

## بررسی اثر پس از برداشت اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی های کیفی و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد

زهره روحی<sup>۱\*</sup> - محمد رضا اصغری<sup>۲</sup> - یوسف رسمی<sup>۳</sup> - زهرا اصلانی<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۶

### چکیده

تأثیر غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک به همراه آب گرم بر عمر پس از برداشت میوه کیوی رقم هایوارد در دمای  $5 \pm 0$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ بررسی شد. میوه ها پس از برداشت با محلول اسید سالیسیلیک در غلظت های (۰، ۱ و ۲) میلی مولار تیمار شده و در دمای  $5 \pm 0$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ به مدت ۱۶ هفته نگهداری شدند. پس از ۸ و ۱۶ هفته خواص کیفی میوه شامل سفتی بافت، اسیدهای آلی، مواد جامد محلول، ویتامین C، فعالیت آنتی اکسیدانی، فعالیت آنزیم کاتالاز و پروتئین کل مورد ارزیابی قرار گرفت. اسید سالیسیلیک به طور معنی داری باعث حفظ سفتی بافت میوه شد و بالاترین میزان سفتی بافت مربوط به غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود. همچنین کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان اسیدهای آلی بعد از ۱۶ هفته و ویتامین C پس از ۸ هفته نگهداری داشت، اما تأثیر معنی داری بر میزان مواد جامد محلول نداشت. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی نشان داد. اثر اسید سالیسیلیک در افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز و پروتئین کل پس از ۱۶ هفته معنی دار بود.

**واژه های کلیدی:** اسید سالیسیلیک، پس از برداشت، فعالیت آنتی اکسیدانی، کیوی

### مقدمه

در تمام فصول سال و صادرات ضروری می باشد. امروزه تمایل جهانی برای یافتن روش های جایگزین در کنترل ضایعات بعد از برداشت با اولویت دادن به روش های سالم برای جلوگیری از تأثیر منفی سموم شیمیایی بر سلامتی انسان و همچنین به دلیل وجود قوانین سخت گیرانه در مورد بقایای سموم شیمیایی امکان استفاده از مواد شیمیایی را کاهش داده است (۱۵). یکی از زمینه های مهم کشاورزی و باغبانی ارگانیک که امروزه توجه زیادی را به خود جلب کرده است استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان در تولید و نگهداری محصول است که به این ترتیب نه تنها محصول بدون استفاده از مواد شیمیایی خطرناک و مضر تولید می شود، بلکه دارای ارزش غذایی و دارویی بالاتری نیز خواهد بود (۱). یکی از مهمترین ترکیبات، ترکیب فنولی اسید سالیسیلیک<sup>۵</sup> می باشد که بعنوان گروه جدیدی از تنظیم کننده های رشد گیاهی محسوب می شود که نقش مهمی در تنظیم رشد و نمو گیاه بازی می کند (۲۷). گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن سیستم مقاومت

مطالعات نشان می دهد که میوه ها و سبزی ها نقش بسیار مهمی در حفظ سلامتی و جلوگیری از بروز بیماری های مختلف دارند و به دلیل داشتن مواد آنتی اکسیدانی و کالری کم بعنوان یک منبع غذایی مناسب محسوب می شوند. کیوی منبع خوبی از ویتامین C و مواد آنتی اکسیدانی است. همچنین کیوی به لحاظ تجاری حائز اهمیت بوده و پتانسیل بالای صادرات دارد. این میوه به دلیل وجود مقادیر قابل توجهی از اسیدها، قندها، ویتامین ها و مواد معدنی مورد توجه قرار گرفته است (۱۹، ۲۶ و ۲۹). از آنجا که محصولات باغبانی برداشت شده قابلیت فساد پذیری بسیار بالایی دارند، بکارگیری فنون و روش های مناسب جهت افزایش قابلیت ماندگاری، به منظور استفاده

۱ و ۴ - دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

\*- نویسنده مسئول: (Email : zohre\_rohi@yahoo.com)

۲. استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

۳. استادیار گروه بیوشیمی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارومیه

ATAGO استفاده شد.

### ویتامین C (اسید آسکوربیک)

به منظور اندازه گیری میزان ویتامین C، از روش تیترا با محلول ۲ و ۶ دی کلروفنل ایندوفنل استفاده شد و نتایج بر حسب میلی گرم در صد گرم وزن تر بیان شد (۱۸).

### فعالیت آنتی اکسیدانی کل

اندازه گیری فعالیت آنتی اکسیدانی عصاره میوه به روش فرپ انجام شد. نتایج بر حسب معادل میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد (۸).

### فعالیت آنزیم کاتالاز

فعالیت آنزیم کاتالاز با اندازه گیری سرعت حذف پراکسید هیدروژن به روش بیرز و سیزر<sup>۲</sup> (۷) اندازه گیری شد (۷). فعالیت ویژه آنزیم کاتالاز به صورت واحد در هر میلی گرم پروتئین بیان شد که یک واحد کاتالاز یک میکرومول H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> را در هر دقیقه به آب و اکسیژن تبدیل می کند.

### میزان پروتئین کل

برای تعیین میزان پروتئین محلول از روش برادفورد استفاده شد. به منظور تهیه محلول استاندارد از سرم آلبومین گاوی (BSA)<sup>۳</sup> استفاده شد. میزان پروتئین به صورت میلی گرم در صد گرم وزن تر بیان شد (۱۰).

### تجزیه آماری

تجزیه آماری نتایج بدست آمده به کمک نرم افزار MSTATC صورت گرفت و مقایسه میانگین اثر تیمارها به روش LSD انجام شد.

### نتایج

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه طی دوره نگهداری کاهش یافت. تیمار اسید سالیسیلیک به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد) باعث حفظ سفتی بافت میوه شد. بطوریکه بالاترین میزان سفتی بافت مربوط به غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک پس از ۸ و ۱۶ هفته نگهداری بود (جدول ۱ و ۲).

اکتسابی سیستمیک<sup>۱</sup>، سنتز متابولیتها و آنزیمهای آنتی اکسیدانی می گردد. همچنین اسید سالیسیلیک بعنوان یک ترکیب طبیعی پتانسیل بالایی در جلوگیری از تولید و اثر اتیلن بازی می کند (۲۱) و (۲۸). استفاده از آب گرم (تیمار گرمایی) نیز روش مناسبی برای کاهش استفاده از سموم شیمیایی و کنترل ضایعات پس از برداشت می باشد. گزارش شده است که کاربرد تیمار گرمایی در ترکیب با سایر تیمارها منجر به افزایش کارایی تیمارها می گردد (۵). در این پژوهش اثر اسید سالیسیلیک در ترکیب با آب گرم بر بهبود عمر انباری و فعال آنتی اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد نگهداری شده در دمای ۰±۰/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش ها

#### مواد گیاهی و تیمار

میوه های کیوی رقم هایوارد در مرحله بلوغ تجاری زمانی که میزان مواد جامد محلول ۶/۵ درجه بریکس بود. از یک باغ تجاری در منطقه رودسر واقع در شمال ایران برداشت شده و به آزمایشگاه علوم باغبانی دانشگاه ارومیه انتقال یافتند. آزمایش در قالب طرح فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی شامل تیمار اسید سالیسیلیک در غلظت های (۰، ۱ و ۲ میلی مولار) در ۵ تکرار انجام شد، و هر تکرار شامل ۶ عدد میوه کیوی رقم هایوارد بود. میوه ها در غلظت های مختلف اسید سالیسیلیک با دمای محلول ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ دقیقه به روش غوطه وری تیمار شدند. میوه های شاهد نیز با آب مقطر در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲ دقیقه تیمار شدند. پس از خشک شدن سطح میوه ها به سردخانه با دمای ۰±۰/۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۵-۹۰٪ انتقال یافتند خواص کیفی میوه پس از ۸ و ۱۶ هفته مورد بررسی قرار گرفت.

#### سفتی بافت میوه

به منظور تعیین سفتی بافت میوه از پنترومتر دستی با پروب ۸ میلی متری استفاده شد. نتایج بر حسب کیلوگرم بر سانتی متر مربع بیان شد.

#### اسیدهای آلی و مواد جامد محلول

به منظور اندازه گیری میزان اسیدهای آلی میوه از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد. مقدار اسیدیته قابل تیتراژ بر حسب گرم در ۱۰۰ میلی لیتر اسید سیتریک بیان شد. برای اندازه گیری میزان مواد جامد محلول میوه نیز از رفراکتومتر دستی مدل

2-Beers and sizer

3-Bovine serum albumin

1-Systemic Acquired Resistance (SAR)

نگهداری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود. با گذشت زمان اثر اسید سالیسیلیک در افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز موثرتر بوده است میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نیز پس از ۱۶ هفته در غلظت ۱ میلی مولار بالاتر بود.

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان پروتئین کل

با توجه به جداول (۱ و ۲) مشاهده می شود که با گذشت زمان میزان پروتئین افزایش یافته که میزان این افزایش در هر دو زمان مربوط به اسید سالیسیلیک بود این اثر در کوتاه مدت مشخص تر است. تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد بر مقدار پروتئین کل داشت.

#### بحث

نرم شدن میوه در طول دوره نگهداری حاصل فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی مانند پکتین متیل استراز، پلی گالاکتوروناز و سلولاز در اثر اتیلن می باشد (۲۰). میزان سفتی بافت در هر دو زمان اندازه گیری در تیمار اسید سالیسیلیک در سطح بالاتری نسبت به شاهد حفظ شد. تأثیر اسید سالیسیلیک بر حفظ سفتی بافت میوه به نقش آن بر تولید و اثر اتیلن مربوط می شود که با جلوگیری از بیان ژن های مسئول تولید آنزیم آمینو سیکلو پروپان ۱ کربوکسیلیک اسید سنتتاز باعث کاهش تولید اتیلن شده و از فعالیت خود تنظیمی مثبت اتیلن جلوگیری می کند. گزارش شده است که تیمار میوه های توت فرنگی با اسید سالیسیلیک منجر به حفظ سفتی بافت میوه شد (۲۳).

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدهای آلی و مواد جامد محلول

در طول دوره نگهداری میزان اسیدهای آلی کاهش و مواد جامد محلول افزایش می یابد. کاربرد اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد و همچنین اثر متقابل اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان اسیدهای آلی معنی دار بود. بالاترین میزان اسیدهای آلی مربوط به غلظت ۲ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود و رابطه مثبت و معنی داری بین غلظت های اسید سالیسیلیک وجود داشت بطوریکه با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان اسیدهای آلی نیز بالاتر بود، کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان مواد جامد محلول عصاره میوه طی دوره نگهداری نداشت (جداول ۱ و ۲).

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان ویتامین C (اسید آسکوربیک)

میزان ویتامین C در طی دوره نگهداری کاهش می یابد. تیمار اسید سالیسیلیک در کوتاه مدت (پس از ۸ هفته) به طور معنی داری (در سطح احتمال ۱ درصد) موثر در حفظ ویتامین C در سطح بالاتری نسبت به شاهد بود اما در بلند مدت اثر آن برگشت پذیر بود (جداول ۱ و ۲).

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی

تیمار اسید سالیسیلیک (در سطح احتمال ۵ درصد) بر میزان فعالیت آنتی اکسیدانی معنی دار بود. در طول دوره نگهداری فعالیت آنتی اکسیدانی روند کاهشی نشان داد. میزان روند کاهشی در تیمار اسید سالیسیلیک بیشتر بود.

#### تأثیر اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز

تیمار اسید سالیسیلیک و اثر متقابل اسید سالیسیلیک و زمان

جدول ۱- اثر اسید سالیسیلیک بر میزان سفتی بافت، مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، اسید آسکوربیک، فعالیت آنتی اکسیدانی، فعالیت آنزیم کاتالاز و مقدار پروتئین کل.

میزان پروتئین (میلی گرم در ۱۰۰ وزن تر)	فعالیت آنزیم کاتالاز (واحد در میلی گرم پروتئین)	فعالیت آنتی اکسیدانی (میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر)	اسید آسکوربیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	اسیدهای آلی (گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	محتوای مواد جامد محلول (درصد)	سفتی (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	غلظت اسید سالیسیلیک (میلی مول در لیتر)
۰.۱۶ <sup>b</sup>	۵۹.۸۵ <sup>b</sup>	۰.۵۶ <sup>a</sup>	۳۱.۱ <sup>a</sup>	۱.۱۵ <sup>c</sup>	۱۲.۶ <sup>a</sup>	۰.۴۶ <sup>b</sup>	0
۰.۱۹ <sup>a</sup>	۶۵.۰۶ <sup>a</sup>	۰.۵۱ <sup>ab</sup>	۳۱.۶ <sup>a</sup>	۱.۲۷ <sup>b</sup>	۱۲.۷ <sup>a</sup>	۰.۵۱ <sup>b</sup>	SA 1
۰.۱۸ <sup>ab</sup>	۵۷.۲۶ <sup>c</sup>	۰.۴۹ <sup>b</sup>	۳۲.۵ <sup>a</sup>	۱.۳۷ <sup>a</sup>	۱۲.۷ <sup>a</sup>	۰.۶۳ <sup>a</sup>	2

مقادیری که در ستون ها دارای حروف مشابه می باشند، با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.

SA: Salicylic Acid

جدول ۲- اثر اسید سالیسیلیک و زمان نگهداری بر میزان سفیدی بافت، مواد جامد محلول، اسیدهای آلی، اسید آسکوربیک، ظرفیت آنتی اکسیدانی، فعالیت آنزیم کاتالاز و میزان پروتئین کل

غلظت اسید سالیسیلیک (میلی مول در لیتر)	زمان (هفته)	سفتی (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	محتوای مواد جامد محلول (درصد)	اسیدهای آلی (گرم در ۱۰۰ میلی لیتر)	اسید آسکوربیک (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)	فعالیت آنتی اکسیدانی (میلی مول آهن در ۱۰۰ گرم وزن تر)		فعالیت آنزیم کاتالاز (واحد در میلی گرم پروتئین)	میزان پروتئین (میلی گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر)
						سفتی (کیلوگرم بر سانتی متر مربع)	محتوای مواد جامد محلول (درصد)		
۰	۸	۰.۷۶ <sup>b</sup>	۱۲.۳۰ <sup>a</sup>	۱.۱۹۰ <sup>cd</sup>	۳۲.۷۸ <sup>b</sup>	۰.۷۰۰ <sup>a</sup>	۶۳.۹۱ <sup>c</sup>	۰.۱۳۶ <sup>c</sup>	
	۱۶	۰.۱۶۴ <sup>c</sup>	۱۳.۱۰۰ <sup>a</sup>	۱.۱۱۶ <sup>d</sup>	۲۹.۹۳۳ <sup>b</sup>	۰.۲۶۴ <sup>c</sup>	۵۵.۷۹ <sup>d</sup>	۰.۱۹۳ <sup>b</sup>	
	۸	۰.۸۹۰ <sup>ab</sup>	۱۲.۵۰۰ <sup>a</sup>	۱.۳۱۳ <sup>b</sup>	۳۹.۲۶۴ <sup>a</sup>	۰.۵۷۳ <sup>b</sup>	۵۱.۸۹ <sup>c</sup>	۰.۱۷۶ <sup>bc</sup>	
۱	۱۶	۰.۱۳۴ <sup>c</sup>	۱۳.۲۰۰ <sup>a</sup>	۱.۳۴۲ <sup>bc</sup>	۳۳.۸۹۶ <sup>c</sup>	۰.۲۵۸ <sup>c</sup>	۷۸.۲۳ <sup>a</sup>	۰.۲۲۸ <sup>a</sup>	
	۸	۱.۰۱۸ <sup>a</sup>	۱۲.۳۰۰ <sup>a</sup>	۱.۲۸۳ <sup>c</sup>	۴۱.۷۰۴ <sup>a</sup>	۰.۵۷۳ <sup>b</sup>	۳۷.۰۹ <sup>f</sup>	۰.۱۷۰ <sup>bc</sup>	
۲	۱۶	۰.۲۴۴ <sup>c</sup>	۱۳.۲۰۰ <sup>a</sup>	۱.۲۶۶ <sup>bc</sup>	۳۳.۳۱۳ <sup>c</sup>	۰.۴۱۳ <sup>c</sup>	۶۷.۲۳ <sup>b</sup>	۰.۲۰۳ <sup>ab</sup>	

مقادیری که در ستون ها دارای حروف مشابه می باشند، با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی داری با هم ندارند.  
SA ; Salicylic Acid

همچنین نقش اسید سالیسیلیک در حفظ سفتی بافت در میوه‌های هلو، موز و کیوی گزارش شده است که این نتایج، نتایج سربوستاوا و دوپودی<sup>۱</sup> (۲۵)، نتایج زانگ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۸) و همچنین وانگ<sup>۳</sup> و همکاران (۲۷) را تایید می‌کند. معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آنها رابطه مستقیم با فعالیت‌های متابولیکی دارد (۲ و ۳). کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی داری بر میزان اسیدهای آلی داشت که می‌تواند به دلیل تأثیر این ماده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که منجر به کاهش استفاده اسیدهای آلی بعنوان سوسترای تنفسی می‌شود. بطوریکه گزارش شده است اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه‌های موز و هلو کاهش داده و بروز نقطه اوج فرارگرایی را به تأخیر می‌اندازد (۱۳ و ۲۵). در نتیجه باعث حفظ اسیدهای آلی در سطح بالاتری نسبت به شاهد می‌شود. میوه‌ها و سبزی‌ها کاهش تدریجی در میزان اسید آسکوربیک در طی دوره نگهداری در سردخانه نشان می‌دهند (۴ و ۲۶). در این بررسی مشاهده شد که در تیمار اسید سالیسیلیک میزان ویتامین C (اسید آسکوربیک) در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۸ هفته نگهداری حفظ شد ولی بعد از ۱۶ هفته نگهداری میزان ویتامین C در تیمار اسید سالیسیلیک کاهش یافت. در میوه‌های انار تیمار شده با اسید سالیسیلیک میزان ویتامین C در سطح بالاتری نسبت به شاهد پس از ۳ ماه نگهداری حفظ شد (۲۲). به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک باعث افزایش تجمع  $H_2O_2$  و برخی رادیکال‌های آزاد (ROS) در چند هفته اول می‌گردد که این افزایش برای بیان ژن‌های عامل مقاومت به بیماری لازم است بعد از مدتی رادیکال‌های آزاد باید از سلول حذف شوند، ویتامین C که یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی مهم محسوب می‌شود بعنوان دهنده الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد مصرف می‌شود علت کاهش ویتامین C در دراز مدت در اثر تیمار اسید سالیسیلیک احتمالاً این اثر می‌باشد.

افزایش اکسیژن فعال و رادیکال‌های آزاد در طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر تنفس سلولی، همچنین متابولیسم اکسیداتیو که در میوه‌ها به خصوص میوه‌های فرازگرا صورت می‌گیرد، می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای زیستی گردد. برای جلوگیری از ایجاد خسارت توسط رادیکال‌های آزاد، سلول‌ها از استراتژی‌های جالبی بهره می‌گیرند که توسعه سیستم آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (۲۴). آنتی‌اکسیدان‌ها با دادن الکترون به رادیکال‌های آزاد، خود اکسیده شده و

قدرت اکسید کنندگی و ایجاد خسارت توسط رادیکال‌های آزاد را از بین می‌برند. ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های گونه اکتینیدیا عمدتاً تحت تأثیر سطوح ویتامین C و پلی‌فنل می‌باشد و رابطه خطی معنی داری بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی و مقدار پلی‌فنل و ویتامین C وجود دارد (۱۱ و ۱۶). در این بررسی مشاهده شد که میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار اسید سالیسیلیک پایین تر از شاهد بوده است. به نظر می‌رسد اسید سالیسیلیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مثل کاتالاز باعث افزایش  $H_2O_2$  و برخی از گونه‌های اکسیژن فعال می‌گردد که این مولکول‌ها برای فعال کردن ژن‌های عامل مقاومت به شرایط استرس و بیماری وارد عمل می‌شوند بعد از فعال شدن ژن‌های عامل مقاومت رادیکال‌های آزاد باید از سلول حذف شوند که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در تیمار اسید سالیسیلیک برای حذف آن‌ها مصرف شده و میزان آنها کاهش می‌یابد. کاتالاز آنزیم سم زدای مهمی است که با آنزیم‌های دیگر فعالیت حذف کنندگی رادیکال‌های آزاد را تحریک می‌کند (۱۴). کاتالاز در پروکسی زوم همه سلول‌های هوازی وجود دارد و سلول‌ها را از  $H_2O_2$  بوسیله کاتالاز کردن تجزیه آن‌ها به  $H_2O$  و  $O_2$  حفاظت می‌کند (۱۲). اسید سالیسیلیک در کوتاه مدت باعث کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز شده، اتصال اسید سالیسیلیک به کاتالاز فعالیت آنزیمی آن را کاهش داده و تجمع  $H_2O_2$  را که برای عملکرد سلول‌ها خطرناک است افزایش می‌دهد از طرفی افزایش  $H_2O_2$  برای بیان ژن‌های عامل مقاومت ضروری است یعنی پراکسید هیدروژن خود بعنوان پیام رسان ثانویه در جریان ایجاد مقاومت القایی عمل می‌کند که به این پدیده مقاومت اکتسابی موضعی گفته می‌شود و منجر به ایجاد واکنش فوق حساسیت می‌شود. بدنبال آن اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن نوع دوم مقاومت بنام مقاومت اکتسابی سیستمیک می‌گردد، در این مرحله رادیکال‌های آزاد باید توسط سلول خنثی شوند که اسید سالیسیلیک با افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز این عمل را انجام می‌دهد (۲۱ و ۲۵). پروتئین شوک گرمایی یک گروه از پروتئین‌ها هستند که در پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها در پاسخ به فاکتورهای محیطی شامل گرما، سرما و محرک‌های فیزیکی و شیمیایی شامل استرس اکسیداتیو القا می‌شود (۱۷). گزارش شده است که کاربرد اسید سالیسیلیک منجر به القاء بیان ژن‌های پروتئین عامل مقاومت می‌گردد (۹). نقش اسید سالیسیلیک در فعال کردن سیستم مقاومت القایی سیستمیک در ارتباط با تولید پروتئین عامل مقاومت می‌باشد (۶) همچنین ثابت شده است که برخی از پروتئین‌ها در گیاهان با کاربرد اسید سالیسیلیک و اسید استیل سالیسیلیک حتی در غیاب عامل بیماری‌زا تولید می‌شوند (۲۱). همانگونه که اشاره شد در تیمار اسید سالیسیلیک به دلیل تأثیر آن‌ها در بیان ژن‌های عامل مقاومت به بیماری میزان پروتئین عامل مقاومت افزایش یافت.

1-Srivastava and Dwivedi

2-Zhang

3-Wang

2-Reactive Oxygen Species

## سپاسگزاری

کشاورزی دانشگاه ارومیه و جناب آقای دکترنوری زاده عضو محترم هیئت علمی گروه بیوشیمی دانشکده پزشکی دانشگاه ارومیه تشکر و قدردانی می گردد.

بدین وسیله از همکاری و مساعدت های بی شائبه جناب آقای دکترناصری عضو محترم هیئت علمی گروه باغبانی دانشکده

## منابع

- ۱- اصغری م. ۱۳۸۵. تاثیر استفاده از اسید سالیسیلیک بر فعالیت آنتی اکسیدانی، تولید اتیلن و فرایند پیری، آلودگی های قارچی و برخی صفات کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا. رساله دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، ۱۷۱ صفحه.
- ۲- جلیلی مرندی ر. ۱۳۸۳. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۷۶ صفحه.
- ۳- راحمی م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه ها و سبزی ها و گیاهان زینتی). (تالیف: ویلس، مک کلاسون، گراهام و جويس). چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۳۷ صفحه.
- 4- Adisa V.A. 1986. The influence of molds and some storage factors on the ascorbic acid content of orange and pineapple fruits. *Food Chemistry*, 22: 139-146.
- 5- Asghari M., Shirzad H., and Hajitagilo R. 2007. Postharvest treatment with salicylic acid effectively controls pear fruit diseases and disorders during cold storage. *Novel approaches for the control of postharvest diseases and disorders*, 31.
- 6- Beckers G.J.M., Spoel S.H. 2006. Fine-tuning plant defence signalling: salicylate versus jasmonate. *Plant Biol.* 8: 1-10.
- 7- Beers R. F., and Sizer, I.W. 1952. Aspectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by cabalase. *Biochem*, 95: 133-140.
- 8- Benzie I.F., and Strain. J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239: 70-76.
- 9- Bi Y.M., Kenton P., Murr L., Darby R., and Draper J. 1995. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> does not function downstream of salicylic acid in the induction of PR protein expression. *Plant. J*, 8: 235-245.
- 10- Bradford M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of micrograms quantities of protein utilizing the principle of protein dye Bandung. *Biochem*, 72: 248-254.
- 11- Du G., LiM., Ma F., and Liang D. 2009. Antioxidant capacity and the relationship with polyphenol and vitamin C in Actinidia fruits. *Food chemistry*, 113: 557-562.
- 12- Foyer C.H., and Noctor G. 2000. Oxygen processing in photosynthesis: regulation and signaling. *New Phytol*, 146: 359-388.
- 13- Han T., Wang Y., Li L., and Ge X. 2003. Effect of exogenous salicylic acid on postharvest physiology of peaches. *Acta Horticulture*, p. 628.
- 14- Hernandez J.A., Ferrer M.A., Jimenez A., Barcelo A.R., and Sevilla F. 2001. Antioxidant systems and O<sub>2</sub>-/ H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> production the apoplast of pea leaves. Its relation with salt- induced necrotic lesions in minor veins. *Plant Physiol*, 127: 827-831.
- 15- Johnson G.I., and Sangchote S. 1994. Control of postharvest diseases of tropical fruits: challenges for the 21st century. In: Champ, B.R., Highley, E and Johnson, G.I. (Eds.), *Postharvest Handling of Tropical Fruits*. Australian Center for international Agricultural Research, Canberra, pp. 140-167.
- 16- Lee K.W., Kim Y.J., Kim D.O., Lee H.J., and Lee C.Y. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 6516-6520.
- 17- Lindquist S. 1986. The heat shock response. *Annu. Rev. Biochem*, 55: 1151-1191.
- 18- Manolopoulou H., and Papadopoulou P. 1998. A study of respiratory and physico-chemical change of four Kiwifruit cultivar during cold-storage. *Food chemistry*, 63: 529-534.
- 19- Nishiyama I., Yamashita Y., Yamanaka M., Shimohashi A., Fukuda T., Oota T. 2004. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other Actinidia species. *Journal Agriculture Food Chemistry*, 52: 5475-5475.
- 20- Prasanna V., Prabha T.N., and Tharanathan R.N. 2007. Fruit ripening phenomena—an overview. *Critical reviews in food science and nutrition*, 47: 1-19.
- 21- Raskin I. 1992a. Salicylic, a new plant hormone. *Plant Physiology*. 99: 799-803.
- 22- Sayyari M., Babalar M., Kalantari S., Serrano M., and Valero D. 2009. Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53: 152-154.
- 23- Shafiee M., Taghavi T.S., Babalar M. 2010. Addition of salicylic acid to nutrient solution combined with postharvest treatments (hot water, salicylic acid, and calcium dipping) improved postharvest fruit quality of

- strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124:40-45.
- 24- Spinardi A.M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. *Acta Horticulturae*, 682: 655-662.
- 25- Srivastava M.K., and Dwivedi U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158: 87-96.
- 26- Tavarani S., Deglinnocenti E., Remorini D., Massai R., and Guidi L. 2008. Antioxidant capacity ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and storage of Hayward kiwifruit. *Food Chemistry*, 107: 282-288.
- 27- Wang L., Chen SH., Kong W., Li SH., and Archbold 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: 244-251.
- 28- Zhang Y., Chen K.S., Zhang S. L., and Ferguson I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol*, 28: 67-74.
- 29- Zolfaghari M., Sahari M.A., Barzegar M., and Samadloiy H. 2010. Physicochemical and enzymatic properties of five kiwifruit cultivars during cold storage. *Food Bioprocess Technol*, 3:239-246.