بررسی تأثیر سطوح مختلف متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید بر کاهش تغییرات بیوشیمیایی میوه هلو طی انبارمانی

حمیده محمدی، زهرا پاک کیش* و وحید رضا صفاری

کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، بخش علوم باغبانی

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۳

چکیده

میوه هلو دارای ارزش غذایی بالایی است که به صورت تازه و فرایند شده مورد استفاده قرار می‌گیرد. امروزه از هورمون‌ها و عناصر غذایی به‌منظور بهبود عمر انبارمانی در بسیاری از محصولات باغبانی در دنیا استفاده می‌شود. در این تحقیق، تأثیر سطوح مختلف متیل جاسمونات (۲۰۰ppm و ۱۰۰) و سالیسیلیک اسید (۲ mM و ۱) و همچنین اثرات متقابل آنها بر تغییرات بیوشیمیایی میوه هلو رقم آلبرتا طی انبارمانی مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین‌ترتیب، آزمایش در طرح کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار انجام شد و ویژگی‌هایی مانند سرمازدگی، نشت یون، پراکسیداسیون لیپیدها، پراکسید هیدروژن و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند کاتالاز و پرکسیداز، مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که میوه‌های تیمارشده در مقایسه با شاهد، کمترین میزان سرمازدگی، نشت یون، پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسیدهیدروژن و بیشترین میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را داشتند. بطور کلی، در بین تیمارها، تیمار متیل جاسمونات ۲۰۰ppm و ترکیب توأم با سالیسیلیک اسید ۱mM بیشترین تأثیر را در کاهش ویژگی‌های نامطلوب و افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی طی انبارمانی داشتند.

واژه‌های کلیدی: سالیسیلیک اسید، متیل جاسمونات، هلو

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۴۳۳۲۲۰۴۲ ، **پست الکترونیکی:** zpakkish@gmail.com

مقدمه

میوه ها بعد از برداشت، با وجود عدم تأمین منابع کربوهیدرات، مواد غذایی و آب توسط گیاه، به فعالیت متابولیکی ادامه می‌دهند. از این رو، دوره پس از برداشت شامل مدیریت مناسب تنش است که سرعت متابولیک یا افزایش فرایندهای متابولیکی مضر را به حداقل می رساند (۳،۲). هلو میوه بسیار ظریف و حساسی است و فقط می-توان آن را برای مدت کوتاهی نگهداری کرد(۱). میوه هلو را می توان در دمای $^{\circ}C$ ۰-۴ و رطوبت نسبی ۹۰ درصد به مدت ۴ هفته نگهداری کرد (۲۳و۲۵). بنابراین تا کنون راهکارهای زیادی برای افزایش عمر انبار مانی این میوه استفاده شده است، ازجمله انبار با اتمسفر کنترل شده (۳۷،۳۴و۷۵)، تیمار دمایی (۲۴،۲۱و۵۲)، استفاده از ارقامی با انبار مانی بالا (۵۰)، تیمار های گرمایی (۳۵)، تغییرات ژنتیکی به منظور افزایش عمر انبار مانی میوه (۴۰) و تیمار های شیمیایی مختلف (۴). ولی از آنجایی که این میوه بسیار مورد پسند است و ارزش تغذیه ای بالایی دارد، بنابراین تحقیق در این زمینه همچنان ادامه دارد.

غشای سلولی اولین دریافت کننده سرما در سلول زنده و اولین محل برای ایجاد آسیب سرمازدگی می باشد. غشاهای سلولی بر اثر آسیب سرمازدگی از حالت مایع کریستالی انعطاف‌پذیر به ساختار ژلی جامد تغییر می یابند(۵۰). اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات به عنوان هورمون‌های گیاهی نقش بسیار مهمی در رشد و نمو گیاهان و پاسخ به تنش های محیطی بازی می‌کنند (۱۱و۶۳). اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات از طریق سازوکارهای مختلفی مانند افزایش بیان ژن آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند پراکسیداز،

کاتالاز و گلوتاتیون ردوکتاز در گوجه فرنگی(۲۶)، ذرت(۱۴)، موز(۴۷)، فلفل(۳۶)، انار(۵۸)، هلو(۷۰)، کدو خورشی(۶۸) و افزایش بیان پروتئین های شوک حرارتی(۱۹و۳۸) مقاومت فراورده های باغبانی را به سرمازدگی افزایش می‌دهند. بنابراین، گزارش های محدودی در ارتباط با تیمار متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آنها، روی عمر انبارمانی میوه هلو وجود دارد. از این رو، هدف از این پژوهش، بررسی تیمار بعد از برداشت میوه هلوی رقم آلبرتا با متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید و اثر متقابل آنها برکاهش اثرات نامطلوب تغییرات بیوشیمیایی مانند سرمازدگی، پراکسیداسیون، لیپیدها، پراکسید هیدروژن، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی و بالابردن کیفیت آن طی انبارمانی بوده است.

مواد و روشها

به منظور اعمال تیمار پس از برداشت،میوه های هم شکل و هم اندازه و بدون صدمه مکانیکی و آلودگی به آفات و بیماری ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت شدند. پژوهش به صورت آزمایش کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. میوه ها، در محلول های حاوی تیمارهای متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ وppm ۲۰۰، سالیسیلیک اسید mM ۱وmM ۲ و متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ به همراه سالیسیلیک اسیدmM ۱، متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ به همراه سالیسیلیک اسیدmM ۲ ، متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ به همراه سالیسیلیک اسیدmM ۱ ، متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ به همراه سالیسیلیک اسیدmM ۲ و شاهد در آب مقطر، به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند (۴۴). سپس میوه های تیمار شده، در سبد هایی قرار گرفته تا کاملا خشک شدند و در نهایت به انبار با دمای منفی یک درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۵±۹۰ درصد به مدت ۲۵ روز انبارمانی شدند و خصوصیاتی مانند سرمازدگی، نشت یون، پراکسیداسیون لیپیدها، پراکسید هیدروژن و فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز اندازه گیری شد.

ارزیابی میزان سرمازدگی میوه‌ها هر ۵ روز یکبار به مدت ۲۵ روز نگهداری در دمای منفی یک درجه سانتیگراد انجام شد. وجود لکه‌های قهوه‌ای رنگ به همراه فرورفتگی‌های سطح میوه به عنوان علائم سرمازدگی در نظر گرفته شد. خسارت سرمازدگی بدین صورت محاسبه گردید (۵۴).

۱۰۰–۱۰۰×(تعدادکل میوه / تعداد میوه آسیب دیده – تعدادکل میوه) =خسارت سرمازدگی

برای اندازه‌گیری نشت یونی از روش رودو و همکاران (۱۹۹۵) استفاده گردید (۵۵)، برای سنجش مقدار پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء، غلظت مالون د آلدئید حاصل از این واکنش به روش یازیسی و همکاران (۲۰۰۷) محاسبه شد (۷۳).

برای سنجش پراکسید هیدروژن از روش ولیکووا و همکاران استفاده شد. برای این منظور، ۰/۱ گرم از بافت گیاهی را با ۳ میلی‌لیتر تری کلرور استیک اسید (۰/۱ درصد یعنی ۰/۱ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) در حمام یخ مخلوط، سپس در ۱۲۰۰۰ دور به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ کرده و بعد ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره حاصل با ۰/۵ میلی‌لیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰ میلی مولار با pH=7 و ۱ میلی‌لیتر یدید پتاسیم (KI) یک مولار مخلوط و بعد هر نمونه در طول موج ۳۹۰ نانومتر خوانده شد (۶۷).

فعالیت آنزیم های پراکسیداز بر اساس روش کوچبا و همکاران (۴۶) انجام شد. پس از آماده سازی عصاره پروتئینی(با استفاده از روش بردفورد)، برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز به معرف‌های زیر نیاز است: ۲ میلی‌لیتر بافر تریس ۱۰۰ میلی‌مولار (PH=7/5)، ۳۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار، ۲۰۰ میکرولیتر پیروگالل ۱۰ میلی‌مولار که همگی آنها را در حمام یخ با هم مخلوط کرده و ۵۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی اضافه نموده و منحنی تغییرات جذب در طول موج ۴۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد و کاتالاز بر اساس روش بیر و سیزر انجام شد (۱۴). برای اندازه گیری فعالیت آنزیم کاتالاز، مواد زیر با هم مخلوط شدند: ۲۰۰

میلی گرم نمونه تازه، ۵ میلی لیتر بافر NaOH، (pH=8)، ۰/۵ میلی مولار EDTA، ۲ درصد PVP(V/W)، ۰/۵ درصد تریتون X-100 . سپس به مدت ۱۰ دقیقه در دور ۲۲۰۰۰ سانتریفیوژ کرده و بعد ۱/۵ میلی لیتر از محلول رویی برای سنجش آنزیم استفاده و با مواد زیر مخلوط می شود: ۱۰۰۰ میلی لیتر بافر KH2PO4 ۱۰۰ میلی مول با pH= ۷، ۴۰۰ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۲۰۰ میلی مول، و بعد در طول موج ۴۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (۱۴و۴۶).

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز آماری داده ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و نمودارها توسط نرم افزار Excel ترسیم شد.

نتایج

نتایج این تحقیق نشان داد که تیمار پس از برداشت میوه هلو با متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، درصد خسارت سرمازدگی و میزان نشت یون را در دمای پایین انبارمانی کاهش داد. به‌طوری‌که طی۲۵ روز انبار مانی میوه هلوی آلبرتا، بیشترین میزان میوه‌های سرمازده و نشت یون، مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان را تیمار متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید ۱ میلی مولار داشتند (جدول های ۱و۲).

جدول ۱- اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی خسارت سرمازدگی (درصد) میوه هلوی "آلبرتا" طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)				
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۳/۵۴±۰/۱۱a	۱۸/۳۶±۰/۰۶a	۳۰/۳۸±۰/۰۴a	۴۳/۲۵±۰/۵۳a	۸۱/۱۱±۰/۰۸a
۲	۰/۳۳±۰/۳۳b	۱۴/۵۰±۰/۰۶b	۲۶/۵۰±۰/۱۱b	۳۵/۸۶±۰/۶۲b	۵۳/۸۹±۰/۳۴b
۳	۰/۰۰±۰/۰۰b	۱۱/۴۶±۰/۱۳d	۱۹/۹۶±۰/۲۶d	۲۶/۶۶±۰/۰۸d	۳۴/۴۹±۰/۱۲d
۴	۰/۶۷±۰/۳۳b	۱۳/۳۵±۰/۰۵c	۲۵/۳۳±۰/۰۶c	۳۴/۴۴±۰/۲۸c	۵۰/۰۳±۰/۱۰c
۵	۰/۰۰±۰/۰۰b	۱۰/۳۳±۰/۰۴e	۱۸/۴۹±۰/۱۳e	۲۶/۳۰±۰/۰۹d	۳۲/۶۴±۰/۵۸e
۶	۰/۳۳±۰/۳۳b	۱۱/۲۲±۰/۰۲d	۱۸/۳۳±۰/۱۷e	۲۵/۶۵±۰/۳۱de	۳۲/۸۵±۰/۲۹e
۷	۰/۳۳±۰/۳۳b	۱۱/۴۶±۰/۱۳d	۱۸/۳۶±۰/۰۴e	۲۵/۱۱±۰/۰۴e	۳۳/۳۱±۰/۰۴de
۸	۰/۳۳±۰/۳۳b	۹/۱۷±۰/۰۴f	۱۵/۳۴±۰/۰۴g	۱۸/۴۷±۰/۱۵f	۲۶/۵۸±۰/۷۸g
۹	۰/۳۳±۰/۳۳b	۱۰/۳۴±۰/۰۴e	۱۶/۶۴±۰/۳۳f	۱۹/۳۳±۰/۵۰f	۲۸/۷۴±۰/۷۲f

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند. اعداد ± خطای استاندارد.
۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید mM ۱، ۳: سالیسیلیک اسید mM ۲، ۴: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰، ۵: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰، ۶: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۷: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲، ۸: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۹: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲.

جدول ۲- اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی نشت یون (درصد) میوه هلوی "آلبرتا" طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)				
	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۷/۳۴±۰/۲۱a	۲۲/۵۶±۰/۳۳a	۳۴/۱۸±۰/۱۴a	۴۷/۲۷±۰/۵۰a	۸۴/۲۱±۰/۶۶a
۲	۴/۳۳±۰/۱۳b	۱۸/۷۰±۰/۱۶b	۳۰/۳۰±۰/۰۱b	۳۹/۸۸±۰/۵۲b	۵۸/۹۹±۰/۰۱b
۳	۴/۰۰±۰/۱۰0b	۱۵/۶۶±۰/۱۰d	۲۳/۷۶±۰/۰۶d	۳۰/۶۸±۰/۳۳d	۳۸/۵۸±۰/۳۳d
۴	۴/۶۷±۰/۳۰b	۱۸/۵۵±۰/۶۶c	۲۹/۱۳±۰/۲۶c	۳۸/۴۶±۰/۲۱c	۵۵/۱۲±۰/۱۱c
۵	۴/۰۰±۰/۱۰b	۱۴/۵۳±۰/۰۰e	۲۲/۲۹±۰/۳۳e	۳۰/۳۲±۰/۱۲d	۳۶/۷۲±۰/۲۱e

۶	۴/۳۳±۰/۰۰b	۱۵/۴۲±۰/۰۰d	۲۲/۱۳±۰/۱۱e	۲۹/۶۷±۰/۳۰de	۳۶/۹۷±۰/۳۵e
۷	۴/۳۳±۰/۱۳b	۱۵/۶۶±۰/۱۳d	۲۲/۱۶±۰/۲۴e	۲۹/۱۳±۰/۲۰e	۳۷/۴۰±۰/۰۲de
۸	۴/۳۳±۰/۲۱b	۱۳/۲۷±۰/۱۴f	۱۹/۱۴±۰/۱۱g	۲۲/۴۹±۰/۱۱f	۳۰/۴۵±۰/۳۸g
۹	۴/۳۳±۰/۲۰b	۱۴/۵۴±۰/۲۴e	۲۰/۴۴±۰/۳۳f	۲۳/۳۵±۰/۶۶f	۳۲/۸۵±۰/۲۴f

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. اعداد ± خطای استاندارد. ۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید mM ۱، ۳: سالیسیلیک اسید mM ۲، ۴: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰، ۵: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰، ۶: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۷: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲، ۸: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۹: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و پراکسید هیدروژن میوه های تیمار شده و تیمار نشده در طول مدت انبارمانی افزایش یافت. نتایج نشان داد، بین تیمار متیل جاسمونات، سالیسیلیک اسید و شاهد اختلاف معنی داری مشاهده شد. به‌طوری‌که بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین میزان پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و پراکسید هیدروژن، مربوط به تیمار شاهد و کمترین میزان مربوط به تیمار متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و ترکیب توام با سالیسیلیک اسید mM ۱ بوده است (جدول های۳ و ۴).

جدول ۳- اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء (mM/gFW) میوه هلوی "آلبرتا"طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)					
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۱۳/۱۹±۰/۰۵ab	۱۶/۹۱±۰/۰۷a	۲۰/۰۷±۰/۱۲a	۲۳/۲۱±۰/۲۳a	۲۹/۸۵±۰/۱۳a	۳۹/۹۱±۰/۲۴a
۲	۱۳/۰۹±۰/۰۳ab	۱۵/۶۲±۰/۰۶b	۱۷/۴۳±۰/۰۴b	۲۰/۲۸±۰/۰۲b	۲۴/۷۵±۰/۱۴b	۲۹/۱۴±۰/۰۸b
۳	۱۲/۵۵±۰/۱۷c	۱۴/۷۱±۰/۱۶d	۱۶/۰۴±۰/۰۳c	۱۸/۴۶±۰/۰۴c	۲۲/۲۱±۰/۱۲c	۲۵/۲۵±۰/۰۹d
۴	۱۳/۱۵±۰/۰۳ab	۱۵/۱۱±۰/۰۴c	۱۷/۲۶±۰/۰۶b	۲۰/۳۳±۰/۲۱b	۲۴/۱۰±۰/۵۱b	۲۸/۲۷±۰/۰۹c
۵	۱۳/۰۸±۰/۱۱ab	۱۴/۴۹±۰/۱۱d	۱۵/۸۴±۰/۱۴c	۱۸/۳۷±۰/۰۶c	۲۱/۴۶±۰/۲۸d	۲۵/۱۸±۰/۵۴d
۶	۱۲/۹۲±۰/۰۶b	۱۴/۱۰±۰/۰۴e	۱۵/۲۲±۰/۰۵d	۱۶/۴۳±۰/۰۵d	۲۱/۳۱±۰/۰۸d	۲۳/۲۲±۰/۱۳e
۷	۱۳/۱۶±۰/۰۳ab	۱۴/۱۹±۰/۰۶e	۱۵/۱۸±۰/۰۴d	۱۶/۳۴±۰/۰۴d	۲۱/۵۱±۰/۲۹dc	۲۳/۰۹±۰/۳۰e
۸	۱۳/۲۹±۰/۰۷a	۱۳/۵۹±۰/۱۶f	۱۴/۳۳±۰/۰۹e	۱۵/۴۶±۰/۲۱e	۱۷/۰۷±۰/۰۷e	۲۱/۰۸±۰/۰۳g
۹	۱۳/۳۵±۰/۰۸a	۱۴/۰۸±۰/۰۷e	۱۴/۵۳±۰/۰۲e	۱۶/۰۷±۰/۰۲d	۱۷/۴۳±۰/۰۸e	۲۲/۱۸±۰/۰۸f

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. اعداد ± خطای استاندارد. ۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید mM ۱، ۳: سالیسیلیک اسید mM ۲، ۴: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰، ۵: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰، ۶: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۷: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲، ۸: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۹: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲.

جدول ۴- اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی میزان پراکسید هیدروژن (mg/gFW) میوه هلوی "آلبرتا" طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)					
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۱۱/۲۴±۰/۰۵b	۱۵/۱۵±۰/۳۹a	۱۹/۳۴±۰/۲۰a	۲۴/۳۶±۰/۰۳a	۳۰/۹۲±۰/۳۶a	۳۸/۱۳±۰/۳۷a
۲	۱۱/۳۶±۰/۰۵ab	۱۲/۴۲±۰/۰۱b	۱۴/۴۸±۰/۰۵b	۱۸/۵۴±۰/۰۴b	۲۳/۵۳±۰/۰۴b	۲۷/۰۱±۰/۰۵b
۳	۱۱/۳۳±۰/۰۶ab	۱۲/۰۱±۰/۰۶cbd	۱۳/۴۴±۰/۰۳cd	۱۵/۶۳±۰/۰۹d	۱۸/۶۷±۰/۰۲d	۲۱/۹۵±۰/۰۴d
۴	۱۱/۵۰±۰/۱۱a	۱۲/۳۶±۰/۰۳cb	۱۴/۰۴±۰/۳۹cb	۱۸/۳۳±۰/۰۶c	۲۲/۹۷±۰/۳۵c	۲۶/۳۹±۰/۰۶c

۵	۱۱/۳۴±۰/۰۴ab	۱۱/۷۶±۰/۰۲de	۱۳/۶۹±۰/۴۲cd	۱۵/۲۸±۰/۰۱e	۱۸/۵۰±۰/۰۳d	۲۱/۱۶±۰/۱۳e
۶	۱۱/۳۰±۰/۰۲b	۱۱/۷۲±۰/۱۲de	۱۳/۲۵±۰/۰۳d	۱۵/۲۶±۰/۰۳e	۱۸/۴۷±۰/۱۳d	۲۱/۶۴±۰/۰۷de
۷	۱۱/۳۵±۰/۰۴ab	۱۱/۷۳±۰/۰۵ed	۱۳/۳۵±۰/۰۲d	۱۵/۳۹±۰/۰۱e	۱۸/۳۵±۰/۰۵d	۲۲/۰۴±۰/۰۶d
۸	۱۱/۳۹±۰/۰۳ab	۱۱/۴۰±۰/۰۲e	۱۲/۲۲±۰/۰۴e	۱۳/۳۱±۰/۰۶g	۱۵/۲۶±۰/۰۸f	۱۷/۹۳±۰/۳۳g
۹	۱۱/۳۱±۰/۰۳b	۱۱/۹۵±۰/۰۴cd	۱۳/۲۲±۰/۰۳d	۱۴/۵۰±۰/۰۸f	۱۶/۳۶±۰/۰۵e	۲۰/۵۵±۰/۲۹f

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. اعداد ± خطای استاندارد. ۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۳: سالیسیلیک اسید ۲ mM، ۴: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm، ۵: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm، ۶: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۷: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۲ mM، ۸: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۹: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۲ mM.

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز و کاتالاز میوه های تیمار شده و تیمار نشده در طول مدت انبارمانی افزایش یافت و بین تیمار متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید و شاهد، اختلاف معنی داری مشاهده شد. به‌طوری‌که بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین میزان فعالیت پراکسیداز و کاتالاز، مربوط به متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm و ترکیب توام با سالیسیلیک اسید ۱ mM و کمترین میزان مربوط به شاهد بوده است و بین سایر تیمارها نیز تفاوت معنی داری مشاهده گردید (جدول های ۵ و ۶).

جدول ۵ – اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (Unit/mg protein) میوه هلوی "آلبرتا"طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)					
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۲۵/۲۶±۰/۰۹a	۲۵/۴۵±۰/۰۹e	۲۵/۴۷±۰/۰۳f	۲۵/۸۰±۰/۰۴f	۲۶/۱۹±۰/۰۶e	۲۶/۲۹±۰/۰۷e
۲	۲۵/۲۶±۰/۰۳a	۲۶/۱۰±۰/۰۴d	۲۷/۳۰±۰/۰۲e	۲۸/۲۷±۰/۰۶e	۲۹/۶۵±۰/۰۱d	۳۱/۳۱±۰/۰۵d
۳	۲۵/۲۶±۰/۰۲a	۲۷/۳۴±۰/۰۳b	۲۸/۵۴±۰/۰۴c	۲۹/۶۱±۰/۰۶c	۳۱/۳۵±۰/۱۳c	۳۴/۱۹±۰/۰۱c
۴	۲۵/۲۷±۰/۰۳a	26.26±۰/۰۸c	۲۷/۳۷±۰/۰۳e	۲۸/۴۴±۰/۰۳ed	۲۹/۶۷±۰/۱۵d	۳۱/۵۹±۰/۲۶d
۵	۲۵/۲۷±۰/۰۱a	۲۷/۴۴±۰/۰۲b	۲۸/۷۵±۰/۰۳b	۲۹/۸۱±۰/۰۵b	۳۱/۴۱±۰/۰۹c	۳۴/۴۰±۰/۰۸c
۶	۲۵/۲۴±۰/۰۴a	۲۷/۳۳±۰/۰۱b	۲۸/۳۶±۰/۰۸d	۲۸/۴۲±۰/۰۹ed	۳۱/۳۰±۰/۰۶c	۳۴/۲۴±۰/۰۲c
۷	۲۵/۳۱±۰/۰۵a	۲۷/۳۱±۰/۰۴b	۲۸/۳۴±۰/۰۴d	۲۸/۶۰±۰/۰۵d	۳۱/۳۳±۰/۰۳c	۳۴/۲۸±۰/۰۰c
۸	۲۵/۲۶±۰/۰۰a	۲۸/۲۹±۰/۰۷a	۳۰/۱۹±۰/۰۴a	۳۲/۰۳±۰/۰۶a	۳۴/۴۳±۰/۰۴a	۳۷/۹۳±۰/۲۳a
۹	۲۵/۲۲±۰/۰۱a	۲۷/۴۴±۰/۰۲b	۲۸/۷۹±۰/۰۵b	۲۹/۷۷±۰/۰۷cb	۳۲/۱۶±۰/۰۳b	۳۵/۰۸±۰/۰۹b

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. اعداد ± خطای استاندارد. ۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۳: سالیسیلیک اسید ۲ mM، ۴: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm، ۵: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm، ۶: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۷: متیل جاسمونات ۱۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۲ mM، ۸: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۱ mM، ۹: متیل جاسمونات ۲۰۰ ppm و سالیسیلیک اسید ۲ mM.

جدول ۶– اثر تیمار پس از برداشت متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید روی میزان فعالیت آنزیم کاتالاز (Unit/mg protein) میوه هلوی "آلبرتا"طی انبارمانی

تیمار	زمان (روز)					
	۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵
۱	۲۷/۶۴±۰/۲۳b	۲۷/۴۰±۰/۰۷f	۲۷/۶۰±۰/۰۵g	۲۷/۸۳±۰/۰۴f	۲۸/۰۳±۰/۰۲f	۲۸/۲۷±۰/۰۴e
۲	۲۷/۴۱±۰/۰۲b	۲۸/۵۳±۰/۰۵e	۲۹/۰۶±۰/۰۲f	۳۱/۲۰±۰/۰۲e	۳۳/۲۴±۰/۰۳e	۳۵/۱۵±۰/۰۳d

۳	۲۷/۵۳±۰/۱۹b	۳۰/۲۶±۰/۰۳c	۳۱/۴۵±۰/۰۴dc	۳۳/۱۸±۰/۰۵d	۳۶/۴۹±۰/۰۱c	۳۸/۵۶±۰/۱۴c
۴	۲۸/۱۸±۰/۰۶a	۲۸/۹۴±۰/۱۳d	۲۹/۲۴±۰/۰۷e	۳۱/۲۹±۰/۰۹e	۳۳/۴۰±۰/۰۷e	۳۵/۱۶±۰/۰۳d
۵	۲۷/۴۷±۰/۰۲b	۳۰/۳۴±۰/۰۵c	۳۱/۶۵±۰/۰۵b	۳۳/۳۴±۰/۰۸dc	۳۶/۵۳±۰/۱۳c	۳۸/۷۸±۰/۰۷c
۶	۲۷/۴۴±۰/۰۷b	۳۰/۲۹±۰/۰۳c	۳۱/۵۳±۰/۰۳bc	۳۳/۴۴±۰/۰۴c	۳۶/۵۴±۰/۱۱c	۳۸/۵۵±۰/۰۴c
۷	۲۷/۶۶±۰/۱۹b	۳۰/۲۵±۰/۰۸c	۳۱/۵۰±۰/۰۱bc	۳۳/۴۵±۰/۰۹c	۳۶/۲۷±۰/۰۴d	۳۸/۵۲±۰/۱۲c
۸	۲۷/۴۳±۰/۰۶b	۳۱/۳۲±۰/۰۸a	۳۴/۰۳±۰/۱۱a	۳۷/۰۱±۰/۰۶a	۳۹/۱۲±۰/۰۳a	۴۱/۵۳±۰/۱۳a
۹	۲۷/۲۴±۰/۰۷b	۳۰/۷۷±۰/۰۸b	۳۱/۳۲±۰/۰۴b	۳۴/۱۵±۰/۰۲b	۳۷/۰۰±۰/۰۲b	۳۹/۱۰±۰/۰۴b

*: میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، در سطح ۵ درصد آزمون چند دامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری با هم ندارند. اعداد ± خطای استاندارد. ۱: شاهد، ۲: سالیسیلیک اسید mM ۱، ۳: سالیسیلیک اسید mM ۲، ۴: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰، ۵: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰، ۶: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۷: متیل جاسمونات ppm ۱۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲، ۸: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۱، ۹: متیل جاسمونات ppm ۲۰۰ و سالیسیلیک اسید mM ۲.

بحث

براساس نتایج حاصل از این تحقیق، تیمار متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، به طور چشمگیری میزان سرمازدگی میوه را طی انبار مانی کاهش دادند. متیل‌جاسمونات و سالیسیلیک اسید باعث افزایش استحکام و تغییر در نفوذپذیری غشا و انتقال فعال مواد از طریق آن می‌گردد و درپی آن کاهش صدمه سرمازدگی را به دنبال دارد. میوه‌های تیمار شده با متیل‌جاسمونات و سالیسیلیک اسید مواد آنتی‌اکسیدانی بیشتری ایجاد کرده که جلوی اثرات منفی رادیکال‌های آزاد را می‌گیرند و بدین ترتیب پایداری غشا حفظ می‌گردد (۴۲،۴۱،۳۲ و۶۶). در واقع علت اصلی سرمازدگی آسیب به غشا یاخته‌های گیاهی است و تغییر حالت فیزیکی غشاها منجر به بروز فرایندهای فیزیولوژیکی می‌شود (۳۶و۵۸). مطالعات متعددی نقش متیل‌جاسمونات و سالیسیلیک اسید را به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ های گیاهی به تنش های متعدد زیستی و غیر زیستی را تأکید کرده است (۲۸و۵۱). پژوهش های پیشین نشان داده است، افزودن سالیسیلیک اسید به محلول رشد آبکشت نهال های ذرت، با تحریک تولید عوامل آنتی اکسیدان، باعث افزایش تحمل به سرما گردید(۴۱). بنابراین، طبق نتایج حاصل از این تحقیق، تیمار های سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات، باعث کاهش خسارت سرمازدگی میوه ها طی انبار مانی شدند، که نتایج انجام شده روی توت فرنگی (۱۲)، ازگیل (۱۸)، گوجه‌فرنگی(۲۲)، گریپ‌فروت (۲۷)، فلفل (۳۶)، ذرت(۴۱)، خیار (۴۲)، موز(۴۷)، آلو(۴۴و ۴۹)، انار(۵۹)،کدو خورشی(۶۸)، گیلاس(۷۱و۷۲) و هلو(۷۲) مطابقت دارد.

نتایج این تحقیق نشان داد، کاربرد تیمار متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید به طور معنی داری نشت یون، پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء و پروکسید هیدروژن را نسبت به شاهد کاهش دادند. گیاهان در برابر تنش های محیطی تولید گونه های فعال اکسیژن از جمله رادیکال های سوپراکسید، پروکسید هیدروژن و ... می کنند. این گونه های فعال اکسیژن توانایی از بین بردن تقریبا همه ترکیبات سلول از جمله لیپیدهای غشاء و پروتئین ها را دارند و غشا سلول و متعاقبا نشت یون را ایجاد می‌نمایند (۴۵). در اثر تنش سرما تغییر فیزیکی در غشاء حاصل شد و غشاء از حالت قابل انعطاف (مایع- کریستال) به یک ساختار (ژل – جامد) تبدیل گردید و چربی‌های غشاء در یک دمای بحرانی سخت می‌شوند و این تغییر حالت موجب ایجاد شکاف و کانال‌هایی در غشا سلول می‌گردد (۵۸ و ۶۱). افزایش در علائم سرمازدگی سبب تنش اکسیداتیو و گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. گونه‌های فعال اکسیژن سبب پراکسیداسیون لیپیدهای غشا می شوند (۱۸ ، ۳۰،۲۹،۲۸و۳۳). افزایش در سطح پراکسید هیدروژن درونی و کاهش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی ممکن است تا حدی مسئول آغازش پراکسیداسیون لیپیدها باشد، زیرا

پروکسید هیدروژن یک اکسیدانت قوی است که باعث ایجاد پراکسیداسیون لیپیدهای غشا می گردد (۵۶). همچنین مشخص شده که افزایش در میزان پروکسید هیدروژن با افزایش پروکسیداسیون لیپیدها و نشت یون در سلول زنده همراه می باشد (۶۵). پروکسیداسیون لیپیدها با حمله رادیکال های فعال اکسیژن آغاز می شوند، آنتی اکسیدان ها نیز نقش قابل توجهی در نگهداری میوه ها در طول انبارمانی به عهده دارند(۱۰). سالیسیلات ها عمر گلجایی را بوسیله افزایش فعالیت مهار کننده های گونه های فعال اکسیژن در گل بریده گلایول، افزایش دادند (۳۱،۱۶و۴۷). تحت شرایط بهینه گونه های اکسیژن فعال مانند رادیکال های سوپراکسید، پروکسید هیدروژن و رادیکال های هیدروکسیل به عنوان محصولات حاصل از متابولیسم نرمال در قسمت های مختلف سلول تولید می‌شوند (۹و۵۴). بررسی ها نشان داد، تنش سرما سبب تحریک تولید پروکسید هیدروژن و دیگر گونه های فعال اکسیژن در ساختارهای سلولی می‌شود، در نتیجه باعث پرکسیداسیون لیپیدها و دیگر خسارت های اکسیداتیو در سلول شده و در نهایت منجر به کاهش استحکام سلولی و افزایش نشت یون می‌گردد (۴۵،۲۰و۵۶). افزایش در میزان پراکسیدهیدروژن با افزایش پراکسیداسیون لیپیدها در برگ برنج تحت تنش های مختلف همراه است (۱۶و۶۵). متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید به‌عنوان نابود کننده رادیکال‌های آزاد در سلولهای زنده می‌شوند (۵۶،۱۹،۱۲و۶۹). کاهش خسارت غشا در اثر کاربرد متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، به عنوان راهی برای افزایش مقاومت به انواع تنش در گیاهان شناخته شده است و به طور معنی داری، نشت یونی و تجمع یون های سمی را در گیاهان کاهش می دهد، همچنین سبب افزایش حفظ غشای سلول می شوند (،۵۶،۵۳ و۵۹)، این نتایج، یافته های حاصل از این تحقیق را تأیید می‌کند. در گیاه گندم تحت تنش شوری و تیمار شده با سالیسیلیک اسید میزان پروکسیداسیون لیپیدها کاهش یافت که نشان می دهد سالیسیلیک اسید به عنوان عامل افزایش مقاومت گیاه به تنش شوری در این پژوهش عمل کرده است. زیرا سالیسیلیک اسید، باعث فعال شدن سیستم آنتی اکسیداتیو گیاه شده است. این مسئله باعث تقویت دیواره سلولی و خنثی کردن خطر افزایش مقدار گونه های فعال اکسیژن، در مدت زمانی که گیاه در معرض تنش بوده، شد. در نتیجه مانع ازآسیب به ساختمان غشای سلولی و تغییر در نفوذ پذیری آن، در شرایط تنش شده است (۷). این آزمایش‌ها درگیاه کنجد هندی (۶) و خرفه(۷۳) نیز انجام و نتایج مشابهی داشته اند. علاوه بر این، متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید، به عنوان جارو کننده رادیکال های آزاد در کاهش نشت یون و پراکسیداسیون لیپیدها نقش دارند (۲۹،۲۶ و ۴۳). کاهش میزان پراکسیداسیون لیپیدها و نشت یون با کاربرد متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید در گیاهان تحت تنشی مانند ذرت(۱۷و۳۰)، جو دو(۷۱)، دو گونه چغندر (۶۴)، هلو (۲۸) و انگور(۷۰) شده است. بنابراین، نتایج حاصل از این تحقیق مبنی بر اثر متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید بر کاهش نشت یون، پراکسیداسیون لیپیدها و پراکسیدهیدروژن میوه هلو طی انبار مانی در دمای پایین توسط این یافته های علمی تأیید می گردد.

طبق این نتایج، میزان فعالیت آنزیم های پراکسیداز و کاتالاز با تیمار متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد به طور معنی داری افزایش یافت. آنزیم پراکسیداز به عنوان یک آنتی اکسیدان نقش مهمی در سیستم دفاعی گیاه به عهده دارد و در کیفیت نهایی میوه ها مؤثر می باشد. پژوهش ها نشان داده اند که پراکسیدازها سبب تجزیه آب اکسیژنه می شوند(۱۳) و در حضور ترکیبات فنلی و اسید آسکوربیک احیا، می توانند به عنوان از بین برنده مؤثر عمل کنند (۵و۷۴). با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، میزان فعالیت آنزیم کاتالاز میوه های تیمار شده و تیمار نشده در طول مدت انبارمانی افزایش یافت. کاتالاز از جمله آنزیم های آنتی اکسیدانی در گیاه می باشد که سبب تجزیه آب اکسیژنه می شود. آب اکسیژنه یک مولکول سمی است که می تواند سبب اکسید و احیا مواد

آلی در سلول شود. کاتالاز این سمیت را توسط تجزیه آب اکسیژنه به آب و اکسیژن مولکولی از بین می برد (۱۵). همچنین کاتالاز، نقش مهمی در تنش های اکسیداتیو و افزایش مقدار ترکیبات آنتی اکسیدانی در سلول ایفا می‌کند و سبب کاهش خطر رادیکال های آزاد می شود، همچنین در همه ارگانیسم های هوازی و غیر هوازی فعال وجود دارد. تحت شرایط محیطی نرمال، آنتی اکسیدان ها در برابر اثرات مخرب گونه های اکسیژن فعال به عنوان محافظ عمل می کنند (۸). پژوهش ها نشان داده اند، کاتالاز به عنوان ماده بیولوژیکی مهم، عملکرد اصلی آن شرکت در فرایند متابولیسم اکسیژن فعال و نقش قابل توجهی در از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن و پروکسید هیدروژن و جلوگیری از تشکیل رادیکال های هیدروکسیل دارد (۶۲). مطالعات گسترده ای نشان می دهد که تیمار بعد از برداشت و قبل از انبارمانی محصولات، سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و کاهش نابسامانی های انباری می شود. در پژوهشی استفاده از تیمارهای آب گرم بر روی ماندارین، سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در میوه ها به همراه کاهش آسیب سرمازدگی شد (۵۷). بنابراین آنزیم کاتالاز نقش مهمی را در به تأخیر انداختن پیری در طول مدت انبارمانی ایفا می‌کند. سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدان مانند کاتالاز، گلوتاتیون رداکتاز و گایاکل پراکسیداز را تغییر و موجب کاهش نشت یونی گردید (۴۸و۶۰). پیش تیمار گیاه جو با سالیسیلیک اسید باعث کاهش استرس اکسیداتیو می شود، از طریق افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند سوپر اکسیداز دیسموتاز، کاتالاز و گلوتاتیون رداکتاز شد. بنابراین از بررسی این نتایج می توان به نقش سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات در کاهش تنش سرما در اثر افزایش سنتز آنزیم های آنتی اکسیدانی مانند پراکسیداز و کاتالاز پی برد و با یافته های علمی مانند گوجه‌فرنگی(۲۲)، گریپ‌فروت (۲۷)، فلفل (۳۶)، ذرت(۴۱)، آلو(۴۹)،کدو خورشی(۶۸) و هلو(۷۲) مطابقت دارد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق می توان بیان کرد، اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات می توانند به عنوان یک راهکار عملی پس از برداشت و توانمند برای کاهش آسیب سرمازدگی در میوه هلو مورد استفاده قرار گیرند. تأثیر تیمار اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات در کاهش آسیب سرمازدگی و نشت یون در هلو می تواند به افزایش انسجام غشای سلولی، کاهش تجمع پراکسیدهیدروژن و افزایش فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانی نظیر کاتالاز و پراکسیداز باشد .بنابراین با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، کاربرد متیل جاسمونات و سالیسیلیک اسید به صورت تجاری به جهت افزایش عمر انبارمانی و در نهایت افزایش سود اقتصادی در بسیاری از محصولات باغبانی، می تواند مورد توجه قرار گیرد.

منابع

۱- آبرومند ع، ۱۳۸۴. کاربرد سردخانه و انبار در نگهداری مواد غذایی. تهران نشر. ۲۶۷ صفحه.

۲- جلیلی مرندی ر، ۱۳۸۳. میوه کاری. انتشارات جهاد دانشگاهی. ۲۵۱ص.

۳- راحمی م و توللی و. ۱۳۹۰. دانشنامه مختصر درختان میوه معتدله(ترجمه). انتشارات آوند اندیشه. ۴۰۸ص.

4- Abbasi NA, Hafeez S and Tareen MJ, 2010. Salicylic acid prolongs shelf life and improves quality of “Mari Delicia” peach fruit. Acta Hort, 880: 191-197.

5- Abdul- Jalil C, Manivannan P, Wahid A, Farooq M, Jasim H, Juburi A, Somasundaram A and Panneersel-Vam R, 2009. Drought stress in plant: A review on morphologicccal characteristics and pigments composition. J. Agr. Biol, 11: 100-105.

6- Agarawal S and Pandey V M, 2007.Antioxidant enzyme responses to NaCl stress in *Cassia angustifolia* . Biol. Plant, 48: 555–560.

7- Agarawal S, Sairam RK, Srivasta GC, and Meena RC, 2005.Changes in antioxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes . Biol. Plant, 49:541–550.

8- Alscher J, Donahue L, and Cramer CL, 1997. Reactive oxygen species and antioxidants, Relationship in green cells. Plant Physiol. Plant Molecul. Biol, 100: 22-24.

9- Apel K and Hirt H, 2004. Reactive oxygen species: metabolism oxidative stress and signaling transduction. Ann. Rev. Plant Biol, 55: 373-399.

10- Arora A, Sairam RK and Srivastava G C, 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. Current Sci, 82: 1227-1238.

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

12- Ayala-Zavala JF, Wang SY, Wang CY, and Gonzalez-Aguilar GA, 2004. Methyl jasmonate in conjunction with ethanol treatment increases antioxidant capacity, volatile compounds and postharvest life of strawberry fruit. LWT, 37: 87–695.

13- Bartosz G, 1997.Oxidative stress in plants .Acta Physiol. Plantarum, 19 :47–64.

14- Beers R F and Sizer IW, 1952. Colorimetric method for estimation of catalase. J. Biol. Chem, 195: 133-139.

15- Beulah B, and Ramana T, 2013. Purification, properties and kinetic studies of catalase. Chem. Biol. Sci, 3: 940-948.

16- Blokhina O, Violainen E and Fagerstedt KV, 2003. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Ann. Bot, 91: 179–194.

17- Bor M, Ozdemir F and Turkan I, 2003. The effect of salt stress on lipid peroxidation and antioxidants in leaves of sugar beet *Beta vulgaris* L . Andwild beet *Beta maritime* L .. Plant Sci, 164 :77–84.

18- Cao SF and Zheng YH, 2008. Postharvest biology and handling of loquat fruit. Stewart Postharvest Rev, 4: 1–5.

19- Capitani F, Biondi S, Falasca G and Ziosi V, 2005. Methyl jasmonate disrupts shoot formation in tobacco thin cell lters by over-inducing miotic activity and cell expatsion. Planta, 22: 507-519.

20- Casano LM, Lascano HR and Trippi VS, 1994. Hydroxyl radicals and a thylakoidbond endopeptidase are involved in light and oxygen induced proteolysis in at chloroplasts. Plant Cell Physiol, 35: 145–152.

21- Chang S, Tan C, Frankel EN and Barrett DM, 2000. Low-density lipoprotein antioxidant activity of phenolic compounds and polyphenol oxidase activity in selected clingstone peach cultivars. J. Agr. Food Chem, 48:147–151.

22- Cohen Y, Gisi U and Niderman T, 1993. Local and systemic protection. J. Amer. Soc. Hort. Sci, 124: 184–188.

23- Coles R, Mc Dowell D, Kirwant MJ and Mullan M, 2003. Food packaging technology (Modified Atmosphere Packaging), Blackwell Publishing. 368 p.

24- Crisosto C H, Garner D, Andris HL and Day KR, 2004. Controlled delayed cooling extends peach market life. HortTechnol, 14: 99–104.

25- Crisosto C H, Mitchell FG and Ju Z, 1999. Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. HortSci, 34:1116–1118.

26- Ding CK, Wang CY, Gross K C and Smith DL, 2002. Jasmonate and salicylate induce the expression of pathogenesis related- protein genes and increase resistance to chilling injury in tomato fruit. Planta, 214: 895–901.

27- Droby S, Porta R, Cohen L, Weiss B, Shapiro B, Philosoph-Hadas S and Meir S, 1999. Suppressing green mold decay in grapefruit with postharvest jasmonate application. J. Amer. Soc. Hort. Sci,124: 184-188.

28- El-Tayeb MA, 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growh Regul, 45: 215-225.

29- El–Tayeb MA, EL–Enany AE and Ahmed NL, 2006. Salicylic acid –induced adaptive response to copper stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Plant Growh Regul, 50 :191–199.

30- Eraslan F, Inal A, David J and Gunes A, 2008. Interactive effects of salicylic asic and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (*Spinacia oleracea* L.cv .Matador)grown under boron toxicity and salinity. Plant Growh Regul, 55 :207–219.

31- Ezhilmathi K, Singh VP, Arora A Sairam R K, 2007. Effect of 5- sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase life gladiolus cut flowers. Plant Growh Regul,51:99-108.

32- Foyer C H, Lelandais M Kunert KJ, 1994. Photooxidative stress in plants. Plant Physiol, 92: 696-717.

33- Gapinska M., and Sklodowska M., 2008. Effect of short –and long–term salinity on the activities of antioxidative enzymes and lipid peroxidation in tomato roots. Acta Physiol Plant, 30 :11–18.

34- Garner D, Crisosto CH and Otieza E, 2001. Controlled atmosphere storage and aminoethoxyvinyl-glycine postharvest dip delay post cold storage softening of 'Snow King' peach. HortTechnol, 11: 598–602.

35- Girardi CL, Corrent A R and Lucchetta L, 2005. Effect of ethylene, intermittent warming and controlled atmosphere on postharvest quality and the occurrence of woolliness in peach (*Prunus persica* cv. Chiripa´) during cold storage. Postharvest Biol Technol, 38:25–33.

36- Gonzalez-Aguilar GA, Gayosso L, Cruz R, Baez R and Wang CY, 2000. Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. Postharvest Biol Technol, 18: 19–26.

37- Gorny J R, Hess-Pierce B and Kader AA, 1999. Quality changes in fresh-cut peach and nectarine slices as affected by cultivar, storage atmosphere and chemical treatments. J. Food Sci, 64:429-432.

38- Hayat A and Ahmad T, 2007. Salicylic Acid . A plant Hormone, Salicylic acid :biosynthesis, metaboilism and physiological role in plants .Pp.15-23.

39- Heath RL and Packer L, 1969. Photoperoxidation in isolated chloroplast .I . Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archi Biochem. Biophysiol, 125:189–198.

40- Infante R, Meneses C and Byrne D, 2006. Present situation of peach breeding programs: post harvest and fruit quality assessment. Acta Horticulture, 713: 121–124.

41- Janda T, Szalai G, Tari I and Paldi E, 1999. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta, 208:175-180.

42- Kang HM and Saltveit ME, 2002. Chilling tolerance of maize, cucumber and rice seedling leaves and roots are differentially affected b salicylic acid. Physiol Plant, 115 :571–576

43- Kawano T and Muto S, 2000. Mechanism of peroxide actions for salicylic acid –induced generation of active oxygen species and increase in cytosolic calcium in tobacco cell suspension. J. Exper. Bot, 51 :685–693.

44- Khademi O, Zamani Z, Mostofi Y, Kalantari S and Ahmadi A, 2012. Extending storability of persimmon fruit cv. Karaj by postharvest application of salicylic acid. J. Agr. SciTechnol, 14: 1067-1074

45- Khan MH and Panda SK, 2002. Induction of oxidative stress in roots of *Oryza sativa* L. in response to salt stress. Biol Plant, 45: 625–627.

46- Kochba J, Lavee S, and Spiegel-Roy P, 1977. Differences in peroxidase activity and isoenzymes in embryogenic and non-embryonic "Shamouti" orange ovular callus lines. Plant Cell Physiol, 18: 463-497.

47- Kumar P, 1999. Effect of Salicylic acid on growth, development and some biochemical aspects of soybean (*Glycine max* L. Merrill). Indian J. Plant physiol, 4: 327 – 330.

48- Liang SJ, Wang HY, Yang EM and Wu EH, 2009. Sequential actions of pectinases and cellulases during secretory cavity formation in Citrus fruits. Trees, 23: 19-27.

49- Lu X, Sun D, Li Y, Shi W, and Sun G, 2011. Pre- and post-harvest salicylic acid treatments alleviate internal browning and maintain quality of winter pineapple fruit. Scientia Hort, 130: 97–101.

50- Lurie S and Crisosto C H, 2005. Chilling injury in peach and nectarine. Postharvest Biol Technol 37:195–208. doi:10.1016/j.postharvbio. 2005.04.012.

51- Malamy J, Carr JP, Klessig DF, and Raskin I, 1990. Salicylic acid: a likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Sci, 250:1002-1004.

52- Mitchell FG, 1987. Influence of cooling and temperature maintenance on the quality of California grown stone fruit. Int. J. Refri, 10:77-81.

53- Nilprapruck P, Authanithee F, and Keebjan P, 2008. Effect of exogenous methyl-jasmonate on chilling injury and quality of pineapple. Silpakorn University Science and Technology, 2: 33-42.

54- Noctor G and Foyer CH, 1998. Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molecul. Biol, 49: 249-279.

55- Rodov V, Ben-Yehoshua S, Albagli R and Fang DQ, 1995. Reducing chilling injury and decay of stored Citrus fruit by hot water dips. Postharvest Biol. Technol, 5: 119–127.

56- Sairam RK and Srivastava GC, 2002. Changes in antioxidant activity in sub cellular fractions of tolerant and susceptible wheat genotypes in response to long term salt stress. Plant Sci, 162: 897-904.

57- Sala JM and Lafuente MT, 2000. Catalase enzyme activity is related to tolerance of mandarin fruits to chilling. Postharvest Biol. Technol. 20, 81-89.

58- Saltveit ME, 2000. Chilling injury is reduced in cucumber and rice seedlings and in tomato pericarp discs by heat-shocks applied after chilling. Postharvest Biol. Technol, 21: 169–177.

59- Sayari M, Babalar M, Kalantari S, Serrano S and Valero D, 2009. Effect of Salicylic acid treatment on reducing injury in stored pomegranate. Postharvest Biol. Technol, 53: 152-154.

60- Senaranta T, Teuchell D, Bumm E and Dixon K, 2002. Acetyl salicylic acid(asprin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomatoplants. Plant Growth Regul, 30: 157-161.

61- Shewfelt R L and Purvis AC, 1995. Toward a comprehensive model for lipid peroxidation in plant tissue disorders. Hort Sci, 30: 213-218.

62- Spanou C I, Veskoukis AS, Stagos D, Liadaki K, Aligiannis N, Angelis A, Skaltsounis AL, Anastasiadi M, Haroutounian SA and Kouretas D, 2011. Effects of Greek legume plant extracts on xanthine oxidase, catalase and superoxide dismutase activities. J. Physiol. Biochem, 68: 37-45

63- Suza WP, Avila C, Carruthers K, Kulkarni S, Goggin SL and Lorence A, 2010. Exploring the impact of wounding and jasmonates on ascorbate metabolism. Plant Physiol. Biochem, 48: 337-350.

64- Tari I, Csiszar J, Szalai G, Horvath F, Pecsvaradi A, Kiss G, Szepsi A, Szabo M, and Erdei L, 2002. Acclimation of tomato plants to salinity stress after a salicylic acid pre–treatment. Acta Biol Szeged, 46: 55–56

65- Upadhyaya H, Khani M H, and Panda SK, 2007. Hydrogen peroxidase induced oxidative stress in detached leaves of *Oryza sativa* L. Plant Physiol, 33: 83-95.

66- Valero D, Perez-Vicente A, Martinez-Romero D, Castillo S, Guillen F and Serrano M, 2002. Plum storability improved after calcium and heat postharvest treatment: role of polyamines. J. Food Sci, 677: 2571-2575.

67- Velikova V, Yordanov I, and Edreva A, 2000. Oxidative stress and some antioxidant system in acid rain treated bean plants: Protective role of exogenous polyamines. Plant Sci, 151: 59-66.

68- Wang CY and Buta JG, 1994. Methyl jasmonate reduces chilling injury in *Cucurbita pepo* through its regulation of abscisic acid and polyamine levels. Environ. Exp. Bot, 34: 427–432.

69- Wang K, Jin P, Cao S, Shang H, Yang Z and Zheng Y, 2009. Methyl jasmonate reduces decay and enhances antioxidant capacity in “Chinese” bayberries. J. Agr. Food Chem. 57: 5809–5815.

70- Wang LJ, Chen SHJ, Kong WF, Li SHH and Archbold DD, 2006.Salicylic acid pretreatmeantalleviates chilling injury and affect the antioxidant system and shock proteins of peach during coldstorage. Postharvest Biol. Technol, 91: 244- 251.

71- Xu X and Tian S, 2008. Salicylic acid alleviated pathogen- induced oxidative stress in harvested sweet cherry fruit. Postharvest Biol. Technol, 49: 379-385.

72- Yao HJ and Tian SP, 2005. Effects of a bio-control agent and methyl jasmonate on postharvest diseases of peach fruit and the possible mechanisms involved. J. Applied Microbiol, 98: 941–950

73- Yazici I, Turkan F, Sekmen AH, Demiral T, 2007. Salinity tolerance of purslane (*Portulaca oleracea L.*)Is achieved by enhanced antioxidative system, lower level of lipid peroxidation and proline accumulation. Environ. Exp. Bot. 61: 49–57

74- Zheng Y, Funga RWM, Wang SY and Wang CY, 2008. Transcript levels of antioxidative genes and oxygen radical scavenging enzyme activities in chilled zucchini squash in response to super-atmospheric oxygen. Postharvest Biol Technol, 47: 151–15.

75- Zhou HW, Lurie S, Lers A, Khatchitski A, Sonego L and Ben Arie R, 2000a. Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: Two strategies to prevent woolliness. Postharvest Biol. Technol, 18: 133–141.

Effect of methyl jasmonate and salicylic acid postharvest treatments to reduce biochemical changes on peach fruit during storage

Mohamadi H., Pakkish Z. and Saffari V.R.

Horticultural Science Dept., Shahid Bahonar University, Kerman, I.R. of Iran

Abstract

Peach has high nutritional value that can be used fresh or processed .Today, hormones and nutrients are used in order to improve shelf life of many horticultural crops in the world. This study, the effect of different levels of methyl jasmonate (0, 100 and 200 ppm) and salicylic acid (0, 1 and 2 mM), and their interactions on biochemical characteristics of “Elberta” peach to be considered during storage. Thus, experiment, in a randomized complete design with 9 treatments and 4 replications. Then, shelf life characteristics such chilling injury, electrolyte leakage, lipid peroxidaion and peroxide hydrogen content, and antioxidant enzymes activates such as catalas and peroxidase were studied. Generally, the results showed that treated fruits had lowest chilling injury, electrolyte leakage, lipid peroxidaion and peroxide hydrogen content and highest anti-oxidant enzymes activity, compared with control and between treatments, methyl jasmonate 200 ppm and combined with salicylic acid 1 mM had highest effect on shelf life peach.

Key words: Salicylic acid, Methyl jasmonate, Peach.