

# بررسی اثرات جدا و متقابل صمغ های دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز بر خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده

مژگان یادگاری<sup>1</sup> رضا اسماعیل زاده کناری<sup>2\*</sup> سید جعفر هاشمی<sup>3</sup>

1- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی زراعی،

ساری

2- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی زراعی، ساری

3- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، دانشکده مهندسی زراعی، ساری

تاریخ پذیرش: 97/02/15

تاریخ دریافت: 96/10/19

## چکیده

بالا بودن محتوای روغن ماده غذایی سرخ شده موجب کاهش پذیرش محصول از جانب مصرف کنندگان است. مشکل جذب روغن در ارتباط با محصولات سرخ شده می تواند با استفاده از هیدروکلئیدها به عنوان پوشش های خوراکی در طول فرآیند سرخ کردن کاهش یابد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات جدا و متقابل صمغ دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز بر جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده طی فرایند سرخ شدن عمیق بود. منحنی های جریان نشان داد که همه سوسپانسیون های مورد مطالعه سودوپلاستیک بوده و دارای ویژگی های جریان مشابهی بودند. نتایج حاکی از این بود که پوشش دهی با مواد هیدروکلئیدی به دلیل خاصیت سدکنندگی این مواد منجر به کاهش افت رطوبت خلال ها در هنگام سرخ کردن شد. در این میان، عملکرد تیمار پوشش داده شده با صمغ های دانه قدومه شیرازی+متیل سلولز متفاوت بود و میزان محتوی رطوبت سیب زمینی پوشش داده شده را کاهش داد که این به ساختار این سوسپانسیون پس از ترکیب هر دو صمغ نسبت داده شد. با توجه به نقش کنترل کنندگی آب در میزان جذب روغن، محتوی روغن نمونه های پوشش دهی شده در مقایسه با نمونه شاهد کمتر بود، به جز پوشش ترکیبی از صمغ دانه قدومه شیرازی+متیل سلولز که موجب افزایش میزان جذب روغن نمونه شد. رنگ سنجی نمونه های سرخ شده نشان داد که نمونه شاهد بیشترین شاخص های  $L^*$  و  $b^*$  را بین تمامی نمونه ها داشت اما مؤلفه  $a^*$  در تیمار پوشش داده شده با سوسپانسیون ترکیبی صمغ دانه قدومه شیرازی+متیل سلولز با غلظت 1 درصد بیشتر بود. در بین تیمارهای مورد مطالعه، پوشش تهیه شده از صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد بهترین بود، به طوری که موجب حداکثر کاهش در جذب روغن سیب زمینی سرخ شده به میزان 16/72 درصد شد، همچنین تیمار پوشش داده شده با این صمغ دارای حداقل افت رطوبت و حداکثر راندمان سرخ کردن به ترتیب به میزان 18/84 و 64/57 درصد بود. از نظر بافت، تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد تردی بیشتری نسبت به بقیه تیمارها داشت.

**واژه های کلیدی:** صمغ دانه قدومه شیرازی، پوشش های هیدروکلئیدی، جذب روغن، سرخ کردن عمیق.

## 1-مقدمه

سرخ کردن عمیق یکی از قدیمی ترین روش های فرآوری مواد غذایی است که در آن ماده غذایی با غوطه وری در روغن خوراکی و با حرارتی بین 150 تا 200 درجه سانتی گراد پخته و سرخ می شود. در این فرایند انتقال حرارت به صورت ترکیبی از همرفت و رسانش صورت می گیرد، در نتیجه تمام قسمت های سطح ماده در معرض حرارت یکسانی قرار گرفته و محصول ظاهر و رنگ یکنواختی خواهد داشت. حرارت از طریق همرفت از روغن به ماده غذایی و از طریق رسانش به درون ماده انتقال می یابد. رطوبت سطحی ماده غذایی در اثر دمای بالا تبخیر شده و از محصول خارج می گردد، در اثر خروج رطوبت پوسته تشکیل شده و حفره ها در ماده غذایی توسعه می یابد. کاهش رطوبت و ایجاد حفره ها در ماده غذایی با ورود روغن به ماده غذایی همراه است (19، 37، 41). در دهه های اخیر با افزایش چشم گیر مصرف غذاهای آماده، فست فودها و اسنک ها مواجه بوده ایم و محصولات سرخ شده نقش بسیار مهمی در آماده سازی این گونه غذاها ایفا می کنند. جالب توجه است که بیش از 45 درصد وزن برخی غذاهای سرخ شده را روغن در بر می گیرد، از طرفی مصرف بیش از حد روغن به ویژه چربی های اشباع یکی از فاکتورهای مهمی است که سلامت انسان را به خطر می اندازد و احتمال ابتلا به بیماری های قلبی، سرطان ها، دیابت و ... را تشدید می کند. عوامل بسیاری روی جذب روغن تاثیر می گذارند و با در نظر گرفتن هر کدام از آن ها می توان میزان جذب روغن را تغییر داد، در این بین می توان به کیفیت روغن، محتوی چربی و پروتئین، شکل محصول و خلل و فرج های موجود در آن، نوع پوشش به کار رفته، قدرت ژل، کشش بین سطحی روغن، تیمارهای پیش از پخت، روش سرخ کردن و ... اشاره کرد (39، 33، 15). یکی از روش های مناسب برای کاهش جذب روغن، پوشاندن محصول با مواد خوراکی می باشد. تاکنون هیدروکلوئیدهای گوناگونی به عنوان پوشش ممانعت کننده در مقابل جذب روغن مورد بررسی قرار گرفته اند که از بین

آن ها می توان به آلژینات، زانتان، کاراگینان، صمغ ژلان، کربوکسی متیل سلولز (CMC)، متیل سلولز (MC) و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز (HPMC) اشاره کرد (11، 29). طی مطالعه ای که پاریمالا و سودها در سال 2012 در مورد اثر گوار، صمغ عربی، کاراگینان، صمغ لوییای لوکاست، زانتان، هیدروکسی پروپیل متیل سلولز و کربوکسی متیل سلولز بر ویژگی رئولوژیکی و کیفیت پوری انجام دادند، نتایج بر این اساس بود که در تمامی تیمارهای پوشش داده شده جذب روغن و افت رطوبت محصول نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت و با افزایش غلظت صمغ، درصد رطوبت محصول نیز روند افزایشی داشت. در بین تیمارهای موجود، تیمار پوشش داده شده با صمغ گوار با غلظت 0/5 درصد دارای کمترین میزان افت رطوبت و جذب روغن بوده و دارای بافتی با تردی مطلوب بود (27). در سال 2013 علیمی و همکاران اثر پیش تیمار خشک کردن و پوشش دهی را بر رنگ و بافت سبب زمینی های سرخ شده مورد مطالعه قرار دادند، نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان داد نمونه پوشش داده شده دارای محتوی رطوبت بیشتری نسبت به تیمار شاهد بود. نمونه های پیش تیمار شده با خشک کردن دارای بافت سخت تر و رنگ متمایل به قهوه ای بود اما نمونه پوشش داده شده دارای بافت و رنگ مناسب تری نسبت به تیمار شاهد بود (4). کریمی و اسماعیل زاده کناری (2016) اثر صمغ دانه ریحان و ثعلب و ترکیبی از صمغ دانه ریحان+ثعلب (در سه غلظت 0/5، 1 و 1/5 درصد) را به عنوان پوشش بر روی جذب روغن و خواص کیفی سبب زمینی سرخ شده مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد، که پوشش دهی با هر سه صمغ موجب کاهش جذب روغن و افت رطوبت محصول شد، در این بین ترکیب صمغ دانه ریحان+ثعلب عملکرد بهتری داشت، به طوری که پوشش دهی با ترکیب ثعلب (با غلظت 1/5 درصد) + صمغ دانه ریحان (با غلظت 1/5 درصد) جذب روغن محصول به میزان 28/8 درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (21). بوازیز و همکاران در سال 2016 به بررسی اثر صمغ بادام به عنوان عامل پوشش دهنده

## 2-1- آماده سازی محلول های هیدروکلوئیدی

سوسپانسیون صمغ های دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیبی از این دو صمغ در غلظت های 1، 1/5 و 2 درصد (W/V) تهیه شد. هیدروکلوئیدها در آب مقطر با دمای 25 درجه سانتی گراد ریخته شده و با همزن مکانیکی به مدت 40 دقیقه به طور مداوم همزده شد. سپس به منظور هیدراته شدن صمغ ها، سوسپانسیون های تهیه شده به مدت 24 ساعت در دمای محیط نگهداری شدند (18).

## 2-2- آماده سازی قطعات سیب زمینی

سیب زمینی های شسته شده پس از پوست گیری به اندازه های مساوی با ابعاد  $6 \times 0/8 \times 0/8$  سانتی متر خلال شدند. عمل بلانچینگ نمونه ها در محلول آبی کلرید کسیم 1% به مدت 6 دقیقه در دمای  $70^{\circ}\text{C}$  صورت گرفت. خلال های سیب زمینی پس از بلانچینگ بلافاصله به مدت 2 دقیقه در سوسپانسیون های آماده شده به روش غوطه وری پوشش دهی شدند، نسبت محلول های هیدروکلوئیدی به سیب زمینی 1 به 3 بود. گروهی از سیب زمینی ها تحت عنوان گروه کنترل، تنها در آب مقطر غوطه ور شدند. به منظور کاهش آب سطحی، نمونه ها به مدت 3 دقیقه در آون 150 درجه سانتی گراد قرار داده شد (36).

## 2-3- آزمون رئولوژیکی سوسپانسیون صمغ ها

خواص رئولوژیکی صمغ دانه های شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیبی از هر سه آن ها با استفاده از یک رئومتر پارفیزیکا (آلمان) مجهز به هندسه مخروط و صفحه (قطر 4 میلی متر، زاویه 4 درجه و اندازه گپ 49 میکرومتر (9) انجام گرفت. دمای پلیرت زیرین توسط سیستم peltier plate با حساسیت  $\pm 0/01$  مجهز به سیرکولاتور آب، به منظور دستیابی سریع به دمای دقیق، کنترل شد. محلول های هیدروکلوئید به طور مستقیم بر روی صفحه رئومتر در دمای 20 درجه سانتی گراد ریخته شد و پس از تنظیم گپ، به منظور جلوگیری از تبخیر نمونه یک لایه نازک از روغن سیلیکون اطراف نمونه ریخته شد. منحنی های جریان پس از یک زمان ثابت 5 دقیقه در دمای 20 درجه سانتی گراد بدست آمد. تنش برشی به عنوان تابعی از

چیس سبب زمینی بر جذب روغن و محتوی رطوبت آن طی فرایند سرخ کردن پرداختند، نتایج آن نشان داد که افزایش غلظت صمغ موجب کاهش جذب روغن و افزایش محتوی رطوبت محصول نسبت به تیمار شاهد به میزان (به ترتیب) 34 و 29/5 درصد شد (7). در کشور ایران منابع گیاهی بسیاری وجود دارد که پتانسیل بالایی جهت تولید هیدروکلوئیدهای غذایی دارند، برای مثال می توان به دانه های قدومه شهری، قدومه شیرازی، مرو، اسفرزه، شاهی و... اشاره کرد (30). در این راستا هدف از این مطالعه بررسی اثر پوشش های هیدروکلوئیدی صمغ دانه قدومه شیرازی، متیل سلولز و ترکیبی از این دو بر کاهش جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده می باشد.

## 2- مواد و روش ها

برای این مطالعه سیب زمینی های رقم ساتینا از یک بازار محلی در مازندران-ایران تهیه گردید و در دمای 6 درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی 93-95 درصد برای انجام آزمایشات نگهداری شدند (31). روغن کانولا (شرکت ورامین-ایران) جهت سرخ کردن تهیه گردید و متیل سلولز از شرکت سیگما خریداری شد. متیل سلولز ترکیب شیمیایی است که به صورت طبیعی وجود ندارد و از متیلاسیون سلولز بدست می آید، دارای ژل حرارتی است و به خوبی فیلم تشکیل می دهد و در صنایع دارویی و مواد غذایی مورد استفاده قرار می گیرد (38) دانه های قدومه شیرازی با نام علمی *allysum hpmolocarpum* دارای ظاهری گرد، کوچک تر از عدس، پهن و صورتی کم رنگ با پوشش مشخص موسیلاژی است. صمغ بدست آمده از دانه قدومه شیرازی کاربردهای مختلفی به عنوان قوام دهنده و تثبیت کننده امولسیون دارد اما کاربرد آن در مواد غذایی کمتر مورد توجه قرار گرفته است (24). در این مطالعه صمغ دانه قدومه شیرازی تحت شرایط بهینه گزارش شده توسط یادگاری و اسماعیل زاده کناری (1396)، در دمای 36 درجه سانتی گراد،  $\text{pH}=4$  و نسبت آب به دانه 1:40 استخراج شد (2).

$$100 \times \frac{\text{وزن نمونه های پوشش دهی شده سرخ شده}}{\text{وزن نمونه های پوشش دهی شده سرخ نشده}} = \text{راندمان سرخ کردن}$$

## 2-7- درصد رطوبت

برای تعیین میزان رطوبت، نمونه ها در رطوبت سنج اتومات با دمای 105-110°C تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد. تغییرات نسبی درصد قابلیت نگهداری آب در محصولات پوشش داده شده نسبت به نمونه های کنترل پوشش داده نشده با هیدروکلوئیدها از رابطه زیر بدست آمد (5):

$$100 \times (1 - \frac{\text{محتوی رطوبت نمونه های پوشش دار}}{\text{محتوی رطوبت نمونه های بدون پوشش}}) = \text{تغییرات نسبی رطوبت}$$

## 2-8- محتوی روغن

برای بررسی محتوی روغن از نمونه های خشک شده در آون استفاده شد، روغن با روش سوکسله به مدت 6 ساعت متوالی و با استفاده از هگزان به عنوان حلال استخراج گردید. تغییرات نسبی درصد جذب روغن توسط نمونه های پوشش داده شده با هیدروکلوئیدها نسبت به نمونه های کنترل پوشش داده نشده از رابطه زیر بدست آمد (16):

$$100 \times (1 - \frac{\text{محتوی روغن نمونه های پوشش دار}}{\text{محتوی روغن نمونه های بدون پوشش}}) = \text{تغییرات نسبی جذب روغن}$$

## 2-9- بررسی رنگ نمونه ها

رنگ خلال های سیب زمینی سرخ شده با استفاده از روش هانترلب (با سه مؤلفه  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$ ) و به کارگیری نرم افزار Image z (1.46 r) مورد بررسی قرار گرفت. در این رابطه مؤلفه  $L^*$  که بیانگر شدت روشنایی است با محدوده صفر (سیاه) تا 100 (سفید)، مؤلفه  $a^*$  نامحدود با طیف رنگی سبز (مقادیر منفی) تا قرمز (مقادیر مثبت) و مؤلفه  $b^*$  نامحدود با طیف رنگی آبی (مقادیر منفی) تا زرد (مقادیر مثبت) بود (40). به منظور رنگ سنجی سه قرائت از سه نقطه مختلف خلال های سرخ شده (نقطه میانی و دو لبه انتهایی هر خلال) در دمای محیط صورت گرفت و میانگین آن ها ثبت شد. رنگ سفید سولفات باریم به عنوان استاندارد استفاده شد و فاکتور  $\Delta E$  (تغییر رنگ کلی) از فرمول زیر بدست آمد (3)

نرخ برش در 1000 و 0/01 بر ثانیه بر اساس برنامه داده شده (2/5 دقیقه برای دستیابی به نرخ برشی حداکثر، 5 دقیقه نگهداری در حداکثر نرخ برش و 2/5 دقیقه زمان تا رسیدن به نرخ برشی 0/01) تعیین شد. مدل های رئولوژیکی توسط برنامه رفتار جریان اصلی از رئومتر شرکت Anton Paar انجام شد، ما ویسکوزیته ظاهری در 0/048 و 62/11 بر ثانیه را انتخاب کردیم (18).

## 2-4- درصد پوشش دهی

درصد پوشش دهی از اختلاف وزن نمونه های پوشش دهی شده و بدون پوشش محاسبه گردید. رابطه زیر برای محاسبه درصد پوشش دهی مورد استفاده قرار گرفت (3):

$$100 \times \frac{\text{وزن نمونه های بدون پوشش} - \text{وزن نمونه های پوشش دهی شده}}{\text{وزن نمونه های پوشش دهی شده}} = \text{درصد پوشش دهی}$$

## 2-5- سرخ کردن

دما و زمان سرخ کردن فاکتورهایی تاثیرگذار بر بافت و ویژگی های حسی و در نهایت پذیرش کلی محصول سرخ شده بوده و همچنین بر میزان جذب روغن نیز مؤثر می باشند، در این راستا، دما و زمان مناسب جهت سرخ شدن سیب زمینی ها را انتخاب کردیم و نمونه ها به مدت 7 دقیقه در دمای 180°C در سرخ کن خانگی با حجم 2/5 لیتر در روغن کانولا سرخ شدند (14). نسبت وزن خلال ها به روغن 1 به 6 بود. در این مطالعه تیمارهای هیدروکلوئیدی مختلفی بررسی شدند و روغن مورد استفاده برای سرخ کردن برای هر تیمار تعویض می شد. نمونه های سیب زمینی پس از تهیه و سرخ شدن، تا رسیدن به دمای محیط نگهداری شده سپس آزمون های اندازه گیری محتوی رطوبت و روغن و بررسی تغییرات بافت و رنگ روی آن ها انجام گرفت (28، 31).

## 2-6- راندمان سرخ کردن

راندمان سرخ کردن با در نظر گرفتن وزن خلال های سرخ شده و خلال های خام بعد از فرآیند پوشش دهی با کمک رابطه زیر محاسبه شد (10):

$$\Delta E = \sqrt{[(L^* - L^*_{P,SO_2})^2 + (a^* - a^*_{P,SO_2})^2 + (b^* - b^*_{P,SO_2})^2]}$$

### 10-2- بررسی بافت

ویژگی های بافتی خلال ها از نظر سختی و تردی با استفاده از دستگاه بافت سنج SANTAM مدل STM-5 بررسی شدند. در این آزمون از پروب سیلندری شکل ته صاف به قطر 2 میلی متر استفاده شد و سرعت نفوذ 0/5 میلی متر در ثانیه و عمق نفوذ 6 میلی متر با نیروی 10 کیلوگرم در نظر گرفته شد. از هر تیمار پوشش داده شده و شاهد، 3 خلال پس از رسیدن به دمای 20 درجه سانتی گراد مورد بررسی قرار گرفت (3).

### 11-2- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری این مطالعه جهت بررسی اثر پوشش بر میزان جذب روغن و خواص کیفی خلال سیب زمینی در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. کلیه آزمون ها در 3 تکرار انجام شد، برای تجزیه و تحلیل نتایج نرم افزار SPSS نسخه 19 و برای مقایسه میانگین ها آزمون چند دامنه ای

دانکن با سطح معنی داری 5 درصد ( $P < 0.05$ ) مورد استفاده قرار گرفت، نمودارهای آماری نیز توسط نرم افزار Excel رسم گردید.

### 3- نتایج و بحث

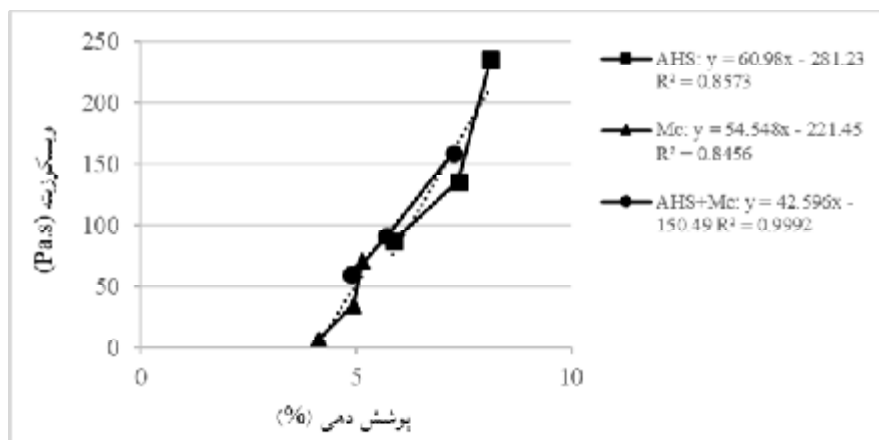
#### 3-1- رفتار جریانی سوسپانسیون های هیدروکلوئیدی

##### و ارتباط آن با درصد پوشش دهی

وابستگی ویسکوزیته ظاهری به سرعت برشی سوسپانسیون های متیل سلولز و دانه قدومه شیرازی و همچنین ترکیب آن ها در هر سه غلظت 1، 1/5 و 2 درصد در دو سرعت برشی 0/048 و 62/11 بر ثانیه در دمای 20 درجه سانتی گراد در جدول 1 نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود در تمامی نمونه ها با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته محلول ها به طور قابل توجهی کاهش یافته، لذا بر مبنای رفتار رقیق شونده با برش محلول های هیدروکلوئیدی چنین نتیجه گیری شد که هر سه محلول پوشش دهنده از نوع سودوپلاستیک بودند (18).

جدول 1: ویسکوزیته و درصد پوشش دهی محلول های هیدروکلوئیدی

ویسکوزیته ظاهری (pa.s)		پوشش دهی (%)	هیدروکلوئید
(1/s) 62/11	(1/s) 62/11		
86/63 ± 3 <sup>d</sup>	0/2 ± 0.01 <sup>g</sup>	5/86 ± 0/33 <sup>bc</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1 درصد
135/57 ± 6/21 <sup>c</sup>	0/64 ± 0/02 <sup>d</sup>	7/37 ± 0/7 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1/5 درصد
235/21 ± 9/31 <sup>a</sup>	1/1 ± 0/01 <sup>a</sup>	8/11 ± 0/89 <sup>a</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد
6/25 ± 2/61 <sup>h</sup>	0/13 ± 0/01 <sup>f</sup>	4/12 ± 1/39 <sup>c</sup>	متیل سلولز 1 درصد
34/24 ± 3/7 <sup>g</sup>	0/49 ± 0/01 <sup>f</sup>	4/94 ± 0/85 <sup>c</sup>	متیل سلولز 1/5 درصد
70/28 ± 3/03 <sup>e</sup>	0/88 ± 0/01 <sup>c</sup>	5/15 ± 1/1 <sup>c</sup>	متیل سلولز 2 درصد
59/17 ± 5/56 <sup>f</sup>	0/17 ± 0/01 <sup>h</sup>	4/90 ± 0/77 <sup>c</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1 درصد
90/93 ± 5/56 <sup>d</sup>	0/55 ± 0/01 <sup>e</sup>	5/71 ± 0/62 <sup>bc</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1/5 درصد
159/04 ± 5/91 <sup>b</sup>	0/96 ± 0/01 <sup>b</sup>	7/25 ± 1/25 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 2 درصد



شکل 1: همبستگی میان ویسکوزیته (pa.s) و پوشش دهی (%) هیدروکلئیدهای مختلف

AHS: صمغ دانه قدومه شیرازی

Mc: متیل سلولز

AHS+Mc: صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز

نتایج به صورت میانگین از 3 اندازه گیری  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده اند. آنالیز آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) صورت گرفت.

افزایش محتوی رطوبت محصول نسبت به تیمار شاهد شد، با افزایش غلظت این صمغ محتوی رطوبت محصول نیز افزایش یافت اما به طور کلی اختلاف بین غلظت های مختلف از یک صمغ معنی دار ( $p < 0.05$ ) نبود. استفاده از متیل سلولز نیز به عنوان پوشش موجب کاهش افت رطوبت محصول شد، اما این اختلاف تنها در نمونه های 1/5 درصد و 2 درصد از این صمغ معنی دار ( $p < 0.05$ ) بود. توانایی صمغ ها در نگهداری آب ناشی از خاصیت سدکنندگی صمغ هاست که روی سطح بیرونی سبب زمینی قرار گرفته و مانع از خروج رطوبت از بافت آن ها می شوند. در ارتباط با حفظ رطوبت محصول پوشش ترکیبی قدومه شیرازی+متیل سلولز عملکرد متفاوتی از خود نشان داد، این پوشش در هر سه غلظت به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) موجب کاهش رطوبت محصول نسبت به تیمار شاهد گردید. تیمار پوشش داده شده با صمغ قدومه شیرازی+متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد کمترین رطوبت را بین تیمارها داشته و این پوشش موجب کاهش محتوی رطوبت به میزان 40/62 درصد نسبت به تیمار شاهد شد، که احتمالاً به دلیل تغییر خواص هیدروکلئیدها پس از ترکیب آن ها با هم باشد، چرا که

بالاترین میزان پوشش دهی مربوط به نمونه پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد بود، که البته ویسکوزیته بالایی نیز نسبت به اکثر سوسپانسیون ها داشت، کمترین پوشش دهی و ویسکوزیته هم مربوط به سوسپانسیون حاوی متیل سلولز با غلظت 1 درصد بود. عموماً درصد پوشش دهی با ویسکوزیته محلول ارتباط مستقیم دارد، به طوری که با افزایش ویسکوزیته پوشش بیشتری به سطح نمونه می چسبد (13، 12). اثر ویسکوزیته بر میزان پوشش دهی در نمونه های پوشش داده شده با غلظت های بالاتر هیدروکلئید در شکل 1 قابل مشاهده است، نتایج بدست آمده در این بخش با نتایج کریمی و اسماعیل زاده کناری (21) مطابقت داشت.

### 3-2-تاثیر پوشش های هیدروکلئیدی بر محتوی رطوبت و بازده سرخ کردن

رطوبت یکی از مهمترین ویژگی های کیفی محصولات سرخ شده به شمار می رود. همان طور که در جدول 2 مشاهده می شود، پوشش دهی با سوسپانسیون صمغ دانه قدومه شیرازی به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) موجب

پوشش داده شده به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت، در این بین تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد دارای بیشترین بازده سرخ کردن بود، این پدیده را می توان با اثر پوشش- های هیدروکلونیدی بر خلال های سیب زمینی و جلوگیری از خروج بخار آب درون آن ها دانست که منجر به محتوی رطوبت بالاتر و در نتیجه بازده سرخ کرده بالاتر می شود.

پس از ترکیب این دو هیدروکلونید سوسپانسیون حاصل حاوی مقادیر قابل توجهی کف بود، برای خروج کف محلول به مدت 24 ساعت روی شیکر با دور کم گذاشته شد، سپس برای مدتی در جایی ساکن ماند، کف موجود در سوسپانسیون به میزان بسیار کمی کاهش یافت اما به طور کامل از بین نرفت. این یافته ها با نتایج بوازیز و همکاران (7) و یادگاری و همکاران (1) مطابقت داشت. مطابق با داده های موجود در جدول 2، بازده سرخ کردن تمامی تیمارهای

جدول 2: اثر پوشش های هیدروکلونیدی بر راندمان سرخ کردن، محتوی رطوبت و جذب روغن خلال های سیب زمینی

تغییرات نسبی محتوی روغن (%)	جذب روغن (g/100g)	تغییرات نسبی رطوبت (%)	محتوی رطوبت (g/100g)	راندمان سرخ کردن (%)	هیدروکلونید
-	15/73 ± 0/42 <sup>b</sup>	-	51/96 ± 1/42 <sup>c</sup>	45/45 ± 1/49 <sup>c</sup>	شاهد
- 8/03 <sup>b</sup>	14/47 ± 1/03 <sup>b</sup>	13/42 <sup>a</sup>	58/94 ± 1/65 <sup>a</sup>	57/60 ± 3/36 <sup>b</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1 درصد
- 5/7 <sup>b</sup>	14/83 ± 0/86 <sup>b</sup>	18/22 <sup>a</sup>	60/70 ± 1/65 <sup>a</sup>	57/27 ± 5/52 <sup>b</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1/5 درصد
- 16/72 <sup>b</sup>	13/1 ± 0/95 <sup>b</sup>	18/84 <sup>a</sup>	61/75 ± 1/49 <sup>a</sup>	64/57 ± 1/11 <sup>a</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد
- 12/66 <sup>b</sup>	13/27 ± 0/70 <sup>b</sup>	11/29 <sup>a</sup>	57/83 ± 3/62 <sup>ab</sup>	55/86 ± 3/72 <sup>b</sup>	متیل سلولز 1 درصد
- 16/08 <sup>b</sup>	13/2 ± 1/04 <sup>b</sup>	15/47 <sup>a</sup>	60 ± 0/94 <sup>a</sup>	52/88 ± 3/03 <sup>b</sup>	متیل سلولز 1/5 درصد
- 12/69 <sup>b</sup>	13/73 ± 0/58 <sup>b</sup>	14/12 <sup>a</sup>	59/77 ± 1/31 <sup>a</sup>	54/02 ± 2/57 <sup>b</sup>	متیل سلولز 2 درصد
27/57 <sup>a</sup>	20/07 ± 2/32 <sup>a</sup>	- 24/64 <sup>b</sup>	36/16 ± 5/56 <sup>c</sup>	55/4 ± 2/76 <sup>b</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1 درصد
19/52 <sup>a</sup>	18/8 ± 1/73 <sup>a</sup>	- 40/62 <sup>c</sup>	30/85 ± 7/21 <sup>d</sup>	57/65 ± 3/22 <sup>b</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1/5 درصد
24/6 <sup>a</sup>	19/6 ± 2.43 <sup>a</sup>	- 28/82 <sup>bc</sup>	36/99 ± 4/86 <sup>cd</sup>	59 ± 2/62 <sup>b</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 2 درصد

نتایج به صورت میانگین از 3 اندازه گیری ± انحراف معیار گزارش شده اند. آنالیز آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) صورت گرفت.

چرا که پوشش با ایجاد سطحی محکم تر و شکننده تر با تعداد حفره های کمتر، موجب کاهش تبخیر آب از سطح و بافت سیب زمینی شده و موجب کاهش جذب روغن می گردد، علاوه براین پوشش ظرفیت نگهداری آب را از طریق محبوس کردن آب در داخل و جلوگیری از جایگزینی آن با روغن افزایش می دهد (25، 35). همان طور

3-3- تاثیر پوشش های هیدروکلونیدی بر جذب روغن  
محتوی روغن سیب زمینی های سرخ شده عاملی تأثیر گذار بر کیفیت نهایی و پذیرش محصول توسط مصرف کنندگان می باشد. به طور کلی انتظار می رود با افزایش درصد رطوبت محصول سرخ شده میزان جذب روغن کاهش یابد،

## 3-4- اثر پوشش دهی بر بافت

خواص مکانیکی پوسته در مواد غذایی پوشش داده شده و سرخ شده توسط تست نفوذی تعیین می گردد و تغییرات بافت در نمودار فاصله به نیرو ترسیم می شود (9).

## 3-5- سختی

سختی میزان مقاومت در برابر شکسته شدن بر اثر نیروی وارده از اولین ضربه دندان های پیشین است. اساس کار دستگاه بافت سنج شبیه سازی چنین رفتاری است (32).

همان طور که در جدول 3 قابل مشاهده است، تمامی نمونه ها موجب افزایش میزان سختی سیب زمینی سرخ شده نسبت به تیمار شاهد شدند، در این میان تیمار پوشش داده شده با متیل سلولز با غلظت 2 درصد دارای بیشترین سختی بوده و تنها اختلاف این تیمار با تیمار شاهد معنی دار ( $p < 0.05$ ) بود. میزان سختی در تیمارهای پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز به طور جداگانه، با افزایش غلظت صمغ از 1 به 1/5 و از 1/5 به 2 درصد افزایش یافت. افزایش سختی در نمونه های پوشش داده شده نسبت به تیمار شاهد را می توان به افت رطوبت و جذب روغن نسبت داد. نتایج بدست آمده در این پژوهش با مطالعاتی که محققان دیگر داشتند مطابقت داشت، کیم و همکاران (23) برای آنالیز بافت دونات های پوشش دهی شده از تست نفوذی استفاده نمودند و گزارش کردند که ویژگی های بافت با میزان چربی جذب شده توسط دونات رابطه دارد.

که در جدول 2 نشان داده شده استفاده از پوشش های تهیه شده از صمغ های دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز در هر سه غلظت (1، 1/5 و 2 درصد) موجب کاهش جذب روغن خلال های سیب زمینی سرخ شده نسبت به نمونه شاهد شد، اما اختلاف بین جذب روغن این تیمارها و تیمار شاهد و همچنین بین غلظت های متفاوت از صمغ های یکسان معنی دار ( $p < 0.05$ ) نبود. نتایج این بخش در مورد محصول پوشش داده شده با ترکیب صمغ دانه قدومه شیرازی+متیل سلولز متفاوت بود. استفاده از سوسپانسیون ترکیبی از صمغ دانه قدومه شیرازی+متیل سلولز به عنوان پوشش در هر 3 غلظت موجب افزایش معنی دار ( $p < 0.05$ ) جذب روغن سیب زمینی سرخ شده نسبت به تیمار شاهد شد. در بین تیمارها بیشترین درصد جذب روغن متعلق به تیمار پوشش داده شده با محلول ترکیبی صمغ قدومه شیرازی+متیل سلولز 1 درصد بود که موجب افزایش میزان جذب روغن نمونه نسبت به تیمار شاهد، به میزان 27/57 درصد شد. احتمالاً عملکرد متفاوت این سوسپانسیون به دلیل وجود کف تثبیت شده در محلول ترکیبی پوشش باشد. ساختار پوسته عاملی تعیین کننده در جذب روغن است و می تواند حین سرخ کردن موجب افزایش یا کاهش جذب روغن توسط محصول گردد (26، 34). در بین تیمارها، تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد دارای کمترین میزان روغن بوده و این پوشش موجب کاهش جذب روغن محصول به میزان 16/72 درصد نسبت به نمونه شاهد شد. یافته های این بخش با نتایج حسین آبادی و همکاران (17) مطابقت داشت.



جدول 3: اثر پوشش های هیدروکلوئیدی بر تردی و سختی خلال های سیب زمینی

سختی	تردی	هیدروکلوئید
2/15±0/28 <sup>b</sup>	156/67±15/28 <sup>b</sup>	شاهد
2/68±0/13 <sup>ab</sup>	191/67±29/30 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1 درصد
2/72±0/1 <sup>ab</sup>	195±36/06 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 1/5 درصد
2/88±0/7 <sup>ab</sup>	234±34/39 <sup>a</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد
2/3±0/66 <sup>ab</sup>	195±48/22 <sup>ab</sup>	متیل سلولز 1 درصد
2/48±0/25 <sup>ab</sup>	208/33±27/54 <sup>ab</sup>	متیل سلولز 1/5 درصد
3/03±0/81 <sup>a</sup>	233/33±55/08 <sup>a</sup>	متیل سلولز 2 درصد
2/32±0/39 <sup>ab</sup>	196/67±15/28 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1 درصد
2/73±0/25 <sup>ab</sup>	198/33±14/43 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1/5 درصد
2/28±0/13 <sup>ab</sup>	171/67±7/64 <sup>ab</sup>	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 2 درصد

نتایج به صورت میانگین از 3 اندازه گیری ± انحراف معیار گزارش شده اند. آنالیز آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) صورت گرفت

### 3-6- تردی

در فرآورده های سرخ شده یکی از ویژگی های بافتی مهم تردی می باشد. میزان ترد شدن پوسته محصول نهایی تحت تاثیر شرایط حرارتی فرایند، زمان سرخ کردن و نیز ترکیب اولیه ماده غذایی قرار می گیرد. تردی، مقدار مقاومت در برابر شکسته شدن در اثر نیروی وارد آمده در گاز اول توسط دندان های پیشین معنی می شود (32، 6). همان طور که در جدول 3 نشان داده شده است، استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان پوشش، تردی سیب زمینی های سرخ شده را افزایش داد. در تیمارهای پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی و متیل سلولز با افزایش غلظت صمغ تردی نیز روندی افزایشی داشت. در بین تیمارها، تیمارهای پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد و متیل سلولز 2 درصد بیشترین تاثیر را بر تردی محصول داشتند و اختلاف آن ها با تیمار شاهد معنی دار ( $p < 0.05$ ) بود.

### 3-7- رنگ

مطابق با داده های موجود در جدول 4، استفاده از هیدروکلوئیدها به عنوان پوشش موجب کاهش مؤلفه  $L^*$  تیمارهای پوشش داده شده نسبت به تیمار شاهد شد. تیمارهای پوشش داده شده با سوسپانسیون ترکیبی صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز در هر سه غلظت دارای کمترین میزان مؤلفه  $L^*$  و اختلاف معنی دار ( $p < 0.05$ ) با تیمار شاهد بودند و غلظت 2 درصد آن بیشترین تأثیر را بر کاهش این مؤلفه داشت. بیشترین مؤلفه  $L^*$  در بین تیمارهای پوشش داده شده متعلق به تیمار پوشش داده شده با محلول حاوی متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد بود. کاهش روشنایی تیمارها نسبت به تیمار شاهد را می توان به واکنش میلارد نسبت داد که حین فرایند سرخ کردن رخ می دهد (8).

جدول 4: اثر پوشش دهی بر رنگ خلال های سیب زمینی

L	A	B	$\Delta E$	هیدروکلوئید
$73/16 \pm 2/77^a$	$-0/98 \pm 1/79^a$	$61/08 \pm 1/15^a$	$95/33 \pm 2/38^a$	شاهد
$71/52 \pm 2/16^{ab}$	$-1/92 \pm 1/3^a$	$54/19 \pm 2/16^b$	$91/03 \pm 2/20^{ab}$	صمغ دانه قدومه شیرازی 1 درصد
$69/98 \pm 1/87^{abc}$	$-2 \pm 1/29^a$	$53/1 \pm 4/33^b$	$87/94 \pm 2/22^b$	صمغ دانه قدومه شیرازی 1/5 درصد
$70/59 \pm 3/31^{abc}$	$-2/21 \pm 1/93^a$	$53/98 \pm 0/67^b$	$88/92 \pm 2/63^b$	صمغ دانه قدومه شیرازی 2 درصد
$69/72 \pm 2/7^{abc}$	$-1/8 \pm 0/78^a$	$53/63 \pm 2/33^b$	$87/99 \pm 2/95^b$	متیل سلولز 1 درصد
$72/26 \pm 2/6^a$	$-1/93 \pm 1/1^a$	$56/82 \pm 3/71^{ab}$	$91/96 \pm 4/35^{ab}$	متیل سلولز 1/5 درصد
$68/88 \pm 4^{abc}$	$-1/69 \pm 3/24^a$	$56/54 \pm 4/9^{ab}$	$89/18 \pm 6^b$	متیل سلولز 2 درصد
$66/57 \pm 3/48^{bc}$	$0/59 \pm 0/31^a$	$56/66 \pm 0/83^{ab}$	$87/43 \pm 3/18^b$	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1 درصد
$66/63 \pm 1/23^{bc}$	$-1/49 \pm 0/65^a$	$55/56 \pm 2/61^b$	$86/78 \pm 2/3^b$	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 1/5 درصد
$66/25 \pm 0/24^c$	$-1/36 \pm 2/27^a$	$57/43 \pm 1/21^{ab}$	$87/70 \pm 0/93^b$	صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز 2 درصد

نتایج به صورت میانگین از 3 اندازه گیری  $\pm$  انحراف معیار گزارش شده اند. آنالیز آماری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی داری ( $P < 0.05$ ) صورت گرفت.

داده شده با صمغ های متفاوت و همچنین غلظت های مختلف از پوشش مشابه، اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) وجود نداشت. نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده ها که در جدول 4 آورده شده نشان داد که تغییرات کلی رنگ ( $\Delta E$ ) در تیمار شاهد بیش از تیمارهای پوشش داده شده بود و در کلیه تیمارها به جز تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 1 درصد و متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. کمترین تغییرات رنگ در تیمار پوشش داده شده با ترکیب صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد بود. یافته های این بخش با نتایج خلیلی (22) و جعفریان (20) مطابقت داشت.

#### 4- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از صمغ های متیل سلولز و قدومه شیرازی به عنوان پوشش موجب کاهش جذب روغن آن نسبت به تیمار شاهد شد، بنابراین می توان گفت این پوشش ها می توانند با هدف بهبود خواص کیفی محصولات سرخ شده مورد کاربرد قرار

ایجاد رنگ طلایی مطلوب در مواد غذایی سرخ شده مستلزم افزایش مؤلفه  $a^*$  و کاهش مؤلفه  $L^*$  می باشد (33)، اما در این پژوهش تنها پوشش ترکیبی صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز با غلظت 1 درصد موجب افزایش مؤلفه  $a^*$  نسبت به تیمار شاهد شد و باقی تیمارها  $a^*$  کمتری داشتند، اما در کل بین پوشش ها و غلظت های مختلف از آن ها، اختلاف معنی داری ( $p < 0.05$ ) مشاهده نشد (جدول 4). مصرف کنندگان محصولات سرخ شده تمایل دارند این محصولات دارای رنگ زرد و با پوسته طلایی باشند، بررسی این قسمت از رنگ با بررسی مؤلفه  $b^*$  امکان پذیر است که بیانگر میزان زردی رنگ نمونه محصول می باشد. نتایج جدول 4 بیانگر این است که تمامی تیمارهای پوشش داده شده دارای مؤلفه  $b^*$  پایین تری نسبت به تیمار شاهد بودند، این اختلاف در تیمارهای پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی در هر سه غلظت، متیل سلولز با غلظت 1 درصد و پوشش ترکیبی صمغ دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز با غلظت 1/5 درصد معنی دار ( $p < 0.05$ ) بود. آنالیز واریانس نشان داد که مؤلفه  $b^*$  در بین تیمارهای پوشش

- Yam Chips. Nigerian Food Journal, 31: 97-102.
5. AOAC. 1984. Official methods of analysis (14th ed.), Association of Official Analytical chemists, Washington DC 14: 004.
  6. Ballard, T. 2003. Application of Edible Coatings in Maintaining Crispness of Breaded Fried Foods. Biological Systems Engineering. Virginia Polytechnic Institute and State University.
  7. Bouaziz, F., Koubaa, M., Neifar, M., Zouari-Ellouzi, S., Besbes, S., Chaari, F. and et al. 2016. Feasibility of using almond gum as coating agent to improve the quality of fried potato chips: evaluation of sensorial properties. Food Science and Technology, 65: 800-807.
  8. Bouchon, P., Hollins, P., Pearson, M., Pyle, D. L. and Tobin, M. J. 2001. Oil distribution in fried potatoes monitored by infrared microspectroscopy. Food Science and Technology, 66: 918-923.
  9. Chen, C. L., Li, P. Y., Hu, W. Y., Lan, M. H., Chen, M. J. and Chen, H. H. 2008. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: Water barrier effect of HPMC. Food Hydrocolloids, 22: 1337-1344.
  10. Daraei Garmakhany, A., Mirzaei, H. O., Maghsudlo, Y., Kashani Nejad, M. and Jafari, M. 2012. Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings. Food Science and Technology, 51: 1334-1341.
  11. Deok, N. K., Lima, J., Young, B., Hyeon, G. L. and Suyong, L. 2011. Effect of hydrocolloid coatings on the heat transfer and oil uptake during frying of potato strips. Food Engineering, 102: 317-320.
  12. Dogan, M. and Kayacier, A. 2004. Rheological properties of reconstituted hot salep beverage. International. Food Properties, 7: 683-691.
  13. Dogan, S. F., Sahin, S. and Sumnu, G. 2005. Effects of batters
- گیرند، اما استفاده از ترکیب این دو صمغ به عنوان پوشش پیشنهاد نمی شود، چرا که موجب افزایش جذب روغن و کاهش محتوی رطوبت تیمار پوشش داده شده نسبت به تیمار شاهد شد. در این مطالعه بهترین پوشش، سوسپانسیون تهیه شده از صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد بود، سوسپانسیون حاصل از این صمغ دارای بیشترین ویسکوزیته بوده و تیمار پوشش داده شده با این سوسپانسیون دارای بیشترین درصد پوشش دهی بود. تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه شیرازی با غلظت 2 درصد موجب حداکثر کاهش جذب روغن و حداقل افت رطوبت سیب زمینی سرخ شده، به ترتیب به میزان 16/72 و 18/84 درصد نسبت به تیمار شاهد شد. این تیمار دارای حداکثر راندمان سرخ کردن و تردی بافت نیز بود.
- ### 5-منابع
1. یادگاری، م. اسماعیل زاده کناری، ر. هاشمی، س. ج. 1395. اثر نوع و غلظت صمغ های دانه شاهی و دانه قدومه شیرازی بر جذب روغن و حفظ رطوبت سیب زمینی سرخ شده، اولین کنگره بین المللی و بیست و چهارمین کنگره ملی علوم و صنایع غذایی ایران، تهران.
  2. یادگاری، م. اسماعیل زاده کناری، ر. هاشمی، س. ج. 1396. بررسی اثرات صمغ های دانه شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیب آن ها بر جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده طی فرایند سرخ شدن عمیق. مجله علوم و صنایع غذایی ایران، جلد 14، شماره 69، 9-1.
  3. Akdeniz, N., Sain, S. and Sumnu, G. 2006. Functionality of batters containing different gums for deep fat frying of carrot slices. Food Engineering, 75: 522-526.
  4. Alimi, B.A., Shittu, T.A., Sanni, L.O. and Arowolo, T.A. 2013. Effect of Pre-Drying and Hydrocolloid Type on Colour and Textural Properties of Coated Fried

21. Karimi, N. and Esmailzadeh Kenari, R. 2016. Functionality of Coatings with Salep and Basil Seed Gum for Deep Fried Potato Strips. *American Oil Chemists Society*, 93: 243-250
22. Khalil, A. H. 1999. Quality of french fried potatoes as influenced by coating with hydrocolloids. *Food Chemistry*, 66: 201-206.
23. Kim, J., Choi, I., Shin, W. and Kim, Y. 2015. Effects of HPMC (Hydroxypropyl methylcellulose) on oil uptake and texture of gluten-free soy donut. *Food Science and Technology*, 62: 620-627.
24. Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., Razavi, S. M. A., Kadkhodae, R. and Milani, J. M. 2008. Optimization of mucilage extraction from qodume shirazi seed (*alyssum homolocarpum*) using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 33: 861-882.
25. Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E. and Barrufet, M. A. 1999. Deep-Fat Frying fundamentals and applications. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland, Pp. 75-104.
26. Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E. and Barrufet, M. A. 1999. Oil absorption in fried foods. Deep-fat frying, fundamentals and applications. Gaithersburg, Chapman & Hall Food Science Book, pp. 179-221.
27. Parimala, K.R. and Sudha, M.L. 2012. Effect of hydrocolloids on the rheological, microscopic, mass transfer characteristics during frying and quality characteristics of puri. *Food Hydrocolloids*, 27: 191-200.
28. Pedreschi, F., Claudia, C., Moyano, P. and Troncoso, E. 2008. Oil distribution in potato slices during frying. *Food Engineering*, 87: 200-212.
29. Primo-Martín, C., Sanz, T., Steringa, D. W., Salvador, A., Fiszman, S. M. and vanVliet, T. 2010. Performance of cellulose derivatives in deep-fried battered containing different protein types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. *European Food Research and Technology*, 220: 502-508.
14. Farhoosh, R. and Esmailzadeh Kenari, R. 2009. Frying Stability of Canola Oil Blended with Palm Olein, Olive, and Corn Oils. *American Oil Chemistry Society*, 86: 71-76.
15. Fiszman, S. M. and Salvador, A. 2003. Recent developments in coating batters. *Food Science & Technology*, 14: 399-407.
16. García, M. A., Ferrero, C., Bertola, N., Martino, N. and Zaritzky, N. 2002. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3: 391-397.
17. Hoseinabadi, V., Badii, F., Gharachorloo, M. and Heshmati, M. 2011. Effects of blanching and hydrocolloid coating of potatoes with methyl cellulose and tragacanth on French-fries oil uptake and qualitative properties. *Iran Food Science and Nutrition journal*, 4: 71-78.
18. Hosseini Parvar, S.H., Mortazavi, S. A., Razavi, S. M. A., Merino-Merino, L. M. and Motamed Zadegan, A. (2010). Steady shear flow behavior of gum extracted from *Ocimum basilicum* L. seed: Effect of concentration and temperature. *Food Engineering*, 101: 229-342.
19. Ignat, A., Manzocco, L., Brunton, N. P., Nicoli M. C. and Lyng J. G. 2015. The effect of pulsed electric field pre-treatments prior to deep-fat frying on quality aspects of potato fries. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 29: 65-69.
20. 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 Iran.

- review. *Food Hydrocolloid*, 25(8): 1801-1812.
40. Yam, K. A. and Papadakis, S. E. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Food Engineering*, 61: 137-142.
41. Ziaifar, A. M. 2008. Oil absorption deep-fat frying: mechanism and important factors, PhD. Thesis, Agro Paris Tech.
- snacks: oil barrier and crispy properties. *Food Hydrocolloids*, 24: 702-708.
30. Razavi, S. M. A., Farhoosh, R. and Bostan A. 2007. Functional properties of hydrocolloid extract of some Iranian seeds. Research project No.1475. Unpublished report, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
31. Rimac-Brncic, S., Lelas, V., Rade, D. and Simundic, B. 2004. Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Food Engineering*, 64: 237-241.
32. Sahin, S. and Sumnu S. G. 2009. *Advances in deep-fat frying of foods* (pp: 215-261). London: CRC Press.
33. Salvador, A., Sanz, T. and Fiszman, S. M. 2008. Performance of methyl cellulose in coating batters for fried products. *Food Hydrocolloids*, 22: 1062-1067.
34. Sanz, T., Salvador, A. and Fiszman, S. M. 2004. Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters- application to battered, fried seafood. *Food Hydrocolloid* 18: 127-131.
35. Singthong, J. and Thongkaew, C. 2009. Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *Food Science and Technology*, 42: 1199-1203.
36. Suzana, S., Azhar, Y. and Fatimah, A. 2004. Association between dietary fibre and cancer: a case-control study in Malaysia. *Malay J Nutr*, 10: 173-82.
37. Troncoso, E. and Pedreschi, F. 2009. Modeling water loss and oil uptake during vacuum frying of pre-treated potato slices. *Food Science and Technology*, 42: 1164-1173.
38. Turhan, K. N. and Sahbas, F. 2004. Water vapor permeability, tensile properties and solubility of methylcellulose-based edible films. *Food Engineering*, 61: 459-466.
39. Varela, P. and Fiszman, S. M. 2011. Hydrocolloids in fried foods, a