تأثیر ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و تیمار آب گرم بر میزان پوسیدگی و ویژگی‌های کیفی میوه لیموشیرین در طی انبارداری

مهدی حسینی‌فرهی[1*] و زینب حقانی‌فرد[2]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۷/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۱)

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و تیمار آب‌گرم بر کاهش پوسیدگی و بهبود ویژگی‌های کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار در سال ۱۳۹۴ انجام گرفت. تیمارها شامل ژل آلوئه‌ورا در غلظت‌های صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد، اسید سالیسیلیک در غلظت‌های ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار و آب گرم در دماهای ۳۵، ۴۵ و ۵۵ درجه سانتی‌گراد بود. میوه‌ها به‌مدت ۶۰ روز در انبار با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۰ – ۸۵ درصد نگهداری و هر ۱۵ روز یک‌بار نمونه‌برداری از صفات مورد نظر صورت گرفت. صفاتی از قبیل درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی، درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه، درصد مواد جامد محلول، درصد اسیدیته، pH و شدت رنگ پوست میوه (a*, b* and l*) اندازه‌گیری گردید. براساس نتایج با گذشت زمان انبارداری صفاتی از قبیل درصد کاهش وزن، درصد پوسیدگی و درصد قهوه‌ای شدن میوه افزایش یافت. کمترین درصد کاهش وزن (۷/۶۴)، درصد پوسیدگی (۱۴/۹) و درصد قهوه‌ای شدن (۲/۸۱) در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده مشاهده گردید. همچنین میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا، رنگ مناسب‌تری در مقایسه با سایر تیمارها نشان دادند. به‌طورکلی کاربرد اسید سالیسیلیک سه میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۲۵٪ در جهت بهبود صفات کیفی و ماندگاری میوه لیموشیرین پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: درصد قهوه‌ای شدن، پس از برداشت، درصد پوسیدگی

۱. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
۲. گروه صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir

مقدمه

امروزه کاهش ضایعات پس از برداشت محصولات تازه کشاورزی با هدف افزایش امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه، یکی از چالش‌های پیش روی جوامع می‌باشد. متأسفانه هر ساله بخش زیادی از میوه‌ها و سبزی‌های تولید شده به شکل ضایعات از بین می‌روند که این امر باعث کاهش دسترسی اقشار مختلف به مواد غذایی به‌ویژه میوه‌ها و افزایش هزینه‌های تولید می‌گردد. یکی از مؤثرترین راه‌ها برای کنترل ضایعات استفاده از مواد شیمیایی است که این مواد علی‌رغم تأثیر مثبت در کنترل ضایعات مضرات زیادی برای سلامتی انسان و محیط‌زیست دارند و امروزه با توجه به مضرات استفاده از سموم شیمیایی برای انسان و محیط‌زیست رویکردهای جدید در استفاده از موادی که اثرات سوء و زیان‌آوری در انسان و محیط به همراه نداشته باشند حائز اهمیت می‌باشد (۳۰).

مرکبات گروهی از میوه‌های نیمه‌گرمسیری جهان هستند که دارای ارزش اقتصادی بسیار چشم‌گیری در کشورهایی نظیر برزیل، آمریکا و چین می‌باشند، به‌طوری‌که امروزه در دنیا مجموع فعالیت‌های کشاورزی و اقتصادی و صنعتی این گروه تحت عنوان صنعت مرکبات شناخته می‌شود (۹). لیموشیرین (*Citrus limon*) یکی از اعضای خانواده روتاسه می‌باشد که به‌دلیل مقدار آب زیاد، فعالیت متابولیکی بالا و حساسیت به پوسیدگی‌های میکروبی و قارچی خصوصاً کپک خاکستری حاصل از قارچ بوتریتیس سینیرا (*Botrytis cinera*) یکی از میوه‌های فسادپذیر بوده و عمر پس از برداشت پایینی دارد. ضایعات لیموشیرین از مرحله برداشت تا رسیدن به دست مصرف کننده زیادی می‌باشد، بنابراین کاهش سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی آن، یکی از چالش‌های مهم محسوب می‌گردد (۳۰). مطالعات فراوانی در خصوص تیمارهای موثر، پیش و پس از برداشت، با هدف افزایش ماندگاری مرکبات صورت گرفته که می‌توان به‌کارگیری روش‌هایی از جمله انبار اتمسفر کنترل شده (۲۹)، پرتودهی فرابنفش (۱۱)، تیمارهای حرارتی (۱۸) و پوشش خوراکی کیتوزان (۱۲) اشاره کرد.

پوشش‌دهی محصولات کشاورزی با فسادپذیری بالا، یکی از روش‌های متداول است که با کاهش سرعت خروج رطوبت محصول و شدت تنفس، سرعت تخریب ویژگی‌های کیفی نظیر سفتی بافت، عطر، طعم و خصوصیات حسی و در نهایت کاهش سرعت رشد میکروبی را در محصول به‌دنبال دارد (۸). یک پوشش مطلوب علاوه بر آن که بدون رنگ، عطر و طعم است، باید باعث کاهش سرعت خروج رطوبت غذای محتوای خود بوده و اثر نامطلوب بر سلامت مصرف کننده نداشته باشد. آلژینات‌ها، کیتوزان، سلولز، کیتین، موسیلاژها، پروتئین‌های شیر، زئین ذرت به تنهایی و یا در ترکیب با سایر پوشش دهنده‌ها، نشاسته و واکس‌ها از جمله پوشش‌هایی هستند که تاکنون به‌طور گسترده در صنعت غذا مورد استفاده قرار گرفته‌اند (۳۳).

در سال‌های اخیر استفاده از ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان لایه پوششی محافظ میوه و سبزیجات برای حفظ کیفیت انبارمانی آنها مطرح شده است و چون فاقد بو و طعم بوده و مصرف آن نیز برای سلامتی انسان مفید است، به‌عنوان گزینه‌ای مناسب برای افزایش عمر انبارمانی میوه‌ها و جایگزین قارچ‌کش‌های شیمیایی مطرح شده است (۲۸ و ۳۳). در آزمایشی کاربرد ژل آلوئه‌ورا به‌صورت مستقیم بر روی میوه گیلاس باعث کاهش جمعیت قارچ بوتریتیس سینرا گردید (۲۴). در پژوهشی دیگر نشان داده شد که استفاده از آلوئه‌ورا به‌عنوان پوششی در رسیدن و کیفیت میوه شلیل می‌تواند عمر انباری و کیفیت میوه را افزایش دهد (۲). تأخیر در رسیدن میوه انبه و جلوگیری از کاهش وزن، بهبود رنگ میوه، طولانی کردن عمر پس از برداشت و جلوگیری از فساد میکروبی میوه انبه با کاربرد پوشش‌های خوراکی توسط دانگ و همکاران (۱۰) گزارش گردید. همچنین کاهش درصد پوسیدگی و درصد قهوه‌ای شدن خوشه‌های انگور عسکری پس از طی ۶۰ روز انبارداری با کاربرد ژل آلوئه‌ورا در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده توسط حسینی‌فرهی (۱۵) گزارش شده است.

اسید سالسیلیک به‌عنوان یک هورمون گیاهی، ترکیبی طبیعی است که پتانسیل بالایی در جلوگیری از تولید اتیلن و پوسیدگی

قارچی در پس از برداشت میوه ها دارد. این ماده سبب کاهش تولید اتیلن و پوسیدگی قارچی شده و موجب افزایش عمر انباری توت‌فرنگی می‌شود (۴). یون و همکاران (۳۵) افزایش سفتی میوه و تأخیر در زمان رسیدن میوه سیب را با کاربرد اسید سالیسیلیک گزارش کردند. یائو و تیان (۳۴) گزارش کردند که تیمار قبل از برداشت گیلاس با اسید سالیسیلیک شیوع بیماری‌های پس از برداشت را کاهش می‌دهد. در پژوهشی محلول‌پاشی قبل از برداشت پرتقال ناول با اسیدسالیسیلیک به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مقدار کارتنوئیدها (لیکوپن و آلفا-کاروتن)، اسیداسکوربیک، گلوتاتیون، فنول کل و فلاونوئیدهای کل در پوست و گوشت میوه در طی انبارداری گردید (۱۶).

تیمار گرمایی پس از برداشت، یکی از روش‌های فیزیکی و غیر تخریبی مهم برای کنترل پوسیدگی‌ها و بیماری‌های پس از برداشت است (۲۰). غوطه‌وری میوه پرتقال، لیمو و گریپ‌فروت در آب گرم ۵۰ تا ۵۳ درجه سلسیوس به‌مدت ۲ تا ۳ دقیقه باعث کنترل *Penicillum spp.& Alternaria spp.* می‌شود (۲۶). استفاده از آب گرم ۴۰ و ۴۱ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۵ تا ۳۰ دقیقه باعث کاهش رشد کلئوتریشوم در میوه آووکادو شد، درحالی‌که آب گرم، با درجه ۴۲ درجه سلسیوس به‌مدت ۴۰ دقیقه، رشد قارچ را افزایش می‌دهد (۱۴). بهبود خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه هلو رقم آلبرتا با کاربرد آب گرم توسط شرایعی و گنجی‌مقدم (۳۲) گزارش شده است. هدف اصلی این پژوهش ارزیابی تأثیر ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان یک پوشش خوراکی، اسید سالیسیلیک و تیمار آب گرم بر بهبود خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین در مدت انبارمانی بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بهبود کیفیت پس‌از برداشت میوه لیموشیرین آزمایشی به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و سه تکرار در سال ۱۳۹۴ انجام شد. برای این پژوهش تعداد ۹۶۰ عدد میوه از یک باغ تجاری در شهرستان چرام با ظاهر و اندازه یکنواخت و در مرحله بلوغ تجاری تهیه و به آزمایشگاه گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج منتقل گردید. در آزمایشگاه ابتدا میوه‌های سالم انتخاب و با آب شستشو گردید تا گرد و خاک آنها برطرف گردد و سپس در محلول‌های از قبل آماده شده غوطه‌ور شدند. میوه‌های تیمار شده در زیر جریان باد خشک قرار گرفتند تا میزان رطوبت اضافی آنها گرفته شود. سپس میوه‌های تیمار شده اتیکت‌گزاری گردیده و در جعبه‌های پلاستیکی قرار گرفته و به‌مدت ۶۰ روز در انبار معمولی با دمای ۲۰ درجه و رطوبت نسبی ۸۵-۹۰ درصد نگهداری شدند. هر ۱۵ روز یک‌بار نمونه‌ها از انبار خارج و نسبت به اندازه‌گیری صفات مورد نظر اقدام شد. کلیه آزمایشات در آزمایشگاه دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج انجام شد.

تیمارهای مورد استفاده

در این پژوهش از ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و آب گرم استفاده گردید. تیمارها و غلظت‌های مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است.

صفات اندازه گیری شده

درصد پوسیدگی

برای محاسبه درصد پوسیدگی میوه‌ها از رابطه زیر استفاده گردید.

(۱)

$$\text{درصد پوسیدگی} = \frac{\text{تعداد میوه‌های پوسیده}}{\text{تعداد کل میوه‌ها}} \times ۱۰۰$$

درصد کاهش وزن میوه

درصد کاهش وزن با توزین میوه‌ها قبل و پس از دوره انباری مشخص و با استفاده از از رابطه زیر محاسبه و برحسب درصد بیان شد.

(۲)

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{\text{وزن ثانویه} - \text{وزن اولیه}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

مواد جامد محلول و pH

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه قندسنج دیجیتال مدل Abe model Atago, NAR-3T ساخت کشور ژاپن استفاده شد. برای اندازه‌گیری pH آب میوه از دستگاه pH متر دیجیتالی Hana ساخت کشور چین استفاده شد.

شدت رنگ میوه‌ها

برای اندازه‌گیری شدت رنگ پوست و گوشت میوه از جعبه اندازه‌گیری رنگ (طراحی و ساخت توسط گروه صنایع غذایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج) استفاده گردید. بدین‌منظور میوه‌ها درون جعبه قرار گرفته و توسط دوربین عکاسی از میوه‌ها عکس گرفته شد و سپس توسط نرم‌افزار فتوشاپ میزان رنگ میوه به‌طور دقیق محاسبه و اندازه‌گیری گردید.

اسیدیته قابل تیتراسیون آب میوه

جهت اندازه‌گیری اسیدیته آب میوه از روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال استفاده شد و طبق فرمول زیر براساس میلی‌گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب میوه محاسبه گردید.

(۳)

$$\%TA = \frac{M \times N \times V \times n}{S} \times ۱۰۰$$

TA: مقدار اسیدیته براساس میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم

M: وزن مولکولی اسید غالب (گرم)

N: نرمالیته سود مصرفی

V: حجم سود مصرفی (سی سی)

S: وزن نمونه عصاره‌گیری شده (گرم)

N: ظرفیت اسید غالب (اسید سیتریک)

جدول ۱. تیمارهای استفاده شده در آزمایش

ردیف	تیمارها
۱	شاهد
۲	ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد
۳	ژل آلوئه‌ورا ۵۰ درصد
۴	آب گرم ۳۵ درجه سانتی‌گراد
۵	آب گرم ۴۵ درجه سانتی‌گراد
۶	آب گرم ۵۵ درجه سانتی‌گراد
۷	اسیدسالیسیلیک ۱/۵ میلی‌مولار
۸	اسیدسالیسیلیک ۳ میلی‌مولار

تجزیه و تحلیل آماری

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۱ و مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱٪ انجام گرفت. جهت رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ استفاده شد.

نتایج و بحث

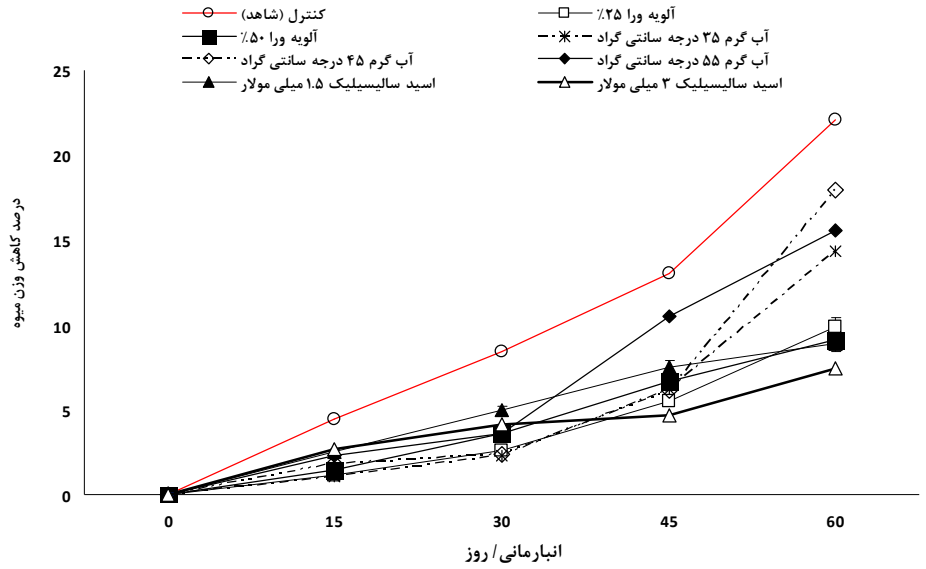
درصد کاهش وزن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و آب گرم تأثیر معنی‌داری بر درصد کاهش وزن میوه لیموشیرین در طی انبارداری دارد (جدول ۲). نتایج ارائه شده در شکل ۱ نشان می‌دهد که با افزایش زمان میزان کاهش وزن میوه‌ها افزایش پیدا می‌کند. بیشترین میزان کاهش وزن به مقدار ۲۲/۰۸ درصد در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) پس از ۶۰ روز نگهداری در انبار و کمترین درصد کاهش وزن به‌مقدار ۷/۴۶ درصد در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار مشاهده گردید. همچنین سایر تیمارها از قبیل ژل آلوئه‌ورا نیز باعث کاهش افت وزن میوه‌ها پس از ۶۰ روز نگهداری در انبار گردید. گزارش‌ها نشان می‌دهد از آنجایی که کاهش وزن عمدتاً به‌دلیل تبخیر از سطح بافت گیاه بر اثر تعرق

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر ژل آلوئه‌ورا، اسید سالسیلیک و آب گرم بر خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیمو شیرین

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد کاهش وزن	پ‌هاش	مواد جامد محلول	اسیدیته	درصد قهوه‌ای شدن	درصد چروکیدگی	درصد پوسیدگی	درصد سبزی	درصد زردی
تیمارها (A)	۷	۵/۶۵**	۰/۱۷۲^{ns}	۰/۲۵۲**	۰/۰۶۸**	۴/۶۱۳**	۱/۴۱۱**	۱۰/۱۱۷**	۴۶/۵۷۱**	۲۴/۹۶۶**
زمان (B)	۴	۱۳۱/۴**	۰/۲۷۵^{ns}	۱/۷۸۹**	۱/۸۴۱**	۱۳۰/۹۱۶**	۲۶۵/۶**	۸۷/۱۹۷**	۳۱۰/۰۳۵**	۴۰۰/۸۷۰**
برهمکنش (A×B)	۲۸	۲/۵۲^{ns}	۰/۱۷۵^{ns}	۰/۰۸۱**	۰/۰۷۹**	۱/۷۵۸**	۰/۷۴۱**	۴/۴۳۸**	۵/۰۹۳**	۲/۹۷۱**
خطا	۱۱۰	۲/۰۱۸	۰/۱۶۹	۰/۰۳۴	۰/۰۲۳	۰/۴۲۰	۰/۳۴۲	۰/۵۲۳	۲/۱۲۱	۱/۳۶۶
درصد ضریب تغییرات		۲۴/۰۵	۱۶/۲۴	۵/۰۶	۱۶/۱۳	۲۴/۶۰	۲۰/۶۸	۳۸/۰۰	۲۳/۷۵	۱۹/۱۱

ns عدم معنی‌دار بودن، *و **به‌ترتیب معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪



شکل ۱. تغییرات درصد کاهش وزن میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز

و تنفس میوه است، در نتیجه هر عاملی که بتواند از تنفس و تعرق جلوگیری کند، سبب کاهش از دست دادن وزن میوه می‌شود. کاهش وزن میوه‌ها در انبار به‌علت تبادل آب بین اتمسفر درونی و خارجی است و میزان تعرق توسط تجزیه سلولی تسریع می‌شود. نگهداری میوه‌ها در انبار با کاهش یکنواختی دیواره سلولی و کاهش سفتی میوه همراه می‌شود (۲۷). سرعت از دست‌دهی آب به اختلاف فشار بخار بین بافت میوه و اتمسفر هوای محیط و دمای محیط بستگی دارد. همچنین تبخیر از سطح میوه‌هایی که دچار آسیب مکانیکی می‌شوند نیز افزایش می‌یابد. پوشش‌های خوراکی به‌عنوان یک محافظ عمل می‌کنند، به همین دلیل انتقال و تبخیر آب را محدود می‌کنند و باعث تأخیر در از دست دادن آب می‌شوند (۱۳).

اروورا و همکاران (۳) در پژوهشی تأثیرات پوشش‌های آلوئه‌ورا در کیفیت خصوصیات کیفی پرتقال‌های تحت انبارداری سرد را به‌مدت ۸ هفته مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پرتقال‌های پوشش داده شده کاهش وزن کمتر و سفتی بیشتری نسبت به پرتقال‌های بدون پوشش نشان دادند. همچنین بابالار و همکاران (۷) به بررسی اثر تیمارهای داشت و پس از برداشت اسیدسالیسیلیک و پوتریسین بر برخی فاکتورهای کیفی میوه سیب رقم 'گرانی اسمیت' پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که با گذشت زمان درصد کاهش وزن نمونه‌های تیمار شده کمتر از نمونه‌های شاهد بودند، با این حال سفتی و درصد اسیدهای آلی نمونه‌های تیمار شده بیشتر از شاهد بودند. سطوح یک و دو میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و پوتریسین یک میلی‌مولار سفتی بیشتر و درصد کاهش وزن کمتری نسبت به شاهد نشان دادند. آوالا- زاوالا و همکاران (۶) گزارش کردند که توت‌فرنگی در دمای پایین آب کمتری را از دست داده و ژل آلوئه‌ورا کاهش وزن را به تأخیر می‌اندازد و سرعت تنفس را کم می‌کند، این اثرات با نتایج به‌دست آمده با دیگر پوشش‌های خوراکی مشابه بود. ژل آلوئه‌ورا همانند یک پوشش خوراکی عمل می‌کند و باعث کاهش وزن کمتر میوه گیلاس می‌شود و این کاهش کمتر وزن باعث حفظ بیشتر سفتی بافت می‌شود. همچنین آلوئه‌ورا فعالیت آنزیم‌ها تجزیه کننده دیواره سلولی مثل پلی‌گالاکتروناز و پکتین متیل استراز را کاهش می‌دهد (۲۴).

درصد پوسیدگی میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و آب گرم تأثیر معنی‌داری بر درصد پوسیدگی میوه لیموشیرین در طی انبارداری دارد (جدول ۲). نتایج ارائه شده در شکل ۲ نشان می‌دهد که با افزایش زمان انبارمانی درصد پوسیدگی میوه‌ها افزایش پیدا می‌کند. بیشترین درصد پوسیدگی میوه لیموشیرین به‌میزان ۳۳/۵٪ در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) پس از ۶۰ روز نگهداری در انبار و کمترین درصد پوسیدگی میوه به مقدار ۱۴ و ۱۵٪ در میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار مشاهده گردید. همچنین سایر تیمارها از قبیل ژل آلوئه‌ورا نیز باعث کاهش درصد پوسیدگی میوه‌ها پس از ۶۰ روز نگهداری در انبار گردید.

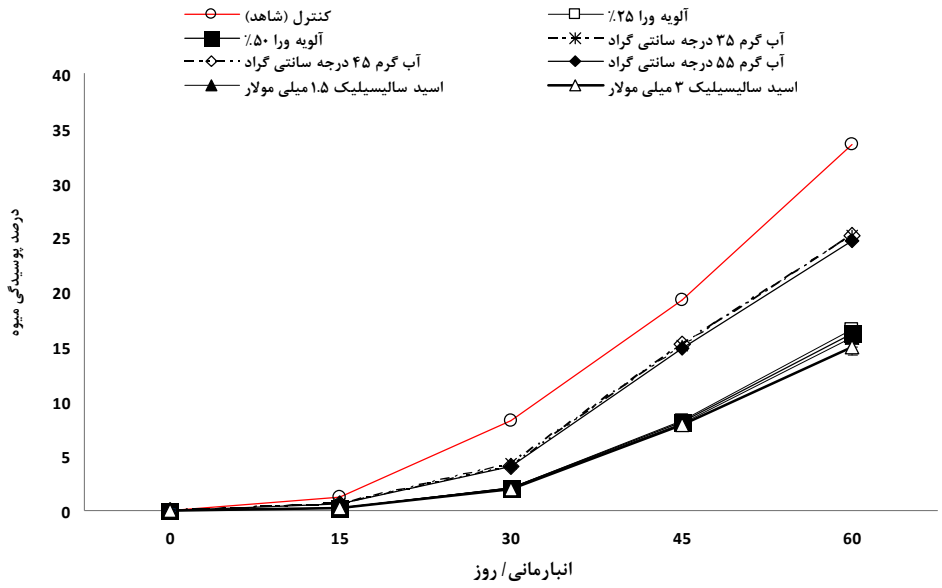
پوسیدگی یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت محصولات باغبانی پس از برداشت می‌باشد. فعالیت ضد قارچی ژل آلوئه‌ورا بر تعدادی از عوامل بیماری‌زا در محصولات برداشت شده ثابت شده است. یائو و تیان (۳۴) نشان دادند که تیمار قبل از برداشت گیلاس با اسید سالیسیلیک شیوع بیماری را کاهش می‌دهد. این القای مقاومت و محافظت سیستمیک به‌تدریج با گذشت زمان ایجاد شده و به مرحله رسیدگی میوه بستگی دارد. تیمار قبل از برداشت اسید سالیسیلیک به دو طریق می‌تواند بر جلوگیری از بیماری اثر بگذارد. از یک طرف اسید سالیسیلیک اثرات مستقیم ضد قارچی نشان داده و رشد میسیلیوم و جوانه‌زنی اسپور قارچ را کم می‌کند و از طرف دیگر القای مقاومت در برابر پاتوژن‌ها به‌وسیله اسیدسالیسیلیک در نتیجه القای فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز و بتا ۱- و ۳- گلوکوناز است. جیانکانگ و دابلیو (۱۷) گزارش کرد که محلول‌پاشی اسید سالیسیلیک در طی دوره رویشی سبب افزایش مقاومت به پاتوژن‌ها در میوه بالغ گلابی می‌شود و میزان فعالیت آنزیم‌های دفاعی شامل پراکسیداز، فنل آلانین آمونیالیاز و کینار در میوه‌های جوان درختان که اسیدسالیسیلیک روی آنها محلول‌پاشی شده، بالاتر از میوه‌های شاهد است.

ژل آلوئه‌ورا از جوانه‌زنی و رشد میسیلیوم قارچ جلوگیری کرده و همچنین اثرات بازدارنده ترکیبات موجود در آن و جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های قارچ‌های بیماری‌زا ثابت شده است (۵). ناوارو و همکاران (۲۸) گزارش نمودند که ژل آلوئه‌ورا با کاهش میزان تولید اتیلن و شدت تنفس و همچنین کنترل پوسیدگی قارچی عمر پس از برداشت میوه شلیل را طولانی کرده است، مطابقت داشت. کاهش پوسیدگی پس از برداشت توسط اسیدسالیسیلیک در میوه لیموشیرین توسط ابوطالبی و همکاران (۱) گزارش شده است که نتایج به‌دست آمده از این آزمایش را تأیید می‌نمایند.

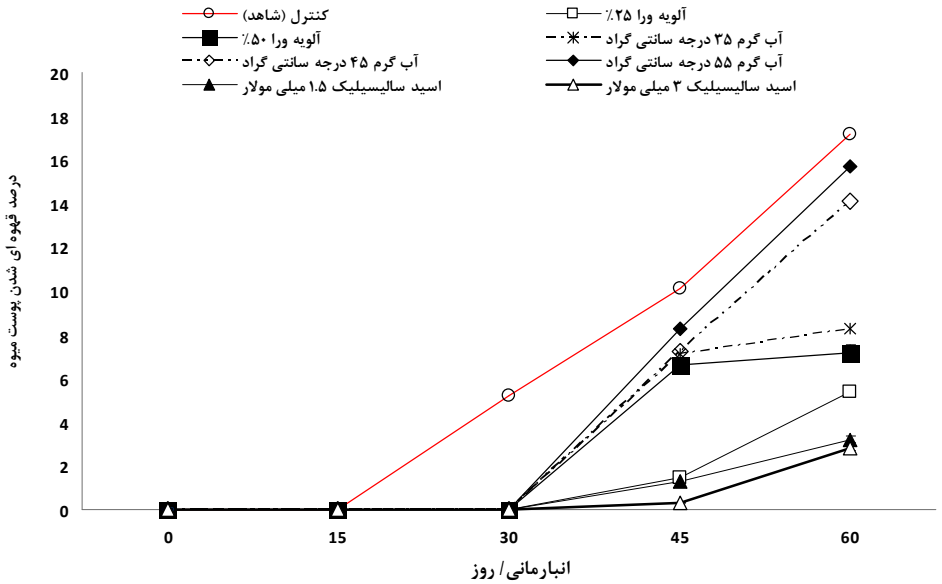
درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد ژل آلوئه‌ورا، اسید سالیسیلیک و آب گرم تأثیر معنی‌داری بر درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه لیموشیرین در طی انبارداری دارد (جدول ۲). نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که با افزایش زمان انبارمانی درصد قهوه‌ای شدن میوه‌ها افزایش پیدا می‌کند. بیشترین میزان درصد قهوه‌ای شدن میوه لیموشیرین به‌میزان ۱۷/۲٪ در میوه‌های تیمار نشده (شاهد) پس از ۶۰ روز نگهداری در انبار و کمترین درصد پوسیدگی میوه به مقدار ۲/۸۱ و ۳/۲٪ در میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار مشاهده گردید. همچنین میوه‌های تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا نیز درصد قهوه‌ای شدن کمتری را نسبت به میوه‌های تیمار نشده نشان دادند (شکل ۳).

اسیدسالیسیلیک از طریق تأثیر بر تولید اتیلن، با کاهش میزان اتیلن تولیدی و تنفس، رسیدن میوه کیوی را با تأخیر انداخته و عمر انباری آن را افزایش داده است (۳۷). مارتینز رومرو و همکاران (۲۴) نشان دادند که پوشش‌دهی میوه‌های گیلاس با ژل آلوئه‌ورا توانایی کاهش قهوه‌ای شدن ساقه‌ها، شدت تنفس و افت وزنی و افزایش پذیرش مصرف‌کنندگان را در مقایسه با میوه‌های بدون پوشش در طی انبارداری دارد.



شکل ۲. تغییرات درصد پوسیدگی میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



شکل ۳. تغییرات درصد قهوه‌ای شدن پوست میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار

درصد مواد جامد محلول

در شروع آزمایش تمامی نمونه‌ها دارای درصد مواد جامد محلول مشابه‌ای بوده و از این نظر دارای اختلاف معنی‌داری نبودند. ولی با گذشت زمان انبارداری و در هر دوره تیمارهای

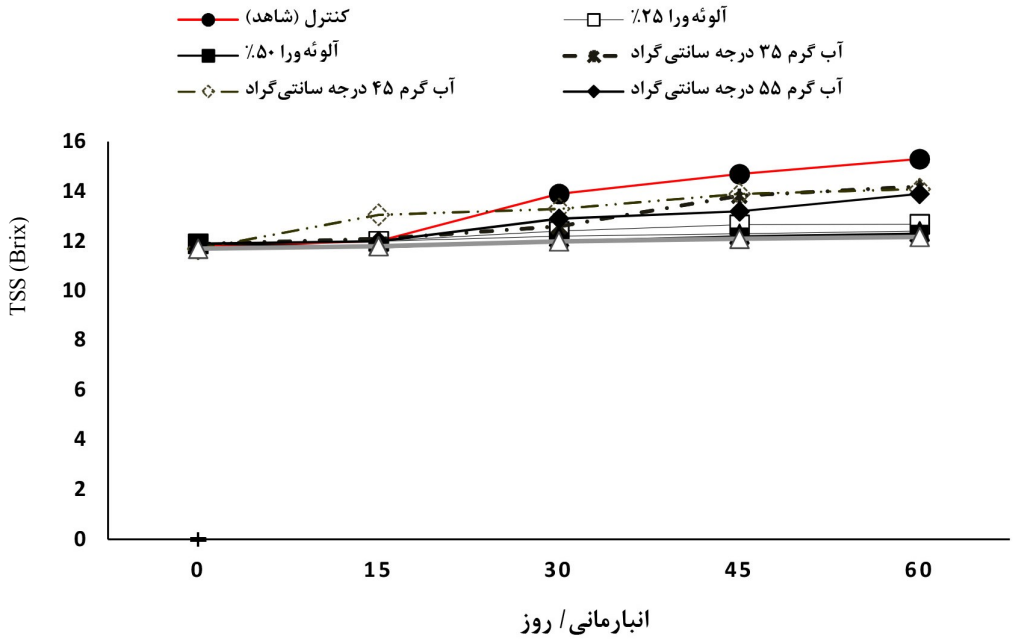
مختلف از نظر میزان درصد مواد جامد محلول اختلاف معنی‌داری را نشان دادند، به‌طوری‌که در پایان این مطالعه اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار دارای کمترین (۱۲/۱۸ درصد) و نمونه شاهد دارای بالاترین درصد مواد جامد محلول (۱۵/۳ درصد) بودند (شکل ۴). یکی از دلایل افزایش میزان قند در طول انبارداری می‌تواند در اثر کاهش آب میوه و تغلیظ محتویات آب میوه در طول زمان انبارداری باشد (۳۱). افزایش میزان مواد جامد محلول بیانگر هیدرولیز بیشتر نشاسته گوشت میوه به قندهای هگزور است. هرچه میزان و سرعت هیدرولیز بیشتر باشد میوه زودتر نرم می‌شود و به‌علاوه در برابر عوامل بیماری‌زا انباری آسیب پذیرتر است و عمر انباری آن کاهش می‌یابد (۱۸ و ۱۹). اصغری و همکاران (۵) در پژوهشی اثر اسیدسالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا بر ویژگی‌های کیفی و عمر نگهداری انگور رقم قرل ازوم مورد بررسی قرار دادند. اسیدسالیسیلیک در غلظت ۲ میلی‌مولار نسبت به سایر تیمارها و شاهد از افزایش pH و کاهش مواد جامد محلول جلوگیری کرد و باعث حفظ pH میوه گردید. همچنین تأثیر تیمارهای اسید سالیسیلیک ۲ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا ۳۳٪ بر میزان TSS و TA معنی‌دار بود و موجب حفظ بیشتر مواد جامد محلول شد و از کاهش اسیدهای قابل تیتراسیون و تجزیه آن به قندها جلوگیری کرد.

اندازه‌گیری pH و اسیدیته

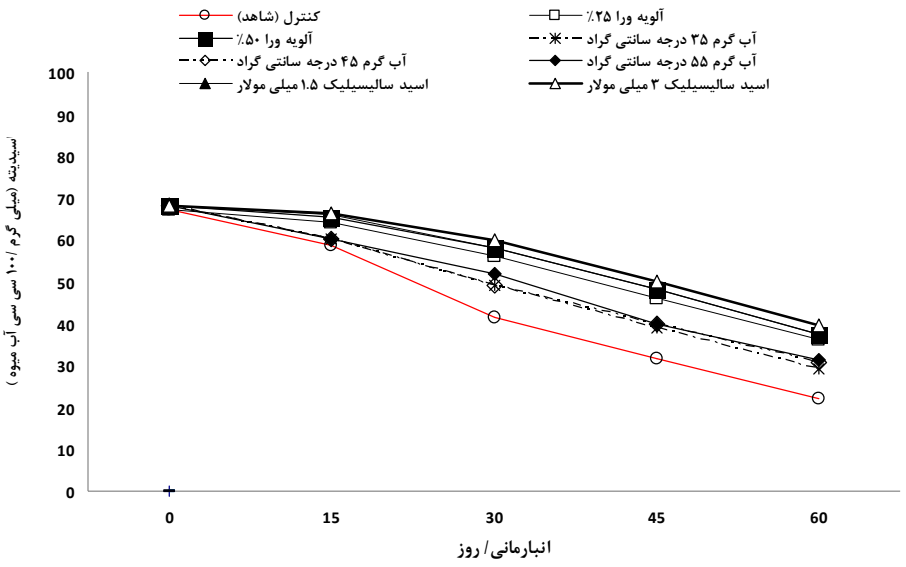
نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مورد مطالعه را بر میزان اسیدیته و pH میوه لیموشیرین معنی‌دار نشان داد (جدول ۲). در طول انبارداری میوه لیمو شیرین، میزان اسیدیته روند کاهشی و pH آب میوه روند افزایشی را نشان داد. در آزمایش مربوط به اسیدیته در تمامی مراحل اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. نتایج نشان داد که میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار دارای بالاترین میزان اسید کل (۳۹/۴۳ میلی‌گرم اسید سیتریک بر گرم وزن تر) و میوه‌های تیمار نشده دارای کمترین میزان اسیدیته (۲۲/۲۱ میلی‌گرم اسید سیتریک بر گرم وزن تر) بوده‌اند (شکل ۵).

کاهش اسیدیته مربوط به استفاده از اسیدهای آلی به‌عنوان مواد اولیه سوخت‌وساز و افزایش درصد مواد جامد محلول در طی انبارداری مرتبط است (۲۲). به‌نظر می‌رسد افزایش شدید تنفس در میوه‌های تیمار نشده (به‌دلیل گسترش شدید و سریع آلودگی و نیز تولید اتیلن زیاد و تسریع پیری در میوه‌ها) باعث مصرف اسیدهای آلی میوه و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون می‌شود. اسید قابل تیتراسیون میزان اسیدهای آلی میوه‌ها را شامل می‌شود که براساس اسید آلی غالب میوه اندازه‌گیری می‌گردد و همچنین با رسیدن میوه مقدار اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. اسیدهای آلی در مشخص کردن طعم میوه‌ها نقش به‌سزایی دارند و هرچه میزان اسیدیته در میوه‌ها بیشتر باشد، طعم میوه‌ها ترش‌تر می‌باشد. اسیدهای آلی در طی انبار به‌دلیل مصرف آنها در جریان تنفس کم می‌شوند و روند نزولی دارند. مقدار اسیدهای آلی در طول دوره برداشت میوه به مواد جامد قابل حل و همچنین سرعت تجزیه اسیدها بستگی دارد، تجزیه اسیدهای آلی در طی رسیدن میوه به سرعت تنفس وابسته می‌باشد، چون این اسیدها در فعالیت آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند (۲۵).

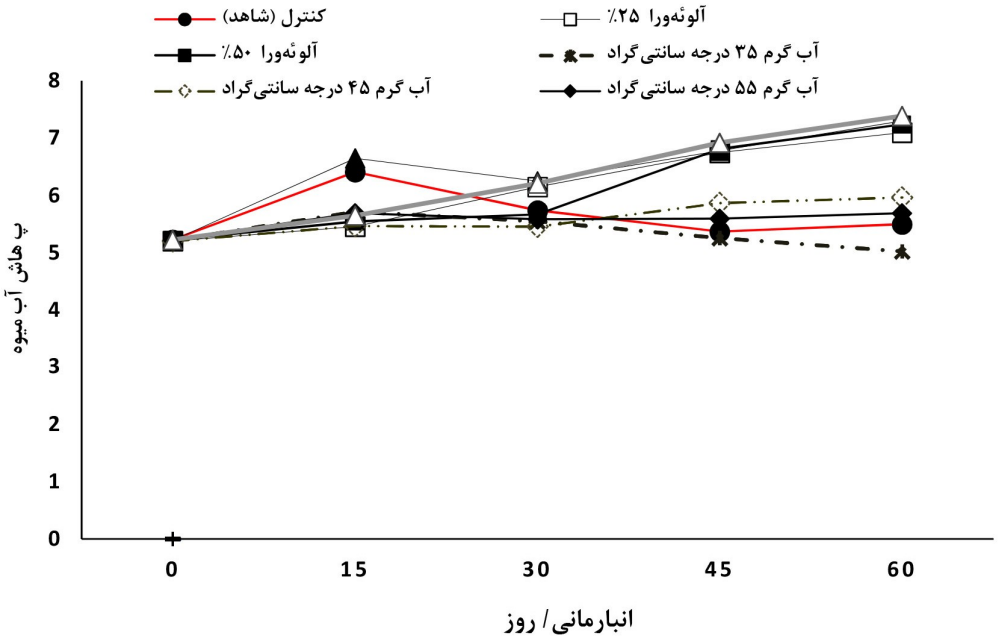
نتایج به‌دست آمده نشان داد که میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار دارای بالاترین میزان pH (۷/۳۹) و میوه‌های تیمار نشده دارای کمترین میزان pH بود (شکل ۶). در این آزمایش میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۳ میلی‌مولار بالاترین مقدار pH را بعد از ۶۰ روز نگهداری در انبار دارا بوده است. حفظ pH با تیمار اسید سالیسیلیک احتمالاً به‌دلیل کند کردن تنفس و جلوگیری از مصرف اسیدهای آلی می‌باشد (۲۳). از آنجا که اسیدهای آلی به‌عنوان سوبسترا برای واکنش‌های آنزیمی تنفس به‌کار می‌روند، انتظار می‌رود طی دوره پس از برداشت اسیدیته میوه کاهش و مقدار pH آن افزایش یابد. استفاده از اسید سالیسیلیک میزان تنفس میوه را کاهش داده (۲۳ و ۲۹) و از این طریق مصرف اسیدهای آلی را به تأخیر می‌اندازد. نتیجه آزمایش اسیدیته قابل تیتراسیون و pH با نتیجه آزمایش زکائی خسروشاهی و اثنی عشری (۳۸) هم‌خوانی داشت.



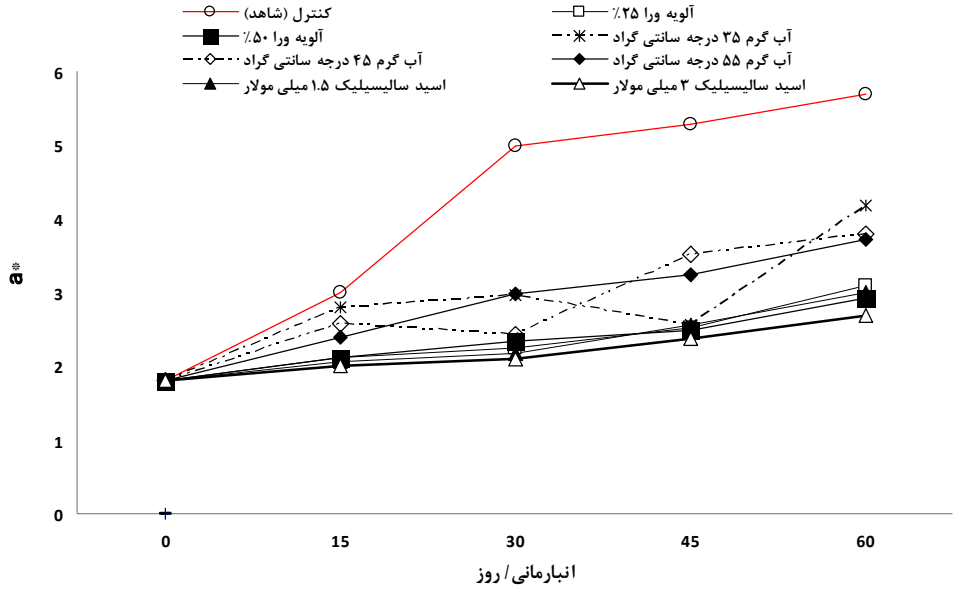
شکل ۴. تغییرات درصد مواد جامد محلول میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



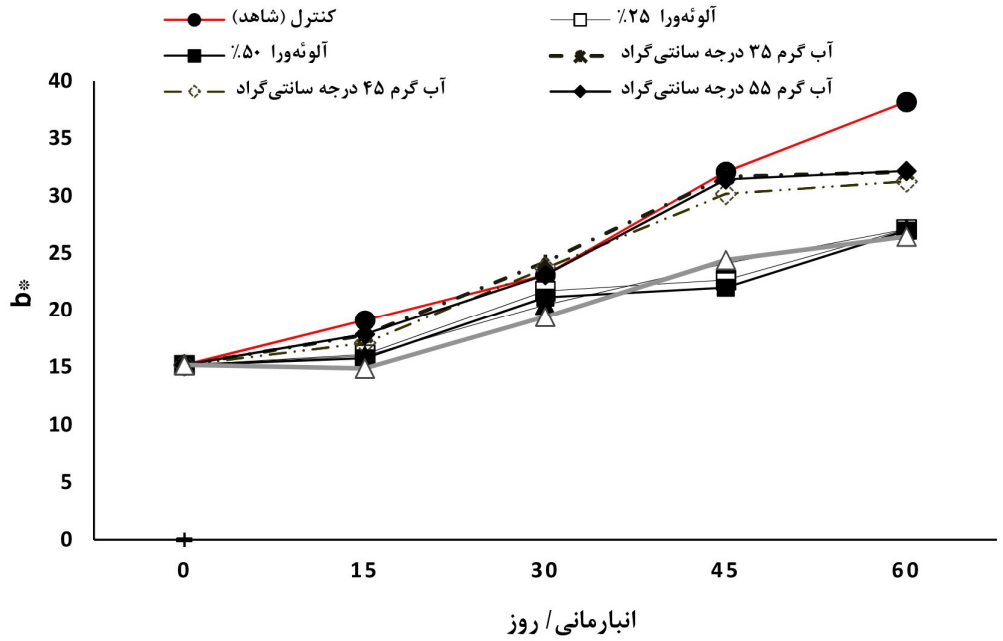
شکل ۵. تغییرات درصد اسیدیته آب میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



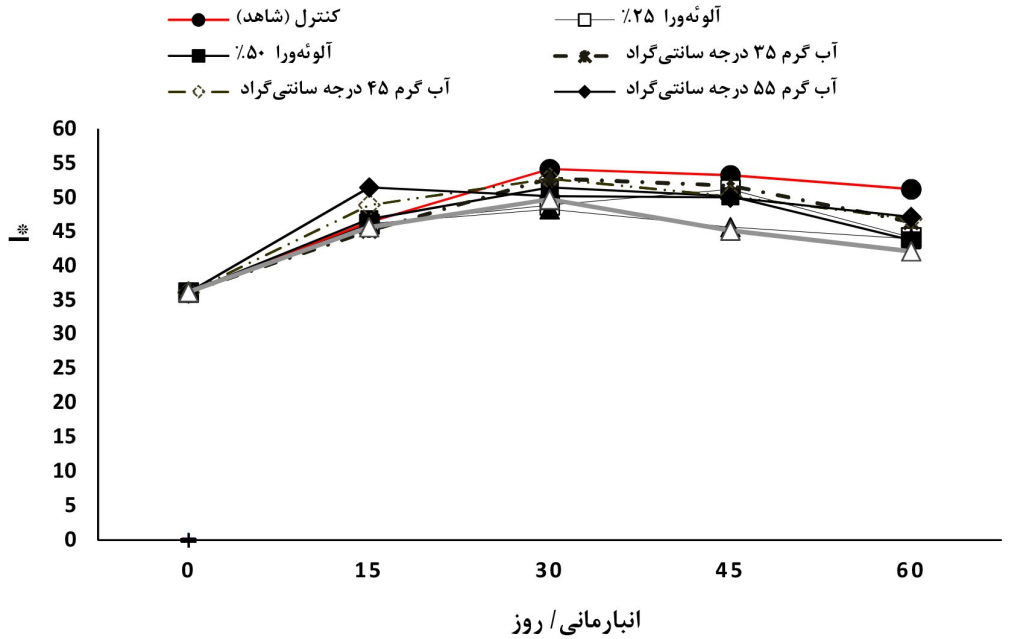
شکل ۶. تغییرات pH آب میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



شکل ۷. تغییرات شاخص a* رنگ پوست میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



شکل ۸. تغییرات شاخص *b رنگ پوست میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار



شکل ۹. تغییرات شاخص *l رنگ پوست میوه لیموشیرین تیمار شده با ژل آلوئه‌ورا، آب گرم و اسید سالیسیلیک طی مدت ۶۰ روز نگهداری در انبار

رنگ سنجی (L^* b^* a^*)

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش نشان داد که میوه‌های تیمار شده با اسیدسالیسیلیک ۳ میلی‌مولار دارای کمترین شاخص a^* و میوه های تیمار نشده دارای بیشترین میزان a^* بوده‌اند. میزان a^* در اوایل انبارداری دارای مقادیر مشابه‌ای بوده و بسته به شرایط روند تغییرات آن متفاوت بود (شکل ۷). میزان a^* یک پارامتر خوب برای نشان دادن توسعه رنگ قرمز و درجه رسیدگی در میوه می‌باشد. به‌طوری‌که میزان آن با افزایش رسیدن فیزیولوژیکی برای نشان دادن توسعه قرمز و درجه رسیدگی در میوه زردآلو است. نتایج مشابهی نیز در خصوص میزان شاخص b^* به‌دست آمد، به‌طوری‌که میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۱/۵ و ۳ میلی‌مولار و ژل آلوئه‌ورا باعث حفظ رنگ میوه لیموشیرین بعد از ۶۰ روز انبارداری گردید ولی شاخص رنگی L^* تا ۳۰ روز انبارداری گردید (شکل ۸) ولی بعد از گذشت ۳۰ روز شاهد کاهش شاخص رنگی L^* در میوه‌های تیمار شده در طی انبارداری گردید. بیشترین افزایش شاخص رنگی L^* در میوه های تیمار نشده میوه لیموشیرین بعد از ۶۰ روز انبارداری مشاهده گردید (شکل ۹). در مطالعه انجام شده توسط مفتون آزاد و راماسوامی (۲۱) مقادیر L^* پوست نمونه آووکادوهای پوشش داده شده با متیل سلولز و نگهداری شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با گذشت زمان کاهش یافته است، اما این کاهش در مقایسه با تیمار شاهد (بدون پوشش) کمتر و دارای اختلاف معنادار بود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که کاربرد اسید سالیسیلیک، ژل آلوئه‌ورا و تیمار آب گرم توانست خصوصیات کیفی پس از برداشت میوه لیموشیرین را در طی ۶۰ روز نگهداری در انبار در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده حفظ نماید ولی تأثیر تیمارهای اسیدسالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا به مراتب مشهودتر از تیمار آب گرم در مقایسه با میوه‌های تیمار نشده بود. بنابراین کاربرد تیمار پس از برداشت اسید سالیسیلیک و ژل آلوئه‌ورا به‌منظور بهبود خصوصیات کیفی و ماندگاری میوه لیموشیرین در انبار پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

1. Aboutalebi, A., B. Behrooznam, Z. Pashange. 2012. Effect of salicylic acid on inducing chilling tolerance, decay control and maintenace of quality of sweet lemon (*Citrus limetta*) fruits. *Iranian Journal of Horticultural Science* 43(2): 211-226. (In Farsi).
2. Ahmed, M. J., Z. Singh and A.S. Khan. 2009. Post-harvest Aloe vera gel coating modulates fruit ripening and quality of 'Arctic Snow' nectarine kept in ambient and cold storage. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 1024-1033.
3. Arowora, K., J. O. Julliams, C. O. Adetungi, O. B. Facdole, S. S A Folayan, O. Olaleye, J. B. Adetunji and B. A. Ggundele. 2013. Affects of Aloe vera coatings on quality characteristics of oranges stored under cold Dtorage. *Green Jaurnal of Agricultral Sciences* 3(1): 39-47.
4. Asghari, M. 2006. Effects of Salicylic acid on Selva strawberry fruit, antioxidant activity, ethylene production and senescence, fungal contamination and some other quality attributes. PhD. Thesis. Faculty of Agriculture Tehran University, Iran. (In Farsi).
5. Asghari, M. R. and L. Ahadi. 2013. Effects of postharvest salicylic acid and Aloe vera gel applications on some of quality attributes and antioxidant activity of table grape (cv. Gizel Uzum). *Journal of Horticultural Science* 27(3): 342-349. (In Farsi).
6. Ayala-Zavala, J. F., S. Y. Wang, C. Y. Wang and G. A. González-Aguilar. 2004. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and aroma compounds in strawberry fruit. *LWT-Food Science and Technology* 37(7): 687-695.
7. Babalar, M., A. Asgarpour and M. A. Asgari. 2015. The effect of pre and postharvest treatment of salicylic acid and putrescine on some fruit quality of Granny Smith apple. *Journal of Horticultural Science* 28(4): 479- 486. (In Farsi).
8. Bifani, Ramírez, C., M. Ihl, M. Rubilar, A. García and N. Zaritzky. 2007. Effects of murta (*Ugnimolinae turcz*) extract on gas and water vapor permeabilityof carboxymethylcellulose-based edible films. *LWT -Food Science Technology* 40: 1473-1481.

9. Bousbia, N., M. A. Ferhat., B. Y. Meklati and F. Chemat. 2009. A new process for extraction of essential oil from citrus peels, microwave hydro diffusion and Gravity. *Food Engineering* 90: 409 – 413.
10. Dang, K. T. H., Z. Singh and E. E. Swinny. 2008. Edible coatings influence fruit ripen ing, quality and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 56: 1361–1370.
11. Erkan, M., SH, Y. Wang and CH, Y, Wang. 2008. Effectof UV treatment on antioxidant capacity, antioxidantenzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biology and Tecnologhy* 48: 163-171.
12. Gheysarbigi, S., A. A. Ramin, F. Amini. 2016. Effect of chitosan coating on fruit quality and storage life of sweet lime (*Citrus limetta*). *Journal of Crop Production and Processing* 5 (18) :153-163. (In Farsi).
13. Hernandez-Munoz, P., E. Almenar., V. Del Valle, D. Velez and R. Gavara. 2008. Effect of chitosan coating combined with postharvest calcium treatment on strawberry (*Fragaria ananassa*) quality during refrigerated storage. *Food Chemistry* 110: 428-435.
14. Hofman, P. J,. B. A. Stubbings, M. F. Adkins, G. F. Meiburg and A. B. Woolf. 2002. Hot water treatments improve 'Hass' avocado fruit quality after cold disinfestation. *Postharvest Biology and Technology* 24(2): 183-192.
15. Hosseini Farahi, M. 2015. The impact of Aloe vera gel as a postharvest treatment on quality and shelf life of table grape cv. Askari. *Agricultural Communications* 3(1): 30-36.
16. Jiankang C., Z. Kaifang and J. Weibo. 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 .
17. Lara I, P. Garcı́a and M. Vendrell. 2004. Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 34: 331–339
18. Lara, I. P. Garcia., M. Vendrell. 2006. Post-harvestheat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Dach.) Fruit. *Scientia Horticulturae* 109: 48-53.
19. Larrigaudieare, C., J. Pons, R. Torres and J. Usall. 2002. Storage performance of clementines treated with hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate dips. *Horticultural Science and Biotechnology* 77: 314-319 .
20. Maftoonazad, N. and H. S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT - Food Science and Technology* 38(6): 617-624.
21. Marsh, K., S. Attanayake, S. Walker, A. Gunson, H. Boldingh and E. MacRae. 2004. Acidity and taste in Kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 32: 159-168.
22. Martinez-Romero, D., M. Serrano, A. Carboneel, L. Burgos, F. Riquelme and D. Valero. 2002. Effect of postharvest putrescine treatment on extending shelf life and reducing mechanical damage in Apricot. *Journal of Food Science* 67 (5): 1706-1712.
23. Martínez-Romero, D., N. Alburquerque, J. Valverde, F. Guillén, S. Castillo, D. Valero and M. Serrano. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology* 39(1): 93-100.
24. Mazaheri, M., A. Ghandi, A. Mortazavi and H. Ziaolhagh. 2007. Qualitative characteristics in tomato processing. *Marze Danesh Publications* 203-205. (in Farsi)
25. Nafussi, B, S. Ben-Yehoshua, V. Rodov, J. Peretz, B. K. Ozer and G. D'hallewin. 2001. Mode of action of hot-water dip in reducing decay of lemon fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49(1): 107-113.
26. Nasirzadeh, M. 2010. Influence of postharvest application of polyamines on reducing chilling injury,ripening and improving shelf life of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. MSc. Thesis. Faculty of Agriculture, Shiraz University, Iran.
27. Navarro, D., H. M. Diaz-Mula, F. Guillen, P. J. Zapata, S. Castillo, M. Serrano, D. Valero and D. Martínez-Romero. 2010. Reduction of nectarine decay caused by *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea* and *Penicillium digitatum* with Aloe vera gel alone or with the addition of thymol. *International Journal of Food Microbiology* 57: 183-188.
28. Pérez-Vicente A., D. Martínez-Romero, Á. Carbonell, M. Serrano, F. Riquelme, F. Guillén, D. Valero. 2002. Role of polyamines in extending shelf life and thereduction of mechanical damage during plum (*Prunus salicina* Lindl. storage. *Postharvest Biology and Technology* 25: 25-32.
29. Qadir, A. and F. Hashinaga. 2001. Inhibition of postharvest decay of fruits by nitrous oxide. *Postharvest Biology and Technology* 22(3): 279-283 .
30. Renhua, H., X. Renxue, L. Yunmei, H. Liming, X. Yongjie. 2008. Effect of preharvest salicylic acid spray treatment on post-harvest 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 .
31. Sayari, M., M. Babalar, S. Kalantari, H. Alizadeh and M. A. Asgari. 2009. Effects of salicylic acid on chilling resistance and Phenylalanine Ammonia Lyase activity in 'Malase Saveh' pomegranate (*Punica granatum*) during cold Storage. *Iranian Journal of Horticultural Science* 40(3): 21-38. (In Farsi).

32. Sharayei, P. and E. Ganji-Moghadam. 2013. Effect of hot water, ethanol and acetic acid vapor on physical, chemical and organoleptic characteristics of peaches (*Prunus persica* Batsch cv. elberta). *Journal of Agricultural Engineering Research* 14(1): 59-72. (In farsi).
33. Valverde, J. M., D. Valero, D. Martínez-Romero, F. Guillén, S. Castillo and M. Serrano. 2005. Novel coatingbased on Aloe vera gel to maintain table grape qualityand safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 7807-7813.
34. Yao, H. and S. Tian. 2005. Effects of pre- and post-harvest application of salicylic acid or methyl jasmonate on inducing disease resistance of sweet cherry fruit storage. *Postharvest Biology and Technol*ogy 35(3): 253-262.
35. Youn, C. K., S. K. Kim., S. C. Lim., Y. H. Kim, T. Yoon, T. S. Kim. 2004. Effect promalin and salicylic acid application on tree growth and fruit quality of 'Tsugaru 'apples. *Acta Horticulture* 653:151-154.
36. Zhang, Y., K. Chen., S. Zhang and I. Ferguson. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology 28*(1): 67-74.
37. Zokaee Khosroshahi, M. R. and M. Esna-Ashari. 2008. Effect of putrescine application on post-harvest life and physiology of strawberry, apricot, peach and sweet cherry fruits. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources* 12(45): 219-230. (In Farsi).

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 7, No. 3, Fall 2017, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Effects of Aloe Vera Gel, Salicylic acid and Hot Water on Fruit Decay and Quality Properties of Sweet Lemon Fruit during Storage

M. Hosseini Farahi[1*] and Z. Haghanifard[2]

(Received: October 6-2016; Accepted: March 11-2017)

Abstract

In order to investigate the effect of *Aloe vera* gel, salicylic acid and hot water treatment, on postponement of decay and improvement of fruit quality, a factorial experiment based on a completely randomized design with eight treatments and four replications was conducted in 2015. Treatments included *Aloe vera* gel in 3 concentrations of 0, 25 and 50%, salicylic acid at 2 rates of 1.5 and 3 mM and hot water at three temperatures of 35, 45 and 55°C for 20 minutes. Treated and untreated fruits were held at 20°C and 85-90% RH and fruits characteristics were evaluated in 15 days intervals during 60 days of storage. Traits such as the percent of fruit weight loss, fruit decay, fruit browning, Total Soluble Solid (TSS), titration acidity as well as pH and fruit skin color (*a*, b** and *l**) were measured. The results showed that percent of fruit weight loss, fruit decay and fruit browning in untreated fruits increased after 60 days in storage. The lowest fruit weight loss (7.64%), fruit decay (14.9%) and fruit browning (2.81%) were obtained in fruits treated with salicylic acid and *Aloe vera* gel when compared with untreated fruits. Also fruits treated with salicylic acid and *Aloe vera* gel were found to be superior in terms of color (*a*, b** and *l**) after 60 days in storage. Finally, application of salicylic acid at 3 mM and *Aloe vera* gel at 25-50% treatments may be recommended for improving the postharvest quality of sweet lemon.

Keywords: Decay percentage, Postharvest, Fruit browning

1. Young Researchers and Elite Club, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.
2. Department of Food Science, Yasooj Branch, Islamic Azad University, Yasooj, Iran.
*. Corresponding Author, Email: m.h.farahi@iauyasooj.ac.ir