تاثیر موسیلاژ پنیرک ،کربوکسی متیل سلولز وکاربندازیم در حفظ کیفیت و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه گوجه فرنگی طی انبارمانی

محدثه کامرانی مهنی[۱]، بهنام بهروزنام[۲*]، عبدالکریم اجرایی[۳]، کاوس ایازپور[٤]

۱-دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۲- استادیار، گروه باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

۳-استادیار، گروه خاکشناسی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

٤-استادیار، گروه آسیب‌شناسی گیاهی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: bbehrooznam@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱٤۰۳/۳/۲٦- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۳/٦/۳۱)

چکیده

انبارمانی یکی از مهم‌ترین پروسه‌ی نگهداری از محصولات از بازه‌ی برداشت تا مصرف آن است. معمولاً روش‌های مختلفی برای نگهداری محصول در انبار وجود دارد، که بسته به نوع محصول، متفاوت است. در این بین، باید کنترل کاملی بر روی بیماری‌های پس از برداشت محصول هم وجود داشته باشد. به همین منظور بررسی اثر پوشش‌های خوراکی بر حفظ کیفیت و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه‌ی گوجه فرنگی رقم ٤۱۲۹ طی انبارمانی، آزمایشی به صورت طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار، که هر تکرار شامل ۲ میوه بود، انجام شد. در این آزمایش کربوکسی متیل سلولز در ۳ سطح (۰/٥، ۰/۷٥، ۱ درصد و شاهد)، موسیلاژپنیرک در ۳ سطح (۰/٥، ۱ و۱/٥ و شاهد)، تیمار با کاربندازیم به عنوان فاکتور اصلی اول و زمان نمونه برداری در ٦ سطح ۰، ۸، ۱٦، ۲٤، ۳۲ و ٤۰ روز پس از انتقال میوه‌ها به انبار سرد به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که کمترین میزان کاهش وزن میوه در تیمار کاربندازیم ۱ (۳/٥)، بیشترین میزان اسیدهای آلی در روز اول نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۰/٥ (۱٦۷)، بیشترین میزان مواد جامد محلول در ۸ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۱/٥ (٦/۸۰ درصد)، بیشترین میزان سفتی بافت میوه در ۲٤ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۰/٥ (۲/۹۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع)، بیشترین میزان لیکوپن در ۸ روز نگهداری در تیمار کربوکسی متیل ۰/۷٥ مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۹۲/٦ درصد افزایش داشت. همچنین بیشترین میزان فلاونوئید در ۲٤ روز نگهداری در تیمار کربوکسی متیل ۱ (۰/۳۹۹ میلی‌گرم) مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ۸ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۱ (۰/۹٤۲ درصد) مشاهده گردید. در نهایت نتیجه گرفتند که پوشش‌های خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز، موسیلاژپنیرک باعث کند شدن روند کاهشی در صفت‌های مورد بررسی داشتند. اما تیمار گوجه‌فرنگی با کاربندازیم در سطح ۱/٥ درصد باعث افزایش بیشترین تاثیرات در صفت‌های مورد بررسی شدند.

کلمات کلیدی: پوشش خوراکی، گوجه‌فرنگی، سفتی بافت، فنل و فلاونوئید

مقدمه

یکی از محبوب‌ترین، پرمصرف‌ترین سبزیجات در سراسر جهان، گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum*) است (Karki & Dawadi, 2022). گوجه فرنگی از خانواده Solanaceae است و بومی غرب آمریکای جنوبی و مرکزی است. گوجه فرنگی محصولی با فصل رشد کوتاه و عملکرد بالاتر است. گوجه فرنگی که سرشار از ویتامین ها، مواد معدنی، اسیدهای آمینه حیاتی، کربوهیدرات ها و فیبرهای غذایی است، از یک رژیم غذایی سالم و متعادل حمایت می کند. علاوه بر ویتامین C، محصولات گوجه فرنگی حاوی ویتامین K، پتاسیم و فولات نیز هستند. به دلیل محتوای بالای لیکوپن و سایر کاروتنوئیدها، گوجه فرنگی دارای خواص آنتی اکسیدانی قوی است (Lenore & Susan, 2000). ماندگاری گوجه فرنگی بسیار کوتاه است و بسیار فاسد شدنی است. برای کاهش تلفات تولید گوجه فرنگی در سراسر جهان، روش‌های مدیریت پس از برداشت بسیار مهم است. روش‌های نگهداری گوجه فرنگی پس از برداشت برای برآوردن نیاز جمعیت رو به رشد به غذا با کاهش تلفات ضروری است. حمل و نقل، بسته بندی، انبارداری، توزیع، بازاریابی و سایر عملیات پس از برداشت میوه و سبزیجات، از جمله گوجه فرنگی را شامل می شوند. کاهش تلفات پس از برداشت یکی از اهداف روش های مدیریت پس از برداشت است که دارای مزایای اقتصادی، بهداشتی، بازار، کیفیت بهتر و حفظ است. کیفیت و ماندگاری میوه‌ها و سبزیجات با روش‌های مدیریت پس از برداشت مانند برداشت، پیش سرد کردن، خنک‌کردن، تمیز کردن، و ضدعفونی کردن، دسته‌بندی و درجه‌بندی و حمل و نقل بسیار افزایش می‌یابد (Arah *et al*., 2016).

در سال‌های اخیر تمایل مصرف‌کنندگان به محصولات غذایی با کیفیت بهتر و دسترسی آسان‌تر رو به افزایش است، رشد میکروبی، تغییرات شیمیایی و اکسیداتی مهمترین عوامل کاهش دهنده کیفیت فرآورده های غذایی در طی فرآیند نگهداری می باشند که در صورت به تاخیر لنداختن یا ممانعت از آن ها عمر نگهداری محصولات غذایی افزایش چشمگیری پیدا می‌کند. یکی از این روش‌ها استفاده از پوشش های خوراکی است.

سلولز از فراوان‌ترین و ارزان‌ترین منابع گیاهی تجدیدپذیر است که قابلیت بازیافت دارد و ساختار اولیه در گیاهان سبز را تشکیل می‌دهد. از این بیوپلیمر به سختی می‌توان برای پوشش استفاده نمود، زیرا در آب نامحلول و دارای ساختاری کریستالی است. برای متورم نمودن ساختمان سلولز در آب از قلیا استفاده می‌شود. سپس با اسیدکلرواستیک، کلرورمتیل یا اکسیدپروپیلن ترکیب شده، کربوکسی متیل سلولز (CMC)، متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز حاصل می‌گردد. پوشش‌های مشتقات سلولز، نسبتا مقاوم در برابر نفوذ آب هستند و تحت تأثیر روغن‌ها و چربی‌ها و اغلب حلال‌های آلی غیرقطبی قرار نمی‌گیرند (Park & Chinnan, 1995). یکی از مشتقات مهم سلولز، کربوکسی متیل سلولز است که از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرواستیک تولید می‌شود. سلولز به علت ساختار شیمیایی خاص خود، بسیارکریستالی و نامحلول است اما کربوکسی متیل سلولز محلول در آب بوده و به تنهایی فیلم‌های

انعطاف‌پذیر و مستحکمی را تشکیل می‌دهد. همچنین کربوکسی متیل سلولز یکی از ارزان‌ترین زیست پلیمرها است که بصورت صنعتی تولید می‌شود (Phan *et al*., 2002). نتایج به دست آمده از مطالعه‌ای که تاثیر نانو اکسید روی و کربوکسی متیل سلولز بر روی آریل های انار در مدت انبارداری بررسی شد، نشان داد که در این میوه‌ها میزان آنتوسیانین، اسیدآسکوربیک، فنل کل و فعالیت آنتی اکسیدانی نسبت به تیمارشاهد بیشتر بود و میزان افت وزن، به طور قابل توجهی در این تیمارها کاهش یافت (Arah *et al*., 2016).

کاربندازیم قارچ‌کشی از گروه بنزوایمیدازول‌ها می‌باشد. نام‌های دیگر آن کاربندازول، استمپور، باویستین، دلسن و کوستوس است. این قارچ کش بیشتر به صورت پودر یا کریستالهای بیرنگ و بی بو موجود است که معمولاً به رنگهای سفید یا شیری و گاهی نیز به رنگهای صورتی و قرمز مشاهده می‌شود. البته نوع مایع کاربندازیم نیز در بازار وجود دارد. کاربندازیم قارچکشی سیستمیک می‌باشد که از طریق ریشه و برگ جذب گیاهان می‌شود. قارچ کش کاربندازیم از طریق ریشه و نسوج سبز گیاه جذب شده و به دلیل دارا بودن اثر سیستماتیک بر تمام اندام‌های داخلی تاثیر گذاشته و برای گیاه حالت حفاظتی و پیشگیری از عوامل آلوده کننده بیماری زا را فراهم می‌کند. کاربندازیم به عنوان ضدعفونی کننده بذر و بستر کشت قبل از کاشت نیز به کار می‌رود (Farhadi Sadr *et al*., 2021). نتایج بدست آمده از تحقیق (Farhadi Sadr *et al*., 2021) نشان داد که غلظت‌های قارچکش کاربندازیم باعث کاهش رشد قارچ ورتیسیلیوم گردید و قادر به بازدارندگی آن در سطح آزمایشگاه شد و با افزایش غلظت قارچکش، سرعت رشد و پراکنش آن نیز کاهش قابل ملاحظه‌ای داشت.

قارچ‌ها از جمله میکروارگانیسم‌هایی هستند که به ساقه، ریشه یا برگ گیاه می‌چسبند و به دلیل دیواره محکم بسیار زیادشان به راحتی از بین نرفته و باعث مرگ گیاه می‌شوند. راه حل مقابله با قارچ‌ها استفاده از قارچ کش‌هاست. قارچ‌کش کاربندازیم که همان متابولیت بنومیل است یک سم سیستمیک است که کاربرد گسترده‌ای دارد. سموم دفع آفات سیستمیک سمومی هستند که در گیاهان جذب شده و در سراسر بافت گیاه پخش می‌شوند و به ساقه، برگ، ریشه و میوه یا گل گیاه می‌رسند. این نوع از سموم محلول در آب هستند، بنابراین با جذب آب و انتقال آن به بافت‌های آن به راحتی از طریق آوندها در سراسر گیاه حرکت می‌کنند. از قارچ‌کش کاربندازیم برای کنترل بیماری‌های گیاهی در غلات و میوه هایی از جمله مرکبات، موز، توت فرنگی، آناناس و سیب استفاده می‌شود. قارچ‌کش کاربندازیم برای سانسوریا و سایر گیاهان آپارتمانی نیز کاربرد دارد (Farhadi Sadr *et al*., 2021).

موسیلاژها هم هتروپلی ساکاریدهای متشکل از گالاکتوز، گزایلوز، آرابینوز، رامنوز و گالاکتورونیک اسید با وزن مولکولی بالا و غیرمحلول در الکل هستند که از آن به‌عنوان پوشش خوراکی میوه‌ها و سبزی‌ها جهت افزایش عمر نگهداری محصولات کشاورزی استفاده می‌شود (Pakravan *et al*., 2007).

پنیرک با نام علمی *Malva neglecta* و *Malva sylvestris* از خانواده Malvaceae می‌باشد

(Pakravan *et al.*, 2007). موسیلاژ گیاهان معمولاً در ناحیه اپی درم قرار دارد. همه گونه‌های پنیرک در دمبرگ‌ها هم دارای موسیلاژ هستند. در پژوهشی موسیلاژ موجود در برگ‌ها و دمبرگ‌های *Malva neglecta* به‌ترتیب ۲٦/۱٤ و ۲۱/۷٤٪ گزارش شده است (Pakravan *et al.*, 2007). استفاده از پوشش‌های خوراکی (کیتوزان+موسیلاژ +لوان)، کاهش وزن، انتشار اتیلن، سرعت تنفس و مقدار میوه های غیرقابل فروش را به حداقل رساند و سنتز لیکوپن در گوجه‌فرنگی را کند کرد. حداقل کاهش وزن و مقدار میوه غیرقلبل فروش در تیمار پوشش CS-MCLG-LVN تعیین شد. در این پژوهش نتیجه گرفتند که پوشش‌های خوراکی CS-LVN، CS-MCLG و CS-MCLG-LVN کیفیت پس از برداشت گوجه فرنگی را برای ۳۰ روز حفظ کردند(Yu *et al.*,2023)گزارش کردند که مواد جامد محلول، اسیدیته قابل تیتراسیون، سفتی، محتوای ویتامین C، محتوای لیکوپن و فعالیت های آنتی اکسیدانی گوجه فرنگی گیلاسی پس از برداشت تیمار شده با پوشش کیتوزان نیز سطوح بالاتری را نشان دادند. محصولات تازه خوری میوه ها و سبزیجات، تحت فرآوری کمینه و یا ملایم قرار میگیرند، اما این فرآوری‌ها (پوست- گیری، شستوشو، برش و...). با تغییر یکپارچگی آنها، سبب بروز اثرات منفی کیفی مانند قهوه‌ای شدن، توسعه بدطعمی، تجزیه بافت، تکثیر میکروارگانیسم ها و در نتیجه کاهش زمان ماندگاری می‌شود. روش های مختلفی مانند اتمسفر اصلاح شده، مهارکننده های آنزیم و قهوه ای شدن، تثبیت کننده بافت و غوطه وری در محلول های ضدمیکروبی جهت به تاخیر انداختن این اثرات منفی استفاده می‌شود .کاربرد هر یک از این روش‌ها مزایا و اشکالاتی دارد. به همین دلیل، توسعه روش‌های نوین حفظ و نگهداری برای بهبود کیفیت و ماندگاری محصولات تازه خوری میوه ها و سبزیجات ضروری است. بر همین اساس این پژوهش به بررسی تاثیر پوشش‌های خوراکی کربوکسی متیل سلولز، کاربندازیم، کیتوزان، موسیلاژ پنیرک و نانوکپسول اسانس رزماری در حفظ کیفیت و فعالیت آنتی اکسیدانی میوه گوجه فرنگی طی انبارمانی پرداخت.

مواد و روش‌ها

زمان و محل پژوهش

این پژوهش به منظور بررسی اثر پوشش‌های خوراکی بر فعالیت آنتی اکسیدانی و عمر پس از برداشت میوه ی گوجه فرنگی رقم ٤۱۲۹ در سال ۱٤۰۱ انجام گرفت. میوه های گوجه فرنگی مورد آزمایش از گلخانه‌ای در حومه تهران خریداری و بلافاصله به آزمایشگاه جهت اعمال تیمارها انتقال داده شد.

انتخاب و آماده سازی میوه های گوجه فرنگی

میوه های گوجه فرنگی در مرحله شکست رنگ برداشت شدند و سعی شد تا حد امکان از میوه‌های یکسان و هم اندازه برای پژوهش استفاده شود. ابتدا میوه‌های آسیب دیده جدا و فقط میوه‌های سالم انتخاب شدند. از میوه‌های گوجه فرنگی‌های آماده

شده برای هر آزمایش، تعداد ۱۰ عدد به طور تصادفی انتخاب و برای تعیین خصوصیات اولیه فیزیکوشیمیایی مورد آزمایش قرار گرفتند. مابقی نمونه‌ها نیز پس از اعمال تیمارهای آزمایشی و وزن شدن در کیسه های پلاستیکی و بسته بندی شده و به سردخانه واقع در آزمایشگاه کمک پژوهشی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی به منظور بررسی تاثیر کربوکسی متیل سلولز، موسیلاژپنیرک و کاربندازیم بر عمر پس از برداشت میوه گوجه فرنگی رقم۴۱۲۹ انتقال داده شدند.

نحوه‌ی اجرای تحقیق

این تحقیق به صورت ۲ آزمایش جداگانه به شرح ذیل انجام گرفت.

آزمایش اول

این آزمایش به منظور بررسی تاثیر پوشش های خوراکی و قارچکش کاربندازیم بر عمر پس از برداشت میوه گوجه‌فرنگی رقم ٤١٢٩ طی مدت ٤٠ روز نگهداری در انبار با دمای۱۰ درجه سانتیگراد انجام شد. نمونه برداری برای بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه‌ها در انبار سرد هر ۷ روز یک بار انجام شد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی شامل کاهش وزن، سفتی، مواد جامد محلول، اسید آلی، ویتامین ث، لیکوپن، فعالیت آنتی اکسیدانی کل اندازه‌گیری شدند. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی در ٤ تکرار، که هر تکرار شامل ۲ میوه بود، انجام شد. در این آزمایش کربوکسی متیل سلولز در ۳ سطح(۰/۵، ۰/۷۵، ۱ درصد و شاهد)، موسیلاژپنیرک در ۳ سطح(۰/۵، ۱ و۱/۵ و شاهد)، با کاربندازیم(به عنوان فاکتور اصلی اول و زمان نمونه برداری در ٦ سطح ۰، ۸، ١٦، ٢٤، ٣٢ و ٤٠ روز پس از انتقال میوه‌ها به انبار سرد به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. در هر بازه زمانی، میوه‌های مورد نظر پس از خروج از انبار به مدت ٢٤ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند و سپس شاخص‌های مورد نظر بر روی آنها اندازه گیری شد.

آزمایش دوم

این آزمایش به منظور بررسی تاثیر پوشش های خوراکی و قارچکش کاربندازیم بر عمر پس از برداشت میوه گوجه‌فرنگی رقم ٤١٢٩ طی مدت ٤٠ روز نگهداری در انبار با دمای۱۰ درجه سانتیگراد انجام شد. نمونه برداری برای بررسی تغییرات خصوصیات فیزیکو شیمیایی میوه‌ها در انبار سرد هر ۷ روز یک بار انجام شد. شاخص‌های فیزیکوشیمیایی شامل کاهش وزن، سفتی، pH، مواد جامد محلول، اسید آلی، شاخص طعم، ویتامین ث، میزان پوسیدگی، لیکوپن، فعالیت آنتی اکسیدانی کل اندازه‌گیری شدند. آزمایش به صورت طرح کاملا تصادفی در ٤ تکرار، که هر تکرار شامل ۲ میوه بود، انجام شد. در این آزمایش کربوکسی متیل سلولز در ۳ سطح (۰/۵، ۰/۷۵، ۱ درصد و شاهد)، موسیلاژپنیرک در ۳ سطح (۰/۵، ۱ و۱/۵ و شاهد)، با کاربندازیم (به‌عنوان فاکتور اصلی اول و زمان نمونه برداری در ٦ سطح ۰، ۸، ١٦، ٢٤، ٣٢ و ٤٠ روز پس از انتقال میوه‌ها به انبار سرد به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شدند. در هر بازه زمانی، میوه‌های مورد نظر پس از خروج از انبار به مدت ٢٤ ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند و سپس شاخص‌های مورد نظر بر روی آنها اندازه گیری شد.

کاربندازیم مورد استفاده از فروشگاه سم و کود تهیه شد. پس از تهیه محلول کاربندازیم، میوه‌های گوجه فرنگی به مدت ۳ دقیقه داخل محلول غوطه ور شدند، و سپس در معرض هوا خشک شدند، پس از آن میوه‌ها داخل بسته‌های پلاستیکی، که از قبل ۸ سوراخ در آنها تعبیه شده، قرار داده و درب پلاستیک‌ها را با دستگاه پرس نموده و پس از اتیکت گذاری، به آزمایشگاه انتقال داده شدند.

روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار (SAS 1.9) و مقایسه میانگین ها از طریق آزمون LSD در سطح احتمال ٪۵ صورت خواهد گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که صفات درصد کاهش وزن، اسیدآلی، مواد جامد محلول، سفتی بافت میوه، لیکوپن، ، فنل، فلاونوئید و فعالیت آنتی‌اکسیدان تحت تأثیر زمان، تیمار و اثر متقابل زمان و تیمار در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردیدند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس داده ها در رابطه با صفات مورد بررسی

صفت	منابع تغییر				ضریب تغییرات
	زمان (A) D.F=5	تیمار (B) D.F=10	اثرمتقابل AB D.F=50	خطا D.F=132	C.V%
	میانگین مربعات (M.S)				
کاهش وزن	۳۶۵۱۷/۶**	۳۲۴۳/۳**	۹۳۹/۳**	۲۰/۲	۱۰/۲
اسیدیته (عصاره میوه)	۰/۷۶۴**	۰/۱۲۹**	۰/۳۸۸**	۰/۰۴۳	۲۳/۰
اسید آلی	۰/۸۱۶**	۰/۰۸۰**	۰/۰۸۷**	۰/۰۰۴	۹/۶
سفتی بافت میوه	۳/۶۵۸**	۰/۶۰۵**	۰/۷۲۱**	۰/۱۵۱	۲۲/۰
ویتامین ث	۱۱۵/۴**	۱۱/۸**	۵/۵**	۰/۶	۹/۴
مواد جامد محلول	۴۷/۷۵**	۴/۵۲**	۵/۳۹**	۰/۳۵	۱۵/۲
لیکوپن	۰/۴۰۱**	۰/۰۵۳**	۰/۰۹۲**	۰/۰۱۶	۱۳/۹
درصد ماده خشک	۳/۰۰۹**	۰/۸۰۷**	۰/۸۳۰**	۰/۰۶۰	۱۶/۵
فعالیت آنتی اکسیدانی	۱/۳۳۱**	۰/۰۶۶**	۰/۰۵۷**	۰/۰۰۶	۱۸/۱
کارتنوئید	۴۰۴/۵**	۱۹/۲**	۷/۱**	۰/۵	۷/۱
پراکسیدهیدروژن	۰/۴۶۰**	۰/۱۳۹*	۰/۱۷۸**	۰/۰۶۶	۱۹/۵
فلاونوئید کل	۰/۰۱۰**	۰/۰۱۱**	۰/۰۳۳**	۰/۰۰۱	۱۳/۸
فنول	۰/۸۴۲**	۰/۰۵۷**	۰/۰۵۲**	۰/۰۰۸	۱۳/۲

ns، * و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

درصد کاهش وزن

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، درصد کاهش وزن میوه افزایش معنی‌داری یافت؛ به‌طوری که بیشترین میزان کاهش وزن میوه در ٤٠ روز نگهداری در تیمار شاهد با شستشوی آب و کمترین میزان کاهش وزن میوه در تیمار کاربندازیم ۱ مشاهده گردید؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمار ها در زمان‌های روز اول وهشتم نگهداری (به جزء شاهد و کربوکسی متیل) نداشت. در کل در طول نگهداری میوه تیمار کاربندازیم توانست درصد کاهش وزن میوه را نسبت به سایر تیمارها بیشتر کاهش دهد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر کاهش وزن

تیمار \ زمان (روز)	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤٠
شاهد بدون شستشو	۱۵/۷^{yzAB}	۲۲/۳^{uvwxy}	۲۰/۰^{wxyzA}	۷۲/۳^{ghi}	۷۷/۷^{fg}	۱۱٤/۰^{c}
شاهد با شستشوی آب	۱۵/۰^{zAB}	۲٦/۰^{rstuvw}	۲۲/۳^{uvwxy}	۸۹/۰^{e}	۱۰٤/۷^{d}	۱٦۷/۰^{a}
کربوکسی متیل ۰/۵	۱٦/۳^{xyzAB}	۲۳/۳^{tuvwx}	۲٤/۷^{stuvw}	٤۵/۳^{pq}	۱۲۱/۷^{b}	۱٦۵/۰^{a}
کربوکسی متیل ۰/۷۵	۱۲/۷^{B}	۲۵/۷^{rstuvw}	۳۰/۰^{rst}	٤٦/۰^{pq}	٦۸/۳^{ijkl}	۵۷/۰^{no}
کربوکسی متیل ۱	۱۲/۰^{BC}	۲۱/۰^{vwxyz}	۲٤/۷^{stuvw}	٤۱/۰^{q}	٦۹/۰^{ijkl}	٦۲/۷^{lmn}
موسیلاژ پنیرک ۰/۵	۱٤/۳^{zAB}	۱٦/۷^{xwzAB}	۲۷/۳^{rstuv}	۳۱/۷^{rs}	٦٤/۳^{jklm}	۱۱۳/۳^{c}
موسیلاژ پنیرک ۱	۱۲/۰^{BC}	۱۵/۰^{zAB}	۲۸/۰^{rstuv}	۳۲/۷^{r}	۷۱/۳^{ghij}	۷۰/۰^{ijk}
موسیلاژ پنیرک ۱/۵	۱۱/۷^{BC}	۱۳/۰^{AB}	۲۲/۷^{uvwxy}	۲٤/۰^{tuvw}	۷۷/۳^{fgh}	۷۰/۳^{hijk}
کاربندازیم ۱	۳/۵^{D}	۱۵/۷^{yzAB}	۳۰/۳^{rst}	۲۸/۷^{rstu}	۵۲/۳^{op}	۵۱/۷^{op}
کاربندازیم ۱/۵	۵/۰^{CD}	۱۲/۳^{B}	۲٤/۰^{tuvw}	۲۸/۳^{rstu}	۷۸/۰^{fg}	٦۳/۳^{klmn}
کاربندازیم ۲	٤/۰^{D}	۱۰/۳^{BCD}	۲۰/۰^{wxyzA}	۲٤/۰^{tuvw}	٦۱/۰^{mn}	۸۲/۰^{ef}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند. حروف بزرگ و کوچک یکسان نیستند (A≠a).

اسید آلی

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان اسید آلی کاهش یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر اسید آلی داشتند؛ به‌طوری که بیشترین میزان اسیدهای آلی در روز اول نگهداری در تیمار موسیلاژپنیرک ۰/۵ مشاهده گردید؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمار ها در روزهای ۱، ۸ و١٦ نگهداری (به جزء کربوکسی متیل ۰/۷۵) نداشت (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر اسید آلی

تیمار / زمان (روز)	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۰/۸۷۸^{ab}	۰/۸۰۸$^{a-g}$	۰/۷٦۱^{cdefg}	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۷٦۳^{cdefg}	۰/۷۸۰$^{b-g}$
شاهد با شستشوی آب	۰/۸٤٤$^{a-f}$	۰/۸۸٦^{ab}	۰/۸٤۷$^{a-f}$	۰/۸٤٥$^{a-f}$	۰/۷٥۷^{defg}	۰/٦٤۷^{hi}
کربوکسی متیل ۰/٥	۰/۸۱۸$^{a-g}$	۰/۸۰٦$^{a-g}$	۰/۷۸۰$^{b-g}$	۰/۸۸۲^{ab}	۰/۷۲۷^{gh}	۰/٤٦٥^{klm}
کربوکسی متیل ۰/۷٥	۰/۸۰٥$^{a-g}$	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۸۳۸$^{a-f}$	۰/۰۰۰^{o}	۰/٤۹۹^{jkl}	۰/٥٥۳^{ijk}
کربوکسی متیل ۱	۰/۷۸۷$^{a-g}$	۰/۸٥٦^{abcde}	۰/۷٦۸^{cdefg}	۰/۸۰۲$^{a-g}$	۰/۳٦۷^{m}	۰/٥۹۷^{ij}
موسیلاژ پنیرک ۰/٥	۰/۸۸۹^{a}	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۷٥۰^{efgh}	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۳۸٦^{m}	۰/۷۲۱^{gh}
موسیلاژ پنیرک ۱	۰/۸٦٤^{abcd}	۰/۸۷۸^{ab}	۰/۸۰۸$^{a-g}$	۰/۷۱۰$^{j-q}$	۰/۳٦۷^{m}	۰/٥۱۸^{jkl}
موسیلاژ پنیرک ۱/٥	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۸۸۲^{ab}	۰/۷۱۸^{gh}	۰/۷۱۸^{gh}	۰/٤٤۰^{lm}	۰/٤٥٥^{klm}
کاربندازیم ۱	۰/۸٦٦^{abc}	۰/۸٦۱^{abcd}	۰/۷۸۱$^{a-g}$	۰/٥۸٤^{ij}	۰/۸۰۸$^{a-g}$	۰/۰۰٦^{o}
کاربندازیم ۱/٥	۰/۸۱۳$^{a-g}$	۰/۸۱۸$^{a-g}$	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۷٥۷^{defg}	۰/۷٤۱^{fgh}	۰/۰۰۹^{o}
کاربندازیم ۲	۰/۸۰۳$^{a-g}$	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/۷۷۹$^{b-g}$	۰/۸۱٤$^{a-g}$	۰/٥۸۰^{ij}	۰/۱۳۷^{n}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ٥٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

مواد جامد محلول

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر مواد جامد محلول نشان داد که با افزایش زمان نگهداری تا روز ۸ام، مواد جامد محلول افزایش و سپس کاهش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر مواد جامد محلول داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری که بیشترین میزان مواد جامد محلول در ۸ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۱/٥ (٦/۸۰ درصد) مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۹۲/٦ درصد افزایش داشت، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار نانوکپسول رزماری ۸۰۰ نداشت. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول نیز در تیمارهای شاهد بدون شستشو، کاربندازیم ۱/٥ و ۲ در روز ٤۰ام نگهداری و تیمار کربوکسی متیل ۰/٥ در روز ۳۲ام و تیمار کربوکسی متیل ۱ در روز ۲٤ام نگهداری (۰ درصد) مشاهده گردید (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر مواد جامد محلول

تیمار / زمان (روز)	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۳/۵۳^{nopqr}	۵/۱۷$^{c-i}$	٤/۸۰$^{e-k}$	۵/۸۰^{bcd}	٤/۳۷$^{h-n}$	۰/۰۰^{x}
شاهد با شستشوی آب	٤/۹۳$^{c-k}$	٦/۲۳^{ab}	۵/۱۰$^{c-i}$	٤/۱۳$^{j-o}$	۳/۸۰^{mnop}	۳/۳۷^{opqr}
کربوکسی متیل ۰/۵	۵/۰۰$^{c-j}$	٤/۷۷$^{e-l}$	۵/۵۳$^{b-f}$	٤/٤۰$^{h-n}$	۰/۰۰^{x}	۲/۷۳^{rs}
کربوکسی متیل ۰/۷۵	۳/۷۷^{mnop}	۵/۸۳^{bc}	٤/۱۰$^{j-o}$	۵/۰۰$^{c-j}$	۵/٤۰$^{b-g}$	۲/۷۰^{rs}
کربوکسی متیل ۱	٤/۹۳$^{c-k}$	٤/۹۷$^{c-k}$	۵/٤۰$^{b-g}$	۰/۰۰^{x}	۱/۷۳^{tuvw}	۲/۷۳^{rs}
موسیلاژ پنیرک ۰/۵	۵/۱۰$^{c-i}$	٤/۷۷$^{e-l}$	۲/٤۰^{stu}	۳/۷۰^{mnopq}	۱/۲۰^{w}	٤/۵۳$^{g-m}$
موسیلاژ پنیرک ۱	٦/۲۳^{ab}	٤/۸۷$^{d-k}$	۳/۷۷^{mnop}	۵/۷۰^{bcde}	۲/۷۳^{rs}	۲/۲۷^{stuv}
موسیلاژ پنیرک ۱/۵	٤/٦۰$^{f-m}$	٦/۸۰^{a}	٤/٤۳$^{h-n}$	۲/٦۳^{rst}	۱/٤۰^{vw}	۱/۲۳^{w}
کاربندازیم ۱	٤/۷۷$^{e-l}$	٤/۸۷$^{d-k}$	٤/۹۷$^{c-k}$	٤/۳۳$^{h-n}$	۲/۸۰^{qrs}	۵/٦۰^{bcde}
کاربندازیم ۱/۵	٤/٤۷$^{l-w}$	٤/۲۳$^{i-o}$	٤/۰۳^{klmno}	۵/۲۷$^{c-h}$	۲/۹۳^{pqrs}	۰/۰۰^{x}
کاربندازیم ۲	٤/۳۳$^{h-n}$	۵/۰۰$^{c-j}$	۵/۰۳$^{c-j}$	۳/۸۳^{lmnop}	۱/٦۰^{uvw}	۰/۰۰^{x}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

سفتی بافت میوه

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر میزان سفتی بافت میوه نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، سفتی بافت میوه کاهش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر سفتی بافت میوه داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری که بیشترین میزان سفتی بافت میوه در ٢٤ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۰/۵ (۲/۹۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع) مشاهده گردید؛ اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمار در ٤۰ روز نگهداری نداشت. کم‌ترین میزان سفتی بافت میوه نیز در تیمارهای کربوکسی متیل ۰/۵ و کاربندازیم ۲ در روز ٤۰ام نگهداری در روز ٢٤ام نگهداری و تیمار نانوکپسول رزماری در روز ۸ام نگهداری (۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع) مشاهده گردید (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر سفتی بافت میوه

زمان (روز) / تیمار	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۲/٤۰۰^{abcde}	۲/۱۳۳$^{d-k}$	۲/۱٦۷$^{c-j}$	۱/٤٦۷$^{l-q}$	۲/۷۰۰^{abcd}	۱/۳٦۷^{nopqr}
شاهد با شستشوی آب	۲/۲٦۷$^{b-h}$	۱/۷۳۳$^{g-p}$	۲/۲٦۷$^{b-h}$	۲/۰٦۷$^{e-l}$	۲/۰۳۳$^{e-l}$	۱/٦٦۷$^{h-q}$
کربوکسی متیل ۰/۵	۱/۵٦۷$^{j-q}$	۲/۷٦۷^{abc}	۱/۸٦۷$^{e-o}$	۱/۷٦۷$^{f-q}$	۱/٦۰۰$^{j-q}$	۰/۰۰۰^{t}
کربوکسی متیل ۰/۷۵	۲/۰۳۳$^{e-l}$	۱/۵٦۷$^{j-q}$	۱/۵۳۳$^{k-q}$	۱/۵۳۳$^{k-q}$	۲/۳٦۷$^{a-f}$	۰/۸۰۰^{rs}
کربوکسی متیل ۱	۲/۳٦۷$^{a-f}$	۲/۲٦۷$^{b-h}$	۲/۰۰۰$^{e-m}$	۱/٦۰۰$^{j-q}$	۱/۳٦۷^{nopqr}	۱/۳۰۰^{opqrs}
موسیلاژ پنیرک ۰/۵	۱/٤۰۰$^{m-r}$	۱/٦٦۷$^{h-q}$	۱/۹٦۷$^{e-n}$	۲/۹۰۰^{a}	۱/۱٦۷^{qrs}	۱/۷٦۷$^{f-q}$
موسیلاژ پنیرک ۱	۱/۷۰۰$^{g-q}$	۱/۵۳۳$^{k-q}$	۱/۸۳۳$^{e-p}$	۱/۵۳۳$^{k-q}$	۰/۸۳۳^{rs}	۱/٦۰۰$^{j-q}$
موسیلاژ پنیرک ۱/۵	۲/۱۳۳$^{d-k}$	۱/٦۳۳$^{i-q}$	۲/۳٦۷$^{a-f}$	۱/۹٦۷$^{e-n}$	۱/۲۳۳^{pqrs}	۱/۵۳۳$^{k-q}$
کاربندازیم ۱	۱/۹۳۳$^{e-n}$	۲/۸۳۳^{ab}	۱/٦۰۰$^{j-q}$	۱/۵٦۷$^{j-q}$	۱/۳٦۷^{nopqr}	۱/۷۵۰$^{f-q}$
کاربندازیم ۱/۵	۱/۸۳۳$^{e-p}$	۱/۹٦۷$^{e-n}$	۲/۳۰۰$^{a-g}$	۲/٤۰۰^{abcde}	۲/۰٦۷$^{e-l}$	۰/۷۳۳^{s}
کاربندازیم ۲	۲/۲۳۳$^{b-i}$	۱/۷۳۳$^{g-q}$	۱/۳٦۷^{nopqr}	۲/۲٦۷$^{b-h}$	۱/٤٦۷$^{l-q}$	۰/۰۰۰^{t}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

لیکوپن

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر لیکوپن نشان داد که با افزایش زمان نگهداری تا روز ۸ام، لیکوپن افزایش و سپس کاهش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر لیکوپن داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری که بیشترین میزان لیکوپن در ۸ روز نگهداری در تیمار کربوکسی متیل ۰/۷۵ مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۹۲/٦ درصد افزایش داشت. کم‌ترین میزان مواد جامد محلول نیز در تیمارهای شاهد بدون شستشو، و کاربندازیم ۱/۵ و ۲ در روز ٤۰ام نگهداری و تیمار کربوکسی متیل ۰/۵ در روز ۳۲ام و تیمار کربوکسی متیل ۱ در روز ۲٤ام نگهداری (۰ درصد) مشاهده گردید (جدول ٦).

جدول ٦- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر لیکوپن

زمان (روز) / تیمار	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۰/۷۵۵^{pq}	۱/۱۸۷^{abc}	۱/۰۱۳$^{b-l}$	۰/۹۷۷$^{d-n}$	۰/٤٦۹^{r}	۱/۰٤۰$^{b-i}$
شاهد با شستشوی آب	۰/۷۹۰^{mnopq}	۱/۰۳۰$^{b-j}$	۰/۹۸۳$^{c-m}$	۱/۰٤۷$^{b-i}$	۰/۷۱۰^{q}	۱/۰۱۳$^{b-l}$
کربوکسی متیل ۰/۵	۰/۹۳۰$^{e-p}$	۰/۹٦۰$^{d-o}$	۰/۹۵۳$^{d-p}$	۱/۰۵۷$^{b-h}$	۰/۲٦۰st	۱/۰۰۳$^{b-l}$
کربوکسی متیل ۰/۷۵	۰/۹۷۷$^{d-n}$	۱/۳۷۷^{a}	۰/۹٤۳$^{d-p}$	۰/۹۲۰$^{e-p}$	۱/۰۲۰$^{b-k}$	۰/۸٦۰$^{h-q}$
کربوکسی متیل ۱	۱/۰۵۰$^{b-i}$	۱/۰۱۰$^{b-l}$	۰/۹۱۷$^{e-p}$	۰/۸۱۷$^{k-q}$	۱/۰۵۰$^{b-i}$	۰/۸۸۳$^{g-q}$
موسیلاژ پنیرک ۰/۵	۱/۰۱۰$^{b-l}$	۰/۹۷۷$^{d-n}$	۰/۷٦۰^{opq}	۱/۰۵۰$^{b-i}$	۰/۸۲۷$^{j-q}$	۰/۸۸۳$^{g-q}$
موسیلاژ پنیرک ۱	۰/۸۳۰$^{j-q}$	۱/۰۵۷$^{b-h}$	۰/۸٤۷$^{i-q}$	۱/۰۳۷$^{b-i}$	۰/۷۵۳^{pq}	۰/۷۰۳^{q}
موسیلاژ پنیرک ۱/۵	۱/۱٤۳^{bcd}	۱/۰۵۷$^{b-h}$	۰/۸۷۳$^{h-q}$	۰/۸۹۳$^{f-q}$	۰/۹۷۳$^{d-n}$	۰/٤۵۷^{rs}
کاربندازیم ۱	۰/۷۹۰^{mnopq}	۰/۸۷۳$^{h-q}$	۱/۰۹۰^{bcdef}	۱/۰۸۷$^{b-g}$	۰/۸۱۳$^{l-q}$	۰/۲۵۰^{t}
کاربندازیم ۱/۵	۰/۹۳۰$^{e-p}$	۱/۱۹۰^{ab}	۰/۹۸۳$^{c-m}$	۱/۰۵۷$^{b-h}$	۰/۸۷۳$^{h-q}$	۰/۷۸۰^{mnopq}
کاربندازیم ۲	۰/۹۷۷$^{d-n}$	۱/۱۰۰^{bcde}	۰/۸۸۳$^{g-q}$	۰/۷٦۳^{opq}	۰/۷۷۷^{nopq}	۰/۹۸۳$^{c-m}$

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

فنول

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر فنول نشان داد که با افزایش زمان نگهداری، میزان فنول کاهش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر فنول داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری که بیشترین میزان فنول در ۸ روز نگهداری در تیمار کربوکسی متیل ۱ (۰/۹۳۷ میلی‌گرم) مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۱٤/٦ درصد افزایش داشت، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربندازیم در روزهای ۸ و ۱٦. تمامی تیمارها در روز اول نداشت. کم‌ترین میزان فنول نیز در تیمار کاربندازیم ۲ در روز ٤۰ام نگهداری (۰/۰۵۵ میلی‌گرم) مشاهده گردید، از لحاظ آماری هم تفاوت معنی‌داری با سایر غلظت‌های کاربندازیم در همین روز نگهداری نداشت (جدول ۷).

جدول ۷- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر فنول

زمان (روز) / تیمار	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۰/۸۹۱^{ab}	۰/۷۸٥$^{b-i}$	۰/۷۷۲$^{b-j}$	۰/۸۸۲^{abc}	۰/۸۰۲$^{a-i}$	۰/٦۰٥$^{m-t}$
شاهد با شستشوی آب	۰/۸٦٤^{abcde}	۰/۸۰۸$^{a-h}$	۰/۷۲۰$^{e-o}$	۰/۷٥۲$^{b-m}$	۰/۷۲٤$^{e-o}$	۰/٥٤۳^{qrst}
کربوکسی متیل ۰/٥	۰/۸۷۸^{abcd}	۰/۸۰٤$^{a-i}$	۰/۷۷٤$^{b-j}$	۰/۸۰۲$^{a-i}$	۰/٥۱٥^{rst}	۰/۷۰٦$^{f-p}$
کربوکسی متیل ۰/۷٥	۰/۸۸۲^{abc}	۰/۷٥۷$^{b-l}$	۰/٦۹٥$^{g-p}$	۰/۷۷٥$^{b-j}$	۰/٦۱۲$^{l-t}$	۰/٦۹۱$^{h-p}$
کربوکسی متیل ۱	۰/۸۲٥$^{a-h}$	۰/۸۱٤$^{a-h}$	۰/۹۳۷^{a}	۰/٦۷۹$^{h-q}$	۰/٥۸٦$^{n-t}$	۰/٦۲۱$^{k-t}$
موسیلاژ پنیرک ۰/٥	۰/۸۰٥$^{a-h}$	۰/٦۸۱$^{h-q}$	۰/۸۰۲$^{a-i}$	۰/۷۳۳$^{d-n}$	۰/۳٦۰^{uv}	۰/٥۸٤$^{o-t}$
موسیلاژ پنیرک ۱	۰/۷۷۸$^{b-j}$	۰/۸۹۱^{ab}	۰/٦٥٦$^{i-r}$	۰/۷۷۹$^{b-j}$	۰/٥۳۷^{qrst}	۰/۲٥۰^{vw}
موسیلاژ پنیرک ۱/٥	۰/۹۰۰^{ab}	۰/۸٤۱$^{a-g}$	۰/٥۰٦^{stu}	۰/٦۲۲$^{k-t}$	۰/٦۳٦$^{j-s}$	۰/٤۸٥^{tu}
کاربندازیم ۱	۰/۸٤٦$^{a-f}$	۰/۷۸۳$^{b-j}$	۰/۷۹۱$^{a-i}$	۰/۷٦۲$^{b-k}$	۰/٥۲٥^{rst}	۰/۱٥٦^{wx}
کاربندازیم ۱/٥	۰/۸۸۲^{abc}	۰/۸۷۷^{abcd}	۰/۷۸۳$^{b-j}$	۰/۸٦۳^{abcde}	۰/۲٤۳^{vw}	۰/۱٤۷^{wx}
کاربندازیم ۲	۰/۷۸۲$^{b-j}$	۰/۷۳۸$^{c-m}$	۰/۸۸۰^{abcd}	۰/۷۸۰$^{b-j}$	۰/٥٥۹^{pqrst}	۰/۰٥٥^{x}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ٥٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

فلاونوئید

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر فلاونوئید نشان داد که با افزایش زمان نگهداری تا روز ۸ام کاهش وسپس تا روز ۲٤ام، میزان فلاونوئید افزایش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر فلاونوئید داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری که بیشترین میزان فلاونوئید در ۲٤ روز نگهداری در تیمار کربوکسی متیل ۱ (۰/۳۹۹ میلی‌گرم) مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۲۰ درصد افزایش داشت، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با همین تیمار در ٤۰ام نگهداری و تیمار موسیلاژ پنیرک ۰/٥ در روز ۱٦ نداشت. کم‌ترین میزان فلاونوئید نیز در تیمار کاربندازیم ۲ در روز ٤۰ام نگهداری (۰/۰۲۰ میلی‌گرم) مشاهده گردید (جدول ۸).

جدول ۸- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر فلاونوئید کل

زمان (روز) / تیمار	۱	۸	۱۶	۲۴	۳۲	۴۰
شاهد بدون شستشو	۰/۱۹۹$^{h-m}$	۰/۱۳۷^{opq}	۰/۱۴۵^{nopq}	۰/۳۹۰^{ab}	۰/۱۳۴^{opq}	۰/۱۷۴^{klmno}
شاهد با شستشوی آب	۰/۲۳۲^{fghi}	۰/۲۰۸$^{g-l}$	۰/۱۹۰$^{i-n}$	۰/۱۲۶^{pq}	۰/۳۹۰^{ab}	۰/۱۲۸^{pq}
کربوکسی متیل ۰/۵	۰/۱۵۵^{mnop}	۰/۲۷۴^{ef}	۰/۲۱۹^{ghijk}	۰/۱۳۶^{opq}	۰/۱۲۶^{pq}	۰/۳۵۳^{bc}
کربوکسی متیل ۰/۷۵	۰/۳۸۵^{ab}	۰/۱۲۲^{pq}	۰/۳۷۸^{ab}	۰/۲۷۲^{ef}	۰/۱۰۵^{q}	۰/۱۶۴^{lmnop}
کربوکسی متیل ۱	۰/۱۴۵^{nopq}	۰/۳۰۱^{de}	۰/۱۲۲^{pq}	۰/۳۹۹^{a}	۰/۲۰۸$^{g-l}$	۰/۳۶۳^{abc}
موسیلاژ پنیرک ۰/۵	۰/۱۵۹^{mnop}	۰/۱۴۵^{nopq}	۰/۳۹۰^{ab}	۰/۱۲۸^{pq}	۰/۱۶۷^{lmnop}	۰/۱۴۹^{nopq}
موسیلاژ پنیرک ۱	۰/۲۵۲^{fg}	۰/۱۳۶^{opq}	۰/۱۳۹^{opq}	۰/۳۵۵^{abc}	۰/۱۰۶^{q}	۰/۱۶۷^{lmnop}
موسیلاژ پنیرک ۱/۵	۰/۲۲۰^{ghij}	۰/۲۴۱^{fgh}	۰/۱۵۶^{mnop}	۰/۰۰۰^{r}	۰/۳۴۷^{bc}	۰/۱۵۵^{mnop}
کاربندازیم ۱	۰/۱۵۵^{mnop}	۰/۱۶۶^{lmnop}	۰/۳۰۱^{de}	۰/۲۲۲^{ghi}	۰/۱۷۶$^{j-o}$	۰/۲۱۹^{ghijk}
کاربندازیم ۱/۵	۰/۳۲۲^{cd}	۰/۲۲۳^{ghi}	۰/۱۳۳^{opq}	۰/۳۰۱^{de}	۰/۱۲۲^{pq}	۰/۱۳۱^{opq}
کاربندازیم ۲	۰/۱۳۴^{opq}	۰/۳۹۰^{ab}	۰/۱۲۸^{pq}	۰/۱۶۷^{lmnop}	۰/۱۴۸^{nopq}	۰/۰۲۰^{r}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ۵٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.

فعالیت آنتی اکسیدانی

مقایسه میانگین داده‌های اثر متقابل زمان و تیمار با استفاده از آزمون LSD در سطح ۱ درصد بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی نشان داد که با افزایش زمان نگهداری تا روز ۸ام، فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش و سپس کاهش معنی‌داری یافت و تیمارها نیز اثر معنی‌داری بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشتند؛ به‌طوری که به‌طوری بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ۸ روز نگهداری در تیمار موسیلاژ پنیرک ۱ (۰/۹۴۲ درصد) مشاهده گردید که نسبت به شاهد ۱۱۴ درصد افزایش داشت، اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار کاربندازیم ۱ نداشت. کم‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز در تیمار کاربندازیم ۲ در روز ۴۰ام نگهداری (۰/۰۱۳ درصد) مشاهده گردید (جدول ۹).

جدول ۹- مقایسه اثرمتقابل زمان و تیمار بر فعالیت آنتی اکسیدانی

زمان (روز) / تیمار	۱	۸	۱٦	۲٤	۳۲	٤۰
شاهد بدون شستشو	۰/٤٤۰$^{p-u}$	۰/۸٥۱^{abcd}	۰/۳۰۲$^{v-zABC}$	۰/۳۹۳$^{s-x}$	۰/٤۰۱$^{r-w}$	۰/۲٦۳$^{yzA-G}$
شاهد با شستشوی آب	۰/٥۲۲$^{l-q}$	۰/٥۱۰$^{m-s}$	۰/۳۰٦$^{v-zAB}$	۰/٦٦۹$^{f-j}$	۰/۳٥۱$^{u-z}$	۰/٤۲۰$^{q-v}$
کربوکسی متیل ۰/٥	۰/٥۱٦$^{l-r}$	۰/٦۱۱$^{h-n}$	۰/۲۹۱$^{w-zA-D}$	۰/۳۱۲$^{v-zAB}$	۰/۳۱۹$^{v-zAB}$	۰/۱٤٥^{GHIJK}
کربوکسی متیل ۰/۷٥	۰/٦۰۱$^{h-n}$	۰/۷٦۷^{cdef}	۰/۲۷۳$^{x-zA-E}$	۰/۲٥۸$^{yzA-H}$	۰/۲۸۰$^{w-zA-E}$	۰/۳۷۸$^{t-y}$
کربوکسی متیل ۱	۰/٦۳٤$^{g-l}$	۰/٦۹۲^{efgh}	۰/٦۰۰$^{h-n}$	۰/۲٥۰$^{zA-I}$	۰/۱۳۹^{HIJK}	۰/۳۰۰$^{v-zABC}$
موسیلاژ پنیرک ۰/٥	۰/٥٦۷$^{i-o}$	۰/٦۸۸^{fghi}	۰/٥۰۲$^{n-s}$	۰/۱۷۲$^{D-K}$	۰/۰۹۳^{JKL}	۰/۱٤۹$^{F-K}$
موسیلاژ پنیرک ۱	۰/٥٤۲$^{k-p}$	۰/۹٤۲^{a}	۰/٥۸٤$^{h-o}$	۰/۲٤۹$^{zA-I}$	۰/۲٤۳$^{zA-I}$	۰/۳۲۷$^{u-zA}$
موسیلاژ پنیرک ۱/٥	۰/٦٥٦$^{f-k}$	۰/۷۳۳^{defg}	۰/۳۰۰$^{v-zABC}$	۰/۰۹۹^{JKL}	۰/٤٤٤$^{p-u}$	۰/۳٤۷$^{u-z}$
کاربندازیم ۱	۰/٦۲۹$^{g-m}$	۰/۸۹٦^{ab}	۰/۲٦٦$^{yzA-F}$	۰/۱۳۱^{IJKL}	۰/۱۷۰$^{E-K}$	۰/۱٤۷$^{F-K}$
کاربندازیم ۱/٥	۰/٥٤۹$^{j-p}$	۰/٤٤۱$^{p-u}$	۰/۱۸٤$^{C-K}$	۰/۲۲٤$^{A-I}$	۰/۲۰٤$^{B-J}$	۰/۰٦٤^{KL}
کاربندازیم ۲	۰/۸٥۸^{abc}	۰/۸۱۰^{bcde}	۰/٥۲۹$^{l-q}$	۰/٤۷٥$^{o-t}$	۰/۱۳۰^{IJKL}	۰/۰۱۳^{L}

میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک، هستند در سطح ٥٪ آزمون LSD تفاوت معنی داری با هم ندارند.
حروف بزرگ و کوچک یکسان نیستند (A≠a).

بحث

کاهش وزن میوه

براساس نتایج این تحقیق، بیشترین میزان کاهش وزن در زمان انبارداری ٤۰ روز و تیمار شستشو با آب مشاهده شد که با توجه به مدت نگهداری در انبار با دمای ۱۰ درجه کاهش وزن میوه گوجه فرنگی به شدت مشاهده شد. کاهش وزن میوه طی دوره انبارمانی در نتیجه تبخیر آب از سطح میوه و مصرف مواد طی تنفس هست. در واقع کاهش وزن عمدتاً بدلیل فرآیندهای تعرق و تنفس اتفاق می‌افتد. کاربرد پوشش‌های خوراکی بهمراه عمل بعنوان یک لایه اضافی روی لایه اپیدرمی و کوتیکول که به نوبه خود سبب کاهش تعرق می‌شود، با پوشاندن استومات‌ها سبب کاهش دوباره تعرق و در نتیجه کاهش از دست رفت وزن می‌شوند. بر اساس ساختار و جنس پوشش‌های‌خوراکی، تاثیرشان در جلوگیری از کاهش وزن میوه‌ها بسیار متفاوت هست به‌گونه‌ای که با افزایش مدت انبارمانی، درصد کاهش وزن افزایش می‌یابد.

اسیدآلی

براساس نتایج این تحقیق، بعد از نگهداری ۴۰ روز و استفاده از تیمار کربوکسی متیل سلولز ۷۵ درصد باعث کاهش میزان اسیدآلی شده است. با توجه به این نکته که به‌طور معمول اسیدهای آلی را می‌توان به‌عنوان منبع اندوخته انرژی میوه به‌حساب آورد، ازاین‌رو در هنگام بلوغ و رسیدن، در اثر افزایش شدت تنفس و یا تبدیل شدن اسیدهای آلی به قند، از میزان آن در عصاره میوه کاسته می‌شود (Athmaselvi *et al.*,2013) به دلیل اینکه اسیدسیتریک یکی از مواد اصلی تنفس است در طول مدت انبارداری میزان اسیدیته کل به دلیل عمل اکسیداسیون روی این اسید کاهش می‌یابد(Arah *et al.*,2016). بنابراین کاهش درجه اسیدیته و افزایش مواد جامد محلول مورد انتظار است. همچنین زمان افزایش‌های ناگهانی اسید آلی در هر یک از تیمارها با زمان افزایش ناگهانی ویتامین ث و زمان کاهش ناگهانی pH هماهنگ است. حفظ اسیدهای آلی در میوه‌های پوشش‌دار با غلظت بیشتر می‌تواند به دلیل نفوذپذیری کمتر اکسیژن و میزان کمتر تنفس و درنتیجه جلوگیری از اکسیداسیون کمتر اسیدهای آلی باشد. نتایج ای پژوهش با نتایج Park *et al*(1995) مطابقت داشته است.

موادجامد محلول

براساس نتایج این پژوهش، اثر تیمارها و زمان های مختلف بر میزان موادجامدمحلول در سطح ۱درصد معنی‌دار بوده است. طبق نتایج جدول مقایسه میانگین پس از نگهداری ۴۰ روز با تیمار کیتوزان ۱ درصد میزان مواد جامد محلول کاهش داشته است. میزان مواد جامد محلول یک فاکتور کلیدی در کیفیت میوه بوده و تغییرات آن در دوره پس از برداشت تأثیر مهمی در جلب توجه مشتریان دارد. میزان مواد جامد محلول کل و قندهای محلول بدلیل عمل آنزیم ساکارز فسفات سینتاز، آنزیم کلیدی در بیوسنتز ساکارز، در طول رسیدگی میوه افزایش می‌یابد(Athmaselvi *et al.*, 2013). دیواره سلولی حاوی مقدار زیادی از پلی‌ساکاریدها مخصوص پکتین و سلولز هست که در اثر فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده دیواره سلولی تجزیه شده و منجر به افزایش مقدار TSS می‌گردد. بنابراین هر عاملی که از فعالیت این آنزیم‌ها جلوگیری کند منجر به جلوگیری از افزایش TSS می‌گردد(Park *et al.*,2010). میزان مواد جامد محلول یکی از عوامل مهم در کیفیت میوه‌ها می‌باشد. با افزایش مدت انبارمانی میزان مواد جامد محلول به طور کلی کاهش می یابند که منجر به کاهش میزان رطوبت در میوه ها می‌شود. نتایج این پژوهش با نتایج(Park *et al.*,(2010 مطابقت داشته است. نتایج مشابهی در بالا بودن قندهای محلول میوه‌های گوجه‌فرنگی پوشش داده شده درمقایسه با میوه‌های شاهد گزارش شده است (Athmaselvi *et al.*, 2013) که به دلیل کاهش تنفس و تعرق میوه پوشش داده شده به‌علت ایجاد شرایط اتمسفر کنترل شده بوده است. کاربرد صمغ عربی حاوی اسانس زیره سیاه و علف لیمو روی خرما نیز منجر با افزایش محتوای قند نسبت به سایر تیمارها

شده است (OA *et al.*, 2015). قندها و اسیدهای آلی در واقع پیش‌ماده تنفس هستند که در طول انبارمانی میوه‌ها مصرف می‌شوند (Zhou *et al.*, 2008).

سفتی بافت میوه

براساس نتایج این تحقیق، جدول مقایسه میانگین پس از نگهداری ٤۰ روز در انبار با تیمار کیتوزان ۰/٥ درصد باعث کاهش میزان سفتی بافت میوه شده است. سفتی میوه یکی دیگر از فاکتوهای کیفی مهم در جلب رضایتمندی مشتری است و معمولاً روند کاهشی طی دوره پس‌ازبرداشت نشان می‌دهد OA *et al.*, (2015) بیان کردند میوه های زغال اخته تیمارشده با پوشش خوراکی از همه کیتوزان در مقایسه با میوه‌های فاقد پوشش خوراکی سفتی بافت بیشتری را نشان دادند. دلایل اصلی کاهش سفتی محسوب می‌شوند. تغییرات در اجزائ دیواره سلولی و تخریب غشا سلولی در طی فرآیند رسیدگی میوه که موجب نرم شدن میوه می‌شود نیزکه به این ترتیب با افزایش فرازگرای تولید اتیلن مرتبط هست(Terpinc *et al.*, 2006).

لیکوپن

بر اساس نتایج این پژوهش، با افزایش زمان انبارداری تا روز ١٦ ام افزایش و سپس میزان لیکوپن کاهش داشته است. لیکوپن یک آنتی‌اکسیدان قوی است و توانائی آن در خنثی کردن اکسیژن یگانه دو برابر بتاکاروتن است. معمولا اسانس‌های غنی از ترکیبات فنلی دارای خاصیت ضد میکروبی قابل توجهی هستند، این ترکیبات هم در غشاء سلول نفوذ میکنند و هم میتوانند در لخته شدن محتویات سلول نقش داشته باشند لیکوپن عمده‌ترین کاروتن موجود در گوجه‌فرنگی هست که قسمت اعظم رنگدانه‌های آن را تشکیل می‌دهد(Arah *et al.*, 2016) لیکوپن به‌طور غالب در کلروپلاست بافت گیاه وجود دارد و بیوسنتز آن در گوجه‌فرنگی در طول فرآیند رسیدن انجام می‌شود.

فنول

نتایج جدول مقایسه میانگین پس از نگهداری ٤۰ روز با تیمار کاربندازیم ۲ درهزار میزان فنول کاهش داشته است. با توجه به گزارش‌های پیشین تغییر و تنوع در میزان ترکیبات فنلی به میزان اسیدیته و مواد جامد محلول بستگی دارد و در نهایت باعث تغییر در میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و آنتوسیانین‌ها می‌شود(Karaki *et al.*, 2020) کاهش در ترکیبات فنلی ممکن است به‌دلیل سرعت بیشتر تنفس و در نتیجه تخریب ترکیبات فنلی باشد که این می‌تواند ناشی از پیری و شکستن ساختار سلولی در طول دوره انباری باشد (Ali *et al.*, 2010).

فلانوئید کل

فلاونوئیدها بطور گستردهای در همه گیاهان یافت می‌شوند و بیشتر در واکوئل‌ها بصورت گلیکوزید تجمع می‌یابند. غلظت فلاونوئیدها در سلول‌های گیاهی اغلب بیشتر از یک میلی‌مولار هست فلاونوئیدها نقش‌های مهمی مانند رنگیزه گل‌ها، میوه‌ها و بذور، حفاظت در مقابل نور ماورائ بنفش، دفاع در برابر پاتوژن‌های گیاهی و به‌عنوان سیگنال دهنده درواکنش متقابل گیاه میکروب نقش ایفا می‌کنند. فلاونوئیدها بدلیل پتانسیل ردوکس بالا از مهمترین آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشند که به آن‌ها اجازه عمل کردن بعنوان عامل کاهنده ، دهنده هیدروژن و مهار کننده اکسیژن‌های منفرد و پتانسیل شلاته کردن فلزات را می‌دهد(Yu *et al*., 2023). فلاونوئیدها بیشتر در واکوئل تجمع دارند و با پیر شدن میوه قابلیت نفوذپذیری غشاها و فعالیت آنزیم‌های متصل به غشا دچار تغییر اساسی می‌شود(یانوریتی و همکاران، این عمل موجب تجمع مواد سمی حدواسط در داخل سلولها شده که در اثر آن سلولهای گیاهی با تنش فیزیولوژیک مواجه شده و در نتیجه میزان فلاونوئیدها در طول دوره انبارداری افزایش می‌یابد (Yuna *et al*., 2020).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

براساس نتایج این تحقیق، با افزایش زمان انبارداری فعالیت آنتی‌اکسیدانی کاهش یافت. اما کاربرد تیمار کیتوزان ۱/۵ درصد باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدان پس از نگهداری ۴۰روز در انبار با نسبت به شاهد ۳۶/۶۳ درصد شد. بر اساس مطالعات انجام شده هر چند در طی مدت نگه داری میزان آنتوسیانین به عنوان یکی از ترکیبات دارای خاصیت آنتی اکسیدانی افزایش می یابد اما سایر ترکیبات دارای خاصیت آنتی اکسیدانی مثل اسید آسکوربیک در طول مدت نگه داری کاهش می یابند. بنابراین می توان کاهش فعالیت آنتی اکسیدانی را به کاهش این ترکیبات در طی دوره نگه داری نسبت داد. Yu *et al*., (2023) گزارش کردند که گوجه‌فرنگی‌های گیلاسی تیمارشده با پوشش کیتوران فعالیت آنتی‌اکسیدانی بالایی را نشان دادند. پوشش‌های خوراکی با ایجاد یک سد روی سطح میوه در برابر تبادلات گازها از جمله با کاهش نفوذ اکسیژن و مصرف سلول منجر به کاهش پروسه‌های اکسیداتیو می‌شوند (Bonilla *et al*., 2012).

نتیجه گیری

در این پژوهش که به منظور بررسی تأثیر پوشش‌های خوراکی بر کیفیت و فعالیت آنتی‌اکسیدانی گوجه‌فرنگی رقم "٤١٢٩" صورت گرفت. یافته‌های به دست آمده نشان می‌دهد که کاربندازیم به کاربرده شده توانسته بود اثر معنی‌داری روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی میوه گوجه‌فرنگی داشته باشد. پوشش‌های خوراکی کربوکسی‌متیل‌سلولز، موسیلاژپنیرک باعث کند شدن روند کاهشی در صفت‌های مورد بررسی داشتند. اما تیمار گوجه‌فرنگی با کاربندازیم در سطوح به ترتیب ۲ درهزار باعث افزایش بیشترین تاثیرات در صفت‌های مورد بررسی شدند.

تشکر و قدردانی

به این وسیله مراتب سپاس خود را ازتلاش و زحمات ارزشمند و صادقانه استادان درزمینه پیشبرد اهداف در این مقاله تقدیم می‌دارم. از درگاه ایزد منان دوام عزت

وســلامت، تداوم حضــور و تاثیر آن بزرگواران را در
مجموعه مسئلت دارم.

REFERENCES

Ali, Q., Kurubas, M.S., Mujtaba, M., Nazari, A.W., Dogan, A., Kaya, M., Oner, E.T., Yilmaz, B.A., Erkan, M. 2024. Shelf life of cocktail tomato extended with chitosan, chia mucilage and levan. Scienta Horticulturae, 323, 112500. https://doi.org/10.1016/j.scienta.

Arah, I.K., Ahorbo, G.K., Anku, E.K., Kumah, E.K., and Amaglo, H., 2016. Postharvest Handling Practices and Treatment Methods for Tomato Handlers in Developing Countries: A Mini Review. Advances in Agriculture, Pp. 1–8. https://doi.org/10.1155/2016/6436945.

Athmaselvi, K. A., Sumitha1, P., Revathy, B. 2013. Development of Aloe vera based edible coating for tomato. International Agrophysics. 27, 369-375.

Bonilla, J., Atares, L., Vargas, M., Chiralt, A. 2012. Edible Films and Coatings to Prevent the Detrimental Effect of Oxygen on Food Quality: Possibilities and limitations. Journal of Food Engineering. 110, 208-213.

Farhadi Sadr F., Ghafoorzadeh D., Nurollahi, Kh. 2021. Effect of carbendazim fungicide in controlling of the Verticilliumlycaniciumin the dry scorch button mushroom I northern Khuestan province. 5 th International Congress of Developing Agriculture, Natural Resources, Environment and Tourism of Iran.

Jogaiah S., Satapute P., de Britto S., Konappa N. 2020. Exogenous priming of chitosan induces upregulation of phytohormones and resistance against cucumber powdery mildew disease is correlated with localized biosynthesis of defense enzymes. International Journal of Biological Macromolecules 162. DOI:10.1016/j.ijbiomac.2020.08.124.

Karki, A., Dawadi, E. 2022. A review on post-harvest handling practices of tomato (lycopersicum esculentum). Food and Agri Economics Review (FAER), 22): 100-103. DOI: http://doi.org/10.26480/faer.02.2022.100.103.

Lenore, A., and Susan, S., 2000. 1691s. Lycopene and Cardiovascular Disease, Pp. 1–3.

Mujtaba M , Morsi, R.E., Kerch, G., Elsabee, M.Z., Kaya , M., Labidi, J., Khawar, K.M. 2019. Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review. International Journal of Biological Macromolecules, 121: 889-904.

Narasimhamurthy, K., Udayashankar, A.C., De Britto, S.D. N. Lavanya, S.N., Abdelrahman, M., Soumya, K., Shetty, H h., Srinivas, Ch., Jogaiah, S. 2022. Chitosan and chitosan-derived nanoparticles modulate enhanced immune response in tomato against bacterial wilt disease. International Journal of Biological Macromolecules, 220: 223-237.

OA, A., El-Sharony T. F., Abd-Allah, A. S. E. 2015. The effectiveness of plant essential oils and Arabic gum on the postharvest treatments of Zaghloul dates fruit during cold storage. International Journal of ChemTechResearch. 8(4), 1492-1501.

Pakravan M, Abedinzadeh H, Safaeepur J, Comparative studies of mucilage cells in different organs in some species of Malva, Althaea and Alcea. Pakistan Journal of Biological Sciences. 2007; 10(15): 2603- 2605.

Park, H. J., & Chinnan, M. S. (1995). Gas and water vapor barrier properties of edible films from protein and cellulosic materials. *Journal of food engineering*, *25*(4), 497-507.

Phan, D., Debeaufort, F., Peroval, C., Despré, D., Courthaudon, J. L., & Voilley, A. (2002). Arabinoxylan-lipid-based edible films and coatings. 3. Influence of drying temperature on film structure and functional properties.*Journal of agricultural and food chemistry*, *50*(8), 2423-2428.

Prakash B., Kujur A., Yadav A., Kumar A., Singh PP., Dubey N K. 2018. Nanoencapsulation: An efficient technology to boost the antimicrobial potential of plant essential oils in food system. Food Control, 89: 1-11.

Sondi, I. and Salopek-Sondi, B. (2004) Silver Nanoparticles as Antimicrobial Agent: A Case Study on E. coli as a Model for Gram-Negative Bacteria. Journal of Colloid and Interface Science, 275, 177-182. https://doi.org/10.1016/j.jci.

Terpinc P., Bezak M., Abramovi, H. 2006. Kinetic model for evaluation of the antioxidant activity of several rosemary extracts. Food Chemistry, 115(2), http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.

Yu,Y., Yan, K., Zhang, H., Song,Y., Chang, Y., Liu, K., Zhang,Sh., Cui, M. 2023. Edible Composite Coating of Chitosan and Curdlan Maintains Fruit Quality of Postharvest Cherry Tomatoes. Horticulturae, 9(9), 1033; https://doi.org/10.3390/horticulturae9091033.

Yuan, J., Hou, Q., Chen, D., Zhong, L., Dai, X., Zhu, Z. (2020). Chitosan/LiCl Composite Scaffolds Promote Skin Regeneration in Full-Thickness Loss. Sci. China Life Sci. 63 (4), 552–562. doi:10.1007/s11427-018-9389-6

Zhou, R., Mo, Y., Li, Y., Zhao, Y., Zhangand, G. Y., Hu, Y. 2008. Quality and internal characteristics of Huanghua pears (Pyrus pyrifolia Nakai, cv. Huanghua) treated with different kinds of coatings during storage. Postharvest Biology and Technology. 49, 171- 179.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 4/No.2/Summmer 2021/P: 26-45

https://www.sarj.iauk.ac.ir

The Effect of Cheese Mucilage, Carboxymethyl Cellulose and Carbendazim in Maintaining the Quality and Antioxidant Activity of Tomato Fruit During Storage

Mohaddese Kamrani Mehni[1], Behnam Behrouznam[2*], AbdolKarim Ejraei[3] and Kavous Ayazpour[4]

[1]PhD student, Department of Horticulture, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

[2*]Assistant Professor, Department of Horticultural Science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

[3]Assistant professor, Department of soil science, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

[4]Assistant professor, Department of plant pathology, Jahrom Branch, Islamic Azad University, Jahrom, Iran.

Corresponding Author's Email: bbehrooznam@yahoo.com

(Received: June. 15, 2024– Accepted: September. 21, 2024)

ABSTRACT

Storage is one of the most important processes of maintaining agricultural products from the time of harvest to consumption. There are usually different methods for keeping the product in the warehouse, which are different depending on the type of product. In the meantime, there must be complete control over post-harvest diseases. In order to investigate the effect of edible coatings on preserving the quality and antioxidant activity of tomato cultivar 4129 during storage, an experiment was conducted in the form of a completely randomized design in 4 replications, where each replication included 2 fruits. In this experiment, carboxymethyl cellulose at 3 levels (0.5, 0.75, 1% and control), mucilage cheese at 3 levels (0.5, 1 and 1.5 and control), treatment with carbendazim as the main factor first and Sampling time at 6 levels of 0, 8, 16, 24, 32 and 40 days after transferring the fruits to cold storage were considered as sub-factors. The results showed that the lowest amount of fruit weight loss in carbendazim 1 treatment (3.5), the highest amount of organic acids on the first day of storage in Panerak mucilage treatment was 0.5 (167), the highest amount of soluble solids in 8 days of storage in mucilage treatment. Paneerak 1.5 (6.80 percent), the highest amount of fruit tissue firmness in 24 days of storage in mucilage treatment Paneerak 0.5 (2.900 kg/cm2), the highest amount of lycopene in 8 days of storage in carboxymethyl treatment 75 It was observed that it was 92.6% higher than the control. Also, the highest amount of flavonoid in 24 days of storage was observed in carboxymethyl treatment 1 (0.399 mg), which was 20% higher than the control, the highest amount of antioxidant activity in 8 days of storage in cheese mucilage treatment 1 (0.942) percent) was observed. Finally, they concluded that edible coatings of carboxy-methyl-cellulose, mucilage and cheese slowed down the decreasing process in the investigated traits. But the treatment of tomatoes with carbendazim at the level of 1.5% increased the most effects in the investigated traits.

Key words: Edible coating, Tomato, Texture firmness, Phenol and Flavonoid