

تأثیر پوشش دهی با محلول زئین و کیتوزان حاوی اسانس روغنی گیاه بادیان بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و حسای خرمای رقم مضافتی

بهجت تاج‌الدین^۱، فرشته سلاجقه^۲، نجمه سلیمانی^۲

۱- نویسنده مسئول: دانشیار موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. پست الکترونیکی: b.tajeddin@areco.ac.ir
۲- مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۹/۴/۴

چکیده

سابقه و هدف: استفاده از پوشش‌های طبیعی با قابلیت‌های گوناگون، فرصت تهیه مواد سالم‌تر و با مقبولیت بالاتر را به‌ویژه برای محصولات ارزش افزوده بالا از جمله خرما فراهم می‌کند. از این رو، در این مطالعه تأثیر پوشش‌دهی خرما بر ویژگی‌های مختلف آن با هدف ماندگاری بیشتر این محصول بررسی شد.

مواد و روش‌ها: خرمای مضافتی با بسپارهای طبیعی (زئین، کیتوزان و اسانس گیاه بادیان رومی) پوشش داده شد. تأثیر این پوشش‌دهی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (رطوبت، مواد جامد محلول کل، اسیدیته قابل تیتر، قندهای احیاء‌کننده، pH) و حسای (درخشندگی، سفتی بافت، طعم و مزه، و قابلیت پذیرش کلی) آن طی مدت نگهداری در دو دمای ۴ و ۱۸- و سال دوم در دمای ۱۰ درجه سلسیوس ارزیابی شد. داده‌ها تحت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال و مکان تجزیه شدند. مقایسه میانگین نمونه‌ها به روش دانکن صورت گرفت.

یافته‌ها: نمونه‌های خرمای تیماریافته با کیتوزان سه‌ماه بعد از نگهداری، بیشترین درصد رنگ را نشان دادند. کمترین میزان رنگ مربوط به نمونه کیتوزان + روغن بادیان دوازده‌ماه بعد از نگهداری، و شاهد اسید استیک + روغن بادیان نه‌ماه بعد از نگهداری بود. از لحاظ طعم و مزه و سفتی بافت، تیمارهای زئین و کیتوزان امتیاز بیشتری را کسب کردند. بیشترین مقدار رطوبت در تیمار زئین و کمترین در تیمار کیتوزان مشاهده شد. کمترین درصد قند در نمونه شاهد بود و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر اسیدیته و pH مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج مجموعه آزمون‌های شیمیایی و حسای، استفاده از پوشش‌دهی با تیمارهای فوق برای حفظ خواص فیزیکی و شیمیایی خرما و استفاده از پوشش کیتوزان برای کمترین تغییرات رنگ و استفاده از زئین برای کمترین تغییرات طعم و مزه در خرما توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی: خرما، خواص حسای، خواص فیزیکی و شیمیایی، زئین، کیتوزان

• مقدمه

رتبه نخست تولید خرما را در کشور داراست. کل سطح زیر کشت خرما در این استان ۲۷۷۲۷ هکتار، و میزان تولید ۱۵۵۵۲۷۴ تن است (۱). در بسیاری از نقاط جنوبی کشور، افراد بومی اقدام به برداشت، جمع‌آوری و بسته‌بندی خرما می‌کنند. بسیاری از باغداران به مسائل برداشت، بسته‌بندی و نگهداری محصول خرما آشنا نبوده و روش‌های شستشو و بسته‌بندی خرما به‌طور دقیق و اصولی اشاعه نیافته است. توجه به عواملی چون رقم خرما، تمیزکردن، و بسته‌بندی مناسب آن، ضمن افزایش توان و قابلیت نگهداری بیشتر خرما، یک محصول خوب به بازارهای داخلی و خارجی عرضه خواهد کرد.

خرما درختی است که در بسیاری از نقاط دنیا به‌ویژه نواحی بیابانی کشورهای خاورمیانه رشد می‌کند. بر مبنای آمار مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، جمهوری اسلامی ایران یکی از بزرگترین کشورهای تولیدکننده خرما در جهان به‌شمار می‌آید. میزان تولید خرمای کشور برای سال زراعی ۱۳۹۶، حدود ۲/۱ میلیون تن برآورد شده است که ۸/۵ درصد از کل میزان تولید محصولات باغبانی را به خود اختصاص می‌دهد. جنوب استان کرمان، بعد از استان سیستان و بلوچستان، رتبه دوم در میان تولیدکنندگان خرمای کشور است. استان کرمان با احتساب جیرفت و کهنوج،

سال‌تر و با مقبولیت بالاتر تولید کنند (۶). در واقع، پوشش‌دهی مواد غذایی با استفاده از این پوشش‌ها، مانند سدی در برابر تبادل گازها، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها عمل کرده و ماندگاری مواد غذایی را در فاصله تولید تا رسیدن به دست مصرف‌کننده حفظ می‌کند (۱۲). با استفاده از پوشش‌های خوراکی زئین و کیتوزان، تبادل گازها (عمدتاً دی-اکسیدکربن) و رطوبت از طریق سطح محصول به حداقل ممکن می‌رسد (۱۴، ۱۳).

بسپار طبیعی کیتوزان با فرمول شیمیایی $C_8H_{13}NO_5$ ، پلی‌ساکارید کاتیونی است که در اثر استیل‌زدایی از کیتین تهیه می‌شود و به دلیل تمایل زیاد به حمله به غشاهای دارای بار منفی، می‌تواند فعالیت برخی از سویه‌های باکتری و قارچ را مهار کند. منبع عمده و تجاری کیتین، پوسته سخت‌پوستان از جمله خرچنگ، میگو، لابستر و آرتیمیا است. کیتوزان، دارای خواصی از جمله زیست‌تخریب‌پذیری، سازگاری با محیط و غیرسمی است که ویژگی‌های عملکردی مانند خصوصیات ضد میکروبی، آنتی‌اکسیدانی و تشکیل پوشش و فیلم را نیز دارد (۹، ۱۵، ۱۷). زئین، بسپار طبیعی دیگری با خاصیت تشکیل فیلم و پوشش است. این پروتئین، شامل گروهی از پرولامین-هاست که در اندوسپرم ذرت یافت می‌شود و بیش از ۵۰٪ از کل پروتئین‌های آندوسپرم را تشکیل می‌دهد (۱۰). در مقایسه با سایر پروتئین‌های گیاهی، زئین به دلیل داشتن درصد بالایی از آمینواسیدهای غیرطبیعی، دارای خواص منحصر به فردی برای تهیه فیلم و پوشش‌های خوراکی است (۱۸). زئین پس از تبدیل به فیلم، دارای ظاهری براق و سخت بوده و دارای نفوذپذیری کمتری به بخار آب در مقایسه با سایر فیلم‌های تهیه شده از پروتئین‌های گیاهی است. انتقال گازهای اکسیژن و دی‌اکسیدکربن از فیلم و پوشش زئین در رطوبت نسبی و دمای مشابه، یک یا دو برابر کمتر از فیلم‌های پلی‌اتیلنی با دانسیته کم، متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل سلولز بوده و تا حدودی مشابه با فیلم‌های پلی‌استر است (۲۰، ۱۹، ۱۰). گیاه بادیان رومی (*Pimpinella anisum*) که به آن رازیانه رومی نیز می‌گویند، گیاهی با دانه‌های معطر از تیره چتریان است. این دارو، در اصل تخم رازیانه رومی است. تندمزگی آن از رازیانه خودرو کمتر بوده و دارای نوعی مزه شیرین و بهتر از رازیانه خودرو است. گیاه چند ساله رازیانه (*Foeniculum vulgare*) از مهم‌ترین و پر مصرف‌ترین گیاهان دارویی تیره چتریان است که اسانس حاصل از آن در صنایع مختلف دارویی، غذایی و بهداشتی استفاده می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات اسانس گیاه رازیانه را آنتول تشکیل می‌دهد. از دیگر ترکیبات مهم موجود

کرامت و خوروش (۲۰۰۲)، ترکیب شیمیایی ارقام غالب خرماهای ایران را مطالعه و گزارش کردند که از نظر مقدار رطوبت و پروتئین، بین ارقام خرماهای مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد به طوری که خرماهای خاصویی بیشترین و خرماهای زاهدی کمترین مقدار رطوبت، و کبکاب بهبهان بیشترین و خرماهای شهادت کمترین مقدار پروتئین را دارا بودند. از نظر چربی و خاکستر، اختلاف معنی‌داری بین ارقام خرما وجود نداشت (۲). کرامت جهرمی و همکاران (۲۰۰۹)، برخی خواص فیزیکی دو رقم خرماهای حاج قنبری و شاهانی را بررسی کردند. بررسی نتایج ترکیب شیمیایی خرماهای کشورهای مختلف، وجود تغییرات وسیعی را در ترکیب شیمیایی ارقام خرماهای این کشورها نشان می‌دهد (۳). اختلاف در ترکیب شیمیایی خرما تحت تأثیر رقم، مرحله رسیدگی و احتمالاً میزان کاهش رطوبت محصول پس از برداشت، قرار دارد (۵).

خرمای رقم مضافتی بعد از ارقام استعمران و شاهانی سومین رقم خرماهای اقتصادی ایران است که در نقاط مختلف کشت می‌شود، و موطن اصلی آن منطقه بم کرمان است. این رقم، از گروه خرماهای نرم با رنگ قرمز تیره متمایل به سیاه بوده و بهترین نوع خرما از نظر بازار داخلی است که در سال‌های اخیر صادرات آن نیز از توجه زیادی برخوردار است (۶)، اما به دلیل بالا بودن رطوبت و فسادپذیری بالای این رقم، نگهداری آن مشکلاتی چون خروج شیره، از دست دادن رطوبت و در نتیجه چسبناک شدن محصول دارد. تخمیر و ترشیدگی محصول نیز به دلیل فعالیت کپک‌ها و مخمرها از عمده‌ترین مشکلات این رقم خرما طی نگهداری محسوب می‌شود (۷، ۸).

به نظر می‌رسد استفاده از پوشش‌های خوراکی از راهکارهای موثر برای افزایش ماندگاری محصول خرما باشد. یک پوشش خوراکی مطلوب قادر است زمان ماندگاری میوه را بدون تشدید فعل و انفعالات بی‌هوازی افزایش داده و شدت فساد میوه را بدون تأثیر بر کیفیت میوه کاهش دهد. پوشش‌های خوراکی شامل پوشش‌های پروتئینی، پلی‌ساکاریدی، لیپیدی و یا ترکیبی از آن‌ها هستند. یادآور می‌شود که بستن نسبی منافذ میوه با استفاده از مواد پوشش‌دهنده از جنس بسپارهای طبیعی چون کیتوزان، پروتئین سویا، پروتئین آب پنیر با شلاک، گلو تن گندم و کربوکسی‌متیل سلولز (۱۰، ۹)، و بسته‌بندی در اتمسفر تغییر یافته (۱۱) برای خرما پیشنهاد شده است. استفاده از مواد ضد باکتریایی، پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی این امکان را به تولیدکنندگان داده است تا غذاهای

میکرولیتر بر لیتر اضافه گردید، و نیمی دیگر، بدون اسانس برای تیمار C (جدول ۱)، استفاده شد.

محلول ژئین ۱۰ درصد نیز از روش جینز و همکاران (۲۴) با استفاده از اتانول ۹۵ درصد تهیه شد. ژئین نیز به دو قسمت تقسیم گردید. یک قسمت آن با روغن بادیان مخلوط شد و روی نمونه‌ها تیمار گردید، و قسمت دیگر، بدون اسانس برای تیمار D (جدول ۱)، استفاده شد.

بعد از اعمال تیمارهای ذکر شده روی نمونه‌ها، کلیه نمونه‌ها داخل کارتن‌های کوچک به وزن 250 ± 50 گرم بسته‌بندی شده و در دو دمای ۴ و ۱۸- درجه سلسیوس (به ترتیب داخل یخچال و فریزر) در سال اول و دمای ۱۰ درجه سلسیوس در سال دوم قرار گرفتند. هر ماه از هر تیمار، نمونه‌ها بدون باز شدن و در بسته اصلی خود، به آزمایشگاه منتقل شده و تمامی آزمون‌های شیمیایی و حسی روی آن‌ها صورت گرفت.

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی: در هر مرحله از نمونه‌برداری، ویژگی‌های شیمیایی میوه خرما به شرح زیر اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان رطوبت، ۲۰ عدد خرما بدون هسته (با جرم مشخص) به مدت ۷۲ ساعت در آن با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت، بعد از اطمینان از تثبیت جرم، نمونه‌ها دوباره توزین شدند (۲۵). میزان اسیدیته از طریق تیتراژ کردن با سود ۰/۱ نرمال و بر حسب اسید مالیک محاسبه شد. برای اندازه‌گیری pH، ابتدا ۲۵ گرم خرما در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر توسط مخلوط کن کاملاً همگن و از کاغذ صافی عبور داده شد و سپس با استفاده از دستگاه pH متر دیجیتال (مدل 691 Metrohm) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، مقدار آن خوانده شد. برای تعیین درصد مواد جامد محلول کل (TSS)، از رفاکومتر دستی (مدل Carl zeissy، ساخت آلمان) استفاده شد. بدین صورت که ۲۵ گرم از نمونه خرما بدون هسته به دقت وزن شده و پس از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر، با مخلوط‌کن، کاملاً مخلوط و از کاغذ صافی عبور داده شد. سپس، چند قطره از محلول حاصل روی منشور دستگاه ریخته و با تنظیم دکمه مربوطه، درصد مواد جامد محلول کل از روی صفحه مدرج خوانده شد. قندهای احیاءکننده نیز با روش فهلینگ اندازه‌گیری شدند. سفتی بافت، توسط دستگاه پنترومتر دستی تعیین شد.

در اسانس این گیاه، فنکول، استراگول، لیمونن، و متیل کاپیکول هستند که این ترکیبات خاصیت میکروبی کشی دارند (۲۱). اسانس‌های گیاهی از جمله عصاره روغنی آویشن و میخک، برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت استفاده می‌شوند. حداقل غلظت بازدارندگی این اسانس‌ها در جلوگیری از رشد قارچ‌هایی چون بوتیریس، فوزاریوم، و آلترناریا، ۸۰۰ میکرولیتر بر لیتر ذکر شده است (۲۲).

به‌طور کلی، برای استفاده از کیتوزان و ژئین در مواد غذایی، روش‌های پوشش‌دهی، اسپری محلول به سطح غذا، و تولید فیلم خوراکی کاربرد دارد. با توجه به شکل و ماهیت فیزیکی خرما، روش غوطه‌وری بهترین گزینه است (۹). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف بررسی تأثیر پوشش‌دهی محلول ژئین و کیتوزان حاوی اسانس روغنی گیاه بادیان بر ویژگی‌های شیمیایی خرما، رقم مضافتی در دو دمای ثابت ۴ (یخچال) و ۱۸- °C (فریزر) در سال اول و فقط دمای ۱۰°C در سال دوم (برای کاهش هزینه‌های نگهداری در سال دوم) اجرا شد.

• مواد و روش‌ها

میوه خرما، رقم مضافتی، در مرحله رطب از کلکسیون خرما ایستگاه تحقیقات کشاورزی عزیزآباد واقع در ۴۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان بوم برداشت شد. برای جلوگیری از آلودگی، میوه‌ها داخل سبدهای مخصوص بسته‌بندی قرار گرفتند. سپس، خوشه‌ها سریع به آزمایشگاه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمان منتقل و تا اجرای پروژه در سردخانه، نگهداری شدند. بلافاصله، میوه‌ها قبل از پوشش‌دهی، مورد آزمون‌های شیمیایی (قند احیاء، اسیدیته قابل تیتراژ، و pH) قرار گرفتند. میوه‌های سالم مضافتی مطابق جدول ۱، تیماردهی شدند.

تهیه محلول‌های کیتوزان و ژئین: برای تهیه محلول کیتوزان، از روش کیم و همکاران (۲۳)، استفاده شد. از آنجایی که کیتوزان و ژئین، دو ترکیب پروتئینی هستند، برای حل کردن آن‌ها بایستی از حلال مناسب استفاده شود. از این-رو، کیتوزان در اسید استیک ۲٪ به مدت دو ساعت و نیم در بن‌ماری با دمای ۵۵ درجه سلسیوس همراه با بهم زدن مداوم قرار گرفت تا محلول کیتوزان بدست آید. محلول حاصل دو قسمت شد. به نیمی از آن، روغن بادیان به میزان ۱۰۰۰

جدول ۱. تیمارهای مورد استفاده برای پوشش‌دهی خرماي مضافتي

ردیف	تیمارها	کیتوزان	زئین	کیتوزان همراه با اسانس بادیان	زئین همراه با اسانس بادیان	اسیداسیتیک %۲	اتانول %۹۵	شاهد
۱	A	+	-	-	-	-	-	-
۲	B	-	+	-	-	-	-	-
۳	C	-	-	+	-	-	-	-
۴	D	-	-	-	+	-	-	-
۵	E	-	-	-	-	+	-	-
۶	F	-	-	-	-	-	+	-
۷	G	-	-	-	-	-	-	+

نگهداری شد. هر سه ماه یک بار از هر تیمار، سه کارتن خارج و آزمون‌های شیمیایی و حسی روی آن‌ها انجام شد. در نهایت، داده‌های حاصل از آزمون‌های فوق تحت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال و مکان با استفاده از نرم‌افزار SPSS، تجزیه و تحلیل آماری شدند. مقایسه میانگین تیمارها به روش دانکن صورت گرفت.

• یافته‌ها

نتایج ویژگی‌های شیمیایی خرماي مضافتي بلافاصله پس از برداشت، شامل ۰/۳۵ درصد اسیدیته، pH برابر ۰/۷، ۸۴ درصد قندهای احیاکننده، ۲۵ درصد رطوبت، و ۷۳/۵ درصد مواد جامد محلول کل به‌دست آمد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده نمونه‌ها طی مدت نگهداری با تیمارهای مختلف در یخچال (برای سال اول) نیز در جدول ۲، نشان داده شده است. نتایج بررسی تأثیر دما و زمان بر خصوصیات کیفی میوه خرما در این جدول نشان می‌دهد که گذشت زمان بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد، معنی‌دار شده است. اثر متقابل محل نگهداری و تیمار تأثیری بر درصد رطوبت نداشته است در حالی که تیمار و محل نگهداری هر یک به تنهایی روی درصد رطوبت موثر بوده‌اند.

نتایج تجزیه واریانس در بررسی تأثیر دما و زمان بر خصوصیات کیفی میوه خرما در فریزر (برای سال اول) در جدول ۳ نشان داده شده است. این جدول نشان می‌دهد که گذشت زمان و محل نگهداری بر شاخص‌های مورد ارزیابی، در سطح احتمال ۵ و ۱٪ معنی‌دار شده است. اثر متقابل تیمار در محل نگهداری بر درصد رطوبت تأثیر دارد.

ارزیابی حسی: ارزیابی صفات حسی، به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای صورت گرفت. برای این کار، ۲۵ نفر در گروه سنی ۱۵-۴۵ سال انتخاب شدند. توضیحات کافی در مورد صفات مورد بررسی، نحوه قضاوت در مورد تیمارها، دادن امتیاز و عواملی که قبل و در حین آزمون باید رعایت کنند به آن‌ها ارائه شد. ۱۲ ساعت قبل از انجام آزمون، نمونه‌ها در دمای محیط قرار گرفتند تا دمای آن‌ها با دمای محیط متعادل گردد. هنگام آزمون، از هر تیمار، سه عدد خرما به‌صورت تصادفی، درون ظرف قرار داده شد و هر ظرف از یک کد سه رقمی تصادفی، برخوردار گردید. هنگام اجرای آزمون حسی توسط هیات داوران، کلیه شرایط لازم مانند رنگ، و شرایط محل به‌گونه‌ای که رنگ واقعی و دمای محیط مطلوب باشد، رعایت شد. صفات زیر، توسط ارزیابان، بررسی و در کاربرگی تکمیل شد.

وضعیت ظاهری رنگ: نحوه ارزیابی میزان مطلوب بودن رنگ پوست خرماي مضافتي (مشکی براق) از بسیار بد (با نمره یک) تا بسیار خوب (با نمره صد) انتخاب شد.

طعم و مزه: طعم و مزه نامطلوب و ترش‌شده خرما، با چشیدن توسط دهان مشخص می‌شود. برای ارزیابی آن، امتیازدهی از بسیار بد (با نمره یک) تا بسیار خوب (با نمره صد) انتخاب گردید.

پذیرش کلی: میزان مطلوبیت کلی نمونه‌ها با در نظر گرفتن تمامی صفات فوق و نحوه ارزیابی از بسیار بد (با نمره یک) تا بسیار خوب (با نمره صد) ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری: خرماي مضافتي پس از برداشت و اعمال تیمارهای لازم روی آن، در دو دمای ۴ و ۱۸- درجه سلسیوس در سال اول، و ۱۰ درجه سلسیوس در سال دوم

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده میوه خرماي مضافتی منطقه بم در یخچال در سال اول

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		رطوبت (%)	PH	اسیدیته قابل تیتر (%)	قندهای احیاکننده (%)	مواد جامد محلول کل (%)
تکرار	۲	۲۷/۱۴**	۰/۰۰۱ ^{n.s}	۳/۳۵ ^{n.s}	۳۵/۶۶ ^{n.s}	۹/۶ ^{n.s}
محل نگهداری	۱	۲۹/۶**	۰/۶۲۸**	۰/۰۰۱ ^{n.s}	۱/۲۶ ^{n.s}	۸۰/۰۶**
زمان نگهداری	۳	۱۱۷۴/۰۴**	۲/۳۷**	۰/۰۱۳**	۳۸۰/۱۷**	۹۴۶/۹**
تیمار	۶	۹۲/۳۷**	۰/۲۹**	۰/۰۰۱**	۵۹/۳۲ ^{n.s}	۴۹/۸**
محل نگهداری × زمان نگهداری	۳	۲۳۵/۶**	۰/۲۲**	۷/۶۹**	۴۹/۶۹**	۳۵۵/۸**
زمان نگهداری × تیمار	۱۸	۲۹/۶۲*	۰/۰۲۱**	۱/۰۱**	۱۲۳/۴۵**	۵۰/۶**
محل نگهداری × تیمار	۶	۱۰/۰۷ ^{n.s}	۰/۰۱۵**	۸/۳۸*	۱۷۳/۴۹**	۲۷/۱۷**
محل نگهداری × زمان نگهداری × تیمار	۱۵	۴۶/۳۷**	۰/۰۱۱ ^{n.s}	۸/۳۹**	۵۴/۲*	۱۶/۹۸**
خطا	۱۶۴	۱۰/۵۴	۰/۰۰۶	۳/۵	۴/۵	۸/۲۹۷

n.s، * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده میوه خرماي نگهداری شده در فریزر سال اول

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		رطوبت (%)	PH	اسیدیته قابل تیتر (%)	قندهای احیاکننده (%)	مواد جامد محلول کل (%)
تکرار	۲	۱۶/۶۵۵**	۰/۰۰۹*	۶/۷*	۱۴/۵۲*	۱۰/۱۴ ^{n.s}
محل نگهداری	۱	۱۵۵/۷**	۱/۰۲**	۰/۰۵**	۲۴۷/۳**	۱۳۰/۹*
زمان نگهداری	۳	۹۷۶/۷*	۱/۷۴**	۰/۰۱۳**	۴۵۷**	۱۱۹۴/۶**
تیمار	۶	۹۸/۵**	۰/۳۶*	۰/۰۱*	۹۲/۷ ^{n.s}	۲۸/۵*
محل نگهداری × زمان نگهداری	۳	۷۸/۹۵**	۰/۱۲۱*	۰/۰۱*	۱۲۸/۴*	۴۶۸/۴**
زمان نگهداری × تیمار	۱۸	۳۸/۶۲*	۰/۵۳*	۰/۰۰ ^{n.s}	۴۴/۶ ^{n.s}	۵۴/۷۷**
محل نگهداری × تیمار	۶	۲۵/۶۸**	۰/۴۷**	۰/۰۰ ^{n.s}	۱۲۲*	۳۰/۵۸ ^{n.s}
محل نگهداری × زمان نگهداری × تیمار	۱۵	۴۰/۵۳*	۰/۵۳*	۹/۳۳۷ ^{n.s}	۳۸/۶ ^{n.s}	۲۳/۱۴*
خطا	۱۶۴	۱۶/۷۵	۰/۲۲	۰/۰۰	۵۸/۹۵	۱۰/۷*

n.s، * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪

داده شده است. افزایش زمان نگهداری و تیمار بر شاخص‌های اندازه‌گیری شده در سطح اطمینان ۹۵ و ۹۹٪ معنی‌دار شده است. زمان نگهداری بر ویژگی‌های خرماي مضافتی در سال دوم، تأثیر معنی‌داری ندارد. نتایج مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف بر خواص خرما طی نگهداری نشان داد که بیشترین میزان رطوبت را تیمار زئین داشت و کمترین مقدار اسیدیته در کیتوزان مشاهده شد.

در جدول ۵، اثر زمان نگهداری بر تغییرات کمی و کیفی خرماي تیمار شده طی دو سال نگهداری مشاهده می‌شود. بیشترین میزان قند و کمترین درصد رطوبت را نمونه‌ها در پایان دوازده ماه نگهداری، نشان دادند. بیشترین درصد محتوای رطوبت و کمترین افت رطوبت را تیمارهای اعمال شده با زئین دارا بودند. کمترین درصد قند در شاهد مشاهده گردید. از نظر pH و اسیدیته، بین تیمارهای اعمال شده اختلافی وجود نداشت.

نمونه‌های خرما بعد از شش ماه نگهداری، بیشترین اسیدیته را به خود اختصاص دادند و در زمان‌های دیگر تغییری در اسیدیته آن‌ها مشاهده نشد. در نمونه‌های خرماي نگهداری شده در یخچال با دمای ۱۰ درجه سلسیوس، با گذشت زمان میزان رطوبت کاهش یافته است. از نتایج مقایسه میانگین تیمارهای اعمال شده بر خرما مشاهده می‌شود که نمونه‌های شاهد نسبت به بقیه تیمارها رطوبت کمتری را به خود اختصاص داده‌اند. تیمارهای حاوی پوشش زئین و روغن بادیان به طور معنی‌داری دارای مقدار رطوبت بیشتری بودند و پس از آن تیمارهای زئین و کیتوزان، مقدار رطوبت خرماي مضافتی را حفظ کردند. افزایش زمان نگهداری باعث بالا رفتن مقدار اسیدیته، قند و درصد مواد جامد محلول کل در نمونه‌ها شده و تیمارهای اعمال شده در مقایسه با شاهد، سبب حفظ ترکیبات خرما می‌شوند.

نتایج تجزیه واریانس در بررسی تأثیر دما و زمان بر خصوصیات کیفی میوه خرما در سال دوم، در جدول ۴ نشان

جدول ۴. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده میوه خرما در سال دوم

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		رطوبت (%)	PH	اسیدیته قابل تیتر (%)	قندهای احیاکننده (%)
تکرار	۲	۳/۳۴	۰/۲۲ **	۴/۵ ^{n.s}	۵/۹۳ ^{n.s}
زمان نگهداری	۳	۱۳۶/۵۷ **	۰/۱۱۷ **	۰/۰۳ **	۵۲۵/۱۵ **
تیمار	۶	۲۷/۴۷ **	۰/۲۲ **	۰/۰۰ **	۱۹۵/۶ **
زمان نگهداری × تیمار	۶	۱۲/۶۵ **	۰/۱۱۴ **	۸/۸ **	۴۸/۸ **
خطا	۳۸	۱/۴	۰/۰۶	۲/۳۷	۱۹/۵

n.s. * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر زمان نگهداری بر ویژگی‌های تیمارهای زئین و کیتوزان و تیمارهای ترکیبی آن طی دو سال

منابع تغییر	رطوبت (%)	pH	اسیدیته (%)	قند (%)	TSS (%)
سه ماه بعد از نگهداری	۱۹/۳۸ ^b	۶/۶ ^c	۰/۰۴۴ ^c	۶۹/۹۵ ^b	۶۴/۹۳ ^c
شش ماه بعد از نگهداری	۲۱/۶۵ ^c	۶/۷ ^c	۰/۰۴۷ ^c	۷۴/۳۳ ^c	۵۳/۲۳ ^a
نه ماه بعد از نگهداری	۱۷/۴۵ ^b	۶/۶ ^b	۰/۰۳ ^b	۶۵/۲۴ ^a	۵۸ ^b
دوازده ماه بعد از نگهداری	۱۴/۲۹۷ ^a	۶/۵ ^a	۰/۰۱۵ ^a	۷۳/۳۸ ^a	۵۶/۳۳ ^b

نتایج تجزیه واریانس تأثیر زمان نگهداری و تیمارهای مختلف در ارزیابی حسی خرما برای سال دوم در جدول ۷ آمده است. زمان نگهداری، تیمارهای مختلف و اثر متقابل آن-ها در سطح معنی‌دار ۱ و ۵ درصد روی رنگ، طعم و مزه و سفتی بافت نمونه‌ها، تأثیر معنی‌دار داشته است. بیشترین درصد رنگ در نمونه‌های شش ماه پس از نگهداری، و کمترین میزان آن در دوازده ماه پس از نگهداری مشاهده شد. از نظر طعم و مزه، بیشترین مقدار آن را نمونه‌های پس از دوازده ماه نگهداری شامل شدند که دلیل آن از دست دادن آب است. کمترین سفتی بافت را نمونه‌های سه ماه پس از نگهداری نشان دادند. بیشترین درصد رنگ در نمونه‌های پس از شش ماه نگهداری، و کمترین میزان آن در دوازده ماه پس از نگهداری به دست آمد. از لحاظ طعم و مزه بیشترین مقدار آن را نمونه‌ها پس از دوازده ماه نگهداری دارا بودند که دلیل آن از دست دادن آب می‌باشد و کمترین سفتی بافت را نمونه‌ها سه ماه پس از نگهداری شامل شدند.

نتایج ارزیابی حسی: نتایج تجزیه واریانس تأثیر زمان نگهداری و تیمار بر خواص حسی خرما برای سال اول در جدول ۶ نشان داده شده است. زمان در سطح احتمال ۱ درصد روی رنگ و سفتی بافت تأثیر معنی‌داری داشته است ولی بر طعم و مزه نمونه‌ها، در سطح احتمال ۵٪ تأثیر معنی‌دار نشان می‌دهد. بیشترین میزان رنگ را تیمار اعمال شده با کیتوزان و کمترین در صد طعم و مزه را شاهد داشت. استفاده از ترکیبات زئین و کیتوزان همراه با روغن بادیان رومی برای پوشش خرما، باعث ایجاد طعم و مزه بهتری نسبت به نمونه شاهد شدند. از نظر سفتی بافت در تیمارهای مختلف اختلافی مشاهده نشد. بیشترین درصد رنگ را نمونه‌های خرما در تیمار کیتوزان سه‌ماه بعد از نگهداری داشتند. کمترین میزان رنگ به نمونه کیتوزان + روغن دوازده‌ماه بعد از نگهداری، و شاهد بعد از دوازده ماه نگهداری، و اسید استیک + روغن بادام نه ماه بعد از نگهداری مربوط است. از نظر طعم و مزه و سفتی بافت بین نمونه‌ها، تیمارهای زئین و کیتوزان باعث حفظ این خواص نسبت به بقیه تیمارها شدند.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس خواص حسی خرما پوشش داده شده با کیتوزان و زئین طی سال اول نگهداری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		رنگ	طعم و مزه	سفتی بافت (N)
تکرار	۵	۱۳۴/۷۹ *	۵۱۵/۴۴ ^{n.s}	۱۱۶/۹۳ ^{n.s}
زمان	۳	۱۶۸۵/۵۴ **	۹۲۱/۳۵ *	۹۳۰/۳۱ **
تیمار	۶	۸۳۴/۲۵ **	۵۵۷/۳۲ *	۷۳/۰۸ ^{n.s}
تیمار × زمان	۱۸	۱۱۶۸/۶۵ **	۷۴۴/۷۶ **	۳۹۱/۱۹ *
خطای آزمایش	۱۳۵	۲۱۷/۹۲	۷۱۴/۵۳	۱۴۷/۳

n.s. * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس خواص حسی خرماي پوشش داده شده با کیتوزان و زئین طی سال دوم نگهداری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات	
		رنگ	طعم و مزه
تکرار		۶۶۰ **	۴۵۳/۸۸ **
زمان	۶	۱۴۱۲/۴۱ **	۲۴۴۴/۴۲ **
تیمار	۳	۵۷۳/۳ **	۸۱۷/۲۸ **
تیمار × زمان	۱۲	۳۲۸/۱ *	۸۲۸/۳۹ **
خطای آزمایش	۱۱۴	۱۳۷	۱۴۶/۴۹
			سفتی بافت (N)
			۴۲۹/۴۳ **
			۲۲۷۱/۸۲ **
			۴۶۶/۸۳ **
			۳۳۸/۷۲ **
			۱۳۷/۱۸

n.s. * و ** به ترتیب بدون اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

• بحث

از نظر مقدار pH، بیشترین میزان pH با میزان ۶/۸ متعلق به نمونه شاهد بود. پوشش‌های خوراکی باعث حفظ خصوصیات فیزیکی شیمیایی میوه خرما در طول نگهداری شدند در بین تیمارها بیشترین میزان pH مربوط به شاهد، اسید استیک بود و در بین بقیه تیمارها از لحاظ pH، اختلاف معنی داری مشاهده نشد، این موضوع با نتایج تقی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۸) در نگهداری پرتقال تامسون (۳۰) مطابقت دارد.

اثر زمان نگهداری و تیمار در زمان، روی در صد مواد جامد محلول و قند معنی دار شده است ($P \leq 0/05$). طی مدت نگهداری، بیشترین میزان مواد جامد محلول کل سه ماه بعد از نگهداری و درصد قند شش ماه بعد از نگهداری مشاهده گردید (جدول ۵). در بین تیمارهای اعمال شده، بیشترین درصد مواد جامد محلول کل را تیمار زئین و بیشترین درصد قند را تیمار کیتوزان و کمترین میزان درصد قند و مواد جامد محلول کل را تیمار شاهد به خود اختصاص دادند. به عبارت دیگر، تیمار زئین باعث جلوگیری از تغییر در میزان ترکیبات میوه می‌شود و از رسیدن آن جلوگیری می‌کند. زئین به واسطه ایجاد یک مانع در مقابل عبور گازها باعث کاهش تنفس، تلفات آب میوه، تبادلات گازی و تولید اتیلن شده است و تثبیت مواد جامد محلول را به همراه دارد. درحالی که در تیمار شاهد به دلیل پیشرفت پدیده پیری، پلی ساکاریدهای دیواره سلولی هضم شده و مواد جامد محلول کل افزایش می‌یابد. پوشش‌های خوراکی با کم کردن سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی، باعث به تأخیر انداختن روند رسیدن می‌شود (۳۱).

اثر پوشش‌های خوراکی بر خواص حسی خرما از جمله رنگ آن که ویژگی مهمی است، پذیرش خرما را از نظر مصرف‌کننده تحت تأثیر قرار می‌دهد (۳۲). بر اساس آنالیز واریانس (جدول ۷) اثر تیمارهای اعمال شده (پوشش‌های خوراکی) در سطح ($P \leq 0/01$) معنی دار شده است. تغییرات

رطوبت، یکی از عامل‌های مهم در حفظ کیفیت میوه و خشکبار طی دوره نگهداری است. سرعت انتقال رطوبت بین غذا و اتمسفر اطراف آن با پوشاندن کامل ماده غذایی با فیلم یا پوشش خوراکی کاهش می‌یابد (۲۶). نمونه‌های خرماي تحت تیمارهای زئین و کیتوزان طی دوره نگهداری، کمترین افت رطوبتی را داشتند که دلیل اصلی آن، وجود پوشش‌ها روی دانه‌های خرما است جدول (۵). در بین تیمارهای مختلف، بیشترین افت رطوبتی مربوط به نمونه شاهد بود. پلا و همکاران (۲۰۲۰) نیز گزارش کردند که پوششی مرکب از نشاسته کاساوا، کازئین، و ژلاتین، تأثیر مثبتی در کاهش افت رطوبت میوه‌ها و به تاخیر انداختن پیری آن‌ها داشته است (۲۷). نتایج این قسمت با نتایج چین و همکاران (۲۰۰۷) که از کیتوزان با وزن مولکولی کم برای پوشش‌دهی مرکبات استفاده کردند (۲۸)، مطابقت دارد.

اثر تیمارهای مختلف و زمان نگهداری بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی نشان می‌دهد که با افزایش زمان نگهداری، درصد قند و مواد جامد محلول کل افزایش و میزان سفتی بافت کاهش پیدا می‌کند. فینی‌دخت و همکاران (۲۰۱۱) نیز با استفاده از پوشش‌دهی کیتوزان روی انگور (۲۹)، به نتایج مشابهی دست یافتند.

کمترین میزان اسیدیته آلی را تیمار کیتوزان + زئین سه ماه بعد از نگهداری و بیشترین میزان اسید آلی در تیمار شاهد اسید استیک مشاهده شد. هنگام رسیدن و افزایش فعالیت‌های سوخت و ساز، اسیدهای آلی میوه کاهش پیدا می‌کنند، و طی دوره نگهداری ممکن است به دلیل تبدیل قند به اسید، اسیدیته افزایش یابد، اما، پوشش‌های خوراکی با تغییر اتمسفر درونی و کاهش سرعت تنفس میوه، و در نتیجه کاهش تغییرات طی دوره نگهداری، باعث حفظ بهتر اسیدهای آلی می‌شود (۲۸).

طریق کند کردن رسیدن یا از طریق ایجاد شرایط بی‌هوایی می‌توانند سبب ایجاد تغییراتی در عطر و طعم محصول شوند و همانند انبارهای با اتمسفر کنترل شده افزایش غلظت اتانول را به‌دنبال داشته باشند (۳۶). نتایج بررسی گروسی و همکاران (۲۰۱۴) نیز نشانگر موثر بودن پوشش خوراکی حاوی کنسانتره آب پنیر و صمغ گلان بر افزایش طعم زردآلو است (۳۷).

رطب مضافتی از ارقام خرماي تجارتي و غالب استان کرمان به‌شمار می‌آید که دارای بافتی نرم و میزان رطوبت بالا هنگام برداشت است. از این رو، مقاله حاضر برای حفظ کیفیت از جمله کاهش افت رطوبتی آن با استفاده از پوشش‌های مجاز خوراکی در شرایط مختلف انبارداری (فریزر، 18°C -) و یخچال (4°C)، و یخچال با دمای 10°C درجه سلسیوس (برای کاهش هزینه‌های نگهداری در سال دوم) به‌مدت ۱۲ ماه اجرا شد. سپس با آزمون‌های حسی و شیمیایی مختلف، وضعیت آن طی مدت نگهداری بررسی گردید. در آزمون‌های حسی، بیشترین درصد رنگ را نمونه‌های شش ماه پس از نگهداری داشتند و کمترین میزان آن در دوازده ماه پس از نگهداری دیده شد. از لحاظ طعم و مزه، بیشترین مقدار آن را نمونه‌های پس از دوازده ماه نگهداری شامل شدند که دلیل آن از دست دادن آب است و کمترین سفتی بافت را نمونه‌های سه ماه پس از نگهداری به خود اختصاص دادند. در آزمایشات شیمیایی نیز بیشترین درصد رطوبت و کمترین افت رطوبتی را تیمارهای اعمال شده با ژئین دارا بودند. کمترین درصد قند در شاهد مشاهده گردید. از لحاظ pH و اسیدیته بین تیمارهای اعمال شده اختلافی مشاهده نگردید. به‌طور کلی، با اجرای این پژوهش معلوم شد که خواص شیمیایی و حسی خرما بیشتر حفظ شده و از به‌وجود آمدن شکرک در نمونه‌های آن جلوگیری شده است. در نهایت، با توجه به مجموعه نتایج حاصل از آزمون‌های شیمیایی و حسی، ژئین چه به تنهایی و چه با تیمار ترکیبی روغن بادیان، بهترین تیمار تشخیص داده شد.

مقایسه میانگین رنگ کل برای نمونه‌های پوشش داده شده در طی شش ماه نگهداری، روند افزایشی و سپس کاهش را نشان داد. در بین تیمارها، کیتوزان شش ماه بعد از نگهداری بیشترین امتیاز رنگ را به‌خود اختصاص داد. به عبارت دیگر، این پوشش باعث حفظ رنگ قرمز روی میوه خرما شد، یعنی تغییرات رنگ آن در نتیجه پوشش‌دهی خیلی کم بود. این موضوع با نتایج بلقیسی و همکاران، ۲۰۰۸ (۲۶) مطابقت دارد. اثر تیمارهای اعمال شده در سطح ۱ در صد و اثر تیمار در زمان در سطح ۵ درصد روی رنگ خرما معنی دار شده است. در خرما، معیار رنگ، قرمزی تیره آن است که بیشترین قرمزی را نمونه‌ها شش ماه بعد از نگهداری داشتند.

براساس جدول تجزیه واریانس (جدول ۷)، اثر تیمار و زمان نگهداری بر سفتی خرما در سطح ۱ درصد معنی دار شده است. تیمار ژئین + روغن بادیان رومی، شش ماه بعد از نگهداری، بیشترین سفتی گوشت را داشتند و نمونه شاهد، دوازده ماه بعد از نگهداری، کمترین میزان سفتی گوشت را در بین نمونه‌های خرما نسبت به زمان صفر دارا بود. در طول دوره انبارمانی، سفتی گوشت در همه تیمارها کاهش یافت ولی این کاهش در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای اعمال شده بود. کیتوزان در کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتورناز، بتا - گالاکتوزیداز، و پکتین متیل‌استراز که از مهم‌ترین آنزیم‌های تخریب‌کننده دیواره سلولی و مسئول نرم کردن میوه هستند، نقش دارد (۳۳). تأثیر مثبت کیتوزان روی حفظ استحکام میوه در این مطالعه با نتایج جیتاریات و همکاران (۲۰۰۷) روی میوه انبه (۳۴) مطابقت دارد.

در مورد اثر تیمارهای مختلف روی طعم و مزه، بیشترین امتیاز را تیمار ژئین و کمترین امتیاز را تیمار شاهد یک سال بعد از نگهداری نشان دادند. با افزایش زمان نگهداری، امتیاز طعم و مزه افزایش یافت که با نتایج اصلم و هاکویخان (۲۰۱۱) هم‌خوانی دارد (۳۵). به‌طور کلی، پوشش‌های خوراکی با دام انداختن ترکیبات معطر و فرار، غلظت آن‌ها را افزایش می‌دهند. هم‌چنین، پوشش‌ها به‌طور غیر مستقیم از

• References

- Ahmadi K, Ebadzadeh HR, Hatami F, Hoseinpour R, Abdeslah H. Agricultural statistics: horticultural products. Ministry of Agricultural Jihad, Planning and Economic Affairs, Information Technology and Communication Center, 2018; page 129.
- Keramat J, Khorvash M. Determination of composition of Iranian dominant dates. Journal of Water and Soil Science (Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) 2002; 6(1): 189-197.
- Keramat Jahromi M, Rafiee S, Jafari A, Mohtasebi SS, Mirasheh R. A Comparison between some physical properties of Haj-Ghanbari and Shahani varieties of Date (Fruit). Iranian Journal of Biosystem Engineering 2009; 39(1): 85-92.

4. Aidoo KE, Tester RF, Morrison JE, Macfarlane D. 1996. The composition and microbial quality on pre- packed dates purchased in Greater Glasgow. International Journal of Food Science and Technology, 31, 433-438.
5. Yusuf AK, Abdelmasseh M, Yusuf ME, Saeed BT. Use of date paste in the processing of nutritious candy bars. Date Palm Journal 1992; 5 (1): 107-116.
6. Afshari Jooybari H, Farahnaky A, Majzoobi M, Mesbahi G.R, Niakousari M. Study of color changes of Mazafati date during drying for selecting optimum air temperature of drier. Food Science and Technology 2012; 36(9): 1-10 [in Persian].
7. Geraghe- dehdezi S, Hamdami N. Effect of storage at different temperatures on moisture content, total soluble solids, acidity and pH of dates (Kabkab variety). Journal of Food Research 2012; 22(2): 131-140 [in Persian].
8. Salagegheh F, Tajeddin B, Panahi B, Ali-Mohamadi M, Soleimani N. The effect of edible coatings based on zein, chitosan, and *Trachyspermum Copticum* (L) essential oil on the quality properties of dates. Agricultural Research, Education and Extension organization, Agricultural Engineering Research Institute, 2016; No. 49726 [in Persian].
9. No HK, Meyers SP, Prinyawiwatkul W, Xu Z. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf of foods: a review. Journal of Food Science 2007; 72: R 87-100.
10. Chen H, Wang J, Cheng Y, Wang C, Liu H, Bian H, Pan Y, Sun J, Han W. Application of protein-based films and coatings for food packaging: a review. Polymers 2019; 11: 2039.
11. Rocculi P, Tylewicz U, Pekoslawska A, Romani S, Sirri F, Siracusa V, Dalla Rosa M. MAP storage of shell hen eggs, Part 1: Effect on physic chemical characteristics of the fresh product. LWT- Food Science and Technology 2009; 42: 758-762.
12. Joerger RD. Antimicrobial films for food application: A quantitative analysis of their effectiveness. Packaging Technology and Science 2007; 20: 231-273.
13. Ryu KN, Kim SH, No HK, Prinyawiwakul W. Effects of storage temperature on quality of eggs coated with chitosan. Journal of Chitin and Chitosan 2009; 14: 143-148.
14. Xie L, Hettiarachchy NS, Ju ZY, Meullenet J, Wang H, Slabvik MF, Janes ME. Edible film coating to minimize eggshell breakage and reduce post- wash bacterial contamination measured by dye penetration in eggs. Journal of Food Science 2002; 67: 280-284.
15. Majeti NV, Kumar R. A review of chitin and chitosan applications. Reactive and Functional Polymers 2000; 46: 1-27.
16. Shahidi F, Abuzaytoun R. Chitin, chitosan, and co-products: chemistry, production, application, and health effects. Advances in Food and Nutrition Research 2005; 49: 93-135.
17. Tajik H, Moradi M, Razavi Rohani SM, Erfani AM, Sabet Jalali FS. Preparation of chitosan from brine shrimp (*Artemia urmiana*) cyst shells and effects of different chemical processing sequences on the physicochemical and functional properties of the product. Molecules 2008; 13: 1263-1274.
18. Ghanbarzadeh B, Oromiehie AR, Musavi M, Falcone PM, Emam Djomeh Z, Rad ER. Study of mechanical properties, oxygen permeability and AFM topography of zein films plasticized by polyols. Packaging Technology and Science 2007; 20: 155-163.
19. Bastiol C. Handbook of biodegradable polymers. Rapra Technology Limited, United Kingdom 2005.
20. Ghanbarzadeh B, Almasi H, Zahedi Y. Biodegradable and edible biopolymers in pharmaceutical & food packaging. First Edition, Publisher: Amirkabir University of Technology 2010; 521 [in Persian].
21. Gross M, Friedman J, Dudai N, Larkov O, Cohen Y, Bar E. Biosynthesis of estragole and t-anethole in bitter fennel (*Foeniculum vulgare* Mill. var. vulgare) chemotypes. Changes in SAM: phenylpropene omethyltransferase activities during development. Plant Science 2002; 163: 1047-1053.
22. Karimi Z, Rahemi M. Comparison of thyme and clove oil extracts and fungicides Imazalil on mold rot (*Penicillium italicum*) of citrus juices in cold storage. Water and Soil Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) 2008; 12(45): 231-237 [in Persian].
23. Kim SH, No HK, Kim SD, Prinyawiwatkul W. Effect of plasticizer concentration and solvent types on shelf- life of eggs coated with chitosan. Journal of Food Science 2006; 71: S249-353.
24. Janes ME, Kooshesh S, Johnson MG. Control of *Listeria monocytogenes* on the surface of refrigerated, ready- to-eat chicken coated with edible zein film coatings containing nisin and/or calcium propionate. Journal of Food Science 2002; 67: 2754-2757.
25. Farahnaky A, Mansoorib N, Majzoobi M, Badii F. Physicochemical and sorption isotherm properties of date syrup powder: antiplasticizing effect of maltodextrin. Food and Bioproducts Processing 2016; 98: 133-141.
26. Belgheysi S, Azizi Tabrizad MH, Zohoorian G, Hadian Z. Assessment of physical properties of whey protein-monoglyceride edible film and its coating effect on the moisture loss and sensory properties of fresh mutton. Journal of Nutrition Sciences & Food Technology 2008; 3(10): 83- 93.
27. Pellá MCG, Silva OA, Pellá MG, Beneton AG, Caetano J, Simões MR, Dragunski DC. Effect of gelatin and casein additions on starch edible biodegradable films for fruit surface coating. Food Chemistry 2020; 309: 125764.
28. Chien P, Sheu F, Lin H. Coating citrus (*Murcott tangor*) fruit with low molecular weight chitosan increases postharvest quality and shelf life. Food Chemistry 2007; 100: 1160-1164.
29. Finidokht RM, Asghari H, Shirzad H. The effect of chitosan on postharvest life extension and qualitative characteristics of table grape "Shahroodi". Iranian Journal of Food Science 2011; 26(4): 378-384 [in Persian].

30. Taghinezhad E, Sharabiani VR. Effect of chitosan coating on some quality properties of Thomson orange during storage (a case study in Iran). *Agricultural Engineering International: CIGR Journal* 2018; 20(1): 157-161.
31. Hong K, Xie j, Zhang L, Sun D, Gong D. Effects of chitosan coating on postharvest life and quality of guava (*Psidium guajava* L.) fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae* 2012; 144: 172–178.
32. Ghanbarzadeh B, Almasi H, Zahedi Y. Biodegradable and edible biopolymers in pharmaceutical and food packaging. First Edition, Publisher: Amirkabir University of Technology 2010; 521 [in Persian].
33. Huber DJ. The role of cell wall hydrolases in fruit softing. *Horticultural* 1983; 5: 169-205.
34. Jitareerat P, Paumchai S, Kanlayanarat S, Sangchote S. Effect of chitosan on ripening, enzymatic activity, and disease development in mango (*Mangifera indica*) fruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 2007; 35(2): 211-218.
35. Aslam J, Haque Khan SS. Quantification of water soluble vitamins in six date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar's fruits growing in Dubai, United Arab Emirates, through high performance liquid chromatography, *Journal of Saudi Chemical Society* 2011; 17: 9–16.
36. Baldwin EA Surface treatments and edible coatings in food preservation. *Handbook of Food Preservation* 2007; 21(1): 478-508.
37. Garousi F, Javanmard M, Hasani F. Application of edible coating based on whey protein-gellan gum for apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Iranian Journal of Food Science and Technology* 2011; 8(29): 39-48 [in Persian].

Effects of Zein and Chitosan Coatings Containing Essential Oils on Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Mazafati Date Fruits

Tajeddin B^{1*}, Salagegheh F², Soleimani N²

- 1- *Corresponding author: Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. Email: b.tajeddin@areeo.ac.ir
- 2- Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran

Received 5 Mar, 2020

Accepted 24 Jun, 2020

Background and Objectives: Use of natural coatings with various capabilities provides the opportunity to produce healthier and more acceptable materials, especially for higher value-added products such as dates. The objective of this study was to investigate effects of date coatings on the fruit various characteristics for the purpose of a longer shelf-life.

Materials & Methods: Mazafati dates were coated with natural polymers (zein, chitosan and pimperl essential oil). Effects of coating on various characteristics of dates, including moisture content, total soluble solids, acidity, sugar content, pH and sensory characteristics (color, taste, firmness and brightness), were assessed at 4 and -18 °C for the first year and at 10 °C for the second year. Data were analyzed using factorial experiment in a completely randomized design. Comparisons of the means were carried out using Duncan method.

Results: In organoleptic characteristics, the highest color score belonged to the fruits with chitosan after three months of storage and the lowest color score belonged to chitosan and oil and to control and oil treatments after 12 and 9 months of storage, respectively. Zein and chitosan treatments included better tastes and textures, compared to those other treatments did. In chemical assessments, zein treatments include the highest and chitosan treatments included the lowest moisture contents. The lowest sugar contents were reported in control. No significant differences were seen in acidity and pH contents of the treatments.

Conclusion: Based on the results of sensory and physicochemical assessments, use of the highlighted coating treatments to preserve physicochemical characteristics of the fruit dates as well as chitosan coating to minimize color and zein coating to minimize flavor changes in dates are recommended.

Keywords: Chitosan, Dates, Organoleptic characteristics, Physicochemical characteristics, Zein