

## تاثیر پوشش خوراکی پلی ساکاریدی (نشاسته و پکتین) بر کیفیت خرماي مضافتی

اعظم ایوبی<sup>۱\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۶/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۲

<sup>۱</sup> استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

\*مسئول مکاتبه: Email: mayoubi92@uk.ac.ir

### چکیده

به علت شرایط نامناسب نگهداری و نوع بسته‌بندی در طی دوره نگهداری، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خرما تغییر می‌کند و محصول ترش، چسبنده و سخت می‌شود. استفاده از پوشش خوراکی برای رفع این مشکل پیشنهاد شده است. پوشش‌های خوراکی می‌توانند با افزایش مقاومت لایه مرزی، زمان ماندگاری محصول را افزایش دهند. هدف از این پژوهش ارزیابی اثر پوشش خوراکی پلی ساکاریدی بر کیفیت و ماندگاری خرماي مضافتی بوده است. در این بررسی، خرماي مضافتی با پوشش‌های خوراکی پلی ساکاریدی (نشاسته و پکتین) پوشش‌دهی و به مدت ۳ ماه در دماهای ۴ و ۲۵ °C نگهداری شد. طی دوره نگهداری، مواد جامد محلول کل (بریکس)، pH، اسیدیته، مواد جامد نامحلول، افت وزنی، درصد آفت‌زدگی و قند احیاءکننده اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تاثیر پوشش‌های پلی ساکاریدی، دما و مدت زمان نگهداری بر اکثر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خرما معنی‌دار بود. پوشش‌دهی باعث کند شدن روند برخی از تغییرات ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خرما شد. پکتین نسبت به نشاسته تاثیر بیشتری بر پایداری خرما داشت. افزایش دمای نگهداری، کاهش pH و مواد جامد نامحلول و افزایش بریکس، اسیدیته، افت وزنی و قند احیاءکننده را به دنبال داشت. در پایان دوره نگهداری، کمترین مقدار افت وزنی (۵/۱۲ درصد) و بیشترین مقدار مواد جامد نامحلول (۱۴ درصد) مربوط به پوشش پکتین و دمای ۴ °C و بیشترین مقدار اسیدیته (۰/۲۹ درصد) مربوط به پوشش خوراکی پکتین و دمای ۲۵ °C بود.

واژگان کلیدی: خرما، پوشش خوراکی، پکتین، نشاسته، دما

### مقدمه

دست دارند. سالانه بیش از هفت میلیون تن خرما در جهان تولید می‌شود که ایران با تولید یک میلیون تن پس از کشور مصر، رتبه دوم تولید و ۱۴ درصد خرماي جهان را به خود اختصاص داده، اما در صادرات این

خرما یکی از مهم‌ترین محصولات باغی کشور است و نقش مهمی در امنیت غذایی، ایجاد اشتغال، حفظ و پایداری محیط زیست، اقتصاد ملی، صادرات و ارزآوری کشور دارد. چهار کشور مصر، ایران، عربستان و امارات بیش از ۶۱ درصد تولید خرماي جهان را در

فساد میوه را بدون تاثیر بر کیفیت میوه کاهش دهد (ال قوس و همکاران ۱۹۹۲). اثر پوشش خوراکی بر میوه تا حدود زیادی به دما، قلیائیت، ضخامت و نوع پوشش، واریته و شرایط میوه بستگی دارد (پارک و همکاران ۱۹۹۴). پوشش‌های خوراکی به پوشش‌های پروتئینی، پلی ساکاریدی، لیپیدی و یا ترکیبی از آنها تقسیم‌بندی می‌شوند. پوشش‌های پلی ساکاریدی به منظور تاخیر در اتلاف رطوبت برخی غذاها در یک دوره کوتاه استفاده می‌شوند. پوشش‌های خوراکی پلی ساکاریدی قادرند بدون ایجاد شرایط بی‌هوای شدید رسیدگی میوه‌ها را به تعویق انداخته و زمان ماندگاری آنها را افزایش دهند (بالدوین همکاران ۱۹۹۵). آلژینات، پکتین، کاراگینان، دکسترین، نشاسته، سلولز و مشتقات آن، صمغ‌های میکروبی، آرابینوزیلان‌ها، گالاکتومانان‌ها و کیتوزان از مهم‌ترین پوشش‌های پلی ساکاریدی هستند. پکتین یک ترکیب مهم دیواره سلول‌های گیاهی به خصوص میوه‌های رسیده و پلی ساکاریدی پیچیده با وزن مولکولی بالاست که عمدتاً از پلی گالاکتورونیک اسید با متیل استرهای موضعی و نمک‌های سدیم، آمونیوم و پتاسیم تشکیل شده است. پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی حاصل از پکتین و مشتقات آن ممانعت‌کنندگی خوبی در برابر نفوذ اکسیژن و روغن دارند؛ اما به علت طبیعت آبدوست، قابلیت نفوذ بخار آب این فیلم‌ها نسبتاً زیاد است. استفاده از ترکیبات لیپیدی می‌تواند سبب افزایش کارایی این نوع پوشش‌ها گردد (والدز و همکاران ۲۰۱۵؛ ایرانمنش ۱۳۸۸). از مزایای نشاسته در تولید پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی، ارزان بودن و قابل تجدید بودن آن است؛ اما مقاومت فیلم‌های نشاسته در برابر رطوبت پایین است. استفاده از لیپیدها و پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر، مقاومت این فیلم‌ها به رطوبت و استفاده از هیدروکلوئیدها در ترکیب این فیلم‌ها کشش‌پذیری آنها را بهبود می‌بخشد (فاضل و همکاران ۱۳۹۰). مطالعات سونسون و همکاران (۱۹۵۳) نشان داده است که پوشش پکتین بادام، نمک و آنتی‌اکسیدان‌ها را در سطح نگه

محصول اقتصادی در جایگاه هفتم قرار گرفته است.<sup>۱</sup> میوه خرما بسیار مغذی و سرشار از کالری و یک منبع خوب از عناصر معدنی مانند فسفر، آهن، پتاسیم و کلسیم است (سالم و همکاران ۲۰۰۵). داشتن اثرات ضدسرطانی و آنتی‌اکسیدانی از دیگر ویژگی‌های مطلوب این میوه به شمار می‌رود. مطالعات اخیر نشان می‌دهد که عصاره میوه خرما به علت وجود ترکیبات آنتی-اکسیدانی و ضدجوش دارای توانایی جذب رادیکال‌های آزاد است. اسید گالیک، اسید پروتوکاتئیک، اسید کافئیک و اسید پی-کوماریک از ترکیبات فنولی مهم خرما هستند. بالا بودن میزان سلولز و همی‌سلولز در خرما به حفظ فعالیت و افزایش حرکات روده و افزایش حجم آب در مواد غذایی جذب نشده و جلوگیری از ابتلا به یبوست کمک می‌کند (وایایل ۲۰۰۲). خرما می‌تواند مضافتی بعد از ارقام سعمران و شاهانی سومین رقم خرما اقتصادی ایران است که در نقاط مختلف کشور کشت می‌شود؛ البته موطن اصلی این رقم، منطقه بم کرمان می‌باشد. این رقم از گروه خرماهای نرم و نیمه خشک با رنگ قرمز تیره متمایل به سیاه بوده و بهترین نوع خرما از لحاظ بازار داخلی است که در سال‌های اخیر صادرات آن نیز بسیار مورد توجه قرار گرفته است (افشاری جویباری و فرحناکی ۱۳۹۰). اما به دلیل بالا بودن رطوبت و فسادپذیری بالای این رقم، نگهداری آن با مشکلاتی مواجه است. خروج شربت، از دست دادن رطوبت و در نتیجه چسبندگی شدن محصول و نیز تخمیر و ترشیدگی محصول به علت فعالیت کپک‌ها و مخمرها از عمده‌ترین مشکلات طی نگهداری این رقم خرما محسوب می‌شود (افشاری جویباری و همکاران ۱۳۹۱). به نظر می‌رسد که استفاده از پوشش خوراکی می‌تواند یک راهکار موثر جهت افزایش پایداری این محصول باشد. یک پوشش خوراکی مطلوب قادر است زمان ماندگاری میوه را بدون تشدید فعل و انفعالات بی‌هوای افزایش داده و شدت

<sup>۱</sup> خبرگزاری دانشجویان ایران (ایسنا)، ۳۱ خرداد ۱۳۹۴

<sup>۲</sup> Edible coating

داشته است و یک بافت غیر روغنی را نیز ایجاد نموده است. نتایج تحقیقات این محققین نشان دهنده کاهش میزان چسبندگی در آبنبات‌های میوه‌ای و خرما با استفاده از پوشش پکتینی بوده است. این محققین همچنین دریافتند که پکتین می‌تواند یک پوشش صاف و درخشان را ایجاد کند. این پوشش از کاهش مواد مغذی و فرار در طی نگهداری و حمل و نقل ممانعت می‌کند، به علاوه به وسیله این پوشش، آلودگی محصول به میکروارگانیسم‌ها قابل کنترل است. پکتین برای پوشش دادن انجیر خشک، کشمش و برخی از انواع آبنبات مورد استفاده قرار گرفته است. جدا شدن محصول از هم در بسته‌بندی، یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این نوع فیلم بوده است (واترز و برک ۱۹۶۱؛ سالوانتوری و همکاران ۱۹۹۸). نتایج مطالعات هاتفی و همکاران (۱۳۹۲) بر کارایی مطلوب پوشش خوراکی بر پایه ایزوله پروتئین خمر همراه با دارچین و اسیدفوماریک در افزایش ماندگاری خرما را نشان داد. پوشش‌های نشاسته (آمیلوز) و ایزوله پروتئین آب پنیر، برای کاهش تندی اکسیداتیو محصولات خاصی نظیر مغزها، غلات، دانه‌ها، آبنبات‌ها و میوه‌های خشک در طی نگهداری مورد استفاده قرار گرفته است (جوکای و همکاران ۱۹۶۷؛ مت و همکاران ۱۹۹۶). دورانگو و همکاران (۲۰۰۶) اثر ضد میکروبی پوشش خوراکی بر پایه نشاسته سیب-زمینی شیرین و کیتوزان را در هویج نشان دادند. تحقیقات قاسم‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) بر توانایی بالاتر پوشش پکتین نسبت به صمغ گیاهی و نشاسته گندم، در حفظ ویژگی‌های میکروبی و حسی کشمش دلالت داشت. تأثیر پوشش خوراکی پلی ساکاریدی بر به تأخیر انداختن افزایش pH، کاهش سفتی، اسیدیته قابل تیتر، شاخص‌های رنگی و مالون‌دی‌آلدئید و افزایش زمان ماندگاری آلو در مطالعات ایوم و همکاران آلو (۲۰۰۹) گزارش شده است. نتایج بررسی حداد خدادپرست و همکاران (۱۳۸۷)

بر روی تأثیر استفاده از سه نوع پوشش خوراکی (پکتین، کربوکسی متیل سلولز و نشاسته) در فرایند خشک کردن اسمزی سیب، نشان داد که کاربرد پوشش خوراکی، سبب کاهش تغییرات رنگ و شدت قهوه‌ای شدن محصول می‌شود. نتایج مطالعه یوسف (۲۰۱۴) بر مقایسه چهار نوع پوشش خوراکی (پکتین، گلوتن، نشاسته و پروتئین سویا) برای پوشش‌دهی توت‌فرنگی بر تأثیر معنی‌دار پوشش پکتین در حفظ سفتی بافت و کاهش وزنی و نتایج فیزیکیوشیمیایی و حسی بهتر محصول دلالت داشت. استفاده از پوشش‌های پلی ساکاریدی (نشاسته، کاراگینان و کیتوزان) برای افزایش زمان ماندگاری میوه توت‌فرنگی توسط ریبیریو و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه شد. توانایی پوشش خوراکی نشاسته و گلیسرول در افزایش ماندگاری گوجه‌فرنگی توسط ریز و همکاران (۲۰۱۵) گزارش شده است. استفاده از پوشش خوراکی بر پایه پکتین برای برش لیمو در بررسی امس-اولیو و همکاران (۲۰۰۸) سبب کاهش اتلاف رطوبت و حفظ سفتی بافت میوه شد. گزارش شده است که استفاده از پوشش خوراکی پکتین برای آووکادو کاهش میزان جذب اکسیژن، شدت تنفس و افت رطوبت میوه طی زمان نگهداری را به دنبال داشته است (مفتونازاد و راماسوامی ۲۰۰۸). تأثیر پوشش خوراکی بر پایه پکتین در حفظ کیفیت انبه توسط معلمیان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش شده است. اثرات آنتی‌اکسیدانی و ضد میکروبی پوشش خوراکی بر پایه پکتین در توت‌فرنگی و تمشک توسط گوریرو و همکاران (۲۰۱۵) و در برش هلو توسط آیالا-زاوالا و همکاران (۲۰۱۳) گزارش شده است. کاهش رطوبت، فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رسیدن بیش از حد و فعالیت میکروارگانیسم‌ها، عوامل اصلی کاهش‌دهنده زمان ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها به شمار می‌آیند (نصرالله زاده اصل ۱۳۹۲). حساسیت خرما نسبت به دو نوع فساد

### پوشش‌دهی

در این پژوهش، دو تیمار پوشش‌دهی برای خرما مورد استفاده قرار گرفت. محلول‌های پوشش‌دهی مورد استفاده عبارت بودند از:

۱- محلول آبی ۵ درصد (وزنی/حجمی) نشاسته، ۱/۲۵ درصد (وزنی/حجمی) پلی‌وینیل‌الکل، ۲/۵ درصد (وزنی/حجمی) گلیسرول، ۱۰ درصد (وزنی/وزنی نشاسته) اسید سیتریک

۲- محلول آبی ۵ درصد (وزنی/حجمی) پکتین، ۱/۲۵ درصد (وزنی/حجمی) پلی‌وینیل‌الکل، ۲/۵ درصد (وزنی/حجمی) گلیسرول

از آب مقطر برای تهیه تمام محلول‌ها استفاده شد. پلی‌وینیل‌الکل به عنوان یک عامل تشکیل‌دهنده پیوندهای عرضی و بهبوددهنده ویژگی‌های مکانیکی و ممانعت‌کنندگی پوشش و گلیسرول به عنوان یک عامل نرم‌کننده مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه محلول‌های پوشش‌دهی، پس از تهیه سوسپانسیون، هم زدن آن برای مدت ۳۰ دقیقه با دور ۵۰۰ در دقیقه در دمای  $90^{\circ}\text{C}$  در حمام آب گرم انجام شد. جهت عملیات پوشش‌دهی، از روش غوطه‌وری به مدت یک دقیقه استفاده شد. محلول پوشش‌دهی اضافی، با آبکش کردن از خرما جدا شد (یوسف ۲۰۱۴). خرماهای پوشش داده شده در شرایط آزمایشگاه (دمای  $25^{\circ}\text{C}$ ) به مدت ۲۴ ساعت خشک شده و سپس در بسته‌های پلی‌اتیلنی بسته‌بندی شدند. نمونه شاهد توسط آب مقطر تیمار شد. خرماهای تیمار شده و شاهد پس از بسته‌بندی، در دماهای ۴ و  $25^{\circ}\text{C}$  نگهداری شده و در زمان‌های یک، دو و سه ماه پس از نگهداری مورد آزمایش قرار گرفتند.

### مواد جامد محلول کل<sup>۴</sup>

اندازه‌گیری مواد جامد محلول کل با استفاده از دستگاه رفاکتومتر مدل Portable VBR (ساخت کشور سوئیس) انجام شد. بدین منظور حدود ۱۰ گرم از هر

میکروبی و فیزیولوژیکی با شرایط نامناسب نگهداری افزایش می‌یابد. فساد میکروبی در اثر تخمیر ناشی از فعالیت مخمرها و کپک‌زدگی روی می‌دهد و تیرگی و کاهش عطر و طعم محصول مربوط به فساد فیزیولوژیکی است (چراغی دهدزی و همدی ۱۳۹۱). شواهد معتبری در مقالات وجود دارد که نشان می‌دهد درجه حرارت نیز نقش مهمی در بروز تغییرات کیفی خرما دارد. درجه حرارت‌های بالای نگهداری عمدتاً منجر به افزایش افت کیفی این محصول می‌شود (عدالتیان و همکاران ۱۳۸۷؛ چراغی دهدزی و همدی ۱۳۹۱؛ هاتفی و همکاران ۱۳۹۲؛ بلوچ و همکاران ۲۰۰۶؛ آچور و همکاران ۲۰۰۳).

نظر به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر استفاده از پوشش‌های خوراکی پلی‌ساکاریدی (نشاسته و پکتین) و دمای نگهداری بر ویژگی‌های فیزیوشیمیایی خرما طی ۳ ماه نگهداری در دمای ۴ و  $25^{\circ}\text{C}$  انجام شد.

### مواد و روش‌ها

خرمای رقم مضافتی بم به صورت بسته‌بندی شده در بسته‌های پلی‌اتیلنی داخل کارتن‌های مقوایی از فروشگاه‌های سطح شهر کرمان خریداری شد. نشاسته، گلیسرول، پلی‌وینیل‌الکل و اسید سیتریک از شرکت مرک و پکتین از شرکت سیگما آلدریچ<sup>۳</sup> خریداری شد. قبل از انجام مرحله پوشش‌دهی، خرما تا انجام آزمایشات، در یخچال نگهداری شد. به منظور یکنواخت کردن نمونه‌ها و فراهم کردن امکان نمونه‌برداری تصادفی، خرماها با دقت به گونه‌ای که به آنها صدمه وارد نشود از داخل جعبه‌ها خارج شد و عمل مخلوط کردن و یکنواخت‌سازی بر روی آنها انجام شد.

<sup>۴</sup> Brix

<sup>۳</sup> Sigma-Aldrich

دقیقه مخلوط شد و سپس روی کاغذ صافی خشک ریخته شد تا مواد محلول آن جدا شود. سپس چندین مرتبه تا شفاف شدن آب حاصل از شستشو با آب مقطر شستشو داده شد و در آن با دمای  $1 \pm 102^\circ\text{C}$  رسیدن به وزن ثابت خشک شده و مقدار مواد جامد نامحلول محاسبه شد (فالاد و ابو ۲۰۰۶).

#### افت وزنی

افت وزنی به وسیله اندازه‌گیری وزن خرما در زمان‌های یک، ۲ و ۳ ماه پس از نگهداری و محاسبه اختلاف وزن در هر زمان با وزن اولیه خرما به دست آمد (صداقت و زاهدی ۲۰۱۲).

#### آفت‌زدگی

آفت‌زدگی به صورت حفره‌های محل تغذیه حشرات و کنه‌ها، وجود تنیده‌ها و فضولات و نظایر آنها در خرما با چشم غیرمسلح قابل رویت است. این ویژگی مطابق روش استاندارد ملی ایران شماره ۳۹۵ (خرمای مضافتی - ویژگی‌ها و روش‌های آزمون) اندازه‌گیری شد. برای تعیین میزان آفت‌زدگی مقدار معینی از نمونه وزن و تعداد خرماهای آفت‌زده آن تفکیک و شمارش شده و نتیجه بر تعداد خرماهای موجود در نمونه تقسیم شد. با ضرب عدد حاصل در ۱۰۰ درصد آفت‌زدگی به دست آمد.

#### قند احیاءکننده

برای اندازه‌گیری قند احیاءکننده خرما از روش لین اینون استفاده شد (استاندارد ملی ایران، شماره ۵۰۷۵). اساس این روش احیاء مس دو ظرفیتی  $(\text{Cu}(\text{OH})_2)$  حاصل از ترکیب فهلینگ A و B توسط قندهای احیاءکننده و تبدیل آن به مس یک ظرفیتی  $(\text{Cu}_2\text{O})$  می‌باشد. بدین منظور پس از توزین ۴ گرم خرما و رساندن به حجم ۱۰۰ میلی-لیتر، تیتراسیون محلول‌های فهلینگ A و B با محلول قندی تا تشکیل رسوب قرمز آجری و در حضور معرف

نمونه خرما در داخل هاون خمیر شده و سپس هم اندازه وزن خمیر به آن آب مقطر اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه با همزن شیشه‌ای هم زده شد. سپس با کمک کاغذ صافی چند قطره از آن بر روی رفاکتومتر ریخته شده و عدد آن در دمای  $25^\circ\text{C}$  قرائت شد. مقدار ماده جامد محلول کل، با ضرب عدد قرائت شده در عدد ۲ به دست آمد (افشاری جویباری و همکاران ۱۳۹۱).

#### pH

برای اندازه‌گیری pH ابتدا ۵ گرم از هر نمونه در هاون چینی خمیر شد و پس از افزودن حدود ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر و ۱۵ دقیقه هم زدن بر روی شیکر، pH آن توسط دستگاه pH متر مدل TPS pH cube در دمای  $25^\circ\text{C}$  اندازه‌گیری شد (افشاری جویباری و همکاران ۱۳۹۱).

#### اسیدیته

اسیدیته خرما به روش تیتراسیون با هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا ۵ گرم از هر نمونه خرما در هاون چینی خمیر شد و پس از افزودن ۵۰ میلی لیتر آب مقطر و ۱۵ دقیقه هم زدن بر روی شیکر، تیتراسیون با استفاده از محلول سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به pH حدود ۸/۴ تا ۸/۶ انجام شد (بلوچ و همکاران ۲۰۰۶). اسیدیته خرما با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$Z = \frac{V \times N \times \text{Meq} \times 100}{W}$$

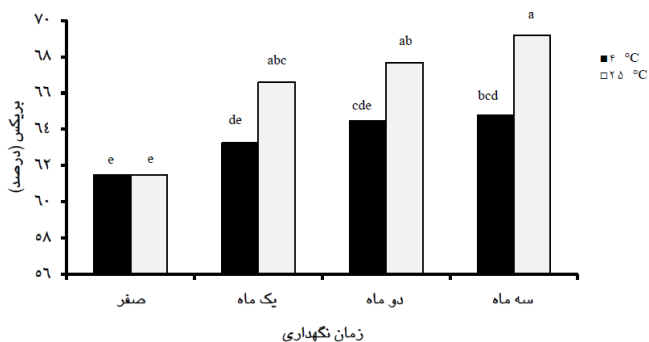
در این رابطه V حجم سود مصرفی به میلی لیتر، N نرمالیتیه سود مصرفی، Meq میلی اکی والان اسید سیتریک (اسید غالب خرما) (۰/۰۶۴) و W وزن نمونه می‌باشد.

#### مواد جامد نامحلول<sup>۵</sup>

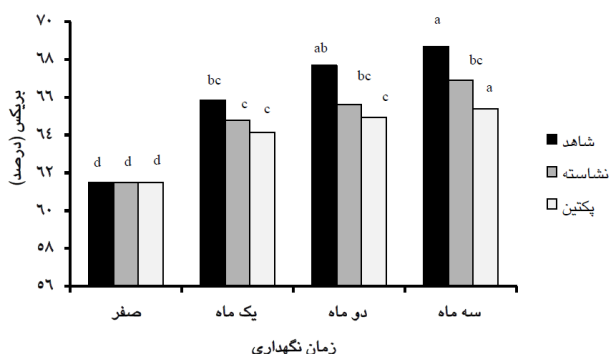
برای اندازه‌گیری مواد جامد نامحلول، ۱۵ گرم خرما با ۱۰ برابر وزن آن آب مقطر در مخلوط کن به مدت ۳

<sup>5</sup> Water Insoluble Solid

نگهداری دلالت داشت. شکل ۱ اثر دما و زمان نگهداری و شکل ۲ اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری را بر مقدار مواد جامد محلول کل خرما نشان می‌دهد.



شکل ۱- اثر دما و زمان نگهداری بر مواد جامد محلول کل (بریکس) (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۲- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر مواد جامد محلول کل (بریکس) (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

### pH

اگر چه بیشترین مقدار pH مربوط به نمونه شاهد و کمترین مقدار pH مربوط به نمونه‌های پوشش‌دهی شده با پوشش خوراکی پکتین بود؛ اما نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین pH نمونه‌های پوشش داده شده و شاهد در هر یک از دماهای نگهداری خرما نشان داد. افزایش دمای نگهداری کاهش معنی‌دار pH خرما را سبب شد ( $P \leq 0.01$ ).

متیلن بلو انجام شد. مقدار گرم قند احیاءکننده در ۱۰۰ گرم نمونه خرما از رابطه زیر محاسبه شد:

$$n = \frac{F \times 100 \times 100}{M \times V}$$

که در این رابطه، n مقدار گرم قند احیاءکننده در ۱۰۰ گرم نمونه خرما، F فاکتور فهلینگ، M وزن نمونه خرما و V حجم محلول قندی مصرفی برای تیتراسیون است.

### تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های به دست آمده در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار با آرایش فاکتوریل، و به کمک نرم افزار Mstat-C تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

#### مواد جامد محلول کل

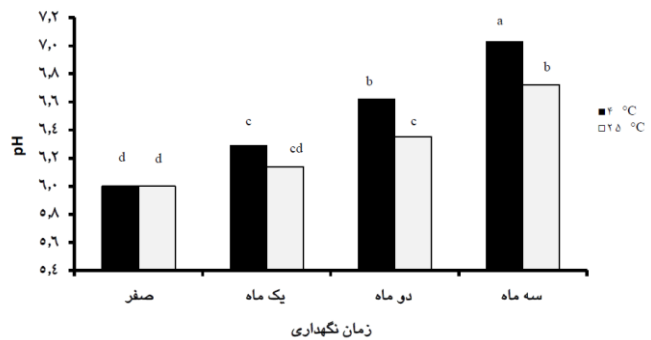
قندها عمده‌ترین مواد جامد محلول در میوه می‌باشند. اسیدهای آلی، اسیدهای آمینه، ویتامین‌ها و مواد معدنی از دیگر مواد جامد محلول در میوه‌ها هستند که مقدار آنها نسبت به قندها کمتر می‌باشد (هاتفی و همکاران ۱۳۹۲). اگرچه در پایان دوره نگهداری کمترین مقدار بریکس مربوط به نمونه‌های پوشش داده شده با پوشش خوراکی بر پایه پکتین بود؛ اما نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین بریکس نمونه‌های پوشش داده شده و شاهد در دماهای ۴ °C و همچنین بین خرماهای پوشش‌دهی شده و نمونه شاهد در دمای ۲۵ °C نشان داد. با افزایش دما و زمان نگهداری خرما مقدار مواد جامد محلول کل خرما افزایش یافت ( $P \leq 0.01$ ). بیشترین مقدار بریکس مربوط به نمونه شاهد نگهداری شده در دمای ۲۵ °C پس از ۳ ماه نگهداری بود. به نظر می‌رسد که کاهش میزان رطوبت در طی دوره نگهداری و تبدیل پلی‌ساکاریدها به قندهای ساده‌تر عمده‌ترین دلایلی هستند که افزایش بریکس را به دنبال دارند. نتایج تحقیقات چراغی دهدزی و همدی (۱۳۹۱) بر افزایش غلظت مواد جامد محلول کل خرما با افزایش دما و زمان

۳ اثر دما و زمان نگهداری و شکل ۴ اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری را بر مقدار pH خرما نشان می‌دهد.

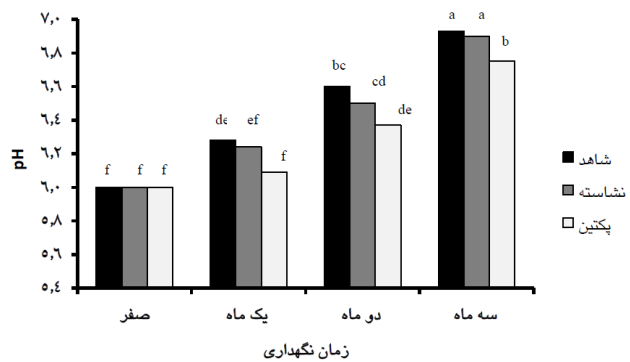
#### اسیدیته

اغلب محصولات باغی دارای مقادیر زیادی اسیدهای آلی هستند که در کیفیت این محصولات، به ویژه میوه‌ها، مؤثرند. مهم‌ترین اسیدهای آلی میوه خرما، اسید مالیک و اسید سیتریک می‌باشند (مرتضوی و همکاران ۱۳۸۵).

جدول ۱ اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری را بر اسیدیته خرما نشان می‌دهد. مقدار اسیدیته نمونه‌های دارای پوشش خوراکی به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار اسیدیته شاهد بود ( $P \leq 0.01$ ). به نظر می‌رسد که پوشش خوراکی با کاهش شدت تنفس، شدت کاهش اسیدیته در طی دوره نگهداری میوه را کاهش داده است. این نتیجه با نتایج هاتفی و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. نتایج بررسی یوسف (۲۰۱۴) نیز نشان‌دهنده کاهش شدت تغییرات اسیدیته میوه با استفاده از پوشش خوراکی پکتین بود. افزایش دمای نگهداری به طور معنی‌داری اسیدیته خرما را افزایش داد ( $P \leq 0.01$ ). نتایج تحقیقات چراغی دهدزی و همدی (۱۳۹۱) و بلوچ و همکاران (۲۰۰۶) نیز بر افزایش اسیدیته خرما با افزایش دمای نگهداری دلالت داشت. به نظر می‌رسد افزایش دما باعث افزایش شدت تخمیر و فعالیت میکروارگانیسم‌ها و در نتیجه افزایش اسیدیته شده است. با افزایش زمان نگهداری اسیدیته خرما کاهش یافت ( $P \leq 0.05$ ). به نظر می‌رسد که تجزیه اسیدهای آلی در طی دوره رسیدگی میوه علت کاهش میزان اسیدیته با گذشت زمان انبارداری بوده است. تحقیقات چراغی دهدزی و همدی (۱۳۹۱) نیز نتایج مشابهی را نشان داد. در پایان دوره نگهداری خرما، بیشترین اسیدیته مربوط به پوشش پکتین و دمای  $25^{\circ}\text{C}$  بود.



شکل ۳- اثر دما و زمان نگهداری بر pH (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل ۴- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر pH (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

افزایش شدت تنفس با افزایش دما و در نتیجه افزایش اسیدیته می‌تواند علت این نتیجه باشد (اسماعیل و همکاران ۲۰۰۸). ال‌جاسر (۲۰۱۰) کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در خرماهای نگهداری شده در دماهای پایین‌تر را دلیل احتمالی pH پایین‌تر این نمونه‌ها بیان نمود. با افزایش زمان نگهداری pH خرما به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P \leq 0.01$ ). با توجه به کاهش میزان اسیدهای آلی و اسیدیته در طی دوره نگهداری، افزایش pH با افزایش زمان نگهداری دور از انتظار نیست. شکل

جدول ۱- اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر اسیدیته (درصد)

زمان نگهداری (ماه)				پوشش خوراکی	دمای نگهداری (°C)
۳	۲	۱	صفر		
۰/۲۲ <sup>K</sup>	۰/۲۳ <sup>J</sup>	۰/۲۶ <sup>g</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	شاهد	۴
۰/۲۵ <sup>h</sup>	۰/۲۶ <sup>g</sup>	۰/۲۸ <sup>e</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	نشاسته	
۰/۲۶ <sup>g</sup>	۰/۲۷ <sup>f</sup>	۰/۲۸ <sup>e</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	پکتین	
۰/۲۴ <sup>i</sup>	۰/۲۷ <sup>f</sup>	۰/۲۸ <sup>e</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	شاهد	۲۵
۰/۲۸ <sup>e</sup>	۰/۲۹ <sup>d</sup>	۰/۳۰ <sup>c</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	نشاسته	
۰/۲۹ <sup>d</sup>	۰/۳۰ <sup>c</sup>	۰/۳۱ <sup>b</sup>	۰/۳۲ <sup>a</sup>	پکتین	

(در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

### مواد جامد نامحلول

رسد پوشش‌دهی سبب تاخیر در فرایندهای رسیدگی میوه شده و در نتیجه استفاده از پوشش خوراکی کاهش کمتر میزان مواد جامد نامحلول و تبدیل آنها به مواد محلول را به دنبال دارد (هاتفی و همکاران ۱۳۹۲). افزایش دما و زمان نگهداری نیز موجب کاهش مقدار مواد جامد نامحلول خرما شد.

جدول ۲ اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری را بر مواد جامد نامحلول خرما نشان می‌دهد. پوشش‌دهی افزایش مواد جامد نامحلول خرما را سبب شد؛ اگرچه بر اساس نتایج مقایسه میانگین از نظر مواد جامد محلول در هر یک از دماهای نگهداری تفاوت معنی‌داری بین شاهد و نمونه‌های پوشش‌دهی شده وجود نداشت. به نظر می‌-

جدول ۲- اثر پوشش خوراکی، دما و زمان نگهداری بر مواد جامد نامحلول (درصد)

زمان نگهداری (ماه)				پوشش خوراکی	دمای نگهداری (°C)
۳	۲	۱	صفر		
۱۲/۹ <sup>de</sup>	۱۳/۳ <sup>cde</sup>	۱۴/۴ <sup>abcd</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	شاهد	۴
۱۳ <sup>cde</sup>	۱۴ <sup>bcd</sup>	۱۶/۲ <sup>ab</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	نشاسته	
۱۴ <sup>bcd</sup>	۱۴/۸ <sup>abcd</sup>	۱۵/۵ <sup>abc</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	پکتین	
۸/۹ <sup>g</sup>	۹/۳ <sup>g</sup>	۱۱/۲ <sup>efg</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	شاهد	۲۵
۹/۴ <sup>g</sup>	۱۰/۲ <sup>fg</sup>	۱۲/۳ <sup>def</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	نشاسته	
۱۰/۱ <sup>fg</sup>	۱۱/۳ <sup>efg</sup>	۱۲/۶ <sup>def</sup>	۱۷ <sup>a</sup>	پکتین	

(در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

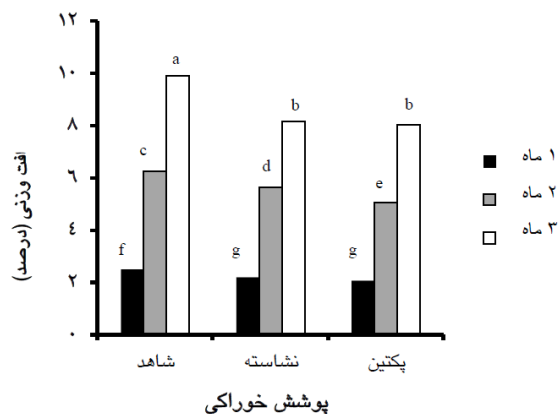
### افت وزنی

شکل ۵ اثر پوشش خوراکی و دمای نگهداری بر افت وزنی و شکل ۶ اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر افت وزنی خرما را نشان می‌دهد.

پیشرفت رسیدگی میوه با افزایش دما و گذشت زمان می‌تواند چنین نتیجه‌ای را سبب شده باشد. در پایان ماه اول نگهداری بیشترین مقدار مواد جامد نامحلول مربوط به پوشش خوراکی نشاسته و دمای °C ۴ و در پایان ماه دوم و سوم نگهداری بیشترین مقدار مواد جامد نامحلول مربوط به پوشش خوراکی پکتین و دمای °C ۴ بود.

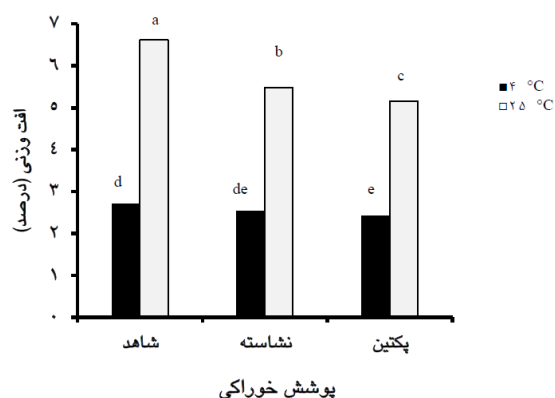


میوه را به تعویق انداخته و از شدت کاهش وزن میوه بکاهند. به علاوه این ترکیبات سبب کاهش شدت فساد در میوه‌ها می‌شوند. آن دسته از پوشش‌های خوراکی که تا حدودی نفوذپذیر هستند قادرند یک اتمسفر اصلاح شده شبیه به انبارهای با اتمسفر کنترل شده را ایجاد کنند. هر چند که شرایط اتمسفری ایجاد شده توسط پوشش تحت تاثیر شرایط محیطی نظیر دما و رطوبت تغییر می‌کند (بالدوین و همکاران ۱۹۹۵). ضعیف بودن خواص مکانیکی و بازدارندگی در برابر بخار آب از جمله معایب فیلم‌ها بر پایه بیوپلیمرهایی نظیر نشاسته است که موجب محدود شدن کاربرد این نوع فیلم‌ها در بسته‌بندی مواد غذایی می‌شود. برای بهبود ویژگی‌های این فیلم‌ها، روش‌های مختلفی مانند مخلوط کردن با پلیمرهای دیگر و استفاده از نانوپرکننده‌ها پیشنهاد شده‌اند. پلی‌وینیل-الکل به علت داشتن گروه‌های OH قادر است با گروه‌های OH این ترکیبات پیوند هیدروژنی برقرار نماید.



شکل ۶- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر افت وزنی (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

به همین دلیل استحکام شبکه پلیمری افزایش یافته و ویژگی‌های مکانیکی بهبود می‌یابد. به علاوه میزان نفوذپذیری به بخار آب و بازدارندگی این نوع فیلم‌ها نیز



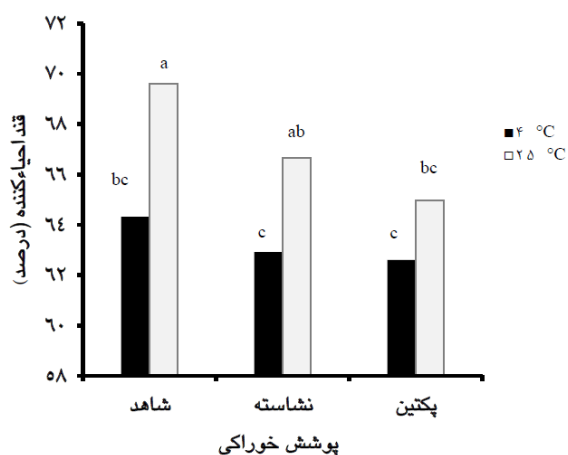
شکل ۵- اثر پوشش خوراکی و دمای نگهداری بر افت وزنی (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی به طور معنی‌داری مقدار افت وزنی نمونه‌ها را کاهش داد ( $P \leq 0.01$ ). تاثیر پوشش پکتین در کاهش میزان افت وزنی بیشتر از پوشش نشاسته بود. مقایسه پوشش‌های خوراکی مختلف در حفظ خصوصیات کیفی و ماندگاری توت‌فرنگی در مطالعه یوسف (۲۰۱۴) نیز بر توانایی بیشتر پوشش خوراکی حاوی پکتین نسبت به پوشش خوراکی حاوی نشاسته در کاهش میزان افت وزنی در طی دوره نگهداری میوه دلالت داشت. چرون و همکاران (۲۰۰۵) نیز گزارش نمودند که پوشش خوراکی پکتین از قابلیت بالاتری برای کاهش میزان افت وزنی میوه توت‌فرنگی در طی دوره نگهداری برخوردار بوده است. نتایج بررسی قاسم‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) بر روی استفاده از سه ماده پوشش‌دهنده خوراکی مختلف شامل پکتین، صمغ گیاهی و نشاسته گندم برای پوشش دادن دو واریته کشمش بی‌دانه تامپسون و شاهانی نشان داد که پوشش خوراکی از دست رفتن رطوبت در طی دوره نگهداری را کاهش می‌دهد. اتلاف رطوبت در طی نگهداری و اتلاف قند از طریق تنفس دو عامل کاهش وزن در طی دوره نگهداری میوه می‌باشد (هاتفی و همکاران ۱۳۹۲). پوشش‌های خوراکی می‌توانند رسیدن

هیچ یک از نمونه‌های خرما‌ی بسته‌بندی شده آفت زنده و بقایای آن مشاهده نشد، اما تمامی نمونه‌ها در شرایط فاقد بسته‌بندی و در محیط آزمایشگاه به آفت آلوده شدند، نتایج این تحقیق نشان داد که نگهداری خرما در بسته‌بندی، مانع از نفوذ آفات و حشرات و آلوده شدن خرما شده‌است.

#### قند احیاءکننده

شکل ۷ اثر پوشش خوراکی و دمای نگهداری و شکل ۸ اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری را بر قند احیاءکننده نشان می‌دهد. نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن است که اثر فاکتورهای مورد بررسی بر مقدار قند احیاءکننده نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از مقدار قند احیاءکننده نمونه شاهد بود. نتایج مطالعات یوسف (۲۰۱۴) نیز بر پایین بودن میزان افزایش قند احیاءکننده در توت‌فرنگی پوشش داده شده با پکتین دلالت داشت. این محققین سنتز کنند قند احیاءکننده در میوه پوشش‌دهی شده با پکتین را دلیل این نتیجه دانستند.



شکل ۷- اثر پوشش خوراکی و دمای نگهداری بر قند احیاءکننده

(میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

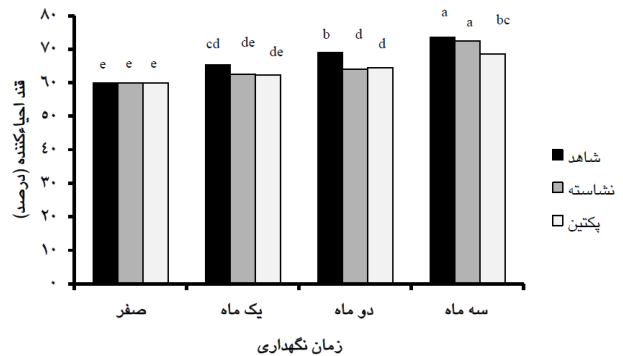
کاهش می‌یابد (نوشیروانی و همکاران ۱۳۹۱). علی‌رغم ضعیف بودن پوشش‌های پلی‌ساکاریدی به عنوان موانع رطوبتی به نظر می‌رسد که استفاده از پلی‌وینیل‌الکل در ترکیب پوشش توانسته است در بهبود ویژگی بازدارندگی رطوبتی پوشش‌های پلی‌ساکاریدی مورد استفاده موثر واقع شود. استفاده از پوشش خوراکی بر پایه هیدروکسی پروپیل متیل سلولز برای انگور در بررسی پاستور و همکاران (۲۰۱۱) سبب کند شدن روند کاهش وزن میوه شد. افزایش دمای نگهداری با افزایش معنی‌دار میزان افت وزنی خرما در طی دوره نگهداری همراه بود ( $P \leq 0/01$ ). مطالعه اثر دماهای مختلف انبارداری بر کیفیت خرما توسط چراغی دهدزی و همدی (۱۳۹۱) نشان داد که بیشترین مقدار رطوبت در خرماهای نگهداری شده در دمای  $4^{\circ}\text{C}$  و کمترین میزان رطوبت، در دمای  $42^{\circ}\text{C}$  وجود داشت. دمای نگهداری یک فاکتور مهم در میزان افت وزن میوه محسوب می‌شود. در واقع دما از طریق تاثیر بر اختلاف فشار بخار آب اتمسفر و میوه، نیروی لازم برای خروج رطوبت از میوه را فراهم می‌سازد (هاتفی و همکاران ۱۳۹۲). با افزایش مدت زمان نگهداری نیز افت وزنی نمونه‌ها به طور معنی‌داری افزایش یافت ( $P \leq 0/01$ ) به طوری که بیشترین مقدار افت وزنی مربوط به زمان ۳ ماه نگهداری بود. همچنین نتایج نشان داد که اثرات متقابل فاکتورهای مورد مطالعه بر افت وزنی معنی‌دار بوده‌است. بیشترین مقدار افت وزنی در پایان دوره نگهداری، مربوط به نمونه شاهد و دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و کمترین مقدار افت وزنی نیز مربوط به پوشش خوراکی پکتین و دمای  $4^{\circ}\text{C}$  بود. کاهش رطوبت در طول دوره نگهداری و شدت بیشتر افت رطوبت خرما در دماهای بالاتر انبارداری، توسط محققین دیگری مانند آچور و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش شده است.

#### آفت‌زدگی

درصد آفت‌زدگی در نمونه شاهد صفر بود و در طول مدت زمان نگهداری نمونه‌ها و انجام مراحل تحقیق در

### نتیجه‌گیری

استفاده از پوشش‌های خوراکی روشن مطنن و مؤثر برای افزایش مدت زمان انبارماني محصولات غذایی از جمله میوه‌ها است. پوشش‌های خوراکی پلی ساکاریدی با توجه به نوع ترکیب و ساختار خود می‌توانند با جلوگیری از انجام فعل و انفعالات بیولوژیکی سبب به تاخیر انداختن فرآیند رسیدگی و حفظ خصوصیات ظاهری و کیفیت این محصولات شوند. پوشش دادن میوه‌های خشک با یک پوشش پلی ساکاریدی مناسب نیز می‌تواند سبب تاخیر در افت رطوبت، حفظ بافت و ممانعت از گسترش تخم یا لارو حشرات در زیر سطح محصول شود. نتایج به دست آمده در این پژوهش نشان داد که استفاده از پوشش‌های خوراکی پلی ساکاریدی در حفظ کیفیت خرما طی انبارداری مؤثر بوده است. پوشش‌دهی باعث کند شدن روند برخی از تغییرات ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خرما شد. پکتین نسبت به نشاسته تأثیر بیشتری بر پایداری خرما داشت. به علاوه کاهش دمای نگهداری نیز شدت تغییرات ویژگی‌های فیزیکی شیمیایی خرما را کاهش داد.



شکل ۸- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر قند احیاءکننده (میانگین‌های دارای حروف مشترک از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

کیتور و همکاران (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی را در مورد پوشش‌دهی موز و انبه با پوشش‌های خوراکی پلی-ساکاریدی گزارش نمودند. با افزایش دما و زمان نگهداری مقدار قند احیاءکننده خرما افزایش یافت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار قند احیاءکننده مربوط به نمونه شاهد و نمونه پوشش داده شده با پوشش نشاسته، دمای  $25^{\circ}\text{C}$  و زمان ۳ ماه نگهداری بود. پیشرفت رسیدگی میوه با افزایش دما و زمان نگهداری را می‌توان دلیل این نتیجه دانست.

### منابع مورد استفاده

- افشاری جویباری ح، فرحناکی ع، ۱۳۹۰، تسریع رساندن خرماي مضافتي به وسیله آب و محلول‌های اسید استیک و کلرید سدیم داغ، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸ (۳۰)، ۵۲-۴۵.
- افشاری جویباری ح، فرحناکی ع، مجذوبی م، مصباحی غ ر، نیاکوثری م، ۱۳۹۱، بررسی روند تغییرات رنگ خرماي مضافتي در طی خشک کردن به منظور انتخاب دمای بهینه هوای خشک‌کن، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۹ (۳۶)، ۱-۱۰.
- ایرانمنش م، ۱۳۸۸، پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی، نشریه صنعت بسته‌بندی، ۴۸، ۳۲-۲۷.
- چراغی دهدزی س، همدی ن، ۱۳۹۴، اثر نوع و شرایط نگهداری بر ویژگی‌های بافتی میوه خرما (واریته کبکاب) طی انبارداری، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۱۲ (۴۶)، ۹۵-۱۰۳.
- حداد خداپرست م، جالایی ف، فرقانی م، ۱۳۸۷، بررسی امکان استفاده از پکتین، کربوکسی متیل سلولز و نشاسته در فرآیند خشک کردن اسمزی سیب و تعیین برخی از عوامل مؤثر، هجدهمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.
- عدالتیان م ر، فضل‌آرا ع، ۱۳۸۷، بررسی آلودگی میکروبی خرماي رقم استعمران طی انبار داری در سال ۱۳۸۴، فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۵ (۳)، ۴۵-۵۲.

- فاضل م، عزیزی م ح، عباسی س، برزگر م، ۱۳۹۰، تعیین تأثیر ثعلب، گلیسرول و روغن بر ویژگی‌های فیلم خوراکی بر پایه نشاسته سیب‌زمینی، مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۴، ۹۳-۱۰۲.
- مرتضوی م ح، ارزانی ک، برزگر م، ۱۳۸۵، تأثیر بسته‌بندی تحت خلأ و شرایط اتمسفر تغییر یافته بر ماندگاری و کیفیت میوه خرما (*Phoenix dactylifera L.*) رقم برجی، مجله علمی کشاورزی، ۱۳۷، ۱۲۹-۱۲۵.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، خرمای مضافتی- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی شماره ۳۹۵.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، شیر خرمای- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، استاندارد ملی شماره ۵۰۷۵.
- نصراله زاده اصل ن، ۱۳۹۲، تأثیر پوشش‌های خوراکی در حفظ کیفیت و افزایش ماندگاری میوه‌ها و سبزی‌ها، فصلنامه نظام مهندسی کشاورزی و منابع طبیعی، سال یازدهم، ۴۲، ۳۶-۳۱.
- نوشیروانی ن، قنبرزاده ب، انتظامی ع الف، ۱۳۹۱، ویژگی‌های ریز ساختاری و فیزیکی (نفوذپذیری، مکانیکی و حرارتی) فیلم‌های نانوکامپوزیتی بر پایه نشاسته/ پلی‌وینیل‌الکل/ نانورس، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۸ (۱)، ۵۹-۴۹.
- هاتفی ه، مرتضوی س ع، حداد خداپرست م ح، میلانی الف، ۱۳۹۲، تأثیر پوشش خوراکی بر پایه ایزوله پروتئین خلر حاوی دارچین و اسید فوماریک بر خواص فیزیکی‌شیمیایی خرمای بم، بیست و یکمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، دانشگاه شیراز.
- Achour M, Amara S, Salem N, Jebali A and Hamdi M, 2003. Effect of vacuum and modified atmosphere packaging on Deglet Nour date storage in Tunisia. *Fruits* 58: 205-212.
- Al Jasser MS, 2010. Effect of storage temperatures on microbial load of some dates palm fruit sold in Saudi Arabia market. *African Journal of Food Science* 4: 359-363.
- Ayala-Zavala JF, Silva-Espinoza BA, Cruz-Valenzuela MR, Leyva JM, Ortega-Ramírez LA, Carrasco-Lugo DK, Pérez-Carlón J, Melgarejo-Flores BG, González-Aguilar GA and Miranda MRA, 2013. Pectin-cinnamom leaf oil coatings add antioxidant and antibacterial properties to fresh-cut peach. *Flavour and Fragrance Journal* 28: 39-45.
- Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO and Baker RA, 1995. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 35(6): 509-52.
- Baloch MK, Saleem SA, Ahmad K, Baloch AK and Baloch WA, 2006. Impact of controlled atmosphere on the stability of Dhakki dates. *LWT- Food Science and Technology* 39: 671-676.
- Cheorun Jo, Hojin K, Young LN, Joong HK and Myung WB, 2005. Pectin and gelatin-based film: Effect of gamma irradiation on the mechanical properties and biodegradation. *Radiation Physics and Chemistry* 72: 745-750.
- Durango AM, Soares NFF and Andrade NJ, 2006. Microbiological evaluation of an edible antimicrobial coating on minimally processed carrots. *Food Control* 17: 336-341.
- El Ghaouth A, Arul J, Ponnampalam R and Boulet M, 1992. Chitosan coating to extend the storage life of tomatoes. *Horticulture Science* 27(9): 1016-1018.
- Eum HL, Hwang DK, Linke M, Lee SK and Zude M, 2009. Influence of edible coating on quality of plum (*Prunus salicina Lindl. cv. 'Sapphire'*). *European Food Research and Technology* 229: 427-434.
- Falade KO and Abbo ES, 2006. Air-drying and rehydration characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruits. *Journal of Food Engineering*: 1-7.
- Ghasemzadeh R, Karbassi A and Ghoddousi HB, 2008. Application of edible coating for improvement of quality and shelf-life of raisins. *World Applied Sciences Journal* 3 (1): 82-87.
- Guerreiro AC, Gago CML, Faleiro ML, Miguel MGC and Antunes MDC, 2015. The use of polysaccharide-based edible coatings enriched with essential oils to improve shelf-life of strawberries. *Postharvest Biology and Technology* 110: 51-60.
- Guerreiro AC, Gago CML, Faleiro ML, Miguel MGC and Antunes MDC, 2015. Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin- and alginate-based edible coatings enriched with essential oils. *Scientia Horticulturae* 194: 138-146.

- Ismail B, Haffar I, Baalbaki R and Henry J, 2008. Physico-chemical characteristics and sensory quality of two date varieties under commercial and industrial storage conditions. *LWT Food Science and Technology* 41: 896-904.
- Jokay L, Nelson GE and Powell EL, 1967. Development of edible amylaceous coatings for foods. *Food Technology* 21: 1064.
- Kester JJ, & Fennema OR, 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technology* 40(12): 47-59.
- Kittur F, Saroja S, Haibibunnisa R and Tharanathan N, 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf life extension of fresh banana and mango. *Eur. Food Research and Technology* 213: 306-311.
- Maftoonazad N and Ramaswamy HS, 2008. Effect of pectin-based coating on the kinetics of quality change associated with stored avocados. *Journal of Food Processing and Preservation* 32: 621-643.
- Mate JI, Frankel EN and Krochta JM, 1996. Whey protein isolates edible coatings: effect on the rancidity process of dry roasted peanuts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44:1736-40.
- Moalemiyan M, Ramaswamy HS and Maftoonazad N, 2012. Pectin-based edible coating for shelf-life extension of ataulfo mango. *Journal of Food Process Engineering* 35: 572-600.
- Oms-Oliu G, Soliva-Fortuny R and Martín-Belloso O, 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to enhance quality and antioxidant properties of fresh-cut melon. *LWT Food Science and Technology* 41: 1862-1870.
- Park HJ, Chinnan MS and Shewfelt R, 1994. Edible corn-zein film coatings to extend storage life of tomatoes. *Journal of Food Processing and Preservation* 18: 317-331.
- Pastor C, Sánchez-González L, Marcilla A, Chiralt A, Cháfer M and González-Martínez C, 2011. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropylmethylcellulose edible coatings containing propolis extract. *Postharvest Biology and Technology* 60: 4-11.
- Reis RC, Devilla IA, Correa PC, Henrique G, Oliveira H and Castro VC, 2015. Postharvest conservation of cherry tomato with edible coating. *African Journal of Agricultural Research* 10 (11): 1164-1170.
- Ribeiro C, Vicente AA, Teixeira JA and Miranda C, 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology* 44: 63-70.
- Saleem SA, Baloch AK, Baloch MK, Baloch WA and Ghaffoor A, 2005. Accelerated ripening of Dhakki dates by artificial means: ripening by acetic acid and sodium chloride. *Journal of Food Engineering* 70: 61-66.
- Salvantori DA, Andres A, Albors A, Chiralt A and Fito P, 1998. Structural and compositional profiles in osmotically dehydrated apple. *Journal of Food Science* 63(4): 606-610.
- Sedaghat N and Zahedi Y, 2012. Application of edible coating and acidic washing for extending the storage life of mushrooms (*Agaricus bisporus*). *Journal of Food Science and Technology International* 18(6): 523-530.
- Swenson HA, Miers JC, Schultz TH and Owens HS, 1953. Pectinase and pectate coatings. II. Application to nut and fruit products. *Food Technology* 7: 232.
- Valdés A, Nuria Burgos N, Jiménez A and Garrigós MC, 2015. Natural Pectin polysaccharides as edible coatings. *Coatings* 5: 865-886.
- Vayalil PK, 2002. Antioxidant and antimutagenic properties of aqueous extract of date fruit (*Phoenix dactylifera L.*) Arecaceae. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 610-617.
- Watters GG and Brekke JE, 1961. Stabilized raisins for dry cereal products. *Food Technology* 15(2): 236-238.
- Yossef MA, 2014. Comparison of different edible coatings materials for improvement of quality and shelf life of perishable fruits. *Middle East Journal of Applied Sciences* 4(2): 416- 424.

## Effect of polysaccharide- based edible coating (starch and pectin) on quality of Mazafati date fruit

A Ayoubi<sup>1\*</sup>

Received: September 07, 2015

Accepted: April 10, 2016

<sup>1</sup>Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar university of Kerman, Kerman, Iran.

\*Corresponding author: Email: mayoubi92@uk.ac.ir

### Abstract

Because of unsuitable storage conditions and packaging types during storage period, change physicochemical characteristics of date palm fruit and so the product turns to sour, sticky and hard. The application of edible coating to overcome this problem has been suggested. Edible coatings may enhance the boundary layer resistance resulting enhanced shelf life of product. The purpose of this research was evaluating effect of polysaccharide based edible coating on quality of Mazafati date fruit. In this research Mazafati date fruit coated with polysaccharide based coatings (starch and pectin) and stored at 4 and 25°C for 3 months. During this period of storage total soluble solids (brix), PH, titratable acidity, Water insoluble solids, weight loss, percent of pestilence and reducing sugars were evaluated. Results showed that coating, temperature and storage time effect on most physicochemical properties of date fruit significantly. Coating delayed some changes of the physicochemical properties of date fruit. Pectin was more effective than starch on stability of date fruit. Increasing temperature decreased pH and Water insoluble solids and increased brix, titratable acidity, weight loss and reducing sugars. Least value of weight loss (5/12%) and most value of Water insoluble solids (14%) were related to pectin coating and 4°C and most value of titratable acidity (0/29%) was related to pectin coating and 25°C at the end of storage time.

**Keywords:** Date fruit, Edible coating, Pectin, Starch, Temperature