نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر - آبان 1397، ص. 571-561

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 561-571

بررسی تاثیر پوشش‌دهی بر جذب روغن طی فرآیند سرخ کردن عمیق شیرینی سنتی پیشمه

نجیمه تقوی[1]- امان محمد ضیائی‌فر[2*]- حبیب الله میرزایی[3]- علیرضاصادقی ماهونک[3]- محمدقربانی[3]- حسن صباغی[4]

تاریخ دریافت: 1395/03/30
تاریخ پذیرش: 1396/10/11

چکیده

امروزه، تمایل مصرف‌کنندگان به مصرف مواد غذایی با محتوی کمتر روغن، افزایش یافته است. یکی از روش‌های کاهش جذب روغن در محصولات غذایی پوشش دادن با مواد هیدروکلوئیدی قبل از سرخ کردن می‌باشد. شیرینی پیشمه نوعی خمیر سرخ شدنی است که در ترکمن صحرا به‌صورت محلی تهیه می‌شود. این محصول در طول فرآیند سرخ شدن مقدار زیادی روغن جذب می‌کند. در این پژوهش تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی آلوئه‌ورا، کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان بر جذب روغن حین سرخ کردن عمیق شیرینی پیشمه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی منجر به کاهش از دست رفتن رطوبت در مقایسه با تیمار فاقد پوشش شد. همچنین مقدار روغن جذب شده در نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با شاهد کمتر بود ($p<0/05$). بیشترین مقدار کاهش چربی مربوط به نمونه‌های پوشش‌دهی شده با مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز - زانتان با غلظت 1% (*w/v*) بود (4/4 درصد) و کمترین مقدار کاهش چربی در آلوئه‌ورا 0/5% (*w/v*) مشاهده شد (10/1 درصد). پوشش‌دهی باعث افزایش بازدهی سرخ کردن نسبت به تیمار شاهد گردید. در نهایت نمونه پوشش داده شده نسبت به نمونه فاقد پوشش کیفیت بهتری از نظر رنگ داشت. پوشش‌دهی باعث افزایش شاخص زردی (b^*)، کاهش میزان روشنایی (L^*)، قرمزی (a^*) و کروما، نسبت به تیمار شاهد گردید ($p<0/05$).

واژه‌های کلیدی: پیشمه، مواد هیدروکلوئیدی، پوشش‌دهی، جذب روغن، سرخ کردن

مقدمه

سرخ کردن عمیق در روغن یک فرآیند متداول برای تولید محصولات غذایی با خصوصیات حسی مطلوب شامل رنگ، طعم و مزه و بافت می‌باشد (جوینز و همکاران،2016; مارتینزیاستا و همکاران، 2014). طی سرخ کردن، وقتی ماده غذایی در تماس با روغن داغ قرار می‌گیرد، این امر باعث انتقال سریع حرارت از روغن به آب محصول شده (وان‌کورتن و همکاران، 2015; ضیائی‌فر و همکاران، 2008) و درنتیجه باعث انتقال جرم بین ماده غذایی و محیط سرخ کردن می‌گردد (جوینز و همکاران، 2016; میراندا و همکاران، 2010) در واقع، ماده غذایی رطوبت زیادی را از دست می‌دهد و این آب تبخیر شده از سطح ماده غذایی با روغن جایگزین می گردد (عجم وهمکاران، 1393). آب‌زدایی در سطح محصول باعث تشکیل سریع پوسته می‌شود در حالی که ناحیه هسته مرطوب باقی می‌ماند (وان‌کورتن و همکاران، 2015; ضیائی‌فر و همکاران، 2008) این لایه به‌دلیل از دست دادن آب طی فاز تبخیر متخلخل می‌شود (کالوگیانی و همکاران، 2013). تخلخل پوسته و اندازه حفره‌های ایجاد شده مقدار روغن جذب شده را کنترل می‌کند (وان‌کورتن و همکاران، 2015). مطالعه این فرآیند روی محصولات سنتی و محلی اهمیت زیادی پیدا کرده است.

در ایران، محصول خمیری پیشمه شیرینی سنتی سرخ شدنی است که در نواحی استان گلستان توسط اهالی ترکمن صحرا به‌صورت محلی تهیه می‌شود. این شیرینی به علت داشتن ترکیبات مفید تغذیه‌ای نظیر شیر، آرد گندم و تخم‌مرغ غذای مناسبی برای وعده صبحانه و عصرانه می‌باشد. این محصول سرخ شده دارای پوسته ترد و هسته داخلی شبیه کیک بوده و رنگ پوسته آن بعد از اتمام فرآیند قهوه‌ای طلایی است. یکی از مشکلات کیفی این محصول این است که همانند دونات طی سرخ کردن روغن زیادی را جذب می کند. به‌طورکلی، میزان چربی شیرینی‌های خمیری سرخ شدنی بسته به نوع فرمول و شرایط سرخ کردن بین 10 تا 26 درصد متفاوت می‌باشد (شیه و همکاران، 2001; عجم وهمکاران، 1393).

مصرف بیش از حد چربی منجر به افزایش کلسترول خون شده و

1، 2، 3 و 4- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادیار، دانشیار و دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
(*مسئول مکاتبات: Email: ziaiifar@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v14i4.56899

در نتیجه منجر به بیماری‌های متعددی مانند افزایش فشار خون، بیماری‌های قلبی عروقی و چاقی می‌گردد (سینگ‌سونگ و همکاران، 2009; ملیتو، 2009; عجم و همکاران،1393). استفاده از پوشش‌های خوراکی یک روش کاربردی مناسب برای کاهش جذب روغن در هنگام سرخ کردن می‌باشد. اخیرا پژوهش‌های زیادی در ارتباط با تاثیر پوشش‌دهی بر جذب روغن در محصولات غذایی مختلف در کشورمان انجام شده است. اجاق و همکاران (1395) طی پژوهشی تأثیر پوشش‌های هیدروکلوئیدی بر میزان کاهش جذب روغن و خواص کیفی میگوی سرخ شده را مطالعه کردند. نمونه‌های پوشش‌دهی شده رنگ تیره‌تری نسبت به نمونه‌های شاهد داشتند. در پژوهشی جرجانی و همکاران (1394) تاثیر هیدروکلوئیدهای گوار و زانتان را بر کاهش جذب روغن در فرآیند سرخ کردن بادمجان بررسی کردند. صمغ زانتان در کلیه غلظت‌ها میزان کاهش چربی بالایی را نشان داد. خضری‌پورعرب و همکاران (1394) اثر صمغ عربی و پلی‌ساکارید محلول در آب سویا بر میزان رطوبت، جذب روغن، رنگ، تردی و ویژگی‌های حسی خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده را بررسی کردند نتایج نشان داد اثر این متغیرها بر میزان رطوبت، پارامترهای رنگی، تردی و میزان چربی سیب‌زمینی سرخ شده معنی‌دار بود ($p<0/1$). علیزاده زیناب و همکاران (1392) با بررسی تأثیر هیدروکلوئیدهای خوراکی بر میزان جذب روغن سیب‌زمینی طی فرآیند سرخ کردن عمیق مشاهده کردند هیدروکلوئیدهای کربوکسی‌متیل‌سلولز و پکتین در هر دو غلظت، باعث کاهش جذب روغن شدند. مختاریان و همکاران (1393) تأثیر نوع پوشش (صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز و ژل حاصل از گیاه آلوئه ورا) را بر روی پروفایل انتقال جرم چیپس کیوی سرخ شده مورد بررسی قرار دادند ژل آلوئه‌ورا به‌عنوان یک ترکیب هیدروکلوئیدی، توانست جذب روغن را کاهش دهد. فرج زاده و همکاران (1391) اثر پوشش‌دهی بر پایه صمغ زانتان و گوار بر میزان کاهش جذب روغن، خواص فیزیکی و حسی همبرگرهای سرخ شده بررسی کردند. غلظت صمغ‌های گوار و زانتان بر ویژگی‌هایی مانند حفظ رطوبت، کاهش جذب روغن و روشن‌تر شدن رنگ، اثرگذار بود.

زمانی‌قلعه‌شاهی و همکاران (1394) در ارزیابی پوشش‌دهی با صمغ دانه ریحان بر میزان جذب روغن و مقایسه آن با صمغ‌های رایج نظیر زانتان و متیل‌سلولز بر خواص فیزیکی خلال‌های سیب‌زمینی سرخ شده مشاهده کردند مقدار روغن در همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود. حسین‌آبادی و همکاران (1390) تأثیر پوشش‌های هیدورکلوئیدی متیل‌سلولز و کتیرا را بر میزان جذب روغن و خواص کیفی سیب‌زمینی سرخ شده بررسی کردند. نتایج نشان داد پوشش متیل‌سلولز از پوشش کتیرا برای خلال‌های سیب‌زمینی مناسب‌تر بود. همچنین استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی باعث افزایش معنی‌دار فاکتورهای L*, a*, b* رنگ نمونه‌های خلال سیب زمینی در مقایسه با نمونه شاهدگردید. دارائی گرمه‌خانی و همکاران (1388) تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر جذب روغن و خواص کیفی خلال نیمه سرخ شده سیب‌زمینی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی باعث افزایش رطوبت خلال‌های سرخ شده در مقایسه با تیمار شاهد شد و کربوکسی‌متیل‌سلولز نقش زیادی در تشدید رنگ داشت.

بنابراین، باتوجه به تأثیر مواد هیدروکلوئیدی بر کاهش میزان جذب روغن، هدف از این پژوهش در دو مرحله قابل تبیین است: در مرحله اول: هدف بررسی تأثیر پوشش‌دهی با ترکیبات هیدروکلوئیدی مختلف (شامل کربوکسی‌متیل‌سلولز، زانتان، آلوئه‌ورا و مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز - زانتان) بر کاهش میزان جذب روغن در شیرینی سنتی پیشمه است. سپس در مرحله دوم: هدف انتخاب مطلوب‌ترین پوشش برای این محصول با بررسی شاخصه‌های مهم پوشش‌دهی شامل درصد کاهش جذب روغن و حفظ رطوبت، راندمان فرآیند، شاخص صمغی و خصوصیات رنگ محصول می‌باشد. با توجه به ضرورت تولید محصولات کم‌چرب به‌منظور حفظ سلامت جامعه و تولید محصولی با میزان کالری کمتر، در این پژوهش با استفاده از سه پوشش خوراکی زانتان، کربوکسی‌متیل‌سلولز و آلوئه‌ورا خصوصیات کیفی این محصول را افزایش داده و محصولی با محتوی روغن کمتر تولید گردید.

مواد و روش‌ها

آرد نول (آرد زرین گل، استان گلستان)، تخم‌مرغ (سیمرغ از بازار محلی شهر، گرگان)، شکر (فیما، فراپخش، گلستان)، بیکینگ‌پودر و وانیل (گلها، تهران)، شیر گاو (پگاه، گرگان) و روغن مایع آفتابگردان(فامیلا، اشتهارد کرج) تهیه شد. کلیه مواد و محلول‌های شیمیایی (Merck، آلمان) مورد نیاز جهت آزمون‌ها، صمغ زانتان و کربوکسی‌متیل‌سلولز (پرویسکو، سوئیس) تهیه شدند. گیاه آلوورا (*aloe barbadensis Miller*) از خانواده *Lileacea* از گلخانه مزرعه سبز شهر اصفهان خریداری شد. برای استخراج ژل آلوئه‌ورا اپیدرم ضخیم (یا پوسته) با دقت توسط تیغ جراحی تیز برش داده شد و از پارانشیم جدا گردید و در ظرف حاوی آب مقطر به‌منظور تلخی‌زدایی غوطه‌ورگشت.

آماده‌سازی خمیر شیرینی محلی پیشمه

ابتدا مواد خشک شامل 400 گرم آرد نول و 17 گرم بیکینگ‌پودر توسط ترازوی دیجیتال با دقت 0/01 توزین گردیدند و سپس به‌وسیله الک با مش 40 الک شدند. این مواد به همراه 0/5 گرم وانیل به‌طور یکنواخت به‌صورت خشک مخلوط گردیدند. بر اساس دستور تهیه شیرینی توسط تولیدکنندگان محلی، ابتدا 125 گرم شکر با 50 گرم تخم‌مرغ و 100 میلی‌لیتر شیر توسط میکسر (kenwood Chef

KM-010، انگلستان) به مدت 2 دقیقه مخلوط شد. مواد خشک کم‌کم به مخلوط اضافه گردید و توسط میکسر با دور 3 به مدت 10 دقیقه همزده شد تا خمیر یکنواختی حاصل شد. بعد از مدت 1 ساعت از خمیر چانه‌های 10 گرمی به شکل کروی با قطر 5 سانتی‌متر تهیه و پس از پوشش‌دهی سرخ گردید.

تهیه مواد پوشش‌دهی

برای تهیه سوسپانسیون های کلوئیدی از آب مقطر جوشیده استفاده شد. مطابق با دارائی‌گرمه‌خانی و همکاران (1388) صمغ‌های کربوکسی‌متیل‌سلولز، زانتان، مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز - زانتان در غلظت‌های 0/5 و 1 درصد (وزنی/ حجمی) با حل کردن 0/5 گرم و 1 گرم از هر کدام از صمغ‌ها در 100 میلی‌لیتر آب مقطر70 درجه سانتی‌گراد به‌وسیله همزدن، با مخلوط‌کن خانگی تا رسیدن به یک سوسپانسیون شفاف تهیه شد. برای تهیه پوشش آلوئه‌ورا مطابق با مختاریان و همکاران (1393) برای استخراج ژل آلوئه‌ورا ابتدا اپیدرم ضخیم (یا پوسته) با دقت توسط تیغ جراحی تیز برش داده شد و از پارانشیم (یا فیله ژل) جدا گردید. پارانشیم در ظرف حاوی آب مقطر به‌منظور تلخی زدایی غوطه ورگشت. سپس محتویات بعد از مدت 5 دقیقه، آبکش گردید و پارانشیم از آب خارج و سپس در داخل میکسرمخلوط (به مدت 1 دقیقه در دمای 25 درجه سانتی‌گراد) و به‌صورت یک محلول کلوئیدی یکنواخت تبدیل شد. به‌منظور تهیه پوشش آلوئه‌ورا در غلظت‌های 0/5 و 1 درصد (حجمی/ حجمی) به‌ترتیب 0/5 میلی‌لیتر و 1 میلی‌لیتر از محلول کلوئیدی آلوئه‌ورا در 100 میلی‌لیتر آب مقطر70 درجه سانتی‌گراد به‌وسیله همزدن، با مخلوط کن خانگی تا رسیدن به یک سوسپانسیون شفاف آماده شد. سپس مطابق با جعفریان و همکاران (2000) جرجانی و همکاران (1394) چانه‌های آماده شده به مدت 1 دقیقه در سوسپانسیون‌های کلوئیدی تهیه شده غوطه‌ور گردیده و نمونه‌های پوشش‌دهی شده به‌منظور حذف پوشش های اضافی بر روی سینی مشبک قرار گرفتند. سپس وزن نمونه‌ها در دو مرحله قبل و بعد از پوشش‌دهی ثبت گردید.

فرآیند سرخ کردن شیرینی پیشمه

نمونه‌ها بعد از اعمال پوشش‌دهی با استفاده از روغن مایع آفتابگردان با دمای 170 درجه سانتی‌گراد به مدت 6 دقیقه سرخ شدند. عملیات سرخ کردن با استفاده از سرخ‌کن خانگی (Sergio، ایتالیا) با ولتاژ مصرفی 240-220 ولت، توان مصرفی 1700 تا 2000 وات، ظرفیت مخزن روغن 2/5 لیتر و محدوده دمایی متناسب 130 تا 190 درجه سانتی‌گراد انجام گردید. به ازای هر یک عدد نمونه 10 گرمی، 2/5 لیتر روغن استفاده شد. به‌منظور تثبیت و پایدار شدن دمای روغن، دو ساعت قبل از شروع سرخ کردن دستگاه سرخ‌کن روشن گردید (مورالز و همکاران، 2008). در تمامی مراحل دمای سرخ‌کن توسط یک ترموستات دیجیتال مجهز به ترموکوپل خارجی (نوع k، 0/1 mm، ایران) به‌صورت مداوم کنترل شد (مورالز و همکاران، 2008). نوسانات دمایی در حدود 3± درجه سانتی‌گراد بود. نمونه‌ها پس از سرخ شدن بر روی سینی مشبک قرار گرفتند تا روغن اضافی آن‌ها گرفته شود (جعفریان و همکاران، 2000). پس از حذف روغن و رسیدن به دمای محیط، آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی بر روی شیرینی پیشمه انجام شد.

تعیین رطوبت

رطوبت نمونه‌های شیرینی با توزین وزن معینی از شیرینی و قرار دادن در آون 105 درجه سانتی‌گراد (Mmert، مجهز به فن جریان هوا با سرعت 2m/s) تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد (AOAC,1990).

تعیین چربی

برای اندازه گیری میزان چربی شیرینی پیشمه، از روش سوکسله استفاده شد، به این منظور مقدار مشخصی از نمونه سرخ شده (2g) را توزین نموده و استخراج چربی با استفاده از حلال پترولیوم‌اتر به مدت 6 ساعت انجام گردید (AOAC,1990).

سنجش پارامترهای پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی

درصد پوشش‌دهی از اختلاف وزن بین نمونه‌های پوشش‌دهی شده و بدون پوشش محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری درصد پوشش‌دهی مطابق با آکادنیز (2004) از رابطه (1) استفاده شد.

$$\text{درصدپوشش‌دهی} = \frac{(C-I)}{I} \times 100 \qquad (1)$$

در این رابطه C وزن نمونه‌های خام پوشش‌دهی شده (g) می‌باشد و I وزن اولیه نمونه‌های بدون پوشش (g) است.

راندمان سرخ کردن

برای محاسبه راندمان سرخ کردن با درنظر گرفتن وزن پیشمه‌های سرخ شده و چانه‌های خام (خمیر) بعد از فرآیند پوشش‌دهی مطابق با آکادنیز (2004) از رابطه (2) استفاده گردید

$$\text{راندمان سرخ کردن} = \left(\frac{CW}{C}\right) \times 100 \qquad (2)$$

در این رابطه، CW وزن پیشمه پوشش‌دار سرخ شده (g) و C وزن پیشمه پوشش‌دار سرخ نشده (g) می‌باشد.

پارامترهای مختلف پوشش‌دهی مطابق روش سوزان و همکاران (2002) بررسی شد.

کاهش جذب روغن

میزان کاهش جذب روغن به علت پوشش‌دهی از معادله ذیل محاسبه می‌گردد.

$$\text{کاهش جذب روغن} = \frac{LC(\text{قبل از پوشش}) - LC(\text{بعد از پوشش})}{LC(\text{قبل از پوشش})} \times 100 \quad (3)$$

LC مقدار روغن نمونه و OUمیزان جذب روغن می‌باشد.

افزایش مقدار رطوبت

افزایش مقدار رطوبت به علت پوشش‌دهی از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{افزایش مقدار رطوبت} = \frac{MC(Coated) - MC(Uncoated)}{MC(Uncoated)} \quad (4)$$

MCI[1]: مقدار افزایش رطوبت به علت پوشش‌دهی

MC (Coated): مقدار رطوبت نمونه‌های پوشش‌دار

MC (Uncoated): مقدار رطوبت نمونه‌های بدون پوشش می‌باشد.

اتلاف آب

اتلاف آب در حین سرخ کردن از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{اتلاف آب در حین سرخ کردن} = \frac{IW - Waft}{IW} \quad (5)$$

IW: مقدار رطوبت اولیه Waft[2]: مقدار رطوبت بعد از سرخ کردن می‌باشد.

کاهش اتلاف آب

کاهش اتلاف آب به علت پوشش‌دهی از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{کاهش اتلاف آب به علت پوشش‌دهی} = \frac{Wl(non-coated) - Wl(coated)}{Wl(non-coated)} \quad (6)$$

WL (non-coated): افت رطوبت نمونه‌های بدون پوشش

WL (coated): افت رطوبت نمونه‌های پوشش‌داراست.

جذب روغن

از رابطه (7) به‌دست آمد:

$$\text{جذب روغن} = \frac{(Ffc \times Maf) - (Ifc \times Mbf)}{dm} \quad (7)$$

Ffc[3]: مقدار چربی نهایی نمونه، Maf[4]: جرم بعد از سرخ کردن، Ifc[5]: مقدار چربی اولیه نمونه‌ها، Mbf[6]: جرم قبل از سرخ کردن و dm[7]: ماده خشک نمونه‌ها می‌باشد.

کاهش جذب روغن

کاهش جذب روغن به علت پوشش‌دهی از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{کاهش جذب روغن} = \frac{FU\ (non-coated) - FU\ (coated)}{FU\ (non-coated)} \quad (8)$$

FU (non-coated): جذب روغن نمونه‌های بدون پوشش و FU (coated): جذب روغن نمونه‌های پوشش‌دار است.

شاخص صمغی

شاخص صمغی از رابطه زیر به‌دست آمد:

$$\text{شاخص صمغی} = \frac{\text{کاهش جذب روغن}}{\text{کاهش اتلاف رطوبت}} \quad (9)$$

رنگ‌سنجی

برای رنگ‌سنجی طبق روش آکادنیز (2004) طی سه تکرار از نمونه‌ها به روش اسکنر مسطح (اسکنرH، Scanjet G310، انگلیس) عکس‌برداری شد سپس تصاویر در نرم‌افزار Image J نسخهP 1/44 بررسی شد.

در سیستم رنگ *L*a*b*، شاخص L معادل روشنایی است (یزدان‌پناه گنگچین و همکاران، 1393). این شاخص از L=0 (سیاه) تا L=100 (سفید) است، و شاخص‌های a^* و b^* نشان‌دهنده قرمزی و زردی هستند که شاخص a^* از $-a$ (سبزی) تا $+a$ (قرمزی) و شاخص b^* از b– (آبی) تا b+ (زردی) می‌باشد. کروما نشان‌دهنده غلظت رنگ محصول است. شاخص کروما با استفاده از رابطه 10 مطابق بیوکسلی و همکاران (2002) محاسبه شد.

$$\text{کروما} = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (10)$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

در این پژوهش نتایج مربوط به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌ها در قالب طرح کاملا تصادفی انجام شد. کلیه آزمایش‌ها در سه تکرار انجام شد و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون دانکن در سطح اطمینان 95% استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16 انجام شد.

1 Moisture content Increasing
2 Water after frying
3 Final fat content
4 Mass after frying
5 Initial fat content
6 Mass before frying
7 Dry mass

نتایج و بحث

بررسی شاخص‌های پوشش‌دهی برای هیدروکلوئیدهای مختلف

جدول 1 شاخص‌های پوشش‌دهی محاسبه شده برای مواد هیدروکلوئیدی مختلف به‌کار رفته در شیرینی پیشمه طی فرآیند سرخ کردن عمیق را نشان می‌دهد. بیشترین و کمترین درصد پوشش‌دهی به‌ترتیب در مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% (9/117) و 0/5% (7/317) مشاهده شد. غلظت 1% صمغ‌ها، میزان پوشش‌دهی بالاتری نسبت به غلظت 0/5% داشت ولی این افزایش به‌صورت یکنواخت و مستقیم نیست. دهقان‌نصیری و همکاران (2010)، چن و همکاران (2008) بیان کردند میزان ویسکوزیته پوشش‌های هیدروکلوئیدی نقش مهمی در میزان درصد پوشش‌دهی دارد. به‌طورکلی با افزایش غلظت صمغ‌ها میزان پوشش بیشتری به پیشمه چسبیده و باعث بالا رفتن درصد پوشش‌دهی می‌گردد. نتایج به‌دست آمده با نتایج دارائی‌گرمه‌خانی و همکاران (1388) و اجاق و همکاران (1395) در یک راستا بود. آن‌ها بیان کردند که با افزایش غلظت صمغ‌ها، میزان پوشش‌دهی بالاتر می‌رود ولی این افزایش به‌صورت یکنواخت و مستقیم نیست.

بیشترین و کمترین میزان کاهش افت رطوبت به‌ترتیب در مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% و ژل آلوورا 0/5% مشاهده شد که با بقیه صمغ‌ها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری داشتند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت کربوکسی‌متیل‌سلولز میزان رطوبت افزایش می‌یابد. نتایج به‌دست آمده با نتایج سینگ‌سونگ و همکاران (2009)، موسوی‌بنی و همکاران (1394) و جیبیس و همکاران (2015) مطابقت دارد. بیشترین و کمترین میزان افزایش رطوبت به‌ترتیب مربوط به مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% و ژل آلوئه‌ورا 0/5% بود. احتمالاً علت افزایش رطوبت محصول، حضور گروه های هیدروکسیل موجود در ساختار صمغ می‌باشد که در نتیجه ایجاد پیوند هیدروژنی مانع از خروج رطوبت در هنگام سرخ شدن می‌شوند (فرجزاده و همکاران،1392; موسوی‌بنی و همکاران، 1394; جیبیس و همکاران، 2015).

میزان رطوبت و چربی در مواد غذایی نسبت معکوس دارند (جیبیس و همکاران، 2015). از نظر کاهش مقدار چربی بین صمغ‌های مختف از نظر آماری اختلاف وجود دار ($p<0/05$). اختلاط دو صمغ زانتان و کربوکسی‌متیل‌سلولز منجر به مقدار بالای کاهش چربی شد که این امر می‌تواند به علت اثر تشدیدکنندگی دو صمغ بر همدیگر باشد. این نتایج موافق نظر امین‌لاری و همکاران (2005)، موسوی‌بنی و همکاران (1394) و جیبیس و همکاران (2015) بود.

براساس شاخص صمغی بیشترین عدد مربوط به ژل آلوئه‌ورا با غلظت 0/5% بود در حالی که کمترین شاخص صمغی مربوط به پوشش مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% بود.

علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، با ایجاد ژل حرارتی، سدی مقابل خروج رطوبت و ورود روغن ایجاد می‌کنند.

پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی منجر به افزایش مقدار رطوبت پیشمه سرخ شده در مقایسه با تیمار شاهد (نمونه فاقد پوشش) شده است که با نتایج سینگ‌سونگ و همکاران (2009)، مختاریان و توکلی‌پور (1393)، جرجانی و همکاران (1394)، موسوی‌بنی و همکاران (1394) و جیبیس و همکاران (2015) موافق بود. بیشترین و کمترین میزان افزایش رطوبت به‌ترتیب مربوط به مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% و ژل آلوئه‌ورا 0/5% بود. احتمالاً علت افزایش رطوبت محصول، حضور گروه های هیدروکسیل موجود در ساختار صمغ می‌باشد که در نتیجه ایجاد پیوند هیدروژنی مانع از خروج رطوبت در هنگام سرخ شدن می‌شوند (فرجزاده و همکاران،1392; موسوی‌بنی و همکاران، 1394; جیبیس و همکاران، 2015).

میزان رطوبت و چربی در مواد غذایی نسبت معکوس دارند (جیبیس و همکاران، 2015). از نظر کاهش مقدار چربی بین صمغ‌های مختف از نظر آماری اختلاف وجود دار ($p<0/05$). اختلاط دو صمغ زانتان و کربوکسی‌متیل‌سلولز منجر به مقدار بالای کاهش چربی شد که این امر می‌تواند به علت اثر تشدیدکنندگی دو صمغ بر همدیگر باشد. این نتایج موافق نظر امین‌لاری و همکاران (2005)، موسوی‌بنی و همکاران (1394) و جیبیس و همکاران (2015) بود.

براساس شاخص صمغی بیشترین عدد مربوط به ژل آلوئه‌ورا با غلظت 0/5% بود در حالی که کمترین شاخص صمغی مربوط به پوشش مخلوط صمغ‌های زانتان– کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% بود.

جدول 1- شاخص‌های پوشش‌دهی محاسبه شده برای مواد هیدروکلوئیدی مختلف به‌کار رفته در شیرینی پیشمه

تیمار	درصد پوشش‌دهی	شاخص صمغی	کاهش افت رطوبت به علت پوشش‌دهی	افزایش مقدار رطوبت به علت پوشش‌دهی	کاهش چربی به علت پوشش‌دهی
شاهد	0^{c}	-	0^{f}	0^{d}	0^{g}
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان1%	$9/117^{ab}$±0/6	$65/735^{a}$±55/9	$0/895^{a}$±0/11	$1/397^{a}$±0/41	$88/381^{a}$±1/4
زانتان 1%	$7/54^{ab}$±0/56	$96/77^{a}$±82/6	$0/617^{b}$±0/06	$0/988^{ab}$±0/27	$86/295^{b}$±1/64
زانتان 0/5%	$8/453^{ab}$±0/9	$100/77^{a}$±85/5	$0/503^{bc}$±0/16	$0/821^{b}$±0/36	$84/418^{c}$±0/39
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان 0/5%	$7/317^{ab}$±1/74	$119/13^{a}$±102	$0/419^{c}$±0/09	$0/725^{bc}$±0/25	$83/014^{d}$±0/37
کربوکسی‌متیل‌سلولز 1%	$8/527^{a}$ ±0/62	$251/48^{a}$±217	$0/236^{d}$±0/03	$0/743^{bc}$±0/07	$81/643^{d}$±0/2
کربوکسی‌متیل‌سلولز 0/5%	$8/94^{ab}$±1/09	$303/07^{a}$±263	$0/178^{de}$±0/04	$0/341^{cd}$±0/4	$81/757^{d}$±0/33
آلوئه‌ورا 1%	$7/813^{b}$±0/51	$412/01^{a}$±396	$0/138^{def}$±0/05	$0/221^{d}$±0/13	$78/151^{e}$±0/51
آلوئه‌ورا ا 0/5%	$7/727^{ab}$±0/52	$503/18^{a}$±441	$0/078^{ef}$±0/05	$0/078^{d}$±0/08	$73/55^{f}$±0/17

در هر ستون اعدادی که دارای حروف یکسان هستند از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند ($p<0/05$).

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

تأثیر پوشش دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر برخی فاکتورهای کیفی شیرینی پیشمه

جدول (2) تأثیر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر برخی فاکتورهای کیفی شیرینی پیشمه را نشان می‌دهد. میزان رطوبت در پیشمه پوشش‌دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد (بدون پوشش) بالاتر است که به علت افزایش ظرفیت نگهداری آب توسط مواد هیدروکلوئیدی است (موسوی‌بنی و همکاران، 1394). بالاترین و کمترین مقدار رطوبت به‌ترتیب مربوط به نمونه‌های پوشش‌دهی شده با مخلوط صمغ‌های زانتان- کربوکسی متیل سلولز 1% و ژل آلوئه‌ورا 0/5% بود ($p<0/05$). اختلاط دو صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان منجر به یک مقدار بالای افزایش رطوبت شد. که به علت اثر تشدیدکنندگی دو صمغ بر همدیگر می‌باشد (دارائی گرمه‌خانی و همکاران، 1388). نتایج این بررسی با موسوی‌بنی و همکاران (1394)، جرجانی و همکاران (1394) و جیبیس و همکاران (2015) هم‌راستا است.

درصد چربی همه نمونه‌های پوشش‌دهی شده در مقایسه با تیمار شاهد کمتر است به‌طوری که نمونه شاهد با میزان چربی 37/97 درصد بیشترین مقدار چربی را دارا بود که با نتایج حاصل از تحقیقات شیه و همکاران (2001)، گارسیا و همکاران (2002)، آلتانکار (2003)، سینگ‌سونگ و همکاران (2009) و جیبیس و همکاران (2015) مطابقت دارد. نمونه‌های پوشش‌دهی شده با مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز- زانتان1% و ژل آلوئه‌ورا 0/5% به‌ترتیب کمترین و بیشترین میزان چربی را دارا بودند.

نتایج جذب روغن بیانگر نتایج درصد چربی در نمونه‌های پوشش‌دهی شده است. درصد چربی و جذب روغن مفهوم متفاوتی دارند. جذب روغن از رابطه 7 محاسبه گردید که در این رابطه مقدار چربی اولیه و نهایی نمونه‌ها به همراه وزن اولیه و نهایی نمونه‌ها در ماده خشک فاقد چربی در نظر گرفته می‌شود. اما درصد چربی بیانگر میزان روغن جذب شده در ماده خشک فاقد چربی می‌باشد. از مهمترین مکانیسم‌های موثر در جذب روغن می‌توان به جایگزینی آب، اثر فاز سرد شدن[8] و عوامل فعال در سطح اشاره کرد. ماده غذایی در طی سرخ شدن، آب را صورت بخار از دست می‌دهد که ایجاد فشار مثبت می‌کند و باعث می‌شود روغن به داخل ماده غذایی نفوذ کند. اما بخش عمده جذب روغن مربوط به مرحله سرد کردن است. هنگام خروج محصول از سرخ‌کن سرد شدن محصول موجب کندانس شدن بخار آب داخلی محصول و بدنبال آن کاهش فشار داخلی شده و روغن از سطح ماده غذایی در نتیجه مکش حاصل از خلاء به داخل نفوذ می‌کند. چون جذب روغن معمولا پدیده سطحی است در همه این موارد پوشش‌دهی ماده غذایی موجب کاهش از دست رفتن آب و در نتیجه کاهش جذب روغن از این طریق می‌شود و همچنین از تجزیه شدن روغن روغن جلوگیری می‌کنند (صباغی و همکاران، 1392).

بیشترین درصد جذب روغن به‌ترتیب در تیمار شاهد و ژل آلوئه‌ورا 0/5مشاهده شد ($p<0/05$). در حالی که کمترین درصد جذب روغن به‌ترتیب در پیشمه پوشش‌دهی شده با مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز- زانتان 1% و همچنین زانتان 1% بود که این دو با هم هیچ اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتایج این بررسی با پژوهش‌های امین لاری و همکاران (2005) و فرجزاده و همکاران (1392) در یک راستا می‌باشد. آنها بیان کردند کلیه نمونه‌های پوشش‌دار نسبت به تیمار شاهد کاهش درصد جذب روغن بیشتری داشتند که از لحاظ آماری معنی‌دار است.

پوشش‌دهی پیشمه با مواد هیدروکلوئیدی باعث کاهش اتلاف رطوبت در هنگام سرخ کردن می‌شود. همه پوشش‌های هیدروکلوئیدی به‌کار رفته از لحاظ آماری به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش اتلاف آب در هنگام سرخ شدن شدند که این امر به علت خاصیت سدکنندگی آنها می باشد ($p<0/05$). تیمار مخلوط کربوکسی‌متیل‌سلولز- زانتان 1% بیشترین تاثیر را در کاهش اتلاف رطوبت داشت و کمترین تاثیر مربوط به ژل آلوئه‌ورا 0/5% بود ($p<0/05$).

راندمان سرخ کردن نمونه‌های شاهد و پیشمه‌های پوشش‌دهی شده از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری داشتند ($p<0/05$). از آنجایی که راندمان سرخ کردن بیانگر مقدار وزنی محصول نهایی می باشد بنابراین با توجه به نتایج جدول 2 می توان گفت که با پوشش‌دهی پیشمه وزن محصول تولیدی بیشتر است که این امر ناشی از قابلیت حفظ رطوبت محصول توسط صمغ‌ها می‌باشد که موافق نتایج آکادنیز (2004)، دارائی گرمه‌خانی و همکاران (1388) و جرجانی و همکاران (1394) می‌باشد. براساس نتایج این محققان مواد هیدروکلوئیدی مانع از خروج رطوبت از بافت ماده سرخ شده می‌شوند بنابراین وزن نهایی محصول در مقایسه با نمونه‌های بدون پوشش بالاتر خواهد بود.

نتایج بررسی رنگ

شاخص روشنایی

بالاترین مقدار شاخص L* (معادل روشنایی) در صمغ آلوئه‌ورا 1% مشاهده شد که با شاهد از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. در حالی که پایین‌ترین مقدار L* در صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% مشاهده شد. از آنجا که تیمارهای حاوی صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز، ژل حرارتی تشکیل داده و از جایگزینی رطوبت و چربی ممانعت به‌عمل می‌آورد، تغییرات رنگ کمتری بروز داده و میزان روشنایی آنها از تیمار شاهد کمتر بود (موسوی‌بنی و همکاران، 1394). نتایج این

8 Cooling-phase effect

بررسی با نتایج جعفریان (2000)، دارائی‌گرمه‌خانی و همکاران (1388) و اجاق و همکاران (1395) مطابقت داشت. اما با نتـایج لوریتزسـن و همکاران (2004) و موسوی‌بنی و همکاران (1394) که ذکـر کردنـد کاهش مقدار رطوبت می‌تواند منجر به کاهش میزان روشنایی گـردد در یک راستا نبود.

جدول 2- تأثیر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر فاکتورهای کیفی شیرینی پیشمه پوشش‌دهی شده.

تیمار	رطوبت (%)	چربی (%)	جذب روغن (%)	کاهش رطوبت حین سرخ کردن	راندمان سرخ کردن (%)
شاهد	$10/883^{d}\pm1/4$	$37/97^{a}\pm0/553$	$37/69^{a}\pm0/371$	$0/586^{a}\pm0/053$	$69/027^{f}\pm0/776$
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان1%	$25/71^{a}\pm1/474$	$4/408^{g}\pm0/48$	$2/201^{f}\pm0/576$	$0/058^{f}\pm0/054$	$91/249^{a}\pm0/894$
زانتان 1%	$21/385^{b}\pm0/372$	$5/198^{f}\pm0/562$	$2/608^{f}\pm1/961$	$0/222^{e}\pm0/014$	$88/793^{ab}\pm0/61$
زانتان 0/5%	$19/489^{b}\pm1/729$	$5/914^{e}\pm0/064$	$4/403^{e}\pm0/169$	$0/286^{de}\pm0/063$	$88/386^{b}\pm0/518$
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان 0/5%	$18/546^{b}\pm0/57$	$6/448^{de}\pm0/077$	$6/538^{c}\pm0/268$	$0/337^{d}\pm0/02$	$86/935^{bc}\pm2/782$
کربوکسی‌متیل‌سلولز 1%	$18/916^{b}\pm1/797$	$6/969^{d}\pm0/101$	$6/14^{cd}\pm0/317$	$0/448^{c}\pm0/052$	$86/076^{bcd}\pm1/698$
کربوکسی‌متیل‌سلولز 0/5%	$14/235^{c}\pm2/782$	$6/925^{d}\pm0/029$	$5/08^{de}\pm0/257$	$0/481^{bc}\pm0/032$	$84/58^{cd}\pm2/404$
آلوئه‌ورا 1%	$13/238^{cd}\pm1/683$	$8/295^{c}\pm0/204$	$6/024^{cd}\pm0/674$	$0/504^{bc}\pm0/043$	$83/757^{d}\pm0/761$
آلوئه‌ورا ا 0/5%	$11/665^{cd}\pm0/707$	$10/12^{b}\pm0/114$	$10/08^{b}\pm0/331$	$0/539^{ab}\pm0/028$	$77/686^{e}\pm0/645$

در هر ستون اعدادی که دارای حروف یکسان هستند از نظر آماری اختلاف معنی دار ندارند ($p<0/05$).

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

شاخص قرمزی

بالاترین مقدار شاخص *a به‌ترتیب مربـوط بـه نمونـه شـاهد و کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% و 0/5% بود ($p<0/05$). بـا افـزایش غلظـت صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز، میزان *a نیز زیـاد شـد. امـا در مخلـوط کربوکسی‌متیل‌سلولز- زانتان، آلوئه‌ورا و زانتان روند تغییرات شاخص *a برخلاف صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز بود و با افزایش غلظت صـمغ مقدار *a کاهش پیدا کرد که با نتایج دارائی‌گرمـه‌خـانی و همکـاران (1388) مطابقت داشت. کمترین میزان *a مربوط به زانتان 1% بـود ($p<0/05$). علت افزایش در میزان قرمزی نمونه‌هـا را مـی‌تـوان بـه قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی و فرآیند کاراملیزاسیون در روکش طی عمل سرخ کردن عمیق نسبت داد. غیرطبیعی شدن پـروتئین هـا، ژلاتینـه شدن نشاسته و واکنش قهوه‌ای شدن پوشش و آرد از جمله تغییـرات شیمیایی است که طی فرایند سرخ کردن، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌شوند (شبانپور و همکاران، 2013; موسوی‌بنی و همکاران، 1394).

جدول 3- تأثیر پوشش‌دهی با مواد هیدروکلوئیدی بر رنگ شیرینی پیشمه پوشش‌دهی شده.

تیمار	شاخص *L	شاخص *a	شاخص *b	*Chroma*
شاهد	$43/656^{b}\pm1/4$	$26/63^{a}\pm0/22$	$29/92^{b}\pm3/75$	$40/101^{ab}\pm2/9$
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان1%	$43/667^{b}\pm1/24$	$8/599^{bcd}\pm0/053$	$30/8^{b}\pm0/55$	$31/982^{c}\pm0/41$
زانتان 1%	$42/495^{b}\pm14/6$	$4/966^{d}\pm4/95$	$31/861^{b}\pm5/89$	$32/607^{c}\pm4/91$
زانتان0/5%	$40/713^{b}\pm12/4$	$9/097^{bcd}\pm3/84$	$30/808^{b}\pm4/04$	$32/372^{c}\pm2/63$
کربوکسی‌متیل‌سلولز و زانتان0/5%	$40/639^{b}\pm5/05$	$10/8^{bc}\pm2/09$	$30/522^{b}\pm3/28$	$32/445^{c}\pm2/89$
کربوکسی متیل سلولز 1%	$38/647^{b}\pm4/64$	$11/56^{b}\pm1/2$	$28/863^{b}\pm4/51$	$31/161^{c}\pm3/91$
کربوکسی‌متیل‌سلولز0/5%	$38/673^{b}\pm2/71$	$11/22^{b}\pm0/22$	$39/304^{a}\pm5/1$	$40/886^{a}\pm4/96$
آلوئه‌ورا 1%	$57/715^{a}\pm3/14$	$6/547^{cd}\pm1/27$	$32/419^{b}\pm0/6$	$33/086^{c}\pm0/85$
آلوئه‌ورا ا 0/5%	$50/46^{ab}\pm3/14$	$9/489^{bc}\pm1/27$	$33/794^{ab}\pm0/6$	$35/112^{bc}\pm0/91$

در هر ستون اعدادی که دارای حروف یکسان هستند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند ($p<0/05$).

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

شاخص زردی

از نظـر میـزان شـاخص *b نیـز بیشـترین مقـدار در کربوکسی‌متیل‌سلولز 0/5% مشاهده شـد ($p<0/05$). کمتـرین میـزان شاخص *b مربوط به کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% بود که با بقیه تیمارها

و شاهد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشت. این بررسی با نتایج دارائی‌گرمه‌خانی و همکاران (1388) مطابقت نداشت.

شاخص رنگ (کروما)

بالاترین مقدار شاخص کروما مربوط به صمغ کربوکسی متیل سلولز 0/5% و کمترین مقدار مربوط به صمغ کربوکسی‌متیل‌سلولز 1% بود ($p<0/05$). با توجه به جدول 3 در همه صمغ‌های مورد مطالعه به جز زانتان، با افزایش غلظت صمغ کروما کاهش می‌یابد که با نتایج به‌دست آمده توسط اجاق و همکاران (1395) مطابقت نداشت. معنی‌دار نبودن شاخص‌های رنگی نمونه‌های پوشش‌دهی شده نشان‌دهنده این است که می‌توان برای پوشش‌دهی محصولات از این صمغ‌ها استفاده نمود هرچند که باید صمغ مورد استفاده از نظر تأثیر بر جذب روغن، بافت، طعم و مزه و خصوصیات کلی باید مناسب باشد (دارائی‌گرمه‌خانی و همکاران، 1388).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از پوشش‌دهی شیرینی پیشمه نشان داد که مواد هیدروکلوئیدی به دلیل خاصیت سدکنندگی و ظرفیت بالای اتصال با آب منجر به کاهش اتلاف رطوبت نمونه‌ها در طی فرآیند سرخ کردن شده، با توجه به نقش کنترل‌کنندگی آب در میزان جذب روغن، میزان روغن در همه‌ی نمونه‌های پوشش‌دهی شده کمتر از نمونه شاهد بود و در بین این انواع، نمونه‌های پوشش داده شده با مخلوط کربوکسی‌متیل سلولز- زانتان 1% بیشترین محتوی رطوبت،کمترین میزان روغن، بالاترین بازدهی در سرخ کردن، بیشترین افزایش مقدار رطوبت به علت پوشش‌دهی و کمترین جذب روغن را دارا بودند که دلیل این امر می‌تواند ظرفیت اتصال با آب بالای این ترکیبات و همچنین اثر تشدیدکنندگی دو صمغ بر یکدیگر باشد. با افزایش غلظت این ترکیب موثرتر بود. به‌طورکلی همه صمغ‌ها نقش زیادی در کاهش جذب روغن و افزایش محتوی رطوبت داشتند که در این بین مخلوط صمغ‌های کربوکسی‌متیل سلولز- زانتان 1% و زانتان در هر دو غلظت بهترین صمغ در بین صمغ‌های مورد مطالعه بود. احتمالا علت تفاوت تاثیر پوشش‌های مختلف در ویژگی‌های متفاوت مربوط به ساختار، ترکیبات صمغ‌ها و توانایی آن‌ها در ایجاد پیوندهای هیدروژنی و خاصیت تشکیل فیلم در طی حرارت‌دهی می‌باشد.

منابع

Ajam, M., Niazmand, R. & Gohari Ardabili, A., 2016, Effect of replacing the isolated soy protein and temperature frying on reduction of donuts oil absorption. *Journal of Food Science and Technology International*, 54, 145-153.

Akdeniz, N., 2004, Effects of different batter formulations on quality of deep-fat fried carrot slices. A Thesis Submitted to the Graduate school of Nartural and Applied Sciences of Middle east Technical University. 104p.

Alizadezeynab, S., Dehghania, J. & Soti khiabani, M., 2014, Effect of enzyme and oral hydrocolloids on reducing oil absorption Slice of potatoes during frying. *Journal of Modern Science and Technology*, 1, 21-36.

Altunakar, B., 2003, Functionality of different batters in deep-fat fried chicken nuggets. MS. Thesis. *The department of Food Engineering*, METU. 120p.

Aminlari, M., Ramezani, R. & Khalili, M.H., 2005, Production of protein coated low-fat potato chips. *Journal of Food Science and Technology International*, 11, 177-181.

AOAC. 1990, Official methods of analysis. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Baixauli, R., Salvador, A., Fiszman, S. M. & Calvo, C., 2002, Effect of the addition corn flour and colorants on the color of fried, battered squid rings. *European Food Research and Technology*. 215, 457–461.

Chen, H. H., Kang, H. Y. & Chen, S. D., 2008, the effects of ingredients and water content on the rheological properties of batters and physical properties of crusts in fried foods. *Journal of Food Engineering*, 88, 45–54.

Daraiegarmekhani, A., Mirzaie, H., Maghsoudlo, Y. & Kashaninezhad, M., 2010, Effect of hydrocolloid substances on oil absorption and qualitative properties of potato. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, 3, 123-135.

Dehghan Nasiri, F., Mohebbi, M., Tabatabaee, Y. F. & Haddad, M. H. K., 2010, Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fatfried shrimp nuggets. *Food and Bioprocess Technology*, 5, 1238–1245.

Farajzadeh, Z., Rahimi, E., Hojjatoleslamy, M. & Molavi, H., 2013, Production of low fat hamburger using hydrocolloid coatings. *Journal of food hygiene*, 2, 61-70.

Garcia, M.A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, M. & Zaritzky, N., 2002, Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 391-397.

Gibis, M., Schuh, V. & Weiss, J., 2015, Effects of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose (MCC) as fat replacers on the microstructure and sensory characteristics of fried beef patties. *Journal of Food Hydrocolloids*, 45, 236-246.

Hoseinabadi, V., Badii, F., Gharachorloo, M. & Heshmati, M., 2011, Effects of blanching and hydrocolloid coating of potatoeswitch methyl cellulose and tragacanth on French-fries oil uptake and qualitative properties. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 4, 71-81.

Jafarian, S., 2000, Effect of pre heating and use of some of hydrocolloids in reduction oil uptake and quality of potato French fries. A thesis Submitted to Msc degree of food science and technology. Isfahan University of technology, 120p. (In Persian).

Jorjani, S., & Amiri, V., 2015, Effect of Guar and xanthan hydrocolloids on uptake of oil in eggplant rings during deep frying. *Journal of food industry*, 2, 231-238.

Juaniz, I., Zocco, C., Mouro, V., Cid, C. & DPena, P., 2016, The Effect of frying process on furan content in foods and assessment of furan exposure of Spanish population. *LWT - Food Science and Technology*, 68, 549-555.

Kalogianni, E. P. & Smith, P. G., 2013, Effect of frying variables on French fry properties. *International Journal of Food Science and Technology*, 48, 758–770.

Khezripourarab, M., Hojjat, M., & Samavati, V., 2015, Effect of gum arabic and soybean soluble polysaccharide as coating agents on oil uptake and texture of French fries using Response Surface Methodology. *Department of Food Science and Technology*, 4, 623-638.

Lauritzsen, K., Akse, L., Gundersen, B. & Olsen, R.L., 2004, Effects of calcium, magnesium and pH during salt curing of cod (Gadus morhua). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84, 683-692.

Mallikarjunan, P., Ngadi, M. & Chinnan, M., 2010, Breaded fried foods. Taylor & Francis Group.

Martínez-Yusta, A. & Guillén, M. D., 2014, Deep-frying Nature, on the lipidic composition of the fried food, using H nuclear magnetic resonance. *Food Research International*, 62, 998–1007.

Melito, H., 2009, an Alternative Frying Process for Wheat and Gluten-Free Donuts. PhD thesis North Carolina State University.

Miranda, J. M., Martínez, B., Perez, B., Anton, X., Vazquez, B. I., Fente, C. A., et al., 2010, The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. *LWT - Food Science and Technology*, 59, 1271-1276.

Mokhtarian, M. & Tavakolipour, H., 2014, Production of low-fat kiwi chips with Aloe Vera gel and determination of the mass transfer profile in deep fat frying. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 2, 95-104.

Morales, F. J. & Lorenzo, G. A., 2008, the formation of potentially harmful compounds in churros, a Spanish fried-dough pastry, as influenced by deep frying conditions. *Food Chemistry*, 109, 421–425.

Mousavi Beni, S., Ojagh, S. M. & Alishahi, A., 2016, Effects of adding different percentages of carboxymethyl cellulose and tragacanth gum on textural and sensory characteristics of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) *fried fish ball*. *Scientific - Research Journal*, 4, 91-107.

Ojagh, S. M., Rahmanifarah, K., Izadi, S. & Shabanpour, B ., 2017, Effect of hydrocolloid coatings on reduction of oil absorption and quality parameters of fried shrimp. Journal of Food Science and Technology International, 61, 173-182.

Sabaghi, H., Ziaiefar, A. M., Sadeghimahonack, A., Kashaninezhad, M. & Mirzaie, H., 2014, Application of cellulosic coatings to reduce oil uptake Fried Food, Second National Conference on Food Science & Technology, Mashhad (Ghochan) , 2, 239-247.

Shabanpour, B., & Jamshidi, A., 2013, Salting and pre-drying effect of treatment on physical properties and the amount of oil uptake in nugget rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). *Journal of Food Hygiene*, 4(12), 41-53.

Shih, E.F., Daigle, K.W. & Clawson, E.L., 2001, Development of low oil uptake donuts. *Journal of Food science*, 66, 141-144.

Singthong, J. & Thongkaew, C., 2009, using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *LWT - Food Science and Technology*, 42, 1199–1203.

Susanne, A. & Gauri, S.M., 2002, Comparative evaluation of edible coatings to reduce fat uptake in a deep-fried cereal product. *Journal of Food Research International*, 35, 445-458.

Ueik, V., Robert, P. & Bouchon, P., 2010, Vacuum frying reduces oil uptake and improves the quality parameters. Journal of Food Chemistry, 119, 1143–1149.

Van Koerten, K.N., Schutyser, M. A. I., Somsen, D. & Boom, R.M., 2015, Crust morphology and crispness development during deep-fat frying of potato. Food Research International, 78, 336-332.

Yazdanpanah Gangachin, M. & Ziaiifar, A. M., 2014, Evaluation of potato chips color using image processing. *Journal of Food Industry*, 2, 239-247.

Zamani Ghaleshahi, A., Farhoosh, R. & Razav, S. M. A., 2015, Effect of Basil seed hydrocolloid on the oil uptake and physical properties of potato strips during deep-fat frying. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 11, 309-318.

Ziaiifar, A. M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I. & Trystram, G., 2008, Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology*, 43, 1410–1423.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 4, Oct- Nov 2018, p. 561-571

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 4، مهر- آبان 1397، ص. 571-561

Investigation on effect of coating on the oil uptake during deep fat frying process of traditional sweet Pishmeh

N. Taghavi[1], A. Mo. Ziaiifar[2*], H.h Mirzaei[2], A. Sadeghi Mahoonak[2], M. Ghorbani[2], H. Sabbaghi[3]

Received: 2016.06.19
Accepted: 2018.01.01

Introduction: Frying is a unit operation in which food is heated in oil to alter its eating quality. First reviews of frying performed on the principles of heat and mass transfer and oil uptake in foods, because during the frying process heat and mass transfer occurred between product and frying medium. In fact, the food loses moisture content and lost water will replace with oil. The moisture loss in the product causes rapid formation of the crust while the core remains soft and moist; therefore higher oil uptake occurred in the crust. There is an argument about the effect of frying on the sensory characteristics of foods, changes of nutritional value and health concerns in fried foods and methods applied to reduce oil content. Consumers prefer eating foods with lower oil content. One of the typical methods for reducing oil uptake in food commodities is using of coating before frying process. Edible coatings are known as a thin layer of edible polymers which is placed on the surface of the food. Application of edible coating decreases some destructive factors like the presence of various gases such as oxygen and carbon dioxide and humidity. Hydrocolloides are referred to a group of polysaccharides and proteins which create many features such as consistency in aqueous solutions, foams stability, emulsions, improve the sense of mouth and create a similar state of fatty and oily mode for products with lower content. In fact hydrocolloid coatings can reduce the excessive oil uptake due to their interesting thermogelling properties and at the same time they are invisible and have no negative influence on the sensory attributes of fried foodstuff. Even more, fried products have low fat content with improved nutritional values, higher crispiness and better palatability. Pishmeh is described as deep-fried dough pastry which is usually prepared by local producers of Turkmen (Iran). This product absorbed high oil content during frying process. This study was carried out to evaluate the effects of hydrocolloid coatings including Aloe Vera, Carboxymethyl cellulose (CMC) and Xanthan on the oil uptake of Pishmeh.

Materials and methods: Hydrocholloid materials such as Aloe Vera, Carboxymethyl cellulose (CMC), Xanthan and complex of Xanthan-CMC were used. The gums were prepared at concentrations of 0.5 and 1% by dissolving in water at 70 ° C by stirring with a homogeneous mixer until a clear suspension was obtained. To extract the Aloe Vera gel, first, a thick epidermis (The shell) was separated from parenchyma using cutter. The parenchyma was immersed in a container of distilled water to lose bitter taste for 5 minand then parenchyma was taken out from water and transferred into a mixer (for 1 minute at 25 °C) and finally converted to a uniform colloidal solution. In the next step, the prepared dough samples were immersed in the colloidal suspensions for 1 min and the coated samples were placed on a mesh tray to remove the excess residuary coats. The samples were fried in sunflower oil at 170 °C for 6 min. The samples were then placed on a metal tray after frying to remove excess oil. After removing the oil and reaching the ambient temperature, physical and chemical tests were carried out on the sweet Pishmeh. The experiments included determination of moisture, fat content, measurement of coating parameters (such as coating ratio and frying efficiency) and color analysis.

Results and Discussion: The result showed that coating by hydrocholloid materials was led to decrease water loss in comparison to non-coated sample (control) during frying. Furthermore, oil uptake of coated samples was lower than control sample ($p<0.05$). The most limitation of oil uptake related to sample that was

1. M. Sc. graduated, Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Ph. D. Candidate of Food Processing Engineering, Faculty of Food Science & Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.
*(Corresponding Author Email: ziaiifar@gmail.com)

coated by complex Xanthan-CMC 1% (4.4%) and the least effect was observed with the Aloe Vera 0.5% (10.1%). The coating caused increasing of frying efficiency in comparison to control. Finally, the coated samples had best color quality. The coating caused increase in yellowness parameter (b), decrease lightness (L) and Chroma index in comparison with control ($p<0.05$). Generally, coating with hydrocolloid materials reduced the loss of moisture and thus reduced the absorption of oil. In this study, the best composition was complex of Xanthan-CMC 1% which is probably due to the effect of aggravation gum on each other.

Keywords: Pishmeh, Hydrochloride materials, Coating, Oil uptake