مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران
سال پانزدهم، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۹، صفحات ۹۱-۸۱

تأثیر پوشش‌دهی با محلول زئین و کیتوزان حاوی اسانس روغنی گیاه بادیان بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و حسی 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@areeo.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 با 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 حسی (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 حسی، استفاده از پوشش‌دهی با تیمارهای فوق برای حفظ خواص فیزیکوشیمیایی 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 حسی، خواص فیزیکوشیمیایی، زئین، کیتوزان

• مقدمه

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 تولید-کننده 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 وکهنوج، 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.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

کرامت و خوروش (۲۰۰۲)، ترکیب شیمیایی ارقام غالب خرمای ایران را مطالعه و گزارش کردند که از نظر مقدار رطوبت و پروتئین، بین ارقام خرمای مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری وجود دارد به‌طوری‌که خرمای خاصویی بیشترین و خرمای زاهدی کمترین مقدار رطوبت، و کبکاب بهبهان بیشترین وخرمای شهداد 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 خرمای حاج قنبری و شاهانی را بررسی کردند. بررسی نتایج ترکیب شیمیایی خرماهای کشورهای مختلف، وجود تغییرات وسیعی را در ترکیب شیمیایی ارقام خرمای 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، ۴).

خرمای رقم مضافتی بعد از ارقام استعمران و شاهانی سومین رقم خرمای 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 به‌دلیل 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 به‌دلیل فعالیت کپک‌ها و مخمرها از عمده‌ترین مشکلات این رقم خرما طی نگهداری محسوب می‌شود (۸، ۷).

به‌نظر 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 می شود که بستن نسبی منافذ میوه با استفاده از مواد پوشش‌دهنده از جنس بسپارهای طبیعی چون کیتوزان، پروتئین سویا، پروتئین آب پنیر با شلاک، گلوتن گندم وکربوکسی‌متیل‌سلولز (۱۰، ۹)، و بسته‌بندی در اتمسفر تغییریافته (۱۱) برای خرما پیشنهاد شده است. استفاده از مواد ضد باکتریایی، پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی این امکان را به تولیدکنندگان داده است تا غذاهای سالم‌تر 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 به‌دلیل 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 (۱۷، ۱۵، ۹). 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 آندوسپور را تشکیل می‌دهد (۱۰). در مقایسه با سایر پروتئین‌های گیاهی، زئین به‌دلیل داشتن درصد بالایی از آمینواسیدهای غیرطبیعی، دارای خواص منحصر به‌فردی 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، متیل‌سلولز و هیدروکسی پروپیل‌سلولز 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، غذائی و بهداشتی استفاده می‌شود. مهم‌ترین ترکیبات اسانس گیاه رازیانه را آنتول تشکیل می‌دهد. از دیگر ترکیبات مهم موجود

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

در اسانس این گیاه، فنکول، استراگول، لیمونن، و متیل کاویکول هستند که این ترکیبات خاصیت میکروب‌کشی دارند (۲۱). اسانس‌های گیاهی از جمله عصاره روغنی آویشن و میخک، برای کنترل بیماری‌های پس از برداشت استفاده می شوند. حداقل غلظت بازدارندگی این اسانس ها 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 زئین 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 زئین و کیتوزان حاوی اسانس روغنی گیاه بادیان بر ویژگی‌های شیمیایی خرمای رقم مضافتی در دو دمای ثابت ۴ (یخچال) و ^{o}C ۱۸- (فریزر) در سال اول و فقط دمای ^{o}C ۱۰ 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 بم 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 تیتر، و pH) قرار گرفتند. میوه‌های سالم مضافتی مطابق جدول ۱، تیماردهی شدند.

تهیه محلول‌های کیتوزان و زئین: برای تهیه محلول کیتوزان، از روش کیم و همکاران (۲۳)، استفاده شد. از آنجایی‌که کیتوزان و زئین، دو ترکیب پروتئینی هستند، برای حل کردن آن‌ها بایستی از حلال مناسب استفاده شود. از این-رو، کیتوزان در اسید استیک ۲٪ به‌مدت 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 به‌میزان ۱۰۰۰ میکرولیتر بر لیتر اضافه گردید، و نیمی دیگر، بدون اسانس برای تیمار C (جدول ۱)، استفاده شد.

محلول زئین ۱۰ درصد نیز از روش جینز و همکاران (۲۴) با استفاده از اتانول ۹۵ درصد تهیه شد. زئین 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 ۵۰± ۲۵۰ گرم بسته‌بندی شده و در دو دمای ۴ و ۱۸- درجه سلسیوس (به‌ترتیب 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 به‌شرح زیر اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان رطوبت، ۲۰ عدد خرمای بدون هسته (با جرم مشخص) به‌مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار گرفت، بعد از اطمینان از تثبیت جرم، نمونه‌ها دوباره توزین شدند (۲۵). میزان اسیدیته از طریق تیتر 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 pHمتر دیجیتال (مدل Metrohm 691) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، مقدار آن خوانده شد. برای تعیین درصد مواد جامد محلول کل (TSS)، از رفراکتومتر دستی (مدل Carl zeissy، ساخت آلمان) استفاده شد. بدین صورت که ۲۵ گرم از نمونه خرمای بدون هسته به‌دقت 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.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

جدول ۱. تیمارهای مورد استفاده برای پوشش‌دهی خرمای مضافتی

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

ارزیابی حسی: ارزیابی صفات حسی، به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای صورت گرفت. برای این کار، ۲۵ نفر در گروه سنی ۴۵- ۱۵ 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 خرمای مضافتی (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 بسیارخوب (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 بسیارخوب (با نمره صد) ثبت شد.

تجزیه و تحلیل آماری: خرمای مضافتی 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 نگهداری شد. هر سه ماه یک بار از هرتیمار، 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 کاملا 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 خرمای مضافتی بلافاصله پس از برداشت، شامل ۰/۰۳۵ درصد اسیدیته، pH برابر 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.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های اندازه‌گیری شده میوه خرمای 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 (٪)	افت رطوبت (٪)
تکرار	۲	۲۷/۱۴ **	۰,۰۰۱ n.s	۳/۳۵ n.s	۳۵/۶۶ n.s	۹/۶ n.s	۱۱,۳*
محل نگهداری	۱	۲۹/۶ **	۰/۶۲۸ **	۰/۰۰۱ n.s	۱/۲۶ n.s	۸۰/۰۶ **	۱۳۱۶ **
زمان نگهداری	۳	۱۱۷۴/۰۴ **	۲/۳۷ **	۰/۰۱۳ **	۳۸۰/۱۷ **	۹۴۶/۹ **	۲۹۸,۳۸**
تیمار	۶	۹۲/۳۷ **	۰/۲۹ **	۰/۰۰۱ **	۵۹/۳۲ n.s	۴۹/۸ **	۳۲,۳**
محل نگهداری ×زمان نگهداری	۳	۲۳۵/۶ **	۰/۲۲ **	۷/۶۹ **	۴۹/۶۹**	۳۵۵/۸**	۵۸,۱۷ **
زمان نگهداری×تیمار	۱۸	۲۹/۶۲ *	۰/۰۲۱ **	/۰۰۱ **	۱۲۳/۴۵**	۵۰/۶ **	۱۱,۴۹ **
محل نگهداری× تیمار	۶	۱۰/۰۷ n.s	۰/۰۱۵ **	۸/۳۸ *	۱۷۳/۴۹**	۲۷/۱۷ **	۲۷۹,۹ **
محل نگهداری× زمان نگهداری × تیمار	۱۵	۴۶/۳۷ **	۰/۰۱۱ n.s	۸/۳۹ **	۵۴/۲ *	۱۶/۹۸ **	۱۷,۴۳ *
خطا	۱۶۴	۱۰/۵۴	۰/۰۰۶	۳/۵	۴/۵	۸/۲۹۷	۱,۹۵

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 خرمای نگهداری شده در فریزر سال اول

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		رطوبت (٪)	PH	اسیدیته قابل تیتر (٪)	قندهای احیاکننده (٪)	مواد جامد محلول کل (٪)	افت رطوبت (٪)
تکرار	۲	۱۶/۶۵۵ **	۰/۰۰۹ *	۶/۷ *	۱۴/۵۲ *	۱۰/۱۴ n.s	۱۱/۳*
محل نگهداری	۱	۱۵۵/۷ **	۱/۰۲ **	۰/۰۵ **	۲۴۷/۲ **	۱۳۰/۹ *	۱۳۱۶ **
زمان نگهداری	۳	۹۷۶/۷ *	۱/۷۴ **	۰/۰۱۳ **	۴۵۷ **	۱۱۹۴/۶ **	۲۹۸/۳۸**
تیمار	۶	۹۸,۵ **	۰/۳۶ *	۰/۰۱ *	۹۲/۷ n.s	۲۸/۵ *	۳۲/۳**
محل نگهداری×زمان نگهداری	۳	۷۸/۹۵ **	۰/۱۲۱ *	۰/۰۱ *	۱۲۸/۴*	۴۶۸/۴ **	۵۸/۱۷ **
زمان نگهداری × تیمار	۱۸	۳۸/۶۲*	۰/۵۳*	۰/۰۰ n.s	۴۴/۶ n.s	۵۴/۷۷ **	۱۱/۴۹ **
محل نگهداری× تیمار	۶	۲۵/۶۸ **	۰/۴۷ **	۰/۰۰ n.s	۱۲۲ *	۳۰/۵۸ n.s	۲۷۹/۹**
محل نگهداری×زمان نگهداری×تیمار	۱۵	۴۰/۵۳*	۰/۵۳*	۹/۳۳۷ n.s	۳۸/۶ n.s	۲۳/۱۴ *	۱۷/۴۳*
خطا	۱۶۴	۱۶/۷۵	۰/۲۲	۰/۰۰	۵۸/۹۵	۱۰/۷ *	۱/۹۵

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

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 خرمای نگهداری‌شده 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 خرمای مضافتی را حفظ کردند. افزایش زمان نگهداری باعث بالا رفتن مقدار اسیدیته، قند و درصد مواد جامد محلول کل در نمونه‌ها شده و تیمارهای اعمال‌شده 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 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 خرمای 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 خرمای تیمارشده 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.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

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 (٪)	مواد جامد محلول (٪)
تکرار	۲	۳/۳۴	۰/۲۲ **	۴/۵ n.s	۵/۹۳n.s	۳۹/۹۶ **
زمان نگهداری	۳	۱۳۶/۵۷ **	۰/۱۱۷ **	۰/۰۳ **	۵۲۵/۱۵ **	۳۶۵/۵ **
تیمار		۲۷/۴۷ **	۰/۲۲ **	۰/۰۰ **	۱۹۵/۶ **	۱۸/۳ **
زمان نگهداری × تیمار	۶	۱۲/۶۵ **	۰/۱۱۴ **	۸/۸ **	۴۸/۸ **	۳۲/۲ **
خطا	۳۸	۱/۴	۰/۰۶	۲/۳۷	۱۹/۵	۶/۸

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 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 اعمال‌شده 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 درتیمار کیتوزان سه‌ماه بعدازنگهداری داشتند. کمترین میزان رنگ به نمونه کیتوزان + روغن دوازده‌ماه بعدازنگهداری، 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.

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 آن‌ها در سطح معنی دار 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 ازنگهداری نشان دادند. بیشترین درصد رنگ در نمونه‌های پس از شش ماه نگهداری، و کمترین میزان آن در دوازده ماه پس از نگهداری به‌دست 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 می باشد وکمترین سفتی بافت را نمونه‌ها سه ماه پس ازنگهداری شامل شدند.

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس خواص حسی خرمای 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٪

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

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

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

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

• بحث

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 خرمای 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. پلّا 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 فیزیکوشیمیایی نشان می‌دهد که با افزایش زمان نگهداری، درصد قند و مواد جامد محلول کل افزایش و میزان سفتی بافت کاهش پیدا می کند. 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 وساز، اسیدهای آلی میوه کاهش پیدا می‌کنند، و طی دوره نگهداری ممکن است به‌دلیل 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).

از نظر مقدار pH، بیشترین میزان pH با میزان ۶/۸ متعلق به نمونه شاهد بود. پوشش‌های خوراکی باعث حفظ خصوصیات فیزیکو 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 معنی‌داری 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 معنی‌دار شده است ($P\leq ۰/۰۵$). طی مدت نگهداری، بیشترین میزان مواد جامد محلول کل سه ماه بعد از نگهداری و درصد قند شش ماه بعداز 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، پلی‌ساکاریدهای 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 ($P\leq ۰/۰۱$) معنی دار شده است. تغییرات

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

مقایسه میانگین رنگ کل برای نمونه‌های پوشش داده شده در طی شش ماه نگهداری، روند افزایشی و سپس کاهشی 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)، اثرتیمار و زمان نگهداری بر سفتی خرما در سطح ۱ درصد معنی‌دار شده است. تیمار زئین + 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 درهمه تیمارها کاهش یافت ولی این کاهش در تیمار شاهد بیشتر از تیمارهای اعمال شده بود. کیتوزان در کاهش فعالیت آنزیم‌های پلی‌گالاکتوروناز، 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 جیتاریرات و همکاران (۲۰۰۷) روی میوه انبه (۳۴) مطابقت دارد.

در مورد اثر تیمارهای مختلف روی طعم و مزه، بیشترین امتیاز را تیمار زئین 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 هاکیوخان (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 طریق کند کردن رسیدن یا از طریق ایجاد شرایط بی‌هوازی 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 خرمای تجارتی 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، ^{o}C ۱۸-) و یخچال (^{o}C ۴)، و یخچال با دمای ۱۰ 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 ازنگهداری به خود اختصاص دادند. در آزمایشات شیمیایی نیز بیشترین درصد رطوبت و کمترین افت رطوبتی را تیمارهای اعمال شده با زئین 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، زئین چه به تنهایی و چه با تیمار ترکیبی روغن بادیان، بهترین تیمار تشخیص داده شد.

• References

1. Ahmadi K, Ebadzadeh HR, Hatami F, Hoseinpour R, Abdeshah H. Agricultural statistics: horticultural products. Ministry of Agricultural Jihad, Plannining and Economic Affairs, Information Technology and Communication Center, 2018; page 129.

2. 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.

3. 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 Engeering 2009; 39(1): 85-92.

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

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 defferent 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 Copticumt* (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 biopolymersin 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 omethyltranferase 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, Johnon 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 propertiesof date syrup powder: antiplasticizing effect of maltodextrin. Food and Bioproducts Processing 2016; 98: 133–141.

26. Belgheysi S, Azizi Tabrizzad 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].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

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 EASurface treatments and edible coatings in food preservation. Handbook of Food Oreservation 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].

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]

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

Tajeddin B[1], Salagegheh F[2], Soleimani N[2]*

*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 pimpernel 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 ^{o}C for the first year and at 10 ^{o}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

[Downloaded from nsft.sbmu.ac.ir on 2026-11-15]