مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

اثر پوشش‌های خوراکی بر تغییرات رنگ و سطح برش‌های زردآلو هنگام خشک شدن در سامانه فروسرخ

مریم ساترابی [۱]، فخرالدین صالحی [۲*]، مجید رسولی [۲]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

۲- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۹۹ /۰۵/۲۹

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۲۵

کلمات کلیدی:

پرتودهی فروسرخ،

شاخص‌های رنگی،

صمغ دانه بالنگو،

گزانتان.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.03

* مسئول مکاتبات:

F.Salehi@Basu.ac.ir

چکیده

استفاده از پوشش‌های خوراکی برای مواد غذایی قبل از خشک شدن توسط سامانه فروسرخ یکی دیگر از موارد بالقوه پیش‌تیمار برای خشک‌کردن است. پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از یک ماده خوراکی هستند که روی سطح مواد غذایی اعمال می‌شوند و یک مانع انتخابی در انتقال گاز ایجاد می‌کنند. هدف از این پژوهش، بررسی تغییرات رنگ و مساحت برش‌های زردآلو پوشش‌دهی شده با صمغ‌های گزانتان و دانه بالنگو هنگام خشک شدن در سامانه فروسرخ بود. در این پژوهش برش‌های زردآلو به شکل استوانه‌ای با ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر با استفاده از صمغ‌های گزانتان و دانه بالنگو (غلظت ۰/٦ درصد) پوشش‌دهی شدند و سپس درون خشک‌کن فروسرخ قرار گرفته و اثرات توان‌پرتودهی (۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۷۵ وات) بر ویژگی‌های ظاهری بررسی شدند. برای بررسی تغییرات رنگ و مساحت، در طی زمان خشک شدن به‌صورت پیوسته از نمونه‌ها عکس تهیه گردید. شاخص‌های رنگی شامل روشنایی (L*)، قرمزی (a*)، زردی (b*) و تغییرات رنگ (ΔE) و همچنین تغییرات مساحت نمونه‌ها در طی زمان خشک‌کردن محاسبه شد. شاخص L* محاسبه شده برای فرآیند خشک شدن نمونه‌های زردآلو نشان داد که از نظر روشنایی نمونه‌های پوشش داده شده روشن‌تر بودند و زردآلوهای پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو مقادیر L* بالاتری داشتند. از نظر شاخص تغییرات رنگ (ΔE) نیز، زردآلوهای پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو کمترین تغییرات رنگ را در طی زمان خشک‌کردن از خود نشان دادند و میانگین مقادیر ΔE برای نمونه شاهد، پوشش داده شده با صمغ گزانتان و پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو به ترتیب برابر ۲۱/۳۰، ۱٦/۸۹ و ۱۳/۹۲ بود. برای مدل‌سازی شاخص تغییرات رنگ، مدل درجه دوم در مقایسه با مدل توانی خطای کمتری داشت. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با صمغ دانه بالنگو باعث حفظ شکل ظاهری محصول خشک شده می‌گردد و همچنین کمترین تغییرات مساحت در کل زمان خشک شدن و در توان‌های مختلف پرتودهی در این نمونه‌ها مشاهده شد.

۱- مقدمه

پوشش‌های خوراکی لایه‌های نازکی از یک ماده خوراکی هستند که روی سطح مواد غذایی اعمال می‌شوند و یک مانع انتخابی در انتقال گاز ایجاد می‌کنند. پوشش‌های خوراکی با ایجاد این مانع فیزیکی نیمه‌تراوا بر روی سطح محصول، موجب کاهش نفوذپذیری به اکسیژن، دی‌اکسید کربن، بخار آب، کاهش انتقال رطوبت و املاح شده، همچنین اتمسفر اصلاح‌شده‌ای تولید می‌کند که موجب کاهش سرعت تنفس و کاهش سرعت واکنش اکسیداسیون می‌شود؛ در نتیجه در به حداقل رساندن تغییرات نامطلوب در طی انبارمانی نقش دارند. همچنین فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی به‌منظور افزایش کیفیت مواد غذایی، مورد استفاده قرار می‌گیرند و می‌توانند از اکسیداسیون و تغییرات رنگی در شرایط نامناسب جلوگیری کنند. همچنین از کاهش حجم و به دنبال آن افزایش چگالی ظاهری جلوگیری کرده و باعث بهبود ویژگی‌های فیزیکی مواد غذایی طی مدت زمان نگهداری می‌شوند [۱-۳]. پوشش‌های خوراکی می‌توانند از طریق غوطه‌وری، اسپری کردن، و یا غلتاندن بر روی سطح مواد غذایی قرار گیرند و ماده غذایی را در برابر انتقال گازها، بخارآب، مواد جامد محلول و ضربات مکانیکی محافظت کنند [٤]. Garousi و همکاران (۲۰۱۱) از پوشش خوراکیِ بر پایه پروتئین آب پنیر و صمغ گلان برای میوه زردآلو استفاده کردند [٥]. نتایج این پژوهش نشان داد که پوشش‌دهی زردآلو با پوشش خوراکی پروتئین آب پنیرِ حاوی گلیسرول و صمغ گلان باعث رسیدن طبیعی میوه می‌شود و میوه‌های پوشش‌دار نسبت به میوه‌های بدون پوشش نرم‌تر و آب‌دارتر می‌گردند. در نمونه‌های بدون پوشش رسیدن میوه به‌طور کامل انجام نشده و میوه به علت از دست دادن رطوبت، خشک و چروکیده می‌گردد.

استفاده از پوشش‌های خوراکی برای مواد غذایی قبل از خشک شدن یکی دیگر از موارد بالقوه پیش‌تیمار برای خشک‌کردن است. Silva و همکاران (۲۰۱۵) اثرات پوشش‌های خوراکی تهیه شده از پکتین و یک پوشش ترکیبی (ایزوله پروتئین آب‌پنیر + صمغ لوبیای لوکاست+گلیسرول) بر ویژگی‌های آناناس خشک شده در خشک شدن هوای داغ (٦٠ و ٧٠ درجه سلسیوس) را مورد بررسی قرار دادند [۲]. نتایج نشان داد که پیش‌تیمار پوشش‌دهی منجر به افزایش سطح ویتامین C در آناناس خشک شده می‌شود. هر دو پوشش استفاده شده تأثیری در رفتار خشک شدن نمونه‌ها نداشتند. ضرایب انتشار آب به‌شدت تحت تأثیر دما قرار گرفتند، درحالی‌که آنها اندکی تحت تأثیر پوشش‌ها قرار گرفتند. در پژوهش دیگری اثر پوشش خوراکی تهیه شده از پکتین بر خشک کردن و کیفیت پاپایا (*Carica papaya*) توسط محققان بررسی شده است [٦]. هنگام در نظر گرفتن ضخامت برش‌ها به‌عنوان متغیر، مدل‌سازی انتشار نتایج بهتری از خود نشان داده است. با مقایسه پاپایا خشک شده بدون پوشش با برش‌های پوشش داده شده پاپایا قبل از خشک شدن، مشاهده شد که نمونه‌های پوشش داده شده ویتامین C بیشتری داشتند؛ یعنی پوشش پکتین به‌طور مؤثری از اکسیداسیون این ترکیب زیست فعال جلوگیری کرده است. علاوه بر این، نفوذپذیری رطوبت نمونه‌های پوشش داده شده بالاتر از برش‌های غیر پوشش داده شده بود که به دلیل ماهیت آب دوستی پکتین است. استفاده از پیش تیمار پوشش‌دهی قبل از فرایند خشک‌کردن می‌تواند با حفظ کیفیت ظاهری، رنگ و حجم نمونه، عملکرد فرایند خشک‌کردن را بهبود بخشد. Gholipour Shahraki و Fazel (۲۰۱۹) اثر پوشش خوراکی (کربوکسی متیل سلولز به تنهایی و ترکیب با اسید آسکوربیک) و شرایط خشک‌کردن بر ویژگی‌های کیفی انجیر خشک را بررسی کردند. این محققان گزارش کردند که پوشش‌دهی، سرعت جریان هوا و دما، پارامترهای چروکیدگی و شاخص‌های رنگی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۳].

رنگ محصول خشک شده از نظر سلامت محصول اهمیت دارد. گسترش رنگ طی فرآیند یک پدیده سطحی است که وابسته به دما و زمان فرآیند می‌باشد. از طرفی دمای سطحی محصول در تشکیل رنگ و واکنش‌های شیمیایی وابسته به آن، اهمیت زیادی دارد [۷]. پارامترهای رنگی می‌توانند تحت تأثیر روش خشک شدن قرار گیرند. هوای داغ به دلیل زمان طولانی فرایند، بیشترین افت رنگی را در محصولات کشاورزی ایجاد می‌کند [۸]. در سال‌های اخیر پرتودهی با فروسرخ (IR) به‌عنوان منبع انرژی حرارتی برای خشک‌کردن بسیاری از محصولات کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. پرتودهی با فروسرخ در مقایسه با روش‌های حرارت‌دهی متداول دارای مزایای متعددی بوده و کیفیت ظاهری و رنگ محصول خشک‌شده حاصل از آن بالاتر است. در این روش زمان فرایند کوتاه‌تر و میزان مصرف انرژی کمتر می‌باشد [۹, ۱۰].

با توجه به اهمیت و کاربرد هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی، امروزه توجه به صمغ‌های گیاهی افزایش یافته است و پژوهشگران به فکر جایگزینی صمغ‌های گیاهی با نمونه‌های تجاری هستند [۱۱]. صمغ دانه بالنگو[1] (*Lallemantia royleana*) از جمله هیدروکلوئیدهایی است که حاوی کربوهیدرات، پروتئین و فیبر می‌باشد و می‌توان از آن در فرمولاسیون‌انواع مواد غذایی و یا برای پوشش‌دهی انواع محصولات کشاورزی به‌عنوان پوشش خوراکی استفاده کرد [۱۲]. با توجه به منابع منتشرشده مشخص شد که تاکنون پژوهشی در خصوص بررسی و مدل‌سازی سینتیک تغییرات رنگ و سطح در طی فرآیند خشک‌کردن زردآلو پوشش‌دهی شده با صمغ‌های گزانتان و دانه بالنگو صورت نگرفته است. لذا هدف از این تحقیق بررسی اثر توان پرتودهی و زمان فرآیند خشک‌کردن بر تغییرات رنگ زردآلو و مدل‌سازی آن بوده است. مدل به‌دست‌آمده از این پژوهش، توصیف کننده رفتار تغییرات رنگ در حین فرآیند خشک‌کردن زردآلو می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- تهیه صمغ دانه بالنگو و گزانتان

در این پژوهش دانه‌های بالنگو (*Lallemantia royleana*) از استان همدان تهیه و ناخالصی آن‌ها کاملاً جداسازی گردید. جهت استخراج موسیلاژ، ابتدا دانه‌های بالنگو به مدت ۲۰ دقیقه درون آب با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و نسبت آب به دانه برابر ۲۰ به ۱ قرار گرفتند. سپس جهت جدا کردن صمغ خارج شده از دانه‌ها، از دستگاه آبمیوه‌گیری[2] استفاده شد [۱۳]. غلظت موسیلاژ استخراج شده ۰/۶ درصد وزنی/وزنی بود و جهت پوشش‌دهی نمونه‌ها از آن استفاده گردید. برای تهیه محلول‌های پوشش‌دهی با گزانتان، از صمغ تجاری گزانتان (فوفنگ، چین[3]) استفاده گردید.

۲-۲- فرآیند پوشش‌دهی

برای انجام آزمایش‌ها، نمونه‌های زردآلو از استان کرمانشاه تهیه گردید. برای انجام فرآیند خشک‌کردن ابتدا زردآلوها به قطعاتی با ضخامت ۰/۵ سانتی‌متر برش داده شدند. نمونه‌ها به دو گروه شاهد (بدون پوشش) و پوشش داده شده توسط صمغ‌های گزانتان یا دانه بالنگو تقسیم شدند. ابتدا درون دو بشر به‌صورت جداگانه محلول‌هایی با غلظت ۰/۶ درصد وزنی/وزنی از هر کدام از صمغ‌ها تهیه شد. سپس برای پوشش‌دهی با صمغ‌های گزانتان یا دانه بالنگو، نمونه‌های برش خورده به مدت ۶۰ ثانیه درون محلول تهیه شده از صمغ‌ها قرار گرفتند.

۲-۳- فرآیند خشک‌کردن

زردآلوهای شاهد و پوشش داده شده بلافاصله پس از آماده‌سازی جهت پرتودهی توسط خشک‌کن فروسرخ مورداستفاده قرار گرفتند. برای خشک‌کردن نمونه‌های برش خورده با خشک‌کن فروسرخ از لامپ‌های فروسرخ ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۷۵ وات در فاصله ۷/۵ سانتی‌متر لامپ از نمونه استفاده شد.

۲-۴- بررسی تغییرات رنگ سطحی

جهت بررسی تغییرات رنگ سطح نمونه‌ها از روش پردازش تصویر استفاده گردید. در این روش از یک اسکنر اچ‌پی[4]، جهت تصویربرداری استفاده گردید. ابتدا تصاویر با فرمت JPG و در فضای رنگی RGB ذخیره شدند. تصاویر گرفته‌شده توسط نرم‌افزار Image J (Image J software version 1.42e, USA) و برنامه آن (Color –Space – Converter) از فضای رنگی RGB به L* a* b* تبدیل گردیدند. مدل رنگی Lab مرکب از جزء روشنایی (مقدار L که دامنه‌ای از صفر تا ۱۰۰ را دارد) و دو جزء رنگی (دامنه‌ای از ۱۲۰- تا ۱۲۰+) که شامل جزء a* (دارای طیف رنگی سبز تا قرمز) و جزء b* (دارای طیف رنگی آبی تا زرد) می‌باشد، تشکیل شده است [۱۴, ۱۵]. مقادیر تغییر رنگ (ΔE) در مقایسه با نمونه تازه، با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد.

(۱)

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2}}$$

سطح برش‌های زردآلو در طی خشک‌کردن نیز با استفاده از روش پردازش تصویر و با استفاده از اسکنر اندازه‌گیری شد.

۲-۵- مدل‌سازی شاخص تغییرات رنگ

مقادیر ΔE برای تیمارها و توان‌های مختلف در طی زمان خشک‌کردن محاسبه شد و داده‌های تجربی حاصل از آن با مدل‌های توانی (۲) و درجه دوم (۳) برازش شدند. در این

1. Balangu seed
2. Bellanzo BFP-1540 Juicer, China
3. FuFeng, China
4. Hp Scanjet 300, China

معادلات حروف a، b و c ثابت‌های معادله و t زمان برحسب دقیقه می‌باشد [۱۶].

$$E=at^{b}\Delta \quad (۲)$$

$$E=a+bt+ct^{2}\Delta \quad (۳)$$

درمجموع، در این پایان‌نامه اثر نوع پوشش (بدون پوشش، گزانتان و دانه بالنگو) و توان لامپ پرتودهی (در سه سطح ۱۵۰، ۲۵۰ و ۳۷۵ وات) بر تغییرات رنگ و ویژگی‌های ظاهری زردآلوهای قرار گرفته درون خشک‌کن فروسرخ در سه تکرار مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مطالعه به‌منظور مدل کردن داده‌های تجربی خشک‌کردن و به دست آوردن ثابت‌های مدل‌ها، از نرم‌افزار Curve Expert ویرایش ۱/۳٤ استفاده گردید. آزمایش‌ها در قالب فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی بررسی شدند. برای رسم نمودارها از برنامه Excel (۲۰۰۷) استفاده گردید.

۳- نتایج و بحث

استفاده از پیش تیمارهایی مانند پوشش‌های خوراکی می‌تواند کیفیت محصول خشک شده را بهبود بخشد. تغییر رنگ و سطح برش‌های زردآلو در طی خشک شدن در سامانه فروسرخ در مدت زمان ۱۳۰ دقیقه در شکل ۱ نشان داده شده است.

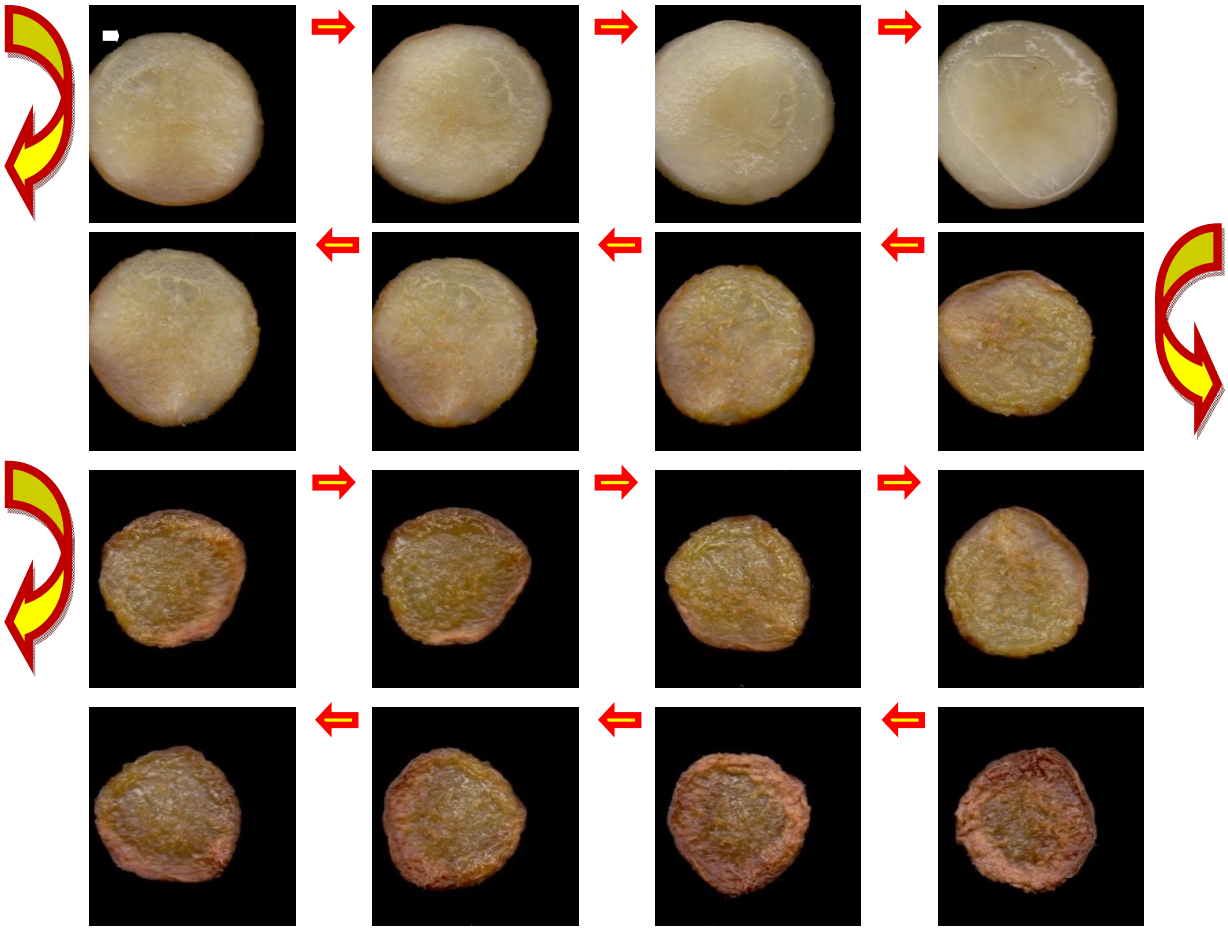


Fig 1 Color and surface changes of apricot slices during IR drying.

در تمامی توان‌ها چنین تغییراتی مشاهده شد، اما سرعت تغییرات آن با افزایش توان افزایش پیدا کرد. به‌طورکلی برش‌های روشن‌تر زردآلو نسبت به رنگ تیره مشتری پسندتر می‌باشند. برش‌های زردآلو در حین خشک شدن تیره‌تر شدند که این امر با کاهش شاخص روشنایی (L*) در حین خشک‌کردن مشخص شده است. اثر نوع پوشش خوراکی استفاده شده برای پوشش‌دهی برش‌های زردآلو هنگام خشک شدن در سامانه فروسرخ در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است نمونه‌های پوشش

داده شده سطح بیشتری دارند و تغییرات اندازه آنها در انتهای فرآیند خشک شدن کمتر است.

اثر پوشش خوراکی تهیه شده از پکتین بر خشک کردن و کیفیت پاپایا (*Carica papaya*) توسط محققان بررسی شده است [٦]. استفاده از پوشش پکتین روی سطح میوه باعث کاهش مقادیر قرمزی (a^*) و زردی (b^*) نمونه‌های تازه می‌شود. پارامترهای رنگی نمونه‌های پوشش داده نشده پس از خشک شدن در دمای ٦٠ یا ٧٠ درجه سلسیوس به‌طور قابل‌توجهی تغییر نکردند. برش‌های پاپایای پوشش داده شده افزایش معنی‌داری در مقادیر پارامترهای a^* و b^* پس از خشک شدن در ٦٠ درجه سلسیوس نشان دادند.

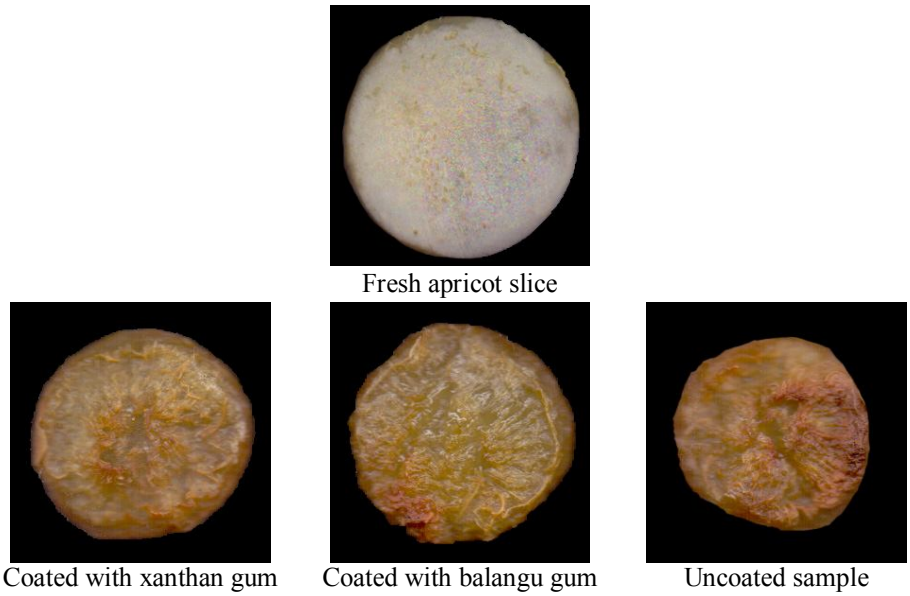


Fig 2 Effect of coating on the surface changes of apricot slices during IR drying

رنگ سطحی محصولات خشک شده یکی از مهمترین فاکتورهایی است که برای ارزیابی کیفیت این محصولات در نظر گرفته می‌شود. ازجمله عوامل اثرگذار بر شاخص کیفی رنگ می‌توان به روش و شرایط خشک‌کردن و همچنین پیش تیمارهای اعمال شده قبل از فرایند خشک‌کردن اشاره کرد. اثر پوشش‌دهی بر تغییر شاخص روشنایی (L^*) طی خشک‌کردن زردآلو در شکل ٣ مشاهده می‌شود.

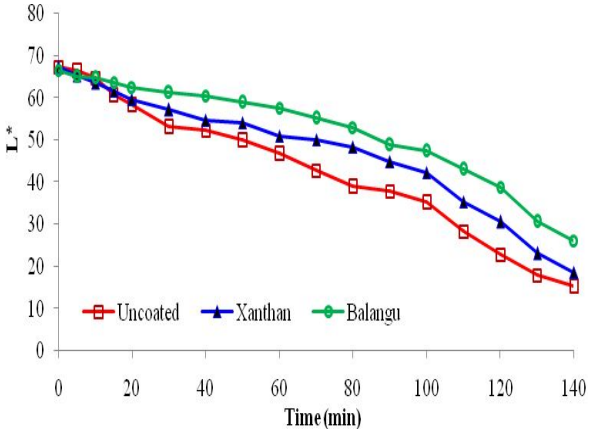


Fig 3 Effect of edible coatings on the lightness parameter (L*) during IR drying of apricot slices (150 W).

بررسی شاخص L^* محاسبه شده برای فرآیند خشک شدن زردآلوها نشان داد که از نظر روشنایی نمونه‌های پوشش داده شده با هر دو صمغ دانه بالنگو و گزانتان نسبت به نمونه شاهد روشن‌تر بودند و زردآلوهای پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو مقادیر L^* بالاتری داشتند. L^* محاسبه شده برای نمونه شاهد، پوشش داده شده با صمغ گزانتان و پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو به ترتیب برابر ٤٤/٧، ٤٨/٧ و ٥٣/٢ بود (جدول ١). نتایج پژوهش Silva و همکاران [٢] نشان داد که خشک کردن با هوای داغ باعث کاهش روشنایی آناناس شده و تغییرات رنگ مایه از زردی به نارنجی کمرنگ بوده است. پوشش‌دهی آناناس با پکتین و یک پوشش ترکیبی (ایزوله پروتئین آب‌پنیر + صمغ لوبیای لوکاست+گلیسرول) به‌طور متفاوتی بر روشنایی نمونه‌ها در هنگام خشک کردن با هوا تأثیر گذار بودند و پوشش پکتین کمترین تغییر را در پارامتر رنگی روشنایی نشان داد. Gholipour Shahraki و Fazel (٢٠١٩) در تحقیقی اثر پوشش خوراکی (کربوکسی متیل سلولز به‌تنهایی و ترکیب با اسید آسکوربیک) و شرایط خشک‌کردن بر

ویژگی‌های کیفی انجیر خشک را مورد بررسی قرار دادند. استفاده از پوشش کربوکسی متیل سلولز و کربوکسی متیل سلولز–اسید آسکوربیک به ترتیب به میزان ۲/۶۱ و ۱/۹۸ درصد باعث افزایش روشنایی نمونه‌ها شد. همچنین پوشش ترکیبی کربوکسی متیل سلولز–اسید آسکوربیک باعث افزایش a* به مقدار ۱/٤٤ درصد گردید [۳].

Table 1 Color indexes of apricot slices during IR drying.

Coating type	IR power (W)	L*	a*	b*
Uncoated	150	44.71	9.25	22.52
	250	45.53	8.28	17.77
	375	47.80	4.03	15.83
Balangu	150	53.15	6.78	24.17
	250	47.76	7.18	22.88
	375	53.65	3.96	16.59
Xanthan	150	48.72	8.65	20.20
	250	43.82	7.93	20.55
	375	50.39	3.09	16.68

پوشش‌های خوراکی به‌عنوان سدی از نفوذ اکسیژن و تأثیرات منفی آن جلوگیری کرده، ظاهر محصول را بهبود و باعث ایجاد رنگ روشن و مشتری‌پسند در محصول می‌شوند [٤]. اثر پوشش‌دهی بر سینتیک شدت تغییر رنگ سطح برش‌های زردآلو در شکل ٤ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، در طی زمان خشک شدن، مقدار ΔE محاسبه شده افزایش یافته است. از نظر شاخص تغییرات رنگ (EΔ) زردآلوهای پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو کمترین تغییرات رنگ را در طی زمان خشک‌کردن از خود نشان دادند و میانگین مقادیر EΔ برای نمونه شاهد، پوشش داده شده با صمغ گزانتان و پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو به ترتیب برابر ۲۱/۳۰، ۱٦/۸۹ و ۱۳/۹۲ بود (P<۰/۰۵) (شکل ۵).

Seraji و همکاران (۲۰۱۲) اثر پوشش‌های خوراکی تهیه شده از کربوکسی متیل سلولز – اسید آسکوربیک و آبگیری اسمزی برای خشک‌کردن کدوسبز را بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که پوشش تهیه شده از کربوکسی متیل سلولز باعث کاهش میزان مواد جامد محلول جذب شده است (بدون اثر کاهش دهنده بر میزان آبگیری) که این مورد به‌نوبه خود زمان خشک شدن نهایی توسط آون را کاهش می‌دهد. همچنین نمونه‌های پوشش داده شده و آبگیری شده با روش اسمز در مقایسه با نمونه‌های شاهد (تیمار نشده) از لحاظ رنگ و مقبولیت حسی کیفیت بالاتری داشتند [۱۷].

داده‌های مربوط به تغییر رنگ زردآلو در طی خشک شدن با دو مدل توانی و درجه دوم ذکر شده در بخش مواد و روش‌ها برازش شدند.

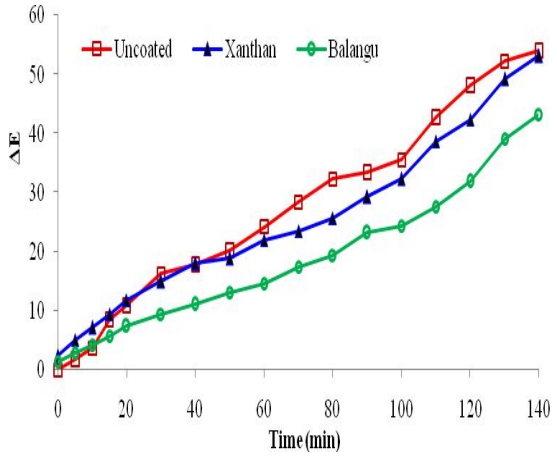


Fig 4 Effect of edible coatings on the color change index (ΔE) during IR drying of apricot slices (150 W).

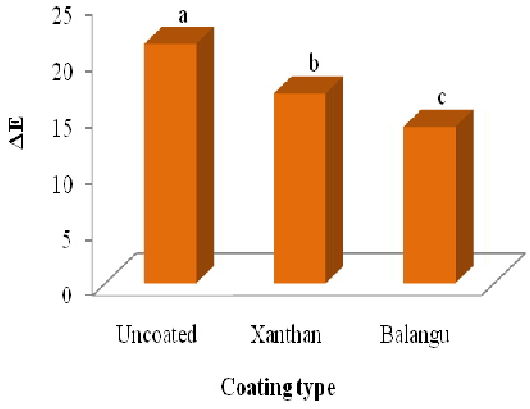


Fig 5 Effect of edible coatings on average color change index (ΔE) of dried apricot slices.

با توجه به روند تغییرات داده‌های مربوطه مشخص شد که مدل درجه دوم برای توصیف روند تغییر داده‌ها مناسب‌تر است؛ لذا ضرایب این مدل برای تیمارها و توان‌های مختلف محاسبه و در جدول ۲ گزارش گردید. با استفاده از داده‌های ذکر شده در این جدول می‌توان سرعت تغییر رنگ زردآلو در طی خشک شدن در زمان‌های مختلف را پیش‌بینی نمود.

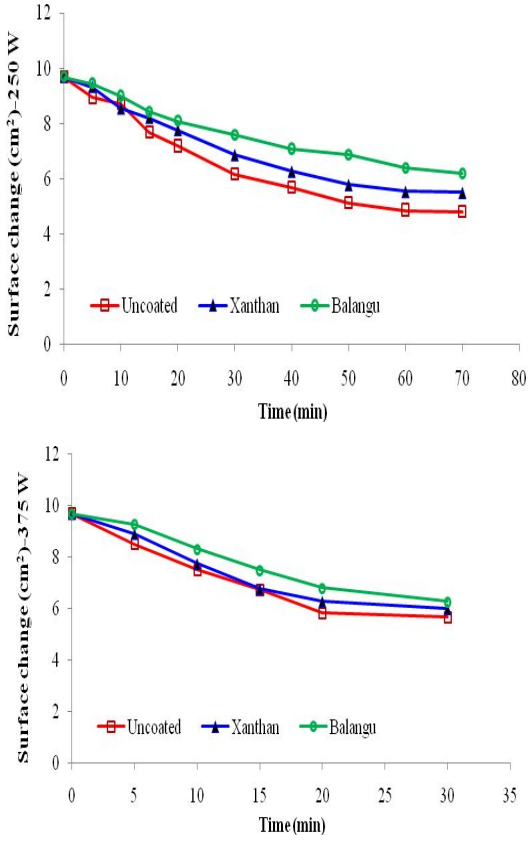
در تحقیقی مدل‌سازی تغییرات رنگی طی خشک‌کردن انگور پیش‌تیمار شده با فراصوت و کربوکسی متیل سلولز توسط Tahmasebi-Pour و همکاران (۱۳۹۳) انجام گرفته است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که با کاهش محتوای رطوبت در طول خشک شدن، میزان L و b نمونه‌ها کاهش و میزان a افزایش یافته است. نتایج حاصل از ارزیابی حسی نیز، نشان دهنده بهبود شکل ظاهری، رنگ و حالت کلی نمونه‌های پیش تیمار شده با فراصوت و کربوکسی متیل سلولز بوده است. این محققان از مدل‌های درجه اول، نمایی و پیشنهادی خود جهت مدل‌سازی پارامترهای رنگی در این پژوهش استفاده کرده‌اند. در نهایت یکی از مدل‌های پیشنهادی خود محققان، با توجه به نتایج حاصل از آنالیز رگرسیونی چندمتغیره، به‌عنوان مدل مناسب پیش‌بینی کننده تغییرات رنگی نمونه‌های انگور انتخاب شده است [۱۸].

Table 2 The quadratic model coefficients for color change index (ΔE) of apricot slices.

Coating type	IR power (W)	a	b	c	R	SE
Uncoated	150	1.433	0.386	-7.11×10^{-5}	0.995	1.858
	250	3.844	0.239	0.0051	0.961	4.707
	375	-0.141	0.642	0.0425	0.991	3.568
Balangu	150	3.184	0.124	0.0011	0.994	1.418
	250	4.449	0.011	0.0054	0.978	2.320
	375	3.138	-0.817	0.0711	0.989	3.086
Xanthan	150	5.400	0.207	0.0008	0.990	1.924
	250	3.105	0.0052	0.0071	0.965	3.832
	375	2.604	-0.936	0.0847	0.986	4.138

پوشش خوراکی استفاده شده بر روی تکه‌های غذایی قبل از خشک شدن با هوای گرم یک فناوری است که می‌تواند کیفیت تغذیه‌ای و حسی محصولات آبگیری شده را بهبود بخشد [٦]. اثر تیمارهای پوشش‌دهی و توان‌های پرتودهی بر تغییر اندازه سطح برش‌های زردآلو در شکل ٦ نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در طی زمان خشک‌کردن، مساحت نمونه‌ها کاهش می‌یابد. در تمامی توان‌های پرتودهی بررسی شده در این پژوهش، نمونه‌های پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو، افت کمتری را از نظر اندازه سطح نشان دادند و و این نمونه‌ها از نظر اندازه بزرگتر بودند.



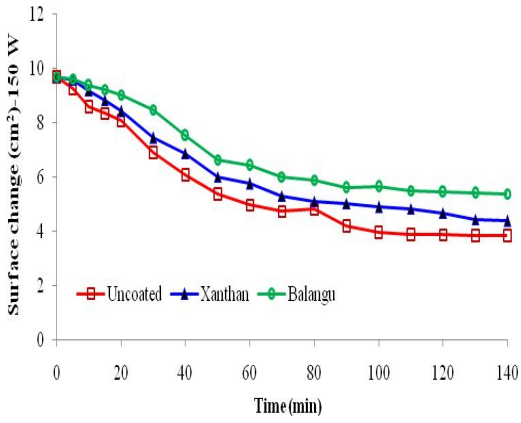


Fig 6 Effect of edible coatings and IR power on the surface change of apricot slices.

میانگین مساحت محاسبه شده برای توان ۱۵۰ وات و برای نمونه شاهد، پوشش داده شده با صمغ گزانتان و پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو به ترتیب برابر ۵/۹۱، ٦/٤٩ و ۷/۱۰ بود. برای سایر توان‌ها هم روند مشابهی مشاهده شد.

٤- نتیجه‌گیری

پوشش‌دهی میوه‌ها با استفاده از صمغ‌های خوراکی باعث افزایش کیفیت ظاهری، بهبود رنگ و کاهش چروکیدگی آنها در انتهای فرآیند خشک‌کردن می‌شود. در این مطالعه اثر پوشش‌های صمغ گزانتان و دانه بالنگو و همچنین توان لامپ فروسرخ بر شاخص‌های رنگی و مساحت برش‌های زردآلو در طی خشک‌کردن به روش فروسرخ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نمونه‌های پوشش‌دهی شده با صمغ دانه بالنگو رنگ روشن‌تری داشته و تغییرات سطح در آنها حداقل بود که این امر حاکی از سطح بزرگتر و حداقل چروکیدگی در نمونه‌های پوشش‌دهی شده در طی فرآیند خشک‌کردن بود. نمونه‌های شاهد (پوشش داده نشده) افت بیشتری از نظر مساحت داشته و اندازه کوچک‌تری داشتند. از نظر شاخص تغییرات رنگ ($E\Delta$) نیز زردآلوهای پوشش داده شده با صمغ دانه بالنگو، کمترین تغییرات رنگ را در طی زمان خشک‌کردن از خود نشان دادند. با توجه به روند تغییرات داده‌های مربوط به شاخص تغییرات رنگ مشخص شد که مدل درجه دوم برای توصیف روند تغییر داده‌ها مناسب است. در مجموع بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش، استفاده از صمغ دانه بالنگو به‌عنوان پوشش خوراکی برای تیماردهی میوه‌ها قبل از فرآیند خشک‌کردن با سامانه فروسرخ توصیه می‌شود. البته با توجه به کیفیت بافتی و ظاهری بالاتر محصولات خشک‌شده در خشک‌کن‌های ترکیبی فروسرخ مانند فروسرخ-هوای داغ، برای بهبود خصوصیات محصولات پوشش داده شده با این صمغ، استفاده از این خشک‌کن‌های ترکیبی توصیه می‌شود. همچنین به‌عنوان پژوهش‌های آتی بررسی استفاده از این صمغ برای پوشش‌دهی سایر محصولات کشاورزی هنگام خشک شدن در سایر خشک‌کن‌های صنعتی پیشنهاد می‌شود.

٥- منابع

[1] Salehi, F. 2021. Edible coating of fruits and vegetables using natural gums: A review, International Journal of Fruit Science. 21.

[2] Silva, K. S., Garcia, C. C., Amado, L. R., Mauro, M. A. 2015. Effects of Edible Coatings on Convective Drying and Characteristics of the Dried Pineapple, Food and Bioprocess Technology. 8, 1465-1475.

[3] Gholipour Shahraki, P., Fazel, M. 2019. Effect of edible coating and time and temperature of drying on properties of dried fig, Iranian Food Science and Technology Research Journal. 15, 77-89.

[4] Baldwin, E. A., Wood, B. 2006. Use of edible coating to preserve pecans at room temperature, HortScience. 41, 188-192.

[5] Garousi, F., Javanmard, M., Fatemeh, H. 2011. Application of edible coating based on Whey Protein-Gellan gum for apricot (*Prunus armeniaca* L.), Food science and technology. 8, 39-48.

[6] Garcia, C. C., Caetano, L. C., de Souza Silva, K., Mauro, M. A. 2014. Influence of Edible Coating on the Drying and Quality of Papaya (Carica papaya), Food and Bioprocess Technology. 7, 2828-2839.

[7] Gökmen, V., Palazoğlu, T. K. 2008. Acrylamide formation in foods during thermal processing with a focus on frying, Food and Bioprocess Technology. 1, 35-42.

[8] Askari, G. R., Emam-Djomeh, Z., Mousavi, S. M. 2009. An Investigation of the Effects of Drying Methods and Conditions on Drying Characteristics and Quality Attributes of Agricultural Products during Hot Air and Hot Air/Microwave-Assisted Dehydration, Drying Technology. 27, 831-841.

[9] Salehi, F. 2020. Recent applications and potential of infrared dryer systems for drying various agricultural products: A review, International Journal of Fruit Science. 20, 586-602.

[10] Hosseini Ghaboos, S. H. Production of pumpkin powder with vacuum-infrared system and its use in the formulation of spong cake. in: Food science and technology, Islamic Azad University, Science and Research Brach, Tehran, 2016, pp. 122.

[11] Salehi, F. 2021. Effect of coatings made by new hydrocolloids on the oil uptake during deep-fat frying: a review, Journal of Food Processing and Preservation. Early View.

[12] Salehi, F. 2019. Characterization of new biodegradable edible films and coatings based on seeds gum: A review, Journal of Packaging Technology and Research. 3, 193-201.

[13] Salehi, F., Amin Ekhlas, S., Pavee, S., Zandi, F. 2018. Effect of balangu seed gum on rheological, physical and sensory properties of gluten free rice cake, Food Sciences and Nutrition 15, 61-68.

[14] Salehi, F. 2017. Rheological and physical properties and quality of the new formulation of apple cake with wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*), Journal of Food Measurement and Characterization. 11, 2006-2012.

[15] Salehi, F., Amin Ekhlas, S. 2018. The effects of wild sage seed gum (*Salvia macrosiphon*) on the rheological properties of batter and quality of sponge cakes, Journal of Food Biosciences and Technology. 8, 41-48.

[16] Salehi, F. 2018. Color changes kinetics during deep fat frying of carrot slice, Heat and Mass Transfer. 54, 3421-3426.

[17] Seraji, A., Ghanbarzadeh, M., Sowti, M., Movahhed, S. 2012. The study of carboxymethyl cellulose-ascorbic acid based edible coating and osmotic dehydration on cucurbit drying, Iranian Food Science and Technology Research Journal. 8, 209-218.

[18] Tahmasebi-Pour, M., Dehghannya, J., Seiiedlou-Heris, S. S., Ghanbarzadeh, B. 2014. Modeling changes of color parameters during grapes drying pretreated with ultrasound and carboxymethyl cellulose and investigating its sensory characteristics 1, 61-79.

Iranian Journal of Food Science and Technology

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Effect of edible coatings on the color and surface changes of apricot slices during drying in infrared system

Satorabi, M. [1]; Salehi, F. [2]*, Rasouli, M. [2]

1. MSc Student, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

ABSTRACT

Edible coatings application to the food prior to drying by infrared system is another potential pretreatment to drying. Edible coatings are thin layers of an edible material applied to the surface of the food and creating a selective barrier to the gas transport. The aim of this study was to investigate the color and area changes of coated apricot slices with xanthan and balangu seeds gums during drying in the infrared system. In this study, apricot slices in cylinder form with a thickness of 0.5 cm were coated using xanthan and balangu seeds gum (concentration of 0.6%) and then placed in an infrared dryer and the effect of radiation power (150, 250 and 375 W) on the appearance characteristics were examined. To examine the color and area changes of the samples, samples image were taken continuously during drying time. Color indexes including brightness (L*), redness (a*), yellowness (b*) and color changes (ΔE) as well as changes in the samples area during drying time were calculated. The calculated L* index for the drying process of apricot samples showed that the coated samples were brighter in terms of brightness and the coated apricots with balangu seed gum had higher L* values. In terms of color change index (ΔE), coated apricots with balangu seed gum showed the lowest color changes during drying time and the average values of ΔE for the control sample, coated with xanthan gum and coated with balangu seed gum were equal to 21.30, 16.89 and 13.92, respectively. For modeling the color change index, the quadratic model had less error than the power model. The results showed that the coating with balangu seed gum maintained the appearance of the dried product and also the least area changes in the total drying time and at different irradiation powers were observed in these samples.

ARTICIE INFO

Article History:

Received 19 August 2020
Accepted 15 November 2020

Keywords:

Balangu seed gum,
Color indexes,
Infrared radiation,
Xanthan.

DOI: 10.52547/fsct.18.03.03

*Corresponding Author E-Mail:
F.Salehi@Basu.ac.ir