



اثرات اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان بر برخی شاخص‌های کیفی پس از برداشت بامیه (*Abelmoschus esculentus* L.

ساسان دیناروند^۱، محمدرضا زارع بوانی^{۲*}

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران،

۲- استادیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاثانی، ایران

چکیده

اطلاعات مقاله

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۹

کلمات کلیدی:

جذابیت ظاهری،

کاهش وزن فیزیولوژیکی،

مواد جامد محلول،

اسید آسکوربیک.

استفاده از پوشش‌های خوراکی برای نگهداری میوه‌ها و سبزی‌ها در زمان نگهداری توجه روزافزونی را به خود جلب کرده است. همچنین اسید سالیسیلیک به عنوان ترکیب ضد اتیلنی و میکروبی برای افزایش عمر پس از برداشت برخی از محصولات مورد استفاده قرار گرفته است. در این مطالعه، اثرات غلظت‌های مختلف اسید سالیسیلیک (۰، ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار) و موسیلاژ ریحان (۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) بر کیفیت پس از برداشت بامیه در طی نگهداری در دمای ۱۰ درجه سلسیوس مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش زمان انبارمانی موجب کاهش خصوصیات کیفی بامیه گردید. تیمارهای اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان به طور معنی‌دار در حفظ خصوصیات کیفی بامیه مؤثر بودند. بیشترین میزان سفتی بافت میوه، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیترا، اسید آسکوربیک و جذابیت ظاهری و کمترین کاهش وزن در تیمارهای اسید سالیسیلیک ۴ میلی‌مولار و موسیلاژ ریحان ۰/۳ درصد به دست آمد. بامیه‌های فاقد پوشش و بدون تیمار اسید سالیسیلیک در طی ۱۶ روز نگهداری کاملاً کیفیت ظاهری خود را از دست دادند اما بامیه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای اسید سالیسیلیک و موسیلاژ از کیفیت خوب و بازارپسندی لازم برخوردار بودند. در نتیجه، اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان می‌توانند به عنوان تیمارهای مؤثری برای حفظ جنبه‌های کیفی میوه بامیه برای مدت طولانی‌تر مورد استفاده قرار گیرند.

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.112
DOR: 20.1001.1.20088787.1402.20.141.8.6

* مسئول مکاتبات:

mzarebavani@asnrukh.ac.ir

۱- مقدمه

بامیه (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) از تیره پنیرک، یک سبزی فصل گرم است که در مناطق گرمسیر و نیمه گرمسیر یا در مناطق دارای فصول گرم در دنیا کشت و کار می‌گردد و امروزه گسترش خوبی در سرتاسر جهان دارد [۱]. میوه‌های نابالغ آن، که غلاف‌های دارای دانه‌های لطیف و نارس، بافت منحصربه‌فرد و طعم شیرین هستند به‌عنوان سبزی مصرف می‌شود [۲]. میوه بامیه منبع خوبی از کربوهیدرات‌ها، ویتامین‌های ب ۲، ب ۳، ویتامین ث، پروتئین، چربی، کلسیم و آهن است [۳]. دانه‌های بامیه را خشک کرده، بوداده و آسیاب می‌کنند و به‌عنوان افزودنی به غذا یا جوشانده آن را به‌عنوان نوشیدنی استفاده می‌کنند [۴]. همچنین اثرات دارویی آن در کاهش التهاب، تحریک معده و سرطان روده بزرگ گزارش شده است [۵]. غلاف‌های نارس بامیه سرعت تنفس بالا و عمر کوتاهی دارد و در شرایط عادی بیشتر از دو روز باقی نمی‌ماند. کیفیت بامیه عمدتاً با رنگ سبز روشن و نرمی نوک میوه (در هنگام فشار دادن محکم بین شست و انگشتان) و سایز متوسط و کوچک آن ارزیابی می‌شود. از دست دادن کیفیت با زرد شدن رنگ، نرمی و از دست دادن طراوت، سفت شدن یا عدم پارگی بافت غلاف در هنگام پیچاندن آن با انگشتان تشخیص داده می‌شود [۲ و ۶]. تغییرات عمده‌ای که در طول پیری میوه بامیه اتفاق می‌افتد شامل از دست دادن سفتی بافت و تورژسانس، تخریب کلروفیل و زردی، از دست دادن مواد غذایی، سیاه شدن نوک و اطراف میوه، افزایش پوسیدگی‌ها و ایجاد بوی بد است [۲].

اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی طبیعی و هورمون گیاهی است که اخیراً کاربرد آن در کنترل تلفات پس از برداشت محصولات باغی موردتوجه محققین قرار گرفته است [۷]. همچنین برای مصرف‌کنندگان نیز از نظر سلامتی ایمن است [۸]. گزارش‌ها نشان می‌دهد که اسید سالیسیلیک در رشد، تأخیر در رسیدن و بسیاری از فرآیندهای

متابولیکی دیگر مانند مقاومت در برابر بیماری، پاسخ حساسیت بیش‌ازحد، جذب یون‌ها، فعالیت‌های آنزیمی، مکانیسم دفاعی تنش اکسیداتیو، کنترل نفوذپذیری و پایداری غشاء سلولی نقش دارد [۷، ۹، ۱۰ و ۱۱]. تیمار اسید سالیسیلیک به‌طور موفقیت‌آمیزی برای افزایش ماندگاری برخی از میوه و سبزی‌ها مانند آناناس [۱۱]، میوه خیار [۱۲]، شوید [۱۳]، انار [۱۴]، آووکادو [۱۵]، لیتیچی [۱۶] و پاپایا [۱۷] استفاده شده است. در پژوهشی بالاترین میزان مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیترا، اسید آسکوربیک و کمترین درصد پوسیدگی میوه لیتیچی با تیمار اسید سالیسیلیک بدست آمد [۱۶]. محققین گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک روند کاهش وزن فیزیولوژیکی، مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیترا و اسید آسکوربیک میوه پاپایا را نسبت به تیمار کنترل به‌طور معنی داری کاهش داد و خصوصیات ظاهری میوه را بهتر حفظ نمود [۱۷]. اردکانی و همکاران (۱۳۹۲) گزارش کردند که تیمار ۴ میلی مولار اسید سالیسیلیک روند کاهش وزن و کاهش سفتی بافت میوه زردآلو را کند کرد همچنین در حفظ اسیدیته قابل تیترا و اسید آسکوربیک میوه‌ها موثر بود [۱۸].

برای افزایش عمر ماندگاری میوه و سبزی‌های تازه و حفظ کیفیت و کاهش ضایعات راهکارهایی ازجمله استفاده از فناوری اتمسفر اصلاح‌شده، پوشش‌های خوراکی و فیلم‌های بسته‌بندی پیشنهاد شده است [۲]. استفاده روزافزون از پوشش‌های خوراکی نشان می‌دهد که این فناوری به نسبت جدید و ساده در جلوگیری از تغییرات نامطلوب کیفی محصولات مختلف، بسیار مؤثر است. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی از پلیمرهای طبیعی تشکیل می‌شوند و استفاده از آن‌ها باعث ارتقا کیفی و بهداشتی مواد غذایی می‌گردد [۱۹]. موسیلاژ دانه‌های ریحان صمغ معمولی است که از ریحان (*Ocimum basilicum* L.) استخراج می‌شود و یک هتروپلی ساکارید است که از دو بخش اصلی گلوکومانان (آب‌گریز) و زایلان (آب‌دوست) تشکیل شده است [۲۰].

آبیاری، وجین، کنترل آفات و بیماری‌ها به‌طور منظم برای افزایش رشد و عملکرد محصول برابر توصیه‌های فنی انجام شد. برداشت میوه بامیه ۱۰ هفته پس از کاشت آغاز شد. میوه‌ها ۴ تا ۷ روز پس از باز شدن گل آماده برداشت می‌شد. در زمانی که تولید محصول به مقدار مطلوب تجاری رسید، غلاف‌های بامیه با اندازه ۵۰ تا ۷۰ میلی‌متر طول و ۱۲ تا ۱۵ میلی‌متر قطر با رنگ یکنواخت (سبز روشن) و بدون هیچ نشانه‌ای از آسیب فیزیکی و یا علائم بیماری و آفت‌زدگی با دم میوه حدود دو سانتی‌متر برابر پسند عمومی مصرف‌کنندگان انتخاب شدند. میوه‌ها با دقت و به‌صورت دستی برای جلوگیری از آسیب‌های فیزیکی و طبق عرف منطقه در زمان صبح ساعت ۷ تا ۹ برداشت شدند. میوه‌های برداشت‌شده بلافاصله در جعبه‌های پلی‌استایرن به آزمایشگاه منتقل شد. میوه‌ها ابتدا خنک و برای تمیز شدن قبل از تیمار ۲ بار با آب مقطر شستشو شدند و در دمای آزمایشگاه خشک و رطوبت آن‌ها گرفته شد.

۲-۲- آماده‌سازی موسیلاژ ریحان

قبل از شروع آزمایش دانه‌های ریحان معمولی (*Ocimum basilicum* L.) از شرکت پاکان بذر در استان اصفهان خریداری و پس از انتقال به آزمایشگاه، تمیز شد و مواد زائد و ناخالصی‌ها از دانه‌ها جدا شد. به‌منظور استخراج صمغ، دانه‌ها به نسبت ۱:۲۰ (وزنی/وزنی) با آب مقطر با دمای ۵۰ درجه سلسیوس و pH برابر ۷ به مدت ۲۰ دقیقه مخلوط شدند. دانه‌ها پس از هیدراته شدن در نقطه بهینه در مخلوط‌کن فاقد پره‌های برشی به مدت ۳۰ ثانیه تحت نیروی گریز از مرکز قرار گرفت. پس‌ازآنکه دانه‌ها و صمغ اطراف آن‌ها به‌صورت یک مخلوط ناهمگن درآمد، مخلوط حاصل تحت سانتریفیوژ (مدل Universal Centrifuge, Premium 20000 ساخت کشور ایران) با سرعت ۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت تا محلول صمغ از دانه‌های جدا شود.

موسیلاژ دانه ریحان دارای مزایای متعددی مانند هزینه تولید پایین، راحتی استخراج و ویژگی‌های آب‌دوست و غیره است [۲۰ و ۲۱]. استفاده از موسیلاژ صمغ دانه ریحان در زردآلو از دست دادن رطوبت و مواد جامد محلول میوه را کنترل کرد و باعث حفظ بهتر اسیدیته قابل تیترا، اسید اسکوربیک و کیفیت حسی میوه شد [۲۱]. در پژوهشی دیگر موسیلاژ دانه ریحان به عنوان پوشش خوراکی موجب حفظ بهتر کیفیت حسی و ظاهری گوجه فرنگی شد. همچنین به طور معنی داری روند کاهش وزن میوه‌های گوجه فرنگی را در طی انبار مانی کند کرد [۲۲].

در حال حاضر برای نگهداری بامیه عمدتاً از یخچال و بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح‌شده همراه با مواد نگه‌دارنده، استفاده می‌شود، بنابراین دانشمندان بر روی تحقیق و توسعه‌های فنی تمرکز کرده‌اند تا ماندگاری بامیه را افزایش دهند [۲۳]. بررسی منابع نشان می‌دهد که اطلاعاتی در رابطه با کاربرد اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان در جهت حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری پس از برداشت بامیه وجود ندارد بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرات تیمارهای اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان بر خصوصیات کمی و کیفی پس از برداشت میوه بامیه در زمان انبارمانی سرد بود.

۲-۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد آزمایشی:

این پژوهش در آزمایشگاه و سردخانه گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، در بهار ۱۳۹۹ انجام شد. بذر بامیه محلی در مزرعه تجاری در شهر شوش ($32^{\circ}11'39''N$ $48^{\circ}14'37''E$) کشت شد. مراحل کاشت و داشت محصول برابر توصیه‌های فنی وزارت جهاد کشاورزی انجام شد. تمام اقدامات مدیریتی کاشت و داشت محصول از جمله کود دهی،

۲-۵- شاخص‌ها و صفات مورد ارزیابی

۲-۵-۱- درصد افت وزن میوه

اندازه‌گیری میزان کاهش وزن نمونه‌ها در طول مدت نگهداری در سردخانه با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم به صورت درصدی از وزن اولیه و با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید [۲۱].

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

۲-۵-۲- سفتی بافت

اندازه‌گیری سفتی بافت بامیه در یک نقطه از وسط بامیه با تعداد ۴ تکرار با استفاده از آزمون نفوذسنجی و دستگاه بافت سنج (مدل FT 011 شرکت QA Supplies LLC ساخت آمریکا) دارای سوزن به قطر ۵ میلی‌متر انجام شد و سفتی برحسب کیلوگرم در سانتی‌متر مربع ارائه گردید [۲۴].

۲-۵-۳- اندازه‌گیری کلروفیل کل و کارتنوئیدها

نمونه‌های پریکارپ میوه (۰/۵ گرم) به سرعت در ۲ تا ۳ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد هموژنیزه شدند. سپس، ۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به هر نمونه اضافه شد و نمونه‌ها، به مدت ۳ تا ۵ دقیقه در یک لوله شیشه‌ای که از خارج توسط پوشش‌برگ جهت جلوگیری از قرار گرفتن در معرض مستقیم نور پوشش داده شده بود نگهداری شدند. سپس عصاره در یک بطری حجمی قهوه‌ای‌رنگ پالایه شد و با اتانول ۹۵ درصد تا ۱۵ میلی‌لیتر رقیق گردید. مقادیر جذب در ۶۶۵، ۶۴۹ و ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری و اتانول ۹۵ درصد به عنوان بلانک استفاده شد [۲۵]:

۲-۵-۴- سنجش مواد جامد محلول

مواد جامد محلول با استفاده از رفرکتومتر دیجیتالی (مدل Milwaukee MA 871 ساخت کشور رومانی) به

محلول صمغ جدا شده در دمای ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت در آون خشک و در نهایت آسیاب و جهت آزمون‌های بعدی در جای خشک و خنک نگهداری شد [۲۱]. غلظت‌های صفر، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد از این موسیلاژ ریحان در آب مقطر تهیه گردید. محلول‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق (۲۵ درجه سلسیوس) نگهداری شد تا صمغ کاملاً حل و یکنواخت شود. از گلیسرول به نسبت ۱ درصد (حجم/حجم) به عنوان نرم‌کننده استفاده شد.

۲-۳- آماده‌سازی محلول‌های اسید سالیسیلیک

اسید سالیسیلیک (Merck, Germany, CAS No.; 69-72) در غلظت‌های ۰، ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار در آب مقطر حل شد. ۰/۵ میلی‌لیتر در لیتر توئین ۲۰ به عنوان سورفکتانت به محلول‌ها اضافه گردید و محلول‌ها به حجم نهایی رسانده شدند. محلول‌ها به صورت تازه و در روز انجام تیمارها تهیه گردیدند.

۲-۴- آماده‌سازی نمونه‌ها و انجام تیمارها

غلاف‌های بامیه به مدت ۵ دقیقه با استفاده از روش غوطه‌وری در محلول‌ها قرار داده و پس از خروج از محلول به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق نگهداری شدند تا سطح میوه خشک شود. میوه‌های شاهد با آب مقطر تیمار شدند. میوه‌های تیمار شده به انبار با دمای ۱۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 95 ± 2 درصد برای ۱۶ روز منتقل شدند. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار به صورت فاکتوریل شامل: اسید سالیسیلیک (۰، ۱، ۲ و ۴ میلی‌مولار) و موسیلاژ ریحان (۰، ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد) بود که در پنج زمان نگهداری (۰، ۴، ۸، ۱۲ و ۱۶ روز)، صفات موردنظر اندازه‌گیری شد.

۲-۵-۷- جذابیت ظاهری

ظاهر بصری بر اساس تغییر رنگ میوه‌ها از سبز به زرد و تیره‌رنگ شدن ارزیابی شد. تعداد ارزیابان ۱۵ نفر (آموزش دیده) بود. ارزیابی تغییر رنگ با استفاده از مقیاس هدونیک از ۷: عالی (سبز روشن)، ۵: خوب (سبز مات)، ۳: قابل قبول (زرد شدن) و ۱: غیر قابل قبول (تیره) انجام شد [۲۸].

۲-۶- پردازش اطلاعات

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و با سه تکرار به اجرا در آمد. تجزیه آماری داده‌ها و مقایسه میانگین (با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد) با استفاده از نرم‌افزار سیستم پردازش آماری SAS 9.1 و رسم نمودارها نیز با نرم‌افزار Excel 2016 انجام گردید.

۳- نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های این پژوهش نشان داد که اثرات اصلی پوشش خوراکی موسیلاژ ریحان و زمان انبارمانی برای تمامی صفات مورد مطالعه ($p \leq 0.01$) معنی‌دار شد. اثرات اصلی اسید سالیسیلیک برای سفتی میوه ($p \leq 0.05$) و برای دیگر صفات ($p \leq 0.01$) نیز معنی‌دار بود (جدول ۱). اثرات دوگانه پوشش خوراکی اسید سالیسیلیک $\times$ موسیلاژ ریحان تنها بر درصد افت وزن ($p \leq 0.05$) معنی‌دار شد. اثرات دوگانه اسید سالیسیلیک $\times$ زمان انبارمانی بر درصد افت وزن، میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدها، اسید آسکوربیک، مواد جامد محلول و جذابیت ظاهری ($p \leq 0.01$) معنی‌دار شد. اثرات دوگانه موسیلاژ ریحان $\times$ زمان انبارمانی تنها بر درصد افت وزن، سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول ($p \leq 0.01$) معنی‌دار بود ولی اثرات سه‌گانه اسید سالیسیلیک $\times$

دست آمد. مقادیر برحسب درجه بریکس (تصحیح برای دمای ۲۰ درجه سلسیوس) بیان شد. برای اندازه‌گیری میزان مواد جامد محلول، از گوشت میوه همگن‌شده استفاده شد [۲۶].

۲-۵-۵- سنجش اسیدیته قابل تیتر

برای اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون، ۵ میلی‌لیتر آب میوه صاف‌شده، توسط کاغذ صافی با ۴۵ میلی‌لیتر آب مقطر رقیق شد و با سود سوزآور ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH ۸/۲ تیتر شد. با قرار دادن میزان سود مصرفی در فرمول ذیل، میزان اسیدیته قابل تیتر برحسب گرم اسید سیتریک در ۱۰۰ میلی‌لیتر عصاره محاسبه گردید. اسیدیته قابل تیتر توسط فرمول زیر و برحسب درصد برآورد شد [۲۴].

$$\text{اسیدیته قابل تیتر (\%)} = \frac{\text{میلی لیتر اسید غالب} \times \text{نرمالیه}}{\text{میلی لیتر سود مصرفی} \times 0.1} \times \frac{\text{میلی لیتر حجم عصاره نمونه}}{100}$$

۲-۵-۶- سنجش اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

پنج گرم از نمونه‌های بامیه با ۵۰ میلی‌لیتر اسید متافسفربیک ۱ درصد (w/v) به مدت ۱ ساعت استخراج شد. سپس عصاره حاصل به وسیله سانتریفیوژ یخچال‌دار (مدل Universal Centrifuge, Premium 20000 ساخت کشور ایران) در ۵۰۰۰ g به مدت ۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. پس‌از آن، یک میلی‌لیتر از رو شناور با ۹ میلی‌لیتر محلول دیکلروفنل ایندوفنل (۰/۰۵ میلی‌مولار) مخلوط شد، و سپس جذب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه اسپکتوفتومتر UV-Vis مدل AE-S60-4UPC، ساخت انگلستان) در طول موج ۵۱۵ نانومتر قرائت شد. نمونه بلانک محلول فاقد عصاره بود. از اسید آسکوربیک برای تهیه استاندارد استفاده شد. در نهایت میزان ویتامین ث برحسب میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم وزن تر محاسبه شد [۲۷].

موسیلاژ × زمان انبارمانی در هیچ‌کدام از صفات از نظر آماری معنی‌دار نشد (جدول ۱).

Table 1 Variance analysis of effects of sweet basil mucilage, salicylic acid and storage time on some quantitative and qualitative characteristics of okra fruit

Variable source	d.f.	Mean square (MS)			
		Weight loss	Firmness	Total chlorophyll	Carotenoids
Salicylic acid	3	5.347**	0.228*	44.724**	0.219**
Sweet basil mucilage	3	20.837**	3.963**	1.783**	0.050**
storage time	4	238.622**	34.933**	103.266**	2.819**
Salicylic acid × Sweet basil mucilage	9	0.224*	0.003ns	0.097 ns	0.008 ns
Salicylic acid × storage time	12	0.724**	0.046 ns	3.602**	0.138**
Sweet basil mucilage × storage time	12	3.077**	0.609**	0.216 ns	0.013 ns
Salicylic acid×sweet basil mucilage ×storage time	36	0.065 ns	0.001 ns	0.035 ns	0.001 ns
Experimental error	160	0.097	0.084	0.169	0.013
Coefficient of variation (%)		11.875	6.676	6.043	10.363

ns, ** and * indicate the non-significant and significant differences at the level of 1% and 5% probability, respectively.

Continued of Table 1

Variable source	d.f.	Mean square (MS)			
		Total soluble solids	Titration acidity	Ascorbic acid	Visual appearance
Salicylic acid	3	13.533**	0.136**	74.195**	18.803**
Sweet basil mucilage	3	46.849**	0.748**	3.340**	8.986**
storage time	4	788.786**	5.000**	396.114**	79.350**
Salicylic acid × Sweet basil mucilage	9	0.498 ns	0.001 ns	0.188 ns	0.191 ns
Salicylic acid × storage time	12	1.919**	0.011 ns	7.141**	1.542**
Sweet basil mucilage × storage time	12	7.776**	0.101**	0.598 ns	0.785 ns
Salicylic acid×sweet basil mucilage ×storage time	36	0.141 ns	0.001 ns	0.078 ns	0.025 ns
Experimental error	160	0.577	0.015	0.486	0.571
Coefficient of variation (%)		6.551	4.489	6.331	13.926

ns, ** and * indicate the non-significant and significant differences at the level of 1% and 5% probability, respectively.

۳-۱- درصد کاهش وزن میوه

کاهش و زمان انبارمانی افزایش معنی‌دار درصد کاهش وزن میوه‌ها گردید (جدول ۲، ۳ و ۴). بالاترین کاهش وزن در تیمار شاهد (۳/۴۱٪) ثبت شد در حالیکه کمترین کاهش وزن در میوه‌های تیمار شده با ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک

تمامی تیمارها و زمان انبارمانی اثرات معنی‌داری بر درصد کاهش وزن میوه‌ها نشان دادند. افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و پوشش خوراکی موسیلاژ ریحان موجب

محصول می‌باشد [۲۴]. همانطور که مشاهده شد، در طول دوره نگهداری میزان افت وزن در بامیه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان، همواره کمتر از نمونه‌های شاهد بود. اسید سالیسیلیک با بستن روزنه‌های روی پوست میوه میزان تنفس و درصد افت وزن ناشی از تعرق را کاهش می‌دهد [۹]. همچنین اسید سالیسیلیک می‌تواند تنفس را از طریق ممانعت از بیوستز یا عمل اتیلن کاهش دهد [۳۰]. افت وزن کمتر در پوشش‌های خوراکی مانند موسیلاژ ریحان به علت ایجاد لایه‌ای در سطح محصول است که همانند مانعی از انتقال رطوبت جلوگیری می‌نماید و تبادلات گازی را کاهش می‌دهد [۳۱].

و ۰/۳ درصد موسیلاژ ریحان (۱/۴۷٪) اتفاق افتاد (نمودار ۱). افزایش مداوم در کاهش وزن در همه تیمارها در دوره انبارمانی مشاهده شد اما افزایش غلظت اسید سالیسیلیک یا موسیلاژ ریحان موجب کاهش معنی‌دار کاهش وزن در زمان‌های یکسان گردید (جدول ۵ و ۶). کاهش وزن عمدتاً ناشی از تعرق (به دلیل اختلاف فشار بخار آب بین میوه تازه و هوای محیط اطراف)، تنفس و فعالیت‌های متابولیکی در میوه است [۲۹]. این شاخص یکی از اساسی‌ترین فاکتورهای ارزیابی کیفی در میوه‌ها و سبزی‌های می‌باشد. در طول دوره نگهداری هر چه میزان خروج رطوبت از محصول کمتر باشد، این شاخص نیز کوچک‌تر می‌شود، که نشان دهنده حفظ بهتر رطوبت

Table 2 Mean comparison of salicylic acid on some traits measured in okra fruit

Treats		Studied Indices						
Salicylic acid (mM)	Weight loss (%)	Firmness (kgcm ⁻²)	Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ FW)	Carotenoids (mg g ⁻¹ FW)	Total soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Ascorbic acid (mg100g ⁻¹ FW)	Visual appearance
0	2.97 a	4.26 b	5.70 d	1.01 c	12.13 a	2.68 b	9.59 d	4.73 d
1	2.73 b	4.33 ab	6.56 c	1.08 b	11.79 b	2.71 b	10.67 c	5.25 c
2	2.53 c	4.37 a	7.37 b	1.14 a	11.44 c	2.76 a	11.76 b	5.69 b
4	2.26 d	4.40 a	7.61 a	1.13 a	11.02 d	2.78 a	12.02 a	6.03 a

In each column, means with the same letters are not significantly different at P>0.05.

Table 3 Mean comparison of sweet basil mucilage on some traits measured in okra fruit

Treats		Studied Indices						
Sweet basil mucilage (%)	Weight loss (%)	Firmness (kgcm ⁻²)	Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ FW)	Carotenoids (mg g ⁻¹ FW)	Total soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Ascorbic acid (mg100g ⁻¹ FW)	Visual appearance
0	3.20 a	4.04 d	6.63 c	1.07 b	12.53 a	2.61 c	10.77 c	4.90 c
0.1	2.94 b	4.26 c	6.73 bc	1.08 b	12.01 b	2.71 b	10.90 bc	5.38 bc
0.2	2.49 c	4.39 b	6.85 b	1.09 b	11.35 c	2.73 b	11.05 b	5.66 a
0.3	1.86 d	4.66 a	7.03 a	1.13 a	10.49 d	2.88 a	11.32 a	5.77 a

In each column, means with the same letters are not significantly different at P>0.05.

Table 4 Mean comparison of storage time on some traits measured in okra fruit

Treats		Studied Indices						
Storage time (day)	Weight loss (%)	Firmness (kgcm ⁻²)	Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ FW)	Carotenoids (mg g ⁻¹ FW)	Total soluble solid (°Brix)	Titration acidity (%)	Ascorbic acid (mg100g ⁻¹ FW)	Visual appearance
0	0.00 e	5.28 a	8.61 a	1.39 a	7.81 d	3.05 a	14.33 a	7.00 a
4	0.89 d	5.05 b	7.75 b	1.25 b	8.03 d	2.95 b	12.92 b	6.25 b
8	2.56 c	4.33 c	6.90 c	1.10 c	10.41 c	2.80 c	11.41 c	5.50 c
12	4.49 b	3.80 d	5.90 d	0.94 d	15.26 b	2.64 d	9.25 d	4.63 d

16	5.18 a	3.23 e	4.90 e	0.78 e	16.48 a	2.23 e	7.13 e	3.75 e
----	--------	--------	--------	--------	---------	--------	--------	--------

In each column, means with the same letters are not significantly different at P>0.05.

Table 5 Mean comparison of salicylic acid× storage time on some traits measured in okra fruit

Treats		Studied Indices					
Salicylic acid (mM)	Storage time (day)	Weight loss (%)	Total Chlorophyll (mg g ⁻¹ FW)	Carotenoids (mg g ⁻¹ FW)	Total soluble solid (°Brix)	Ascorbic acid (mg100g ⁻¹ FW)	Visual appearance
0	0	0.00 m	8.62 a	1.53 a	7.82 i	14.34 a	7.00 a
0	4	1.04 k	6.87 ef	1.22 e	8.25 i	11.94 d	5.67 cde
0	8	2.98 h	5.21 i	0.92 h	11.00 f	9.44 g	4.33 h
0	12	4.90 cd	4.34 j	0.77 i	15.98 c	7.44 i	3.67 i
0	16	5.90 a	3.48 k	0.61 j	17.59 a	4.77 k	3.00 j
1	0	0.00 m	8.59 a	1.41 b	7.81i	14.32 a	7.00 a
1	4	0.92 kl	7.64 d	1.26 cde	8.08 i	12.80 c	6.13 bc
1	8	2.65 i	6.69 f	1.10 g	10.55 fg	11.18 e	5.25 ef
1	12	4.66 de	5.53 hi	0.91 h	15.56 cd	8.83 h	4.38 h
1	16	5.44 b	4.37 j	0.72 i	16.97 b	6.25 j	3.50 ij
2	0	0.00 m	8.60 a	1.33 bc	7.82 i	14.33 a	7.00 a
2	4	0.86 kl	8.15 b	1.26 cde	7.98 i	13.39 b	6.46 ab
2	8	2.48 i	7.69 cd	1.19 ef	10.28 gh	12.34 cd	5.92 bcd
2	12	4.36 f	6.71 ef	1.04 g	15.02 de	10.20 f	5.00 fg
2	16	4.94 c	5.72 gh	0.89 h	16.11 c	8.53 h	4.08 hi
4	0	0.00 m	8.64 a	1.29 cd	7.80 i	14.33 a	7.00 a
4	4	0.73 l	8.33 ab	1.24 de	7.79 i	13.56 b	6.75 a
4	8	2.13 j	8.01 bc	1.19 fg	9.81 h	12.69 c	6.50 ab
4	12	4.03 g	7.02 e	1.04 g	14.46 e	10.53 f	5.46 def
4	16	4.43 ef	6.03 g	0.89 h	15.24 d	8.97 gh	4.42 gh

In each column, means with the same letters are not significantly different at P>0.05.

Table 6 Mean comparison of sweet basil mucilage× storage time on some traits measured in okra fruit

Treats		Studied Indices			
Sweet basil mucilage (%)	Storage time (day)	Weight loss (%)	Firmness (kgcm ⁻²)	Total soluble solid (°Brix)	Titrate acidity (%)
0	0	0.00 n	5.28 a	7.81 jk	3.06 a
0	4	1.13 k	4.93 c	8.37 j	2.87 cd
0	8	3.22 g	4.05 fg	11.31 h	2.65 ef
0	12	5.29 c	3.41 i	16.61 c	2.45 g
0	16	6.39 a	2.54 k	18.56 a	2.02 i
0.1	0	0.00 n	5.28 a	7.81 jk	3.05 a
0.1	4	1.00 kl	5.01 bc	8.15 jk	2.94 bc
0.1	8	2.88 h	4.24 ef	10.77 h	2.78 d
0.1	12	5.02 d	3.70 h	15.99 d	2.63 ef
0.1	16	5.80 b	3.10 j	17.35 b	2.15 h
0.2	0	0.00 n	5.28 a	7.82 jk	3.06 a
0.2	4	0.79 lm	5.06 abc	7.88 jk	2.95 bc
0.2	8	2.32 i	4.39 e	10.08 i	2.81 d
0.2	12	4.57 e	3.87 gh	15.27 e	2.67 e
0.2	16	4.76 de	3.34 i	15.71 de	2.17 h
0.3	0	0.00 n	5.28 a	7.81 jk	3.05 a
0.3	4	0.64 m	5.18 ab	7.70 k	3.03 ab

0.3	8	1.83 j	4.67 d	9.48 i	2.94 bc
0.3	12	3.07 gh	4.22 ef	13.15 j	2.81 d
0.3	16	3.75 f	3.95 g	14.29 f	2.57 f

In each column, means with the same letters are not significantly different at $P>0.05$.

و همچنین پوشش خوراکی در بامیه [۲۳] گزارش شده است که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

اثرات مثبت اسید سالیسیلیک در کاهش وزن میوه در طی انبارمانی در انگور [۳۲]، موز [۳۳] و توت فرنگی [۳۴]

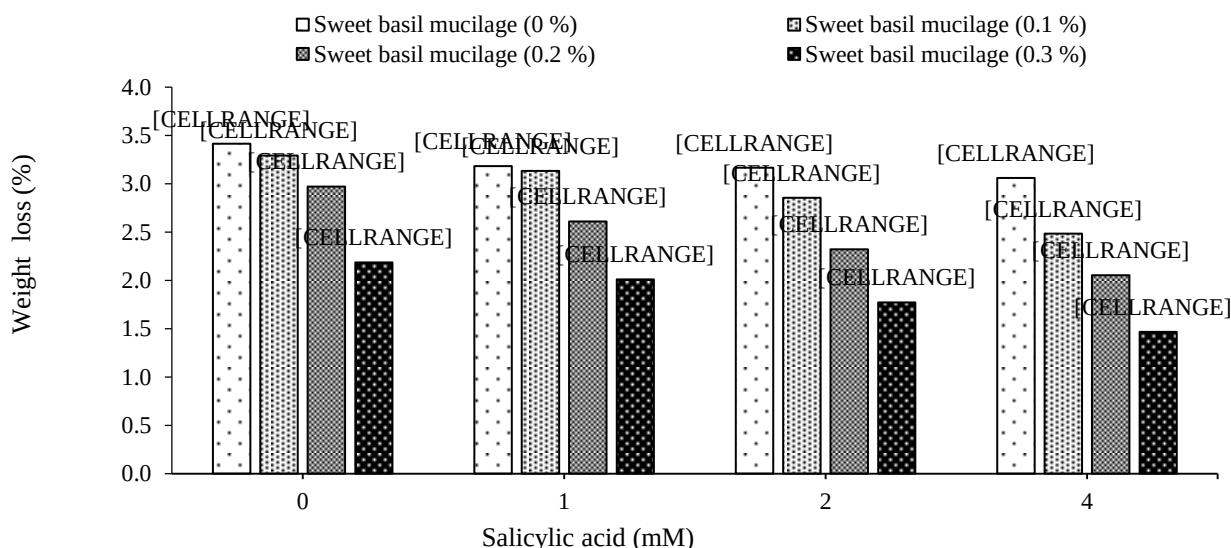


Figure 1- Interaction effects of salicylic acid and sweet basil mucilage on the weight loss of okra fruit

و سبزی‌ها دارد. تعرق از سطح میوه‌ها و از دست دادن آب باعث کاهش سفتی میوه می‌شود، همچنین دیواره سلولی میوه‌ها به دلیل تجزیه پروپکتین نامحلول به پکتین‌های محلول نرم می‌شوند یا آسیب‌های سلولی منجر به افزایش نفوذپذیری غشاء و از دست رفت فشار تورژسانس در نتیجه کاهش سفتی بافت میوه می‌شود [۳۵]. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک از طریق کاهش تولید اتیلن [۹] با کاهش فعالیت آنزیم‌های تخریب‌کننده اصلی دیواره سلولی مانند سلولاز، پلی‌گالاکتروناز و زایلاناز [۳۶]، همچنین حفظ آماس سلولها، نرم شدن بافت میوه را به تأخیر می‌اندازد [۹]. اثرات اسید سالیسیلیک در حفظ سفتی و کاهش نرمی بافت میوه‌ها در هلو [۳۷]، زردآلو [۳۸ و ۱۸] و موز [۳۶] گزارش شده است که با یافته‌های تحقیق حاضر مطابقت دارد.

۳-۲- سفتی بافت

بیشترین میزان سفتی بافت میوه در غلظت ۴ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک ($4/40 \text{ kgcm}^{-2}$) مشاهده شد که تنها با غلظت صفر میلی‌مولار ($4/26 \text{ kgcm}^{-2}$) تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۲). سفتی بافت میوه با افزایش در غلظت پوشش موسیلاژ ریحان افزایش یافت (جدول ۳). افزایش زمان انبارمانی موجب کاهش معنی‌دار سفتی بافت میوه‌ها شد (جدول ۴). در طی انبارمانی در زمان‌های یکسان بیشترین میزان سفتی بافت میوه در بالاترین غلظت‌های اسید سالیسیلیک (جدول ۵) و موسیلاژ ریحان (جدول ۶) بدست آمد.

طراوت و سفتی بافت میوه و سبزی‌ها یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی است و نقش مهمی در بازارپسندی میوه

پوشش‌های خوراکی با ایجاد مانعی در مقابل تعریق و تنفس می‌توانند موجب حفظ آب و سفتی بافت میوه می‌شوند [۳۱]. این نتایج مشابه کاربرد پوشش کیتوسان برای بامیه [۲۳ و ۲۶] می‌باشد.

۳-۳- کلروفیل کل و کارتنوئیدها

افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان در تیمارها موجب افزایش و زمان انبارمانی موجب کاهش میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدهای بامیه شد (جدول ۲، ۳ و ۴). اثرات متقابل اسید سالیسیلیک × زمان انبارمانی نشان داد که کمترین میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدها در زمان‌های یکسان در تیمار صفر میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و بیشترین میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدها در تیمار چهار میلی‌مولار اسید سالیسیلیک بود (جدول ۵).

رنگ سبز روشن بامیه مربوط به کلروفیل و کارتنوئیدها است و یکی از عوامل انگیزشی برای خرید آن توسط خریدار می‌باشد. رنگ مناسب منجر به ایجاد ظاهر مطلوب میوه می‌شود و بنابراین حفظ رنگ میوه در نگهداری آن اهمیت زیادی دارد [۲۸]. تیمارهای اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان روند کاهش میزان کلروفیل کل و کارتنوئیدهای بامیه را کندتر کردند. اکسیژن و دما بر کلروفیل اثر مضری داشته و در طی انبارمانی نمونه‌های بامیه دچار رنگ پریده‌گی می‌شوند که نشان‌دهنده از دست دادن قابل‌توجه کلروفیل است [۲]. تغییرات شیمیایی هنگام انبارداری میوه معمولاً باعث کاهش مقدار رنگیزه‌ها می‌شود [۳۹]. تجزیه کلروفیل می‌تواند به دلیل تغییرات pH، سیستم‌های اکسیداتیو و فعالیت آنزیم کلروفیلاز باشد که این فرایندها در اثر تنفس و پیشرفت فرایند پیری شتاب می‌گیرند [۴۰]. مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر محققین اظهار داشتند که پوشش‌ها با کنترل اتمسفر فضای اطراف میوه و کاهش تبادلات گازی موجب حفظ بهتر رنگ‌ریزه‌های کلروفیل و کارتنوئید میوه بامیه می‌گردند [۲]، همچنین اسید

سالیسیلیک با حفظ تعداد بیشتری از کلروپلاست‌ها و سرکوب فعالیت کلروفیلاز، منیزیم دکلاتاز و فئوفیتیناز (که نقش عمده‌ای در تخریب کلروفیل دارند) تخریب کلروفیل را کاهش می‌دهد [۴۱]. اسید سالیسیلیک سطح تنش اکسیداتیو در گیاهان را کاهش داده (به عنوان یک واکنش مقاوم شدن) و ظرفیت آنتی اکسیدانی گیاهان را بهبود می‌بخشد و به القای سنتز ترکیبات محافظ (مانند کارتنوئیدها) کمک می‌کند [۱۰].

۳-۴- مواد جامد محلول

مقایسه میانگین داده‌های مواد جامد محلول نشان داد که زمان انبارمانی تأثیرات افزایشده و اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان اثرات کاهشده معنی‌داری بر افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها داشتند (جدول ۲، ۳ و ۴). کمترین میزان مواد جامد محلول در زمان‌های مشابه انبارمانی در بالاترین غلظت اسید سالیسیلیک (جدول ۵) و موسیلاژ ریحان (جدول ۶) مشاهده شد در حالیکه بیشترین مواد جامد محلول در میوه‌های بدون تیمار اسید سالیسیلیک (جدول ۵) و بدون پوشش موسیلاژ ریحان (جدول ۶) ثبت گردید. در کل در طی انبارمانی افزایش مداومی در مواد جامد محلول میوه‌ها در همه تیمارها مشاهده شد اما افزایش غلظت اسید سالیسیلیک یا موسیلاژ ریحان موجب کاهش معنی‌دار روند افزایشی مواد جامد محلول میوه‌ها یکسان گردید (جدول ۵ و ۶).

افزایش محتوای مواد جامد محلول در میوه‌ها در طی انبارمانی می‌تواند به دلیل شکستن پلی ساکاریدها و مواد پکتینی، هیدرولیز پروتئینها و تجزیه گلیکوساکاریدها به قندهای کوچکتر سازنده و تبدیل اسیدهای آلی به قندها در طی فرآیند تنفس باشد [۳۳]. مواد جامد محلول در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان کمتر از میوه‌های شاهد می‌باشد. اثر پوشش خوراکی و اسید سالیسیلیک در کند کردن روند افزایشی میزان مواد جامد

تنفس و تولید اتیلن می‌باشد، در نتیجه باعث کاهش مصرف اسیدهای آلی بعنوان یک سوسترای تنفسی می‌شود [۳۸] و [۴۲]. نتایج دیگر محققین نیز تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش مصرف و حفظ اسیدهای آلی در میوه [۱۸، ۳۳، ۳۵ و ۴۲] را نشان می‌دهد. همچنین تأثیر پوشش خوراکی در حفظ اسیدیته قابل تیترا بامیه [۲۵] قبلاً گزارش شده است که مطابق با یافته‌های تحقیق حاضر است.

۳-۶- اسید آسکوربیک (ویتامین ث)

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که افزایش غلظت اسید سالیسیلیک و موسیلاژ موجب افزایش و زمان انبارمانی، باعث کاهش اسید آسکوربیک میوه‌های بامیه شد (جدول ۲، ۳ و ۴). در طول دوره انبارداری میوه‌ها، اسید سالیسیک به طور معنی‌داری روند کاهش اسید آسکوربیک میوه‌ها را کند کرد (جدول ۵).

اسید آسکوربیک یکی از پارامترهای مهم کیفی است که به تجزیه شدن به علت اکسید شدن در طی فرآیند فراوری و نگهداری در انبار بسیار حساس است [۳۸]. به‌طورکلی، میزان اسید آسکوربیک با افزایش مدت انبارمانی و پیری میوه‌ها کاهش می‌یابد [۱۸ و ۴۳]. کاهش روند از دست دادن ویتامین ث در مواد غذایی با پوشش‌های خوراکی را می‌توان به علت تبادل پایین اکسیژن در این پوشش‌ها نسبت داد. دور نگه داشتن اکسیژن از غذا واکنش اکسیداسیون ویتامین ث را به تأخیر می‌اندازد [۴۳]. اثر مثبت پوشش ژل آلوه ورا با موسیلاژ ریحان بر حفظ ویتامین ث در زردآلو [۲۱] قبلاً گزارش شده است. اسید سالیسیلیک نقش اساسی در فعال کردن سیستم آنتی اکسیدانی در گیاه دارد و تأثیر آن را در افزایش آسکوربیک اسید میوه می‌تواند به این علت باشد [۱۸]. نقش اسید سالیسیلیک در حفظ ویتامین ث میوه هلو [۳۷]، زردآلو [۱۸] و کیوی [۴۴] نیز گزارش شده است که با نتایج پژوهش ما هم خوانی دارد.

محلول میوه‌ها می‌تواند به دلیل کند شدن تنفس و فعالیت‌های متابولیکی مانند کاهش تجزیه دیواره سلولی باشد و از اینرو فرآیند رسیدگی و پیری میوه به تأخیر می‌افتد [۱۸]. تحقیقات دیگر محققین نیز نشان داده است که تیمار اسید سالیسیلیک موجب تأخیر در افزایش مواد جامد محلول میوه‌ها می‌شود [۲، ۱۸، ۲۲، ۳۳ و ۳۵]. همچنین تأثیر پوشش‌های خوراکی نیز در جلوگیری از افزایش میزان مواد جامد محلول بامیه گزارش شده است [۲۶] که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

۳-۵- اسیدیته قابل تیتراسیون

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که، میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها در طی دوره انبارداری کاهش یافت (جدول ۴). کمترین میزان اسیدیته قابل تیتراسیون میوه‌ها در تیمارهای بدون اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان مشاهده شد (جدول ۲ و ۳). هم چنین بیشترین میزان اسیدیته در طی انبارمانی در میوه‌های تیمار شده با اسید سالیسیلیک ۴ میلی مولار (جدول ۵) و پوشش موسیلاژ ۰/۳٪ (جدول ۶) ثبت گردید. اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان به طور معنی‌داری روند کاهشی اسیدیته قابل تیترا را کند کردند (جدول ۵ و ۶). براساس نتایج دیگر محققین اسیدهای آلی میوه بامیه در طی انبارمانی در فرآیند تنفس مصرف می‌شود و در نتیجه کاهش می‌یابد [۲۶]. پوشش‌های خوراکی با کاهش نفوذپذیری گازها موجب کاهش میزان تنفس می‌گردند و در نتیجه از مصرف و کاهش اسیدهای آلی (که در طی رسیدگی و نگهداری میوه‌ها به عنوان سوسترای تنفسی استفاده می‌گردند) جلوگیری به عمل می‌آورند [۲۹] و میوه‌های دارای پوشش به دلیل تأثیر پوشش‌های خوراکی در جلوگیری از افت وزن و کاهش تنفس دارای مقادیر بالاتری از اسیدیته قابل تیترا می‌باشند [۲۴ و ۲۹]. کاربرد اسید سالیسیلیک تأثیر معنی‌داری بر میزان اسیدهای آلی داشت که به دلیل تأثیر اسید سالیسیلیک در کاهش میزان

۳-۷- جذابیت ظاهری

با توجه به نتایج به دست آمده، تیمارهای مورد آزمایش ظاهر میوه را تحت تأثیر قرار دادند به طوری که در تیمارهای اسید سالیسیلیک و پوشش موسیلاژ ریحان افزایش غلظت موجب حفظ بهتر کیفیت ظاهری میوه شد هرچند که تفاوت آماری معنی داری بین غلظت ۰/۳٪ با ۰/۲٪ موسیلاژ ریحان وجود نداشت (جدول ۲ و ۳). افزایش زمان انبارمانی موجب کاهش کیفیت ظاهری میوه‌ها گردید (جدول ۴). در طی انبارمانی بهترین کیفیت ظاهری میوه در زمان‌های مشابه مربوط به با بالاترین غلظت اسید سالیسیلیک (۴ میلی مولار) بود (جدول ۵). میوه‌های فاقد پوشش و بدون تیمار اسید سالیسیلیک در طی ۱۶ روز نگهداری کاملاً کیفیت ظاهری خود را از دست دادند اما میوه‌های تیمار شده با غلظت‌های بالای موسیلاژ و اسید سالیسیلیک از کیفیت خوب و بازارپسندی لازم برخوردار بودند (جدول ۵ و ۶). ارزیابی‌های کیفیت ظاهری یکی از مهم‌ترین شاخص‌های بازارپسندی برای محصولات باغی می‌باشد و برای اهدافی مانند پذیرش محصول از نظر مصرف کننده و انتخاب بهترین تیمار و یا روش‌ها برای نگهداری و حفظ کیفیت محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد. گزارش شده است که اسید سالیسیلیک به‌طور مؤثری تنفس در میوه‌های برداشت شده را کاهش می‌دهد [۹]. کاهش فعالیت‌های متابولیکی میوه باعث کاهش از دست رفتن آب میوه و میزان کربوهیدرات‌ها می‌شود و به‌طور مؤثری فرآیند پیری میوه را به تأخیر می‌اندازد [۴۴]. همچنین برخی پوشش‌های خوراکی در حفظ ماندگاری، ترکیبات غذایی و کیفیت ظاهری بسیاری از محصولات مؤثر بوده‌اند [۱۹]. نتایج به دست آمده از این پژوهش با گزارشات قبلی در میوه زردآلو [۱۸] مطابقت دارد.

inhibitory effects on digestive enzymes of okra (*Abelmoschus esculentus*) fruit at different maturation stages. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (3):1275- 1286.

۴- نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد که، طی ۱۶ روز انبارمانی، خصوصیات ظاهری و کیفی اندازه گیری شده بامیه روندکاهشی شدیدی داشتند که نشان‌دهنده حساسیت و عمر انبارمانی و ماندگاری کم این محصول می‌باشد. تیمارهای اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان روند کاهش وزن، سفتی بافت، اسیدیته قابل تیتراسیون، اسید آسکوربیک، کلروفیل کل و کارتنوئیدها و کیفیت ظاهری میوه را کند کردند همچنین افزایش مواد جامد محلول میوه را به طور معنی‌داری کاهش دادند. کیفیت ظاهری میوه‌های بدون تیمار در طی انبارمانی به شدت کاهش یافت اما میوه‌های تیمار شده با افزایش غلظت موسیلاژ ریحان و تیمار اسید سالیسیلیک نمره بالاتری توسط ارزیابها کسب کردند. به طوری که تیمارهای اسید سالیسیلیک (۴ میلی مولار) و پوشش خوراکی موسیلاژ ریحان (۰/۳ درصد) بیشترین تأثیر مثبت معنی‌دار را در حفظ خصوصیات کیفی و ظاهری بامیه داشتند. براساس نتایج بدست آمده، می‌توان از اسید سالیسیلیک و موسیلاژ ریحان به عنوان یک ترکیب طبیعی و پوشش خوراکی به طور تجاری جهت افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت بامیه استفاده نمود.

۵- تقدیر و تشکر

بدین وسیله از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که حمایت مالی و اجرایی این تحقیق را به عهده داشته‌است سپاسگزاری می‌نمایند.

۶- منابع

[1] Shen, D.D., Li, X., Qin, Y.L., Li, M.T., Han, Q.H., Zhou, J., Lin, S., Zhao, L., Zhang, Q., Qin, W., and Wu, D.T. (2019). Physicochemical properties, phenolic profiles, antioxidant capacities, and

- [2] Rai, D.R., and Balasubramanian, S. (2009). Qualitative and Textural Changes in Fresh Okra Pods (*Hibiscus esculentus* L.) under Modified Atmosphere Packaging in Perforated Film Packages. *Food Science and Technology International*, 15 (2):131- 138.
- [3] Fajinmi, A. A., and Fajinmi, O. B. (2010). Incidence of okra mosaic virus at different growth stages of okra plants [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] under tropical condition. *Journal of General and Molecular Virology*, 2 (1): 028- 031.
- [4] Moekchantuk, T., and Kumar, P. (2004). *Export Okra Production in Thailand*, Intercountry Programme for Vegetable IPM in South & SE Asia Phase II Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok, Thailand.
- [5] Babarinde, G., and Fabunmi, O.A. (2009). Effects of packing materials and storage temperature on quality of fresh okra (*Abelmoschus esculentus* L.) fruit. *Agricultura Tropica et Subtropica*, 42. 151-156.
- [6] Finger, F., Dlla-Justina M.E., Casali V.W., and Puiatt, M. (2008). Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. *Scientia Agricola*, 65 (1): 312- 313.
- [7] Noonim, A., and Venkatachalam, K. (2022). Combination of salicylic acid and ultrasonication for alleviating chilling injury symptoms of longkong. *Food Quality and Safety*, 6: 1- 14.
- [8] Mahdi, J., Al-Musayeib, N., Mahdi, E. and Pepper, C. (2013). Pharmacological importance of simple phenolic compounds on inflammation, cell proliferation and apoptosis with a special references to β -d-salicin and hydroxybenzoic acid. *European Journal of Inflammation*, 11 (2): 327-336.
- [9] Aghdam, M. S., Asghari, M., Babalar, M., and Sarcheshmeh, M. A. A. (2016). Impact of salicylic acid on postharvest physiology of fruits and vegetables. In *Eco-Friendly Technology for Postharvest Produce Quality* (pp. 243-268): Elsevier.
- [10] Ezzat, A., Ammar, A., Szabó, Z., and Holb, I.J. (2017). Salicylic acid treatment saves quality and enhances antioxidant properties of apricot fruit. *Horticultural Science*, 44 (2):73- 81.
- [11] Youryon, P., Supapvanich, S., and Wongs-Aree, C. (2019): Internal browning alleviation of Queen pineapple cv. 'Sawi' under cold storage using salicylic acid or abscisic acid peduncle infiltration. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 94 (6): 744- 752.
- [12] Zhang, W.P., Jiang, B., Lou, L.M., Lu, M.H., Yang, M., and Chen, J.F. (2011). Impact of salicylic acid on the antioxidant enzyme system and hydrogen peroxide production in *Cucumis sativus* under chilling stress. *Zeitschrift Für Naturforschung*, 66: 413- 422.
- [13] Koyuncu, M. A., Güneçli, A., Erbaş, D., Onursal, C. E., and Seçmen, T. (2018). Combined Effects of MAP and Postharvest Salicylic Acid Treatment on Quality Attributes of Dill (*Anethum graveolens* L.) Bunches during Storage. *Journal of Agricultural Sciences*, 24 (3): 340-348.
- [14] Sayyari, M., Babalar, M., Kalantari, S., Serrano, M., and Valero, D. (2009). Effect of salicylic acid treatment on reducing chilling injury in stored pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, 53, 152- 154.
- [15] Sanches, A., and Repolho, R. (2022). Exogenous salicylic acid preserves the quality and antioxidant metabolism of avocado 'Quintal' cultivar. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 5 (1): 79- 92.
- [16] Kumar, D., Mishra, D.S., Chakraborty, B., and Kumar, P. (2013). Pericarp browning and quality management of litchi fruit by antioxidants and salicylic acid during ambient storage. *Journal of Food Science and Technology*, 50 (4): 797- 802.
- [17] Hanif, A., Ahmad, S., Shahzad, S., Liaquat, M., and Anwar, R. (2020). Postharvest application of salicylic acid reduced decay and enhanced storage life of papaya fruit during cold storage. *Food Measure*, 14: 3078- 3088.
- [18] Ardakani, E., Davarynejad, G. H., and Azizi, M. (2013). Evaluation of salicylic acid and temperature treatments on storability, postharvest quality and antioxidant activity of apricot (*Prunus armeniaca* cv. 'Lasgerdi') Fruit. *Journal of Horticultural Science*, 27(3): 326-334.
- [19] Porta, R., Rossi-Marquez, G., Mariniello, L., Sorrentino, A., Giosafatto, V., Esposito, M., and Di Pierro, P. (2013). Edible Coating as Packaging Strategy to Extend the Shelf-life of Fresh-Cut Fruits and Vegetables. *Journal of Biotechnology & Biomaterials*, 4 (3): e124.
- [20] Karimi, N., and Kenari, R. E. (2015). Functionality of Coatings with Salep and Basil Seed Gum for Deep Fried Potato Strips. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 93 (2): 243-250.

- [21] Nourozi, F., and Sayyari, M. (2020). Enrichment of *Aloe vera* gel with basil seed mucilage preserve bioactive compounds and postharvest quality of apricot fruits, *Scientia Horticulturae*, 262: 109041.
- [22] Tabaestani, H. S., Sedaghat, N., Pooya, E. S., and Alipour, A. (2013). Shelf life improvement and postharvest quality of cherry tomato (*Solanum lycopersicum* L.) fruit using basil mucilage edible coating and cumin essential oil. *International Journal of Agronomy and Plant Production*, 4 (9): 2346- 2353.
- [23] Jiyue, W., Denghong, Sh., Yu, B., Bochen, O., and Yan, L. (2020). Effects of chitosan treatment on the texture parameters of okra fruit (*Abelmoschus esculentus* L. (Moench)). *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 12: 66-75.
- [24] Hajivand-Ghasemabadi, S., Zare-Bavani, M., and Noshad, M. (2022). The influence of gelatin, aloe gel and chitosan coatings on physicochemical characteristics of fresh-cut persian shallot during storage. *Journal of food science and technology*, 18 (119): 169- 182. (In Persian)
- [25] Liu, Y., Feng, X., Zhang, Y., Zhou, F., and Zhu, P. (2021). Simultaneous changes in anthocyanin, chlorophyll, and carotenoid contents produce green variegation in pink-leaved ornamental kale. *BMC Genomics*, 22: 455.
- [26] Heydarian, A., Ahmadi, E., Dashti, F., and Normohammadi, A. (2022). Evaluation of Mechanical and Chemical Parameters of Okra with Chitosan Coating in Nano Packaging Films and Atmospheric Modified Conditions. *Journal of Agricultural Machinery*, 12 (4): 600- 612. (In Persian)
- [27] Klein, B. P., and Perry, A. K. (1982). Ascorbic acid and vitamin A activity in selected vegetables from different geographical areas of the United States. *Journal of Food Science*, 47(3): 941- 945.
- [28] Ngure, J.W., Aguyoh, J.N. and Gaoquiong, L. (2008). Effect of storage temperatures and hot water dipping on post-harvest characteristics of Okra. *Journal of Applied Biosciences*, 6 (2): 173- 179.
- [29] Hosseini, H, Akhavan, H, Balvardi, M, Bagheri, P, and Pakzad-Moghadam, M. (2019). Effect of *Aloe vera* gel coating containing green tea extract and salicylic acid on the shelf life of Mazafati date. *Journal of food science and technology*, 16 (88): 47- 60. (In Persian)
- [30] Zhang, Q. (2004). Effects of polyamines and salicylic acid postharvest storage of Ponkan mandarin. *Acta Horticulturae*, 632: 317- 320.
- [31] Maringgal, B., Hashim, N., Tawakkal, I.S.M.A., and Mohamed, M.T.M. (2020). Recent advance in edible coating and its effect on fresh/fresh cut fruits quality. *Trends in Food Science and Technology*, 96: 253- 267.
- [32] Ranjbaran, E., Sarikhani, H., Wakana, A., and Bakhshi, D. (2011). Effect of salicylic acid on storage life and postharvest quality of grape (*Vitis vinifera* L. cv. Bidaneh Sefid). *Journal of the Faculty of Agriculture, Kyushu University*, 56 (2): 263- 269.
- [33] Mahidashti, F., and kamiab, F. (2018). Interaction of Salicylic Acid and Mentha Extraction on Increasing of Postharvest Life and Decreasing of Post-harvest Rots of Banana (*Musa sapientum* cv. Dwarf Cavendish). *Research Achievements for Field and Horticulture Crops*, 7 (1): 1- 15.
- [34] 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. *Scientia Horticulturae*, 124: 40- 45.
- [35] Shah, S. T., Basit, A., Ullah, I., Sajid, M., Ahmad, I.; Ahmad, I., Areeb, M., Sanaullah, K., Ullah, I., and Muhammad, B. (2020). Influence of edible coatings and storage duration on post-harvest performance of plum. *Pure and Applied Biology*, 10 (1): 81- 96.
- [36] Srivastava, M. K., and Dwivedi, U. N. (2000). Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *Plant Science*, 158: 87- 96.
- [37] Tareen, M., Abbasi, N., and Hafiz, I. (2012). Effect of salicylic acid treatment on storage life of peach fruits CV'. *Flordaking. Pakistan Journal of Botany*, 44: 119- 124.
- [38] El-Abbasy, U. K., El-Khalek, A. F. A., and Mohamed, M. I., (2018). Postharvest applications of 1-methylcyclopropene and salicylic acid for maintaining quality and enhancing antioxidant enzyme activity of apricot fruits cv. "caninoa" during cold storage. *Acta Horticulture*, 880: 525- 532.

- [39] Modares, B., Ramin, A. A., and Ghobadi, C. (2014). Effect of 1-MCP on storage and shelflife of strawberry fruits (*Fragaria xananassa* Cv. Camarossa). *Journal of Crop Production and Processing*, 4 (11): 253- 268
- [40] Koca, N., Karadeniz, F., and Burdurlu, H. S. (2007). Effect of pH on chlorophyll degradation and colour loss in blanched green peas. *Food Chemistry*, 100 (2): 609-615.
- [41] Yadav, N., Singh, A.K., Emran, T.B., Chaudhary, R.G., Sharma, R., Sharma, S., and Barman, K. (2022). Salicylic acid treatment reduces lipid peroxidation and chlorophyll degradation and preserves quality attributes of pointed gourd fruit. *Journal of Food Quality*, 2022: 1-7.
- [42] Dorostkar, M., Moradinezhad, F., and Ansarifard, E. (2019). Effect of postharvest application of salicylic acid, oxalic acid and nitric oxide on improving qualitative properties and extending the shelf life of fresh apricot fruit cv. 'Sharoudi'. *Journal of Food Science and Technology*, 16 (92): 177- 189 (In Persian).
- [43] Ayranci, E., and Tunc, S. (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 87 (3): 339- 342.
- [44] Zhang, Y., Kunsong, C.H., Zhang, S., and Ferguson, I. (2003). The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*, 28: 67- 74.



Scientific Research

Effects of salicylic acid and sweet basil mucilage on some postharvest quality indices of okra (*Abelmoschus esculentus* L.)Sasan Dinarvand¹, Mohammadreza Zare-Bavani^{2*}

1- Master's graduate. Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

2- Assistant professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Iran.

ABSTRACT

The use of edible coatings to preserve fruits and vegetables during storage has attracted increasing attention. Also, salicylic acid has been used as an anti-ethylene and antimicrobial compound to improve the postharvest life of some crops. In this study, the effects of different concentrations of salicylic acid (0, 1, 2, and 4 mM) and sweet basil mucilage (0, 0.1, 0.2, and 0.3 percent) on the postharvest quality of okra during storage at 10 °C were evaluated. The results showed that increasing the storage time decreased the quality characteristics of okra. Sweet basil mucilage and salicylic acid treatments were significantly effective on maintaining the quality characteristics of okra. The highest levels of fruit firmness, soluble solids, titratable acidity, ascorbic acid, visual appearance, and the lowest weight loss were obtained in the 0.3% sweet basil mucilage and 4 mM salicylic acid treatments. Okra without coating and salicylic acid treatment completely lost its appearance quality during 16 days of storage but okra treated with high concentrations of salicylic acid and mucilage had good quality and required marketability. As a result, sweet basil mucilage and salicylic acid can be used as effective treatments to maintain the quality aspects of okra for a more extended period.

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 2023/1/25

Accepted: 2023/7/29

Keywords:

Ascorbic acid,

Physiological weight loss,

Soluble solids,

Visual appearance

DOI: 10.22034/FSCT.20.141.112**DOR:** 20.1001.1.20088787.1402.20.141.8.6

*Corresponding Author E-Mail:
mzarebavani@asnrukh.ac.ir