

کاربرد پوشش دهی با صمغ به دانه حاوی عصاره دارچین در انبارداری میوه خرمالو

سمیرا دلیر^{۱*}، نرجس آقاجانی^۲، امیر دارایی گرمه خانی^۳

تاریخ دریافت مقاله: خرداد ماه ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش مقاله: اسفند ماه ۱۳۹۷

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی تأثیر پوشش خوراکی صمغ "به دانه" حاوی عصاره دارچین بر ماندگاری و خصوصیات کیفی میوه خرمالو است. در این تحقیق از سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد برای صمغ به دانه و سه غلظت ۰، ۳۵ و ۷۰ درصد برای عصاره دارچین در نظر گرفته شد و زمان نگهداری در روزهای ۰، ۷ و ۱۴ بر روی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، میکروبی، حسی و انبارمانی خرمالو مورد ارزیابی قرار گرفت. پوشش دهی خرمالو به روش غوطه‌وری انجام شد. نمونه‌های تیمار شده پس از خشک شدن در دمای 4 ± 1 درجه سانتی‌گراد با رطوبت نسبی ۷۰ درصد نگهداری شدند. جهت بهینه‌سازی داده‌ها از روش‌شناسی پاسخ سطح استفاده شد. برخی خواص مانند میزان مواد جامد محلول، افت وزن، pH آب میوه، اسیدهای قابل تیتراسیون، سفتی بافت میوه، خواص ارگانولپتیکی و ویژگی‌های رنگی میوه بررسی شدند. یافته‌ها و نتایج نشان دادند که تیمار با موسیلاژ به دانه و عصاره دارچین از افت وزن میوه، کاهش سفتی میوه و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون جلوگیری می‌کند. افزایش غلظت عصاره دارچین باعث کاهش تعداد کپک و مخمر در میوه می‌شود. با افزایش مدت انبارداری میوه‌ها، شاخص‌های a و b که به ترتیب نشان‌دهنده درخشندگی، محدوده رنگی (سبز- قرمز) و (آبی - زرد) هستند، کاهش یافتند. با این وجود، روند کاهش شاخص‌های رنگ در نمونه‌های حاوی ۳۵ درصد عصاره دارچین آهسته‌تر بوده و در زمان مشابه شاخص‌های رنگ این نمونه‌ها بالاتر بوده‌اند. نتایج نشان داد که استفاده از پوشش موسیلاژ به دانه همراه با عصاره دارچین موجب حفظ خواص کیفی و کاهش تخریب خواص حسی میوه خرمالو طی انبارداری شد.

۱- مقدمه

میوه‌ها و سبزیجات تازه اجزاء ضروری رژیم غذایی انسان‌ها می‌باشند و مدارک قابل توجهی از فواید سلامتی‌زایی و تغذیه‌ای مصرف آن‌ها وجود دارد. مصرف‌کنندگان انتظار دارند با مصرف سبزیجات و میوه‌جات تازه و فرایند شده علاوه بر کیفیت تغذیه‌ای و ارگانولپتیکی بالا، دوره نگهداری آن‌ها افزایش یابد. از کشت تا قفسه، هر مرحله‌ای که محصول در آن قرار می‌گیرد از لحاظ کیفیت و ایمنی اهمیت دارد. تمایل

واژه‌های کلیدی

موسیلاژ^۴ به دانه، عصاره دارچین، میوه خرمالو، روش شناسی پاسخ سطح، پوشش خوراکی

۱- دانشجوی دکتری علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم پزشکی واحد آزاد اسلامی تهران

(× نویسنده مسئول: Samiradali68@gmail.com)

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده صنایع غذایی بهار، دانشگاه بوعلی سینا همدان (n.aghajani3862@gmail.com).

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی و منابع طبیعی تویسرکان، دانشگاه بوعلی سینا همدان (amirdaraey@yahoo.com).

خصوصیات خوب و ارزش تجاری میوه‌ها و سبزی‌ها بعد از برداشت به نحو بهتری حفظ می‌گردد [۱۰].

استفاده از پوشش می‌تواند تعرقی را مهار کند و بنابراین آب بیشتری در سلول‌ها باقی مانده، فشار تورژسانس^۱ در سلول‌های میوه و سبزی حفظ می‌شود و سفتی بالاتری را نشان می‌دهند. بنابراین استفاده از این پوشش‌ها می‌تواند تا حدودی از دست‌دهی سفتی بافت محصولات را پس از برداشت کاهش دهد [۱۱].

دارچین، قطعات خشک شده و نیز کوبیده پوست درختانی از جنس سیناموم^۲ از تیره برگ بو است که در غذاها به عنوان ادویه و در داروها استفاده می‌شود [۱۲]. جزء اصلی اسانس دارچین سینامالدهید^۳ و اوژنول^۴ می‌باشد و گزارش شده است که سینامالدهید سبب اثر ضد اسپاسمی دارچین است [۱۳]. ترکیبات فنلی موجود در دارچین دارای خواص ضد میکروبی مشخص می‌باشند و به عنوان GRAS^۵ طبقه‌بندی می‌شوند [۱۴].

موسیلاژ دانه به از دانه درخت سایدونیا آبلونگا^۶ به دست می‌آید. این درخت عمدتاً در آسیای مرکزی رشد می‌کند و ایران مهم‌ترین تولیدکننده به دانه در دنیا محسوب می‌شود. موسیلاژ به دانه، به سادگی و با قرار گرفتن دانه‌ها در آب گرم و حتی آب سرد از دانه خارج می‌شوند. از جمله ویژگی‌های این موسیلاژ می‌توان به توانایی تولید ویسکوزیته^۷ بالا (حتی در غلظت‌های پایین) بدون تشکیل ژل، پایداری در غلظت‌های مختلف نمک، pH بین ۴ تا ۱۰، خصوصیات پایدارکنندگی مناسب، فرآیند استخراج ساده و داشتن اثرات مثبت بر سلامت انسان اشاره کرد [۱۵-۱۶].

موسیلاژ به دانه ماده‌ای لزج و چسبنده بوده و دارای آب زیادی می‌باشد که حضور این آب موجبات فساد

مصرف‌کنندگان به استفاده از محصولات طبیعی و عاری از هر گونه فرآیند و نگهدارنده شیمیایی و غیرایمن موجب شده است که تولیدکنندگان در جستجوی فرآیندهای ایمن‌تر برای تولید محصولاتی با کیفیت بالاتر از لحاظ سلامتی و ایمن برای محیط زیست باشند.

پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی از بیوپلیمرهای خوراکی و افزودنی‌های غذایی تهیه می‌شوند. بیوپلیمرهای تشکیل دهنده فیلم می‌توانند شامل پروتئین‌ها، پلی‌ساکاریدها (کربوهیدرات‌ها و صمغ‌ها)، چربی‌ها و یا مخلوطی از همه این ترکیبات باشند. فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی کیفیت محصولات غذایی را افزایش داده و آن‌ها را از تخریب فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی حفاظت می‌نمایند. بکارگیری پوشش‌های خوراکی، به آسانی باعث افزایش استحکام محصولات غذایی شده، از مهاجرت رطوبت، رشد میکروب‌ها در سطح ماده غذایی، تغییرات شیمیایی ناشی از نور و اکسیداسیون ترکیبات مغذی جلوگیری می‌کند. فیلم‌های خوراکی بیشتر به عنوان مانعی در برابر روغن‌ها، گازها یا بخار عمل می‌کنند و همچنین به عنوان حامل ترکیبات فعال مانند آنتی‌اکسیدان‌ها، ترکیبات ضد میکروبی، ترکیبات رنگی، عطر و طعم نیز بکار گرفته می‌شوند [۸].

میوه خرمالو نمی‌تواند تازگی خود را برای مدت زمان طولانی حفظ کند. اگرچه بافت‌های داخلی میوه از لحاظ کیفیت قابل قبول است [۱]. خرمالو در دمای اتاق (۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد) به مدت ۵ الی ۶ روز قابل نگهداری است [۹]. تقریباً ۷۵ درصد از میوه‌هایی که در جهان تولید می‌شوند، به صورت تازه مصرف می‌گردند. این مسیر آشکارا اهمیت حفظ کیفیت طبیعی میوه‌های تازه را پس از برداشت برای انتقال به بازار یا صادرات نشان می‌دهد. انبارداری مهم‌ترین عملیات در طول توزیع میوه می‌باشد. در طول مدت انبارداری طولانی مدت کاهش طعم و بوی میوه‌ها با وجود کنترل فساد و رطوبت محسوس است [۲].

پس از فرآیند پوشش‌دهی بر سطح میوه‌ها و سبزی‌ها، آب بیشتری در بافت آن‌ها نگهداری می‌شود، بنابراین

- 1- Turgor
- 2- Cinnamomum
- 3- Cinnamaldehyde
- 4- Eugenol
- 5- Generally Recognized as Safe
- 6- Cydonia oblonga
- 7- Viscosity

شیمیایی و آلودگی میکروبی این محصول به خصوص در نگهداری طولانی مدت را فراهم می‌کند، لذا برای حفظ پایداری و یا تهیه محصولاتی مثل قرص از آن، باید به طریق مناسبی آن را خشک نمود [۳].

۲- مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه پارت و آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه بوعلی سینا همدان انجام شد. برای آزمایشات این تحقیق، حدود ۵۰ کیلوگرم میوه خرما، از میدان میوه و ترهبار تهیه و بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شد و سپس خرماهای خراب، کال و صدمه دیده جدا شد. برای انجام پژوهش حاضر خرماها با شکل، رنگ و اندازه یکنواخت انتخاب و قبل از انجام آزمون‌های مورد نظر، با آب تمیز شسته و خشک شدند. به دانه از عطاری‌های فروشنده مواد سنتی خریداری شد و به آزمایشگاه منتقل گردید. ۵۰ گرم از به دانه و آب مقطر به نسبت ۳:۱ به دانه‌ها اضافه شده و بشر در بن ماری با دمای ۶۰-۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شد تا صمغ دانه‌ها استخراج شود. مخلوط تولید شده به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت. در این تحقیق سه غلظت ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد برای صمغ به دانه و سه غلظت ۰، ۳۵ و ۷۰ درصد برای عصاره دارچین در نظر گرفته شد. عصاره دارچین از شرکت داروسازی گیاه اسانس گیلان خریداری شد. میوه‌های پوشش داده شده در مدت ۱۴ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد نگهداری شد و در ۳ فاصله زمانی ۰، ۷ و ۱۴ روز مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۳- اندازه‌گیری صفات کیفی

۳-۱- اندازه‌گیری pH

برای اندازه‌گیری pH عصاره میوه از روش پتانسیومتر^۲ (pH متر) استفاده شد. ۱۰ تا ۲۰ میلی‌لیتر از عصاره میوه در

ظرف ریخته شد و الکتروود درون عصاره قرار گرفت و پس از ثابت شدن عدد مربوط قرائت گردید [۴].

۳-۲- اندازه‌گیری اسیدیته قابل تیتراسیون^۳ (TA)

درصد اسیدیته آبیوه با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال محاسبه گردید. تیتر برحسب گرم اسید سیتریک در صد گرم آب میوه محاسبه و گزارش شد [۱۷-۱۴].

۳-۳- اندازه‌گیری افت وزنی

درصد اسیدیته آبیوه با تیتر کردن آن با سود ۰/۱ نرمال محاسبه گردید. تیتر برحسب گرم اسید سیتریک در صد گرم آب میوه محاسبه و گزارش شد [۱۷-۱۴].

$$\text{افت وزنی} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

W1، وزن اندازه‌گیری شده قبل از نگهداری در انبار و W2، وزن اندازه‌گیری شده بعد از خروج از انبار می‌باشد [۱۸].

۳-۴- تعیین میزان مواد جامد محلول^۴ (TSS)

برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول از دستگاه رفاکتومتر^۵ دیجیتال استفاده شد و برحسب گرم درصد گرم ساکارز^۶ (درجه بریکس^۷) به دست آمد [۱۵].

۳-۵- اندازه‌گیری سفتی بافت

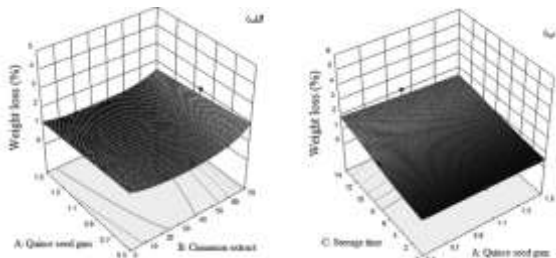
اندازه‌گیری سفتی گوشت میوه توسط دستگاه سفتی‌سنج (اف-تی-۳۲۷ ساخت آمریکا) صورت گرفت. میزان فشار دستگاه برحسب کیلوگرم از روی صفحه دستگاه قرائت و برحسب نیوتن محاسبه شد [۱۹].

۳-۶- بررسی شاخص‌های رنگ

- 3- Titratable Acidity
- 4- Total Soluble Solids
- 5- Refractometer
- 6- Sucrose
- 7- Brix

- 1- pH Measurement
- 2- Potentiometric

در (شکل ۱)، اثرهای متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان افت وزن نشان داده شده است. براساس (شکل ۱-الف)، با افزایش غلظت ژل به دانه، میزان افت وزن به کاهش می‌یابد. با افزایش زمان انبارداری میوه خرما، افت وزن افزایش داشته است (شکل ۱-ب).



شکل ۱- نمودار سطح پاسخ برای اثر همزمان متغیرها بر درصد افت وزن در خرما: اثر غلظت‌های موسیلاژ به دانه و عصاره دارچین (الف)، اثر همزمان مدت انبارداری و غلظت موسیلاژ به دانه (ب).

براساس یافته‌های این پژوهش، عصاره دارچین در غلظت‌های پایین (تا ۳۵ درصد) به عنوان پلاستی‌سایزر عمل می‌نماید. این ترکیب به عنوان عامل ایجادکننده اتصال سراسری بین زنجیرهای پلی‌ساکاریدی موسیلاژ به دانه عمل کرده و منجر به فشردگی شبکه فیلم می‌شود. این شبکه فشرده مانع از انتشار آزادانه رطوبت از درون فیلم شده و اثر بازدارندگی خوبی در برابر افت وزن نشان می‌دهد [۲۳].

عدم کاهش اسیدیت در گروه‌های تیمار پوشش دیده تأثیر این پوشش‌ها در به تأخیر انداختن تنفس میوه‌ها است. در طی مدت نگهداری میزان اسید قابل تیتراسیون میوه به تدریج کاهش یافت که احتمالاً ناشی از خواص مناسب بازدارندگی این پوشش به علت تغییر اتمسفر داخلی میوه از طریق کاهش O_2 و افزایش CO_2 است [۲۴]. با افزایش مدت انبارداری، میزان مواد جامد محلول در آب به تدریج افزایش یافت. همه میوه‌ها افزایش بریکس را نشان می‌دهند، به طوری که میزان ماده جامد پس از ۱۴ روز در همه نمونه‌ها بیشتر صفر بوده است. تأثیر پوشش خوراکی در به تأخیر انداختن میزان رسیدگی

تصاویر خرماها با استفاده از یک دوربین دیجیتال (مدل WB350F با بزرگ‌نمایی 1836×3264)، ساخت کره جنوبی) که در ارتفاع ۱۵ سانتی‌متر و در زاویه ۴۵ درجه قرار داشت، گرفته شد. سپس تصاویر در اختیار نرم افزار فتوشاپ قرار گرفت و عوامل L^* (سفیدی)، a^* (قرمزی-سبزی) و b^* (زردی-آبی) اندازه‌گیری گردید [۲۰].

۳-۷- ارزیابی حسی

پس از آموزش‌های مقدماتی تعداد ۱۰ نفر به عنوان ارزیاب انتخاب شدند و با استفاده از روش مطلوبیت‌سنجی (۵ نقطه‌ای) نمونه‌های پوشش‌دهی شده به لحاظ عطر و طعم، رنگ، بافت و ظاهر ارزیابی گردیدند [۵].

۳-۸- ارزیابی میکروبی

شمارش کپک و مخمر توسط محیط کشت پتیتو دکستروز^۱ آگار (PDA) و طبق روش تأیید شده توسط ایزو به روش کشت عمقی و با رقت ۰/۰۱ و در دمای گرمخانه‌گذاری ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳ تا ۵ روز انجام گرفت [۲۱].

۳-۹- تجزیه و تحلیل آماری

از روش سطح پاسخ و نرم‌افزار دیزاین اکس پرت^۲ (۸،۰،۲) استفاده گردید [۲۲].

۴- نتایج و بحث

در (شکل ۱)، اثرهای متقابل متغیرهای مورد بررسی در تحقیق بر میزان افت وزن نشان داده شده است. براساس (شکل ۱-الف)، با افزایش غلظت ژل به دانه، میزان افت وزن کاهش می‌یابد. با افزایش زمان انبارداری میوه خرما، افت وزن افزایش داشته است (شکل ۱-ب).

1- Potato Dextrose Agar
2- Design Expert

میوه به خوبی از یافته‌های حاصل از این پژوهش نمایان است. مطابق آنچه انتظار می‌رود با افزایش وزن به دلیل تبخیر آب، میزان ماده جامد محلول نیز افزایش می‌یابد. بدین ترتیب پوشش‌هایی که خواص ممانعتی بهتری داشته‌اند و از تبخیر آب و انتقال بخار آب به محیط اطراف جلوگیری نموده‌اند، در حفظ سطح مواد جامد محلول نیز بهتر عمل می‌کنند. پایین بودن شاخص بریکس پس از ۱۴ روز در نمونه‌های پوشش داده شده نشان‌دهنده تأثیر پوشش‌های موسیلاژ به‌دانه در جلوگیری از تنفس میوه و تأثیر آن بر عدم تجزیه قند میوه است [۲۵].

گمان می‌رود پوشش‌دهی خرما، با کم کردن میزان تنفس میوه از افزایش غلظت اتیلن، که ارتباط مستقیمی با میزان تنفس دارد، جلوگیری نموده و آن هم به نوبه خود باعث حفظ سفتی بافت میوه شده است. از سوی دیگر با توجه به اینکه پوشش‌دهی از تبخیر آب میوه به نحو مؤثری جلوگیری نموده است، بافت میوه از صدمات ناشی از تبخیر آب مانند چروکیدگی، چرمی شدن و ... محفوظ مانده است [۶].

پوشش موسیلاژ به‌دانه با کم کردن سرعت انتقال گاز اکسیژن منجر به کاهش سرعت تنفس و فعالیت‌های متابولیکی^۱ و نیز باعث به تأخیر انداختن روند رسیدن و نرم شدن بافت میوه می‌شود. به‌خوبی اثبات شده است که پوشش‌های خوراکی به‌عنوان یک فیلم نیمه تراوایی عالی در سرتاسر سطح میوه‌ها و سبزی‌ها، باعث اصلاح فضای داخل محصول، با کاهش سطح O_2 ، بالا بردن سطح CO_2 و سرکوب کردن سنتز اتیلن، می‌شود.

کستر^۲ و همکاران (۱۹۸۶)، اظهار نموده‌اند که فیلم‌ها و پوشش‌های هیدروفیل^۳ یا آبدوست (مانند فیلم‌ها بر پایه پلی‌ساکارید و یا پروتئین) معمولاً مانع خوبی در برابر انتقال اکسیژن می‌باشند [۲۶]. در واقع، به دلیل حضور تعداد زیادی از پیوندهای هیدروژنی، پوشش‌های بیوپلیمر آبدوست بوده و

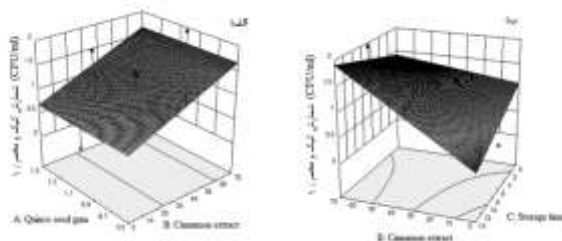
به عنوان سدّی در مقابل ترکیبات غیر قطبی مانند اکسیژن و ترکیبات تراوایی آروما عمل می‌کنند [۲۷].

با توجه به اینکه فرمولاسیون پوشش خوراکی باید به گونه‌ای باشد که سفتی میوه را در طی دوره نگهداری حفظ کند، پس از ۱۴ روز انبارداری شرایط بهینه با میزان سفتی معادل ۵۹/۴ نیوتن، شامل تیمار خرما با پوشش حاوی ۱ درصد موسیلاژ به‌دانه و ۳۵ درصد عصاره دارچین می‌باشد.

۴-۱- بررسی اثر متغیرها بر میزان کپک و مخمر در میوه خرما

نمودارهای سطح پاسخ مربوط به اثرات متغیرهای مستقل بر شمارش کپک و مخمر در مقادیر مرکزی متغیر سوم در (شکل ۲- الف و ب) ارائه شده است. با توجه به (شکل ۲- الف)، با افزایش مقدار عصاره دارچین در هر غلظتی از موسیلاژ به‌دانه، مقادیر کپک و مخمر، کاهش می‌یابد و حداقل و حداکثر کپک و مخمر به ترتیب در حداکثر و حداقل عصاره دارچین مشاهده می‌گردد.

با توجه به (شکل ۲- ب)، با افزایش مدت انبارداری، میزان آلودگی قارچی در نمونه‌های فاقد عصاره دارچین افزایش می‌یابد.



شکل ۲- نمودار سطح پاسخ برای اثر همزمان متغیرها بر میزان کپک و مخمر (CFU/ml) در خرما: اثر غلظت‌های موسیلاژ به دانه و عصاره دارچین (الف)، اثر همزمان مدت انبارداری و غلظت عصاره دارچین (ب).

یافته‌های تحقیق حاضر نشان می‌دهد که افزودن عصاره دارچین به محلول پوشش‌دهنده از افزایش جمعیت کپک و

- 1- Metabolism
- 2- Kester
- 3- Hydrophil

فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی با به وجود آوردن یک غشا نیمه تراوا که مانعی در مقابل گازها و بخار آب محسوب می‌شوند، سبب کاهش تنفس و از دست رفتن آب می‌گردند [۲۹]. از طرف دیگر، با توجه به توانایی تشکیل کلوئیدهای ژلاتینی توسط موسیلاژ، این ترکیب طبیعی موجب حفظ وزن میوه در طول انبارداری می‌گردد [۳۰]. فیلم‌های دارای عصاره‌های گیاهی به علت افزایش خاصیت آبریزی در فیلم نسبت به فیلم بدون عصاره در ممانعت از عبور بخار آب بهتر عمل کرده‌اند.

۴-۴- بررسی اثر متغیرها بر تغییرات اسیدیته قابل تیتراسیون

میزان اسیدهای قابل تیتراسیون با رسیدگی میوه در ارتباط می‌باشد و موجب طعم ترش در میوه‌ها می‌گردند. با رسیدن میوه، میزان اسیدهای آلی کاهش می‌یابد. میزان اسیدهای آلی در دوره برداشت میوه به محتوای مواد جامد قابل حل و سرعت تجزیه اسیدها بستگی دارد. تجزیه اسیدهای آلی در دوره رسیدن میوه به سرعت تنفس وابسته است [۶ و ۳۰]. نیکوس و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده نمودند که تیمار بخار اسانس دارچین و اکالیپتوس^۱ تأثیر معنی‌داری بر روی اسیدیته کل توت‌فرنگی و گوجه‌فرنگی نداشتند [۲۵].

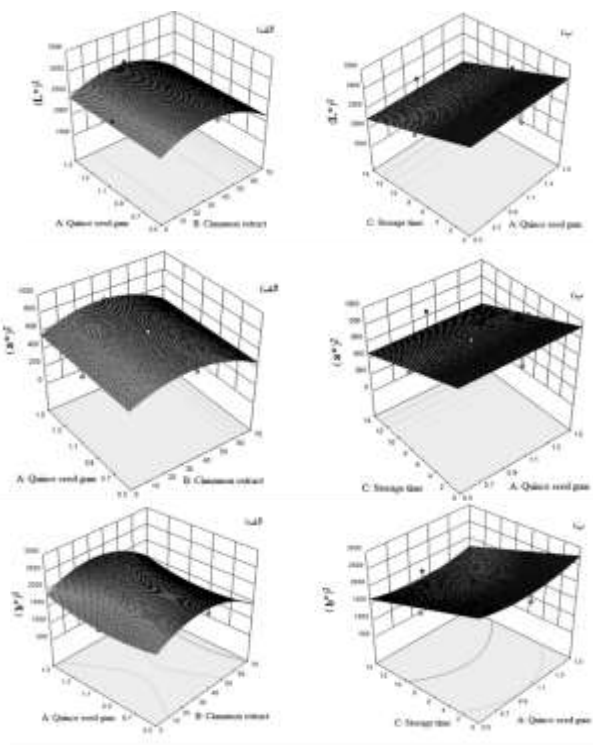
۴-۵- بررسی اثر متغیرها بر تغییرات مواد جامد محلول

در طی مدت نگهداری در سردخانه میزان مواد جامد محلول در آب به تدریج افزایش یافت. همه میوه‌ها افزایش بریکس را نشان می‌دهند، که البته این افزایش در تیمارهای مختلف قدری متفاوت است. دلیل این افزایش، تدریجی بریکس و کاهش تدریجی مقدار آب میوه است که با گذشت زمان و طی دوره انبارداری اتفاق می‌افتد و باعث می‌شود مواد جامد محلول در میزان آب کمتری قرار

مخمر جلوگیری می‌نماید. در واقع با افزایش مدت زمان انبارداری عصاره دارچین به تدریج با مهاجرت به سطح میوه، اثرات ضد میکروبی خود را اعمال می‌کند [۲۸].

۴-۲- بررسی اثر متغیرها بر شاخص‌های رنگ در میوه خرمالو

در این تحقیق رنگ پوست خرمالوهای تیمار شده توسط عکس‌برداری با دوربین دیجیتال و آنالیز با نرم‌افزار Image J انجام شد و شاخص‌های L^* ، a^* و b^* برای آنها تعیین گردید با افزایش مدت انبارداری میوه‌ها، شاخص‌های L^* ، a^* و b^* که به ترتیب نشان‌دهنده درخشندگی، محدودۀ رنگی (سبز- قرمز) و (آبی - زرد) هستند، کاهش یافتند (شکل ۳).



شکل ۳- نمودار سطح پاسخ برای اثر همزمان متغیرها بر شاخص‌های رنگ در خرمالو: اثر غلظت‌های موسیلاژ به دانه و عصاره دارچین (الف)، اثر همزمان مدت انبارداری و غلظت موسیلاژ به دانه (ب).

۴-۳- بررسی اثر متغیرها بر میزان افت وزن

1- Eucalyptus

داشته باشند و در نتیجه بریکس غلظت بیشتری پیدا می کند، به بیان دیگر، هرچه میوه آب کمتری از دست بدهد، بریکس به میزان کمتری افزایش می یابد. از سوی دیگر، در تیمارهای فاقد پوشش به دلیل پیشرفت پدیده پیری، پلی ساکاریدهای دیواره سلولی هضم شده و مواد جامد محلول افزایش می یابد [۵].

تأثیر پوشش خوراکی در به تأخیر انداختن میزان رسیدگی میوه به خوبی از یافته های حاصل از این پژوهش نمایان است. مطابق آنچه انتظار می رود با افزایش افت وزن به دلیل تبخیر آب، میزان ماده جامد محلول نیز افزایش می یابد. بدین ترتیب، پوشش هایی که خواص ممانعتی بهتری داشته اند و از تبخیر آب و انتقال بخار آب به محیط اطراف جلوگیری نموده اند، در حفظ سطح مواد جامد محلول نیز بهتر عمل می کنند [۲۵].

۴-۶- بررسی اثر متغیرها بر تغییرات سفتی بافت میوه
دیواره سلولی گیاهان، نقش اساسی را در تعیین بافت میوه ها و سبزیجات ایفا می کنند. از دست رفتن بافت، مهم ترین تغییر در طول مدت انبارداری میوه ها و سبزی ها به شمار می رود و به میزان تغییرات متابولیکی و آب بستگی دارد. در اکثر میوه ها در طی رسیدن بر اثر عمل پکتینولیتیک^۱، استحکام بافت کاهش می یابد. کاهش سفتی بافت میوه در مدت نگهداری به دلیل تخریب پروتوپکتین^۲ نامحلول و تبدیل آن به اسید پکتیک^۳ و پکتین^۴ محلول است. شکسته شدن ترکیبات پکتینی با شکسته شدن تیغه میانی همراه است که به احتمال زیاد ناشی از فعالیت آنزیم های پلی گالاکتروناز^۵ و پکتین متیل استراز^۶ می باشد [۵].

از سوی دیگر، از دست رفتن سفتی بافت میوه به طور شدیدی به تبدیل نشاسته به قندهای محلول مربوط است.

- 1- Pectinolytic
- 2- Protopectin
- 3- Pectic Acid
- 4- Pectin
- 5- Polygalacturonase
- 6- Pectin methyl Esterase

حتی هنگامی که میوه در صفر درجه سانتی گراد نگهداری می شود، تقریباً نیمی از سفتی بافت در مدت یک ماه از دست می رود [۳۱].

نشاسته در خرمالو در حد بالایی است که این نشاسته در طول رسیدن و انبارداری به قندهای محلول تبدیل می شود و بدین ترتیب نرم شدن بافت به سرعت از همان اوایل انبارداری آغاز می شود [۳۲].

۴-۷- بررسی اثر متغیرها بر شمارش کپک و مخمر خرمالو

از آنجا که میوه ها pH پایینی دارند، کپک ها و مخمرها عامل اصلی فساد میوه ها به شمار می روند. کپک ها و مخمرها به راحتی می توانند در این شرایط رشد کنند. اصلی ترین دلیل خسارت محصولات تازه، آسیب های ناشی از آلودگی پس از برداشت است. دارچین همچنین به دلیل داشتن ترکیبات مؤثر سینام آلدئید و اوزنول خاصیت ضد میکروبی نیز دارد. سینامالدهاید از طریق اتصال گروه کربونیلی به پروتئین باکتری ها و ممانعت از دکربوکسیلاسیون^۷ اسیدهای آمینه، خاصیت ضد میکروبی خود را اعمال می نمایند [۳۳].

یافته های تحقیق حاضر نشان می دهد که افزودن عصاره دارچین به محلول پوشش دهنده از افزایش جمعیت کپک و مخمر جلوگیری می نماید و در غلظت های بالاتر از ۳۵ درصد نیز باعث کاهش آلودگی قارچی می گردد. در واقع با افزایش مدت زمان انبارداری عصاره دارچین به تدریج با مهاجرت به سطح میوه، اثرات ضد میکروبی خود را اعمال می کند. براساس نتایج، پوشش هایی که تنها شامل موسیلاژ به دانه بوده اند، نتوانسته اند از افزایش آلودگی قارچی ممانعت نمایند. براساس یافته های جوکی^۸ و همکاران (۲۰۱۴)، فیلم تهیه شده از موسیلاژ به دانه فاقد فعالیت ضد میکروبی است [۲۸].

7- Decarboxylation
8- Jouki

۴-۸- بررسی اثر متغیرها بر شاخص‌های رنگ خرمالو

رنگ میوه از مهم‌ترین شاخص‌های میوه از نظر پذیرش مصرف‌کننده است. رنگ مناسب میوه منجر به ایجاد ظاهر مطلوب میوه می‌شود و بنابراین، حفظ رنگ میوه در نگهداری آن اهمیت زیادی دارد. پوشش، میوه را جلا می‌دهد و از افت آب جلوگیری می‌کند. بسیاری از پوشش‌ها در طول نگهداری، درخشندگی خود را از دست می‌دهند. به ویژه وقتی با آب مواجه می‌شوند (مانند میعان آب در سردخانه‌ها) [۳۴].

نتایج حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های مربوط به رنگ در نمونه‌های خرمالوی تیمار شده نشان داد که با افزایش مدت انبارداری میوه‌ها، شاخص‌های $a \times L$ و $b \times$ که به ترتیب نشان‌دهنده درخشندگی، محدوده رنگی (سبز- قرمز) و (آبی - زرد) هستند، کاهش یافتند. علی‌خانی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق استفاده از پوشش‌های خوراکی موسیلاژ کاکتوس^۱ و اسانس آویشن و موسیلاژ به همراه اسانس به، به ترتیب بر روی توت فرنگی و گلابی تحقیق کردند و مشاهده نمودند که هر یک از پوشش‌ها و اسانس آویشن سبب حفظ رنگ میوه‌ها در طول انبارداری گردید [۷].

۴-۹- بررسی اثر متغیرها بر شاخص‌های ارزیابی

حسی میوه خرمالو

نفوذپذیری به گازها و بخارهای محیط روی خواص مکانیکی بسته‌بندی و نیز افت ترکیبات فرار غذا نظیر طعم‌دهنده‌ها یا گازها (O_2 و CO_2) به همراه انتقال احتمالی ترکیبات نامطبوع محیطی به ماده بسته‌بندی شده تأثیر می‌گذارند. از این رو، در اغلب موارد، نفوذپذیری کم نسبت به گازها مزیت بزرگی در حفظ کیفیت ماده غذایی به شمار می‌رود. به طور کلی، با افزایش غلظت عصاره دارچین امتیاز مقبولیت طعم کاهش یافت. گزارش‌های به دست آمده از هیئت داوران طعم تند، تیز و شیرین بوده است.

نیکوس^۲ (۲۰۰۷) اظهار داشتند که اسانس آویشن و دارچین روی رنگ، طعم و مزه گوجه‌فرنگی و توت‌فرنگی تغییرات خاصی ندادند [۲۵].

۵- نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر کاربرد و توسعه استفاده از پوشش‌های خوراکی جهت بهبود ایمنی مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است. جایگزینی مواد شیمیایی سنتزی مورد استفاده در واکس‌های تجاری مانند پلی‌اتیلن در واکس‌های تجاری با مواد طبیعی با تأکید بر حفظ محیط زیست و ایمنی غذا دارای مزایایی است. بنابراین استفاده از تیمارهای جایگزین نیازی اساسی در پیشگیری از فساد میوه‌ها پس از برداشت می‌باشد. با توجه به پتانسیل بالای کشور ما از نظر پوشش گیاهان دارویی و لذا امکان دسترسی آسان به اسانس آن‌ها و (با توجه به پذیرش مصرف این گیاهان به عنوان دارو یا چاشنی غذایی در فرهنگ عام و سابقه تاریخی مصرف آن‌ها در مواد غذایی) لزوم بررسی کاربرد اسانس این گیاهان در افزایش عمر انبارمانی محصولات غذایی به ویژه در قالب فیلم‌های خوراکی امری ضروری به نظر می‌رسد.

جایگزینی پوشش‌های خوراکی، میزان نفوذپذیری به بخار آب، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن محصول را تنظیم نمودن و در نتیجه نسبت اجزای گازها، روند فعالیت تنفسی و ویژگی‌های کیفی میوه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند. بنابراین کاربرد پوشش خوراکی برای میوه‌ها فرایند مناسبی است که باعث کاهش از دست رفتن رطوبت میوه و تنظیم تنفس آن‌ها می‌شود. یافته‌های پژوهش حاضر با نتایج بررسی‌های سایر محققان (مبنی بر اینکه پوشش‌های خوراکی به عنوان یک لایه نیمه تراوا باعث کاهش از دست رفتن وزن و به تأخیر افتادن کاهش آب محصول، کاهش تغییرات رنگ، بهبود بافت و به هم پیوستگی بافتی و حفظ ویژگی‌های حسی فرآورده‌هایی از

2- Nikos and et.al

1- Cactus Mucilage

جمله میوه‌ها و سبزی‌ها می‌شوند) همخوانی داشت. نتایج این تحقیق نشان داد که پوشش‌دهی میوه‌های خرما با موسیلاژ به‌دانه و عصاره دارچین از افت وزن میوه، کاهش سفتی میوه و کاهش اسیدیته قابل تیتراسیون جلوگیری می‌کند و افزایش غلظت عصاره دارچین باعث کاهش تعداد کپک و مخمر در میوه می‌شود. با افزایش مدت انبارداری میوه‌ها، شاخص‌های a و b که به ترتیب نشان‌دهنده درخشندگی، محدوده رنگی (سبز- قرمز) و (آبی - زرد) هستند، کاهش یافتند. با این وجود، روند کاهش شاخص‌های رنگی در نمونه‌های حاوی ۳۵ درصد عصاره دارچین آهسته‌تر بوده و در زمان مشابه شاخص‌های رنگ این نمونه‌ها بالاتر بوده‌اند.

نتایج نشان داد که استفاده از پوشش موسیلاژ به دانه همراه با عصاره دارچین موجب حفظ خواص کیفی و کاهش تخریب خواص حسی میوه خرما طی انبارداری شد. بنابراین می‌توان از این پوشش جهت افزایش عمر انبارداری میوه خرما استفاده نمود. در پایان پیشنهاد می‌شود که از پوشش موسیلاژ حاوی ۳۵ درصد عصاره دارچین برای پوشش‌دهی خرما به منظور افزایش عمر انبارداری آن استفاده شود.

۶- منابع

۱. صفی یاری، ح.، زمردیان، ع.، رحمانیان، ح.، سلمانی زاده، ف. (۱۳۹۱). «بررسی روند تغییرات خواص فیزیکی میوه خرما (رقم خرمندی) در طول دوره انبارداری در شرایط محیطی». نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، ۸(۴): ۴۱۷-۴۲۶.
۲. ایران نژاد، ح. (۱۳۷۴). «نگهداری و ذخیره سازی انواع میوه و سبزی». موسسه انتشارات آوای نور.
۳. مقبل، ع. ح.، طیبی، م. (۱۳۹۳). «استخراج، تهیه پودر خشک و بررسی فیزیکوشیمیایی موسیلاژ

- به دانه». مجله علمی پزشکی جندی شاپور، ۱۳ (۵): ۵۵۷-۵۷۲.
۴. پروانه، و. (۱۳۷۱). «کنترل کیفی و آزمایش‌های شیمیایی مواد غذایی». انتشارات دانشگاه تهران.
۵. حسنی، ف.، جوانمرد، م.، گروسی، ف. (۱۳۸۹). «بررسی ماندگاری میوه کیوی پوشش داده شده با کنسانتره پروتئین آب پنیر و روغن سبوس برنج»، نشریه پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، جلد ۶، شماره ۳، ص. ۱۶۷ تا ۱۵۸.
۶. جلیلی مرندی، ر. (۱۳۸۱). «میوه کاری». انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد استان آذربایجان غربی.
۷. علی خانی، م.، شریفانی، م.، عزیزی، م.، موسوی زاده، س. ج.، رحیمی، م. (۱۳۸۸). «افزایش عمر انباری و حفظ کیفیت میوه توت فرنگی با استفاده از پوشش خوراکی موسیلاژ و اسانس آویشن». مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۶.
8. Talja, R. A., Helén, H., Roos, Y. H., & Jouppila, K. (2007). Effect of various polyols and polyol contents on physical and mechanical properties of potato starch-based films. *Carbohydrate Polymers*, 67(3), 288-295.
9. Thompson, A. K. (2003). *Fruit and vegetable harvesting, Handling and storage*. Blackwell Publishing Ltd, 460.
10. Zhong, Q.P., Xia, W.S. (2007). Effect of 1-methylcyclopropene and/or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit. *Food Sci Technol-LEB* 40: 404-411.
11. Xiao, Z., Luo, Y., Luo, Y.G., Wang, Q. (2011). Combined effects of sodium chlorite dip treatment and chitosan coatings on the quality of fresh-cut

- methodology. *Qual Assu Saf Crop Foods*, 61: 41-52.
21. International Standard – ISO 7954-1987, 1985; General guidance for enumeration of yeasts and moulds colony counts techniques at 25°C
 22. Myers RH, Khuri AI, Carter WH. Response surface methodology: 1966–1988. *Technometrics*. England 1989; 31(2):137-57.
 23. Bonilla, J., Atarés, L., Vargas, M., Chiralt, A. (2012). Edible film and coating to prevent the detrimental effect of oxygen on food quality: possibilities and limitation. *Journal of Food Engineering*. 110: 208–213.
 24. Carrillo-Lopez, A., Ramirez-Bustamante, F., Valdez-Torres, J. B., Rojas-Villegas, R., Yahia, E. M. (2000). Ripening and quality changes in mango fruit as affected by coating with an edible film. *Journal of Food Quality*, 23(5), 479-486.
 25. Nikos, G., Tzortzakis, A. (2007). Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 111-116
 26. Kester, J. J., & Fennema, O. R. (1986). Edible films and coatings: a review. *Food technology (USA)*.
 27. Miller, K. S., & Krochta, J. M. (1997). Oxygen and aroma barrier properties of edible films: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 8(7), 228-237.
 28. Jouki, M., Yazdi, F. T., Mortazavi, S. A., & Koocheki, A. (2014). Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids*, 36, 9-19
 29. Guilbert, S., Gontard, N., & Cuq, B. (1995). Technology and d'Anjou pears. *Postharvest Biol Tec* 62: 319-326.
 12. Mohammadifar, Sh. 2010. The origin, history and trade routes cinnamon. *History of Science.*, 9:51-37.
 13. Desmit, P. A. G. M., Keller, K., Hansel, R., Chandler, R. F. (1992). Adverse effects of herbal drugs. Volume 1, Springer-Verlag.
 14. Skandamis, P., Koutsoumanis, K., Fasseas, K., Nychas, G. E. (2001). Inhibition of oregano essential oil and EDTA on Escherichia coli O157: H7. *Italian Journal of Food Science.*, 13: 65-75.
 15. Jouki M, Yazdi FT, Mortazavi SA, Koocheki A. (2014). Quince seed mucilage films incorporated with oregano essential oil: Physical, thermal, barrier, antioxidant and antibacterial properties. *Food Hydrocolloids* 36:9, 19-36:9.
 16. Ramsden, L. (2004). Plant and algal gums and mucilages. Chemical and functional properties of food saccharides: 54-231.
 17. Maftoonazad, N., Ramaswamy, H. S. (2005). Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose based coating. *LWT-Food Science and Technology*, 38: p. 617–624..
 18. Arnon, H., Granit, R., Porat, R., Poverenov, E. (2015). Development of polysaccharides-based edible coatings for citrus fruits: A layer-by-layer approach. *Journal of Food Chemistry*, 166, p. 472-465.
 19. Yranci, E., S, Tunc., (2004). The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris Lam.*) and green peppers (*Capsicum annum L.*). *Food Chemistry*, 87: p. 339–342.
 - 20- Mashkour, M., Hashemi Shahraki, M., Daraei Garmakhany, A. (2014). Optimization of sweet bread formulation by use of image processing and response surface

- applications of edible protective films. *Packaging Technology and Science*, 8(6), 339-346.
30. Del-Valle, V., Hernández-Muñoz, P., Guarda, A., Galotto, M. J. (2005). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*, 91(4), 751-756.
31. Crisosto, C. H., Mitcham, E. J., & Kader, A. A. (1999). Persimmons: recommendations for maintaining postharvest quality. *Acessado em*, 15, 241-245.
32. Moalemiyan, M., Ramaswamy, H. S., & Maftoonazad, N. (2012). Pectin-based edible coating for shelf-life extension of ataulfo mango. *Journal of Food Process Engineering*, 35(4), 572-600.
33. Prasad, K. N., Yang, B., Dong, X., Jiang, G., Zhang, H., Xie, H., & Jiang, Y. (2009). Flavonoid contents and antioxidant activities from *Cinnamomum* species. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(4), 627-632.
34. Bai, J. & Alleyne, V. (2003). Coating selection for 'Delicious' and other apples, *Postharvest Biology and Technology*, 28, 259-268.

آدرس نویسنده

تهران- دانشگاه علوم پزشکی واحد آزاد اسلامی تهران-
دانشکده علوم و صنایع غذایی