

تاثیر کاربرد محلول پاشی اسید سالیسیلیک قبل از برداشت بر روی ماندگاری، کیفیت پس از برداشت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زردآلو رقم "نوری"

الهام اردکانی^{۱*} - غلامحسین داوری نژاد^۲ - مجید عزیزی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۴/۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۸/۲

چکیده

به دلیل عمر پایین پس از برداشت زردآلو، این تحقیق با هدف ارائه راه حلی برای بهبود عمر پس از برداشت رقم مورد مطالعه زردآلو صورت گرفته است. در این تحقیق اثر کاربرد غلظت‌های مختلف محلول پاشی اسید سالیسیلیک بر روی خصوصیات کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زردآلو در طی دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفته است. زردآلو رقم "نوری" سه هفته قبل از بلوغ تجاری با غلظت‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و همچنین آب مقطر (شاهد) محلول پاشی شدند. در زمان بلوغ تجاری میوه‌ها برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس میوه‌ها در جعبه‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی، و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد برای مدت ۲۰ روز انبار شدند. میزان تغییرات کاهش وزن، سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، pH، شاخص طعم، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که طی دوره انبارداری، میزان کاهش وزن، مواد جامد محلول، pH و شاخص طعم افزایش معنی‌داری، در حالی که سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش معنی‌داری داشته است. در طی دوره انبارداری تفاوت معنی‌داری بین تیمار شاهد و اسید سالیسیلیک در تمام فاکتورهای اندازه‌گیری شده، مشاهده شد. تیمار اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری مانع از کاهش وزن و همچنین باعث حفظ سفتی بافت میوه‌ها گردیده است. در این شرایط، بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمارهای ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کمترین آن‌ها در تیمار شاهد مشاهده شد. نتایج نشان داد که کیفیت میوه‌های زردآلو با استفاده از تیمار اسید سالیسیلیک به دلیل تاخیر انداختن فرآیند رسیدگی، بهبود یافته است.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، اسید آسکوربیک، عمر پس از برداشت

مقدمه

اسید سالیسیلیک به دلیل تاثیر بر روی تعدادی از فرآیندهای فیزیولوژیکی رشدی گیاهان به عنوان یک تنظیم کننده رشد گیاهی به رسمیت شناخته شده است (۴۱). یون و همکاران (۴۰) با کاربرد اسید سالیسیلیک بر روی درختان سیب گزارش کردند که این ترکیب در غلظت‌های ۱۰۰۰-۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش سفتی میوه و تاخیر در زمان رسیدن میوه می‌شود. یائو و تیان (۳۹) نشان دادند که تیمار قبل از برداشت گیلان با اسید سالیسیلیک شیوع بیماری را کاهش می‌دهد. این القای مقاومت و محافظت سیستمیک به تدریج با گذشت زمان ایجاد شده و به مرحله رسیدگی میوه بستگی دارد. همچنین پیشنهاد کردند که تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک به دو طریق می‌تواند بر جلوگیری از بیماری اثر بگذارد. از یک طرف اسید سالیسیلیک اثرات مستقیم ضدقارچی نشان داده و رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی اسپور قارچ را کم می‌کند و از طرف دیگر القای مقاومت در برابر پاتوژن‌ها به وسیله اسید سالیسیلیک در نتیجه القای فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز، PAL و بتا-۱ و ۳-گلوکوناز است.

اسید سالیسیلیک (ارتو- هیدروکسی بنزوئیک اسید) یک ترکیب فنلی ساده با خواص گوناگون است که به طور طبیعی توسط گیاهان مختلف تولید می‌شوند. دارای یک گروه هیدروکسیل و یک گروه کربوکسیل در ساختمان خود می‌باشد که این گروه‌ها مانند سایر ترکیبات فنلی تعیین کننده خواص آن هستند. سالیسیلات‌ها از منابع گیاهی از زمان‌های قدیم در پزشکی مصرف شده‌اند. این ترکیب در ساختار بسیاری از قرص‌های مسکن، ضد التهاب، داروها، نگهدارنده‌های مواد غذایی و مواد آرایشی و بهداشتی به کار می‌رود (۲۷ و ۲۸).

۱، ۲ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیاران گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(* - نویسنده مسئول: (Email: E.Ardakani@yahoo.com

4 - HOC₆H₄COOH

مواد و روش‌ها

رقم مورد مطالعه در این تحقیق زردآلوی "نوری" می‌باشد، که از باغ تجاری امام رضا واقع در مشهد در مرحله بلوغ تجاری برداشت و به آزمایشگاه منتقل شدند. فاصله کاشت درختان ۳×۴ متر و هرس آنها به فرم شلجی بود. بافت خاک باغ لومی-شنی با زهکش کامل بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در غالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. میوه‌ها سه هفته قبل از بلوغ تجاری، با غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۱، ۲، ۳ و ۴ میلی‌مولار) و همچنین با آب مقطر (شاهد) محلول‌پاشی شدند. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس در ظرف‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی، و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۹۵ درصد انبار شدند. در طی روزهای صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ از دوره انبارداری خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و فعالیت آنتی‌اکسیدانتی میوه‌ها اندازه‌گیری شدند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی

وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سفتی بافت میوه‌ها با استفاده از پنترومتر دستی اندازه‌گیری شد. میزان مواد جامد محلول، با استفاده از رفرنکتومتر دیجیتال (مدل ۳۳۰ ساخت شرکت Bellingham Stanley انگلستان) تعیین، و نتایج به صورت درجه بریکس بیان شد. درجه اسیدی (pH) توسط pH متر (Model Metrohm 601) ثبت شد. میزان اسیدیته کل با استفاده از اسید سنج دیجیتال اندازه‌گیری و به صورت میزان اسید مالیک (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر) بیان شد.

میزان اسید آسکوربیک با روش تیتراسیون و با کمک یدور پتاسیم و معرف نشاسته اندازه‌گیری شد (AOAC, 2005). سپس به ۵ میلی‌لیتر آب میوه صاف شده، ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲ میلی‌لیتر معرف نشاسته ۱ درصد اضافه شد. محلول حاصل با یدور پتاسیم (۱۶ گرم یدور پتاسیم به علاوه ۱/۲۷ گرم کریستال ید در لیتر) تیتراژ شد و میزان اسید آسکوربیک بر حسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر بیان شد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

اندازه‌گیری فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر اساس روش میلیوسکاس و همکاران (۲۰) از طریق غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد تولید شده توسط ماده ۲، ۲- دی فنیل - ۱ - پیکریل هیدرازیل^۱ (DPPH) و بی رنگ کردن رنگ بنفش تیره این ماده انجام شد.

جیانکانگ (۱۶) گزارش نمودند که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در طی دوره رویشی سبب افزایش مقاومت به پاتوژن‌ها در میوه‌های بالغ گلابی می‌شود. ۴ روز بعد از محلول‌پاشی سالیسیلیک اسید، آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز، فنیل آلانین آمونیاپاز (PAL) و کیناز در میوه‌های جوان درختان که اسید سالیسیلیک روی آنها محلول‌پاشی شده، بالاتر از میوه‌های شاهد است. در توت‌فرنگی اسید سالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار به طور موثری ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل، مقدار اسید آسکوربیک را افزایش می‌دهد و از آلودگی قارچی جلوگیری می‌کند (۳).

در محلول‌پاشی قبل از برداشت پرتقال "ناول" با اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار کارتنوئیدها (لیکوپن و آلفا-کاروتن)، اسید آسکوربیک، گلوکاتینون، فنول کل، و فلاونیدهای کل در پوست و گوشت میوه در طی دوره انباری شد. علاوه بر این، بالاترین مقدار این ترکیبات آنتی‌اکسیدان در میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک (۱ و ۲ میلی‌مول بر لیتر) بود (۱۲). بر اساس گزارشات سریواستاوا و دوی ودی (۳۳) و ژانگ و همکاران (۴۲)، اثرات اسید سالیسیلیک برگشت پذیر می‌باشد و تیمار گیاهان با اسید سالیسیلیک را در همه مراحل مختلف رشد مثل مرحله رویشی، توسعه میوه و پس از برداشت پیشنهاد کردند.

زردآلو با نام علمی (*Prunus armeniaca* L.) یکی از میوه‌های مهم مناطق معتدله و متعلق به خانواده Rosaceae است. انبارداری میوه به علت سرعت تنفس بالا، نرم شدن سریع میوه‌ها و حساسیت به بیمارگرها به آسانی امکان پذیر نیست. زردآلو یک میوه نافرزاگرا با عمر انباری محدود به علت سرعت از دست دادن کیفیت و برخی خصوصیات مانند سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول و اسیدیته قابل تیتراژ می‌باشد. زردآلو دارای جایگاه مهمی در سلامت بشر است. این میوه سرشار از مواد معدنی مثل پتاسیم و ویتامین‌هایی مثل بتا-کاروتن است (۳۴). زردآلو از میوه‌های گوشتی آبدار است و به خاطر داشتن آب زیاد و سرعت بالای تنفس در دوره پس از برداشت، شدیداً در معرض فساد بوده و انبارمانی بسیار کوتاهی دارند (۳۵).

با توجه به اینکه اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب طبیعی قابلیت بسیار بالایی در حفظ کیفیت میوه داشته و می‌تواند علاوه بر افزایش مدت ماندگاری محصول باعث کاهش آلودگی قارچی و حفظ سفتی میوه در طی انبارداری شود، تاکنون اطلاعات کمی از اثرات اسید سالیسیلیک بر روی این میوه گزارش شده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرات مختلف محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک قبل از برداشت، بر روی کیفیت و عمر انباری میوه زردآلو رقم نوری می‌باشد.

جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و زمان بر درصد کاهش وزن، سفتی، pH، مواد جامد محلول، اسیدپتیه قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک، فنول، آنتی‌اکسیدانی و شاخص طعم در طی ۲۰ روز انبارداری در دمای ۴ °C

میانگین مربعات						
شاخص طعم	اسیدپتیه قابل تیتراسیون	مواد جامد محلول (درجه بریکس)	سفتی بافت میوه (نیوتن)	کاهش وزن	اسید سالیسیلیک (میلی‌مولار)	دوره انباری (روز)
۱۵/۴۷mn	۰/۸۱a	۱۲/۵۳z	۵/۵۲a	۰r	۰	۰
۱۵/۴۷mn	۰/۸۱a	۱۲/۵۳z	۵/۵۲a	۰r	۱	
۱۵/۴۷mn	۰/۸۱ a	۱۲/۵۳z	۵/۵۲a	۰r	۲	
۱۵/۴۷mn	۰/۸۱a	۱۲/۵۳z	۵/۵۲a	۰r	۳	
۱۵/۴۷mn	۰/۸۱ a	۱۲/۵۳z	۵/۵۲a	۰r	۴	
۱۸/۱۹j	۰/۶۸h	۱۲/۴۳k	۳/۴۴ij	۴/۸۹l	۰	۵
۱۶/۴۷l	۰/۷۰ef	۱۱/۵۸o	۳/۹۸fg	۳/۶۱n	۱	
۱۵/۵۹m	۰/۷۲d	۱۱/۳۴p	۴/۲۳de	۳/۱۵o	۲	
۱۴/۹۸n	۰/۷۴c	۱۱/۱۳q	۴/۴۷c	۲/۱۳p	۳	
۱۴/۲۶o	۰/۷۵ b	۱۰/۷۹r	۴/۷۵b	۱/۲۶q	۴	
۲۰/۸۹g	۰/۶۲lm	۱۲/۹۴h	۲/۸۰l	۹/۱۲h	۰	۱۰
۱۸/۱۰j	۰/۶۸ gh	۱۲/۴۲k	۳/۹۰g	۷/۶۳i	۱	
۱۷/۷۳jk	۰/۶۹fg	۱۲/۳۱l	۴/۱۵def	۶/۳۳j	۲	
۱۷/۲۲k	۰/۷۱e	۱۲/۲۲m	۴/۲۶d	۵/۷۰k	۳	
۱۶/۴۶l	۰/۷۳ cd	۱۲/۰۶n	۴/۸۷b	۴/۰۸m	۴	
۲۴/۵۹b	۰/۵۶ o	۱۳/۷۶e	۱/۹۷n	۱۵/۵۴c	۰	۱۵
۲۲/۲۳e	۰/۶۱m	۱۳/۶۲f	۳/۳۱j	۱۳/۶۲d	۱	
۲۱/۱۳g	۰/۶۳ kl	۱۳/۳۱g	۳/۶۲hi	۱۲/۶۱e	۲	
۱۹/۶۶h	۰/۶۴j	۱۲/۷۱i	۴/۴۰efg	۱۱/۶۵f	۳	
۱۸/۷۷i	۰/۶۷i	۱۲/۵۷z	۴/۲۱ de	۹/۹۶g	۴	
۲۹/۶۳a	۰/۵۰p	۱۴/۸۱a	۱/۱۸o	۱۸/۸۶a	۰	۲۰
۲۵/۰۲b	۰/۵۸ n	۱۴/۶۷b	۲/۴۴m	۱۶/۷۹b	۱	
۲۴/۰۲c	۰/۵۹n	۱۴/۳۲c	۳/۰۹k	۱۵/۵۰c	۲	
۲۲/۸۲d	۰/۶۱m	۱۳/۹۹d	۳/۶۵h	۱۳/۵۶d	۳	
۲۱/۶۹f	۰/۶۳ k	۱۳/۷۳e	۴/۰۰efg	۱۱/۴۶ f	۴	

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد. ($p \leq 0.01$).

وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و بیشترین درصد کاهش وزن در میوه‌های شاهد مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که میوه‌های شاهد در روز ۲۰ دوره انباری با ۱۸/۸۶ درصد کاهش وزن، بیشترین و میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در روز ۵ دوره انباری با ۱/۲۶ درصد، کمترین درصد کاهش وزن را داشتند. به طور کلی با افزایش طول دوره انباری درصد کاهش وزن افزایش ولی با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک درصد کاهش وزن میوه‌های تیمار شده کاهش یافت (شکل ۱).

آنالیز آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با نرم افزار JAMP8، آنالیز و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD ($p < 0.01$) انجام شد و نمودارها با نرم افزار Excel رسم شدند.

نتایج

کاهش وزن

نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک درصد کاهش وزن به طور معنی‌داری کاهش یافت. کمترین درصد کاهش

ادامه جدول ۱- نتایج مقایسه میانگین غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و زمان بر درصد کاهش وزن، سفتی، pH، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک، فنول، آنتی‌اکسیدانی و شاخص طعم در طی ۲۰ روز انبارداری در دمای ۴ °C

میانگین مربعات					
دوره انباری (روز)	اسید سالیسیلیک (میلی مولار)	pH	اسید آسکوربیک	فنول	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
۰	۰	۳/۹۵g	۶/۴۸a	۹۴/۸۰a	۳۶/۶۰b
۱	۱	۳/۹۵g	۶/۴۸a	۹۴/۸۰a	۳۶/۶۰b
۲	۲	۳/۹۵g	۶/۴۸a	۹۴/۸۰a	۳۶/۶۰b
۳	۳	۳/۹۵g	۶/۴۸a	۹۴/۸۰a	۳۶/۶۰b
۴	۴	۳/۹۵g	۶/۴۸a	۹۴/۸۰a	۳۶/۶۰b
۵	۰	۳/۹۰hi	۵/۱۱j	۷۶/۷۹g	۳۰/۱۰g
۱۰	۱	۳/۷۴j	۵/۸۳fg	۸۱/۵۶d	۳۴/۳۷d
۲	۲	۳/۶۵k	۵/۹۳ef	۸۲/۱۳cd	۳۶/۰۸bc
۳	۳	۳/۵۸l	۶/۰۶cd	۸۲/۶۵c	۳۷/۵۵a
۴	۴	۳/۵۱m	۶/۲۵b	۸۴/۶۶	۳۸/۳۳a
۱۰	۰	۴/۰۶def	۴/۷۰l	۷۲/۳۴i	۲۶/۴۱i
۱	۱	۳/۹۵g	۵/۳۳i	۷۵/۸۶	۳۰/۶۸g
۲	۲	۳/۸۶i	۵/۶۶h	۷۸/۹۷f	۳۲/۶۰e
۳	۳	۳/۷۵j	۶/۰۱de	۸۰/۱۲	۳۴/۲۸d
۴	۴	۳/۶۵k	۶/۱۳c	۸۲/۱۲cd	۳۵/۷۱c
۱۵	۰	۴/۲۳b	۳/۹۳o	۶۸/۴۰k	۲۲/۱۳l
۱	۱	۴/۱۱d	۴/۹۲k	۷۲/۵۹i	۲۶/۴۲i
۲	۲	۴/۰۴f	۵/۰۷j	۷۲/۶۴i	۲۸/۲۳h
۳	۳	۳/۹۲gh	۵/۳۲i	۷۴/۶۷h	۳۰/۱۵g
۴	۴	۳/۸۷i	۵/۸۲g	۷۶/۵۲g	۳۱/۶۴f
۲۰	۰	۴/۳۴a	۳/۲۸p	۶۳/۷۳l	۱۹/۱۰m
۱	۱	۴/۲۵b	۴/۴۴۰n	۶۷/۹۳k	۲۳/۹۸k
۲	۲	۴/۱۷c	۴/۵۸m	۷۰/۲۸j	۲۵/۲۴j
۳	۳	۴/۱۰de	۴/۷۱l	۷۱/۸۳i	۲۷/۵۴h
۴	۴	۴/۰۶ef	۴/۹۵k	۷۳/۷۲h	۳۰/۲۷g

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد. (p≤0.01).

سفتی بافت میوه

سفتی بافت میوه طی دوره نگهداری به طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمار اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری (در سطح احتمال ۱ درصد) باعث حفظ سفتی بافت میوه شد. مقایسه آماری میانگین‌ها نشان داد که افزایش غلظت اسید سالیسیلیک باعث حفظ سفتی بافت میوه در طی دوره انباری شد، به طوری‌که بالاترین میزان سفتی بافت مربوط به غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود و در تیمار شاهد کمترین میزان سفتی بافت میوه مشاهده شد. نتایج اثرات متقابل تیمارها نشان داد که در دوره نگهداری سفتی بافت میوه کاهش یافت که این کاهش با افزایش غلظت سالیسیلیک اسید، کمتر شد. بالاترین میزان سفتی بافت میوه مربوط به غلظت ۴ میلی‌مولار اسید

سالیسیلیک پس از ۱۰ روز نگهداری بود (شکل ۲)

مواد جامد محلول (TSS)

با توجه به شکل ۴ مشاهده می‌شود که با گذشت زمان میزان مواد جامد محلول به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. کاربرد اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان مواد جامد محلول معنی‌دار بود. به طوری‌که تیمار شاهد دارای بیشترین میزان مواد جامد محلول (۱۳/۲۹۶ درجه بریکس) و غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک کمترین میزان مواد جامد محلول (۱۲/۳۳۹ درجه بریکس) بود. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک، میزان مواد جامد محلول با اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد کاهش یافت. در طول

غلظت ۴ میلی مولار بیشترین (۰/۷۲۰ میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی آب میوه) میزان اسیدیته قابل تیتراسیون مشاهده شد. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل نشان داد که میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک در روز ۵ دوره نگهداری دارای بیشترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (۰/۷۵۶ میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی آب میوه) بوده اند و در طول دوره نگهداری میزان اسیدیته قابل تیترا کاهش یافته است (شکل ۵).

اسید آسکوربیک

نتایج آماری نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان اسید آسکوربیک به طور معنی داری افزایش یافت ولی در طول زمان انباری میزان آن کاهش نشان داد. غلظت ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک در روز ۵ بیشترین میزان اسید آسکوربیک را داشت (۶/۲۵۳ میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی آب میوه) در صورتیکه در میوه‌های شاهد در روز ۲۰ دوره انباری کمترین میزان اسید آسکوربیک (۳/۲۸۳ میلی گرم بر ۱۰۰ سی سی آب میوه) مشاهده شد (شکل ۶).

فعالیت آنتی اکسیدانی

نتایج حاصل از این تحقیق (شکل ۷) نشان داد که کمترین میزان فعالیت آنتی اکسیدانی در تیمار شاهد در روز ۲۰ دوره نگهداری و بیشترین در روز ۵ دوره نگهداری با غلظت ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک بود. در نتیجه در طول دوره نگهداری میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی کاهش یافته است.

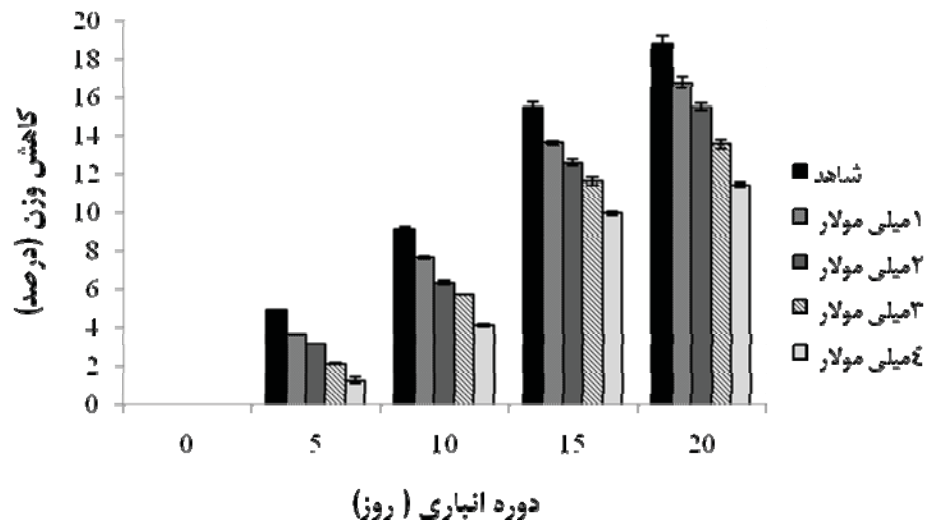
دوره نگهداری میزان مواد جامد محلول ابتدا در روز ۵ کاهش و سپس به تدریج افزایش یافت. بالاترین میزان مواد جامد محلول در روز ۲۰ دوره نگهداری (۱۴/۳۰۷ درجه بریکس) مشاهده شد. نتایج نشان داد که میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک در روز ۵ کمترین میزان مواد جامد محلول را دارا بودند و در روز ۲۰ دوره نگهداری در میوه‌های شاهد بیشترین میزان مواد جامد محلول مشاهده شد.

pH

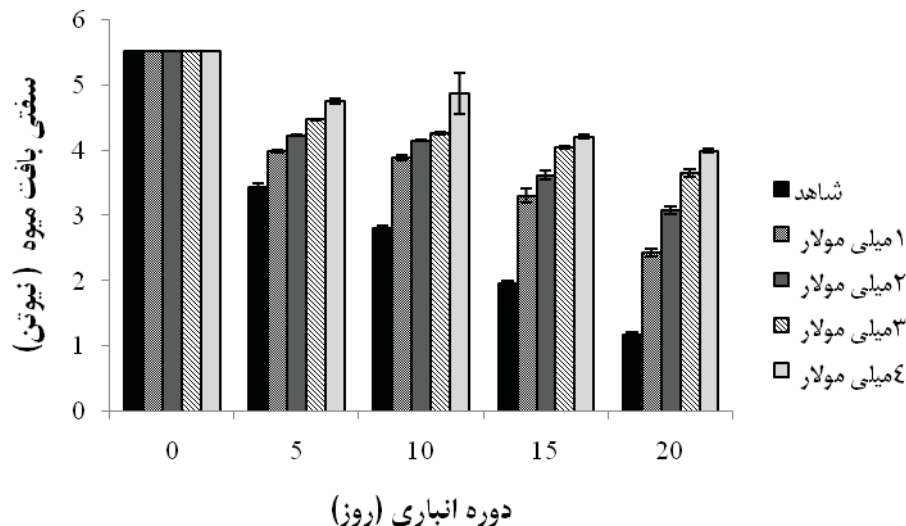
نتایج حاصل از پژوهش حاضر نشان داد که اثر اسید سالیسیلیک بر درجه اسیدی معنی دار است ($p < 0.01$) و افزایش مدت زمان انبارداری موجب افزایش pH آب میوه گردید. میوه‌های شاهد با اسیدیته ۴/۰۹۸ بیشترین و میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی-مولار اسید سالیسیلیک با ۳/۸۱۱ کمترین میزان اسیدیته را داشتند. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان اسیدیته میوه‌های تیمار شده کاهش یافت. نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها نشان داد که غلظت ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک در روز ۵ دوره نگهداری کمترین و میوه‌های شاهد در روز ۲۰ دوره نگهداری بیشترین میزان اسیدیته را داشتند (شکل ۳).

اسیدیته قابل تیتراسیون (TA)

در طول دوره نگهداری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون به طور معنی داری کاهش یافت. کاربرد اسید سالیسیلیک در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون معنی دار بود. با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان اسیدیته قابل تیتراسیون افزایش یافت که در



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی درصد کاهش وزن میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی سفتی بافت میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).

وسیله تنفس، تعرق و فعالیت‌های متابولیکی در میوه تنظیم می‌شود. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک با بستن روزنه‌ها منجر به سرکوب میزان تنفس و حداقل کاهش وزن میوه‌ها می‌شود (۱۹) و (۴۳). به طور مشابه، میوه هلوی رقم Delicia تیمار شده با اسید سالیسیلیک کاهش وزن کمتری را نسبت به شاهد نشان دادند (۱). بنابراین نتایج این مطالعه نشان داد که اسید سالیسیلیک ممکن است با کاهش تنفس و تعرق همزمان پیری را به تأخیر بیندازد. سفتی بافت میوه یکی از مهمترین پارامترهای فیزیکی به منظور نظارت بر فرآیند رسیدن است. حداکثر سفتی بافت میوه در غلظت ۴ و سپس ۳ میلی‌مولار اسید مقایسه با شاهد و غلظت‌های کمتر گزارش شده است. بالاترین سفتی بافت میوه در میوه‌های تیمار شده ممکن است به کاهش هیدرولیز نشاسته محلول نسبت داده شود. در نتیجه تأخیر در فرآیند رسیدن در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک وابسته به غلظت می باشد. بر اساس گزارشات وانگ و همکاران (۳۷) و زانگ و همکاران (۴۲)، اسید سالیسیلیک از نرم شدن میوه جلوگیری می‌کند. آن‌ها دریافتند که نرم شدن سریع میوه‌ها در طول دوره رسیدن همزمان با کاهش سریع میزان اسید سالیسیلیک داخلی است. اسید سالیسیلیک تورم سلولی را تحت تأثیر قرار می‌دهد که منجر به استحکام بالاتر میوه‌ها می‌شود (۴۲).

به طور کلی افزایش در میزان مواد جامد محلول در همه تیمارها مشاهده شد، هرچند غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بالاترین میزان مواد جامد محلول در طی دوره نگهداری را نشان داد، در نتیجه همانطور که مشاهده گردید حداقل مواد جامد محلول در شاهد و سپس غلظت‌های کمتر اسید سالیسیلیک گزارش شده است. طبیعت

فنون کل

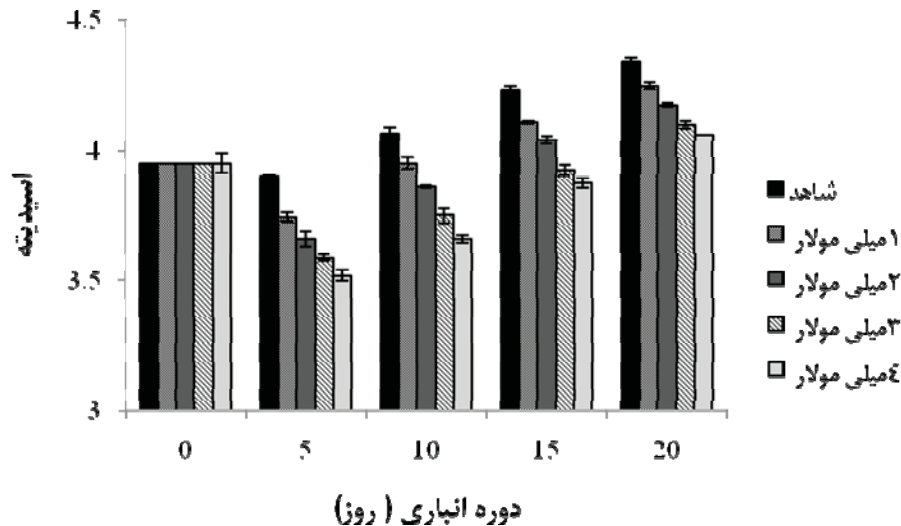
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک، زمان و اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فنول میوه‌های زردآلو تیمار شده در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است و با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان فنول نیز افزایش یافته است. نتایج اثرات متقابل تیمارها نشان داد که در طی دوره نگهداری میزان فنول کاهش می‌یابد اما با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان فنول افزایش می‌یابد، به طوری که کمترین میزان فنول در تیمار شاهد در روز ۲۰ دوره نگهداری مشاهده شد (شکل ۸).

بحث

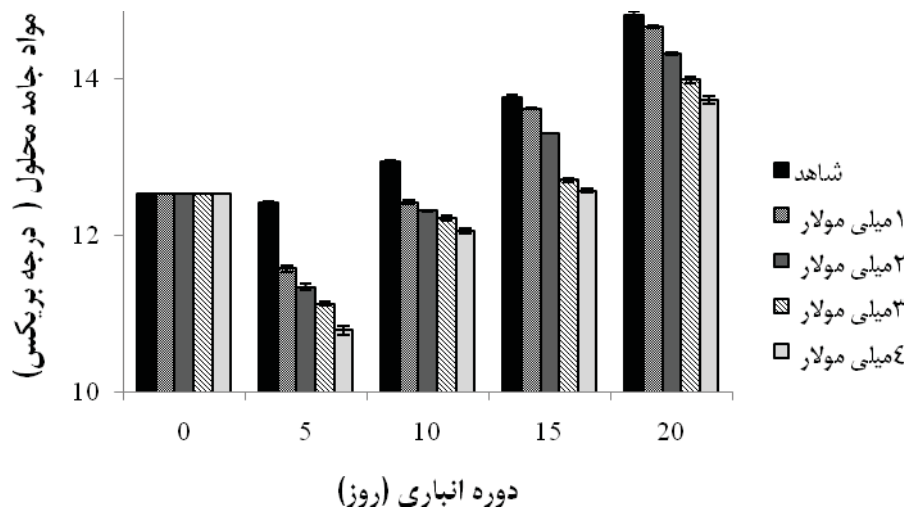
اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی، که تنظیم کننده تعدادی از فرآیندها در گیاهان است. این ترکیب بازدارنده بیوسنتز اتیلن (۴۱) و تنظیم کننده بیان ژن‌های پروتئین‌های مرتبط با بیمارگرها است و موجب القای مقاومت در برابر حمله بیمارگرها می‌شود. بنابراین، گزارش شده است که کاربرد خارجی اسید سالیسیلیک باعث کاهش پوسیدگی، تأخیر در رسیدن و گسترش عمر پس از برداشت انواع میوه‌ها مثل کیوی (۴۲) و گیلاس (۸) شده است. در این تحقیق بالاترین کاهش وزن در شاهد و سپس غلظت‌های پایین اسید سالیسیلیک (۱ و ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک) گزارش شد، در حالی که کمترین کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک اتفاق افتاد. افزایش مداوم در کاهش وزن در همه تیمارها در دوره نگهداری مشاهده شد. کاهش وزن عمدتاً به

یافت. اصغری (۳) گزارش کرده است که اسید سالیسیلیک کاهش میزان مواد جامد محلول در توت فرنگی را به تاخیر می‌اندازد، هم-چنین تیمارهای کاربرد اسید سالیسیلیک و کلسیم قبل از برداشت نتوانست میزان اسیدیته میوه را تغییر دهد. شایان ذکر است کاهش تدریجی برای اسیدیته قابل تیتراسیون در همه تیمارها مشاهده شد.

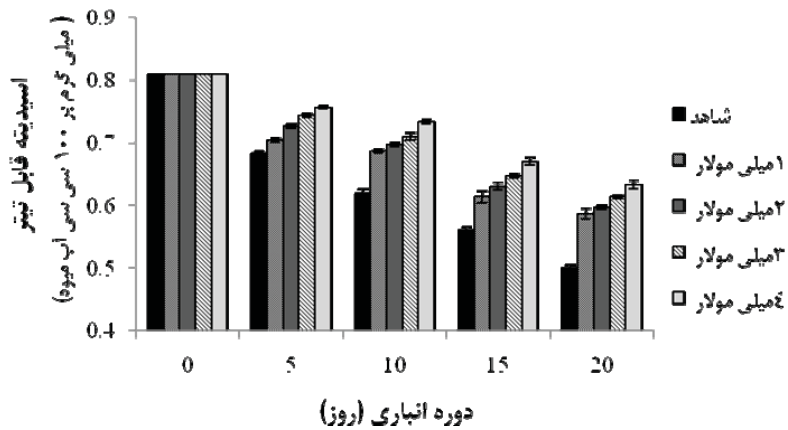
فاسد شدنی میوه‌ها منجر به کاهش کیفیت میوه می‌شود و با کاهش سریع در میزان مواد جامد محلول همراه است. تیمار اسید سالیسیلیک به طور معنی‌داری میزان مواد جامد محلول را در غلظت‌های مورد استفاده بالاتر حفظ می‌کند. نتایج مشابه به وسیله هان و لی (۱۱) گزارش شده است که میوه‌های سیب تیمار شده با اسید سالیسیلیک میزان مواد جامد محلول آن‌ها بدون کاهش در سفتی بافت افزایش



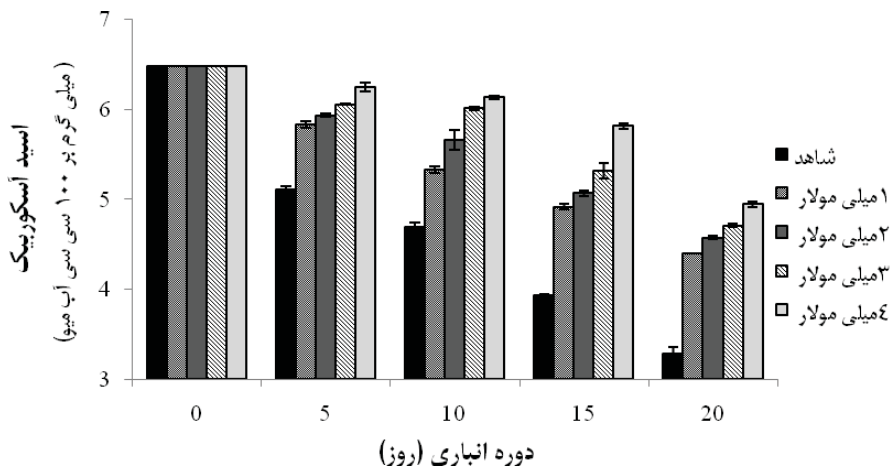
شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی اسیدیته میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



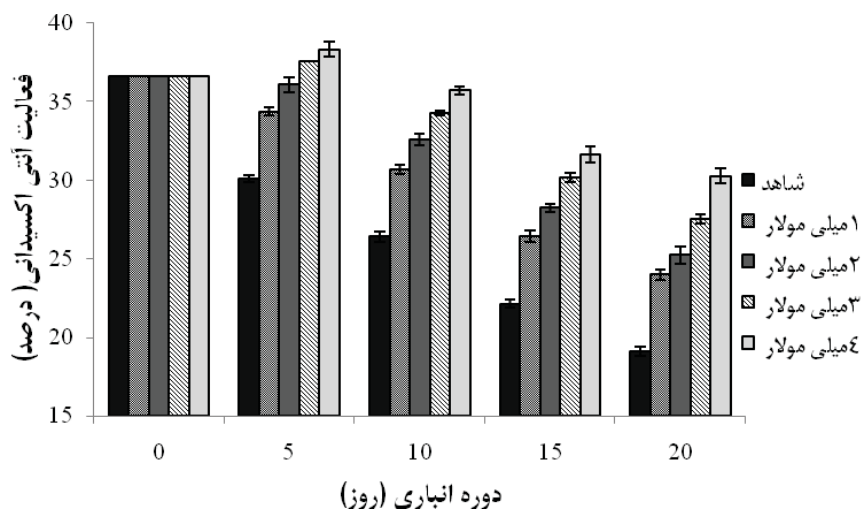
شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی مواد جامد محلول میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



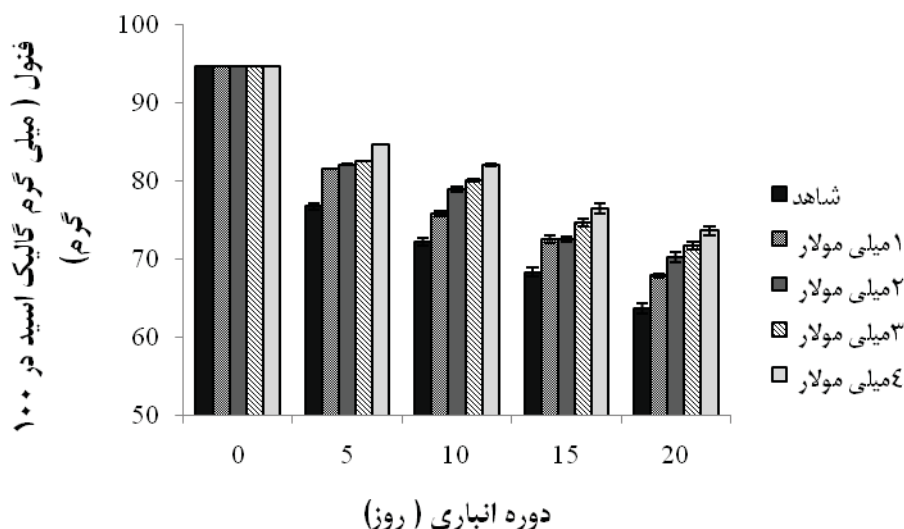
شکل ۵- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



شکل ۶- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی اسید آسکوربیک میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی فعالیت آنزیم اکسیدانی میوه‌های زردآلو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).



شکل ۸- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر روی میزان فنول میوه‌های زردالو رقم نوری در طی دوره انبارداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده استاندارد خطا می‌باشد).

شود (۳۶). افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی و قدرت ضد تنش گیاهان و میوه‌ها به وسیله اسید سالیسیلیک القاء می‌شود، و از تخریب اسید آسکوربیک جلوگیری می‌کند (۳۸). اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب مهم در پاسخ به سیستم مقاومت اکتسابی شناخته شده است (۲۲ و ۲۶). اثر اسید سالیسیلیک بر مقدار فنول کل میلی‌گرم گالیک اسید در ۱۰۰ گرم میوه‌ها در طی دوره نگهداری بررسی شد. مقدار فنول کل در طی دوره نگهداری شروع به کاهش کرد. حداکثر مقدار فنول کل در میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ و سپس ۳ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد بود. فنول متبویلت‌های ثانویه گیاهی هستند که به وسیله همه گیاهان سنتز می‌شود. آن‌ها مسئول طعم و رنگ محصولات میوه‌ای هستند (۱۵). آن‌ها عموماً به عنوان فلاونوئیدها در پوست میوه‌ها وجود دارد (۹). پرتقال‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک مقدار فنول کل را افزایش دادند و بالاترین غلظت اسید سالیسیلیک با اثر بیشتر در این رابطه مشاهده شد (۱۳). فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها و سبزیجات برای ارزیابی ارزش غذایی آن‌ها دارای اهمیت می‌باشد. روش‌های متعددی برای بررسی فعالیت آنتی-اکسیدانی میوه‌ها و دیگر گیاهان، مثل ۱، ۱-دی فنیل-۲-پیکریل هیدرازیل (DPPH)، ظرفیت جذب رادیکال اکسیژن (ORAC)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل واکتس (TEAC) و FRAP، توسعه یافته‌اند، که در این تحقیق از روش DPPH استفاده شد. تیمار اسید سالیسیلیک به طور قابل توجهی میزان فنول کل را افزایش داد، همان‌طور که دیده می‌شود، بالاترین غلظت تیمار اسید سالیسیلیک اثر مثبتی بر آن‌ها داشته است. این نوسانات در نمودارهای فنول نشان می‌دهد که متابولیسم آن‌ها در طی دوره انباری اتفاق می‌افتد و

غلظت ۴ میلی‌مولار سالیسیلیک اسید مقدار بالاتری از اسیدیتته قابل تیتراسیون را در طول دوره نگهداری داشت. حداقل اسیدیتته قابل تیتراسیون در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) در مقایسه با غلظت‌های اسید سالیسیلیک به دست آمد. طعم میوه به طور عمده از ترکیب قندها و اسید ساخته شده است. پیشنهاد شده است که کاهش اسیدیتته قابل تیتراسیون در میوه‌ها در نتیجه شکستن اسید به قند در طی تنفس می‌باشد (۴). هان و لی (۱۱) گزارش نمودند که میوه‌های سیب تیمار شده با اسید سالیسیلیک در میزان اسیدیتته قابل تیتراسیون در تمام دوره انباری افزایش داشتند. همه تیمارها یک کاهش تدریجی در سطح اسید آسکوربیک در طی دوره نگهداری نشان دادند. هرچند، میوه‌های تیمار شده با غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک در مقایسه با شاهد میزان اسید آسکوربیک را بالاتر حفظ کردند.

رژیم غذایی بشر شامل حدود ۹۱ درصد اسید آسکوربیک است که از میوه‌ها و سبزیجات تامین می‌شود. اسید آسکوربیک به تجزیه شدن بسیار حساس است و در طی دوره نگهداری و فرآوری در مقایسه با سایر مواد غذایی اکسیداسیون می‌شوند (۲). نتایج ما نشان داد که اسید سالیسیلیک تاثیر قابل توجهی در حفظ بالاتر میزان اسید آسکوربیک در میوه‌ها داشته است. کالارانی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که گوجه‌فرنگی‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک با محتوای بالای اسید آسکوربیک مشاهده شدند. دات و همکاران (۶) در یافتند که بالاترین میزان اسید آسکوربیک در میوه‌های محلول‌پاشی شده با تیمارهای اسید سالیسیلیک و کلسیم مشاهده شد. آن‌ها اضافه کردند که اسید سالیسیلیک پراکسیداز آسکوربات را فعال می‌کند، که باعث افزایش توانایی آنتی‌اکسیدانی و مقدار اسید آسکوربیک در میوه‌ها می-

را نشان داده و به طور قابل توجهی مانع رشد میسلیوم و جوانه‌زنی اسپور قارچ‌ها در محیط درون شیشه‌ای می‌شود. از سوی دیگر، تیمار قبل از برداشت باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های دفاعی مثل PAL، ۱.۳ گلوکوناز، و POD در طی دوره انباری می‌شود که واکنش‌های دفاعی در میوه گیلاس را افزایش می‌دهد. این دو مورد شاید کنترل جامع بیماری‌های پس از برداشت میوه گیلاس مفید باشد (۳۹). در نتیجه، تحقیقات نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک، به خصوص قبل از برداشت، که سیستم دفاعی مقاومت در برابر بیماری‌های پس از برداشت را در میوه گیلاس القاء می‌کند، ممکن است اقدامی مفید و امیدوار کننده در سطح تجاری باشد. از سوی دیگر از نقش اسید سالیسیلیک بر جلوگیری از تولید و اثر اتیلن تاکید شده است. بدین ترتیب این ماده با جلوگیری از بیان ژن‌های مسئول تولید آنزیم آمینو سیکلو پروپان ۱ کربوکسیلیک اسید سنتتاز، باعث کاهش تولید اتیلن می‌شود (۴).

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در طی دوره انبارداری وزن میوه، سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش معنی‌داری، در حالی که درجه اسیدی و مواد جامد محلول افزایش معنی‌داری داشته است. به طوری که تیمارهای اسید سالیسیلیک به ویژه غلظت ۴ میلی‌مولار تأثیر مثبتی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه زردآلو رقم "نوری" داشتند. براساس نتایج بدست آمده، می‌توان از اسید سالیسیلیک به عنوان یک ترکیب طبیعی به طور تجاری جهت افزایش ماندگاری میوه‌های زردآلو استفاده نمود و همچنین تیمار قبل از برداشت با اسید سالیسیلیک تکنولوژی جدیدی است، که می‌تواند جایگزینی برای برنامه‌های پس از برداشت میوه‌ها باشد.

متابولیسم به وسیله تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک تحت تأثیر بوده است. با این حال، بیوسنتز فنول در گیاهان کاملاً مشخص نیست (۳۲).

نتایج تحقیقات نشان داد که تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک به طور قابل توجهی باعث کاهش بروز بیماری در میوه‌های انبار شده داشت. این مقاومت و حفاظت سیستمیک به تدریج با زمان توسعه یافت و به مرحله رسیدن میوه بسیار وابسته بود. این نتایج با مشاهدات راسموسین و همکاران (۲۹) مطابقت داشت، که دریافتند مقاومت القاء شده به وسیله اسید سالیسیلیک در خیارهای جوان نسبت به خیارهای پیر بیشتر بود. محافظت از میوه در برابر حمله پاتوژن‌های قارچی تا حد زیادی به دلیل فعالیت سیستم بسیار هماهنگ بیوشیمیایی و ساختار دفاعی است که مانع از گسترش پاتوژن‌ها می‌شود (۱۸ و ۳۱). کیتیناز و ۱،۳-گلوکوناز پلیمرهای دیواره سلولی قارچ را هیدرولیز می‌کند و تصور می‌شود در مکانسیم‌های دفاعی در برابر آلودگی‌های قارچی نقش داشته باشد (۵ و ۳۰). PAL یک آنزیم کلیدی در اولین مرحله از مسیر فنیل پروپانوئید است، که با سیستم دفاعی گیاهان در ارتباط است (۷). فعالیت POD قدرت اکسیداتیو برای ارتباط متقابل پروتئین‌ها و رادیکال‌های فنیل پروپانوئید تولید می‌کند و در نتیجه باعث تقویت دیواره‌های سلولی در برابر نفوذ قارچ-ها می‌شود (۱۴). بر اساس نتایج یو و تیان (۳۹) نشان داده شده است که تیمار قبل از برداشت میوه گیلاس با اسید سالیسیلیک در طی دوره انباری فعالیت ۱،۳ گلوکوناز، PAL، و POD را بیشتر القاء می‌کند. محققان قبلی نیز پیشنهاد کردند که ۱،۳ گلوکوناز، PAL، و POD با القاء مقاومت در گیاهان در ارتباط هستند (۱۰، ۲۱، ۲۳ و ۲۵). پول و مک لود (۲۴) نشان دادند که کاربرد قبل از برداشت اسید سالیسیلیک باعث حفاظت میوه کیوی در برابر بیماری‌های پس از برداشت می‌شود. نتایج حاصل از آزمایشات نشان می‌دهد که تیمارهای قبل از برداشت اسید سالیسیلیک ممکن است دو اثر داشته باشند. از یک طرف، اسید سالیسیلیک سمیت مستقیم قارچی روی *M. fructicola*

منابع

- 1-Abbasi N.A., Hafeez S., and Tareen M.J. 2010. Salicylic acid prolongs shelf life and improves quality of "Mari Delicia" peach fruit. *Acta Hort*, 880: 191-197.
- 2-Akhtar A., Abbasi N.A., and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. *Pak. J. Bot.*, 42: 181-188.
- 3-Asghari M. 2006. Effects of salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity, ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes. Ph.D. thesis, University of Tehran.
- 4-Ball J.A. 1997. Evaluation of two lipid based edible coating for their ability to preserve post harvest quality of green bell peppers. Master Diss., Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, USA.
- 5-Collinge B., Kragh K.M., Mikkelsen J.D., Nielsen K.K., Rasmussen U., and Vad K. 1993. Plant chitinases. *Plant J.* 3: 31-40.
- 6-Dat J.F., Foyer C.H., and Scott I.M. 1998. Changes in salicylic acid and antioxidants during induced thermo tolerance in mustard seedlings, *Plant Physiol.*, 118: 1455-1461.

- 7-Dixon R.A., and Paiva N.L. 1995. Stress-induced phenyl propanoid metabolism. *Plant Cell* 7:1085–1097.
- 8-Gholami M., Sedighi A., Ershadi A., and Sarikhani H. 2010. Effect of pre- and postharvest treatments of salicylic acid and gibberellic acid on ripening and some physicochemical properties of "Mashhad" sweet cherry (*Prunus avium* L.) fruit. *Acta Hort*, 884: 257-264.
- 9-Hamauzu Y. 2006. Role and evolution of fruit phenolic compounds during ripening and storage. *Stewart Postharvest Rev*, p: 2-5.
- 10-Hammerschmidt R., Nuckles E.M., and Kuc J. 1982. Association of enhanced peroxidase activity with induced systemic resistance of cucumber to *Colletotrichum lagenarium*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 20: 73–82.
- 11-Han T., and Li L.P. 1997. Physiological effect of salicylic acid on storage of apple in short period. *Plant Physiol. Commun.*, 33: 347-348.
- 12-Huang R., Xia R., Lu Y., Hu L., and Xu Y. 2008. Effect of preharvest salicylic acid spray treatment on post-harvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *J. Sci. Food Agric.*, 88: 229-236.
- 13-Huang R., Xia R., Lu Y., Hu L., and Xu Y. 2008. Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on post-harvest antioxidant in the pulp and peel of 'Cara cara' navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88:229–236.
- 14-Huckelhoven R., Fodor J., Preis C., and Kogel K.H. 1999. Hypersensitive cell death and papilla formation in barley attacked by the powdery mildew fungus are associated with hydrogen peroxide but not with salicylic acid accumulation. *Plant Physiol.* 119:1251–1260.
- 15-Jeong H.L., Jin W.J., Kwang D.M., and Kee P.J. 2008. Effects of anti-browning agents on polyphenol oxidase activity and total phenolics as related to browning of fresh-cut 'Fuji' apple. *ASEAN Food J.*, 15 : 79-87.
- 16-Jiankang C., Kaifang Z., Weibo J. 2006. Enhancement of postharvest disease resistance in Ya Li pear (*pyrus bretschneideri*) fruit by salicylic acid sprays on the trees during fruit growth. *European J. Plant Pathol.* 114: 363–378.
- 17-Kalarani M.K., Thangaraj M., Sivakumar R., and Mallika R. 2002. Effects of salicylic acid on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) productivity. *Crop Res. (Hisar)*, 23: 486-492.
- 18-Lawton K., Friedrich L., Hunt M., Weymann K., Kessmann H., Staub T., and Ryals J. 1996. Benzothiadiazole induces disease resistance in Arabidopsis by activation of the systemic acquired resistance signal transduction pathway. *Plant J.* 10: 71–82.
- 19-Manthe B., Schulz M., and Schnabl H. 1992. Effects of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L.: evidence for salicylic acid metabolism. *J. Chem. Ecol.*, 18: 1525-1539.
- 20-Miliauskas G.P.R., and Van Beek T.A. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chemistry*, 85: 231-237.
- 21-Mohammadi M., and Kazemi H. 2002. Changes in peroxidase and polyphenol oxidase activities in, susceptible and resistant wheat heads inoculated with *Fusarium graminearum* and induced resistance. *Plant Sci.* 162: 491–498.
- 22-Murphy A.M., Holcombe L.J., and Carr J.P. 2000. Characteristics of salicylic acid induced delay in disease caused by a necrotrophic fungal pathogen in tobacco. *Physiol. Mol. Plant Pathol.*, 57: 47–54.
- 23-Pellegrini L., Rohfritsch O., Fritig B., and Legrand M. 1994. Phenylalanine ammonia-lyase in tobacco. *Plant Physiol.* 106: 877–886.
- 24-Poole P.R., and Mc Donald L.C. 1994. Development of resistance to picking wound entry Botrytis cinerea storage rots in kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 22:387-392.
- 25-Qin G.Z., Tian S.P., Xu Y., Wan Y.K. 2003. Enhancement of biocontrol efficacy of antagonistic yeasts by salicylic acid in sweet cherry fruit. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 62: 147-154.
- 26-Rajjou L., Belghazi M., Huguet R., Robin C., and et al. 2006. Proteomic investigation of the effect of salicylic acid on Arabidopsis seed germination and establishment of early defense mechanisms. *Plant Physiol.*, 141: 910–923.
- 27-Raskin I. 1992a. Role of salicylic acid in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 43: 439-463.
- 28-Raskin I. 1992b. Salicylate, a new plant hormone. *Plant Physiology*. 99: 799-803.
- 29-Rasmussen J.B., Hammerschmidt R., and Zook M.N. 1991. Systemic induction of salicylic acid accumulation in cucumber after inoculation with *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. *Plant Physiol.* 97: 1342–1347.
- 30-Schlumbaum A., Mauch F., Vogeli U., Boller T. 1986. Plant chitinases are potent inhibitors of fungal growth. *Nature*, 324:365–367.
- 31-Schroder M., Hahlbrock K., and Kombrink E. 1992. Temporal and spatial patterns of α -1,3-glucanase and chitinase induction in potato leaves infected by *Phytophthora infestans*. *Plant J.* 2: 161–172.
- 32-Shirley B.W. Flavonoid biosynthesis: 'new' functions for an 'old' pathway. *Trends Plant Sci* 1:377–382 (1996).
- 33-Srivastava M.K., and Dwivedi U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Sci.* 158: 87–96.
- 34-Ullar H.H., Gezer I., Ozcan M.M., and Asma B.M. 2007. Post harvest chemical and physical-mechanical properties of some apricot varieties cultivated in Turkey. *Journal of Food Engineering* 79 :364–373.

- 35-Valero D., Martinez-Romero D., and Serrano M. 2002. The role of polyamines in the improvement of the shelf life of fruit. *Trends Food Sci. Technol.* 13:228-234.
- 36-Wang L., Chen S., Kong W., Li S., and Archbold D.D. 2006. Salicylic acid pre treatment alleviates chilling injury and affects the anti oxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage, *Postharvest Biol. Technol.*, 41: 244-251.
- 37-Wang Z.F., Ying T.J., Bao B.L., and Huang X.D. 2005. Characteristics of fruit ripening in tomato mutant epi. *J. Zhejiang Univ. Sci.*, 6: 502-507.
- 38-Wisniewska H., and Chelcowski J. 1999. Influence of exogenic salicylic acid on *Fusarium* seedling blight reduction in barley. *Acta Physiologiae Plantarum*, 21: 63-66.
- 39-Yao H., and Tian S. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit storage. *Postharvest Biol. Technol.* 35: 253-262.
- 40-Youn C.K., Kim S.K., Lim S.C., Kim Y.H., Yoon T., and Kim T.S. 2004. Effect promalin and salicylic acid application on tree growth and fruit quality of 'Tsugaru' apples. *Proc.9th is on plant Bioregulators. Actatort*, 653.
- 41-Zavala J.F.A., Wang S.Y., Wang C.Y., and Aguilar G.A.G. 2004. Effects of Storage Temperatures on Antioxidant Capacity and Aroma Compounds in Strawberry Fruit. Elsevier Ltd. on behalf of Swiss Society of Food Science & Technology.
- 42-Zhang Y., Chen K., Zhang S., and Ferguson I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 67-74.
- 43-Zheng Y., and Zhang Q. 2004. Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of 'Ponkan' mandarin. *Acta Hort.*, 632: 317-320.