مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۰ شماره ۴ صفحه‌های ۳۹۹ تا ۴۱۰ (۱۳۹۸)
مقاله پژوهشی

تأثیر محلول‌پاشی پیش از برداشت سالیسیلیک اسید بر مقدار ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی و حفظ کیفیت پس از برداشت میوه کیوی[1]

Effect of Preharvest Spraying of Salicylic Acid on Antioxidants Content and Maintaining Postharvest Quality Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

فرهاد پیرزاد* و سید حسین میردهقان[2]

چکیده

محلول‌پاشی غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر سیستم آنتی‌اکسیدانی و کیفیت پس از برداشت میوه کیوی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور، غلظت‌های صفر (شاهد)، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در دو مرحله (۱۲۵ و ۱۴۵ روز پس از گلدهی) روی میوه‌ها محلول‌پاشی شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری برداشت و به‌مدت ۱۴ هفته در دمای ۱/۱±۵ درجه سلسیوس انبار شدند. ویژگی‌های مختلف میوه در زمان‌های صفر (قبل از شروع انبارمانی)، ۱۱ و ۱۴ هفته پس از برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. سالیسیلیک اسید سبب کاهش از دست‌دهی وزن و تأخیر در پراکسیداسیون لیپیدهای غشا شد. بیشترین مقدار سفتی بافت میوه مربوط به تیمار ۱/۵ میلی‌مولار و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود. افزون بر این، میوه‌های تیمار شده به‌طور معنی‌داری مقدار کلروفیل کل، شاخص L^* و b^* بیشتر و مقدار شاخص a^*، pH و ماده‌های جامد محلول کل کمتری در مقایسه با شاهد داشتند. تیمار سالیسیلیک اسید سبب کاهش فعالیت میکروبی میوه‌ها در طی انبارمانی شد. هم‌چنین، بیشترین مقدار فنول کل و آسکوربیک‌اسید مربوط به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار و بیشترین مقدار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی مربوط به تیمار ۱ میلی‌مولار بود که از این راه سالیسیلیک اسید موجب بهبود ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی شد.

واژه‌های کلیدی: انبارمانی، سفتی، فعالیت میکروبی، فنول کل، کیوی فروت، مالون‌دی آلدهید.

مقدمه

مصرف میوه کیوی به‌دلیل داشتن مقدار بالایی از ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی مانند ویتامین C (اسکوربیک‌اسید)، فنول، فلاونوئید و کاروتنوئید دارای نقش مهمی در سلامت انسان می‌باشد (۸). امروزه میوه کیوی در ایران یکی از محصول‌های ارزشمند برای فروش در سطح بین المللی و صادرات می‌باشد. از جمله دشواری‌های اصلی میوه کیوی در طول نگهداری آن در سردخانه عارضه نرم‌شدگی و پوسیدگی آن توسط قارچ *Botrytis cinerea* می‌باشد. هر چند با نگه‌داری میوه‌ها درون سردخانه تا حد زیادی می‌توان سبب تأخیر در نرم‌شدگی و کاهش پوسیدگی شد، اما در هر صورت میوه‌ها طی دوره‌های انبارمانی با گذشت زمان، سفتی خود را از دست داده و نرم می‌شوند که نتیجه آن از دست رفتن کیفیت نهایی فرآورده و حساسیت به پوسیدگی می‌باشد (۷، ۲۷). با این حال می‌توانیم افزون بر نگه‌داری میوه‌های کیوی درون سردخانه، با اعمال تیمارهایی مانند سالیسیلیک اسید عارضه نرم‌شدگی و پوسیدگی را بیش‌تر به تأخیر بیاندازیم. در گزارشی میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید، سفتی بافت بیش‌تری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده در طول انبارمانی داشتند (۲۷). بابالار و همکاران (۵) گزارش کردند تیمارهای قبل و پس از برداشت با سالیسیلیک اسید منجر به جلوگیری از پوسیدگی و سبب حفظ کیفیت

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۲۴ تاریخ پذیرش: ۹۸/۵/۱۴
۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان، ایران.
* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (pirzad_farhad@ut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

ظاهری میوه‌های توت‌فرنگی شد. محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید در سه هفته قبل از برداشت موجب افزایش کیفیت و کاهش بیماری‌های قارچی میوه گیلاس رقم مشهد شد (۱۱).

سالیسیلیک اسید سبب به تاخیر انداختن فرآیند رسیدن، بهبود کیفیت تغذیه‌ای و کنترل تغییرهای فیزیکی و شیمیایی در میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود. افزون بر این، سالیسیلیک اسید موجود در میوه‌ها و سبزی‌ها به‌عنوان یک ماده طبیعی و غیر شیمیایی با خاصیت آنتی‌اکسیدانی فراوان می‌باشد (۴).

تیمارهای سالیسیلیک اسید با غلظت‌های مختلف به‌صورت قبل و پس از برداشت به‌صورت تجاری برای افزایش عمر انبارمانی و حفظ کیفیت پس از برداشت محصول‌هایی از جمله موز (۲۳)، کیوی فروت (۲۷)، هلو (۲۴)، گلابی (۱۶)، آناناس (۱۸) و انار (۹، ۲) استفاده شده است. هم‌چنین آریل‌های میوه انار تیمار شده با سالیسیلیک اسید مقدار فنول کل، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، آنتوسیانین کل، اسکوربیک‌اسید و فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (۹). در پژوهشی، Lu و همکاران (۱۸) دریافتند تیمار قبل از برداشت ۲ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و تیمار ۰/۵ میلی‌مولار آن به‌صورت غوطه‌وری سبب حفظ کیفیت میوه‌های آناناس و افزایش مقاومت آن‌ها در برابر قهوه‌ای شدن داخلی شد. گیمینز و همکاران (۱۲) گزارش کردند که میوه‌های گیلاس تیمار شده با سالیسیلیک اسید (غلظت ۰/۵ میلی‌مولار) و استیل سالیسیلیک اسید (غظت ۱ میلی‌مولار) به‌صورت قبل از برداشت، مقدار فنول کل، آنتوسیانین کل، ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی آبدوست و آبگریز بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد در زمان برداشت تجاری داشتند.

هدف از این پژوهش، بررسی اثر قبل از برداشت سالیسیلیک اسید بر ویژگی‌های کیفی پس از برداشت شامل سفتی، مواد جامد محلول کل، کاهش وزن، pH، رنگ (شاخص‌های L^*، a^* و b^*)، کلروفیل کل، فعالیت میکروبی و ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی شامل فنول کل، اسکوربیک‌اسید و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های کیوی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

محلول‌پاشی به‌صورت غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار) روی تاک‌های ۶ ساله میوه کیوی رقم هایوارد (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) از یک باغ تجاری در منطقه بابل واقع در شمال ایران انجام شد. این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل (فاکتور یک شامل تیمار سالیسیلیک اسید با چهار سطح صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ میلی مولار و فاکتور دوم عبارت از زمان‌های مختلف اندازه‌گیری ویژگی‌ها با سه سطح زمان صفر (قبل از شروع انبارمانی)، ۱۱ و ۱۴ هفته پس از برداشت بودند) و بر پایه طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار طراحی شد. روش تربیت درختان به‌صورت تی-بار بالدار[۱] و فاصله کاشت ۴×۴/۵ متر بود. آبیاری به‌صورت قطره‌ای انجام می‌شد. این محلول‌پاشی در روزهای ۱۲۵ و ۱۴۵ روز پس از گلدهی روی کل تاک به‌ویژه روی میوه‌ها تا مرحله آب‌چک[۲] در صبح زود انجام گرفت و هر تاک به‌عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. میوه‌ها در زمان بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند و در انبار در دمای ۱±۱/۵ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۹۰ تا ۹۵٪ به مدت ۱۴ هفته نگهداری شدند. اندازه‌گیری ویژگی‌ها در زمان‌های صفر (قبل از شروع انبارمانی)، ۱۱ و ۱۴ هفته پس از برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت.

کاهش وزن

برای ارزیابی کاهش وزن، میوه‌ها قبل از ورود به سردخانه و سپس در فواصل زمانی مشخص توزین شدند.

اندازه‌گیری اسکوربیک‌اسید، ماده‌های جامد محلول و pH

برای اندازه‌گیری ویتامین C از روش تیتر با محلول ۲ و ۶ دی‌کلروفنول‌ایندوفنول[۳] استفاده شد و نتیجه‌ها بر حسب میلی‌گرم در صد گرم وزن تر بیان شد. مقدار ماده‌های جامد محلول کل با قرار دادن چند قطره از آب میوه کیوی روی صفحه منشور دستگاه قندسنج دستی مدل PAL-1 ATAGO ساخت کشور ژاپن اندازه‌گیری و بر حسب درجه بریکس بیان شد. pH آب میوه به‌طور مستقیم توسط pH سنج (Germany inolab 720) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد.

۱- Wing T-bar ۲- Run off ۳- 2,6-dichlorophenol-indophenol

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

سفتی

حدود ۰/۵ سانتی‌متر از پوست ۴ میوه در هر تکرار جدا و توسط دستگاه سفتی سنج مدل (Lutron FG5020) با قطر پروب ۶ میلی‌متر و با نفوذ حدود ۲ میلی‌متر مقدار سفتی بافت گوشت اندازه‌گیری شد و بر حسب کیلوگرم نیرو نشان داده شد.

مالون‌دی آلدهید

اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی آلدهید با استفاده از تیوباربیتوریک اسید (TBA)[1](با استفاده از روش Hodges و همکاران (۱۴) انجام شد. مقدار مالون‌دی آلدهید بر حسب نانومول بر گرم وزن تازه میوه ($nmol\ g^{-1}\ FW$) بیان شد.

شاخص مختلف رنگ

از قسمت‌های مختلف گوشت میوه به منظور محاسبه رنگ استفاده شد. برای این منظور رنگ ۴ قسمت مختلف از سطح ۵ میوه با استفاده دستگاه رنگ سنج مدل (Konica Minolta CR 400) در مرحله بعد از برداشت اندازه‌گیری شد. مقدار رنگ با استفاده از شاخص‌های L^*، a^* و b^* بیان شد.

کلروفیل کل

مقدار کلروفیل بر اساس روش Arnon (۳) در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ اندازه‌گیری شد و بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه میوه بیان شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل

ابتدا بافر فسفات با استفاده از K_2HPO_4 و KH_2PO_4 تهیه و pH آن روی ۷/۸ تنظیم شد. سپس ۵ گرم از میوه‌های کیوی با ۱۰ میلی‌لیتر بافر فسفات عصاره‌گیری و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شد. سپس از روشناور برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی و مقدار ترکیب‌های فنولی کل استفاده گردید (۲۲).

به‌منظور اندازه‌گیری ترکیب‌های فنولی از بافر فسفات، فولین به نسبت ۱:۱۰ و کربنات سدیم (۷/۵٪) استفاده شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (U-2000, Hitachi Instrument, Tokyo, Japan) مقدار جذب نور در طول موج ۷۶۰ نانومتر خوانده شد. در نهایت مقدار ترکیب‌های فنولی با استفاده از استاندارد گالیک اسید ۱ میلی‌مولار بر حسب میلی‌گرم معادل گالیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه بیان گردید (۲۲).

برای اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی از بافر گلایسن، ABTS[2]، پراکسید هیدروژن و پراکسیداز استفاده شد. مقدار شدت جذب نیز با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۷۳۰ نانومتر خوانده شد. به منظور محاسبه فعالیت ضداکسیدانی از استاندارد اسکوربیک اسید ۱ میلی‌مولار استفاده شد و در نهایت مقدار فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر مبنای میلی‌گرم معادل اسکوربیک اسید در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه بیان گردید (۲۲).

فعالیت میکروبی

پس از تهیه آگار و پپتون واتر با غلظت ۱٪ و اتوکلاو نمودن به همراه تمامی وسایل مورد نیاز، نمونه‌های ۱۰ گرمی از میوه در ۹۰ میلی‌لیتر پپتون واتر در شرایط استریل با استفاده از دستگاه stomacher (Interscience 400p) به مدت ۹۰ ثانیه هموژنیزه شدند و سپس زیر هود لامینار مقدار ۹ میلی‌لیتر پپتون واتر به هر لوله آزمایش اضافه شد. به منظور انجام سری رقیق‌سازی، مقدار ۱۰۰۰ میکرولیتر از مخلوط همگن به لوله آزمایش اول (حاوی ۹ میلی‌لیتر پپتون واتر) اضافه شد. مرحله رقیق‌سازی تا رقت منفی چهار انجام شد. در مرحله بعد، از هر لوله آزمایش ۱۰۰۰ میکرولیتر به پتری‌دیش‌های حاوی آگار استریل شده اضافه و به مدت ۴ روز (در شرایط نور فلورسنت با شدت ۴۰ وات و دمای ۲۴ درجه سلسیوس به مدت ۴ روز) تعداد کلنی‌ها شمارش گردید و مقدار فعالیت میکروبی به‌صورت لگاریتم تعداد کلنی‌های شمارش شده (Log_{10}تعداد کلنی‌های شمارش شده) در یک گرم وزن تازه میوه محاسبه شد (۲۲).

۱- Thiobarbituric acid

۲- 2,2-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diamonium salt

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

واکاوی آماری

واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم افزارهای SPSS نسخه ۱۶ و MSTATC و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت.

نتایج و بحث

تأثیر تیمار سالیسیلیک اسید بر مقدار سفتی بافت میوه، کاهش وزن، ماده‌های جامد محلول و pH

همان‌طور که نتیجه‌ها نشان می‌دهد (جدول ۱)، میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید سفتی بافت بیشتری در مقایسه با میوه‌های شاهد داشتند.

جدول ۱- اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار اسکوربیک اسید، سفتی، کاهش وزن، ماده‌های جامد محلول و pH در میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجه سلسیوس.

Table 1. Effect of salicylic acid on ascorbic acid, firmness, weight loss, total soluble solids and pH of kiwifruit cv. Hayward after 14 weeks storage at 1.5±1 °C.

سالیسیلیک اسید Salicylic acid (mM)	اسکوربیک‌اسید Ascorbic acid mg 100^{-1} g) (FW	سفتی Firmness (Kgf)	کاهش وزن Weight loss (%)	ماده‌های جامد محلول Total soluble solids (Brix)	pH
0	44.56 ± 2.76 b	2.52 ± 0.74 b	10.85 ± 0.48 a	12.76 ± 0.59 a	3.33 ± 0.05 a
0.5	55.83 ± 4.19 a	2.63 ± 0.75 ab	7.9 ± 0.5 c	11.96 ± 0.69 ab	0.03 3.26 ±ab
1	51.53 ± 2.79 ab	2.67 ± 0.77 ab	9.44 ± 0.62 b	11.61 ± 0.49 b	0.04 3.22 ±bc
1.5	47.33 ± 3.06 b	2.88 ± 0.83 a	9.19 ± 0.49 b	11.67 ± 0.57 b	3.16 ± 0.03 c

Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

سفتی بافت میوه یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کیفیت انبارمانی میوه کیوی می‌باشد. اگر میوه‌های کیوی در زمان بلوغ فیزیولوژی برداشت و در شرایط بهینه انبار شوند می‌توانند به مدت ۴ تا ۶ ماه در داخل سردخانه نگه‌داری شوند (۷).

سالیسیلیک اسید با جلوگیری از تولید اتیلن، فرآیند رسیدن میوه‌ها را به تاخیر می‌اندازد و با کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره یاخته‌ای، نرم شدن میوه را کاهش می‌دهد. سالیسیلیک اسید از فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز[۱]، زایلاناز[۲] و سلولاز[۳] در موز جلوگیری کرد (۲۳). ثابت شده است کاربرد سالیسیلیک اسید موجب افزایش سازوکار مقاومت و تولید ترکیب‌های آنتی‌اکسیدانی در میوه‌ها شده و در نتیجه تمامیت غشای سیتوپلاسمی حفظ خواهد شد.

تیمار سالیسیلیک اسید توانایی حفظ سفتی بافت میوه را در طی انبارمانی داشته که این عمل را با کاهش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده دیواره یاخته‌ای و جلوگیری از تخریب غشا یاخته‌ای انجام می‌دهد. در آزمایشی نشان داده شد میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید، سفتی بافت بیش‌تری در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده در طول انبارمانی داشتند و اعلام کردند تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار سالیسیلیک اسید درونی در بافت میوه‌ها شد. سالیسیلیک اسید از تولید و زیست‌ساخت اتیلن جلوگیری می‌کند و این عمل را با جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های شرکت کننده در مسیر زیست‌ساخت اتیلن که شامل ACC سنتاز[۴] و ACC اکسیداز[۵] هستند، انجام می‌دهد. از آن‌جا که اتیلن سبب نرم‌شدگی در میوه کیوی می‌شود، به نظر می‌رسد که تیمار سالیسیلیک اسید با جلوگیری از تولید اتیلن سبب به تأخیر انداختن فرآیند نرم‌شدگی می‌شود (۲۷).

۱- Polygalacturonase
۲- Xylanase
۳- Cellulase
۴- 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase
۵- 1-Aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

کاربرد قبل از برداشت سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری کاهش وزن را در میوه‌های تیمار شده در مقایسه با میوه‌های شاهد کاهش داد (جدول ۱). کاهش وزن در میوه‌های کیوی انبار شده در سردخانه بیشتر در اثر تبخیر آب از سطح میوه و ظهور چروکیدگی در سطح آن نمایان می‌شود. کمترین کاهش وزن در میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید را می‌توان به استحکام غشا یاخته‌ای و تمامیت غشا و نفوذپذیری بافت‌ها نسبت داد. تیمار پس از برداشت سالیسیلیک اسید (۲ میلی‌مولار به مدت ۱۵ دقیقه) مقدار خسارت سرمازدگی در گل آنتوریوم را کاهش داد، که با کاهش در مقدار نشت یونی، میزان مالون‌دی آلدهید و فعالیت لیپوکسیژناز و سوپراکسید دیسموتاز همراه بود و سبب کاهش قهوه‌ای شدن اسپات و کاهش وزن شد (۲۱).

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید کمترین مقدار ماده‌های جامد محلول را داشتند (جدول ۱). در پژوهشی، Srivastava و Dwivedi (۲۳) گزارش کردند که تیمار سالیسیلیک اسید سبب کاهش فعالیت آنزیم اینورتاز و قندهای غیر احیاکننده شده و در نتیجه سبب تاخیر در شکستن نشاسته در میوه موز طی فرآیند رسیدن می‌شود.

کمترین مقدار pH مربوط به سطح ۱/۵ میلی‌مولار تیمار سالیسیلیک اسید و بیشترین مقدار pH مربوط به میوه‌های شاهد بود (جدول ۱). اسیدهای آلی به‌عنوان یک اندوخته انرژی میوه می‌باشند که در هنگام رسیدن با افزایش سوخت‌وساز مصرف می‌شوند. کاهش اسید میوه‌ها در طی مدت زمان نگه‌داری در انبار، منجر به افزایش pH آن‌ها می‌شود. کاربرد سالیسیلیک اسید تأثیر معنی‌داری بر میزان pH داشت که می‌توان گفت سالیسیلیک اسید با کاهش تنفس و کاهش سرعت فرآیندهای متابولیکی یاخته از کاهش اسیدهای آلی تا حدودی جلوگیری می‌کند که در بلند مدت باعث انباشت اسیدهای آلی و پایین بودن pH آب میوه می‌گردد (۱).

تأثیر تیمار سالیسیلیک اسید بر مقدار مالون‌دی آلدهید، رنگ و کلروفیل میوه

همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است، در طی انبارمانی انباشت مالون‌دی آلدهید به‌طور معنی‌داری در میوه‌های کیوی تیمار شده کمتر از میوه‌های شاهد است. فرآیند پراکسیداسیون لیپیدی می‌تواند با اکسیداسیون غیر آنزیمی، توسط گونه‌های فعال اکسیژن یا با اکسیداسیون آنزیمی اسیدهای چرب غیر اشباع توسط لیپوکسیژناز انجام شود. پراکسیداسیون لیپیدی که بیانگر مقدار تخریب غشا یاخته‌ای است می‌تواند از طریق تولید مالون‌دی آلدهید اندازه‌گیری شود. آخرین ترکیب تولید شده حاصل از پراکسیداسیون اسیدهای چرب غشایی، مالون‌دی آلدهید می‌باشد، و مقدار این ترکیب به‌عنوان یک نشانه از تنش اکسیداتیو می‌باشد. این ترکیب مقدار خسارت و تخریب غشای یاخته‌ای را نشان می‌دهد (۱۴).

هیوآنگ و همکاران (۱۵) دریافتند که تیمار سالیسیلیک اسید (غلظت ۲ میلی‌مولار به مدت ۲۰ دقیقه) مقدار انباشت هیدروژن پراکسید و فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسموتاز را افزایش و سبب کاهش مالون‌دی آلدهید و فعالیت آنزیم کاتالاز در میوه پرتقال ناول رقم کاراکارا[۱] در دماهای ۶ و ۲۰ درجه سلسیوس شد.

تیمار پس از برداشت سالیسیلیک اسید (۱ میلی‌مولار به مدت ۵ دقیقه) به‌طور معنی‌داری مقدار خسارت سرمازدگی و پوسیدگی را در میوه‌های هلو به تاخیر انداخت. کاهش مقدار خسارت سرمازدگی در میوه‌های هلو تیمار شده با سالیسیلیک اسید با کاهش در مقدار مالون‌دی آلدهید و حفظ مقدار سفتی بافت میوه همراه بود (۲۶).

نتیجه‌های این پژوهش نشان می‌دهد که تیمار سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری سبب کاهش مقدار تولید مالون‌دی آلدهید در میوه‌های کیوی در طول انبارمانی شد. هم‌چنین به نظر می‌رسد که تیمار سالیسیلیک اسید می‌تواند سبب کاهش تنش اکسیداتیو در میوه‌های کیوی شده و از این راه منجر به حفظ تمامیت غشا شود. بنابراین، می‌توان گفت که سالیسیلیک اسید با افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی، سبب جلوگیری یا از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود که در نتیجه آن منجر به کاهش تنش اکسیداتیو در طی رسیدن میوه خواهد شد و در نهایت با جلوگیری از اثرهای مضر گونه‌های فعال اکسیژن سبب حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها می‌شود.

۱- Cara Cara

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

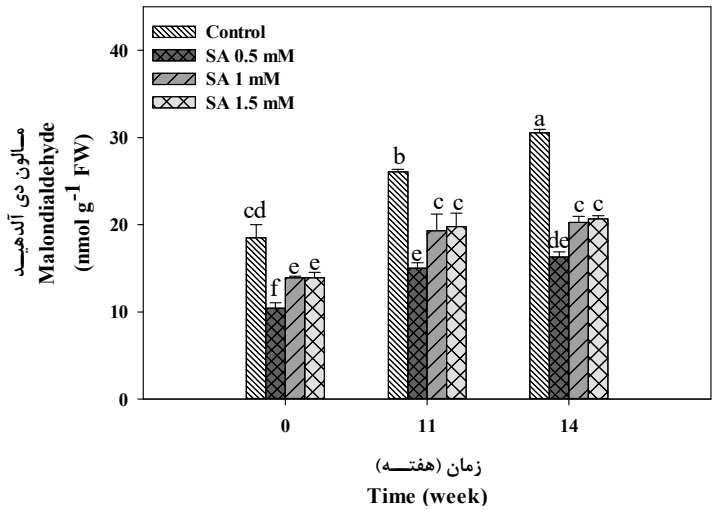


Fig 1. Effect of salicylic acid on malondialdehyde content of kiwifruit cv. Hayward after 14 weeks storage at 1.5±1 °C. Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P< 0.05$).

شکل ۱- اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار مالون‌دی آلدهید میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجه سلسیوس. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است مقدار کلروفیل کل در میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید بیشتر از میوه‌های شاهد بود. کاربرد قبل از برداشت سالیسیلیک اسید نشان داد میوه‌های کیوی تیمار شده مقدار بالاتری از شاخص L^* و b^* و مقدار کمتری از شاخص a^* را به خود اختصاص دادند. مقدار رنگ با استفاده از شاخص‌های L^*، a^* و b^* بیان شد. شاخص L^* نشان دهنده مقدار درخشندگی (روشنایی) می‌باشد و مقدار آن از صفر (سیاه) تا ۱۰۰ (سفید) متغیر است. دامنه تغییرهای شاخص a^* از ۶۰+ (قرمز) تا ۶۰- (سبز) می‌باشد. مقدار رنگ سبز از ۶۰- و مقدار رنگ قرمز از ۶۰+ به سمت مرکز دیاگرام رنگ (صفر) کاهش می‌یابد. دامنه تغییرهای شاخص b^* از ۶۰- (آبی) تا ۶۰+ (زرد) می‌باشد که مقدار رنگ آبی از ۶۰- و رنگ زرد از ۶۰+ به سمت مرکز دیاگرام رنگ (صفر) کاهش می‌یابد. مقدار کلروفیل به‌عنوان فاکتور اصلی رنگ سبز در میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌های سبز رنگ می‌باشد. از دست‌دهی رنگ سبز منجر به کاهش کیفیت و بازاررسانی میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شود. اتیلن مهم‌ترین فاکتوری می‌باشد که نقش اصلی را در از دست‌دهی کلروفیل طی فرآیند پیری و رسیدن ایفا می‌کند. تنظیم تولید اتیلن سبب حفظ سطح رنگ محصول‌ها طی انبارمانی می‌شود.

جدول ۲- اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار کلروفیل کل و شاخص‌های L^*، a^*، b^* در میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵.

Table 2. Effect of salicylic acid on total chlorophyll content and L^*, a^*, b^* indexes of kiwifruit cv. Hayward after 14 weeks storage at 1.5±1 °C.

سالیسیلیک اسید Salicylic acid (mM)	کلروفیل کل Total chlorophyll (mg g^{-1} FW)	L^*	a^*	b^*
0	0.06 ± 0.007 c	46.07 ± 2.18 b	-10.76 ± 1.6 a	24.88 ± 2.48 b
0.5	0.08± 0.004 b	49.09 ± 2.21 a	-10.98 ± 1.57 b	26.31 ± 2.46 a
1	0.15 ± 0.006 a	49.49 ± 2.49 a	-11.26 ± 1.55 b	26.11 ± 2.55 a
1.5	0.09 ± 0.006 b	48.81 ± 2.6 a	-11.09 ± 1.61 b	25.99 ± 2.6 a

Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، درسطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک ترکیب جلوگیری‌کننده تولید اتیلن، می‌تواند سبب تأخیر در کاهش رنگ سبز میوه‌ها، سبزی‌ها و گل‌های سبز رنگ شود. در آزمایشی میوه‌های کیوی تیمار شده با غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به روش غوطه‌وری در طی زمان انبارمانی حاوی مقادیر بالاتری از کلروفیل نسبت به میوه‌های شاهد بودند (۶).

در این آزمایش بالاترین مقدار کلروفیل مربوط به میوه‌های تیمار شده با سالیسیلیک اسید یک میلی‌مولار بود. سالیسیلیک اسید به‌احتمال به‌طور غیر مستقیم با کاهش در تولید اتیلن سبب کاهش در از بین رفتن کلروفیل توسط آنزیم کلروفیلاز شده و یا به‌طور مستقیم باعث کاهش فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌شود. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که شاخص L^* سطح پوست میوه‌های شاهد کمتر از میوه‌های تیمار شده است و در نتیجه میوه‌های شاهد شفافیت کمتری داشتند. این موضوع به‌دلیل تنفس بیشتر میوه‌های شاهد است که منجر به کاهش وزن بیشتر در این میوه‌ها می‌شود (۲۴). به‌عبارت دیگر تیمار سالیسیلیک اسید با کاهش در از بین رفتن کلروفیل و از دست‌دهی وزن میوه‌ها سبب افزایش شاخص L^* در میوه‌های تیمار شده در طول انبارمانی شد. تیمار سالیسیلیک اسید منجر به افزایش شاخص L^* در میوه‌های هلو شد (۲۴). افزایش شاخص a^* که نشان‌دهنده مقدار کاهش رنگ سبز کیوی است را می‌توان به کاهش مقدار کلروفیل و افزایش رنگدانه کارتنوئید در میوه نسبت داد.

تأثیر سالیسیلیک اسید بر سیستم آنتی‌اکسیدانی

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که مقدار فنول کل در میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید بیشتر از میوه‌های شاهد بود. بالاترین مقدار فنول کل مربوط به سطح ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید در مقایسه با شاهد بود در حالی‌که با غلظت ۱ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید تفاوت معنی دار نداشت (شکل ۲).

فنول‌ها با کاهش لیپوپروتئین‌ها (نوعی چربی در بدن انسان) منجر به کاهش بیماری‌های قلبی در انسان می‌شوند. افزون بر این، فنول‌ها ترکیب‌های بسیار مهمی هستند که در کیفیت تغذیه‌ای میوه‌ها و سبزی‌ها مانند رنگ، گسی، تلخی و طعم نقش دارند. این ترکیب‌ها ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی فراوانی داشته و سبب از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند (۱۳). گزارش شده است مقدار فنول کل، آنتوسیانین‌ها و ویژگی آنتی‌اکسیدانی آبدوست و آبگریز میوه‌های انار تیمار شده با استیل سالیسیلیک اسید بیشتر از میوه‌های شاهد بود (۱). هم‌چنین Valero و همکاران (۲۵) گزارش کردند تیمارهای پس از برداشت سالیسیلیک اسید و استیل سالیسیلیک اسید سبب حفظ مقدار آنتوسیانین کل، فنول کل و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های گیلاس در طی انبارمانی شد.

در پژوهشی، Perez- Balibrea و همکاران (۲۰) گزارش کردند مقدار فنول کل در کلم‌های بروکلی، به‌طور معنی‌داری توسط تیمار سالیسیلیک اسید افزایش پیدا کرد. آن‌ها پیشنهاد کردند که سالیسیلیک اسید سبب افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز شده که یک آنزیم مهم در متابولیسم فنیل پروپانوئید است و آنزیمی است که می‌تواند سبب فعال شدن ژن‌های بیان کننده زیست‌ساخت فنول‌ها شود. در این پژوهش به نظر می‌رسد افزایش مقدار بالای فنول کل در میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسلیک اسید مربوط به افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز باشد. بنابراین، می‌توان گفت که سالیسلیک اسید می‌تواند یک روش کاربردی برای حفظ مقدار فنول کل در میوه‌هایی مانند کیوی باشد.

همانطور که در جدول ۱ نشان داده شده است تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید به‌طور معنی‌داری سبب افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید در میوه‌های کیوی شد. به‌طوری که بیشترین مقدار اسکوربیک‌اسید (۵۵/۸۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تازه میوه) متعلق به تیمار ۰/۵ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید و کمترین مقدار آن (۴۴/۵۶) مربوط به تیمار شاهد بود.

در پژوهشی، Kumar و همکاران (۱۷) گزارش کردند تیمار سالیسیلیک اسید روی میوه لیچی سبب افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید شد. نتیجه‌های این پژوهش با توجه به افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید در میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید با نتیجه‌های Perez- Balibrea و همکاران (۲۰) که اعلام کردند تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید در جوانه‌های کلم بروکلی شد، مطابقت دارد. آن‌ها اعلام کردند مقدار بالای اسکوربیک‌اسید در جوانه‌های کلم بروکلی تیمار شده با سالیسیلیک اسید می‌تواند در ارتباط با فعال‌کردن غیرمستقیم زیست‌ساخت اسکوربیک‌اسید توسط کربوهیدرات‌هایی مانند ساکارز و گلوکز باشد (۲۰). تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار اسکوربیک‌اسید در قسمت

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

گوشت پرتقال ناول رقم کارا کارا[1]شد و میوه‌های شاهد مقدار اسکوربیک‌اسید کمتری داشتند (۱۵). گزارش شده است مقدار کاهش اسکوربیک‌اسید در میوه‌های انار تیمار شده با سالیسیلیک اسید در طی ۹۰ روز انبارمانی کمتر از میوه‌های شاهد بود (۲). بنابراین، سالیسیلیک اسید با حفظ مقدار اسکوربیک اسید سبب بهبود ویژگی آنتی‌اکسیدانی در میوه‌های کیوی می‌شود.

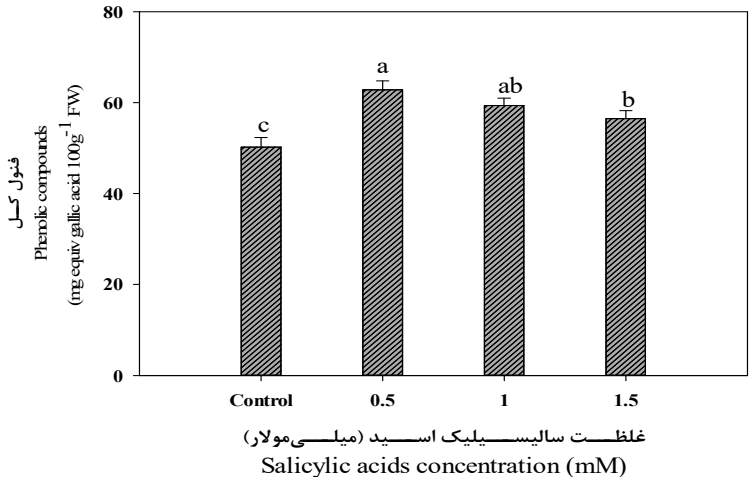


Fig 2. Effect of salicylic acid on phenolics compound of kiwifruit cv. Hayward after 14 weeks storage at 1.5±1 °C for. Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

شکل ۲- اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار فنول کل میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجه سلسیوس. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (شکل ۳) که بیانگر این مطلب است سالیسیلیک اسید سبب افزایش ویژگی آنتی‌اکسیدانی در میوه کیوی می‌شود. افزون بر این، میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید ۱ میلی‌مولار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی بالاتری نسبت به میوه‌های کیوی تیمار شده با سطح ۱/۵ میلی‌مولار داشته است که به نظر می‌رسد تیمار ۱ میلی‌مولار برای افزایش ویژگی آنتی‌اکسیدانی میوه‌های کیوی مناسب‌تر باشد. نتیجه‌های این پژوهش نشان می‌دهد که سالیسیلیک اسید سبب افزایش مقدار فنول کل و مقادیر اسکوربیک‌اسید در میوه کیوی شد. هم‌چنین به نظر می‌رسد که این تیمار سبب تحریک خاصیت آنتی‌اکسیدانی در میوه کیوی می‌شود. در پژوهشی، Dokhanieh و همکاران (۹) گزارش کردند تیمار سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی‌دار ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در آریل‌های میوه انار شد. افزون بر این، این تیمار منجر به افزایش معنی‌دار در مقدار فنول کل، آنتوسیانین کل و مقدار اسکوربیک‌اسید شد و بالاترین فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز مربوط به آریل‌های تیمار شده بود. به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید می‌تواند یک روش کاربردی برای افزایش خاصیت آنتی‌اکسیدانی در آریل‌های میوه انار رقم ملس یزد باشد که این عمل را با افزایش فعالیت آنزیم فنیل‌آلانین‌آمونیالیاز و تحریک مسیرهای فنیل پروپانوئید-فلاونوئیدها انجام می‌دهد (۹).

تأثیر تیمار سالیسیلیک اسید بر مقدار فعالیت میکروبی

محلول‌پاشی قبل از برداشت سالیسیلیک اسید نشان داد که سطح‌های ۱ و ۱/۵ میلی‌مولار به‌طور معنی‌داری کمترین مقدار فعالیت میکروبی را نسبت به میوه‌های شاهد داشتند (شکل ۴).

۱- Cara Cara

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

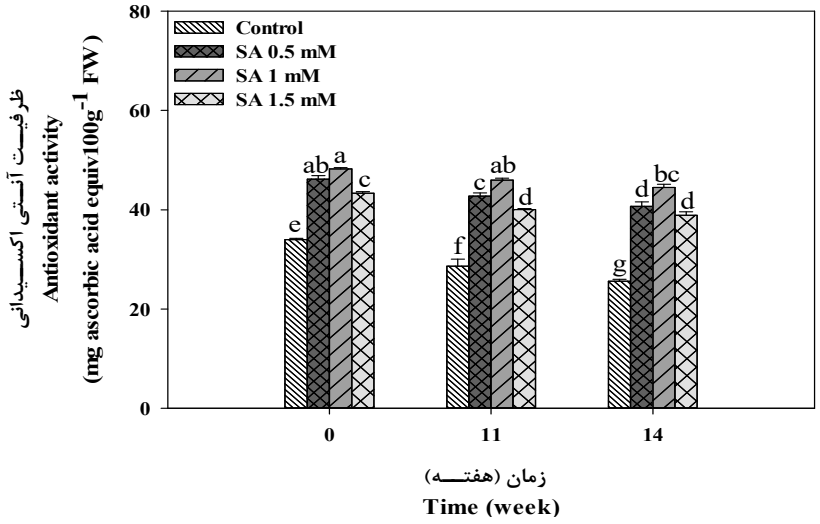


Fig 3. Effect of salicylic acid on antioxidant activity of kiwifruit cv. Hayward at 1.5±1 °C for 14 weeks storage. Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

شکل ۳- اثر سالیسیلیک اسید بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجه سلسیوس سردخانه. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

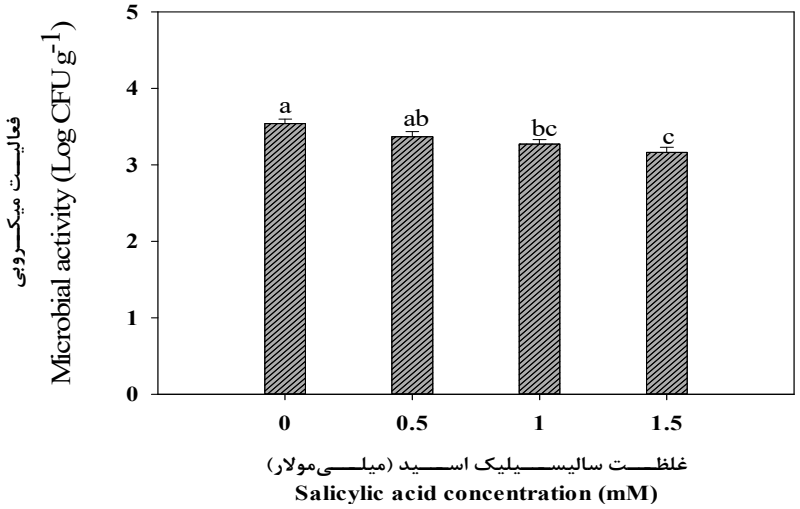


Fig 4. Effect of salicylic acid on microbial activity of kiwifruit cv. Hayward after14 weeks storage at 1.5±1 °C for 14 weeks storage. Mean values in each column followed by the same letters are not significantly different ($P < 0.05$).

شکل ۴- اثر سالیسیلیک اسید بر مقدار فعالیت میکروبی میوه کیوی رقم هایوارد طی ۱۴ هفته انبارمانی در دمای ۱± ۱/۵ درجه سلسیوس. میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حرف‌های مشترک می‌باشند، در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

گزارش شده است سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان در پاسخ به حمله‌های بیماری‌زاها عمل می‌کند. این ترکیب سبب کاهش پوسیدگی در دامنه وسیعی از میوه‌ها می‌شود. برای مثال (۱۹)، تیمار میوه‌های سیب با سالیسیلیک اسید به روش غوطه‌وری با افزایش در فعالیت آنتی‌اکسیدانی، کاهش تولید اتیلن و تاخیر در فرآیند رسیدن میوه، منجر به کاهش پوسیدگی و افزایش ماندگاری میوه‌های سیب در انبار شد. هم‌چنین تیمار سالیسیلیک اسید پوسیدگی ناشی از قارچ بوتریتیس سینه‌رآ، تولید اتیلن و فرآیند رسیدن در گوجه فرنگی را به تأخیر انداخت (۲۶). این موضوع در مورد میوه‌های کیوی نیز مشاهده شده است (۱۰). در پژوهشی، Gholami و همکاران (۱۱) اعلام کردند تیمار غوطه‌وری سالیسیلیک اسید در غلظت‌های ۲، ۳ و ۵ میلی‌مولار قبل از انبارمانی در افزایش مقاومت به پوسیدگی قارچی میوه‌های گیلاس طی انبارمانی موثر بوده است. تیمار سالیسیلیک اسید سبب جلوگیری از بیماری و پوسیدگی ناشی از قارچ *Botrytis cinerea* در میوه‌های گوجه‌فرنگی در هر دو مرحله سبز بالغ و مرحله شکستن رنگ شد. بنابراین به نظر می‌رسد سالیسیلیک اسید به‌عنوان یک عامل ضد قارچی در میوه‌ها عمل کرده و میزان مقاومت میوه‌های تیمار شده در برابر عوامل مختلف بیماری‌ها، به مقدار سطح سالیسیلیک اسید درونی آن‌ها وابسته است (۲۶).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش محلول‌پاشی پیش از برداشت سالیسیلیک اسید سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، فنول کل و اسکوربیک‌اسید شد. هم‌چنین، سالیسیلیک اسید سبب کاهش از دست‌دهی وزن و تأخیر در پراکسیداسیون لیپیدی غشای سیتوپلاسمی شد که با اندازه‌گیری مقدار مالون‌دی آلدهید ارزیابی شد. افزون بر این، ویژگی‌های کیفی میوه طی انبارمانی نیز بهبود یافت. میوه‌های کیوی تیمار شده با سالیسیلیک اسید مقدار سفتی بافت میوه و کلروفیل کل بیشتر و ماده‌های جامد محلول کل و pH کمتری در مقایسه با میوه‌های شاهد داشتند. هم‌چنین سالیسیلیک اسید از طریق کاهش فعالیت میکروبی سبب تاخیر در پوسیدگی میوه‌های کیوی در طول انبارمانی شد. بهترین غلظت و زمان پیشنهاد شده برای محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید به‌ترتیب غلظت ۰/۵ میلی‌مولار و زمان ۴۰ روز قبل از برداشت میوه‌ها می‌باشد. در مجموع، به نظر می‌رسد محلول‌پاشی قبل از برداشت سالیسیلیک‌اسید روش مناسب و کاربردی برای حفظ کیفیت پس از برداشت میوه‌ها بوده و از طریق افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی در محصولات، سبب تضمین بیشتر سلامت مصرف‌کننده خواهد شد.

منابع References

۱. پیرزاد، ف. ۱۳۹۶. تأثیر تیمارهای قبل و پس از برداشت آرژنین و متیل جاسمونات بر سرمازدگی پس از برداشت و کیفیت تغذیه‌ای میوه انار رقم ملس ساوه. پایان‌نامه دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۱۴۹ صفحه.

۲. سیاری، م. ۱۳۸۸. اثر عوامل شیمیایی و غیر شیمیایی بر مقاومت سرمازدگی و اسکالد انار در انبار. پایان‌نامه دکتری باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۱۱۸ صفحه.

3. Arnon, D.I. 1994. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenol oxidase in Beta vulgaris. Plant Physiol. 24: 1–15.

4. Asghari, M. and M.S. Aghdam. 2010. Impact of salicylic acid on post-harvest physiology of horticultural crops. Trends Food Sci. Technol. 21: 502-509.

5. Babalar, M., M. Asghari, A. Talaei, and A. Khosroshahi. 2007. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food Chem. 105: 449-453.

6. Bal, E. S. and Celik. 2010. The effects of postharvest treatments of salicylic acid and potassium permanganate on the storage of kiwifruit. Bulg. J. Agr. Sci. 16: 576-584.

7. Bonghi, C., S. Pagni, R. Vidrih, A. Ramina, and P. Tonuti. 1996. Cell wall hydrolases and amylase in kiwifruit softening. Postharvest Biol. Technol. 9: 19-29.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

8. Cassano, A., A. Figoli, A. Tagarelli, G. Sindona, and E. Drioli. 2006. Integrated membrane process for the production of highly nutritional kiwifruit juice. Desalination, 189: 21–30.
9. Dokhanieh, A.Y., M.S. Aghdam, and M.A.A. Sarcheshmeh. 2016. Impact of postharvest hot salicylic acid treatment on aril browning and nutritional quality in fresh-cut pomegranate. Hort. Environ. Biotechnol. 57: 378-384.
10. Fatemi, H., S. Mohammadi, and M.H. Aminifard. 2013. Effect of postharvest salicylic acid treatment on fungal decay and some postharvest quality factors of kiwi fruit. Arch. Phytopathol. Pflanzenschutz, 46: 1338–1345.
11. Gholami M., A. Sedighi, A. Ershadi, and H. Sarikhani. 2010. Effect of pre- and postharvest treatments of salicylic and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of 'Mashhad' sweet cherry (*Prunus avium* L.) Fruit. Acta Hort. 884: 257-264.
12. Gimenez, M.J., J.M. Valverde, D. Valero, F. Guillen, D. Martinez-Romero, M. Serrano, and S. Castillo. 2014. Quality and antioxidant properties on sweet cherries as affected by preharvest salicylic and acetylsalicylic acids treatments. Food Chem. 160: 226-232.
13. Hassanpour, H., Y. Hamidoghli, J. Hajilo, and M. Adlipour. 2011. Antioxidant capacity and phytochemical properties of cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes in Iran. Sci. Hort. 129: 459–463.
14. Hodges, D.M., J.M. DeLong, C.F. Forney, and R.K. Prange. 1999. Improving the thiobarbituric acid-reactive-substances assay for estimating lipid peroxidation in plant tissues containing anthocyanin and other interfering compounds. Planta, 207. 604-611.
15. Huang, R.H., J.H. Liu, Y.M. Lu, and R.X. Xia. 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 Biol. Technol. 47: 168-175.
16. Imran, H., Y. Zhang, G. Du, G. Wang, and J. Zhang. 2007. Effect of salicylic acid on delaying fruit senescence of Huang Kum pear. Front Agr. China, 1: 456-459.
17. Kumar, D., D. Mishra, B. Chakraborty, and P. Kumar, 2011. Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. J. Food Sci. Technol. 50: 797-802.
18. Lu, X., D. Sun, Y. Li, W. Shi, and G. Sun. 2011. Pre- and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. Sci. Hort. 130: 97-101.
19. Mo, Y., D. Gong, G. Liang, R. Han, J. Xie, and W. Li. 2008. Enhanced preservation effects of sugar apple fruits by salicylic acid treatment during post-harvest storage. J. Sci. Food Agr. 88: 2693-2699.
20. Perez-Balibrea, S., D.A. Moreno, and C. Garcia-Viguera. 2011. Improving the phytochemical composition of broccoli sprouts by elicitation. Food Chem. 129: 35-44.
21. Promyou, S., S. Ketsa, and W.G. van Doorn. 2012. Salicylic acid alleviates chilling injury in anthurium (*Anthurium andraeanum* L.) flowers. Postharvest Biol. Technol. 64: 104-110.
22. Serrano, M., F. Guillen, D. Martinez-Romero, S. Castillo, and D. Valero, 2005. Chemical constituents and antioxidant activity of sweet cherry at different ripening stage. Food Chem. 53: 2741–2745.
23. Srivastava, M.K. and U.N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Sci. 158:87-96.
24. Tareen, M.J., N.A. Abbasi, and I.A. Hafiz. 2012. Postharvest application of salicylic acid enhanced antioxidant enzyme activity and maintained quality of peach cv. 'Flordaking' fruit during storage. Sci. Hort. 142: 221-228.
25. Valero, D., H.M. Diaz-Mula, P.J. Zapata, S. Castillo, F. Guillen, D. Martinez-Romero, and M. Serrano, 2011. Postharvest treatments with salicylic acid, acetylsalicylic acid or oxalic acid delayed ripening and

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

enhanced bioactive compounds and antioxidant capacity in sweet cherry. J. Agr. Food Chem. 59:5483-5489.

26. Wang, Y., B. Li, G. Qin, L. Li, and S. Tian, 2011. Defense response of tomato fruit at different maturity stages to salicylic acid and ethephon. Sci. Hort. 129: 183-188.
27. Zhang, Y., K.S. Chen, Q.J. Chen, S.L. Zhang, and Y.P. Ren. 2003. Effects of acetylsalicylic acid (ASA) and ethylene treatments on ripening and softening of postharvest kiwifruit. Acta Bot. Sin. 45:1447-1452.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 20 (4): 399 - 410 (2019)
Research article

Effect of Preharvest Spray Salicylic Acid on Antioxidant Compond and Maintaining Postharvest Quality of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)

F. Pirzad* and S. H. Mirdehghan[1]

Different concentration of salicylic acid (SA) foliar spraying on antioxidant system and postharvest quality attributes of kiwifruit were investigated. For this purpose, Hayward cultivar was used and SA treatment, at 0 (control), 0.5, 1 and 1.5 mM, were applied on fruits at two times (125 and 145 days after flowering). Fruits were harvested at commercial maturity and stored at 1.5±1°C and 90±5% relative humidity for 14 weeks. SA treatment reduced weight loss and delayed membrane lipid peroxidation. Different characteristics of the fruit were evaluated at 0 (before storage), 11 and 14 weeks after harvesting. The highest firmness of fruit tissue was related to 1.5 mM SA and its lowest was related to the control. In addition, kiwifruit treated with SA has higher significantly total chlorophyll content, L^*, and b^* values and lower a^* value, pH and total soluble solids (TSS) than the control. SA treatment reduced the microbial activity (log CFU g^{-1}) of kiwifruit during storage. Also, the higher amount of total phenol, ascorbic acid was related to 0.5 mmol SA and the higher amount of antioxidant capacity was related to 1 mmol SA, in which SA improved the antioxidant compounds of kiwifruit.

Keywords: Storage, Firmness Microbial activity, Phenolics compound, Kiwifruit, Malondialdehyde.

1. Former M. Sc. Student and Professor, Department of Horticultural Sciences, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (pirzad_farhad@ut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-31]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1398.20.4.8.1]