

بررسی اثرات صمغ های دانه شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولوز و ترکیب آن‌ها بر جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده طی فرایند سرخ شدن عمیق

مژگان یادگاری^۱ رضا اسماعیل زاده کناری^{۲*}، سید جعفر هاشمی^۳

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳- دانشیار، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۶/۲۷)

چکیده

سرخ کردن عمیق در روغن فرایند پخت خشک است که شامل غوطه‌ور کردن قطعات و تکه‌های ماده غذایی در روغن داغ می‌شود و موجب افزایش جذب روغن محصول نسبت به روش‌های دیگر می‌گردد، استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های خوراکی روش مناسبی برای کاهش مقدار روغن جذب شده توسط محصول طی سرخ کردن است. در این مطالعه صمغ‌های بومی دانه‌های شاهی و قدومه شیرازی و صمغ متیل سلولوز به عنوان منابع هیدروکلوئیدی انتخاب شد و اثرات جدا و ترکیب آنها بر جذب روغن و درصد رطوبت، راندمان سرخ کردن و درصد پوشش‌دهی طی فرایند سرخ شدن عمیق و همچنین جریان رفتار سوسپانسیون‌های پوشش‌دهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از این بود که ویسکوزیته ظاهری تمامی سوسپانسیون‌ها در هر سه غلظت با افزایش سرعت برشی به سرعت کاهش یافت که این بیانگر رفتار جریانی سودوپلاستیک آن‌ها بوده و تماماً دارای ویژگی‌های جریانی مشابهی بودند. پوشش‌های هیدروکلوئیدی مورد استفاده در این مطالعه موجب افزایش میزان رطوبت محصول شدند اما تأثیر آن‌ها در جذب روغن متفاوت بود. در بین پوشش‌ها، پوشش تهیه شده از صمغ ۲٪ دانه قدومه شیرازی مؤثرترین بود، بطوریکه موجب حداکثر کاهش جذب روغن و افزایش میزان رطوبت به ترتیب ۱۶٫۷۲٪ و ۱۸٫۸۴٪ شد. همچنین تیمار پوشش‌دهی شده با این سوسپانسیون دارای حداکثر راندمان سرخ کردن بود.

کلید واژگان: صمغ دانه قدومه شیرازی، صمغ دانه شاهی، متیل سلولوز، جذب روغن، سرخ شدن عمیق

۱- مقدمه

شدند و در بین آنها استفاده از کربوکسی متیل سلولز بیشترین حفظ رطوبت و آگار کمترین جذب روغن را موجب شدند [۱۰]، استفاده از صمغ زانتان نیز بر روی موز سرخ شده تاثیر معنی داری بر کاهش جذب روغن آن طی فرایند سرخ کردن داشت [۱۱]. مطالعاتی که تا به حال صورت گرفته بیانگر این است که تحقیقات در استفاده از هیدروکلئیدهای بومی ایران در جهت کاهش جذب روغن بسیار محدود بوده است. در ایران دانه های بومی بسیاری حاوی صمغ وجود دارد که پتانسیل بالایی جهت تولید هیدروکلئیدهای غذایی دارند، به عنوان مثال می توان به صمغ های دانه شاهی و دانه قدومه شیرازی اشاره کرد که تا کنون در ارتباط با پوشش دهی مورد استفاده قرار نگرفته اند. با توجه به مطالب مذکور هدف از این پژوهش بررسی اثر صمغ های دانه های شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیب آنها بر جذب روغن و خصوصیات کیفی سیب زمینی سرخ شده طی فرایند سرخ شدن عمیق می باشد.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مواد

برای این مطالعه سیب زمینی های واریته ساتینا از یک بازار محلی در مازندران - ایران خریداری و در دمای ۶ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۹۳-۹۵٪ نگهداری شدند [۱۲]. روغن کانولا از شرکت ورامین در ایران، متیل سلولز و تمامی مواد شیمیایی نیز از شرکت مرک آلمان جهت این مطالعه تهیه گردید.

دانه های شاهی و قدومه شیرازی از فروشگاه های مازندران - ایران خریداری شده و جهت حذف مواد خارجی نظیر خار و خاشاک، سنگ، دانه های شکسته و کاه به شیوه دستی تمیز شدند. در این تحقیق صمغ دانه شاهی به روش کارازیان و همکاران [۱۳] در شرایط بهینه (نسبت آب به دانه به ترتیب ۱ به ۳۰، دما ۳۵ درجه سانتی گراد و $\text{pH}=10$) استخراج شد. صمغ دانه قدومه شیرازی با تغییراتی در روش کوچکی و همکاران [۱۴] استخراج شد، بدین صورت که دانه های قدومه شیرازی در آب مقطر با نسبت دانه به آب به ترتیب ۱ به ۴۰ و pH معادل ۴ هیدراته شد، دمای آب روی ۳۶ درجه سانتی گراد تنظیم شده و مخلوط آب و دانه طی فرایند حرارت دهی که ۱ ساعت بود به طور مداوم هم زده می شد. سپس توسط الکل ۹۶٪ رسوب داده شده و با آب مقطر

سرخ کردن مواد غذایی یکی از روش های پخت غذا است که موجب بهبود طعم، بافت و شکل ظاهری آنها می شود. محصولات سرخ شده در سراسر جهان مورد استقبال بوده و در غذاهای سنتی و یا منطقه ای هر بخشی از جهان یافت می شود و تفاوت آنها بر مبنای مواد خام اولیه آنها می باشد [۱]. از مشکلات اصلی در ارتباط با مواد غذایی سرخ شده میزان روغن بالای آنهاست به طوریکه برخی از محصولات سرخ شده در روغن حاوی مقدار چربی در حدود ۴۰-۴۵٪ وزن کل محصول می باشند [۲]. دریافت زیاد چربی مضراتی برای انسان به همراه دارد، برای مثال می توان به بیماری های قلب و عروق، چاقی، دیابت، فشار خون و سرطان اشاره کرد. با توجه به این عوامل و رشد آگاهی مصرف کنندگان تقاضا برای محصولات غذایی سالم با میزان روغن کمتر افزایش قابل ملاحظه ای داشته است. [۳ و ۴]. یکی از روش های مناسب و خوب برای کاهش جذب روغن پوشاندن محصول با مواد خوراکی می باشد و هر روزه مطالعاتی جهت بهبود کیفیت مواد غذایی در این زمینه صورت می گیرد [۵]. برخی پوشش های خوراکی بویژه آنهایی که بر پایه پلیمرهای آبدوست هستند، مانع خوبی برای چربی ها و روغن ها میباشند. در طی سرخ کردن قطعات غذایی پوشش داده شده، این فیلم ها مانع جذب روغن، بهبود کیفیت تغذیه ای و کاهش درصد جذب روغن محصول نهایی می گردند [۶]. تا کنون پژوهش های بسیاری در مورد استفاده از هیدروکلئیدها به صورت پوشش های خوراکی صورت گرفته است، به عنوان مثال سانز و همکاران [۷] بیان کردند که استفاده از ۲-۱ درصد متیل سلولز باعث کاهش ۲/۵۴-۲۳ درصد جذب روغن می شود. گارسیا و همکاران [۵] از متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز برای پوشش دهی به منظور کاهش جذب روغن در خلال سیب زمینی، در هنگام سرخ کردن استفاده کردند. باجاج و سینقال [۸] تاثیر استفاده از صمغ ژلان بر جذب روغن در یک محصول سنتی هندی سرخ شده بر پایه آرد نخود را بررسی کردند. نتایج نشان داد افزودن صمغ ژلان به میزان ۲۵/۰ درصد به طور محسوسی محتوی روغن را به میزان ۶۱/۲۴ کاهش داد. سینگ تانگ و تانگ کیو [۹] تاثیر آلژینات، CMC و پکتین را بر جذب روغن در چیپس موز مورد بررسی قرار دادند، بر طبق نتایج به دست آمده پکتین بیشترین تاثیر را بر روی کاهش جذب روغن داشت. در پوری نیز هیدروکلئیدها باعث بهبود خواص رئولوژیکی خمیر

حساسیت ± 0.01 مجهز به سیرکولاتور آب، به منظور دست-یابی سریع به دمای دقیق، کنترل شد. محلول‌های هیدروکلونید به طور مستقیم بر روی صفحه رتومتر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد ریخته شد و پس از تنظیم گپ، به منظور جلوگیری از تبخیر نمونه یک لایه نازک از روغن سیلیکون اطراف نمونه ریخته شد. منحنی‌های جریان پس از یک زمان ثابت ۵ دقیقه در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به دست آمد. تنش برشی به عنوان تابعی از نرخ برش در ۱۰۰۰ و ۰.۰۱ بر ثانیه بر اساس برنامه داده شده (۲.۵ دقیقه برای دست‌یابی به نرخ برشی حداکثر، ۵ دقیقه نگهداری در حداکثر نرخ برش و ۲.۵ دقیقه زمان تا رسیدن به نرخ برشی ۰.۰۱) تعیین شد. مدل-های رئولوژیکی توسط برنامه رفتار جریان اصلی از رتومتر شرکت Anton Paar انجام شد، ما ویسکوزیته ظاهری در ۰.۰۴۸ و ۶۲.۱۱ بر ثانیه را انتخاب کردیم [۱۵].

۲-۳- درصد پوشش دهی

درصد پوشش دهی از اختلاف وزن نمونه‌های پوشش‌دهی شده و بدون پوشش محاسبه می‌شود. رابطه زیر برای محاسبه درصد پوشش دهی مورد استفاده قرار گرفت.

$$\text{درصد پوشش دهی} = (C-I) / I \times 100$$

در این رابطه C وزن خلل‌های خام پوشش دهی شده (g) و I وزن اولیه خلل‌های بدون پوشش (g) می‌باشد [۱۶]. پس از تعیین درصد پوشش برای سرخ کردن، نمونه‌ها به مدت ۷ دقیقه در دمای 180°C در سرخ کن خانگی با حجم ۲/۵ لیتر در روغن کانولا سرخ شدند [۱۷]. سپس نمونه‌ها تا دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد خنک شده و برای اندازه‌گیری محتوی آب و روغن و بررسی تغییرات بافت و رنگ آماده شدند.

۲-۴- راندمان سرخ کردن

راندمان سرخ کردن با در نظر گرفتن وزن خلل‌های سرخ شده و خلل‌های خام بعد از فرآیند پوشش دهی با کمک رابطه زیر محاسبه خواهد شد:

$$\text{راندمان سرخ کردن} = (CW/C) \times 100$$

CW وزن خلل‌های سیب‌زمینی پوشش دار سرخ شده (g) و C وزن خلل‌های سیب‌زمینی پوشش دار سرخ نشده (g) می‌باشد [۱۸].

۲-۵- درصد رطوبت

برای تعیین میزان رطوبت، نمونه‌ها در رطوبت سنج اتومات با دمای $105-110^{\circ}\text{C}$ تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شد.

شستشو داده شد و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای محیط قرار گرفت. برای جداسازی صمغ از دانه‌های متورم از یک اکستراکتور مجهز به صفحه چرخان استفاده شد، سپس در آن در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک گردید و در آخر آسیاب شده و پس از بسته بندی در جای خشک و خنک نگهداری شد.

۲-۲- روش‌ها

۲-۲-۱- آماده سازی محلول های هیدروکلونیدی

صمغ دانه‌های شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و یک محلول ترکیبی از شاهی-قدومه شیرازی-متیل سلولز در غلظت های ۱، ۱.۵ و ۲ درصد (W/V) آماده شد. هیدروکلونیدها در آب مقطر حاوی ۰.۰۲٪ سدیم آزاید در با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد ریخته و با همزن مکانیکی به مدت ۴۰ دقیقه به طور مداوم همزده شد تا حل گردد، سپس صمغ‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به منظور هیدراته شدن نگهداری شدند [۱۵].

۲-۲-۲- آماده سازی قطعات سیب‌زمینی

سیب‌زمینی‌ها بر اساس کیفیت و همسانی انتخاب گردید و بعد از شسته شدن و پوست گیری توسط خلال‌کن خانگی به خلال‌های مساوی با ابعاد $6 \times 0.8 \times 0.8$ سانتی متر بریده شدند. سپس نمونه‌ها به منظور بلانچ شدن در محلول آبی کلرید کسیم ۱٪ به مدت ۶ دقیقه در دمای 70°C قرار داده شدند. بعد از بلانچینگ قطعات سیب‌زمینی بلافاصله در محلول‌های هیدروکلونیدی آماده شده به مدت ۲ دقیقه در دمای اتاق غوطه ور شد و خلل‌های پوشش دهی شده به منظور حذف پوشش-های اضافی بر روی سینی مشبک قرار داده شدند، نسبت محلول‌های هیدروکلونیدی به سیب‌زمینی ۱ به ۳ بود. گروهی از سیب‌زمینی‌ها تنها در آب مقطر غوطه‌ور شد که آنها تحت عنوان گروه کنترل طبقه بندی شدند. به منظور کاهش آب سطحی نمونه‌ها به مدت ۳ دقیقه در آن ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند [۱۲].

۲-۲-۳- خواص رئولوژیکی سوسپانسیون

هیدروکلونیدها

خواص رئولوژیکی صمغ دانه‌های شاهی، قدومه شیرازی و متیل سلولز و ترکیبی از هر سه آن‌ها با استفاده از یک رتومتر پارفیزیکا (آلمان) مجهز به هندسه مخروط و صفحه (قطر ۴ میلی‌متر، زاویه ۴ درجه و اندازه گپ ۴۹ میکرومتر) انجام گرفت. دمای پلیت زیرین توسط سیستم peltier plate با

بین سوسپانسیون صمغ ها در تمامی غلظت ها بیشترین ویسکوزیته در سرعت برشی ۶۲,۱۱ به ترتیب برای صمغ دانه شاهی، دانه قدومه شیرازی، ترکیب متیل سلولز-قدومه شیرازی-شاهی و متیل سلولز و در سرعت برشی ۰,۰۴۸ به ترتیب برای صمغ دانه قدومه شیرازی، دانه شاهی، ترکیب متیل سلولز-قدومه شیرازی-شاهی و متیل سلولز بود (جدول ۱). همان گونه که نشان داده شده ویسکوزیته ظاهری تمامی صمغ ها در هر سه غلظت با افزایش سرعت برشی به سرعت کاهش یافت که این بیانگر رفتار غیرنیوتنی رقیق شونده با برش در این صمغ هاست، و می توان گفت در این میان صمغ دانه قدومه شیرازی بیشتر تحت تأثیر سرعت برشی قرار گرفت زیرا با افزایش سرعت برشی ویسکوزیته آن با شدت بیشتری کاهش یافت. به طور کلی بین ویسکوزیته سوسپانسیون صمغ و درصد تغییرات رطوبت محصول رابطه مستقیمی وجود دارد [۲۱]، همان طور که نشان داده شده تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه های قدومه شیرازی و شاهی با غلظت ۲٪ که حداکثر ویسکوزیته را داشتند، بیشتر رطوبت محصول را حفظ کرده و از افت آن جلوگیری کرده اند. در هر دو سرعت برشی کمترین ویسکوزیته را صمغ متیل سلولز ایجاد کرد، اصولاً هر چه اندازه و وزن مولکولی هیدروکلوئید کمتر باشد، اصطکاک بین مولکولها و در نتیجه ویسکوزیته کمتر خواهد بود، علاوه بر این این رفتار را می توان به ساختار صمغ نیز نسبت داد، ساختارهای شیمیایی با توجه به نوع ساختار اعم از سخت تا منعطف، شاخه دار یا بدون انشعاب های مولکولی، داری گروه های باردار و بدون بار تأثیری مستقیم بر ویسکوزیته و رفتار رئولوژیکی هیدروکلوئیدها می گذارند [۲۲].

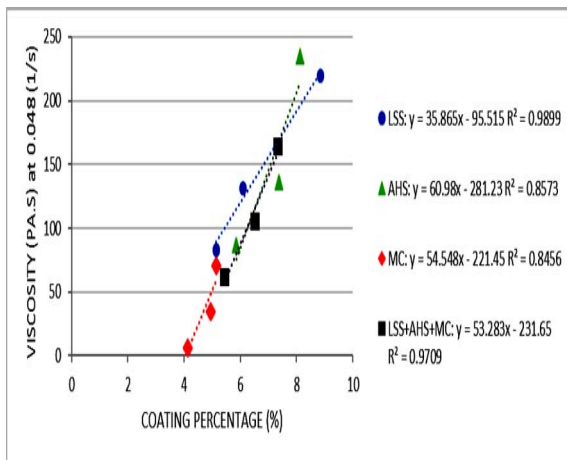


Fig 1 Correlation of viscosity (Pa s) with coating percentage (%) for different coating suspensions

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 می آید [۱۹].

=تغییرات نسبی رطوبت

$100 \times (1 - \text{محتوی رطوبت نمونه های بدون پوشش} / \text{محتوی رطوبت نمونه های پوشش دل})$

۲-۶- محتوی روغن

برای بررسی محتوی روغن از نمونه های خشک شده در آن استفاده شد، و روغن با ۶ ساعت سوکسله با استفاده از هگزان استخراج گردید [۱۹]. تغییرات نسبی درصد جذب روغن توسط نمونه های پوشش داده شده با هیدروکلوئیدها نسبت به نمونه های کنترل پوشش داده نشده اندازه گیری شد [۱۲].

=تغییرات نسبی جذب روغن

$100 \times (1 - \text{محتوی روغن نمونه های بدون پوشش} / \text{محتوی روغن نمونه های پوشش دل})$

۲-۷- 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 ۳ تکرار انجام شد، برای تجزیه و تحلیل نتایج نرم افزار SPSS نسخه ۱۹ و برای مقایسه میانگین ها آزمون چند دامنه ای دانکن با سطح معنی داری ۵٪ ($p=0.05$) مورد استفاده قرار گرفت، نمودارهای آماری نیز توسط نرم افزار excel رسم گردید.

۳- بحث و نتایج

۳-۱- ویژگی های رئولوژی محلول های صمغی

تغییر ویسکوزیته ظاهری صمغ های دانه های شاهی، قدومه شیرازی، متیل سلولز و ترکیبی از هر ۳ آن ها بر مبنای تغییر درصد پوشش دهی در دو سرعت برشی ۰,۰۴۸ و ۶۲,۱۱ بر ثانیه در شکل ۱ نشان داده شده است. چنان که مشاهده می شود در تمامی تیمارهای پوشش داده شده با صمغ با افزایش غلظت سوسپانسیون از ۱٪ به ۱,۵٪ و از ۱,۵٪ به ۲٪ ویسکوزیته ظاهری به طور قابل توجهی افزایش یافت و اختلاف آن ها به شدت معنی دار بود، به طور کلی بین ویسکوزیته سوسپانسیون صمغ و درصد پوشش دهی رابطه مستقیم وجود دارد و این به دلیل چسبیدن بیشتر پوشش بر روی نمونه ها می باشد [۲۰]. در

Table 1 Viscosity and coating percentage of hydrocolloid suspensions

| Hydrocolloid | Apparent viscosity (Pa·s) | | Coating percentage (%) |
|-----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| | At 0.048 1/s | At 62.11 1/s | |
| LSS 1% | 82.94 ± 3.46 ^f | 0.25 ± 0 ^g | 5.14 ± 1.19 ^{cd} |
| LSS 1.5% | 130.84 ± 2.38 ^d | 0.88 ± 0.01 ^c | 6.1 ± 0.33 ^{bcd} |
| LSS 2% | 219.56 ± 11.62 ^b | 1.33 ± 0.01 ^a | 8.84 ± 2.44 ^a |
| AHS 1% | 86.63 ± 3 ^f | 0.2 ± 0.01 ^h | 5.86 ± 0.33 ^{bcd} |
| AHS 1.5% | 135.57 ± 6.21 ^d | 0.64 ± 0.02 ^d | 7.37 ± 0.7 ^{abc} |
| AHS 2% | 235.21 ± 9.31 ^a | 1.1 ± 0.01 ^b | 8.11 ± 0.89 ^{ab} |
| MC 1% | 6.25 ± 2.61 ⁱ | 0.13 ± 0.01 ^j | 4.12 ± 1.39 ^d |
| MC 1.5% | 34.24 ± 3.7 ^h | 0.49 ± 0.01 ^f | 4.94 ± 0.85 ^{cd} |
| MC 2% | 70.28 ± 3.03 ^g | 0.88 ± 0.01 ^c | 5.15 ± 1.1 ^{cd} |
| LSS+AHS+MC 1% | 62.38 ± 6.66 ^g | 0.16 ± 0.01 ⁱ | 5.44 ± 0.75 ^{bcd} |
| LSS+AHS+MC 1.5% | 105.47 ± 4.54 ^e | 0.58 ± 0.01 ^e | 6.52 ± 1.41 ^{abcd} |
| LSS+AHS+MC 2% | 164.85 ± 2.73 ^c | 1.09 ± 0.01 ^b | 7.33 ± 2.96 ^{abc} |

Values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$) as measured by Results are mean ± SD of three determinations

۳-۲- اثر پوشش بر رطوبت

رطوبت یکی از مهمترین ویژگیهای کیفی محصولات سرخ شده به شمار می رود. رطوبت ماده غذایی طی سرخ کردن از درون به سطح ماده غذایی منتقل و سپس دفع می گردد، طی سرخ کردن مواد غذایی در اثر از دست دادن رطوبت حفره-هایی در محصول ایجاد شده و روغن در این حفره ها جای می گیرد. همان طور در جدول ۲ نشان داده شده، پوشش دهی با مواد هیدرولکلوئیدی به طور معنی داری ($p < 0.05$) منجر به افزایش محتوی رطوبت خلالهای سیبزمینی در مقایسه با تیمار شاهد شد، اما اختلاف در بین تیمارهای پوشش داده شده معنی دار ($p < 0.05$) نبود. علت کاهش افت رطوبت طی سرخ کردن، ناشی از خاصیت سدکنندگی صمغ هاست که روی سطح بیرونی سیبزمینی قرار گرفته و مانع از خروج رطوبت از بافت می شوند. نتایج به دست آمده با یافته های برتولینی و همکاران [۲۳] بر روی سیستم های خمیری و نتایج اکدنیز و همکاران [۱۶] بر روی قطعات هویج مطابقت داشت. همچنین طی مطالعه ای که بوازیز و همکاران [۲۴] در مورد اثر صمغ بادام روی چپس سیبزمینی داشتند نتایج مشابهی مشاهده شد.

قابلیت نگهداری رطوبت تحت تأثیر نوع پوشش ها و غلظت آن ها متفاوت است. در تیمارهای پوشش داده شده با صمغ های دانه شاهی و دانه قدومه شیرازی با افزایش غلظت محتوی رطوبت نیز افزایش یافت، علت این امر را می توان به افزایش ضخامت فیلم (ژل حرارتی) تشکیل یافته توسط پوشش ها نسبت داد [۲۵]، اما در تیمار پوشش داده شده با متیل سلولز غلظت ۱،۵٪ آن مؤثرتر عمل کرد. پوشش دهی با سوسپانسیون ترکیبی صمغ های دانه شاهی + دانه قدومه شیرازی + متیل سلولز در غلظت ۱،۵٪ نسبت به دو غلظت دیگر آن کمتر موجب حفظ رطوبت محصول شد که احتمالاً به دلیل ساختار متفاوت این محلول نسبت به محلول های جداگانه از صمغ ها و وجود کف تثبیت شده در محلول این پوشش می باشد. در بین پوشش ها صمغ دانه شاهی با غلظت ۲٪ در حفظ رطوبت محصول موفق تر عمل کرده و تیمار پوشش داده شده با این صمغ دارای حداکثر محتوی رطوبت به میزان ۶۲/۷۶ (g/100g) بود که این احتمالاً به دلیل تشکیل بهتر ژل حرارتی و نفوذپذیری کمتر فیلم تشکیل شده از سایر صمغ ها نسبت به خروج رطوبت است [۱۶].

Table 2 Effect of addition different hydrocolloid coatings on frying yield, moisture content (g/100g) and oil uptake (g/100g) of potato strips

| Coating formulation | Frying yield (%) | Moisture content (g/100 g) | Relative variation of water retention (WR) (%) | Oil uptake (g/100 g) | Relative variation of oil uptake (OU) (%) |
|---------------------|-----------------------------|----------------------------|--|------------------------------|---|
| control | 45.45 ± 1.49 ^g | 51.96 ± 1.42 ^c | - | 15.73 ± 0.42 ^{cd} | - |
| LSS 1% | 51.8 ± 0.6 ^f | 58.6 ± 3.27 ^{ab} | 12.75 ^a | 16.93 ± 1.1 ^{bc} | 7.65 ^{bc} |
| LSS 1.5% | 53.81 ± 1.94 ^{ef} | 60.22 ± 2.45 ^{ab} | 15.89 ^a | 18.13 ± 1.21 ^{ab} | 15.28 ^{ab} |
| LSS 2% | 53.77 ± 0.71 ^{ef} | 62.76 ± 2.86 ^a | 20.79 ^a | 15.87 ± 0.76 ^{cd} | 0.87 ^{cd} |
| AHS 1% | 57.6 ± 3.36 ^{def} | 58.94 ± 1.65 ^{ab} | 13.42 ^a | 14.47 ± 1.03 ^{def} | -8.03 ^{de} |
| AHS 1.5% | 57.27 ± 5.52 ^{def} | 60.7 ± 1.65 ^{ab} | 18.22 ^a | 14.83 ± 0.86 ^{cdef} | -5.7 ^{cde} |
| AHS 2% | 59 ± 2.62 ^{cde} | 61.75 ± 1.49 ^{ab} | 18.84 ^a | 13.1 ± 0.95 ^f | -16.72 ^e |
| MC 1% | 55.86 ± 3.72 ^{def} | 57.83 ± 3.62 ^{ab} | 11.29 ^a | 13.27 ± 0.7 ^{ef} | -12.66 ^{de} |
| MC 1.5% | 52.88 ± 3.03 ^f | 60 ± 0.94 ^{ab} | 15.47 ^a | 13.2 ± 1.04 ^f | -16.08 ^e |
| MC 2% | 54.02 ± 2.57 ^{ef} | 59.77 ± 1.31 ^{ab} | 14.12 ^a | 13.73 ± 0.58 ^{def} | -12.69 ^{de} |
| LSS+AHS+MC 1% | 53.01 ± 1.9 ^f | 59.45 ± 3.11 ^{ab} | 14.41 ^a | 13.67 ± 0.64 ^{def} | -13.1 ^{de} |
| LSS+AHS+MC 1.5% | 52.83 ± 0.52 ^f | 56.27 ± 5.76 ^b | 8.29 ^a | 14.87 ± 0.31 ^{cdef} | -5.49 ^{cde} |
| LSS+AHS+MC 2% | 54.02 ± 3.05 ^{ef} | 58.53 ± 3.51 ^{ab} | 12.64 ^a | 14 ± 0.53 ^{def} | -11 ^{de} |

Values in the same column with different letters are significantly different ($p < 0.05$) as measured by Results are mean ± SD of three determinations

۳-۳- اثر پوشش بر جذب روغن

حسب کردن مولکول های آب از تبخیر رطوبت و جایگزین شدن آن با روغن در فرایند سرخ کردن جلوگیری می کنند که این منجر به کاهش جذب روغن می گردد [۲۶]. اما در مورد تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه شاهی این گونه نبوده و با نتایج محققان دیگر مطابقت نداشت، پوشش دهی با این صمغ علاوه بر افزایش رطوبت محصول موجب افزایش جذب روغن آن نیز شد، که احتمالاً به دلیل ساختار و عملکرد متفاوت این صمغ باشد. پوشش دهی با صمغ دانه شاهی در هر سه غلظت بیشترین جذب روغن محصول را به همراه داشته و در این بین تیمار پوشش داده شده با غلظت ۱،۵٪ از این صمغ بیشترین درصد روغن را داشت و اختلاف آن با تیمار شاهد معنی دار ($p < 0.05$) بود. این پوشش موجب افزایش جذب روغن به میزان ۱۵،۲۸ درصد نسبت به تیمار شاهد شد، ساختار پوسته عاملی تعیین کننده در جذب روغن است و می تواند حین سرخ کردن موجب افزایش یا کاهش جذب روغن توسط محصول گردد [۲۷ و ۹]. در بین تیمارها کمترین درصد جذب روغن در تیمار پوشش داده شده با صمغ دانه قدومه- شیرازی با غلظت ۲٪ مشاهده شد، این تیمار دارای بیشترین درصد رطوبت و بیشترین راندمان سرخ کردن نیز بود.

به طور کلی انتظار می رود که پوشش دهی با هیدروکلوئیدها موجب افزایش درصد رطوبت و کاهش جذب روغن محصول گردد. همان طور که در جدول ۲ نشان داده شده استفاده از صمغ های دانه قدومه شیرازی، متیل سلولوز و ترکیب متیل-سلولوز-قدومه شیرازی-شاهی در ۳ غلظت ۱، ۱،۵ و ۲ درصد به عنوان پوشش موجب کاهش جذب روغن و افزایش محتوی رطوبت خلال های سیب زمینی سرخ شده نسبت به نمونه شاهد شد. در بسیاری از منابع به ارتباط مستقیم بین افت رطوبت و جذب روغن محصول اشاره شده است، به طوری که در شکل ۲ نیز این امر قابل مشاهده است، در تمامی تیمارها با افزایش محتوی رطوبت جذب روغن محصول کاهش یافت، این نتایج با سانز و همکاران [7] که اثر پوشش متیل سلولوز را بر ویژگی های جریانی، ظرفیت نگهداری آب، میزان روغن و رطوبت نمونه های خمیری مورد بررسی قرار دادند مطابقت داشت. کاهش جذب روغن در تیمارها به ویژگی های ممانعت کنندگی پوشش های هیدروکلوئیدی در مقابل انتقال رطوبت و جذب روغن طی فرایند سرخ کردن مربوط می شود. پوشش های هیدروکلوئیدی علاوه بر افزایش ظرفیت نگهداری آب، با

۵- منابع

- [1] Varela, P, Fiszman, SM, 2001, Hydrocolloids in fried foods, A review, 25, 1801-1812.
- [2] Pinthus, EJ, Weinberg, P, Saguy, IS, 1993, Criterion for oil uptake during deep fat frying, Food Science, 58, 204-205.
- [3] Mellema, M, 2003, Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods, Trends Food Science Technology 14, 364-373.
- [4] Chaiwut, G, Waranit, P, Pawadee, M, Nispa, S, Asira, F, Akamol K, 2013, Effects of cross-linked tapioca starches on batter viscosity and oil absorption in deep-fried breaded chicken strips, Food Engineering, 114, 262-268.
- [5] Garcia, MA, Ferrero, C, Bertola, N, Martino, M, Zaritzky, N, 2002, Methylcellulose coatings applied to reduce oil uptake in fried products, Food Science and Technology International, 10, 339-346.
- [6] Dickinson, E, 2003, Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems, Food Hydrocolloids, 17, 25-39.
- [7] Sanz, T, Salvador, A, Fiszman, SM, 2004, Effect of concentration and temperature on properties of methylcellulose-added batters Application to battered, fried seafood, Food Hydrocolloids, 18, 127-131.
- [8] Bajaj, I, Singhal, R, 2007, Gellan gum for reducing oil uptake in sev, a legume based product during deep-fat frying, Food Chemistry, 104, 1472-1477.
- [9] Singthong, J, Thongkaew, C, 2009, Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips, Food Science and Technology, 42, 1199-1203.
- [10] Parimala, KR, Sudha, ML, 2012, Effect of hydrocolloids on the rheological, microscopic, mass transfer characteristics during frying and quality characteristics of puri, Food Hydrocolloids, 27, 191-200.
- [11] Sothornvit, R, 2001, Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips, Food Engineering, 107, 319-325.
- [12] Karazhiyan, H, Razavi, MA, Glyn, O, Phillips, B, Fang, Y, Al-Assaf, S, Nishinari, K, Farhoosh, R, 2009, Rheological properties of *Lepidium sativum* seed extract as a

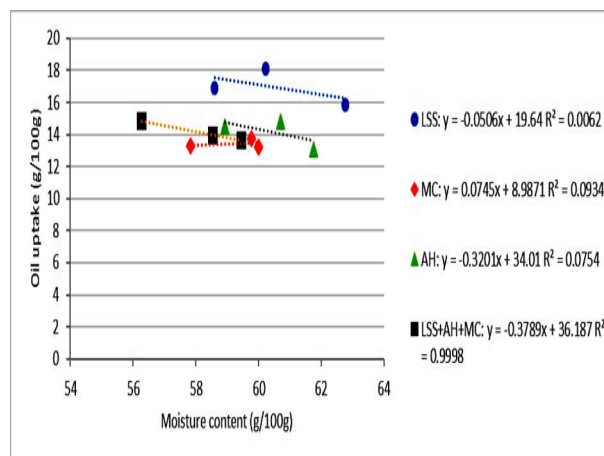


Fig 2 Relationship between oil uptake (g/100g) and moisture content (g/100g) and for different coating suspensions

۴- نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که استفاده از صمغ‌های متیل سلولوز و سوسپانسیون ترکیبی دانه‌های شاهی-قدمه-شیرازی-متیل سلولوز به عنوان پوشش موجب افزایش رطوبت سیب‌زمینی سرخ شده و کاهش جذب روغن آن نسبت به نمونه شاهد شدند، بنابراین می‌توان گفت این پوشش‌ها می‌تواند با هدف کاهش جذب روغن و بهبود خواص کیفی سیب‌زمینی سرخ شده مورد کاربرد قرار گیرند، اما دانه شاهی به عنوان پوشش در مواردی که هدف کاهش جذب روغن باشد مناسب نیست چرا که موجب افزایش جذب روغن توسط سیب‌زمینی طی سرخ کردن شد، به طوری که استفاده از غلظت ۱٪ آن موجب افزایش جذب روغن به میزان ۱۵٫۲۸٪ نسبت به تیمار شاهد شد. در این مطالعه بهترین پوشش، سوسپانسیون تهیه شده از صمغ دانه قدمه-شیرازی با غلظت ۲٪ بود، تیمار پوشش داده شده با این صمغ بیشترین درصد تغییرات رطوبت و راندمان سرخ کردن به ترتیب ۱۸٫۸۴٪ و ۵۹٪ را نسبت به تیمار شاهد داشت و با استفاده از این پوشش میزان جذب روغن محصول ۱۶٫۷۲٪ کاهش یافت.

- [20] AOAC, 2005, Official methods of analysis, 15th edn. Association of Analytical Chemists, Virginia.
- [21] Karimi, N, Esmaeilzadeh 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] Farhoosh, R, Riazi, A, 2007, A compositional study on two current types of salep in Iran and their rheological properties as a function of concentration and temperature, Food Hydrocolloids, 21, 660-666.
- [23] Bertolini Suarez, R, Campan, LA, Garcia, MA, Zaritzky, NE, 2008, Comparison of the deep frying process in coated and uncoated dough systems, Food Engineering, 84, 383-393.
- [24] Bouaziz, F, Koubaa, M, Neifar, M, Zouari-Ellouzi, S, Besbes, S, Chaari, F, Kamoun, A, Chaabouni, M, Chaabouni, SE, Ghorbel, RE, 2006, Feasibility of using almond gum as coating agent to improve the quality of fried potato chips, evaluation of sensorial properties, LWT: Food Science and Technology, 65, 800-807.
- [25] Darei Garmkhani, A, Mirzaei, A, Maghsudlo, Y, Kashani Nezhad, M, 2009, Effect of hydrocolloids on amount of oil uptake and quality of semi-fried potatoes, Agricultural science and natural resources, 16, 123-135.
- [26] Malikarjunan, P, Chinan, MS, Philips, RD, 1997, Edible coating for deep fat frying of starchy products, Food Science and Technology, 30, 709-714.
- [27] Moreira, RG, Castell-Perez, ME, Barrufet, MA, 1999, Oil absorption in fried foods, Deep-fat frying, fundamentals and applications, Gaithersburg, Chapman & Hall Food Science Book, 179-221.
- function of concentration, temperature and time, Food Hydrocolloids, 23, 2062-2068.
- [13] Rimac-Brncic, S, Lelas, V, Rade, D, Simundic, B, 2004, Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying, Food Engineering, 64, 237-241.
- [14] Koocheki, A, Taherian, AR, Razavi, SMA, Bostan, A, 2009, Response surface methodology for optimization of extraction yield, viscosity, hue and emulsion stability of mucilage extracted from *Leidium perfoliatum* seeds, Food Hydrocolloids, 23, 2369-2379.
- [15] Hosseini Parvar, SH, Mortazavi, SA, Razavi, SMA, Merino-Merino, LM, 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.
- [16] Akdeniz, N, Sain, S, Sumnu, G, 2006, Functionality of batters containing different gums for deep fat frying of carrot slices, Food Engineering, 75, 522-526.
- [17] Farhoosh, R, Esmaeilzadeh Kenari, R, Poorazrang, H, 2009, Frying Stability of Canola Oil Blended with Palm Olein, Olive, and Corn Oils, the American Oil Chemists' Society, 86, 71-76.
- [18] Darai Garmakhany, A, Mirzaei, HO, Maghsudlo, Y, Kashani Nejad, M, Jafari, M, 2012, Production of low fat french-fries with single and multi-layer hydrocolloid coatings, Food Science and Technology, 51, 1334-1341.
- [19] AOAC, 1984, Official methods of analysis (14th ed.), Association of Official Analytical chemists, Washington DC, 14:004.

Investigation of effects of lepidium sativum seed, alyssum homolocarpum and methyl cellulose gums and Compound them on oil uptake and qualitative properties of fried potato during deep frying process.

Yadegari, M. ¹, Esmailzadeh Kenari, R. ^{2*}, Hashemi, S. J. ³

1. Master student of food science and technology, sari agricultural sciences and natural resources university

2. Associated Professor, Department of Food Science and Technology, sari agricultural sciences and natural resources university

3. Associated Professor, Department of Biosystem Engineering, sari agricultural sciences and natural resources university

(Received: 2016/05/23 Accepted: 2016/09/17)

Deep frying in oil are dry curing process that includes immersing food in hot oil the pieces and patches and increases the oil absorption than other methods, the use of edible films and coatings is suitable method to reduce the amount of oil absorbed during frying by product. In this study lepidium sativum and alyssum homolocarpum native seeds gums and methyl cellulose gum was selected as sources of hydrocolloid and separate and compound them effects on the oil absorption and moisture content, frying yield and coating percentage during deep frying process and also were studied flow behavior of the coating suspensions. The apparent viscosity of the suspension in all three dosages rapidly declined with increasing shear rate that reflects their pseudoplastic flow behavior and all have flow characteristics were similar. Hydrocolloid coatings used in this study to increase the moisture content of the product was different, but their impact on oil absorption. Among the coating, was most effective coatings made of gum 2% of alyssum homolocarpum seed, to cause maximum reducing oil uptake and increase in moisture content 16.72% and 18.84% respectively. Also treatment coated with this suspension was frying yield efficiency.

Keywords: Alyssum homolocarpum seed gum, Lepidium sativum seed gum, Methyl cellulose, Oil uptake, Deep frying

*Corresponding Author E-Mail Address: reza_kenari@yahoo.com