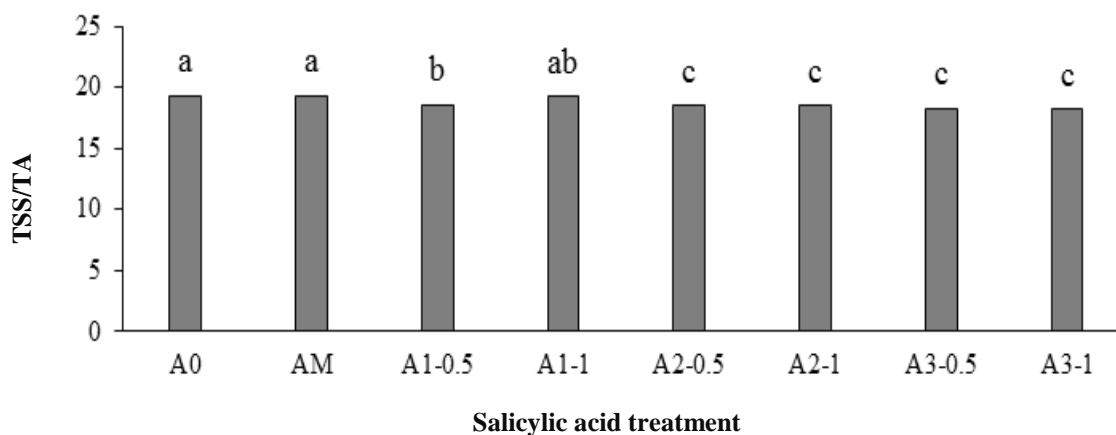


Figure 2. The effects of salicylic acid on the TSS/TA ratio of apple fruit

(A0): No washing, (AM): Distilled water (0.5), (A1-0.5) and (A1-1): 1 mM salicylic acid for half and one hour, (A2-0.5) and (A2-1): 2 mM salicylic acid for half and one hour and (A3-0.5) and (A3-1): 3 mM salicylic acid for half and one hour



**Table2. Interaction effects of cultivar, storage period and salicylic acid on antioxidant activity of apple fruit**

Cultivar	Red delicious			Golden delicious		
	At harvest	90 (day)	180 (day)	At harvest	90 (day)	180 (day)
A0	23.5 <sup>d-g</sup>	11.6 <sup>kl</sup>	9.5 <sup>kl</sup>	14.8 <sup>h-k</sup>	11.8 <sup>i-l</sup>	7.3 <sup>l</sup>
AM		11.6 <sup>kl</sup>	9.5 <sup>kl</sup>		15.47 <sup>h-k</sup>	10.3 <sup>i-l</sup>
A1-0.5		19.01 <sup>f-i</sup>	12.8 <sup>i-l</sup>		29.7 <sup>cd</sup>	12.86 <sup>i-l</sup>
A1-1		22.15 <sup>e-h</sup>	13.3 <sup>i-l</sup>		15.5 <sup>h-k</sup>	9.7 <sup>kl</sup>
A2-0.5		46.06 <sup>a</sup>	12.5 <sup>i-l</sup>		34.06 <sup>bc</sup>	11.01 <sup>kl</sup>
A2-1		38.6 <sup>ab</sup>	17.5 <sup>g-j</sup>		28.77 <sup>e-d</sup>	13.1 <sup>i-l</sup>
A3-0.5		45.8 <sup>a</sup>	22.27 <sup>d-h</sup>		24.26 <sup>d-g</sup>	13.6 <sup>i-l</sup>
A3-1		39.04 <sup>ab</sup>	21.86 <sup>ef</sup>		25.08 <sup>d-f</sup>	9.6 <sup>kl</sup>

Mean within a column and row followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according to the LSD test.

**Table3. Interaction effects of storage period and salicylic acid treatment on phenolic compounds of apple fruit**

Treatment	At harvest	45 (day)	90 (day)	135 (day)	180 (day)
A0	1.43 <sup>c-g</sup>	1.34 <sup>d-g</sup>	1.08 <sup>fg</sup>	0.98 <sup>g</sup>	1.08 <sup>fg</sup>
AM		1.35 <sup>d-g</sup>	1.44 <sup>c-g</sup>	1.29 <sup>d-g</sup>	1.08 <sup>fg</sup>
A1-0.5		1.43 <sup>c-g</sup>	1.19 <sup>d-g</sup>	1.83 <sup>b-g</sup>	1.82 <sup>b-g</sup>
A1-1		1.47 <sup>c-g</sup>	2.5 <sup>a</sup>	1.92 <sup>b-f</sup>	1.83 <sup>b-g</sup>
A2-0.5		1.77 <sup>b-g</sup>	1.93 <sup>b-f</sup>	1.42 <sup>c-g</sup>	1.85 <sup>b-g</sup>
A2-1		1.75 <sup>b-g</sup>	2.11 <sup>b-d</sup>	2.37 <sup>b</sup>	1.21 <sup>d-g</sup>
A3-0.5		1.91 <sup>b-f</sup>	1.34 <sup>c-g</sup>	1.38 <sup>c-g</sup>	1.83 <sup>b-g</sup>
A3-1		1.97 <sup>b-f</sup>	1.36 <sup>c-g</sup>	2.08 <sup>b-e</sup>	2.14 <sup>b-c</sup>

Mean within a column and row followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according to the LSD test.

پیدا کرد (Sartip and Hajiloo, 2015). اسیدسالیسیلیک با داشتن ماهیت فنلی خود سبب کاهش فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز شده و از قهوه‌ای شدن میوه جلوگیری می‌کند (Mirzaaliandastjerdi et al., 2014).

### میزان آردی شدن میوه

نتایج مقایسه میانگین بین تیمارها نشان داد که رقم سیب زرد از بافت آردی تر نسبت به سیب قرمز برخوردار بود. با افزایش مدت زمان انبارمانی میزان آردی شدن بافت میوه افزایش پیدا کرد به طوری که میزان آردی شدن میوه‌هایی که ۱۸۰ روز در شرایط انبار نگهداری شده بودند حدود ۹۲ درصد نسبت به میوه‌های قبل از انبارمانی افزایش پیدا کردند. تمامی تیمارها تاثیر قابل توجهی در کاهش میزان آردی شدن میوه‌ها داشتند ولی اسیدسالیسیلیک در غلظت یک میلی مولار نسبت به غلظت‌های دو و سه میلی مولار اسیدسالیسیلیک سبب کاهش قابل توجهی در میزان آردی نشان دادند (جدول ۴).

ترکیبات فنلی از متابولیت‌های ثانوی هستند که توسط گیاهان در مراحل مختلف رشد و همچنین در پاسخ به شرایط تنش ساخته می‌شوند. گزارش کردند که میزان ترکیبات فنلی در میوه‌های نارس بالاتر بوده و با نزدیک شدن به مرحله بلوغ به علت تجزیه ترکیبات فنلی کاهش می‌یابد که علت آن افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در تجزیه ترکیبات فنلی نظیر پلی فنل اکسیداز می‌باشد (Ali, 2013). تغییر در مقدار ترکیبات فنلی ارتباط نزدیکی با فعالیت آنزیم PAL دارد به نظر می‌رسد که بالا رفتن ترکیبات فنلی در سیب به دلیل بالا رفتن فعالیت این آنزیم می‌باشد. اسیدسالیسیلیک نوعی تحریک کننده ولید ترکیبات فنلی در گیاهان است و با تاثیر بر آنزیم‌های مؤثر در تولید ترکیبات فنلی سبب افزایش تولید آن‌ها می‌شود (Mulero et al., 2010). در یک بررسی روی میوه زردآلو نشان داده شد که با کاربرد اسیدسالیسیلیک مقدار فنل کل میوه نیز افزایش

طعم میوه نسبت به بقیه تیمارها شده است (شکل ۳).  
 عطر و طعم میوه یک فاکتور مهم در بازاررسانی می‌باشد. ارائه راهکاری برای حفظ عطر و طعم محصولاتی که برای مدت طولانی در سردخانه نگهداری می‌شوند از مشکلات مهم سردخانه‌داران است. گزارش شده است که اسیدسالیسیلیک از طریق کاهش تنفس و کاهش پوسیدگی، طعم و مزه میوه‌ها را در حد مطلوب نگه می‌دارد (Asghari and Soleimaniaghdam, 2010)، مطابق با نتایج این پژوهش اسیدسالیسیلیک کیفیت و طعم مطلوب را در انتهای انبارمانی با کاهش تنفس در میوه‌های هلو (Wang et al., 2006) و پرتقال (Huang et al., 2008) حفظ می‌کند. اسیدسالیسیلیک از طریق تأخیر در پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، مهار بیوسنتز اتیلن و در نتیجه تأخیر در پیری (Asghari and Soleimaniaghdam, 2010)، جلوگیری از کاهش وزن (Kazemi et al., 2011) و کاهش خسارت سرمازدگی (Wang et al., 2006) منجر به افزایش پذیرش کلی محصولات طی دوره انبارمانی می‌شود.

### شاخص سرمازدگی

طی دوره انبارمانی خسارت سرمازدگی در سیب زرد بیشتر از سیب قرمز بود (شکل ۴). میزان سرمازدگی میوه‌هایی که ۱۸۰ روز در شرایط انبار نگهداری شده بودند حدود ۳۰ درصد نسبت به میوه‌های قبل از دوره انبارمانی افزایش یافت. همچنین سرمازدگی ۱۸۰ روز بعد از انبارمانی در تیمار شاهد بیشترین و تیمار با اسیدسالیسیلیک دو میلی‌مولار کمترین مقدار را نشان داد (جدول ۵).

عارضه آردی شدن بافت میوه ناشی از افزایش طول عمر میوه است؛ مراحل اولیه از هم‌پاشیدگی با آردی شدن گوشت میوه مشخص می‌شود به نحوی که استحکام طبیعی و بافت گوشتی آبدار سیب نرم، خشک و خرد شده و در مراحل بعدی بافت‌های مبتلا قهوه‌ای می‌شوند. تأخیر در زمان برداشت یا رساندن و نگهداری طولانی مدت در سردخانه وقوع این عارضه را افزایش می‌دهد (Jalili Marandi and Shafaei, 2015). مقدار کلسیم یکی از عوامل مؤثر در تغییر بافت میوه است. در یک بررسی انجام شده روی میوه سیب کاربرد فسفات کلسیم سبب کاهش عارضه آردی شدن بافت میوه در شرایط انبار گردید (Akbaribisheh and Bahrami, 2013). همچنین نتایج نشان‌دهنده اثر اسیدسالیسیلیک بر کاهش عارضه آردی شدن میوه سیب گردید. این امر احتمالاً به دلیل تأثیر اسیدسالیسیلیک بر کاهش نرخ تنفس و کاهش تولید اتیلن می‌باشد (Babalar et al., 2007). همان‌طور که اشاره شد آردی شدن بافت میوه در اثر فعالیت برخی از آنزیم‌هایی می‌باشد که سبب جدا شدن کلسیم و تجزیه بافت استحکام میوه می‌گردد که تحقیقات قبلی نشان داده که این آنزیم‌ها در اثر تشکیل اتیلن تحریک می‌گردد (Pesis et al., 2010).

### عطر و طعم

با افزایش مدت انبارمانی شاخص عطر و طعم میوه سیب کمتر شد و میوه‌ها در روز اول انبارمانی از عطر و طعم بهتری برخوردار بودند. اسیدسالیسیلیک یک، دو و سه میلی‌مولار به مدت ۳۰ دقیقه باعث حفظ بیشتر

**Table 4. Interaction effects of storage period and salicylic acid on the mealness index in apple fruit**

Treatment	45 (day)	90 (day)	135 (day)	180 (day)
A0	1 <sup>c-f</sup>	1.25 <sup>a-d</sup>	1.58 <sup>a</sup>	1.5 <sup>ab</sup>
AM	1.25 <sup>a-d</sup>	1.16 <sup>b-e</sup>	1.25 <sup>f-h</sup>	1.47 <sup>f-h</sup>
A1-0.5	0.66 <sup>f-h</sup>	0.58 <sup>g-i</sup>	0.66 <sup>f-h</sup>	0.66 <sup>f-h</sup>
A1-1	0.25 <sup>ij</sup>	0.58 <sup>g-i</sup>	0.58 <sup>g-i</sup>	0.83 <sup>e-g</sup>
A2-0.5	0.41 <sup>h-j</sup>	0.66 <sup>f-h</sup>	0.75 <sup>f-h</sup>	1 <sup>c-f</sup>
A2-1	0.41 <sup>h-j</sup>	0.58 <sup>g-i</sup>	0.83 <sup>e-g</sup>	0.91 <sup>d-g</sup>
A3-0.5	0.25 <sup>ij</sup>	0.58 <sup>g-i</sup>	0.66 <sup>f-h</sup>	1 <sup>c-f</sup>
A3-1	0.41 <sup>h-j</sup>	0.66 <sup>f-h</sup>	0.91 <sup>d-g</sup>	1 <sup>c-f</sup>

Mean within a column and row followed by the same latter are not significantly different at  $p < 0.05$  according to the LSD test.

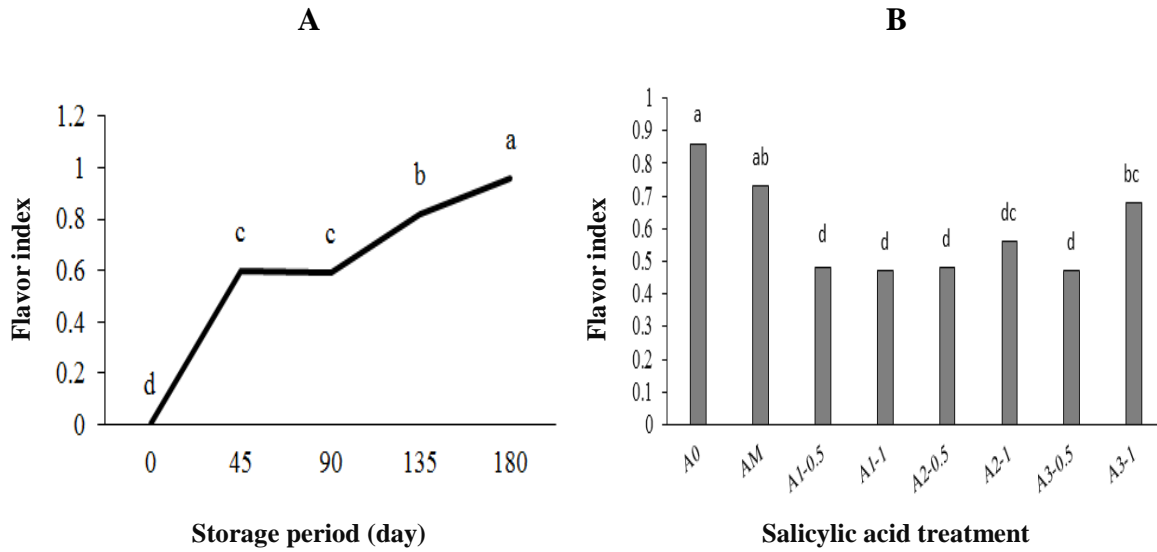


Figure 3. The effects of storage period (A) and salicylic acid treatment (B) on flavor index of apple fruit

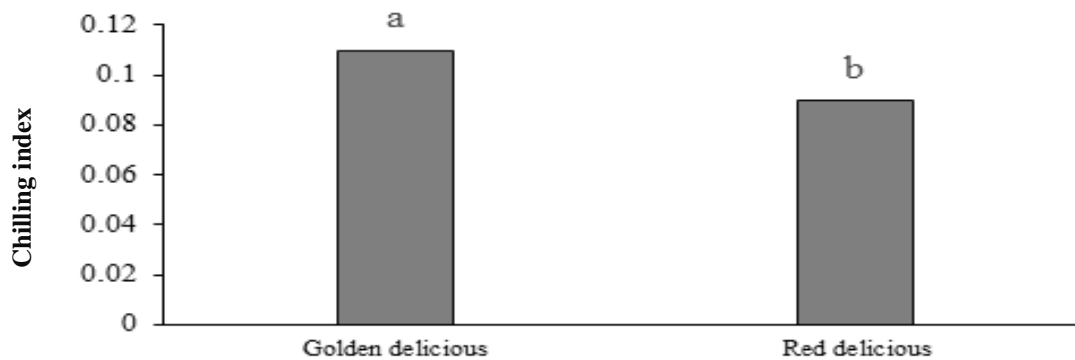


Figure 4. The effects of cultivar of apple fruit on chilling index

Table 5. Interaction effects of storage period and Salicylic acid treatment on chilling index of apple fruit

Treatment	0(day)	45 (day)	90(day)	135 (day)	180 (day)
A0	0 <sup>j</sup>	0.2 <sup>a-c</sup>	0.22 <sup>a-b</sup>	0.22 <sup>ab</sup>	0.24 <sup>a</sup>
AM		0.14 <sup>c-f</sup>	0.21 <sup>a-b</sup>	0.18 <sup>a-d</sup>	0.22 <sup>ab</sup>
A1-0.5		0.13 <sup>d-g</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.14 <sup>c-f</sup>
A1-1		0.02 <sup>ij</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.07 <sup>g-i</sup>	0.1 <sup>fg</sup>
A2-0.5		0.07 <sup>g-i</sup>	0.09 <sup>f-h</sup>	0.03 <sup>h-j</sup>	0.09 <sup>f-h</sup>
A2-1		0.07 <sup>g-i</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.11 <sup>e-g</sup>
A3-0.5		0.07 <sup>g-i</sup>	0.07 <sup>g-i</sup>	0.1 <sup>fg</sup>	0.1 <sup>fg</sup>
A3-1		0.09 <sup>f-h</sup>	0.09 <sup>f-h</sup>	0.13 <sup>d-g</sup>	0.14 <sup>c-f</sup>

Mean within a column and row followed by the same letter are not significantly different at  $p < 0.05$  according to the LSD test.

به دلیل آسیب غشای سلولی است که با تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن از جمله سوپراکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال‌های هیدروکسید (که در

سیالیت و فعالیت غشاء سلولی و پمپ‌های یونی متصل به غشاء با تنش سرمازدگی کاهش می‌یابد. خسارت سرما در میوه‌ها و بافت‌های تحت تنش سرما

انبارمانی میزان آردی شدن میوه، کاروتنوئید، طعم و مزه، افزایش و سفتی پوست و گوشت کاهش معنی‌دار داشته است. اسیدسالیسیلیک موجب کاهش میزان آردی شدن، سرمزادگی و افزایش ترکیبات فنلی و حفظ فعالیت آنتی‌اکسیدانی، طعم و مزه، شاخص رسیدگی و کاروتنوئید در نهایت موجب افزایش عمر انبارمانی میوه‌های سیب شد. با توجه به نتایج این تحقیق تیمار اسیدسالیسیلیک با غلظت دو میلی مولار نیم ساعت نسبت به بقیه تیمارها تا ۱۸۰ روز بعد از انبارمانی قادر به حفظ بهتر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه هر دو رقم شده است. سیب رقم قرمز نسبت به سیب زرد تا مرحله آخر انبارمانی از کیفیت مطلوبی برخوردار بوده و توان انبارمانی بالایی داشته است.

### سپاسگزاری

از همکاری مسئولین محترم شرکت مس سرچشمه رفسنجان خصوصاً معاون امور نظارت بر خدمات جناب آقای مجتبی محمدابراهیمی و آقایان مهندس حسنی و مهندس لکستانی تشکر و قدردانی می‌شود.

اثر احیای اکسیژن مولکولی تولید می‌شود) ایجاد می‌شود.

با آسیب غشای سلولی نشت یونها از سلول و علائم سرمزادگی نمایان می‌شود (Sayyari et al., 2009). اسیدسالیسیلیک با جلوگیری از فعالیت آنزیم کاتالاز، غلظت پراکسید هیدروژن درون سلولی را افزایش می‌دهد و از این طریق باعث مقاومت به سرمزادگی می‌شود. در میوه انبه تیمار اسیدسالیسیلیک باعث ایجاد مقاومت به تنش دمایی پایین می‌شود که این اثر احتمالاً به توانایی اش برای جلوگیری از تجمع آنیون سوپراکسید، افزایش دادن غلظت پراکسید هیدروژن و تحریک سیکل آسکوربیت-گلوتاتیون نسبت داده می‌شود اسیدسالیسیلیک فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی از جمله سوپراکسید دیسموتاز، گلوتاتیون ردوکتاز، آسکوربیت و گلوتاتیون را افزایش می‌دهد و از این طریق پراکسیداسیون لیپیدهای غشا را به تأخیر می‌اندازد (Huang et al., 2008).

### نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در انتهای دوره

## References

- Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Hosseinpour, R., Abdi Shah, H., Rezaei, M. M. and Fazli Esteghar, M. (2017). *Agriculture Iran statistics*. Tehran: Ministry of Agriculture Jihad. [In Farsi]
- Akbarbisheh, H. and Bahrami, H. R. (2013). The effect of breeding system and calium phosphate on pigmentst, quality characteristics and shelf life apple red fruit. *Agricultural Science Magazine*, 27(2), 208-216. [In Farsi]
- Akhtar, A., Abbasi, N. A. and Hussain, A. (2010). Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pakistan Journal of Botany*, 42(1), 181-188.
- Amodio, M. L., Colelli, G., Hasey, J. K. and Kader, A. A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7), 1228-1236.
- Ali, S. Masud, T. Abbasi, K.S. Mahmood, T. and Hussain, I. (2013). Influence of  $CaCl_2$  sub on biochemical composition, antioxidant and enzymatic activity of apricot at Ambient Storage. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(5), 476-479
- Asghari, M. R. and Ahadi, L. (2013). Effect of postharvest application salicylic acid and Aloe vera gel on quality characteristics and antioxidant activity of grape fruit "Ghezel Osum". *Journal of Horticulture Science*, 27(3), 349-342. [In Farsi]
- Asghari, M. R. and Soleimaniaghdam, M. (2010). Impact of salicylic acid on post harvest physiology of horticultural crops. *Trends In Food Science and Technology*, 21(9), 502-509. [In Farsi]

- Ayala-Zavala, J. F. Wang, S. Y. Wang, C. Y. and Gonzalez-Aguilar, G. A. (2004). Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT-Food Science and Technology*, 37(7), 687-695.
- Babalar, M., Asgarpour, A. and Asgari, M. A. (2014). The effect of pre and postharvest treatment of salicylic acid and putrescine on some fruit quality properties of Granny Smith apple. *Journal of Horticulture Science*, 28(4), 479-486. [In Farsi]
- Babalar, M., Asghari, M., Talaei, A. and Khosroshahi, A. (2007). Effect pre and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production fungal decay and overall quality of Selava strawberry fruit. *Food Chemistry*, 105(2), 449-453.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. and Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Damyar, S. and Dastjerdi, R. (2014). Changes in apple fruit quality at the stage of handling and shelf life. *The Publication of Research Findings in Arable and Garden Plants*, 3(3), 179-189.
- Dat, J. F., Foyer, C. H. and Scott, I. M. (1998). Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermo tolerance in mustard seedlings. *Plant Physiology*, 118(4), 1455-1461.
- Davarinejad, G. H., Arefkhni, S., Azizi, M. and Zarei, M. (2014). Study on the effect of salicylic acid and calcium chloride on storage life, qualitative characteristics and antioxidant activity of pear fruit after harvest. *Journal of Horticulture*, 27(4), 464-478. [In Farsi]
- Feng, J., Maguire, K. and Bruce, R. M. (2006). Discriminating batches of Hayward kiwifruit for storage potential. *Postharvest Biology and Technology*, 41(2), 128-134.
- Ferreira, R. M., Vina, S. Z., Mugridge, A. and Chaves, A. R. (2007). Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. *Scientia Horticulturae*, 112(1), 27-32.
- Huang, R. H., Liu, J. H., Lu, M. Y. and Xia, R. X. (2008). Effect of salicylic acid on the antioxidant system in the pulp of Cara Cara navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. *Postharvest Biology and Technology*, 47(2), 168-175.
- Jalili Marandi, R. and Shafaei, Z. (2015). Effect of postharvest treatments of citric acid and salicylic acid on quality attributes of pear cv. Sardrod fruit during storage. *Plant Productions*, 38(1), 131-143. [In Farsi]
- Kader, A. A. (2013). Postharvest technology of horticultural crops an overview from farm to fork. *Ethiopian Journal of Science and Technology*, 1(1), 1-8.
- Karamnezhad, F., Hajiloo, J. and Tabatabaai, S. J. (2015). Effect of post-harvest treatments of calcium chloride at different temperatures on qualitative characteristics and shelf life of peach fruit of Kowsari variety. *Plant Production Technology*, 15(2), 191-202.
- Kazemi, M., Aran, M. and Zamani, S. (2011). Effect of salicylic acid treatments on quality characteristics of apple fruits during storage. *American Journal of Plant Physiology*, 6(2), 113-119.
- Kruege, E., Dietrich, H., Schopplein, E., Rasim, S. and Kurbel, P. (2011). Cultivar, storage conditions and ripening effect on physical and chemical quality of red raspberry fruit. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 60(1), 31-37.
- Kumar, D., Mishra, D. S., Chakraborty, B. and Kumar, P. (2013). Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. *Journal of Food Science and Technology*, 50(4), 797-802.
- Lata, B. (2008). Apple peel antioxidant status in relation to genotype, storage type and time. *Scientia Horticulturae*, 117(1), 45-52.

- Mirzaaliandastjerdi, A. A., Moradi, N., Rezazadeh, A. and Heidary, M. (2014). Effect of salicylic acid and storage period on quality of mango fruit. *Plant Productions*, 37(1), 27-36. [In Farsi]
- Mulero, J., Pardo, F. and Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journale of Food Composition and Analysis*, 23(6), 569-574.
- Nazoori, F., Kalantari, S., Javanshah, A. A. and Talaei, A. R. (2017). Effect of different storage conditions on quantitative and qualitative pistachio characteristics Ahmad Aghaei. *Food Industry Science*, 69(14), 65-73.
- Pesis, E., Ebeler, S. E., DeFreitas, S. T., Padda, M. and Mitcham, E. J. (2010). Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(12), 2114-2123.
- Qin, G. Z., Tian, S. P., Xu, Y. and Wan, Y. K. (2003). Enhancement of biocontrol efficacy of antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 62(3), 147-154.
- Sartip, G. and Hajiloo, J. (2015). Effect of pre-harvest application of salicylic acid on qualitative characteristics of apricot fruits of Shamlou cultivar during storage. *Agricultural Landscaping*, 17(1), 81-91.
- Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M. and Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in store pomrgranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53(3), 152-154.
- Sepahvand, A., Ghasemnezhad, M., Fatahimoghadam, M. R., Talaii, A. and Asgari-sarcheshmeh, M.A. (2016). Effect of training system and calcium chloride foliar spray on storability of apple fruit cvs. 'Gala' and 'Delbarestival' *Journal of Crop Improvement*, 18(3), 543-555.
- Shafiee, M., Taghavi, T. S. and Babalar, M. (2012). Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124(1), 40-45.
- Shokrollahfam, S., Hajiloo, J., Zarenahandi, F., Tabatabaai, S. J. and Naghsh-bandhasani, R. (2014). Effect of popresin, calcium chloride and salicylic acid on quality characteristics and post-harvesting of prunes in shablon. *Plant Productions*, 37(2), 15-26. [In Farsi]
- Shojah, A., Ghasemnezhad, M. and Mortezaei, S. N. (2011). The changes of antioxidant capacity and post harvest quality of thompson navel and blood orange fruits during storage. *Journal of Horticulture Science (Agricultural Sciences and Technology)*, 23(2), 147-155. [In Farsi]
- Wang, L., Chen, S., Kong, W., Li, S. and Archbold, D.D. (2006). Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. *Postharvest Biology and Technology*, 41(3), 244-251.
- Wani, A.A., Singh, P., Gul, K., Wani, M. H. and Langowski, H.C. (2014). Sweet cherry (*Prunus avium*), Critical factors affecting the composition and shelf life. *Food Packaging and shelf Life*, 1(1), 86-99.
- Zheng, Y. and Zhang, Q. (2004). Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of Ponkan mandarin. *Acta Horticulturae*, 632(26), 317-320.