نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳، ص. ۴۷۸-۴۶۴
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 28, No. 4, Winter 2015, P. 464-478
ISSN: 2008 - 4730

بررسی اثر اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر عمر انباری، ویژگی‌های کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو رقم 'آمسدن' پس از برداشت

غلامحسین داوری‌نژاد[1*]- سکینه عارفخانی[2]- مجید عزیزی[3]- مهدی زارعی[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۰/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۱/۱۵

چکیده

در این پژوهش اثر سطوح مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر قابلیت ماندگاری، ویژگی‌های کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو رقم 'آمسدن' مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار اجرا شد. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری برداشت، و در غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۱ و ۲ میلی‌مولار)، کلریدکلسیم (۱/۵ و ۳ درصد)، ترکیب اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم (۱-۱/۵، ۱-۳، ۲-۱/۵ و ۲-۳) و هم‌چنین آب مقطر (شاهد) به‌مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن در هوای آزاد در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد به‌مدت ۳۵ روز انبار گردیدند. طی روزهای اول و آخر انبارداری تغییرات وزن میوه، سفتی بافت میوه، درصد پوسیدگی، pH، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که در انتهای دوره انبارداری میزان کاهش وزن میوه، درصد پوسیدگی، pH، مواد جامد محلول افزایش معنی‌داری داشتند، درحالی‌که سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش معنی‌داری نشان دادند. تیمارهای اسیدسالیسیلیک و کلریدکلسیم به‌طور معنی‌داری از کاهش وزن میوه جلوگیری نموده و باعث حفظ سفتی بافت میوه‌ها شدند. در این شرایط، بیش‌ترین میزان اسید قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کم‌ترین مواد جامد محلول و درصد پوسیدگی در تیمارهای اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم تأثیر بیش‌تری نسبت به هر کدام از تیمارها به‌طور جداگانه داشت. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از اسیدسالیسیلیک و کلریدکلسیم می‌تواند به‌عنوان راه‌کار مؤثری در تکنولوژی پس از برداشت میوهای هلو معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: هلو (*Prunus persica* L.)، ماندگاری، سفتی میوه، اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول

مقدمه

با توجه به افزایش جمعیت دنیا و نیاز روز افزون مردم به فرآورده‌های باغبانی جلوگیری از بروز آسیب‌های بین زمان برداشت تا هنگام مصرف بسیار ضروری و حائز اهمیت است. در حال حاضر در کشورهای پیشرفته به‌جای افزایش سطح زیر کشت محصولات کشاورزی، بیش‌تر به کاهش ضایعات پس از برداشت از طریق بهره‌گیری از فن‌آوری‌های نوین تأکید می‌شود.

هلو (*Prunus persica* L.) یک میوه نافرازگرا و گوشتی آب‌دار است، و به‌خاطر داشتن آب زیاد و سرعت تنفس در دوره پس از برداشت، شدیداً در معرض فساد بوده و انبارمانی بسیار کوتاهی دارند. با توجه به اهمیت تغذیه‌ای و عمر انباری کم میوه هلو، نیاز به روش‌هایی برای افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت آن احساس می‌گردد. عرضه میوه‌های تازه را می‌توان با کاهش ضایعات و با به‌کارگیری تکنولوژی‌های جدید افزایش داد. از این رو یکی از تکنولوژی‌های مهم در ارتباط با کاهش ضایعات پس از برداشت و استفاده از ترکیبات طبیعی و سازگار با گیاه، طبیعت و انسان می‌باشد (۲).

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنولی ساده با خواص گوناگون است که به‌طور طبیعی توسط گیاهان مختلف تولید می‌شود (۱). اسید سالیسیلیک به‌دلیل تأثیر بر روی تعدادی از فرآیندهای گیاهی از جمله جوانه‌زنی بذر، عملکرد روزنه‌ها، جذب آهن و بیوسنتز و عمل اتیلن (۳۸)، به‌عنوان تنظیم کننده رشد گیاهی شناخته شده است (۵۸). گزارش شده است که، کاربرد اسید سالیسیلیک باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب استاد، دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشجوی دکتری گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: davarynej@um.ac.ir)

آنتی‌اکسیدانی می‌گردد (۱). جیانکانگ و همکاران (۲۸) گزارش نمود که، کاربرد پیش از برداشت اسیدسالیسیلک بر روی میوه‌های گلابی باعث مقاومت در برابر پاتوژن‌ها شده است. یان و همکاران (۵۳) اظهار داشتند که، کاربرد اسید سالیسیلیک بر روی درختان سیب با غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش سفتی و تأخیر در رسیدن میوه‌ها می‌شوند. در موز کاربرد اسید سالیسیلیک باعث تأخیر در رسیدن میوه، جلوگیری از نرم‌شدن آن با کاهش فعالیت آنزیم‌های رسیدگی از جمله زایلوناز، پلی گالاکتوروناز و سلولاز می‌شود (۴۶). در بررسی‌های انجام شده بر روی توت‌فرنگی (۱۸)، کیوی (۱۵)، نارنگی (۵۶)، و گلابی (۵۴) مشخص شده است که، تیمار میوه‌ها توسط اسید سالیسیلیک موجب کاهش چروکیدگی، تأخیر در پیری میوه، کاهش پوسیدگی و افزایش عمر انباری آن‌ها می‌شود.

کلسیم یکی از عناصر بسیار ضروری در رشد و نمو درختان میوه می‌باشد (۳۳). کمبود کلسیم در میوه‌ها با کاهش عمر پس از برداشت و اختلال در فرآیندهای فیزیولوژیکی آن‌ها مرتبط است (۲۹). در بررسی‌های انجام شده بر روی میوه‌های سیب، آووکادو و انبه (۲۹)، لیمو (۴۸)، آلو (۴۱)، هلو (۳۳) و سیب (۴۰) تیمار شده با کلریدکلسیم مشخص شده است که کیفیت میوه تیمار شده بالا رفته که با افزایش سفتی بافت میوه، کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن، تأخیر در پیری میوه، کاهش پوسیدگی و افزایش عمر انباری آن‌ها همراه می‌باشد.

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{[(\text{وزن اولیه} - \text{وزن ثانویه})]}{\text{وزن اولیه}} \times 100$$

با توجه به این‌که عمر انبارداری میوه‌های هلو کم می‌باشد و علی‌رغم این که اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم قابلیت بالایی در حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری میوه‌ها داشته، تاکنون اطلاعات کمی از اثرات این ترکیبات بر روی میوه هلو گزارش شده است. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی اثرات پس برداشت غلظت‌های مختلف اسیدسالیسیلیک، کلریدکلسیم و ترکیب آن‌ها بر ماندگاری، خصوصیات کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه هلو رقم 'آمسدن'[1] می‌باشد.

مواد و روش‌ها

میوه‌های هلو رقم آمسدن از باغ تجاری شهد ایران واقع در مشهد (در ۴۳ کیلومتری شمال غربی مشهد با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۶ دقیقه، طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۳۸ دقیقه، و ارتفاع ۹۹۰ متری از سطح دریا) تهیه گردید. بافت خاک باغ لومی- شنی و فاصله کاشت درختان ۴×۳ متر، و همچنین هرس آن‌ها به فرم شلجمی بود. میوه‌ها در مرحله بلوغ تجاری (زمانی که ۷۰ تا ۸۰ درصد رنگ طبیعی خود را گرفتند) در صبح زود برداشت، و بلافاصله به آزمایشگاه گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد منتقل شدند. میوه‌های دارای شکل غیرطبیعی و عوارض فیزیکی حذف و میوه‌های سالم و یکنواخت برای ادامه آزمایش انتخاب شدند، و در غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۱ و ۲ میلی‌مولار)، کلریدکلسیم (۱/۵ و ۳ درصد)، ترکیب اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم (۱-۱/۵، ۱-۳، ۲-۱/۵ و ۲-۳) و هم‌چنین در آب مقطر (شاهد) به‌مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند. پس از خشک شدن در هوای آزاد در ظرف‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی، و در داخل یخچال با شرایط دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۵-۸۰ درصد نگهداری شدند. طی روزهای صفر و ۳۵ روز از دوره انباری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی میوه‌های اندازه‌گیری شدند.

خصوصیات فیزیکی

وزن میوه‌ها با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. سپس درصد کاهش وزن از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

سفتی بافت میوه‌ها با استفاده از پنترومتر دستی با پروب ۸ میلی‌متری اندازه‌گیری و نتایج بر حسب کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع (نیوتون) بیان شد. برای تعیین پوسیدگی سطحی، در پایان دوره انباری از میوه ها بازدید به‌عمل آمد و تعداد میوه‌های پوسیده شمارش گردید و پوسیدگی براساس درصد بیان شد.

خصوصیات شیمیایی

درجه اسیدی آب میوه‌ها (pH) توسط pH متر (Model Metrohm 601) ثبت شد. میزان مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دیجیتال (مدل Krussdr 101 ساخت آلمان) تعیین، و نتایج به‌صورت درجه بریکس بیان شد. میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با استفاده از اسیدسنج دیجیتال (مدل GMK 855 ساخت کره) اندازه‌گیری و بر حسب میزان اسید مالیک (گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) بیان شد. میزان اسید آسکوربیک با روش تیتراسیون و با کمک یدور پتاسیم و معرف نشاسته اندازه‌گیری گردید (۱۷). فعالیت آنتی‌اکسیدانی به روش DPPH (دی فنیل پیکریل هیدرازیل) اندازه‌گیری شد (۲۰).

آنالیز آماری

این تحقیق در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۲۰ میوه انجام شد. آنالیز آماری با نرم‌افزار JAMP8 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

1- Amesden

نتایج و بحث

کاهش وزن میوه

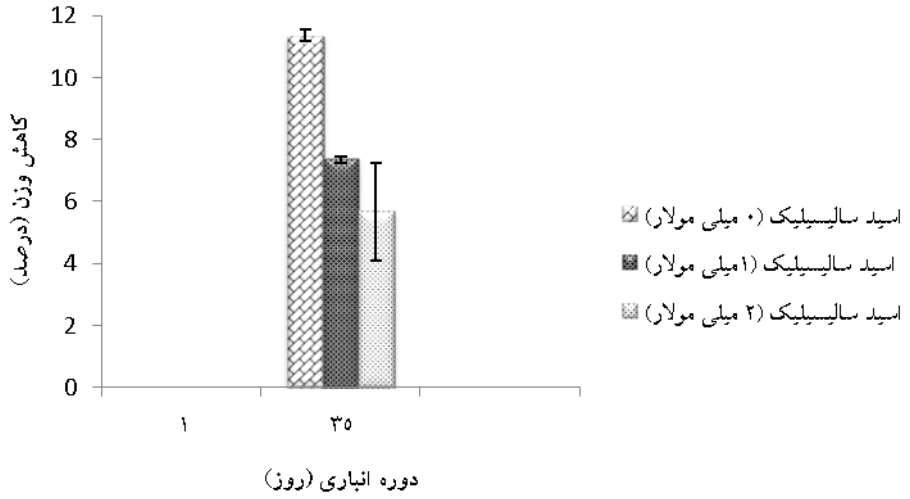
نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان داد که، اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم، و نیز اثرات متقابل آن‌ها طی دوره انبارداری بر درصد کاهش وزن میوه‌های هلو معنی‌دار است. در انتهای دوره انباری درصد کاهش وزن به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). با توجه به شکل ۱، تیمار اسید سالیسیلیک مانع کاهش بیش‌تر وزن میوه‌ها شد، به طوری که کم‌ترین درصد کاهش وزن میوه‌ها در تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک به‌دست آمد. نتایج نشان داد که، میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم در انتهای دوره انبارداری کاهش وزن کم‌تری نسبت به میوه‌های تیمار نشده (شاهد) دارا می‌باشند (شکل ۲). نتایج اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نشان داد که، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم درصد کاهش وزن میوه کاهش می‌یابد، به‌طوری که تیمار ترکیبی اسیدسالیسیلیک ۲ میلی‌مولار + کلریدکلسیم ۳ درصد دارای کم‌ترین کاهش وزن و بیش‌ترین کاهش وزن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۳).

میوه‌ها بعد از برداشت زنده‌اند و کاهش وزن آن‌ها ناشی از فرآیندهای تنفس، تعرق و فعالیت‌های متابولیکی داخلی می‌باشد که طی دوره پس از برداشت ادامه دارد (۱). داوری‌نژاد و همکاران (۲۱) گزارش نمودند که، وزن میوه‌های زردآلو در انتهای دوره انباری کاهش می‌یابد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

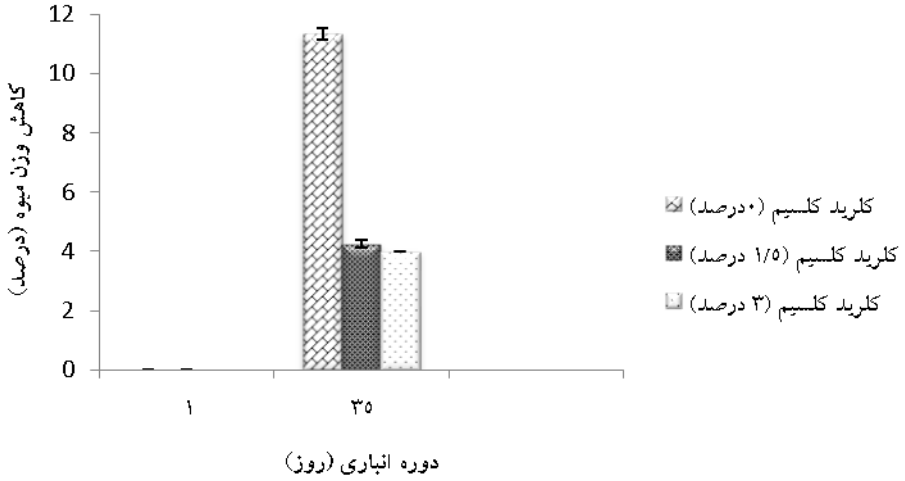
جدول ۱- آنالیز واریانس اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر درصد کاهش وزن میوه، سفتی بافت میوه، درصد پوسیدگی و درجه اسیدی میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کاهش وزن میوه	سفتی بافت میوه	پوسیدگی	درجه اسیدی
زمان	۱	۳۴۳/۷۸**	۵۵/۶۱**	۲۶۴۴۴/۹۰**	۱/۰۸**
اسید سالیسیلیک	۲	۸/۱۱**	۰/۹۲**	۴۴۵/۷۹**	۰/۰۰۴^{ns}
زمان × اسید سالیسیلیک	۲	۸/۱۱**	۰/۲۸**	۴۴۵/۷۹**	۰/۰۰۵^{ns}
کلریدکلسیم	۲	۳۲/۷۹**	۲/۵۷**	۲۱۱۹/۱۸**	۰/۰۰۱^{ns}
زمان × کلریدکلسیم	۲	۳۲/۷۹**	۰/۹۳**	۲۱۱۹/۱۸**	۰/۰۰۱^{ns}
اسید سالیسیلیک × کلریدکلسیم	۴	۳/۱۴**	۰/۱۶**	۵۲/۱۵**	۰/۰۶^{ns}
زمان × اسید سالیسیلیک × کلریدکلسیم	۴	۳/۱۴**	۰/۱۹**	۵۲/۱۵**	۰/۰۰۴^{ns}
خطا	۳۶	۰/۴۹	۰/۰۴	۵/۱۱	۰/۰۲
کل	۵۳				

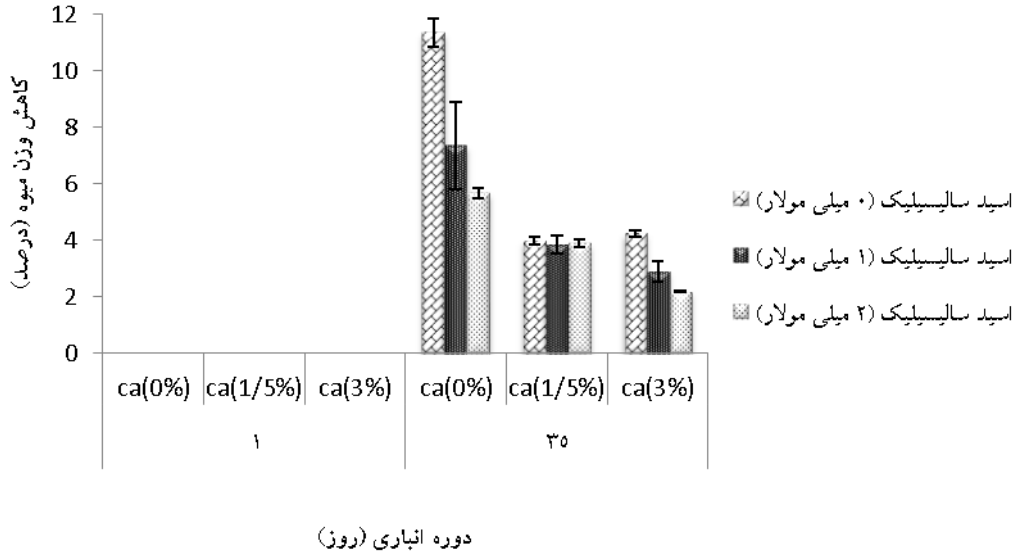
**، * و ns - به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد کاهش وزن میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد
(خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم بر درصد کاهش وزن میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۳- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر درصد کاهش وزن میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (Ca: کلریدکلسیم) (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).

کاهش وزن طی دهیدراته‌شدن میوه به خاطر تغییراتی است که در مقاومت به انتقال فشار بخار آب از سطح میوه در هنگام تنفس روی می‌دهد (۳۱ و ۴۱). اسید سالیسیلیک به‌عنوان یک الکترون دهنده، رادیکال‌های آزاد تولید می‌کند که از تنفس معمولی جلوگیری می‌نماید (۵۱). هم‌چنین اسید سالیسیلیک باعث بسته شدن روزنه‌های میوه‌ها و در نتیجه کاهش میزان تنفس شده و سرعت کاهش وزن میوه‌ها را کند می‌کند (۳۵ و ۵۶).

غوطه‌وری در کلریدکلسیم در عملکرد و حفظ یک‌پارچگی غشاءها از طریق استحکام پیوند فسفولیپیدها و پروتئین‌ها و کم نمودن تراوشات یونی مؤثر واقع می‌شود، که می‌تواند دلیلی بر کاهش اتلاف وزن میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم باشد. نتایج این تحقیق با نتایج مهاجان و دات (۳۲) بر روی گلابی‌های تیمار شده با کلریدکلسیم، اردکانی و همکاران (۱) بر روی زردآلوهای تیمار شده با اسید سالیسیلیک و کاظمی و همکاران (۳۰) بر روی کیوی‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم مطابقت دارد.

سفتی بافت میوه

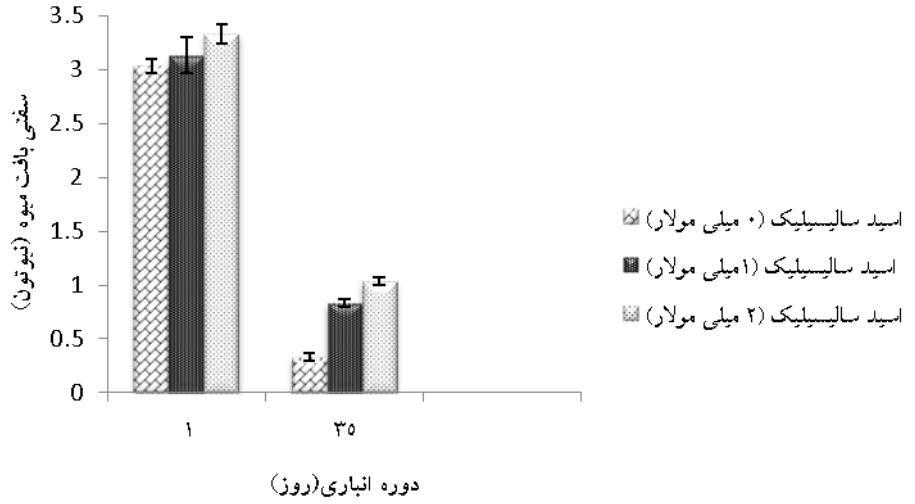
اطلاعات به دست آمده از جدول آنالیز واریانس (جدول ۱) حاکی از تأثیر معنی‌دار زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم، و اثرات متقابل آن‌ها بر سفتی بافت میوه طی دوره انبارداری می‌باشد. در انتهای دوره انباری سفتی بافت میوه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های ۴، ۵ و ۶). افزایش غلظت اسید سالیسیلیک به‌طور معنی‌داری باعث حفظ

سفتی بافت میوه شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان سفتی بافت میوه در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهد شد (شکل ۴). هم‌چنین نتایج نشان داد که، میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم در انتهای دوره انبارداری دارای سفتی بیش‌تری نسبت به میوه‌های تیمار نشده (شاهد) داشتند (شکل ۵). نتایج اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نشان داد که، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم میزان سفتی افزایش یافت، به‌طوری‌که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار + کلریدکلسیم ۳ درصد دارای بیش‌ترین میزان سفتی و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۶).

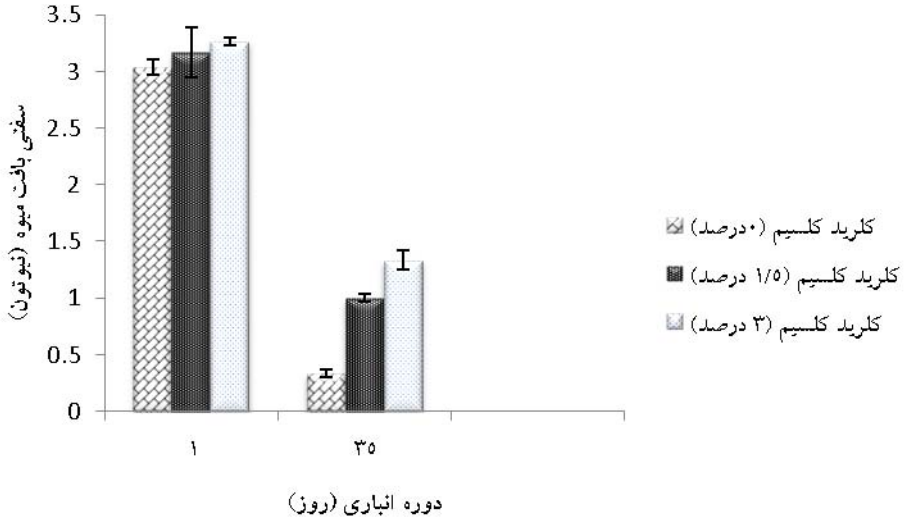
سفتی بافت میوه یکی از مهم‌ترین پارامترهای فیزیکی به‌منظور نظارت بر فرآیند رسیدن میوه است. نرم شدن یا کاهش سفتی بافت میوه طی دوره نگهداری حاصل از فعال شدن آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی مانند پکتین متیل استراز، پلی‌گالاکتوروناز و سلولاز در اثر اتیلن می‌باشد (۲۵ و ۳۷). در تحقیقی که بر روی زردآلو انجام شده بود مشخص شده است که، سفتی بافت میوه در انتهای دوره نگهداری کاهش معنی‌داری دارد (۱). مانوج و همکاران (۳۴) گزارش نمودند که، اسید سالیسیلیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های اصلی تخریب دیواره‌ی سلولی مانند سلولاز و پلی‌گلاکتوروناز باعث تأخیر در رسیدن میوه‌های موز شده است. ژانگ و همکاران (۵۵) گزارش نمودند که، اسید سالیسیلیک آماس سلول‌ها را تحت تأثیر قرار داده و منجر به استحکام بالاتر میوه‌ها می‌شود. تأثیر اسید سالیسیلیک بر کاهش میزان نرم شدن میوه‌های مختلف مانند توت‌فرنگی (۴۲)، موز (۴۶)، کیوی (۱۰، ۱۵، ۲۴، ۵۰ و ۵۵) و زردآلود (۱) گزارش شده است. باندهای کلسیم به‌صورت پکتات در تیغه میانی برای استحکام دیواره‌های سلولی و بافت گیاهی ضروری است. نرم شدن میوه طی دوره انبارداری می‌تواند وابسته به میزان کلسیم باند شده به کل ظرفیت دیواره سلولی در باند کردن کلسیم باشد. یون کلسیم با پیوند دادن فسفات‌ها و گروه‌های کربوکسیلات، فسفولیپیدها و پروتئین‌های سطحی غشای یاخته سبب پایداری غشا می‌گردد (۴۹). کلسیم افزون بر استحکام دیواره یاخته‌ای، دیواره را در برابر آنزیم‌های تجزیه کننده محافظت می‌کند (۳۳). سرانو و همکاران (۴۱) نشان دادند میوه‌های آلو تیمار شده با کلریدکلسیم نسبت به میوه‌های شاهد از سفتی بیش‌تری برخوردار بودند. هم‌چنین تأثیر کلریدکلسیم بر کاهش میزان نرم شدن میوه‌های مختلف مانند سیب (۴، ۱۱، ۱۲، ۳۶ و ۴۰) و انگور (۳) گزارش شده است.

درصد پوسیدگی

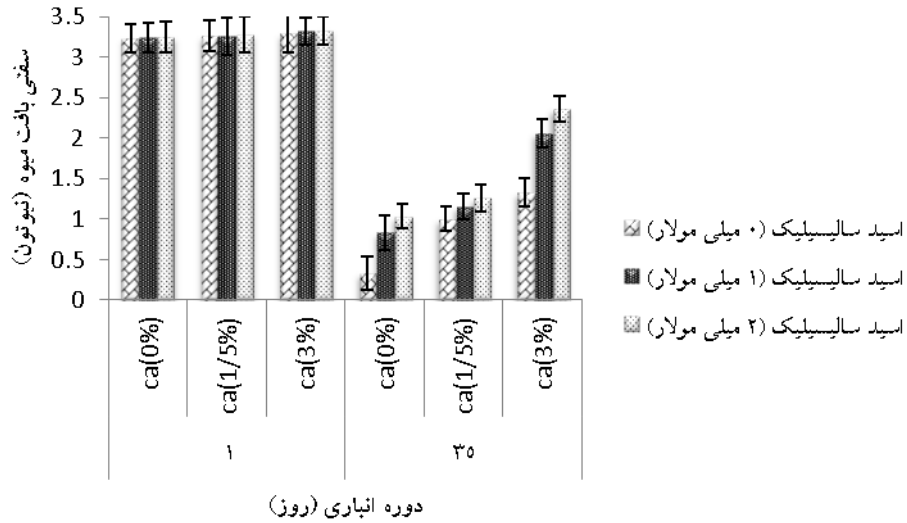
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که، اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم و نیز اثرات متقابل آن‌ها طی دوره انبارداری بر درصد پوسیدگی میوه‌های هلو معنی‌دار است. در انتهای دوره انباری درصد پوسیدگی میوه‌های هلو به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (شکل‌های ۷، ۸ و ۹). با توجه به شکل ۷، در انتهای دوره نگهداری میزان پوسیدگی میوه‌ها افزایش یافت که تیمار اسید سالیسیلیک مانع افزایش بیش‌تر پوسیدگی میوه‌ها شده، به‌طوری که کم‌ترین میزان پوسیدگی میوه مربوط به تیمار ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بوده است. نتایج نشان داد که، میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم در انتهای دوره انبارداری پوسیدگی کم‌تری نسبت به میوه‌های تیمار نشده (شاهد) داشتند (شکل ۸).



شکل ٤- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان سفتی بافت (نیوتون) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۵- اثر غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم بر میزان سفتی بافت (نیوتون) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ٦- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر میزان سفتی بافت (نیوتون) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (Ca: کلرید کلسیم) (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).

نتایج اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نشان داد که، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم میزان پوسیدگی کاهش یافت، به‌طوری‌که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار + کلریدکلسیم ۳ درصد دارای کم‌ترین میزان پوسیدگی و بیش‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۹).

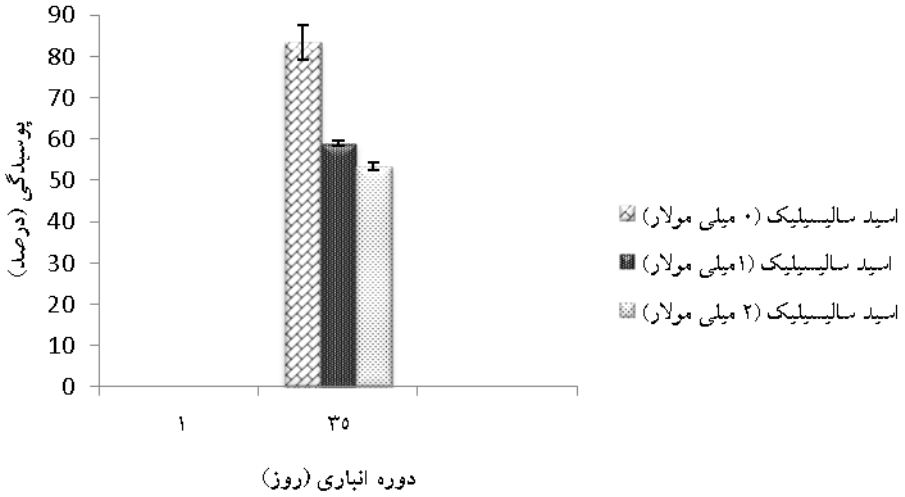
یو و همکاران (۵۴) گزارش نمودند که، کاربرد اسیدسالیسیلیک در کنترل آلودگی کپک‌های خاکستری و آبی در گلابی مؤثر است. طبق گزارش‌های بابالار و همکاران (۱۸)، تیمار اسید سالیسیلیک سبب کاهش تولید اتیلن و پوسیدگی قارچی، و هم‌چنین بهبود کیفیت میوه‌های توت‌فرنگی رقم سلوا می‌شود. اسید سالیسیلیک به دو طریق می‌تواند از بیماری جلوگیری کند. از یک سو 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 به‌وسیله اسید سالیسیلیک در نتیجه القای فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز و بتا- ۱ و ۳ گلوکوناز است (۵۲). یون کلسیم با پیوند دادن فسفات‌ها و گروه‌های کربوکسیلات، فسفولیپیدها و پروتئین‌های سطحی غشای یاخته سبب پایداری غشا می‌گردد (۴۹). کلسیم افزون بر استحکام دیواره یاخته‌ای، دیواره را در برابر آنزیم‌های تجزیه کننده

محافظت می‌کند (۳۳) به این صورت، مانع اختلالات فیزیولوژیکی پوسیدگی میوه‌ها می‌شود (۴۳). در بررسی‌های گذشته مشخص شده است که میوه‌های هلو تیمار شده با کلریدکلسیم از مقاومت بیش‌تری نسبت به پوسیدگی قهوه‌ای برخوردار بودند و میزان نشانه‌های پوسیدگی در آن‌ها کاهش یافت است (۱۹ و ۲۲).

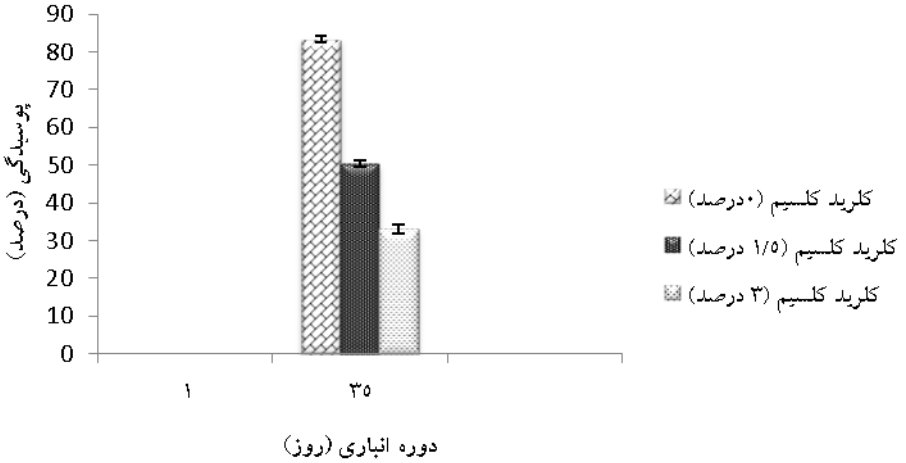
درجه اسیدی (pH)

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از آن است که تنها اثر زمان بر درجه اسیدی آب میوه معنی‌دار بود (جدول ۱). در انتهای دوره نگهداری میزان درجه اسیدی آب میوه‌ها افزایش یافت (داده‌ها گزارش نشده است).

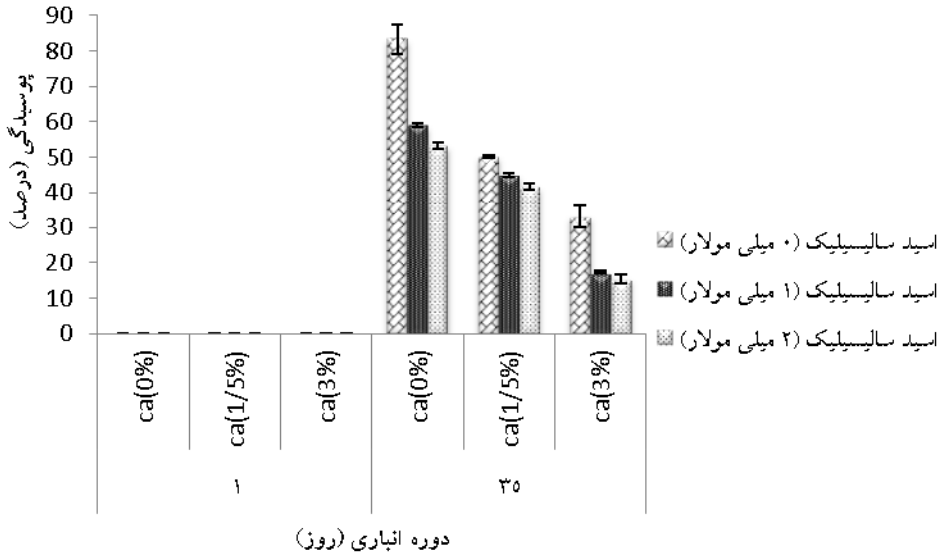
افزایش قند و کاهش اسید میوه‌ها طی مدت نگهداری در انبار منجر به افزایش درجه اسیدی آن‌ها می‌شود. داوری‌نژاد و همکاران (۲۱) اظهار داشتند که، درجه اسیدی میوه‌های زردآلو در انتهای دوره نگهداری افزایش می‌یابد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. براساس نتایج، کاربرد تیمارهای پس از برداشت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم تأثیری بر میزان درجه اسیدی آب میوه نداشت. نتایج این پژوهش با گزارش‌های غلامیان و همکاران (۱۳) و حمزه‌زاد و همکاران (۷) در رابطه با کاربرد کلریدکلسیم بر درجه اسیدی آب میوه‌های به‌ترتیب، هلو رقم آلبرتا و هلو رقم زعفرانی مطابقت دارد. ایشان گزارش نمودند که، کاربرد کلریدکلسیم تأثیر معنی‌داری بر درجه اسیدی آب میوه نداشته است.



شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر درصد پوسیدگی میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد
(خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۸- اثر غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۹- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر درصد پوسیدگی میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (Ca: کلرید کلسیم) (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).

مواد جامد محلول

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از آن است که تنها اثر زمان بر میزان مواد جامد محلول معنی‌دار بود (جدول ۲). در انتهای دوره انبارداری میزان مواد جامد محلول افزایش یافت (داده‌ها گزارش نشده است).

بیش‌ترین تغییراتی که هنگام رسیدن میوه صورت می‌گیرد به شکسته شدن کربوهیدرات‌های پلیمری خصوصاً قندهای موجود در دیواره سلولی مربوط است که موجب تغییر مزه و تغییر در بافت محصول می‌شود و به‌همین دلیل میزان مواد جامد محلول میوه با رسیدن میوه افزایش می‌یابد. در مجموع افزایش مواد جامد محلول در طول مدت نگهداری در نتیجهٔ کاهش آب میوه به واسطه فرآیند تعرق و تجزیهٔ قندهای مرکب به قندهای ساده اتفاق می‌افتد (۸ و ۹). اردکانی و همکاران (۱) و داوری‌نژاد و همکاران (۲۱) افزایشی معنی‌داری برای مواد جامد محلول میوه‌های زردآلو در انتهای دوره انبارداری گزارش نمودند، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۲) نشان داد که، اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم و نیز اثرات متقابل آن‌ها در طول دوره انبارداری بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌های هلو معنی‌دار بود. در انتهای دوره انباری میزان اسیدیته قابل تیتراسیون به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲). با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه در انتهای دوره انبارداری افزایش یافت، به‌طوری بیش‌ترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱۰). نتایج نشان داد که، میوه‌های تیمار شده با کلریدکلسیم در انتهای دوره انبارداری اسیدیته بالاتری نسبت به میوه‌های تیمار نشده (شاهد) داشتند (شکل ۱۱). نتایج اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نشان داد که با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم میزان اسیدیته افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار + کلریدکلسیم ۳ درصد دارای بیش‌ترین میزان اسیدیته و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱۲).

اسیدیته نشان دهنده میزان غلظت اسیدهای آلی موجود در میوه است که جزء پارامترهای اصلی کیفیت میوه محسوب می‌شود. معمولاً اسیدهای آلی هنگام رسیدن میوه به‌دلیل مصرف شدن در تنفس و تبدیل به قندها کاهش می‌یابند و کاهش آن‌ها رابطهٔ مستقیمی با فعالیت‌های متابولیکی میوه دارد (۶، ۹ و ۵۷). کاظمی و همکاران (۳۰) نشان دادند که، میوه‌های کیوی تیمار شده در محلول اسید سالیسیلیک به‌مدت ۵ دقیقه بالاترین میزان اسیدیته را دارند. نتایج مشابهی مبنی بر افزایش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با کاربرد اسید سالیسیلیک در میوه سیب در انتهای دوره انبارداری توسط هان و لی (۲۷) گزارش شده است.

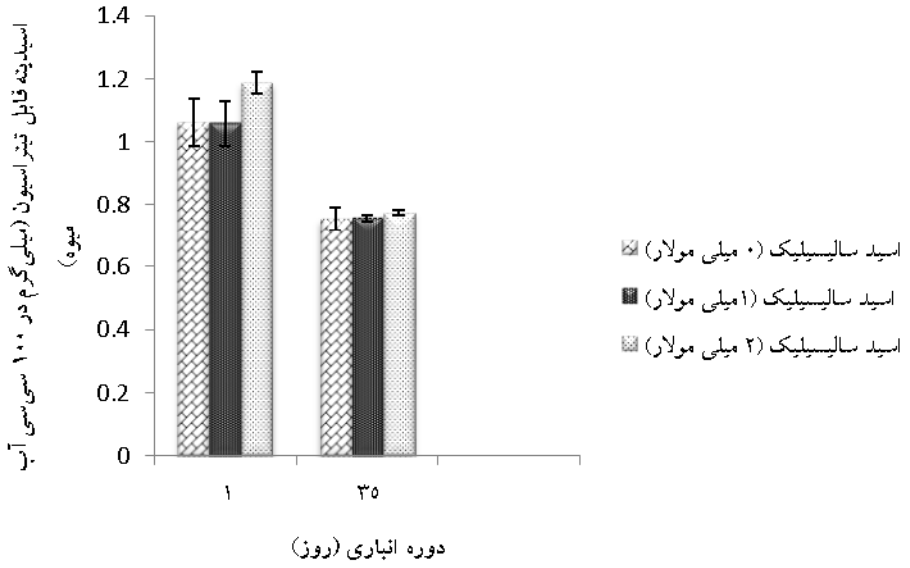
جدول ۲- آنالیز واریانس اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای٤ درجه سانتی‌گراد

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		مواد جامد محلول	اسیدیته قابل تیتراسیون	اسید آسکوربیک	فعالیت آنتی‌اکسیدانی
زمان	۱	۱۷/۲۲*	۰/۸۱**	۱۱۶۹۱/۵۰**	۱۰۳۶/۰۴**
اسید سالیسیلیک	۲	۴/۲۱^{ns}	۰/۰۴**	۳۸/۹۹^{ns}	۵۲/۵۳**
زمان × اسید سالیسیلیک	۲	۲/۵۱^{ns}	۰/۰۲*	۴۴/۷۱^{ns}	۵۰/۳۱**
کلریدکلسیم	۲	۵/۷۰^{ns}	۰/۰۴**	۳۷/۳۴^{ns}	۲۱۴/۷۹**
زمان × کلریدکلسیم	۲	۴/۳۷^{ns}	۰/۰۳*	۴۱/۲۴^{ns}	۱۹۷/۸۷**
اسید سالیسیلیک × کلریدکلسیم	۴	۱/۸۶^{ns}	۰/۰۱*	۴۹/۴۲^{ns}	۴/۴۸*
زمان × اسید سالیسیلیک × کلریدکلسیم	۴	۳/۷۹^{ns}	۰/۰۲*	۵۱/۳۰^{ns}	۲/۶۵*
خطا	۳۶	۵/۱۱	۰/۰۰۶	۵۱/۶۹	۱/۷۶
کل	۵۳				

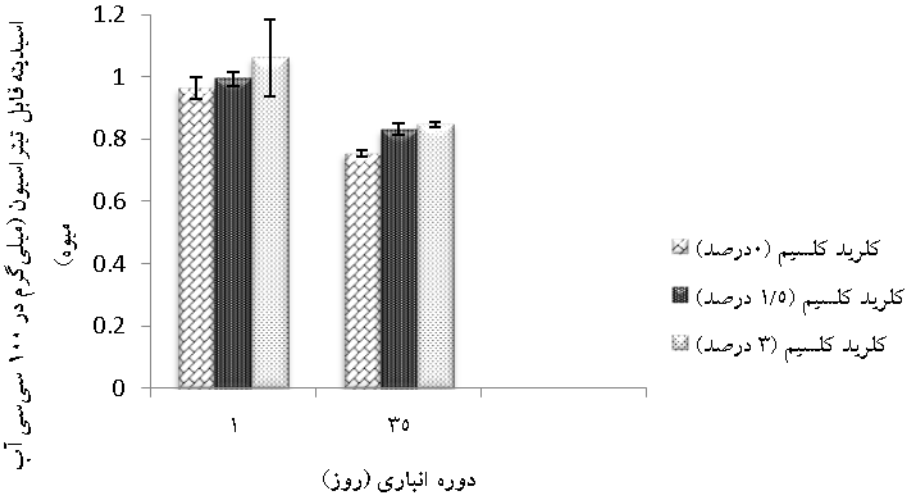
**، * و ns – به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، ۵ درصد و عدم معنی‌داری.

روحی و همکاران (۱۰) نیز گزارش کردند که، کاربرد اسید سالیسیلیک بر روی میوه کیوی تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدهای آلی آن داشت که می‌تواند به‌دلیل تأثیر این ماده در کاهش میزان تنفس و تولید اتیلن باشد که منجر به کاهش استفاده از اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترای تنفسی می‌شود. اسید سالیسیلیک میزان تنفس را در بافت میوه‌های موز کاهش داده و بروز نقطه اوج فرازگرایی را به تأخیر می‌اندازد (۴۶)، در نتیجه باعث حفظ اسیدهای آلی می‌شود.

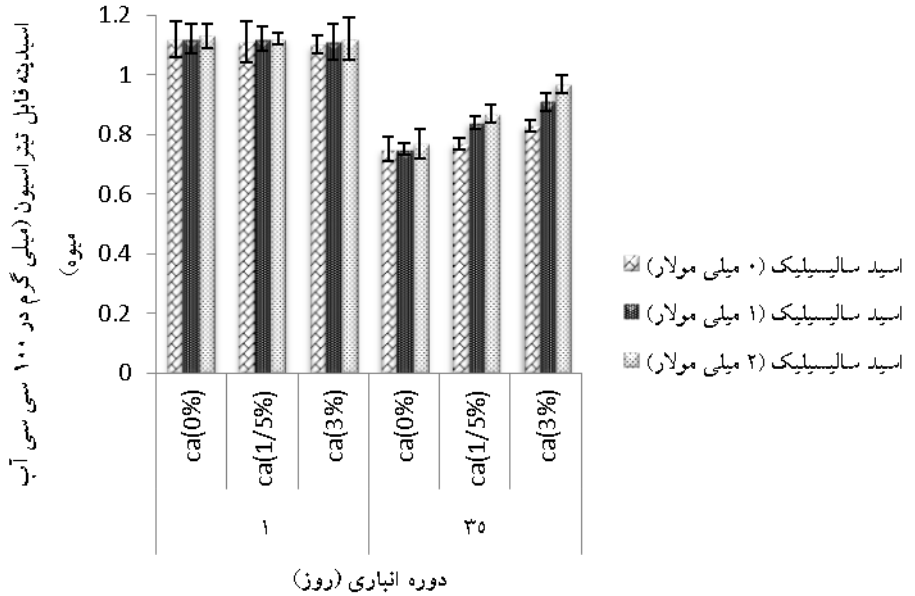
مطالعات حاکی از آن است که عواملی که باعث کاهش تنفس و تولید اتیلن می‌شوند بواسطه کاهش مصرف قندها، از کاهش اسیدهای آلی و افزایش مواد جامد محلول جلوگیری می‌کنند (۶ و ۹). نتایج مشابهی مبنی بر افزایش میزان اسیدیته قابل تیتراسیون با کاربرد کلریدکلسیم بر روی میوه‌های سیب (۵ و ۴۰) و لیمو (۴۸) گزارش شده است. ایشان گزارش نمودند که میوه‌های سیب و لیمو تیمار شده با کلسیم سرعت تنفس پایین‌تری نسبت به میوه‌های شاهد دارند. بنابراین اسیدهای آلی کم‌تری در مسیر تنفس مصرف می‌شوند و علت بالا بودن اسیدهای قابل تیتراسیون نیز ممکن است به خاطر کاهش تنفس باشد.



شکل ۱۰– اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۱۱– اثر غلظت‌های مختلف کلرید کلسیم بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۱۲– اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کلرید کلسیم بر میزان اسیدیته قابل تیتراسیون (میلی‌گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (Ca: کلرید کلسیم) (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).

اسید آسکوربیک

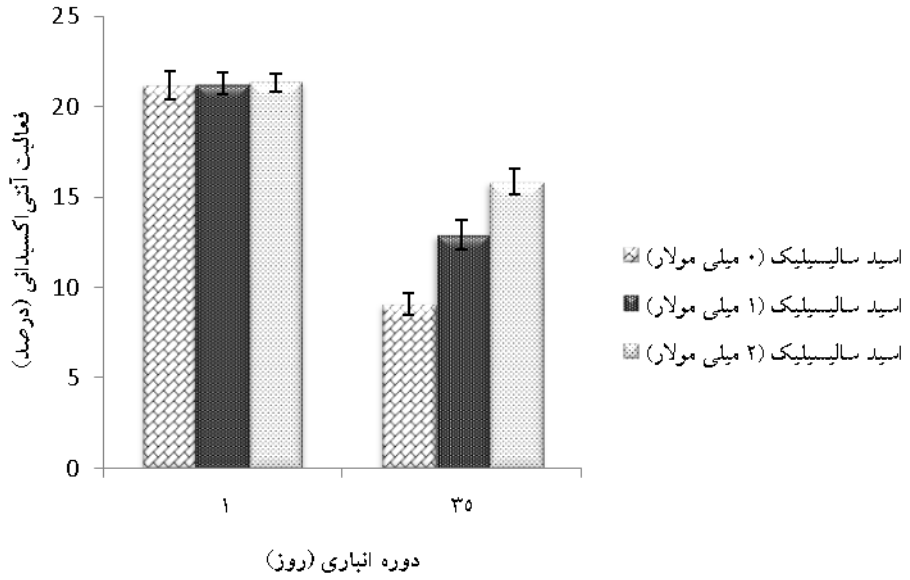
نتایج آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از آن است که تنها اثر زمان بر اسید آسکوربیک معنی‌دار بود (جدول ۲). در انتهای دوره انباری میزان اسید آسکوربیک کاهش یافت (داده‌ها گزارش نشده است).

اسمیموف (۴۴) کاهش اسید آسکوربیک میوه‌ها در انتهای دوره انبارداری را به اکسید شدن آن به‌عنوان دهندهٔ الکترون به اکسیدان‌ها برای خنثی کردن رادیکال‌های آزاد نسبت دادند، و این ماده را به‌عنوان یکی از آنتی‌اکسیدان‌های مهم طبیعی میوه‌های تازه معرفی کردند. نتایج پژوهش‌های اخیر نشان داده است که، اسید آسکوربیک به تجزیه شدن بسیار حساس است و طی دوره نگهداری و فرآوری در مقایسه با سایر مواد غذایی اکسیداسیون می‌شوند (۱۶). نتایج مشابهی از کاهش میزان اسید آسکوربیک میوه‌ها و سبزی‌ها در انتهای دوره انبارداری گزارش شده است (۱۴ و ۴۷). گزارش شده است که کاربرد کلریدکلسیم تأثیری بر میزان اسید آسکوربیک میوه‌های هلو رقم

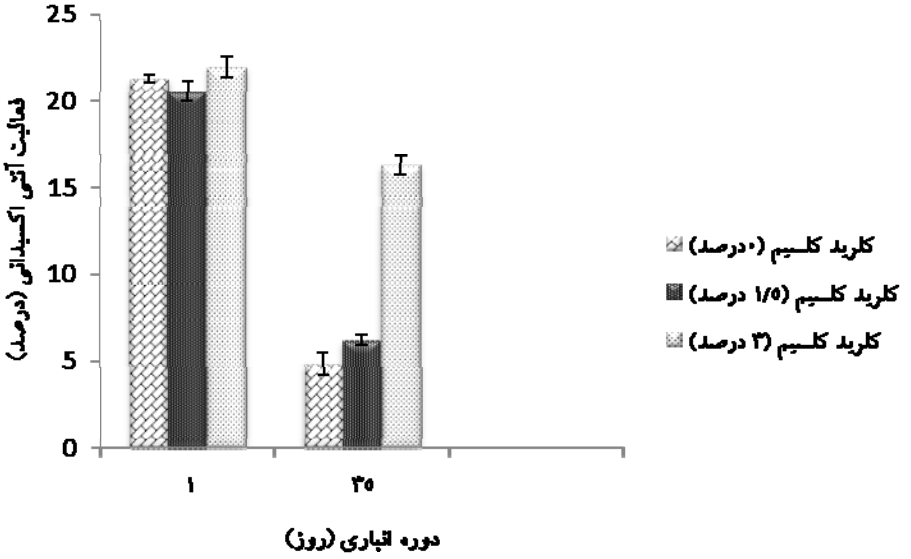
زعفرانی (۷) و توت‌فرنگی (۴۲) ندارد، که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

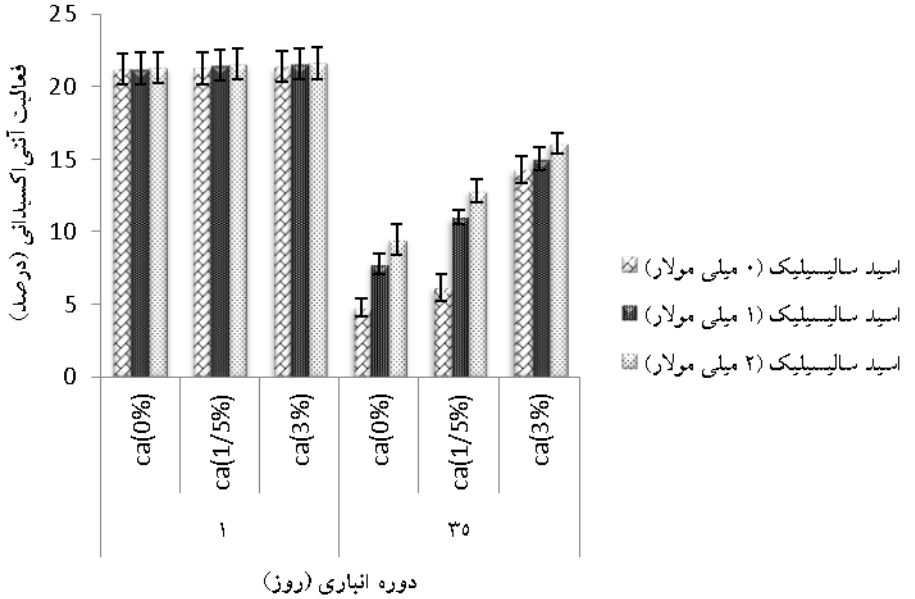
اطلاعات به‌دست آمده از نتایج جدول آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار اثر زمان، اسید سالیسیلیک، کلریدکلسیم و نیز اثرات متقابل آن‌ها بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های هلو بود (جدول ۲). در انتهای دوره انباری میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱۳، ۱۴ و ۱۵). با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه در انتهای دوره انبارداری افزایش یافت، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در غلظت ۲ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و کم‌ترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- اثر غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ١٤- اثر غلظت‌های مختلف کلریدکلسیم بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).



شکل ۱۵- اثرات متقابل غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (درصد) میوه‌های هلو رقم آمسدن طی دوره انبارداری در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد (Ca: کلرید کلسیم) (خطوط خطا نشان دهنده خطای استاندارد است).

افزایش غلظت کلریدکلسیم به‌طور معنی‌داری باعث افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در انتهای دوره انبارداری شد، به‌طوری که بیش‌ترین میزان آنتی‌کسیدانی در تیمار ۳ درصد کلریدکلسیم و کم ترین میزان آن در تیمار شاهد به‌دست آمد (شکل ۱۴).

نتایج اثرات متقابل اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم نشان داد که، با افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم از میزان کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌های هلو بیش‌تر جلوگیری می‌کند، به‌طوری‌که تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار + کلریدکلسیم ۳ درصد دارای بیش‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و کم‌ترین میزان آن مربوط به تیمار شاهد بود (شکل ۱۵).

افزایش رادیکال‌های آزاد طی فرآیند رسیدن میوه‌ها در اثر افزایش متابولیسم اکسیداتیو به‌خصوص در میوه‌های فرازگرا می‌تواند موجب ایجاد خسارت به غشاهای سلولی و افزایش سرعت پیری میوه‌ها و سبزی‌ها گردد. خطرناک‌ترین محصولات تولید کننده رادیکال‌های آزاد سوپر اکسید، هیدروکسیل و پراکسید هیدروژن می‌باشند (۲۳ و ۲۶). اسید سالیسیلیک با افزایش سیستم آنتی‌اکسیدانی میوه با خنثی کردن رادیکال‌های آزاد باعث جلوگیری از اثرات سوء آن‌ها می‌شود (۴۵). اسید سالیسیلیک اثر فیزیولوژیکی مستقیمی بر تغییر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی دارد و باعث افزایش فعالیت آنتی‌کسیدانی و برخی مواد متابولیکی دیگر می‌شود که در حفظ ارزش غذایی میوه‌ها و سبزی‌ها اهمیت دارد (۳۹).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که، در انتهای دوره انبارداری میزان کاهش وزن میوه، درجه اسیدی، مواد جامد محلول و درصد پوسیدگی افزایش معنی‌دار و سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش معنی‌دار داشته است. هلوهای تیمار شده با اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم به‌صورت جداگانه نسبت به نمونه‌های تیمار نشده (شاهد) میزان کاهش وزن میوه، مواد جامد محلول و درصد پوسیدگی کم‌تری، و هم‌چنین سفتی بافت میوه، درجه اسیدی، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک و فعالیت آنتی‌اکسیدانی بیش‌تری نشان دادند. هم‌چنین، تیمار ترکیبی اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم تأثیر بیش‌تری نسبت به هر کدام از تیمارها به‌طور جداگانه داشت. براساس نتایج بدست آمده می‌توان از اسید سالیسیلیک و کلریدکلسیم به‌عنوان تیمار مؤثری در تکنولوژی پس از برداشت میوهای هلو استفاده نمود.

منابع

۱- اردکانی ا.، داوری‌نژاد غ. و عزیزی م. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک قبل از برداشت بر روی ماندگاری، کیفیت پس از برداشت

و فعالیت آنتی‌اکسیدانی زردآلو رقم نوری. مجله علوم باغبانی. ۲۶ (۴): ۴۵۹-۴۴۸.
۲- اصغری م. ۱۳۸۵. تعیین اثر اسید سالیسیلیک بر محتوای آنتی‌اکسیدان کل، تولید اتیلن و برخی خواص کمی و کیفی میوه توت فرنگی رقم سلوا. رساله دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
۳- بابالار م.، دولتی بانه ع.، و شرافتیان د. ۱۳۷۸. بررسی تأثیر پس از برداشت کلرید کلسیم روی کیفیت انباری دو رقم انگور کشمشی بیدانه و شاهرودی. مجله نهال و بذر، ۱: ۴۰-۳۱.
۴- بحرانی ا. ۱۳۷۵. تعیین زمان برداشت سیب رقم رد دلیشز (*Malus domestica* Brokh) و اثرات پس از برداشت کلرید کلسیم و گرما بر سفتی گوشت میوه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ۱۰۳ صفحه.
۵- پورآذرنگ ه. ۱۳۷۱. اثر کلرید کلسیم بر حفظ خصوصیات کیفی ارقام سیب در سردخانه. پژوهش در علمو صنعت. ۲۶: ۲۳-۱۳.
۶- جلیلی مرندی ر.۱۳۸۳. فیزیولوژی بعد از برداشت (جابجایی و نگهداری میوه، سبزی و گیاهان زینتی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۷۶ صفحه.
۷- حمزه‌زاد خ.، ربیعی و.، ناصری ل.، و همتی س. ۱۳۸۸. اثرات پرتوتابی UV-C و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر انباری میوه‌ی هلو رقم زعفرانی. مجله علوم باغبانی ایران. ۴: ۵۹-۵۳.
۸- لسانی ح.، و مجتهدی م. ۱۳۷۴. مبانی فیزیولوژی گیاهی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران.
۹- راحمی م. ۱۳۸۴. فیزیولوژی پس از برداشت (مقدمه‌ای بر فیزیولوژی و جابجایی میوه‌ها و سبزی‌ها و گیاهان زینتی). تألیف: ویلس، مک گلاسون، گراهام و جویس. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۴۳۷ صفحه.
۱۰- روحی ز.، اصغری م.ر.، رسمی ی.، و اصلانی ز. ۱۳۸۹. بررسی اثر پس از برداشت اسید سالیسیلیک بر برخی ویژگی‌های کیفی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه کیوی رقم هایوارد. مجله علوم باغبانی. ۲۴ (۱): ۱۰۸-۱۰۲.
۱۱- سیاری م. ۱۳۷۹. پیش‌بینی و تعیین بلوغ فیزیولوژیکی و بررسی اثرات گرمادهی، کلرید کلسیم پرمنگنات پتاسیم بر عمر انباری سیب گلدن دلیشز در سردخانه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. ۹۷ صفحه.
۱۲- سیاری م.، راحمی م. ۱۳۷۸ . نقش گرمادهی، کلرید کلسیم و پرمنگنات پتاسیم بر عمر انباری و سفتی گوشت میوه سیب گلدن دلیشز. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیبعی. ۱۶: ۷۸-۶۷.
۱۳- غلامیان م.، معلمی ن.، عالم‌زاده انصاری ن.، و صدرزاده م.۱۳۸۷. اثرات پرتوتابی uv_c و کلرید کلسیم بر کیفیت و عمر انباری میوه هلو رقم آلبرتا. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۹ (۱):۴۴-۳۵.
14- 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.
15- Aghdam M.S., Motallebiazar A., Mostofi Y., Moghadam J.F., and Ghasem Nezhad, M. 2009. Effect of MESA vapor treatment on the posthravest, quality of Hayward kiwifruit. Acta Horticulture, 877: 743-748.
16- Akhtar A., Abbasi N.A., and Hussain A. 2010. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of loquat fruit during storage. Pakistan Journal of Botany, 42: 1051-1060.
17- AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th Ed. Association of Official Agricultural Chemistry, Washington, DC. USA.
18- Babalar M., Asghari M.R., Talaei A.R., and Khosroshahi A. 2007. Effect of Pre- and Postharvest salicylic acid treatment on ethylene production, fungal decay and overall quality of Selva strawberry fruit. Food Chemistry, 105: 449-453.
19- Biggs A.R., EL-Kholi M.M., EL-Neshawy S., and Nickerson R. 1997. Effect of calcium salt on polygalacturonase activity and infection of peach fruit by Monilina fructicola. Plant Disease, 81: 399-403.
20- Brand-Williams W., Cuvelier M.E., and Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science Technology, 28: 25-30.
21- Davarynejad Gh., Zarei M., Ardakani E., and Nasrabadi M.E. 2013. Influence of putrescine application on storability, postharvest quality and antioxidant activity of two Iranian apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. Notulae Scientia Biologicae, 5 (2): 1-8
22- Elmer P.A.G., Spiersa T.M., and Wood P.N. 2007. Effect of pre_harvest foliar calcium sprays on fruit calcium levels and brown rot of peaches. Crop protection, 26: 11-18.
23- Elstner E.F. 1987. Metabolism of activated oxygen species. In: Biochemistry of plants. Davies D.D. (Ed.), London, Academic Press, 253-315.
24- Fattahi M.J., Fifall R., and Baberi M. 2010. Postharvest quality of kiwifruits (*Actinidia delicious* cv. Hayward) affected by pre-storage application of salicylic acid. South-Western Journal of Horticulture, Biology and Environment, 1:175-186.
25- Fisher R.L., and Bennett A.B. 1991. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. Plant Physiology, 42: 675-703.

26- Fridovich I. 1988. Oxygen radicals and tissue injury. In: Proceedings of an Upjohn symposium. Halliwell B. and Bethesda M.D. (Eds.), Federation of American Societies for Experimental Biology, 74: 77-86.
27- Han T., and Li L.P. 1997. Physiological effect of salicylic acid on storage of apple in short period. Plant Physiological Communication, 33: 347-348.
28- Jiankang C., Kaifang Z., and 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 Journal of Plant Pathology, 114: 363-378.
29- Joyce D.C., Shorter A.J., and Hockings P.D. 2001. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturation. Sientia Horticultureae, 91: 81-99.
30- Kazemi M., Aran M., and Zamani S. 2011. Effect of Calcium chloride and Salicylic acid treatments on quality characteristics of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) during storage. American Journal of Plant Physiology, 6 (3): 183-189.
31- Lester G.E., and Grusak M.A.1999. Postharvest application of calcium magnesium to honeydew and netted muskmelons:effects on tissue concentrations, quality and senescence. Journal of the American Society for Horticultural Science, 124: 545-552.
32- Mahajan B.V.C., and Dhatt A.S. 2004. Studies on postharvest calcium chloride application on storage behavior and quality of Asian pear during cold storage. International Journal of Food Agricultural and Environment, 2: 157-159.
33- Manganaris G.A., Vasilakakis M., Diamantidis M., and Mignani I. 2007. The effect of postharvest calcium application, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspect of peach fruits. Food Chemistry, 100: 1985-1392.
34- Manoj K., Srivastava U., and Dwivedi N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Plant Science, 158: 87-96.
35- Manthe B., Schulz M., and Schnable H. 1992. Effect of salicylic acid on growth and stomatal movements of *Vicia faba* L: evidence for salicylic acid metabolization. Journal chemical Ecology, 18: 1525-1539.
36- Martin D.T., Lewis I., Cerny J., and Ratkowsky D.A. 1975. The predominant role of calcium as an indicator in storage disorders in Cleopatra apples. Journal of Horticultural Science, 50: 447-455.
37- 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.
38- Raskin I. 1992 . Role of salicylic acid in plants. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 43: 439-463.
39- Renhua R., Xia R., Lu Y., Hu L., and Xu Y. 2008. Effect of pre-harvest salicylic acid spray treatment on postharvest antioxidant in the pulp and peel of Cara cara navel orange (*Citrus sinenisis* L. Osbeck). Journal of the Science of Food and Agriculture, 88: 229-236.
40- Saftner R.A., Conway W.S., and Sams C.E. 1999. Postharvest infiltrarion alone and combined with surface coating treatments influence volatile levels, respiration, ethylene production, and internal atmospheres of *Golden Delicious* apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 124: 553-558.
41- Serrano M., Martinez-Romero D., Castillo S., Guillen F. and Valero D. 2004. Role of calcium and heat treatment in alleviating physiological change induced by mechanical damage in plum. Postharvest Biology and Technology, 34: 155-167.
42- Shafiee M., Taghavi T.S., and 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. Horticulturae Science, 124: 40-45.
43- Shear C.B. 1975. Calcium related disorders of fruit and vegetables. Horticulturae Science, 10: 361-365.
44- Smimoff N. 1995. Antioxidant system and plant response to the environment. In: Smimoff N. (Ed.) Environment and plant metabolism. Bios Scientific Publisher Oxford United Kingdom, 217-243.
45- Spinardi A.M. 2005. Effect of harvest date and storage on antioxidant systems in pears. Acta Horticulturae, 682: 655-662.
46- Srivastava M.K., and Dwivedi U.N. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. Journal Plant Science, 158: 87-96.
47- 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.
48- Tsantill E., Konstantinidis K., Athanasopoulos P.E., and Pontikis C. 2002. Effect of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. Journal of Horticultural Science Biotechnology. 77: 479-484.
49- Viccente A.R., Pineda C., Lemoine L., Civello P.M., Martinez C., and Chaves A.R. 2005. UV-C Treatment reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. Postharvest Biology and Technology, 35: 69-78.
50- Wang L., Chen S., Kong W., Li S., and Archbold D.D. 2006. Salicylic acid pretreatment alleviates chilling injury and affects the antioxidant system and heat shock proteins of peaches during cold storage. Postharvest Biology and Technology, 41: 244-251.

51- Wolucka B.A., Goossens A., and Inze D. 2005. Methyl jasmonate stimulates the the navo biosynthesis of vitamin C in plant cell suspensions. Journal of Experimental Botany, 56: 2527-2538.
52- Yao H., and Tian S. 2005. Effect of Pre- and Postharvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit storage. Postharvest Biology and Technology, 35: 235-262.
53- Youn C.K., Kim S.K., Lim Y.H., Yoon T., and Kim T.S. 2004. Effect of salicylic acid and promaline application on tree growth and fruit quality of Tsugora apples. Acta Horticulturae, 653: 321-326.
54- Yu T., Chen J., Chen R., Huang B., Liu D., and Zheng X. 2007. Biocontrol of blue and gray mold diseases of pear fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid. International Journal of Food Microbiology, 116: 339-345.
55- Zhang Y., Chen K., Zhang S., and Ferguson I. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology, 28: 67-74.
56- Zheng Y., and Zhang Q. 2004. Effect of polyamines and salicylic acid postharvest storage of ponkan mandarin. Acta Horticultulrae, 632: 317-320.
57- Zheng X., Tian S.H., Meng X., and Li B. 2007. Physiological and biochemical responses in peach fruit to oxalicacid treatment during storage at room temperature. Food Chemistry, 59: 156-162.
58- Zvala J.F.A., Wang S.Y., Wang C.Y., and Aguilar G.A.G. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. Lebensmittel Wissenschaft und Technology, 37: 687-695.