فرآیند و کارکرد گیاهی، جلد ۱۳، شماره ۵۹، فروردین و اردیبهشت‌ماه ۱۴۰۳ صفحه: ۱۱۱-۱۲۱
https://doi.org/10.22034/13.59.111

مقاله پژوهشی

تأثیر پوشش کیتوزان بر انبارمانی فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.)

راضیه عمادی‌فر[۱]، غلامرضا شریفی*[۲] و عبدالمجید میرزاعلیان دستجردی[۳]
[۱] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران
[۲] گروه بیوتکنولوژی کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
[۳] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، هرمزگان، ایران
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۲/۰۶/۱۴)

چکیده

یکی از محدودیت‌های نگه‌داری، بازاررسانی و صادرات فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.)، رسیدن سریع آن پس از برداشت و فساد میکروبی است که موجب کاهش خواص کیفی و فساد این محصول می‌شود. این چالش‌ها به طور مؤثر با استفاده از تکنیک‌های پس از برداشت کاهش یافته است. از تیمارهای پوشش‌های خوراکی می‌توان در پس از برداشت میوه‌های مختلف استفاده کرد. هدف از انجام این آزمایش استفاده از کیتوزان با چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در طی زمان (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) با چهار تکرار بر کیفیت پس از برداشت فلفل دلمه‌ای رقم کالیفرنیا واندر به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی است. نتایج نشان داد که غلظت ۲ درصد کیتوزان از کاهش وزن در زمان ۲۸ روز جلوگیری کرد. در پایان آزمایش تیمار کیتوزان ۲ درصد نسبت به شاهد موجب کاهش TSS به‌میزان ۴۲/۲ درصد گردید. بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار کیتوزان در مقایسه با شاهد در ۲۸ روز مشاهده شد. بیش‌ترین افزایش معنی‌دار کلروفیل b در فلفل دلمه‌ای با غلظت ۲ درصد در زمان صفر به‌میزان ۱۱۳/۳۳ درصد نسبت به شاهد شد. میزان کاروتنوئید فلفل دلمه‌ای در زمان ۲۸ روز در شاهد به‌میزان ۹۷/۱۴ درصد نسبت به زمان صفر افزایش معنی‌داری را نشان داد. نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کیتوزان به‌ترتیب با غلظت ۰/۵، ۱ و ۲ در زمان ۲۸ روز سبب کاهش نشت یونی به‌ترتیب به‌میزان ۸/۵۶، ۹ و ۹/۵۷ نسبت به شاهد در زمان ۲۸ روز شد نتایج نشان داد که غلظت‌های مختلف کیتوزان و به‌ویژه غلظت ۲٪ در مقایسه با شاهد باعث حفظ کیفیت پس از برداشت و تأخیر پیری میوه فلفل دلمه‌ای شده است. با توجه به نتایج این پژوهش استفاده از این پوشش خوراکی به‌عنوان یک برنامه کاربردی جهت افزایش ماندگاری فلفل دلمه‌ای توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: کاهش وزن، کلروفیل، کیفیت، نشت یونی

مقدمه

فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annuum* L.) یکی از مهم‌ترین محصولات باغی است که از نظر اقتصادی در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان کشت می‌شود (Tsegay *et al.*, 2013). استفاده و تقاضای آن در سال‌های اخیر در نتیجه رشد چشمگیر جمعیت و استفاده از آن در وعده‌های غذایی مختلف افزایش یافته است (Marin Fernandez *et al.*, 2004). تمایل به‌مصرف میوه فلفل به‌دلیل داشتن مواد حیاتی و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی رو به افزایش است. فلفل دارای انواع ویتامین‌های A، B_1، B_2،

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: sharifisirchi@yahoo.com; sharifi@uk.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

نیاسین و C می‌باشد (Wahyuni *et al*., 2013). با توجه به اینکه در مراحل پس از برداشت محصولات کشاورزی، همچنان فعالیت‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در میوه‌ها و سبزی‌ها ادامه دارد و ویژگی‌های کیفی از قبیل رطوبت، بافت، عطر و طعم این محصولات دچار افت می‌شود (Jianglian and Shaoying, 2013)، استفاده از تیمارهای پس از برداشت می‌تواند در افزایش مدت نگه‌داری این میوه مؤثر باشد. یکی از تیمارهای پس از برداشت که امروزه توجه بسیاری از محققان را به‌خود جلب نموده است، استفاده از پوشش‌های خوراکی می‌باشد. بیشتر این ماکرومولکول‌ها قادر به تشکیل بیوفیلم بوده و به‌صورت پوشش‌های سطحی روی میوه‌ها به‌کار می‌روند تا میزان تنفس و تبخیر و تعرق از سطح میوه را کاهش دهند. این مواد همچنین قابلیت جابجایی فرآورده را بهبود بخشیده و به حفظ ثبات و پایداری آن حین جابجایی کمک می‌کنند (Sharma *et al*., 2019). استفاده از پوشش کیتوزان به نتایج سودمندی از جمله کاهش وزن، تغییر رنگ محصولات باغبانی و به تعویق انداختن روند پیری و در نتیجه حفظ ظاهر میوه و کیفیت کلی میوه منجر می‌شود (Velickova *et al*., 2013). در مطالعه‌ای نتایج نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان منجر به کاهش درصد سرمازدگی، پوسیدگی و همچنین بهبود کیفیت فلفل شیرین پس از نگهداری طولانی مدت (در مدت سه هفته) در دمای ۱/۵ درجه سانتی‌گراد و سپس سه روز دیگر در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد شد (Kehila *et al*., 2021). در پژوهشی نتایج نشان داد که ترکیب تیمار اسپرمین ۱/۵ میلی‌مولار و کیتوزان ۱ درصد از کاهش وزن به‌میزان ۴۶/۷ درصد، نشت یونی ۶۳/۶ درصد در مقایسه با شاهد جلوگیری کرد (Sharma *et al*., 2022). با توجه به اهمیتی که صادرات فلفل دلمه‌ای از نظر اقتصاد و ارزآوری دارد، لزوم اجرای پژوهش‌هایی در جهت افزایش انبارمانی فلفل دلمه‌ای و کابرد بسته‌بندی‌های مناسب در این زمینه از موارد ضروری است. برای بهبود زمان نگهداری فلفل دلمه‌ای می‌توان از روش‌هایی استفاده کرد که سرعت تنفس فلفل دلمه‌ای را کند نموده و باعث کاهش از دست‌دهی آب فلفل دلمه‌ای شوند. استفاده از ترکیبات شیمیایی برای افزایش عمر پس از برداشت محصولات کشاورزی کمتر به‌وسیله مصرف‌کننده پذیرفته می‌شود، زیرا این ترکیبات ممکن است آلاینده محیط زیست و همچنین برای سلامتی انسان مضر باشند (Tiamiyu *et al*., 2023). امروزه برای گسترش کیفیت و عمر پس از برداشت محصولات باغبانی بیوتکنولوژی‌های جدید مانند استفاده از پوشش‌های خوراکی و بسته‌بندی مناسب به‌منظور حفظ کیفیت یا بهبود وضعیت ظاهری فرآورده‌ها مورد توجه واقع شده است. لذا هدف از این پژوهش نیز افزایش کیفیت و ماندگاری فلفل دلمه‌ای با استفاده از پوشش‌های خوراکی کیتوزان است.

مواد و روش‌ها

میوه‌های فلفل دلمه‌ای تازه رقم کالیفرنیا واندر (California wonder) از مجتمع گلخانه‌ای سرخون در شهرستان بندرعباس در مرحله بلوغ تجاری برداشت شدند و بلافاصله بعد از برداشت به آزمایشگاه جهت اعمال تیمارها منتقل شدند. سپس میوه‌های سالم و یکنواخت به‌منظور اعمال تیمارها انتخاب شدند.

اعمال تیمار: تیمارهای کیتوزان شامل غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد وزنی- حجمی) در چهار تکرار بود. غلظت‌های مختلف این پوشش به‌وسیله حل کردن مقدار لازم از پودر کیتوزان (Chemsavers) در اسید استیک ۰/۵ درصد با کمی حرارت حل گردید و پس از تهیه یک محلول یکنواخت، به‌مدت ۲۴ ساعت در یک فضای استریل نگه‌داری شد و جهت اعمال تیمارها مورد استفاده قرار گرفت (Xing *et al*., 2011). میوه‌های فلفل دلمه‌ای در غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) از کیتوزان به‌مدت دو دقیقه غوطه‌ور شدند. میوه‌ها پس از تیمار در دمای آزمایشگاه خشک شده و به‌مدت ۲۸ روز در انبار با شرایط دمایی ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ درصد نگه‌داری شدند. پس از فواصل زمانی صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز، میوه‌ها از انبار خارج و به مدت ۴۸ ساعت در شرایط دمایی محیطی ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. سپس شاخص‌های کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفت.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

ارزیابی صفات: کاهش وزن و pH: کاهش وزن میوه‌ها به‌صورت اختلاف وزن میوه‌ها در زمان قبل از انبارمانی و پس از پایان انبارمانی بر حسب درصد به‌وسیله ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم محاسبه شد. pH با استفاده از دستگاه pH متر (Hanna, Italy, HI2211) اندازه‌گیری شد.

مواد جامد محلول (TSS) و اسید قابل تیتراسیون (TA): TSS برحسب درصد بریکس آب محصول با استفاده از رفراکتومتر دیجیتال (DBR 95, Taiwan) اندازه‌گیری شد. TA با روش تیتراسیون با سود ۰/۱ نرمال و برحسب درصد اسید مالیک مورد ارزیابی قرار گرفت.

ارزیابی رنگ میوه: شاخص رنگ با استفاده فاکتورهای مختلف رنگ میوه فلفل دلمه‌ای با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج (Minolta CR-400, Japan) اندازه‌گیری شد. ارزیابی میوه‌ها، براساس اندازه‌گیری شاخص‌های رنگ L* (روشنایی رنگ)، a* (قرمزی رنگ)، b* (زردی رنگ) و ΔE (شدت رنگ) تعیین شد.

محتوای کلروفیل: میزان ۰/۲ گرم از بافت میوه تازه با ۵ میلی‌لیتر از حلال استون ۸۰ درصد استخراج شد. سپس حجم آن با ۸۰ درصد استون به ۱۰ میلی‌لیتر و در ۸۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۸ دقیقه در ۶۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس مایع شفاف حاوی کلروفیل با استخراج ناخالصی‌ها دور ریخته شد و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر درطول‌موج ۶۴۵، ۶۶۳ و ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. میزان کلروفیل *a*، کلروفیل *b* و کاروتنوئید برحسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه، از طریق روابط زیر محاسبه شد (Arnon *et al*., 1949).

Chl a = (12.25A663-2.79A645)
Chl b = (21.21A645-5.1A663)
Carotenoides = 100(A470) - 3.27(mg chl a) - 104(mg chl b)/227

نشت یونی: از قسمت‌های میانی میوه‌ها تعداد چهار دیسک برداشته و در داخل لوله‌های آزمایش حاوی ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر قرار داده شد. پس از چهار ساعت شیک با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه هدایت الکتریکی اولیه (EC_1) محلول توسط دستگاه EC متر (AD300) خوانده شد. نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در داخل حمام آب گرم با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و پس از سرد شدن، هدایت الکتریکی (EC_2) نمونه‌ها اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر درصد نشت یونی محاسبه شد (Sakaldas *et al*., 2016).

EL (%)= (EC1/EC2)× 100

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ و آزمون LSD برای مقایسه میانگین داده‌ها در سطح احتمال $P < 0.05$ ارزیابی شد.

نتایج و بحث

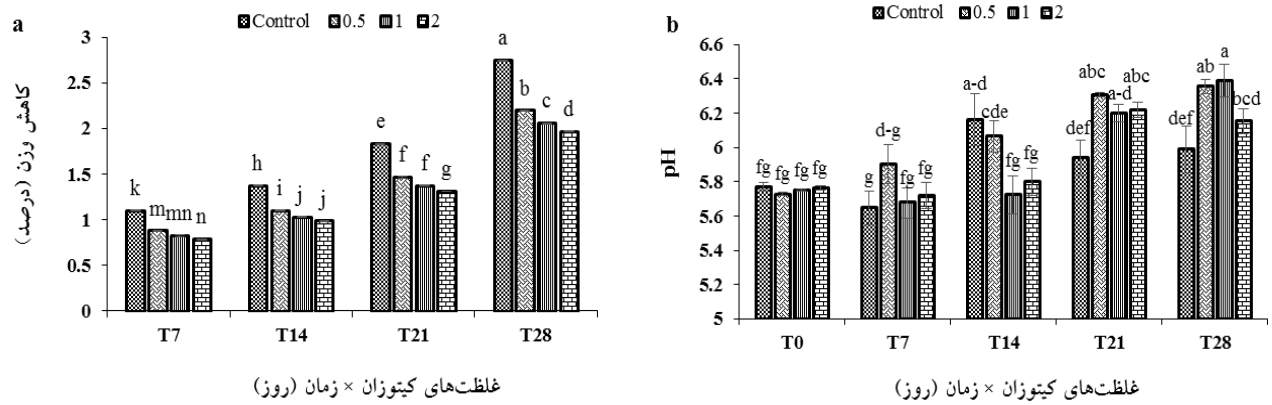
کاهش وزن و pH: براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داده شد که اثر متقابل کیتوزان و زمان بر کاهش وزن و pH فلفل دلمه‌ای به‌ترتیب در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاهد در زمان ۲۸ روز بیشترین افزایش معنی‌دار را نسبت زمان صفر در کاهش وزن داشت. غلظت ۲ درصد کیتوزان از کاهش وزن فلفل دلمه‌ای در زمان ۲۸ روز جلوگیری کرد (شکل 1a). کاهش وزن مربوط به کربوهیدارت‌های میوه و ذخایر اسیدهای آلی است (Lwin *et al*., 2022). کاهش وزن به نوبه خود با افزایش رادیکال‌های آزاد پیری را تسریع می‌کند (Trevino-Garza *et al*., 2015). میزان تنفس و مصرف قند توسط سلول منجر به از دست دادن آب بیشتر می‌شود که عامل مهمی در خراب شدن محصولات است (Dhakad *et al*., 2020). نقش کیتوزان در کاهش وزن میوه را می‌توان به خاصیت پلی‌کاتیونی آن نسبت داد. این پوشش پلی‌کاتیونی با شکسته شدن به قطعات پلی‌مری و تشکیل مجدد زنجیره پلی‌مری، باعث تشکیل فیلم پوششی سطحی با حالت ژله‌ای شد (Casariego *et al*., 2008). این پوشش منجر به لایه آب دوست در اطراف میوه شده که مانعی در برابر تبادلات گازی است و بدین ترتیب تنفس را کاهش داده و از تعرق و کاهش رطوبت سطحی نیز جلوگیری می‌کند (Park, 1999). یکی از دلایل کاهش وزن میوه طی مدت نگهداری در سردخانه، آلودگی به عوامل بیماری‌زا است که با صدمه به بافت میوه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر متقابل تیمار کیتوزان با غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر صفات کمی فلفل دلمه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		وزن میوه	pH	TSS	TA	a^*	b^*	L^*	ΔE
کیتوزان	۳	۰/۰۱۲*	۰/۰۱۴**	۵/۶۶**	۰/۱۱**	۱۸/۳۴**	۴۲/۴۴**	۷/۹۱**	۴/۶۹**
زمان	۴	۰/۱۱**	۰/۱۳**	۲/۳۸**	۰/۷۹**	۲۴/۲۸**	۴۱/۴۴**	۱۶/۰۹**	۱۲/۲۲**
کیتوزان × زمان	۱۲	۰/۰۰۰۵۷*	۰/۰۲۱**	۰/۷۳**	۰/۰۹۶**	۳/۵۲**	۷/۱۸**	۰/۵۱**	۰/۳۲**
خطای آزمایش	۶۰	۰/۰۰۳۰	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۲۱	۰/۰۲۷	۰/۲۲	۰/۴۰	۰/۰۹۴	۱۵/۴۴
ضریب تغییرات (٪)	–	۷/۲۷	۳/۸۶	۱۵/۱۹	۲/۷۸	۴/۰۸	۴/۷۷	۳/۵۹	۴/۲۶

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



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر (a) کاهش وزن و (b) pH فلفل دلمه‌ای (میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند).

می‌تواند میزان کاهش وزن میوه‌ها را افزایش دهد. بنابراین کیتوزان به‌دلیل خاصیت ضدمیکروبی، با کاهش آلودگی‌های پس از برداشت از کاهش وزن میوه جلوگیری می‌کند (Casariego *et al.*, 2008). کاهش از دست رفتن رطوبت با کاربرد پوشش کیتوزان در توت‌فرنگی (Hernandez-Munoz *et al.*, 2008)، انار (Meighani *et al.*, 2015) و گوجه‌فرنگی (Liu *et al.*, 2007) نیز گزارش شده است. در نتیجه پوشش کیتوزان وزن میوه را به‌طور قابل توجهی حفظ می‌کند و این اثر با مطالعات قبلی روی میوه کنار (Dutta *et al.*, 2016) و انگور (Sabir *et al.*, 2019) مطابقت داشت. به‌طورکلی، پوشش کیتوزان می‌تواند به‌عنوان فیلم خوراکی تجاری مناسب برای حفظ وزن میوه در سردخانه در نظر گرفته شود (Kou *et al.*, 2019). استفاده از پوشش کیتوزان می‌تواند به‌طور مؤثر به‌عنوان یک لایه نیمه‌نفوذپذیر تجاری عمل کند که می‌تواند تبادل گازها و همچنین رطوبت را به‌طور قابل توجهی کاهش دهد. این به نوبه خود می‌تواند منجر به کاهش قابل توجهی در میزان تنفس و از دست دادن آب در طول ذخیره‌سازی میوه‌ها پس از برداشت شود (Dutta *et al.*, 2016; Xing *et al.*, 2011). Bhowmick و همکاران (۲۰۱۵) گزارش کردند که میوه‌های بدون روکش با وزن ۲۴/۴۶ پس از ۱۲ روز انبارمانی وزن خود را ازدست دادند، در حالیکه کاهش وزن برای نمونه‌های پوش داده شده با ۰/۵، ۱ و ۲ درصد کیتوزان ۱۴/۱۸، ۱۳/۳۸ و

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

۱۲/۴۸ درصد بود. گزارشات Camatari و همکاران (۲۰۱۷) همچنین نشان داد که انبه با سطح بالاتری از کیتوزان (۰/۵ درصد) باعث کاهش وزن کمتری در طی انبارمانی شده است. همچنین مقایسه میانگین نشان داد کیتوزان با غلظت ۱ درصد در زمان ۲۸ روز بیش‌ترین اثر را بر pH نسبت به شاهد به‌میزان ۱/۰۷ درصد دارد (شکل ۱b). pH یک پارامتر مهم در حفظ کیفیت میوه است که ارتباط مستقیمی با غلظت اسیدهای آلی در نمونه‌ها دارد (Lara *et al.*, 2006). در طی زمان انبارمانی، اسیدهای آلی برای تأمین انرژی لازم فعالیت‌های عادی سلول‌ها توسط واکنش‌های تنفسی مورد استفاده قرار می‌گیرند (Ali *et al.*, 2011). با توجه به یافته‌های تحقیق حاضر، مقدار اسید و سطح pH میوه آن مورد بررسی قرار گرفت. مشخص شد که سطح pH در طول زمان روند صعودی را نشان می‌دهد. این را می‌توان به مصرف اسیدهای آلی در طول تنفس و همچنین تبدیل بعدی آن‌ها به قند نسبت داد (Florez-Martinez *et al.*, 2020). پوشش کیتوزان با محدود کردن تبادلات گازهای CO_2 و O_2، موجب کاهش سرعت تنفس و در نتیجه کاهش مصرف اسیدهای آلی و افزایش pH میوه می‌شود (Salvia-Trujillo *et al.*, 2015).

اسیدیته قابل تتراسیون (TA) و مواد جامد محلول (TSS): نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کیتوزان و زمان بر شاخص TA و TSS فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد بیشترین TA در شاهد در زمان صفر نسبت به زمان ۲۸ روز بود (شکل ۲a). کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون در روز صفر انبارمانی به مصرف آن‌ها در چرخه کربس ارتباط دارد. کاهش میزان اسید میوه بیانگر رسیدن و زوال آن است. در این آزمایش اسیدیته قابل تیتراسیون توسط تیمارهای کیتوزان در مقایسه با شاهد بهتر حفظ شد. پوشش نیمه تراوایی کیتوزان اتمسفر درونی میوه را تغییر داده و میزان اکسیژن را کم و دی‌اکسید کربن اطراف میوه را افزایش می‌دهد، بنابراین با ایجاد اتمسفر تغییر یافته سرعت تنفس، رسیدن و فرآیند پیری میوه را به‌تعویق می‌اندازد (Xing *et al.*, 2011). نتایج گزارش شده در مورد کیتوزان بر میزان TA طی مدت انبارمانی متفاوت است. در پژوهشی گزارش شد که پوشش کیتوزان در توت‌فرنگی طی مدت انبارمانی موجب افزایش TA در مقایسه با گروه‌های شاهد شد (Perdones *et al.*, 2012). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیش‌ترین TSS در شاهد در زمان ۲۸ روز به‌میزان ۱/۵ برابر نسبت به شاهد در زمان صفر مشاهده شد و پس از ۲۸ روز انبارمانی تیمار کیتوزان ۲ درصد نسبت به شاهد موجب کاهش TSS به میزان ۴۲/۲ درصدگردید (شکل ۲b). با افزایش مدت انبارمانی میزان مواد جامد محلول افزایش یافت. میزان افزایش در میوه‌های پوشش داده شده با کیتوزان در مقایسه با گروه شاهد به‌طور معنی‌داری کمتر بود. در تأیید یافته‌های این پژوهش، میزان مواد جامد محلول در میوه‌های توت‌فرنگی رقم کارماروسا پوشش داده شده با کیتوزان و کلسیم طی مدت هفت روز انبارمانی در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت (Hernandez-Munoz *et al.*, 2008).

شاخص رنگ: یافته‌های حاصل از نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داده شد که اثر متقابل کیتوزان بر شاخص‌های رنگ L^*، a^*، b^* و ΔE در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کیتوزان با غلظت یک درصد کاهش معنی‌داری را نسبت به شاهد به‌میزان ۳۸/۹۹ درصد نسبت به روز هفتم در شاخص رنگ a^* (قرمزی) داشت (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که شاهد افزایش معنی‌داری در روز هفتم به‌ترتیب درb^* (زردی)، L^* (روشنایی) و ΔE (تغییرات رنگ) به‌میزان ۳۷/۷۸، ۲۵/۹۸ و ۶۴/۶۷ درصد نسبت به روز ۲۸ نشان داد (جدول ۲). تأخیر در تغییرات رنگ میوه فلفل دلمه در پژوهش Hernandz- Munoz و همکاران (۲۰۰۸) گزارش شده است. استفاده از پوشش کیتوزان بهبود قابل توجهی را در تأثیر مفید بر روی هر دو ویژگی رنگ و بافت میوه توت‌فرنگی نشان داده است. علاوه بر این، مشاهده شده است که به‌طور مؤثر روند پیری میوه را به تأخیر می اندازد، بنابراین به حفظ ظاهر خارجی و کیفیت کلی آن کمک می‌کند (Velickova *et al.*, 2013).

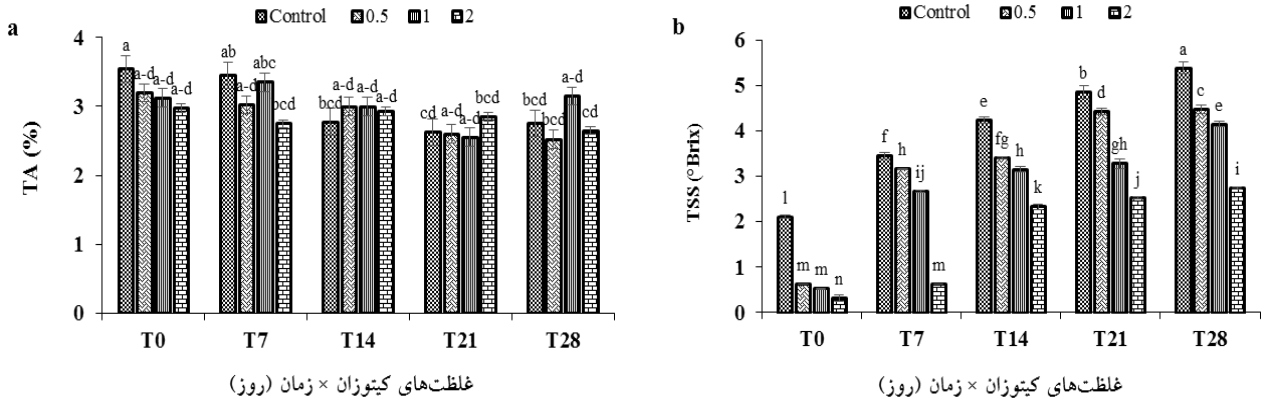
کلروفیل a، کلروفیل b و کاروتنوئید: بر طبق نتایج تجزیه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار کیتوزان با غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر شاخص رنگ فلفل دلمه‌ای

زمان (روز) / کیتوزان (درصد)	a*				b*			
	۰	۰/۵	۱	۲	۰	۰/۵	۱	۲
۷	−۱۰/۷۲^{h}	−۹/۴۳^{fg}	−۸/۴۵^{de}	−۹/۸۰^{g}	۱۴/۴۷^{a}	۱۱/۹۷^{d}	۱۱/۵۹^{d}	۱۲/۴۸^{c}
۱۴	−۹/۷۰^{g}	−۸/۲۰^{d}	−۸/۳۰^{de}	−۹/۴۲^{fg}	۱۳/۳۲^{b}	۱۱/۶۵^{d}	۱۰/۳۲^{e}	۱۳/۶۱^{b}
۲۱	−۸/۶۶^{e}	−۸/۳۲^{de}	−۷/۳۹^{bc}	−۹/۲۳^{f}	۱۲/۶۱^{c}	۱۰/۶۴^{e}	۱۰/۶۹^{e}	۱۳/۶۹^{b}
۲۸	−۷/۶۷^{c}	−۷/۱۷^{b}	−۶/۵۴^{a}	−۷/۵۲^{bc}	۹/۴۳^{f}	۱۰/۵۳^{e}	۸/۶۴	۱۰/۵۸^{e}
	L*				ΔE			
	۰	۰/۵	۱	۲	۰	۰/۵	۱	۲
۷	۳۵/۶۸^{a}	۳۰/۴۶^{b}	۲۸/۲۸^{cd}	۳۰/۳۴^{b}	۱۸/۹۷^{a}	۱۴/۳۳^{cd}	۱۳/۲۸^{ef}	۱۴/۹۹^{c}
۱۴	۳۰/۸۳^{b}	۲۸/۳۰^{cd}	۲۶/۴۹^{de}	۳۰/۷۲^{b}	۱۶/۵۱^{b}	۱۳/۶۱^{ef}	۱۲/۶۱^{f}	۱۳/۶۱^{de}
۲۱	۳۱/۴۴^{b}	۲۹/۶۷^{bc}	۲۷/۱۳^{de}	۳۰/۶۱^{b}	۱۳/۶۸^{de}	۱۱/۱۸^{gh}	۱۱/۶۱^{g}	۱۳/۴۳^{e}
۲۸	۲۶/۷۰^{de}	۲۸/۰۶^{cd}	۲۶/۱۱^{de}	۲۸/۳۲^{de}	۱۳/۰۲^{ef}	۱۰/۷۸^{h}	۹/۸۲^{i}	۱۱/۵۲^{gh}

میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر (a) اسیدیته قابل تیتراسیون و (b) مواد جامد محلول فلفل دلمه‌ای (میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند).

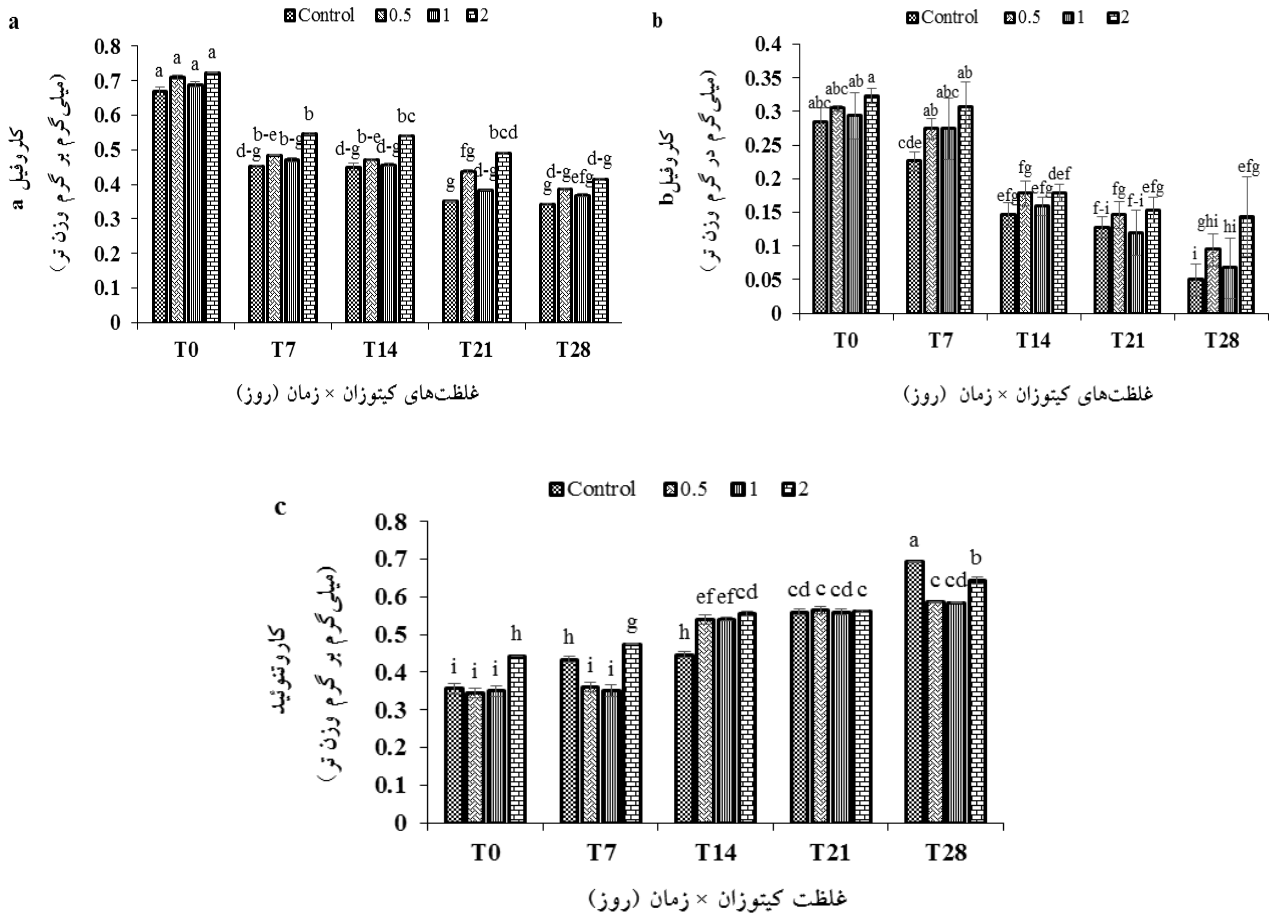
واریانس داده‌ها اثر متقابل کیتوزان و زمان بر کلروفیل a، b و کاروتنوئید فلفل دلمه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین میزان کلروفیل a در زمان صفر با غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) مشاهده گردید (شکل ۳a). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیش‌ترین افزایش معنی‌دار کلروفیل b در فلفل دلمه‌ای با غلظت ۲ درصد در زمان صفر به‌میزان ۱۱۳/۳۳ درصد نسبت به شاهد شد (شکل ۳b). میزان کاروتنوئید فلفل دلمه‌ای در زمان ۲۸ روز در شاهد به‌میزان ۹۷/۱۴ درصد نسبت به زمان صفر افزایش معنی‌داری را نشان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر متقابل تیمار کیتوزان با غلظت‌های (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر صفات کیفی فلفل دلمه‌ای

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	نشت یونی
کیتوزان	۳	۱۱/۷۴**	۰/۰۱۸ns	۴۵۵۸/۶۴**	۱۴/۰۱**
زمان	۴	۳۰/۶۹**	۰/۲۳**	۴۳۵۸۸/۸۷**	۹۲/۸۲**
کیتوزان × زمان	۱۲	۶/۸۶۵**	۰/۰۰۹۲**	۲۵۳۹/۰۷**	۳/۰۳*
خطای آزمایش	۶۰	۱/۰۰۸	۰/۰۰۷۱	۶/۸۷	۱/۴۸
ضریب تغییرات (٪)	–	۶/۸۸	۳/۱۹	۹/۷۴	۱/۴۸

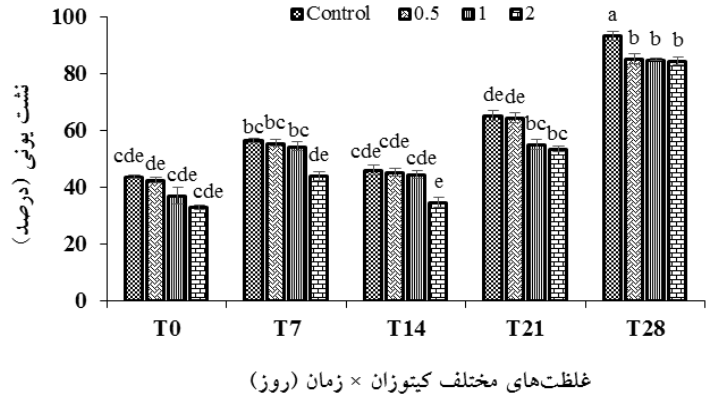
ns، *و ** به ترتیب بی‌معنی، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر (a) کلروفیل a و (b) کلروفیل b (c) فلفل دلمه‌ای (میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند).

داد (شکل ۳c). در تحقیقی نشان داده شد که پوشش کیتوزان نسبت به شاهد باعث افزایش کلروفیل و کاهش کاروتنوئید فلفل دلمه‌ای شده است (Fenny *et al*., 2021). فعالیت کیتوزان مشابه یک تنظیم‌کننده رشد در چند گیاه زینتی گزارش شده

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]



غلظت‌های مختلف کیتوزان × زمان (روز)

شکل ۴- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های مختلف کیتوزان (صفر، ۰/۵، ۱ و ۲ درصد) در زمان‌های متفاوت (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز) بر نست یونی فلفل دلمه‌ای (میانگین‌های دارای حروف مشابه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند).

است. به‌طوریکه افزودن کیتوزان یک درصد در مقایسه با شاهد باعث افزایش وزن تر و خشک گیاهان زینتی شده است (Ohta *et al.*, 2004). در گیاه لوبیا سبز کیتوزان سبب افزایش ویژگی‌های مورفولوژیک و بیوشیمیایی از جمله ارتفاع، تعداد شاخه‌ها، تعداد برگ‌ها، سطح برگ، وزن خشک، محتوای کلروفیل، فتوسنتز و نیترات ردوکتاز شده است (Rabbi *et al.*, 2016). القای کیتوزان در تأثیرگذاری روی صفات مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاهان قهوه، چیلی، گوجه‌فرنگی، خیار، ذرت، ارکیده، سویا و برنج نیز گزارش شده است (Jianglian and Shaoying, 2013).

نشت یونی: برطبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل کیتوزان و زمان بر نشت یونی فلفل دلمه‌ای ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که کیتوزان با غلظت ۰/۵، ۱ و ۲ در زمان ۲۸ روز سبب کاهش نشت یونی به‌ترتیب به‌میزان ۸/۵۶، ۹ و ۹/۵۷ نسبت به شاهد در زمان ۲۸ روز شد (شکل ۴). برخی از محققان نشان دادند کیتوزان به‌عنوان یک پوشش خوراکی با القای فعالیت آنزیم‌های مرتبط با کاهش میزان تنش در طول دوره انبارمانی باعث کاهش نشت یونی میوه‌ها می‌شوند (Liu *et al.*, 2007; Xing *et al.*, 2011). بطور مشابه، Xing و همکاران (۲۰۱۱) دریافتند استفاده از تیمارهای پوششی در طول دوره انبارمانی با کاهش تنش منجر به کاهش نشت یونی و حفظ بیشتر آنزیم کاتالاز و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از جمله ویتامین ث، فنل کل در نتیجه افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به شاهد می‌گردد (Xing *et al.*, 2011). همچنین کاهش نشت یونی در میوه‌های فلفل دلمه‌ای توسط پوشش خوراکی کیتوزان گزارش شده است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

نتیجه‌گیری

میوه فلفل دلمه‌ای ارزش غذایی بالایی دارد و سرشار از انواع مواد معدنی و متابولیت‌های متنوع است. مصرف این میوه در رژیم غذایی مردم ایران جایگاه ویژه‌ای دارد. ولی به‌دلیل کاهش سریع آب محصول دارای عمر پس از برداشت کوتاهی است. نتایج نشان داد که تیمار کیتوزان سبب افزایش کلروفیل a، b و کاروتنوئید و کاهش نشت یونی شده است. در این آزمایش استفاده از پوشش خوراکی کیتوزان با غلظت ۲ درصد به‌طور مؤثری کاهش کیفیت میوه‌ها را به‌خوبی حفظ نمود. بنابراین استفاده تجاری از این ترکیب می‌تواند عمرانبارمانی و بهره‌وری اقتصادی میوه فلفل دلمه‌ای را افزایش دهد.

منابع

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

محمدی، میثم، خادمی، اورنگ، صیدی، مهدی، و بازگیر، مسعود (۱۳۹۵). حفظ کیفیت پس از برداشت و کنترل پوسیدگی قارچ فلفل دلمه‌ای (*Capsicum annum* L.) توسط پوشش خوراکی کیتوزان. *مجله فرآیند و کارکرد گیاهی*، ۱۶، ۲۷-۱. DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.16.10.5.

Ali, A., Muhammad, M. T. M., Sijam, K., & Siddiqui, Y. (2011). Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. *Food Chemistry*, *124*, 620-626. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.085

Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, *24*, 1-15. https://doi.org/10.1104/pp.24.1.1

Bhowmick, N., Ghosh, A., Dutta, P., & Dey, K. (2015). Efficacy of edible coatings on the shelf life of ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruits at ambient condition. *International Journal of Agriculture, Environment and Biotechnology*, *8*, 601-608. https://doi.org/10.5958/2230-732X.2015.00066.2

Camatari, F. O. D. S., Santana, L. C. L. D. A., Carnelossi, M. A. G., Alexandre, A. P. S., Nunes, M. L., Goulatt, M. O. F., Narain, N., & Silva, M. A. A. P. D. (2017). Impact of edible coatings based on cassava starch and chitosan on the post-harvest shelf life of mango (*Mangifera indica*) 'Tommy Atkins' fruits. *Food Science and Technology*, *38*, 86-95. https://doi.org/10.1590/1678-457X.16417

Casariego, A., Souza, B. W. S., Vicente, A. A., Teixeira, J. A., Cruz, L., & Diaz, R. (2008). Chitosan coating surface properties as affected by plasticizer, surfactant and polymer concentrations in relation to the surface properties of tomato and carrot. *Food Hydrocolloids*, *22*, 1452-1459. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.09.010

Dutta, P., Dey, K., Ghosh, A., Bhowmick, N., & Ghosh, A. (2016). Effect of edible coatings for enhancing shelf-life and quality in Ber (*Zizyphus mauritiana* Lamk.) fruits. *Journal of Applied and Natural Science*, *8*, 1421-1426. https://doi.org/10.31018/jans.v8i3.976

Fenny, M. D., Karlia, M., Kuswati, K., Rizkita, R. E., & Husn, N. (2021). Chitosan improving growth in chili (*Capsicum annuum* L.) plants and acting through distinct gene regulation between cultivars. *Research Journal of Biotechnology*, *16*(2), 87-92. https://www.researchgate.net/publication/349117597

Florez-Martinez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., & Rodriguez, J. (2020). A systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science and Technology*, *107*, 415-428. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.011

Dhakad, A., Sonkar, P., Bepari, A., & Kumar, U. (2020). Effect of pre-harvest application of plant growth regulators and calcium salts on biochemical and shelf life of acid lime (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Journal Pharmacognosy and Phytochemistry*, *9*, 1983-1985. https://doi.org/10.22271/phyto

Hernandez-Munoz, P., Almenar, E., Ocio, M. J., & Gavara, R. (2008). Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria* × *ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*, *39*, 247-253. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.11.006

Jianglian, D, & Shaoying, Z. (2013). Application of chitosan-based coating in fruit and vegetable preservation: A review. *Journal of Food Process Technology*, *4*(5), 227-231. https://doi.org/10.4172/2157-7110.1000227

Kehila, Sh., Alkalai-Tuvia, Sh., Chalupowicz, D., Poverenov, E., & Fallik, E. (2021). Can edible coatings maintain sweet pepper quality after prolonged storage at sub-optimal temperatures? *Horticulturae*, *7*(10), 387-397. https://doi.org/10.3390/horticulturae7100387

Kou, X., He, Y., Li, Y., Chen, X., Feng, Y., & Xue, Z. (2019). Effect of abscisic acid (ABA) and chitosan/nano-silica/sodium alginate composite film on the color development and quality of postharvest Chinese winter jujube (*Zizyphus jujuba* Mill. cv. Dongzao). *Food chemistry*, *270*, 385-394. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.06.151.

Lara, I., Garcia, P., & Vendrell, M. (2006). Post-harvest heat treatments modify cell wall composition of strawberry (*Fragaria× ananassa* Duch.) fruit. *Scientia Horticulture*, *109*, 48-53. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.03.001

Liu, J., Tian, S., Meng, X., & Xu, Y. (2007). Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *44*, 300-306. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.12.019

Lwin, H. P., Lee, J., & Lee, J. (2022). Perforated modified atmosphere packaging differentially affects the fruit quality attributes and targeted major metabolites in bell pepper cultivars stored at ambient temperature *Scientia Horticulturae*, *301*, 111-131. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111131

Marin Fernandez, A., Ferreres, F., Tomas Barberan, F., & Gil Munoz, M. (2004). Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *52*(12), 3861-3869. http://dx.doi.org/10.1021/jf0497915

Meighani, H., Ghasemnezhad, M., & Bakhshi, D. (2015). Effect of different coatings on post-harvest quality and bioactive compounds of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits. *Journal of Food Science and Technology*, *52*,

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

4507-4514. https://doi.org/10.1007/s13197-014-1484-6

Ohta, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N., & Hosoki, T. (2004). Effects of chitosan soil mixture treatment in the seedling stage on the growth and flowering of several ornamental plants. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, *73*(1), 66-68. https://doi.org/10.2503/jjshs.73.66

Park, H. J. (1999). Development of advanced edible coatings for fruits. *Trends in Food Science and Technology*, *10*, 254-260. https://doi.org/10.1016/S0924-2244(00)00003-0

Perdones, A., Sanchez-Gonzalez, L., Chiralt, A., & Vargas, M. (2012). Effect of chitosan–lemon essential oil coatings on storage-keeping quality of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*, *70*, 32-41. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2012.04.002

Rabbi, S. F., Rahman, M., Mondal, M. M. A., Bhowal, S. K., & Haque, A. (2016). Effect of chitosan application on plant characters, yield attributes and yield of mungbean. *Research Journal of Agriculture Environmental Management*, *5*, 95-100. https://www.researchgate.net/publication/318645904

Sabir, F. K., Sabir, A., Unal, S., Taytak, M., Kucukbasmaci, A., & Bilgin, O. F. (2019). Postharvest quality extension of minimally processed table grapes by chitosan coating. *International Journal of Fruit Science*, *19*, 347-358. https://doi.org/10.1080/15538362.2018.1506961

Sakaldas, M., Gundogdu, M. A., & Gur, E. (2016). The effects of preharvest 1-methylcyclopropene (Harvista) treatments on harvest maturity of' Santa Maria'pear cultivar. *III International Symposium on Horticulture in Europe-SHE*, 1242, 287-294. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1242.40

Salvia-Trujillo, L., Rojas-Grau, M. A., Soliva-Fortuny, R., & Martin-Belloso, O. (2015). Use of antimicrobial nanoemulsions as edible coatings: Impact on safety and quality attributes of fresh-cut Fuji apples. *Postharvest Biology and Technology*, *105*, 8-16. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.03.009

Sharma, P., Kehinde, B. A., Kaur, S., & Vyas, P. (2019). Application of edible coatings on fresh and minimally processed fruits: A review. *Nutrition Food Science*, *49*, 713-738. https://doi.org/10.1108/NFS-08-2018-0246

Sharma, S., Krishna, H., Barman, K., Kole, B., Singh, S. K., & Behera, T. K. (2022). Synergistic effect of polyamine treatment and chitosan coating on postharvest senescence and enzyme activity of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *South African Journal of Botany*, *151*, 175-184. https://doi.org/10.1111/1541-4337.13170

Tiamiyu, Q. O., Adebayo, S. E., & Ibrahim, N. (2023). Recent advances on postharvest technologies of bell pepper: A review. *Heliyon*, *9*(4), 1-13. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15302

Trevino-Garza, M. Z., Garcia, S., del Socorro Flores-Gonzalez, M., & Arevalo-Nino, K. (2015). Edible active coatings based on pectin, pullulan, and chitosan increase quality and shelf life of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Food Science*, *8*, M1823-M1830. https://doi.org/10.1111/1750-3841.12938

Tsegay, D., Tesfaye, B., Mohammed, A., Yirga, H., & Bayleyegn, A. (2013). Effects of harvesting stage and storage duration on postharvest quality and shelf life of sweet bell pepper (*Capsicum annuum* L.) varieties under passive refrigeration system. *International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research*, *4*, 98-104. https://doi.org/10.5897/IJBMBR2013.0154

Velickova, E., Winkelhausen, E., Kuzmanova, S., Alves, V. D., & Moldao-Martins, M. (2013). Impact of chitosan-beeswax edible coatings on the quality of fresh strawberries (*Fragaria ananassa* cv Camarosa) under commercial storage conditions. *LWT-Food Science and Technology*, *52*, 80-92. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.004

Wahyuni, Y., Ballester, A. R., Sudarmonowati, E., Bino, R. J., & Bovy, A. G. (2013). Secondary metabolites of Capsicum species and their importance in the human diet. *Journal of Natural Products*, *76*, 783-793. https://doi.org/10.1021/np300898z

Xing, Y., Li, X., Xu, Q., Yun, J., Lu, Y., & Tang, Y. (2011). Effects of chitosan coating enriched with cinnamon oil on qualitative properties of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, *124*, 1443-1450. https://doi.org/10.1155/2015/835151

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]

The Effect of Chitosan Coating on the Storage of Bell Pepper (*Capsicum annum* L.)

Razieh Emadifar[1], Gholam Reza Sharifi[2*], Abdol-Majid Mirzaalian-Dastjerdi[3]

[1] Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran
[2] Department of Agricultural Biotechnology, College of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran
[3] Department of Horticultural Science, College of Agriculture, University of Hormozgan, Hormozgan, Iran
(Received: 2023/06/02, Accepted: 2023/08/08)

Abstract

One of the limitations of keeping, marketing, and exporting capsicum (*Capsicum annum* L.) is its rapid ripening after harvesting and microbial spoilage, which reduces the quality properties and spoilage of this product. These challenges have been effectively mitigated by using post-harvest techniques. Edible coating treatments can be used after harvesting different fruits. The purpose of this experiment is to use chitosan at four levels (zero, 0.5, 1, and 2%) over time (zero, 7, 14, 21, and 28 days) with four repetitions on the quality after harvesting bell peppers. The variety of California Wonder is a factorial experiment in the form of a completely randomized design. The results showed that a 2% concentration of chitosan prevented weight loss in 28 days. At the end of the experiment, a 2% chitosan treatment compared to the control caused a decrease in TSS by 42.2%. The highest amount of chlorophyll a was observed in the chitosan treatment compared to the control in 28 days. The most significant increase in chlorophyll b in sweet pepper, with a concentration of 2% at zero time, was 113.33% compared to the control. The carotenoid content of sweet pepper showed a significant increase of 97.14% compared to time 0 in the control at the time of 28 days. The results of the average comparison showed that chitosan with a concentration of 0.5, 1, and 2, respectively, in 28 days caused a decrease in ion leakage by 8.56, 9, and 9.57, respectively, compared to the control in 28 days. The results showed that different concentrations of Chitosan and especially the concentration of 2% compared to the control, maintained the quality after harvesting and delayed the aging of bell pepper fruit. According to the results of this research, it is recommended to use this edible coating as an application to increase the shelf life of bell peppers.

Keywords: Weight loss, Chlorophyll, Quality, Ion Leakage

Corresponding author, Email: sharifi@uk.ac.ir; sharifisirchi@yahoo.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-06-06]