



حفظ ترکیبات فنلی، رنگ و بافت کشمش انگور رقم عسگری طی دوره انبارداری با استفاده از پوشش خوراکی آلژینات سدیم

اعظم ایوبی^{*۱}

تاریخ دریافت: ۹۹/۸/۲۷ تاریخ پذیرش: ۴۰۰/۶/۶

^۱ استادیار بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

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

چکیده:

زمینه مطالعاتی: به دلیل سطح بالای تولید و صادرات کشمش در ایران و نیز ارزش تغذیه‌ای مطلوب این محصول خشکباری ارائه راهکارهای سودمند جهت افزایش کیفیت و ماندگاری این فرآورده ضرورت دارد. هدف: هدف این پژوهش ارزیابی قابلیت پوشش خوراکی بر پایه آلژینات سدیم بر حفظ ترکیبات فنلی، رنگ، بافت و سایر ویژگی‌های کیفی کشمش طی دوره انبارداری در دمای ۲۵ °C بوده است. روش کار: پوشش‌دهی کشمش حاصل از خشک کردن انگور رقم عسگری به روش تیزابی با پوشش خوراکی آلژینات سدیم در دو سطح ۱ و ۲٪ انجام شد. طی دوره انبارداری در مدت زمان ۱۸۰ روز افت وزنی، درصد مواد جامد محلول، pH، محتوای فنل کل، رنگ، سفتی بافت، شمارش کلی باکتریایی و صفات حسی کشمش مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج: نتایج نشان داد که پوشش خوراکی آلژینات سدیم شدت افت وزن، افزایش مواد جامد محلول، کاهش ترکیبات فنلی و تغییرات رنگ کشمش طی دوره انبارداری را کاهش داد. انبارداری کشمش با افزایش نسبت قرمزی به زردی رنگ آن همراه بود و استفاده از پوشش خوراکی در کاهش روند تغییرات نسبت قرمزی به زردی به طور معنی‌داری موثر بود. طبق نتایج، طی زمان نگهداری سفتی بافت کشمش افزایش و شمارش کلی باکتریایی کاهش یافت اما تاثیر پوشش خوراکی بر این صفات معنی‌دار نبود. نتایج ارزیابی حسی نیز نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی آلژینات سدیم به ویژه در سطح ۲٪ بر حفظ رنگ و مقبولیت کلی طی دوره انبارداری موثر بوده است. نتیجه‌گیری نهایی: استفاده از پوشش خوراکی آلژینات سدیم می‌تواند به حفظ کیفیت و افزایش زمان ماندگاری کشمش کمک نماید.

واژگان کلیدی: آلژینات سدیم، بافت، پوشش خوراکی، رنگ، فنل کل، کشمش

مقدمه

کردن و در برخی موارد، منطقه تولید آن به نام‌های مختلفی مانند کشمش آفتابی، تیزابی و گوگردی نامیده می‌شود. کشمش آفتابی را بدون استفاده از مواد شیمیایی تهیه می‌نمایند. کشمش تهیه شده در این روش

کشمش محصول خشک کردن و فرآوری میوه انگور و نخستین فرآورده انگور در ایران و نیز دومین فرآورده انگور در جهان می‌باشد (کریمی و میرزایی ۱۳۹۷). کشمش بر حسب رقم، روش تولید و شرایط خشک

منوگلیسریدهای استیلاته شده برای کاهش کلوخه شدن و چسبندگی در فرآورده‌های کشمش مورد استفاده قرار گرفته‌اند (لو و همکاران ۱۹۶۳؛ کوچار و همکاران ۱۹۸۲). پوشش‌های خوراکی از طریق کاهش شدت از دست دادن رطوبت، ترکیبات معطر و تنفس و نیز کم کردن میزان تغییرات ساختمانی میوه‌ها موجب افزایش مدت زمان نگهداری آنها می‌شوند. پوشش دادن میوه‌های خشک نیز می‌تواند سبب تأخیر در افت رطوبت، حفظ بافت و ممانعت از گسترش تخم یا لارو حشرات در زیر سطح محصول گردد (ایوبی ۱۳۹۵).

پلیمرهایی نظیر انواع پلی‌ساکاریدها، پروتئین‌ها و لیپیدها می‌توانند در تولید فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی و به عنوان مکمل یا جایگزین مواد بسته‌بندی و با هدف کاهش بسته‌بندی‌های غیرزیست تخریب‌پذیر مورد استفاده قرار گیرند (اسپیتیا و همکاران ۲۰۱۴). از موم‌ها در ترکیب با روغن‌های گیاهی برای پوشش دادن کشمش استفاده شده است (دبیوفورت و همکاران ۱۹۹۸). در پژوهش ایوبی و همکاران (۱۳۹۴) موم کارنوبا (۵/۰٪) و گلیسرول منواستئارات (۵/۰٪) در پوشش‌دهی کشمش به کار رفته است و طبق مشاهدات، پوشش‌دهی کشمش با این ترکیبات لیپیدی میزان افت رطوبت، سفت شدن بافت، تغییرات رنگ و رشد میکروبی در کشمش را کاهش داده است. به علاوه مشخص شد که موم کارنوبا نسبت به گلیسرول منواستئارات تاثیر بیشتری بر پایداری کشمش داشته است. نتایج بررسی قاسم زاده و همکاران (۲۰۰۸) نیز بر تاثیر پوشش خوراکی پکتین، نشاسته و صمغ گیاهی در کاهش میزان از دست دادن رطوبت، کاهش رشد کپک‌ها و افزایش ماندگاری کشمش دلالت داشت. قابلیت تجزیه زیستی یکی از سودمندترین مزایای فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی محسوب می‌شود. مطالعات نشان داده است که پوشش‌های خوراکی بر اساس پلیمرهای زیستی نظیر کیتوزان و آلژینات سدیم از پتانسیل خوبی برای حفظ کیفیت و افزایش عمر انباری محصولات کشاورزی

رنگ قهوه‌ای تیره، پوست سفت و طعم قوی داشته و کمی خشک و غیرچسبنده است. کشمش تیزابی که به سبزه نیز معروف می‌باشد با استفاده از محلول تیزاب (قلیا) تهیه می‌شود. در این روش مدت خشک شدن حبه‌ها کوتاه بوده، درشتی حبه در حین خشک شدن حفظ شده و رنگ کشمش تهیه شده سبز مایل به زرد و بافت آن نرم می‌باشد. برای تولید کشمش سایه آفتاب، خشک کردن خوشه‌های چیده شده در داخل سالن‌های سرپوشیده انجام می‌شود. رنگ کشمش تهیه شده در این روش سبز بوده و کیفیت آن بهتر می‌باشد. در تولید کشمش طلایی یا گوگردی به دلیل استفاده از محلول قلیا و دود گوگرد، رنگ کشمش زرد طلایی است (مقصودی ۱۳۸۷؛ شانموگاولو ۲۰۰۳). کشمش یکی از مغذی‌ترین میوه‌های خشک بوده و سرشار از انواع ویتامین‌ها و مواد معدنی مورد نیاز بدن از جمله ویتامین‌های گروه ب، آهن، پتاسیم و کلسیم می‌باشد. به علاوه کشمش حاوی مقادیر زیادی فیبر و ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است (مهربان و همکاران ۱۳۹۴). افزایش زمان ماندگاری، ممانعت از فساد میکروبی طی دوره نگهداری، حفظ ارزش تغذیه‌ای، سهولت حمل و نقل به مسافت‌های طولانی و عرضه محصول در خارج از فصل تولید از اهداف تولید کشمش است (کریمی و میرزایی ۱۳۹۷). با توجه به سطح بالای تولید انگور و کشمش در ایران و از آنجا که کشمش از جمله مهم‌ترین محصولات صادراتی کشور بوده و جایگاه خاصی را در تجارت خارجی کشور دارا می‌باشد ارائه راهکارهای سودمند جهت افزایش کیفیت و ماندگاری این محصول ضروری است. طی مدت نگهداری، به دلیل خروج شربت و از دست دادن رطوبت، کشمش حالتی چسبنده و سخت پیدا می‌کند و به علاوه به دلیل تغییرات رنگ کشمش از مطلوبیت آن کاسته می‌شود. مشخص شده است که استفاده از پوشش خوراکی می‌تواند باعث افزایش ماندگاری این محصول شود (قاسم‌زاده و همکاران ۲۰۰۸). روغن‌های معدنی، موم، روغن‌های گیاهی و

شده است. به علاوه پوشش آلژینات از خصوصیات فیزیکی و ظاهری مناسبی برخوردار بوده و باعث تغییر طعم محصول نمی شود و لذا کاهش پذیرش محصول را به دنبال ندارد (نیتو و همکاران ۲۰۱۰).

در پژوهش حاضر اثر پوشش خوراکی آلژینات سدیم جهت حفظ ترکیبات فنلی و خواص کیفی نظیر رنگ و بافت کشمش در دوره نگهداری در دمای 25°C به مدت ۶ ماه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

از کشمش حاصل از خشک کردن انگور رقم عسگری به روش تیزابی در این پژوهش استفاده شد. این نوع کشمش یکی از بهترین ارقام صادراتی کشور بوده و لذا حفظ خصوصیات کیفی آن طی دوره نگهداری از اهمیت ویژه برخوردار است. کشمش پس از تهیه و قبل از پوشش‌دهی در یخچال و در دمای $1 \pm 4^{\circ}\text{C}$ نگهداری شد. آلژینات سدیم از شرکت سیگما آلدریج (Sigma-Aldrich)، گلیسرول، کلرید سدیم و سایر مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک (Merck) خریداری شد. از آلژینات سدیم در دو سطح ۱ و ۲٪ برای پوشش‌دهی استفاده شد. محلول‌های پوشش‌دهی پس از افزودن آلژینات سدیم و ۲٪ گلیسرول به عنوان نرم‌کننده به آب مقطر همراه با هم زدن تا رسیدن به دمای 75°C تهیه شدند. نمونه‌های کشمش به مدت یک دقیقه در محلول‌های پوشش‌دهی غوطه‌ور گشتند. به منظور ایجاد پیوندهای متقاطع در پوشش، نمونه‌های کشمش پس از خروج از محلول پوشش‌دهی در محلول ۲٪ کلرید کلسیم به مدت ۱ دقیقه در دمای اتاق غوطه‌ور شدند (یو و همکاران ۲۰۰۸). در پایان، محلول اضافی با آبکش کردن از کشمش جدا شد. کشمش‌های پوشش داده شده در دمای محیط خشک شده و نمونه‌های ۳۰۰ گرمی در بسته‌های پلی اتیلنی زیپ‌بگ بسته‌بندی شدند. تیمار شاهد تحت شرایط فوق در آب مقطر غوطه‌ور و سپس خشک شد. کشمش‌های تیمار شده و شاهد پس از بسته‌بندی، در

برخوردارند (دوان و همکاران ۲۰۱۱). آلژینات سدیم یک پلی‌ساکارید خطی محلول در آب و از مشتقات آلژینیک اسید می‌باشد. این ترکیب پلیمر خطی منومرهای D-مانورونیک و L-گلوورونیک اسید است و از برخی گونه‌های جلبک قهوه‌ای استخراج می‌شود که به دلیل دارا بودن ویژگی‌هایی نظیر قیمت پایین، غیرسمی بودن و تجزیه‌پذیری زیستی جهت استفاده در پوشش‌دهی مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است (دانا پال و همکاران ۲۰۱۲؛ ونگ و همکاران ۲۰۲۰). علاوه بر تشکیل فیلم، خاصیت قوام‌دهندگی، تثبیت، تعلیق، تولید ژل و پایدارسازی امولسیون از دیگر ویژگی‌های آلژینات است (ریم ۲۰۰۴). پوشش آلژینات همانند سایر پلی‌ساکاریدهای آبدوست در برابر بخار آب نفوذپذیر است اما نسبت به روغن‌ها مقاوم می‌باشد (رهنمون و همکاران ۱۳۹۷). اگرچه فیلم‌های آبدوست آلژینات، نسبت به رطوبت نفوذپذیر هستند اما استفاده از کلسیم در فرمول این فیلم‌ها، نفوذپذیری آنها را نسبت به بخار آب کاهش می‌دهد و سبب نامحلول شدن آنها در آب می‌شود. افزودن نرم‌کننده‌هایی نظیر گلیسرول به ترکیب فیلم آلژینات از طریق کاهش پیوندهای درون ملکولی در بین زنجیره‌های پلیمر سبب اصلاح خواص مکانیکی، افزایش انعطاف‌پذیری و کاهش احتمال شکنندگی فیلم می‌شود (الیواس و همکاران ۲۰۰۸). آلژینات سدیم در حفظ کیفیت گوجه‌فرنگی در غلظت ۱٪ (زاپاتا و همکاران ۲۰۰۸)، هلو در غلظت ۲٪ (مفتون آزاد و همکاران ۲۰۰۸) و گیلاس در غلظت ۳٪ (هورتاس و همکاران ۲۰۱۲) موثر بوده است. آلژینات سدیم قادر است با کاهش تغییرات رنگ، شدت تنفس و دیگر واکنش‌های متابولیکی زمان ماندگاری برش میوه تازه را نیز افزایش دهد (ونگ و همکاران ۲۰۲۰). مشخص شده است که آلژینات نسبت به سایر پوشش‌های پلی‌ساکاریدی همراه با هر نوع ترکیب ضد میکروبی بهتر عمل می‌نماید. علت این مسئله تعاملات مناسب ترکیبات ضد میکروبی با آلژینات و نیز آزادسازی کنترل شده این ترکیبات طی نگهداری بیان

گردید. در پایان میزان جذب محلول توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UNICO, 2802, China) در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه‌گیری شد. از اسید گالیک نیز به عنوان استاندارد استفاده گردید (قربانی و همکاران ۱۳۹۳).

اندازه‌گیری رنگ

برای اندازه‌گیری پارامترهای رنگی از دستگاه رنگ سنج (TES-135A, Taiwan) استفاده گردید. ابتدا دستگاه توسط صفحات سیاه و سفید استاندارد کالیبره شد و سپس رنگ نمونه‌ها در فضای Lab اندازه‌گیری شد. در این فضای رنگی کمیت L بیانگر روشنایی نمونه در دامنه‌ای از صفر برای سیاه تا ۱۰۰ برای سفید است، مقادیر مثبت کمیت a قرمزی و مقادیر منفی آن سبزی را بیان می‌کند و مقادیر مثبت و منفی کمیت b به ترتیب تعیین‌کننده زردی و آبی بودن نمونه‌ها می‌باشد.

سفتی بافت

سفتی بافت با استفاده از دستگاه سنجش بافت مدل QTS-25 با استفاده از یک پروب استوانه‌ای به قطر ۲ میلی‌متر با سر سوزنی با آزمون نفوذ با سرعت حرکت پروب ۶۰ میلی‌متر در دقیقه و عمق نفوذ ۲ میلی‌متر در نمونه و تعداد هر سیکل آزمون یک بار اندازه‌گیری شد. نیروی لازم برای نفوذ بر حسب نیوتن به عنوان سفتی بافت در نظر گرفته شد (رول و همکاران ۲۰۱۲).

شمارش کلی باکتریایی

شمارش کلی باکتریایی، مطابق روش استاندارد ملی شماره ۳۵۶ (آماده کردن نمونه غذایی و شمارش میکروارگانیسم‌ها) انجام شد. پس از تهیه سوسپانسیون اولیه و رقت‌های مختلف با استفاده از محلول استریل رینگر، برای تعیین شمارش کلی باکتریایی، کشت عمقی در محیط کشت PCA^۳ و گرم‌خانه‌گذاری در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد انجام شد. پلیت‌های حاوی 30 تا 300

دمای $20 \pm 25^\circ\text{C}$ نگهداری شده و در زمان‌های صفر، ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز پس از نگهداری آزمون شدند.

افت وزنی

برای محاسبه افت وزنی اختلاف وزن کشمش در زمان‌های ۴۵، ۹۰، ۱۳۵ و ۱۸۰ روز با وزن اولیه کشمش به دست آمد (ایوبی ۱۳۹۵). برای توزین نمونه‌ها از ترازوی مدل AND GF 600 با دقت ۰/۰۰۱ گرم استفاده شد.

مواد جامد محلول

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول ۲۵ گرم کشمش و ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر در مخلوط کن با سرعت کم به مدت ۳ دقیقه مخلوط شد و پس از صاف کردن توسط کاغذ صافی چند قطره از محلول صاف شده بر روی رفرکتومتر مدل Protoble VBR (ساخت کشور سوئیس) ریخته شد و با توجه به نسبت آب اضافه شده به کشمش با ضرب عدد قرائت شده در عدد ۵ مقدار ماده جامد محلول کل به دست آمد (مک کوی ۲۰۱۵).

اندازه‌گیری pH

در نمونه‌های کشمش pH با استفاده از pH متر دیجیتالی (3020, Jenway, UK) در دمای $23 \pm 1^\circ\text{C}$ اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری میزان فنل کل

برای اندازه‌گیری محتوای فنل کل موجود در نمونه‌ها از معرف فولین-سیکالتیو استفاده شد. بدین منظور ابتدا ۰/۵۰ گرم نمونه همگن شده با ۳ میلی‌لیتر محلول متانول/آب به نسبت ۱۵:۸۵ عصاره‌گیری شد. به ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره صاف شده ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین سیوکالتیو رقیق شده به نسبت ۱ به ۱۰ و ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۷٪ افزوده شد. سپس محلول حاصل با استفاده از شیکر (KS 260 basic, IKA, Germany) با سرعت ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۹۰ دقیقه به خوبی هم‌زده شد و پس از آن به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ g سانتریفیوژ (Sigma, 3-30K, Germany)

³Plate count agar

¹Hardness

² Puncture test

کلونی به عنوان پلیت های استاندارد انتخاب گشته و شمارش شدند. در پایان، شمارش کلی باکتریایی به صورت میانگین تعداد کلنی در گرم گزارش گردید.

ارزیابی حسی

صفات حسی شامل بافت، رنگ، طعم و پذیرش کلی با مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱ بسیار بد، ۲ بد، ۳ متوسط، ۴ خوب و ۵ بسیار خوب) و توسط ۱۰ آزمونگر آموزش دیده ارزیابی شد. مراحل ارزیابی بر روی تمامی تیمارها، برای زمان‌های مختلف نگهداری (زمان صفر، پس از ۴۵ روز، پس از ۹۰ روز، پس از ۱۳۵ روز و پس از ۱۸۰ روز) اجرا گردید.

آنالیز آماری

تجزیه آماری داده‌های پژوهش بر پایه طرح آماری کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل در سه تکرار و با استفاده از نرم افزار MSTAT-C ورژن ۱/۴۲ صورت گرفت. پس از آنالیز واریانس میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند و نمودارها توسط نرم افزار EXCELL رسم گردید.

نتایج و بحث

افت وزنی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی به طور معنی داری بر مقدار افت وزنی نمونه‌ها تاثیر گذاشت ($P \leq 0.01$) (جدول ۱). پوشش دهی کشمش با آلزینات سدیم سبب کاهش مقدار افت وزنی شد. به علاوه در طی دوره نگهداری به تدریج بر مقدار افت وزنی نمونه‌ها افزوده شد ($P \leq 0.01$). در تمامی زمان‌های نگهداری کمترین مقدار افت وزنی در نمونه‌های پوشش دهی شده با ۲٪ آلزینات سدیم مشاهده شد و شاهد نیز بیشترین مقدار افت وزنی را داشت (شکل ۱). پیوندهای عرضی آلزینات با یون کلسیم و در نتیجه کاهش تحرک اجزای پلیمر علت کاهش انتقال بخار آب از میان شبکه فیلم خوراکی حاوی آلزینات سدیم و کلرید کلسیم دانسته شده است (ریم و همکاران ۲۰۰۴). به نظر می‌رسد به همین دلیل نمونه‌های پوشش دهی شده طی دوره انبارداری رطوبت کمتری را نسبت به شاهد از دست داده و افت وزنی کمتری داشته‌اند.

جدول ۱- تجزیه واریانس متغیرهای وابسته برای تیمارهای پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها

Table 1- ANOVA for dependent variables for edible coating treatments, storage time and their interactions

	Treatment	Time	Time×Treatment
Weight loss	**	**	**
Brix	**	**	**
pH	NS	NS	NS
Total phenol	*	**	**
L	**	**	NS
a	NS	**	**
b	NS	**	NS
a/b	**	**	**
Hardness	NS	**	**
Total count	NS	**	**

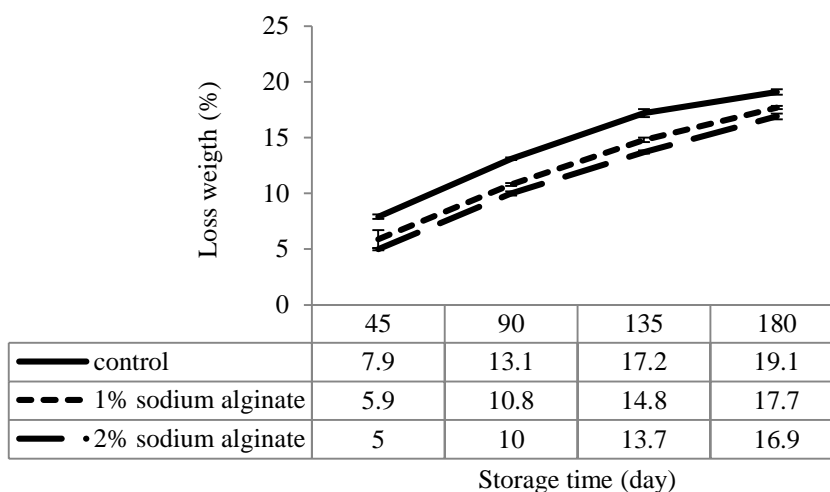
NS represents non-significance at $p < 0.05$

* $p = 0.05$ represents significance

** $p = 0.01$ represents significance

دو واریته کشمش بی‌دانه تامپسون و شاهانی نشان داد که پوشش خوراکی از دست رفتن رطوبت را کاهش می‌دهد.

نتایج بررسی‌های قاسم‌زاده و همکاران (۲۰۰۸) نیز بر روی استفاده از سه ماده پوشش‌دهنده خوراکی مختلف شامل پکتین، صمغ گیاهی و نشاسته گندم برای پوشش دادن



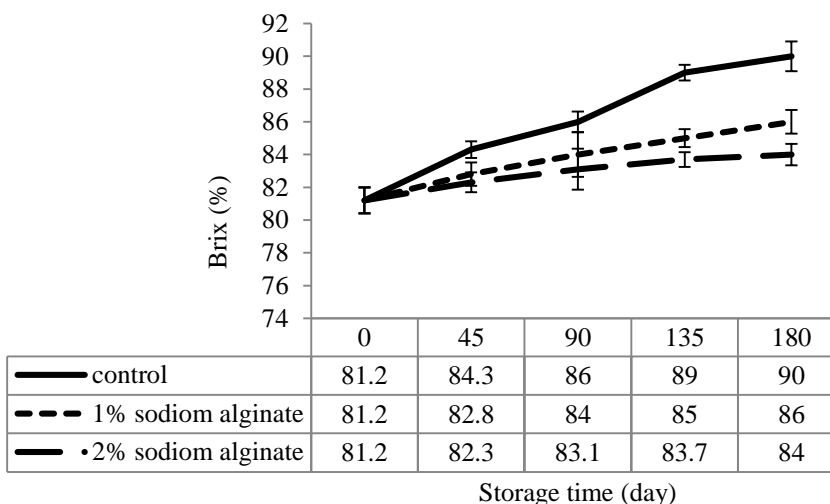
شکل ۱- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر افت وزنی کشمش

Figure 1- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on weight loss of raisin

۱۳۸۴). همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است تاثیر تیمار پوشش‌دهی و زمان نگهداری بر مواد جامد محلول کشمش معنی‌دار بوده است ($P \leq 0.01$).

مواد جامد محلول

درصد مواد جامد محلول یکی از فاکتورهای مهم تاثیرگذار بر کیفیت کشمش محسوب می‌شود (تاج‌الدین



شکل ۲- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر درصد مواد جامد محلول کشمش

Figure 2- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on brix of raisin

(شکل ۲). به نظر می‌رسد با توجه به کاهش تدریجی رطوبت طی دوره انبارداری، میزان مواد جامد محلول کشمش با گذشت زمان افزایش یافته است و از آنجا که پوشش‌دهی مقدار از دست رفتن رطوبت کشمش را کم کرده است کاهش روند تغییرات مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش‌دهی شده نتیجه دور از انتظاری

با افزایش زمان نگهداری مقدار مواد جامد محلول کشمش افزایش یافته است در حالی که روند افزایش میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با پوشش خوراکی آلژینات سدیم کمتر بوده است و در هر یک از زمان‌های پژوهش، میزان مواد جامد محلول در نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از شاهد بوده است

نگهداری کشمش در انبار بر محتوای ترکیبات فنلی آن تاثیرگذار است (کستا و همکاران ۲۰۱۴؛ سنز و همکاران ۲۰۰۱). عواملی نظیر واکنش با دیگر ترکیبات، اکسیداسیون و واکنش‌های قهوه‌ای شدن به مرور زمان باعث کاهش میزان ترکیبات فنلی کشمش می‌شوند (کریمی و میرزایی ۱۳۹۷). نتایج آنالیز واریانس بر تاثیر معنی‌دار پوشش خوراکی ($P \leq 0.05$) و زمان انبارداری ($P \leq 0.01$) بر محتوای فنل کل کشمش دلالت داشت (جدول ۱). طی دوره انبارداری به تدریج از محتوای فنل کل کشمش کاسته شد. استفاده از پوشش خوراکی شدت کاهش فنل کل طی دوره انبارداری را کاهش داد؛ اگرچه بر اساس نتایج مقایسه میانگین، اختلاف فنل کل شاهد و نمونه‌های پوشش‌دهی شده با ۱٪ آلژینات سدیم معنی‌دار نبود. در پایان دوره انبارداری بیشترین مقدار فنل کل در تیمار پوشش‌دهی ۲٪ آلژینات سدیم مشاهده شد (شکل ۳). به نظر می‌رسد که به علت کاهش شدت واکنش‌های اکسیداسیون و قهوه‌ای شدن در نمونه‌های پوشش داده شده روند کاهش ترکیبات فنلی طی دوره انبارداری کندتر بوده است.

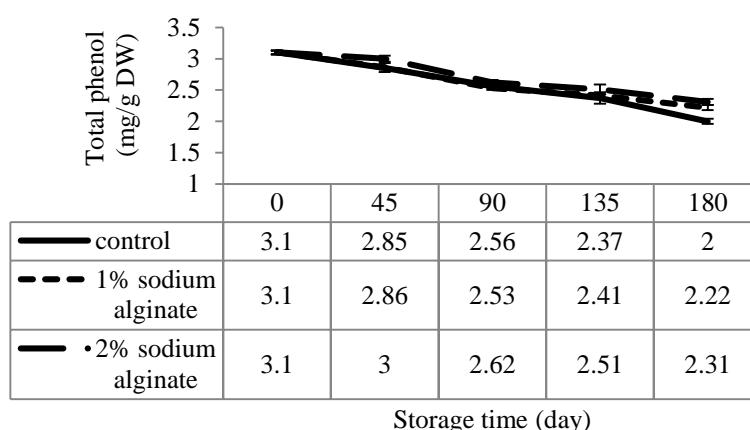
نمی‌باشد. در بررسی تاج الدین (۱۳۸۴) نیز افزایش مواد جامد محلول کشمش طی دوره نگهداری به کاهش رطوبت نسبت داده شده است.

pH

بر اساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر pH کشمش معنی‌دار نبوده است (جدول ۱).

فنل کل

کشمش یکی از منابع غنی ترکیبات پلی‌فنلی می‌باشد. ترکیبات فنلی یک گروه بزرگ از متابولیت‌های ثانویه گیاهی هستند. این ترکیبات وزن مولکولی پایینی داشته و شامل ترکیبات متنوعی می‌باشند (پارکر و همکاران ۲۰۰۷). در بین این ترکیبات سلامتی‌بخش، فلاونول‌ها (کوئرستین و مشتقات کامفرول) و اسیدهای فنلی (کافتریک اسید و کوتاریک اسید) از فراوانی بیشتری برخوردارند. ترکیبات فنلی به طور طبیعی در انگور وجود دارند و یا ممکن است طی مراحل فرآوری انگور مشتق شوند. مشخص شده است که بین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و ترکیبات فنلی کشمش رابطه مستقیمی وجود دارد. رقم انگور، روش خشک کردن و شرایط



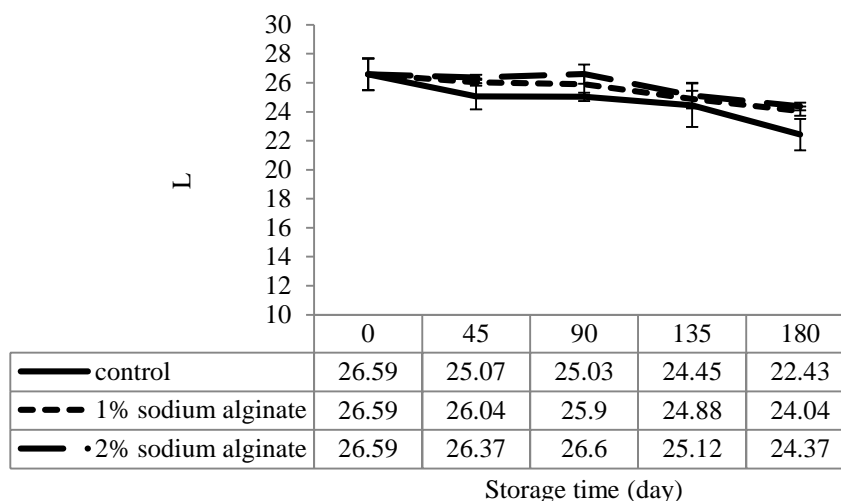
شکل ۳- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر فنل کل کشمش

Figure 3- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on total phenol of raisin

رنگ

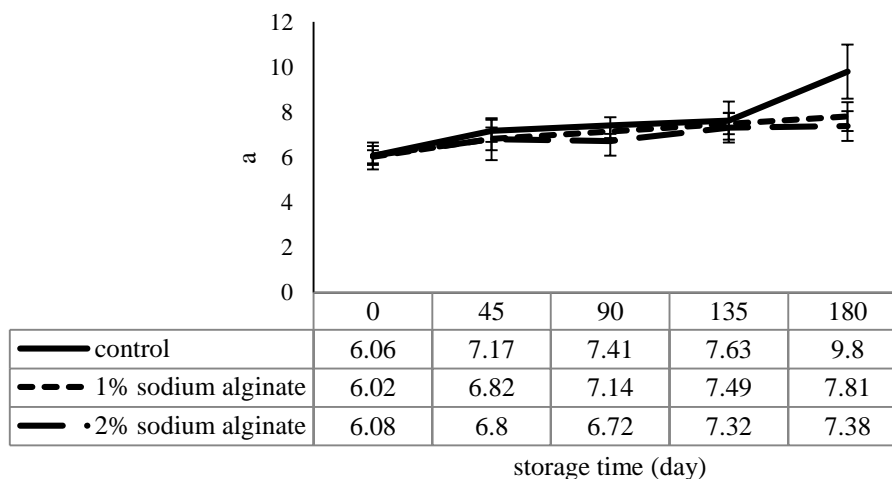
رنگ یکی از صفات مهم مورد استفاده در ارزیابی کیفیت و درجه‌بندی کشمش می‌باشد. روش تولید یکی از عوامل مهم موثر بر رنگ کشمش است. رنگ کشمش‌های تولید شده با روش‌های مختلف با یکدیگر متفاوت است. به

علاوه عدم یکنواختی رنگ در کشمش‌های تولید شده با یک روش مشخص نیز امری بدیهی است. بر اساس توزیع رنگ‌های غالب در محصول رنگ کشمش از زرد روشن تا قهوه‌ای تیره و سیاه ارزیابی می‌شود (کانلاس و همکاران ۱۹۹۳).



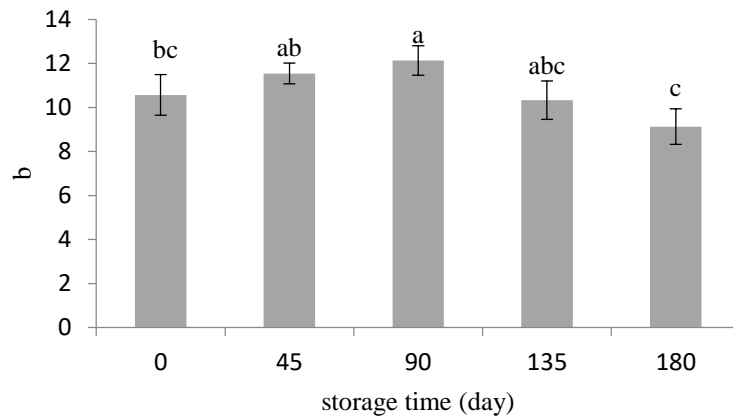
شکل ۴- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر روشنی کشمش

Figure 4- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on L of raisin



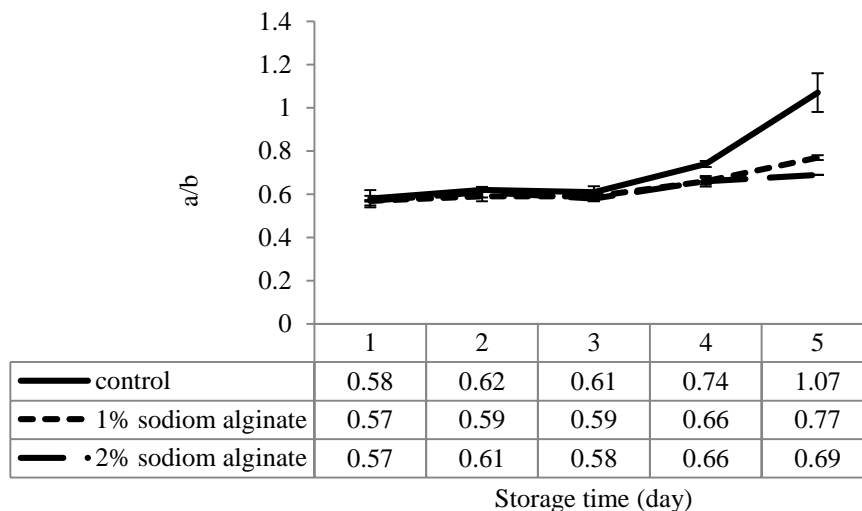
شکل ۵- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر قرمزی کشمش

Figure 5- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on a of raisin



شکل ۶- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر زردی کشمش

Figure 6- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on b of raisin



شکل ۷- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر نسبت قرمزی به زردی

Figure 7- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on a/b

انبارداری معنی‌دار بود. کاهش روشنی رنگ کشمش طی دوره انبارداری توسط گولک و همکاران (۲۰۰۹) نیز گزارش شده است. به نظر می‌رسد وقوع واکنش‌های قهوه‌ای شدن علت کاهش روشنی رنگ طی دوره نگهداری می‌باشد. مشخص شده است که پوشش ترکیبی آلژینات سدیم از طریق کم کردن فعالیت آنزیم‌های پلی‌فنل‌اکسیداز و پراکسیداز شاخص قهوه‌ای شدن را کاهش می‌دهد (ونگ و همکاران ۲۰۲۰). ارزیابی نتایج قرمزی نشان داد که این ویژگی رنگی به طور معنی‌داری تحت تاثیر زمان نگهداری قرار گرفت

روند تغییرات رنگ کشمش در شکل‌های ۴ تا ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر روشنی معنی‌دار بوده است ($P \leq 0.01$) (جدول ۱). طبق نتایج پژوهش حاضر، طی دوره انبارداری از مقدار روشنی رنگ کشمش کاسته شد. اگرچه در تمام زمان‌های نگهداری مقدار روشنی نمونه‌های پوشش‌دهی شده از شاهد بیشتر بود اما طبق نتایج آزمون دانکن اختلاف روشنی شاهد با تیمار ۱٪ آلژینات سدیم در روز ۱۸۰ انبارداری و با تیمار ۲٪ آلژینات سدیم در روزهای ۴۵، ۹۰ و ۱۸۰

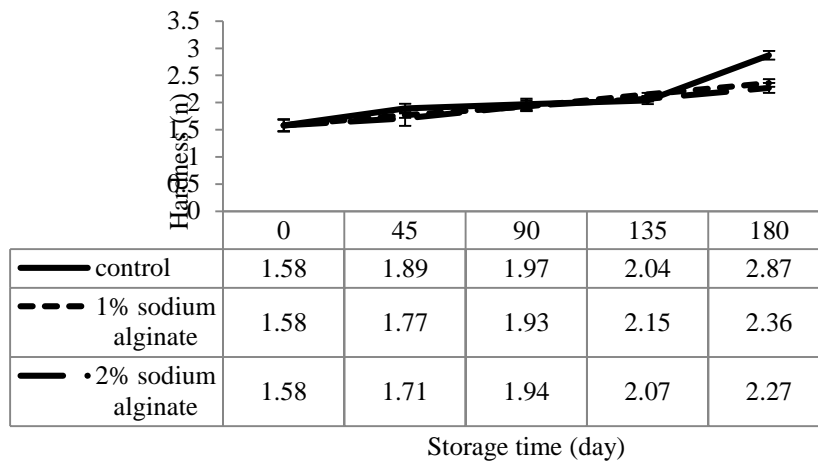
زردی به طور معنی‌داری موثر بوده است ($P \leq 0.01$). البته بر اساس نتایج آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های نسبت قرمزی به زردی در زمان‌های صفر، ۴۵ و ۹۰ روز نگهداری وجود نداشت. طبق گزارشات عزیزاده بهاباد و همکاران (۲۰۱۳) طی دوره انبارداری نسبت قرمزی به زردی رنگ کشمش به تدریج افزایش یافته است. به علاوه این محققین تیره شدن و کاهش کیفیت کشمش را از عوارض نگهداری طولانی مدت این محصول بیان کردند.

سفتی بافت

مشاهدات نشان داد اثر زمان نگهداری بر سفتی معنی‌دار بوده ($P \leq 0.01$) و طی دوره نگهداری، بافت کشمش به تدریج سفت‌تر شده است. اگر چه اثر پوشش خوراکی بر سفتی معنی‌دار نبود اما طبق نتایج مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان نگهداری و پوشش خوراکی، در پایان دوره نگهداری سفتی بافت نمونه‌های پوشش‌دهی شده با آلژینات سدیم به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود (شکل ۸). بر اساس گزارش کانلاس (۱۹۹۳) بافت کشمش به شدت تحت تاثیر رطوبت قرار می‌گیرد. لذا با توجه به نتایج افت وزنی به نظر می‌رسد که علت افزایش سفتی در طی دوره نگهداری، از دست دادن رطوبت بوده است. این نتایج با نتایج مطالعه ایوبی و همکاران (۱۳۹۴) نیز مطابقت دارد.

(جدول ۱) ($P \leq 0.01$). به نظر می‌رسد به علت انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن در دوره نگهداری قرمزی کشمش افزایش یافته است؛ البته طبق نتایج به دست آمده از آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری بین قرمزی نمونه‌ها در روزهای ۴۵، ۹۰ و ۱۳۵ نگهداری وجود نداشت. به علاوه نتایج آنالیز واریانس بر عدم تاثیر معنی‌دار پوشش‌دهی بر قرمزی دلالت داشت (جدول ۱). از طرفی نتایج مقایسه میانگین نشان‌دهنده تاثیر معنی‌دار اثر متقابل زمان نگهداری و پوشش خوراکی بر قرمزی بود. ارزیابی نتایج زردی نیز بر عدم تاثیر معنی‌دار پوشش خوراکی آلژینات سدیم و تاثیر معنی‌دار زمان نگهداری بر این صفت دلالت داشت ($P \leq 0.01$). در تمامی تیمارهای پژوهش به مرور زمان ابتدا زردی کشمش افزایش یافت و پس از آن از زردی کشمش کاسته شد.

روشن‌ترین رنگ (بیشترین مقدار L) با کمترین ارزش نسبت قرمزی به زردی (کمترین مقدار a/b)، نمایانگر بهترین رنگ کشمش است. وقوع برخی واکنش‌های شیمیایی و بیوشیمیایی علت تغییر رنگ میوه‌های خشک طی خشک کردن و انبارداری می‌باشد. دما، غلظت قند و ماهیت آن بر شدت واکنش‌های قهوه‌ای شدن عامل تغییر رنگ موثر است (عزیزاده بهاباد و همکاران ۲۰۱۳). نتایج ارائه شده در شکل ۷ نشان می‌دهد که انبارداری کشمش با افزایش نسبت قرمزی به زردی رنگ آن همراه بوده و استفاده از پوشش خوراکی در کاهش نسبت قرمزی به



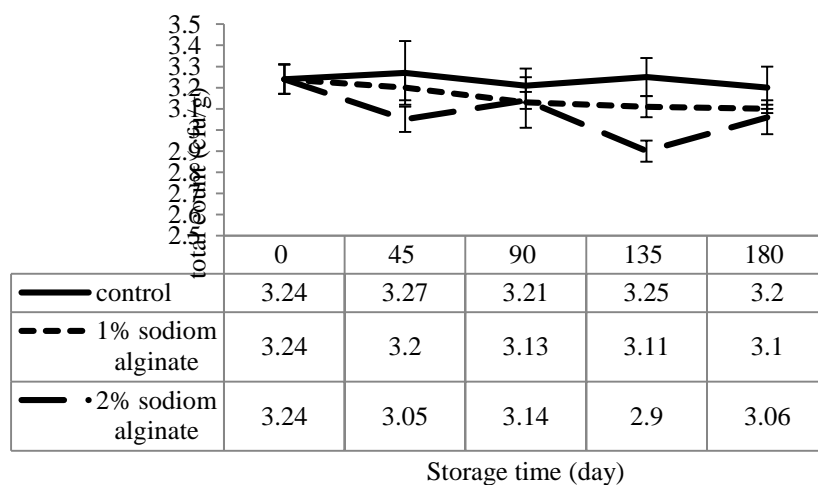
شکل ۸- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر سفتی بافت کشمش

Figure 8- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on hardness of raisin

فساد و پاتوژن‌های انسانی به اثبات رسیده است. اسیدیته، فعالیت آبی و ترکیبات بازدارنده‌ای نظیر ترکیبات فنلی و برخی از محصولات واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی میلارد از جمله عوامل ممانعت‌کننده رشد میکروبی در کشمش طی مدت نگهداری می‌باشند (زنو و هال ۲۰۰۸؛ بوور و همکاران ۲۰۰۳). کاهش رطوبت، کاهش فعالیت آبی و کاهش اکسیژن بسته از جمله دلایل کاهش رشد میکروبی در کشمش طی نگهداری دوره انبارداری بیان شده است (قاسم‌زاده و همکاران ۲۰۰۸).

شمارش کلی

همان‌طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود اگرچه تاثیر پوشش خوراکی بر شمارش کلی معنی‌دار نبوده اما اثر زمان نگهداری بر شمارش کلی معنی‌دار بوده است ($P \leq 0.01$). شکل ۹ نشان می‌دهد که طی زمان نگهداری شمارش کلی کاهش یافته است. طبق نتایج آزمون دانکن برای مقادیر میانگین اثرات متقابل پوشش خوراکی و زمان نگهداری، پس از ۱۸۰ روز انبارداری بیشترین شمارش کلی مربوط به شاهد بود. فعالیت ضد میکروبی کشمش و ترکیبات آن بر روی میکروارگانیسم‌های عامل



شکل ۹- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر شمارش کلی کشمش

Figure 9- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on total count of raisin

صفات حسی

نتایج ارزیابی حسی صفت رنگ نشان داد که اثر پوشش خوراکی در سطح ۵٪ و اثر زمان نگهداری در سطح ۱٪ بر این صفت معنی‌دار بود (جدول ۲). طی دوره انبارداری امتیاز رنگ نمونه‌ها به تدریج کاهش یافت. میزان کاهش امتیاز رنگ در کشمش پوشش‌دهی شده کمتر بود. در پایان دوره نگهداری امتیاز رنگ نمونه‌های دارای پوشش خوراکی به طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود؛ اگرچه نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین امتیاز رنگ در دو سطح آلژینات سدیم

نشان داد. به نظر می‌رسد که بروز واکنش‌های قهوه‌ای شدن طی دوره انبارداری و تاثیر احتمالی پوشش خوراکی بر کاهش شدت این واکنش‌ها علت این نتیجه بوده است. بر اساس نتایج آنالیز واریانس تاثیر پوشش خوراکی بر امتیاز طعم معنی‌دار نبود. با گذشت زمان به تدریج امتیاز طعم به طور معنی‌داری کاسته شد ($P \leq 0.01$). احتمالاً کاهش رطوبت و سفت شدن تدریجی بافت کشمش در درک احساس دهانی و طعم کشمش تاثیرگذار بوده است (ایوبی و همکاران ۱۳۹۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های حسی برای تیمارهای پوشش خوراکی، زمان نگهداری و اثرات متقابل آنها

Table 2- ANOVA for sensory properties for edible coating treatments, storage time and their interactions

	Treatment	Time	Time×Treatment
Color	*	**	NS
Taste	NS	**	NS
Texture	NS	**	NS
Overall acceptability	*	**	*

NS represents non-significance at $p < 0.05$

* $p = 0.05$ represents significance

** $p = 0.01$ represents significance

جدول ۳- اثر پوشش خوراکی و زمان نگهداری بر صفات حسی کشمش

Table 3- The effect of sodium alginate edible coating and storage time on sensory properties of raisin

Treatment	Storage time (day)	Color	Taste	Texture	Overall acceptability
Control	0	5 ^a	4.9 ^a	4.9 ^a	4.9 ^a
	45	4.5 ^{bcd}	4.5 ^{ab}	4.4 ^{bcd}	4.5 ^{abc}
	90	4 ^{ef}	3.8 ^{cd}	4.1 ^{de}	4 ^{cd}
	135	3.3 ^{gh}	3.1 ^f	3.3 ^{fg}	3 ^{fg}
	180	2.7 ⁱ	2.8 ^f	2.8 ^h	2.8 ^g
1% sodium alginate	0	4.8 ^{ab}	4.7 ^a	4.8 ^{ab}	4.6 ^{abc}
	45	4.5 ^{bcd}	4.4 ^{ab}	4.5 ^{abcd}	4.5 ^{abc}
	90	4.1 ^{def}	4.2 ^{bc}	4.1 ^{de}	4.1 ^{bcd}
	135	3.7 ^{fg}	3.6 ^{de}	3.6 ^{fg}	3.6 ^{def}
	180	3.1 ^h	3.2 ^{ef}	3.2 ^{gh}	3.2 ^{efg}
2% sodium alginate	0	4.7 ^{ab}	4.8 ^a	4.7 ^{abc}	4.7 ^{ab}
	45	4.6 ^{abc}	4.5 ^{ab}	4.5 ^{abcd}	4.5 ^{abc}
	90	4.2 ^{cde}	4.1 ^{bc}	4.3 ^{cd}	4.2 ^{bcd}
	135	3.8 ^{ef}	3.6 ^{de}	3.7 ^{ef}	3.7 ^{de}
	180	3.3 ^h	3.2 ^{ef}	3.3 ^{fg}	3.3 ^{efg}

Means in the same column followed by the same letters are not significantly different.

دوره انبارداری به سفت شدن تدریجی بافت کشمش نسبت داده شده است (ایوبی و همکاران ۱۳۹۴). نتایج آنالیز واریانس بر تاثیر معنی‌دار پوشش خوراکی بر

پوشش‌دهی اثر معنی‌داری بر امتیاز بافت نداشت اما طی دوره نگهداری کاهش معنی‌دار امتیاز بافت کشمش مشاهده شد ($P \leq 0.01$). کاهش امتیاز بافت کشمش طی

نتیجه‌گیری

پوشش‌دهی کشمش با آلزینات سدیم روش موثری برای افزایش ماندگاری این محصول خشکباری محسوب می‌شود. استفاده از پوشش آلزینات سدیم میزان از دست رفتن رطوبت و ترکیبات فنلی و نیز تغییرات رنگ را در کشمش کاهش داد. اگرچه این پوشش خوراکی در کاهش روند رشد میکروبی کشمش تاثیر معنی‌داری نداشت اما ارزیابی ویژگی‌های حسی کشمش پوشش‌دهی شده نشان داد که استفاده از پوشش خوراکی آلزینات سدیم به ویژه در سطح ۲٪ بر حفظ رنگ و مقبولیت کلی طی دوره انبارداری موثر بوده است.

امتیاز پذیرش کلی کشمش دلالت داشت ($P \leq 0.05$). به علاوه انبارداری با کاهش معنی‌دار امتیاز پذیرش کلی همراه بود ($P \leq 0.01$). با توجه به تاثیرات نگهداری بر صفات رنگ، طعم و بافت این نتیجه دور از انتظار نیست. در پایان دوره انبارداری ارزیابی امتیاز پذیرش کلی بالاتری را به نمونه‌های پوشش‌دهی شده دادند؛ اگرچه بر اساس نتایج مقایسه میانگین تنها در زمان ۱۳۵ روز انبارداری اختلاف امتیاز پذیرش کلی شاهد با کشمش دارای پوشش خوراکی ۲٪ آلزینات سدیم معنی‌دار بود.

منابع مورد استفاده

- ایوبی، ا.، ۱۳۹۵. تاثیر پوشش خوراکی پلی ساکاریدی (نشاسته و پکتین) بر کیفیت خرماي مضافتی. نشریه پژوهش‌های صنایع غذایی، ۲۶(۴)، ۶۸۰-۶۶۷.
- ایوبی، ا.، صداقت ن، کاشانی‌نژاد م، محبی م و نصیری محلاتی م، ۱۳۹۴. تاثیر پوشش‌های خوراکی لیپیدی بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و میکروبی کشمش. نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۱۱(۵)، ۵۰۷-۴۹۶.
- تاج‌الدین ب، ۱۳۸۴. بررسی کیفیت کشمش در بسته‌های مختلف. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۶(۲۵)، ۶۴-۴۵.
- قربانی پ، ساری خانی ح، غلامی م و احمدی ا، ۱۳۹۳. اثر مواد قلیایی بر رنگ، ترکیبات فنلی و ویژگی آنتی‌اکسیدانی کشمش. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۴(۱۲)، ۷۱-۶۳.
- کریمی ر و میرزایی ف، ۱۳۹۷. تأثیر سه روش خشک کردن بر ویژگی‌های بیوفیزیکی و بیوشیمیایی کشمش. علوم باغبانی ایران، ۴۹(۲)، ۴۹۱-۴۷۵.
- موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۷۱. آماده کردن نمونه غذایی و شمارش میکروارگانیزم‌ها. استاندارد ملی شماره ۳۵۶.
- مقصودی ش، ۱۳۸۷. تکنولوژی انگور و فرآورده‌های آن. انتشارات علم کشاورزی ایران.
- مهربان سنگ آتش م، محمودی ز، پورآذرنگ ه، وثوق ا م و نوزری اول ی، ۱۳۹۴. تعیین میزان باقی‌مانده دی‌اکسید گوگرد و برخی خواص فیزیکوشیمیایی کشمش تولیدی در استان خراسان رضوی. بهداشت مواد غذایی، ۵(۳)، ۵۸-۴۹.
- Alizadeh Bahaabad G, Sharifi Moghadam M and Namjoo M, 2013. The effects of different dipping solutions and storage conditions on the colour properties of raisin. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 5(16):4101-4105.
- Bower CK, Schilke KF and Daeschel MA, 2003. Antimicrobial properties of raisins in beef jerky preservation. Journal of Food Science 68:1484-1489.
- Canellas J, Rosselb C, Simal S, Soler L and Mulet A, 1993. Storage conditions affected quality of raisins. Journal of Food Science 58:805-809.
- Costa E, Cosme F, Jordão AM and Mendes-Faia A, 2014. Anthocyanin profile and antioxidant activity from 24 grape varieties cultivated in two Portuguese wine regions. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin 48:51-62.

- Debeaufort F, Quezada-Gallo JA and Voilley A, 1998. Edible films and coatings: Tomorrow's packagings. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 38(4):299-313.
- Dhanapal A, Sasikala P, Rajamani L, Kavitha V, Yazhini G and Banu MS, 2012. Edible films from polysaccharides. *Food Science and Quality Management* 3:9-18.
- Duan J, Wu R, Strik BC and Zhao Y, 2011. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. *Postharvest Biology and Technology* 59(1):71-79.
- Espitia PJP, Du W, Avena-Bustillos RJ, Soares NFF and McHugh TH, 2014. Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties -A review. *Food Hydrocolloids* 35:287-296.
- 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.
- Güleç H, Kundakçi A, Ergönül B, 2009. Changes in quality attributes of intermediate-moisture raisins during storage. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 60(3):210-223.
- Huertas M, Mula D, Serrano M and Valero D, 2012. Alginate coatings preserve fruit quality and bioactive compounds during storage of sweet cherry fruit. *Food Bioprocess Technology* 5:2990-2997.
- Kochhar SP and Rossell JB, 1982. A vegetable oiling agent for dried fruits. *Journal of Food Technology* 17:661.
- Lowe E, Durkee EL, Hamilton WE, Watters GG and Morgan JAI, 1963. Continuous raisin coater. *Food Technology* 17:109.
- Maftoonazad N, Ramaswamy HS and Marcotte M, 2008. Shelf life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *International Journal of Food Science & Technology* 43:951-957.
- McCoy S, Chang JW, McNamara KT, Oliver HF and Deering AJ, 2015. Quality and safety attributes of afghan raisins before and after processing. *Food Science & Nutrition* 3(1):56-64.
- Neetoo H, Ye M, Chen H, 2010. Bioactive alginate coatings to control *Listeria monocytogenes* on cold-smoked salmon slices and fillets. *International Journal of Food Microbiology* 136:326-331.
- Olivas GI and Barbosa-Cánovas GV, 2008. Alginate-calcium films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizer and relative humidity. *LWT* 41:359-366.
- Parker TL, Wang X, Pazmino J and Engeseth M, 2007. Antioxidant capacity and phenolic content of grapes, sun-dried raisins, and golden raisins and their effect on ex vivo serum antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55:8472-8477.
- Rhim JW, 2004. Physical and mechanical properties of water resistant sodium alginate films. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37:323-330.
- Rolle L, Giordano M, Giacosa S, Vincenzi S, Segadea SR, Torchio F, Perrone B and Gerbi V, 2012. CIEL*a*b* parameters of white dehydrated grapes as quality markers according to chemical composition, volatile profile and mechanical properties. *Analytica Chimica Acta* 732:105-113.
- Sanz M, Castillo MD, Corio N and Olana A, 2001. Formation of Amadori compounds in dehydrated fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49:5228-5231.
- Shanmugavelu KG. 2003. Grape cultivation and processing. Agrobios (India) press.
- Wang A, Siddique B, Wu L, Ahmad I and, Liu X, 2020. Sodium alginate edible coating augmented with essential oils maintains fruits postharvest physiology during preservation: A review. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development* 7(8):135-140.
- Yu XL, Li XB, Xu XL and Zhou GH, 2008. Coating with sodium alginate and its effects on the functional properties and structure of frozen pork. *Journal of Muscle Foods* 19:333-51.
- Zapata PJ, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S, Valero D and Serrano M, 2008. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88:1287-1293.
- Zhao B and Hall CA, 2008. Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents. *Food Chemistry* 108:511-518.



Journal of Food Research, 2022,32(1): 45-60
<https://foodresearch.tabrizu.ac.ir>

OPEN ACCESS

© 2009 Copyright by Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

DOI: 10.22034/FR.2021.42868.1775

Preservation of phenolic compounds, color and texture of Asgari grape raisin during storage using sodium alginate edible coating

A Ayoubi^{1*}

Received: November 17, 2020

Accepted: August 28, 2021

¹Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran

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

Introduction: Raisin is one of the most nutritious dried fruits and rich in various vitamins, minerals, fiber and antioxidant compounds (Mehraban et al., 2015). Iran is one of the major producers and exporters of raisin in the world. During storage period, raisin turns hard and sticky due to exudates syrup and moisture loss. It has been shown that application of edible coating could be useful to overcome this problem and extend shelf life of this product (Ghasemzadeh et al., 2008). Waxes and vegetable oils have been used to coat raisin (Debiofort et al., 1998) Ayoubi et al (2015) coated raisin with carnuba wax and glycerol monostearate. Also, Ghasemzadeh et al (2008) used edible coating based on starch and pectin to coat raisin. Sodium alginate is a water-soluble linear polysaccharide derived from alginic acid and has been considered as an edible coating due to its low cost, non-toxicity and biodegradability (Danapal and Associates, 2012). In the present study, the effect of edible coating based on sodium alginate to maintain the keeping quality of raisins during storage at 25 °C for 6 months has been investigated.

Materials and methods: raisin was produced from Seedless Asgari grape variety with the soda oil method. It was coated with sodium alginate at levels of 1 and 2%. After coating, samples were packaged in Zip-kip polyethylene bags and stored at 25 °C for 180 days. Physicochemical (weight loss, brix, pH, total phenol, color and hardness), microbial (total count) and sensory (color, texture, taste and overall acceptability) properties were determined during storage in the first day and 45, 90, 135 and 180 days after starting the storage. The weight loss was calculated from the difference between raisin weight in 45, 90, 135 and 180 days with the initial weight. Brix was measured by a refractometer (Protoble VBR model, Switzerland). The pH value was measured by a digital pH meter (3020, Jenway, UK). In order to determine the total phenolic contents, the Folin–Ciocalteu method (Taga et al., 1984) was employed and measurements were done at 765 nm with a spectrophotometer (UNICO 2802, China). The color measurement was done using a colorimeter (TES-135A, Taiwan). Hardness of raisins was determined in a puncture test using a QTS texture analyzer (CNS Farnell, Essex, UK) equipped with a needle probe (stainless steel cylinder of 2 mm in diameter with a conical needle bit) and a test speed of 60 mm/ min during the test. Hardness was defined as the maximum force to puncture raisin from the top to a 2mm depth (Rolle et al., 2011). To determine the total count, pour-plating method was used in PCA medium and incubation was performed at 37 °C. The sensory evaluation was performed by 5-point hedonic scale (1 most disliked, 5 most liked) by 10 trained panelists. The sensory evaluation of all treatments was carried out during storage time (in the first day and 45, 90, 135 and 180 days after storing). A factorial test in completely randomized design

with 3 replications was utilized in this study. Analysis of variance (ANOVA) was performed by using MSTAT-C software. Duncan's multiple range test was used to compare the means at the 5% significance level and the graphs were plotted by Microsoft Excel software.

Results and discussions: The results of analysis of variance showed edible coating significantly affected the weight loss. Sodium alginate coating reduced the raisin weight loss. In addition, storage had significant effect on weight loss. The weight loss was gradually increased during the storage period. The results of analysis of variance indicated significant effect of edible coating and storage time on raisin brix. During the storage time, brix increased, while the rate of this increasing in samples coated with sodium alginate was less than the control. The results also showed the effect of edible coating and storage time on the pH of raisins was not significant. During storage, the total phenolic content of raisins was gradually reduced. The edible coating reduced the intensity of this reduction. At the end of the storage period, the most total phenol content was observed in 2% sodium alginate treatment. The results of the color parameters evaluation showed that during the storage time lightness of raisin decreased. In addition, the effect of edible coating on this color parameter was significant ($p < 0.01$). L of 1% sodium alginate treatment was significantly more than the control at 180 days after storing and this significant difference observed in 2% sodium alginate treatment at 45, 90 and 180 days after storing. The effect of edible coating was not significant on redness but this color property significantly increased during storage period. It seems that browning reactions caused this color change. Also, evaluation of yellowness results indicated sodium alginate coating had not significant effect on this color parameter. Storage caused significant changes in raisin yellowness ($p < 0.01$). During storage time initially b value increased and then decreased. The most lightness and the lowest value of redness to yellowness ratio represent the best color of raisin. Analysis of variance show redness to yellowness ratio of raisin significantly increased during storage time ($p < 0.01$). The edible coating was significantly effective in reducing rate of this change. After 180 days storage, the highest and lowest a/b value were related to the control (1.07) and 2% sodium alginate treatment (0.69), respectively. Observations showed raisin texture gradually hardened during the storage period ($p < 0.01$). According to the results of study, the edible coating has not significant effect on raisin hardness. The data showed edible coating had no significant effect on total count, but microbial growth significantly decreased during storage ($p < 0.01$). Acidity, water activity, inhibitor compounds such as phenolic compounds and some products of non-enzymatic browning reaction of Millard are some factors that inhibit microbial growth in raisins during storage (Zhao and Hall, 2008; Bower et al., 2003). Based on the sensory evaluation results, storage darkened raisin color and reduced the color score. Edible coating was effective in preserving the color so that at the end of storage time the color score of coated samples was significantly more than the control. During storage time taste and texture scores significantly decreased. Although the edible coating had not significant effect on these sensory properties. Storing significantly reduced the overall acceptance score of raisin. At the end of the storage period, the overall acceptance score of coated samples were more than the control; However, according to the results of Duncan's multiple range tests only the difference between the overall acceptance score of the control and 2% sodium alginate treatment was significant at 135 days of storage.

Conclusion: The application of sodium alginate coating was an effective method to maintain the keeping quality and increase the shelf life of raisins.

Keywords: Color, Edible coating, Raisin, Sodium alginate, Texture, Total phenol