

## بررسی امکان به کارگیری روغن پالم جزء به جزء شده در دماهای مختلف برای ایجاد پایداری حرارتی در کرم مغزی شکلاتی کیک

مریم بختیاری<sup>۱</sup>، مریم قراچورلو<sup>۲\*</sup> و بابک غیاثی طرزی<sup>۲</sup>

۱ و ۲- به ترتیب: دانش آموخته کارشناسی ارشد؛ و دانشیاران گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۳

### چکیده

ناپایداری فیزیکی و انسجام کرم مغزی بر پایه چربی در حین فرآیند حرارتی در محصولات پخت، یکی از مشکلات اصلی در صنایع غذایی بوده است. هدف از این پژوهش، ایجاد پایداری حرارتی در فرمولاسیون کرم مغزی کیک با استفاده از روغن مناسب جزء به جزء سازی شده است. برای این منظور، روغن پالم به روش حلال و با استفاده از استون خالص، در دو سطح دمایی ۵ و ۱۷ درجه سلسیوس جزء به جزء سازی شد و آزمون‌های فیزیکوشیمیایی شامل تعیین ترکیب اسیدهای چرب، درصد چربی جامد، آنالیز رفتار حرارتی، نقطه ذوب، اندیس یدی، عدد پراکسید، عدد اسیدی اجرا شد. با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن پالم و محصولات به دست آمده از فرآیند جزء به جزء سازی آن، از روغن پالم اولئین به دست آمده در دمای ۱۷ درجه سلسیوس در فرمولاسیون کرم مغزی استفاده شد و تأثیر دمای پخت و زمان نگهداری بر ویژگی‌های حسی، فیزیکی و رئولوژیکی (سختی، انسجام، چسبندگی، حالت صمغی) کرم مغزی ارزیابی و معلوم شد با کاهش دمای فرآیند جزء به جزء سازی، در جزءهای استتارین، درصد اسیدهای چرب غیراشباع کاهش و درصد اسیدهای چرب اشباع افزایش یافته است. جزء پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس به لحاظ دامنه ذوب سریع و سطح نسبتاً بالایی از چربی جامد در ۱۷ درجه سلسیوس گزینه‌ای مناسب برای استفاده در فرمولاسیون کرم مغزی تشخیص داده شد، استفاده از آن در فرمولاسیون تمامی فاکتورهای بافت را تحت تأثیر قرار داده است. دمای پخت و زمان نگهداری هر یک به تنهایی تفاوتی در ویژگی‌های رئولوژیکی، فیزیکی و حسی کرم مغزی ایجاد نکرد ( $p \leq 0.05$ ) اما به طور همزمان باعث ایجاد تفاوت در فاکتورهای ذکر شده گردید ( $p \leq 0.05$ ). استفاده از فراکسیون پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس در فرمولاسیون، باعث ایجاد پایداری حرارتی در کرم مغزی کیک شد.

### واژه‌های کلیدی

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، روغن پالم، رئولوژی، کرم مغزی کیک، پایداری حرارتی

### مقدمه

دلیل تقاضای بازار برای محصولات لقمه‌ای کوچک و با قابلیت خوردن سریع، استفاده از کرم مغزی در صنعت پخت رایج شده است (Rajah, 2014). چسبناکی کرم مغزی یکی از ویژگی‌های نامطلوب

کرم مغزی مخلوط تهیه شده از مواد خوراکی مناسب است که به بیسکویت یا خمیر کیک خام تزریق و پس از آن کل محصول پخته می‌شود. به

مطالعه‌ای از سوربیتان مونو استئارات (SMS) و مخلوطی از روغن پالم استئارین هیدروژنه، لستین و پلی گلیسیرول رسوئولینات و کره کاکائو با هدف دستیابی به شکلات مقاوم به ذوب شدن، استفاده کردند و نشان دادند حضور (SMS) ساختمان بلوری و مورفولوژی کریستال‌ها را در چربی‌های قنادی تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نتیجه مقاومت لازم را در مخلوط چربی‌ها ایجاد می‌کند. در مطالعه‌ای دیگر، آگودلو و همکاران (Agudelo *et al.*, 2014) نشان دادند که کرم مغزی‌های میوه‌ای آماده شده با مخلوطی از نشاسته تاپیوکا بومی، پکتین کم استر و با حضور کلسیم، پایداری و انسجام بافت بالاتری در مقایسه با به‌کارگیری نشاسته تاپیوکا به‌تنهایی است و پوره میوه ساختار کرم مغزی را بهبود می‌دهد.

از آنجا که فاز پیوسته کرم مغزی‌ها چربی است، استفاده از فرمولاسیون مناسب روغن راهی مؤثر برای افزایش کیفیت، ماندگاری، پایداری و انسجام بافت در کرم مغزی شکلاتی مورد استفاده در کیک است. کرم مغزی‌ها در دمای محیط باید بافت صاف و یکنواخت و احساس دهانی خامه‌ای داشته باشند بدون از دست دادن رطوبت و روغن یا داشتن حداقل مقدار آن که باعث نرم شدن بافت کوکی می‌شود (Stortz *et al.*, 2012). روغن‌های خوراکی در فرآیندهای حرارتی رایج در صنعت مواد غذایی به مدت زیاد در معرض دماهای بالا قرار می‌گیرند. حرارت دهی روغن‌ها در دمای بالا باعث واکنش اکسیداسیون حرارتی می‌شود که عامل تغییرات شیمیایی و فیزیکی وسیع در روغن است. بنابراین، پایداری حرارتی امری حیاتی در خصوص انتخاب روغن‌های خوراکی به‌ویژه در مصارف صنعتی است.

پروفایل ذوب فاز چربی کرم مغزی‌ها روی بافت آن اثر می‌گذارد. طعم دهنده کرم مغزی‌ها اغلب در

است زیرا در دهان احساس چسبندگی ایجاد می‌کند و در فرآیند ساخت نیز پمپ کردن آن دشوار می‌شود. علاوه بر این، برای جلوگیری از ریختن کوکی و حفظ شکل آن وقتی که کیک گاز زده می‌شود، کرم مغزی باید به اندازه کافی قوام داشته باشد (Laneville *et al.*, 2005). افزایش تقاضا برای غذاهای آماده به مصرف با ماندگاری طولانی باعث توسعه محصولاتی با پوسته خشک و مغزی نرم، مانند کوکی‌های مغزدار، شده است. مشکل رایج در این نوع از مواد غذایی، انتقال آب از فاز مرطوب به فاز خشک است که به تغییرات غیر قابل برگشت در کیفیت حسی و میکروبیولوژیکی محصول و کاهش ماندگاری آن می‌انجامد. حضور روغن در مواد اولیه مانع از مهاجرت رطوبت از قسمت جامد محصول می‌شود (Battaiotto *et al.*, 2013).

کرم مغزی شکلاتی بر پایه چربی غالباً دمای بالا را در فرآیند پخت تحمل نمی‌کند که منجر به تغییر حالت فیزیکی و انسجام بافت آن می‌شود. یکی از چالش‌های صنعت، تلاش برای دستیابی به کرم‌های مغزی بر پایه چربی در کیک است که پایداری در برابر تغییر بافت و انسجام بدون از دست دادن کیفیت داشته باشند (Stortz *et al.*, 2012). استورتز و مارانگونی (Stortz & Marangoni, 2013) با به‌کارگیری اتانول و اتیل سلولز، مقاومت شکلات در برابر ذوب شدن و تغییرات فیزیکی بافت را تا بالاتر از ۴۰ درجه سلسیوس گزارش دادند که حضور اتانول و اتیل سلولز در شکلات می‌تواند بعضی از فسفولیپیدهای لستین، مخصوصاً فسفاتیدیل کولین، را از سطح ساکارز حذف کند و بخش کوچکی از کریستال‌های ساکارز را حل کند که باعث افزایش مقاومت به تغییر حالت فیزیکی می‌شود. پیرونل و مارانگونی (Peyronel & Marangoni, 2014) در

شده بود بررسی کردند و نشان دادند کریستالیزاسیون روغن پالم ارتباط خوبی با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن دارد. این روغن می‌تواند به جزءهای مایع و جامد جداسازی شود. این محققان با تغییر دادن منحنی سرد کردن در فرآیند جزء به جزء سازی، انواع مختلفی از مشتقات میانی پالم با ویژگی‌های متفاوت تولید کردند. نتایج تحقیقات راملی و همکاران (Ramli et al., 2008) نشان می‌دهد کریستالیزاسیون از طریق جزء به جزء سازی روغن پالم با اولئیک بالا محصولات متعددی تولید می‌کند که می‌توانند برای کاربردهای متداول به کار روند. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی محصولات جزء به جزء شده تفاوت قابل توجهی دارند که بستگی به دماهای فرآیند جداسازی دارد. همان‌گونه که روغن پالم با اولئیک بالا بر اثر غیراشباع شدن غنی می‌شود، جزء به جزء سازی در دمای پایین به طور قابل توجهی روی خصوصیات محصولات به دست آمده از فرآیند جداسازی تأثیر می‌گذارد.

با درک صحیح از فرآیند کریستالیزاسیون که در روغن پالم رخ می‌دهد، شرایط جزء به جزء سازی می‌تواند به خوبی کنترل شود تا روغن‌های مخصوص مورد نیاز برای کاربردهای ویژه تولید شوند. از این رو، در این تحقیق امکان به‌کارگیری نمونه‌های مشتق شده از روغن پالم در دماهای مختلف برای ایجاد پایداری حرارتی در کرم مغزی شکلاتی کیک بررسی شده است.

### مواد و روش‌ها

#### فرآیند جزء به جزء سازی روغن پالم

نمونه روغن پالم تصفیه، رنگبری و بوگیری شده (RBD) از شرکت AAK تهیه شد. برای جزء به جزء

فاز چربی قرار دارند و سرعت آزاد شدن طعم به پروفایل ذوب چربی بستگی دارد. علاوه بر این، نوع چربی بر مراحل فرآیند اثرگذار است برای مثال، اگر کرم مغزی که باید تمپر<sup>۱</sup> شود، تمپر نشود حالت شنی به وجود می‌آید و مشکل بزرگ و اصلی، شکوفه چربی<sup>۲</sup> خواهد بود و کریستال‌های چربی به اندازه‌ای بزرگ می‌شود که در سقف دهان احساس خواهد شد. پایداری ذخیره سازی کرم مغزی‌ها به مهاجرت چربی و تشکیل شکوفه چربی وابسته است. ولی اطمینان از اینکه چربی مورد استفاده در مغزی با چربی پوششی<sup>۳</sup> سازگار باشد مهم است.

روغن پالم به طور گسترده در محصولات غذایی مختلف مانند مارگارین‌ها، شورتینگ‌ها، روغن‌های خوراکی و چربی‌های قنادی و ... استفاده می‌شود. روغن پالم در بین روغن‌های گیاهی به خاطر داشتن مقدار قابل توجهی از اسیدهای چرب اشباع در موقعیت دو تری گلیسرید منحصر به فرد است. این روغن به راحتی می‌تواند به دو بخش اولئین و استئارین جدا شود. روغن پالم و محصولات آن به اکسیداسیون مقاوم و در دمای بالا به مدت طولانی پایدار هستند. فرآیندهای اصلاحی مختلفی برای استفاده از روغن‌ها به کار گرفته می‌شود که جزء به جزء سازی یکی از آنهاست و نسبت به سایر روش‌ها مثل هیدروژناسیون و اینتراستریفیکاسیون هزینه کمتری دارد؛ در این روش، بر خلاف روش هیدروژناسیون، اسیدهای چرب ترانس که از جنبه‌های سلامتی تهدید کننده هستند تولید نمی‌شوند. در جزء به جزء سازی، تری گلیسیریدهای موجود به جزءهای دارای ارزش بالاتر و کاربرد وسیع‌تر تفکیک می‌شوند. زالیها و همکاران (Zaliha et al., 2004) در پژوهشی خواص کریستالیزاسیون روغن پالم را که به روش خشک جزء به جزء سازی

1- Tempring  
3- Coating fats

2- Fat bloom

سلسیوس، دمای ستون ۱۹۸ درجه سلسیوس، دمای آشکارکننده ۳۲۰ درجه سلسیوس، سرعت جریان گاز حامل ۱ ml/min، مقدار تزریق نمونه ۰/۵ μl، و نسبت ورودی حجم به دستگاه ۱:۱۰۰ بود (AOCS, 1997).

#### اندیس یدی

اندیس یدی بر اساس استاندارد AOCS با شماره cd 1c-85 مستقیماً با استفاده از ترکیب اسید چرب روغن محاسبه قرار شد (AOCS, 2009).

#### نقطه ذوب

نقطه ذوب به روش لوله مویین و مطابق با استاندارد AOAC به شماره ۹۲۰/۱۵۷ اندازه‌گیری شد؛ به این ترتیب که روغن یا چربی ذوب شده به لوله مویین وارد و منجمد شد. پس از آن با افزایش تدریجی دما، نقطه ذوب چربی (دمایی که چربی کاملاً زلال و شفاف می‌شود) تعیین شد (AOAC, 1999).

#### عدد پراکسید

عدد پراکسید به روش یدومتری و برابر استاندارد AOCS با شماره Cd 8-53 سنجیده شد (AOCS, 2009).

#### عدد اسیدی

عدد اسیدی برابر استاندارد AOCS با شماره Cd 63-3d از طریق تیتراژ کردن محلول چربی در اتانول و دی اتیل اتر با سود ۰/۱ نرمال در مجاورت فنل فتالین سنجیده شد (AOCS, 2009).

#### آنالیز رفتار حرارتی<sup>۴</sup> (DSC)

منحنی رفتار حرارتی با استفاده از DSC، با به‌کارگیری نیتروژن و سل‌های آلومینیمی محکم که هر یک ظرفیت ۵ تا ۱۰ میلی‌گرم نمونه را دارد، مشخص می‌شود. نمونه روغن ابتدا در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه نگاه‌داشته

سازی با حلال، ابتدا روغن پالم تا ۷۰ درجه سلسیوس گرم شد تا کریستال‌های موجود از بین برود. پس از آن، با نسبت ۱ به ۸ با استون خالص مخلوط و هم زده شد تا چربی به طور کامل در استون حل شود. جداسازی در دو دمای ۱۷ و ۵ درجه سلسیوس در انکوباتور یخچالدار به مدت ۲۴ ساعت دنبال شد. در این مدت، کریستال‌های چربی در ته ظرف رسوب می‌کند که برای جداسازی فاز جامد (استئارین) از فاز مایع (اولئین)، فیلتراسیون نمونه با قیف بوخنر در دمای ۱۷ و ۵ درجه سلسیوس اجرا شد و برای حذف حلال موجود در فازهای به دست آمده از دستگاه تبخیرکننده دوار استفاده شد (Hasmadi *et al.*, 2002; Kang *et al.*, 2013).

#### آزمون‌های شیمیایی نمونه‌های روغن

برای ارزیابی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و کیفیت روغن پالم و نمونه‌های به دست آمده از فرآیند جزء به جزء سازی، آزمون‌های زیر طبق روش انجمن شیمیدانان روغن آمریکا<sup>۱</sup> (AOCS) و انجمن شیمی تجزیه<sup>۲</sup> (AOAC) به اجرا درآمد.

#### تعیین ترکیب اسید چرب

برای تعیین ترکیب اسید چرب، آماده‌سازی نمونه‌ها به صورت مشتق متیل استر بر اساس استاندارد AOAC با شماره ۹۶۹/۳۳ صورت گرفت (AOAC, 1999). برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب، از دستگاه گاز کروماتوگراف (Agilent 7890A) مجهز به آشکار کننده شعله‌ای<sup>۳</sup> (FID) و ستون مویین سیلیکایی مذاب از نوع فاز پیوندی به عنوان فاز ساکن مطابق با استاندارد AOCS با شماره Ce 1e-91 استفاده گردید. ستون مورد استفاده (BPX70) ، 0/25mm × 0/25m × m (120) ، دمای محل تزریق نمونه ۲۸۵ درجه

1- American Oil Chemists' Society

3- Flame Ionization Detector

2- Association of Official Analytical Chemists'

4- Differential Scanning Calorimetry

ساعت نگهداری شدند و پس از آن SFC اندازه‌گیری شد. SFC با ۵ درجه سلسیوس افزایش از دمای ۵ تا ۴۵ درجه سلسیوس ثبت شد. نمونه‌ها قبل از اندازه‌گیری SFC در حمام آب با دمای خاص غوطه‌ور شدند (AOCS, 2009).

### آماده‌سازی کرم مغزی شکلاتی

فرمول صنعتی کرم مغزی شکلاتی مطابق جدول ۱ به عنوان فرمولاسیون پایه در نظر گرفته شد.

برای تهیه کرم مغزی، ابتدا تمام مواد اولیه پس از توزین به دستگاه بال میل آزمایشگاهی منتقل شد و ورز دادن و مخلوط کردن به طور همزمان در دمای ۶۰ درجه سلسیوس همراه با سیرکوله کردن آغاز شد، مخزن این دستگاه شامل ساچمه‌هایی با قطر ۹ میلی‌متر و میله همزن مرکزی است. بعد از ۳۰ دقیقه، نمونه تخلیه و اسانس‌های مایع فندق و وانیل اضافه شد.

می‌شود، پس از آن با سرعت ۱۰ درجه سلسیوس در دقیقه تا ۶۰- درجه سلسیوس سرد می‌شود. بعد از زمان ایزوترمال ۳۰ دقیقه، و در نهایت تا ۸۰ درجه سلسیوس با سرعت ۵ درجه سلسیوس در دقیقه گرم می‌شود. این آزمون مطابق استاندارد AOCS شماره Cj 1-94 اجرا شد (AOCS, 2009).

### درصد چربی جامد<sup>۱</sup> (SFC)

درصد چربی جامد با دستگاه (pNMR) شرکت Bruker برابر با استاندارد AOCS با شماره Cd 16b-93 اندازه‌گیری شد. بر اساس این روش، ۲/۳۵ سانتی‌متر مکعب از هر مخلوط داخل لوله شیشه‌ای به قطر ۱۰ میلی‌متر قرار داده شد. لوله شیشه‌ای در داخل دستگاه pNMR در دمای ۸۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ دقیقه برای از بین رفتن تمام کریستال‌ها گذاشته شد. برای به دست آوردن پروفایل ذوب بلافاصله بعد از ذوب نمونه‌ها در انکوباتور با دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۸

جدول ۱- فرمول کرم مغزی شکلاتی

ردیف	مواد اولیه	درصد مواد اولیه
۱	شکر سفید گرید A (همدان)	۵۴/۲۷
۲	پودر کاکائو ۱۰-۱۲% (ADM)	۶
۳	روغن پالم اولئین (جداسازی شده در ۱۷ درجه سلسیوس)	۲۸
۴	لستین سویا (Palsgard)	۱
۵	آب پنیر (گالین)	۶
۶	اسانس فندق (IFF)	۰/۰۸
۷	اسانس وانیل (IFF)	۰/۰۵
۸	SMS (Palsgard)	۰/۱
۹	دکستروز آنهیدروز (دکستروز ایران)	۳
۱۰	نشاسته تاپیوکا اصلاح شده (اکوفیوژن)	۱/۵

## آزمون‌های فیزیکوشیمیایی کرم مغزی شکلاتی

## قبل از پخت

## آزمون آنالیز نمایه بافت (TPA)

برای آزمون سنجش بافت، دستگاه ساخت شرکت Brookfield Engineering Lab Inc به کار گرفته شد. کرم مغزی با استفاده از ابزار استوانه‌ای شکل به ابعاد ۶۰×۲۲ میلی‌متر برش زده شد، سپس به صورت نمونه‌هایی با ابعاد ۲۰ میلی‌متر در طول آماده شد. برای فشرده‌سازی از یک پروب با قطر ۷۵ میلی‌متر و با سرعت ۲ میلی‌متر در ثانیه و قدرت تخریب ۲۰ درصد استفاده شد (Battaiotto *et al.*, 2013). در نمودار به‌دست‌آمده، ویژگی‌های مانند میزان سختی نمونه<sup>۲</sup> (نیروی لازم برای اولین مرحله تراکم نمونه)، میزان چسبندگی نمونه<sup>۳</sup> (نیروی لازم برای برداشت فشار اول)، میزان انسجام نمونه یا پیوستگی<sup>۴</sup> (نیروی لازم برای متراکم کردن نمونه در مرحله دو نسبت به مرحله یک) و حالت صمغی<sup>۵</sup> (مقدار سختی × انسجام) بررسی شد.

## اندازه‌گیری میزان افت روغن

کرم مغزی‌ها در قالب‌هایی به صورت صفحاتی با قطر ۲ و ضخامت ۳ سانتی‌متر آماده و یک ساعت در یخچال قرار داده شد. مقدار افت روغنی که هر نمونه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به کاغذ فیلتر (قطر ۱۱۰ میلی‌متر) داشته است، با اندازه‌گیری وزن کاغذ فیلتر قبل و بعد از زمان نگهداری، تعیین شد. نمونه در زمان‌های ۰/۵، ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۱۲ و ۲۴ ساعت ارزیابی شد (Dibildox-Alvarado *et al.*, 2004; Tanti *et al.*, 2016). میزان افت روغن با رابطه ۱ محاسبه شد.

= افت روغن

$$(1) \quad 100 \times \frac{\text{وزن کاغذ فیلتر قبل از نگهداری} - \text{وزن کاغذ فیلتر بعد از نگهداری}}{\text{وزن نمونه‌ها}}$$

## اندازه‌گیری رنگ

برای ارزیابی رنگ، پس از کالیبراسیون دستگاه هانتربل، رنگ سنجی بر اساس مقادیر  $a^*$ ،  $b^*$ ،  $L^*$  گزارش شد.

## پایداری پخت

ثبات نسبی پخت<sup>۶</sup> (RBS) و ثبات نسبی شکل<sup>۷</sup> (RFS) با این آزمون مشخص شد. ارزیابی پخت در بیسکویت‌های گرد با قطر ۳۵ و ارتفاع ۱۰ میلی‌متر گزارش شد. کرم مغزی پس از قرار گرفتن در سطح بیسکویت، در آون ۲۰۰ درجه سلسیوس به مدت ده دقیقه داده شد ثبات نسبی پخت و ثبات نسبی شکل به ترتیب از رابطه‌های ۲ و ۳ محاسبه گردید. در این رابطه‌ها،  $x$  نشان‌دهنده قطر بیرونی کرم مغزی پخته شده و  $y$  بیانگر قطر درونی کرم مغزی پخته شده است. حد مطلوب ثبات پخت ۸۰ درصد یا بیشتر است (Young *et al.*, 2003).

$$(2) \quad RBS = \frac{100 - (x - 35)100}{70}$$

$$(3) \quad RFS = \frac{100 - (y - 35)100}{70}$$

## آزمون‌های فیزیکی و شیمیایی کرم مغزی

## شکلاتی بعد از پخت

کرم مغزی شکلاتی تهیه شده به میزان ۸ گرم در داخل ۲۰ گرم خمیر کیک خام، که مطابق فرمول صنعتی خمیر کیک ارائه‌شده در جدول ۲، تزریق و در آون با دمای ۱۸۰ سلسیوس به مدت ۱۷ دقیقه قرار داده شد و آزمون‌های آنالیز الگوی بافت (TPA) و رنگ با استفاده از دستگاه هانتربل بلافاصله بعد از پخت و سه هفته پس از پخت اجرا شد.

1- Texture Profail Analyzer  
3- Adhesiveness  
5- Gummines  
7- Relative Form Stability

2- Hardness  
4- Cohesiveness  
6- Relative Bake Stability

جدول ۲- فرمول خمیر کیک

ردیف	مواد اولیه	درصد مواد اولیه
۱	شکر سفید	۲۲/۸
۲	پودر آب پنیر	۴
۳	روغن مایع	۱۴/۸
۴	وانیل پودری	۰/۵
۵	سیترات سدیم	۰/۴
۶	بیکینگ پودر	۰/۵
۷	تخم مرغ کامل	۱۳/۶
۸	ماست	۱۳
۹	آرد شیرینی پزی	۳۰/۴

### ارزیابی حسی

روش آنالیز واریانس (ANOVA) دو طرفه در سطح احتمال ( $p \leq 0.05$ ) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل مربعات میانگین<sup>۱</sup> سطح احتمال ( $p \leq 0.05$ ) تجزیه و تحلیل شدند.

برای ارزیابی حسی، یک پانل شامل ۱۰ نفر از افراد آموزش دیده، نمونه کیک‌های حاوی کرم مغزی را به صورت مجزا ارزیابی کردند. ارزیابی حسی با استفاده از یک سری ویژگی‌های مهم کرم مغزی مانند طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی سنجیده شد و امتیازها از ۱ تا ۹ بر اساس نمره دهی هدونیک به دست آمد؛ امتیاز ۹ برای بهترین حالت و امتیاز ۱ برای بدترین آن در نظر گرفته شد (Kailasapathy, 2006).

### تجزیه و تحلیل آماری

#### نتایج و بحث

#### ویژگی روغن پالم و جزءهای جداسازی شده آن

در نتیجه فرآیند جزء به جزء سازی روغن پالم با حلال در دمای ۱۷ درجه سلسیوس، ۱۱/۷ درصد پالم استئارین و ۸۸/۳ درصد پالم اولئین به دست آمد. در فرآیند جداسازی در دمای ۵ درجه سلسیوس نیز ۳۵/۰۴ درصد پالم استئارین و ۶۴/۹۶ درصد پالم اولئین حاصل شد. ترکیب اسیدهای چرب روغن پالم و محصولات به دست آمده از فرآیند جداسازی آن در جدول ۳ نشان داده شده است. بررسی کلی اسیدهای چرب پالم و جزءهای آن نشان می‌دهد، اسیدهای چرب اشباع شناسایی شده در پالم شامل اسید لوریک، اسید میرستیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید آراکیدیک هستند؛ اسیدهای چرب غیراشباع شناسایی شده، شامل اسید پالمیتولئیک، اسید اولئیک، اسید لینولئیک و اسید لینولنیک هستند. به طور کلی، بیشترین اسید چرب

در این تحقیق، اثر دمای جزء به جزء سازی بر ویژگی‌های کیفی روغن پالم در قالب طرح کاملاً تصادفی بررسی شد. نتایج به دست آمده با استفاده از روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن سطح احتمال ( $p \leq 0.05$ ) با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۴ تجزیه و تحلیل شدند. تأثیر فاکتورهای دما و روش جزء به جزء سازی بر درصد چربی جامد روغن پالم در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از آزمون فاکتوریل زمان بررسی شد. تیمارها در ۳ تکرار آزمایش شدند. نتایج به دست آمده با استفاده از

درصد اسیدهای چرب اشباع افزایش یافته است و در نمونه‌های اولئین درصد اسیدهای چرب غیراشباع افزایش و درصد اسیدهای چرب اشباع کاهش یافته است (Mamat *et al.*, 2004). بین درصد مجموع اسیدهای چرب اشباع پالم و نمونه‌های حاصل از فرآیند جداسازی آن و همچنین بین نمونه‌های جداسازی شده پالم اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ). بین درصد مجموع اسیدهای چرب غیراشباع پالم و نمونه‌های حاصل از فرآیند جداسازی آن و همچنین بین نمونه‌های جداسازی شده پالم اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ).

موجود در پالم را به ترتیب اسید پالمیتیک و اسید اولئیک تشکیل می‌دهند. از نظر ترکیب اسید چرب، فاز اولئین در مقایسه با فاز استئارین دارای تفاوت‌هایی است. بیشترین اسید چرب موجود در فاز پالم اولئین را اسید اولئیک و بیشترین اسید چرب موجود در فاز پالم استئارین را اسید پالمیتیک تشکیل می‌دهد. فاز پالم اولئین دارای اسید چرب غیراشباع بیشتر در حالی که فاز پالم استئارین دارای اسید چرب اشباع بیشتر است (Deffens, 1985). نتایج بررسی‌ها همچنین نشان می‌دهد که با کاهش دمای فرآیند جزء به جزء سازی، در نمونه‌های استئارین درصد اسیدهای چرب غیراشباع کاهش و

جدول ۳- ترکیب اسیدهای چرب روغن پالم و نمونه‌های به‌دست‌آمده از فرآیند جداسازی آن در دماهای ۵ و ۱۷ درجه سلسیوس

پالم استئارین (۱۷ درجه سلسیوس)	پالم اولئین (۱۷ درجه سلسیوس)	پالم استئارین (۵ درجه سلسیوس)	پالم اولئین (۵ درجه سلسیوس)	پالم RBD	نوع روغن نوع اسید چرب
۰/۱۰±۰/۰۲ <sup>d</sup>	۰/۱۵±۰/۰۰ <sup>c</sup>	۰/۳۰±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۱۷±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۲۰±۰/۰۱ <sup>b*</sup>	C12:0
۰/۹۸±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۸۱±۰/۰۱ <sup>d</sup>	۱/۲۳±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۸۴±۰/۰۳ <sup>d</sup>	۱/۱۲±۰/۰۲ <sup>b</sup>	C14:0
۵۳/۵۰±۱/۰۲ <sup>b</sup>	۳۹/۱۱±۰/۸۷ <sup>d</sup>	۶۲/۲۴±۰/۶۶ <sup>a</sup>	۳۵/۵۹±۰/۴۷ <sup>e</sup>	۴۴/۱۳±۰/۷۵ <sup>c</sup>	C16:0
۰/۱۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۲۰±۰/۰۰ <sup>b</sup>	۰/۱۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۲۶±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۱۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>	C16:1
۵/۸۰±۰/۰۹ <sup>a</sup>	۴/۶۶±۰/۰۴ <sup>c</sup>	۵/۴۲±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۴/۱۲±۰/۰۴ <sup>d</sup>	۴/۴۸±۰/۰۶ <sup>c</sup>	C18:0
۳۱/۵۳±۱/۹۲ <sup>d</sup>	۴۲/۷۹±۲/۴۹ <sup>b</sup>	۲۳/۷۷±۱/۴۷ <sup>e</sup>	۴۵/۳۴±۱/۷۵ <sup>a</sup>	۳۹/۰۷±۱/۱۲ <sup>c</sup>	C18:1
۶/۹۵±۰/۱۶ <sup>d</sup>	۹/۴۰±۰/۳۴ <sup>c</sup>	۵/۶۷±۰/۱۹ <sup>e</sup>	۱۰/۸۹±۰/۲۲ <sup>a</sup>	۱۰/۰۹±۰/۶۱ <sup>b</sup>	C18:2
۰/۱۰±۰/۰۰ <sup>d</sup>	۰/۳۳±۰/۰۳ <sup>b</sup>	۰/۲۰±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۰/۳۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۴۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	C18:3
۰/۵۱±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۴۴±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۲۰±۰/۰۱ <sup>d</sup>	۰/۳۸±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۰/۴۱±۰/۰۲ <sup>b</sup>	C20:0
۰/۵۹±۰/۰۴ <sup>d</sup>	۱/۹۸±۰/۱۱ <sup>a</sup>	۰/۷۹±۰/۰۲ <sup>c</sup>	۱/۸۱±۰/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۰۰±۰/۰۰ <sup>e</sup>	اسیدهای دیگر
۶۰/۳۳±۰/۹۴ <sup>b</sup>	۴۴/۷۷±۰/۶۹ <sup>d</sup>	۶۹/۱۶±۲/۷۶ <sup>a</sup>	۴۰/۹۰±۱/۶۳ <sup>e</sup>	۴۹/۶۳±۱/۱۳ <sup>c</sup>	مجموع اسیدهای چرب اشباع
۳۸/۸۰±۱/۰۰ <sup>d</sup>	۵۲/۷۷±۱/۵۸ <sup>b</sup>	۲۹/۹۸±۱/۵۳ <sup>e</sup>	۵۶/۸۲±۱/۶۸ <sup>a</sup>	۴۹/۷۷±۰/۹۲ <sup>c</sup>	مجموع اسیدهای چرب غیراشباع

\*حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است.

اندیس یدی افزایش می‌یابد. نتایج تجزیه واریانس، نشان می‌دهد که بین اندیس یدی پالم و سایر محصولات به‌دست‌آمده از فرآیند جداسازی، به استثنای اولئین ۱۷ درجه سلسیوس، اختلاف آماری

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن پالم و نمونه‌های حاصل از فرآیند جداسازی آن در جدول ۴ مشخص شده است. با کاهش دمای کریستالیزاسیون، میزان اشباع شدن جزءهای مایع (اولئین) کاهش و



اما بین اندیس اسیدی پالم اولئین‌ها و پالم استئارین ها اختلاف آماری معنی‌داری وجود ندارد. برای چربی‌ها و روغن‌های سالم عدد پراکسید کمتر از ۵ (معمولاً بین صفر تا ۳) است در حالی که عدد پراکسید بالاتر از ۱۰ نشانه فساد اکسیداتیوی روغن است (Devittori *et al.*, 2000). میزان اندیس پراکسید روغن تحت تأثیر عوامل مختلفی می‌تواند تغییر یابد. یکی از این عوامل میزان اسیدهای چرب غیراشباع است که هرچه در روغن بیشتر باشد، آن روغن مستعدتر به فساد اکسیداتیو می‌شود (Fatemi, 2001).

معنی‌داری وجود دارد. در بین نمونه‌های حاصل از جداسازی روغن پالم در دمای ثابت نیز اختلاف آماری معنی‌داری در اندیس یدی وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ). عدد اسیدی شاخص کیفیت روغن است که در جزءهای پالم اولئین با درجه غیراشباعیت بالاتر، بیشتر است. بین اندیس اسیدی پالم و آنچه از فرآیند جداسازی به‌دست‌آمده است اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد. در بین نمونه‌های مشتق شده از روغن پالم در دمای ثابت نیز اختلاف آماری معنی‌داری در اندیس اسیدی وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ).

جدول ۴- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی روغن پالم و نمونه‌های جداسازی شده آن

ویژگی	پالم RBD	پالم اولئین (۵ درجه سلسیوس)	پالم استئارین (۵ درجه سلسیوس)	پالم اولئین (۱۷ درجه سلسیوس)	پالم استئارین (۱۷ درجه سلسیوس)
اندیس یدی	۵۳/۷۳ <sup>b</sup>	۵۸/۸۴ <sup>a</sup>	۳۰/۸۲ <sup>d</sup>	۵۳/۹۱ <sup>b</sup>	۳۹/۲۳ <sup>c</sup>
نقطه ذوب (درجه سلسیوس)	۳۵/۳ <sup>c</sup>	۱۴/۳ <sup>e</sup>	۵۵/۱ <sup>a</sup>	۲۱/۱ <sup>d</sup>	۵۰ <sup>b</sup>
اندیس اسیدی	۰/۰۶ <sup>c</sup>	۰/۱۴ <sup>a</sup>	۰/۰۹ <sup>b</sup>	۰/۱۳ <sup>a</sup>	۰/۱۰ <sup>b</sup>
اندیس پراکسید (میلی‌اکی‌والان در کیلوگرم)	۰/۶۶ <sup>e</sup>	۲/۵۳ <sup>a</sup>	۱/۰۰ <sup>d</sup>	۱/۷۹ <sup>b</sup>	۱/۲۱ <sup>c</sup>

\*حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است.

نمونه پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس دارای بیشترین میزان تری‌گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین در بین سایر نمونه‌های جداسازی شده است. نمونه استئارین ۵ درجه سلسیوس دارای بیشترین میزان تری‌گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا در بین سایر نمونه‌های جداسازی شده است.

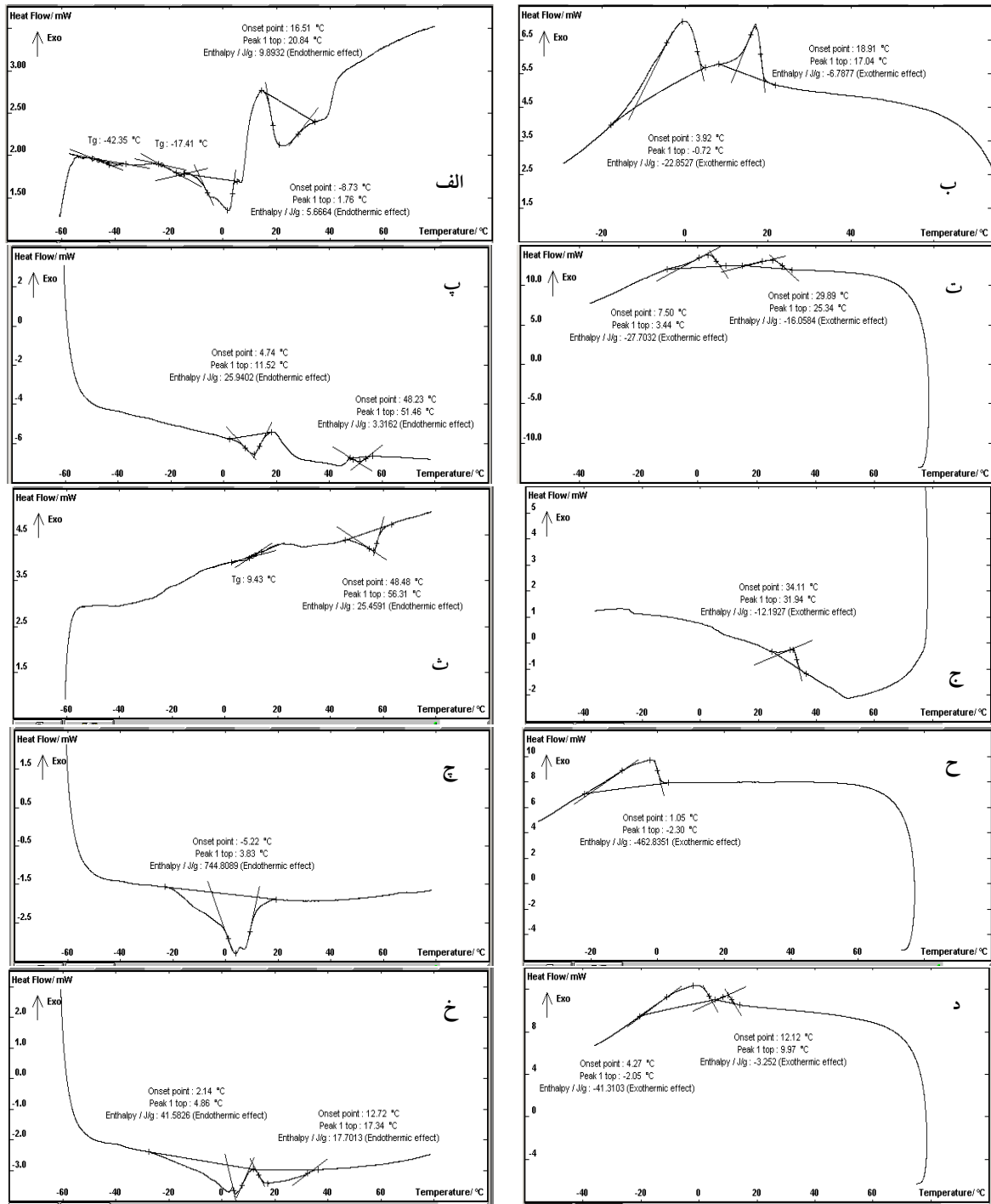
ترموگرام ذوب و سرد کردن پالم و نمونه‌های جداسازی شده آن در شکل ۱ نشان داده شده است. پیک بزرگ کریستالیزاسیون روغن پالم با کریستالیزاسیون تری‌اسیل‌گلیسرول‌های با درجه غیراشباع‌شدن بالا مرتبط است (Chiavaro *et al.*,

مهم‌ترین ویژگی فیزیکی روغن‌ها و چربی‌ها به نقطه ذوب و رفتار کریستالی آنها مربوط است (Tan & Man, 2002). بیشترین نقطه ذوب را پالم استئارین ۵ درجه سلسیوس و کمترین نقطه ذوب را پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس دارد. بیشتر بودن نقطه ذوب می‌تواند بیانگر بیشتر بودن اسید چرب اشباع باشد. تفاوت قابل توجه نقطه ذوب این جزءها با پالم اولیه می‌تواند به دلیل تفاوت ساختار گلیسریدی آن باشد، زیرا در فرآیند جزء به جزء سازی تری‌گلیسریدهای با نقطه ذوب بالا از تری‌گلیسریدهای با نقطه ذوب پایین جدا می‌شوند و

(Maleky et al., 2012). درصد چربی جامد در روغن در هر دما به علت فرآیند کریستالی شدن رخ می‌دهد و نتیجه‌ای از ویژگی‌های شیمیایی آن است. ساختارهای تری گلیسیریدی مختلف با ویژگی‌های شیمیایی متفاوت آنها رفتار کریستالیزاسیون و ذوب روغن را نشان می‌دهند (Koushki et al., 2015). همان‌طور که در جدول ۵ دیده می‌شود، SFC نمونه‌های پالم استئارین ۵ درجه سلسیوس و ۱۷ درجه سلسیوس نسبت به پالم اولیه بالاتر است و در دمای بالاتر از ۴۵ درجه سلسیوس ذوب می‌شوند. مقدار چربی جامد در روغن پالم در دمای ۳۵ درجه سلسیوس برابر با ۶/۶ درصد است که این مقدار در نمونه‌های پالم استئارین ۵ درجه سلسیوس و ۱۷ درجه سلسیوس به ترتیب به ۴۸/۳ و ۲۲/۴ درصد افزایش و در نمونه‌های پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس و ۱۷ درجه سلسیوس به ۰/۳ درصد کاهش یافته است. بدین معنا که جزءهای پالم استئارین حاوی مقادیر بالاتر اسیدهای چرب اشباع با نقطه ذوب بالاتر هستند و در فرآیند جزء به جزء سازی در دمای بالاتر کریستالیزه شده‌اند. جزء پالم اولئین مقدار چربی جامد کمتری نشان می‌دهد که در دمای بدن کاملاً ذوب می‌شوند. حسمدی و همکاران (Hasmadi et al., 2006) در مطالعات خود نشان دادند که در دمای پایین جداسازی، استئارین بیشتر تشکیل می‌شود که مقدار تری گلیسیریدهای اشباع را در اولئین کاهش می‌دهد.

2008). همان‌گونه که مشخص شد، آنتالپی و دمای آغازین و دمای حداکثری پیک بزرگ کریستالیزاسیون جزءهای پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس و پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس نسبت به پالم به طور معنی‌داری کاهش یافته است. علت این پدیده را می‌توان به افزایش اسیدهای چرب غیراشباع در نمونه‌های پالم اولئین نسبت داد. پیک کوچک ذوب نیز با تری آسیل گلیسرول‌های با درجه غیراشباع‌شدن کم مرتبط است (Chiavaro et al., 2008). آنتالپی و دمای پیک کوچک ذوب در پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس و پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس نسبت به روغن پالم به طور معنی‌داری کاهش یافته که علت آن را می‌توان به کاهش اسیدهای چرب اشباع (اسید پالمیک و اسید استئاریک) در اثر کاهش دمای کریستالیزاسیون نسبت داد و افزایش آن در جزءهای پالم استئارین ۱۷ درجه سلسیوس و پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس را به افزایش اسیدهای چرب اشباع نسبت داد. زلیا و همکاران (Zahlia et al., 2013) در مطالعات خود به این نتیجه رسیدند که پالم اولئین و پالم استئارین مکانیسم مشابهی از تشکیل هسته و رشد بلوری دارند، با این حال پالم استئارین مورفولوژی کریستالی متفاوتی در مقایسه با پالم اولئین در دمای کریستالیزاسیون مشابه نشان می‌دهد.

دامنه SFC در توسعه سیستم چربی هر محصول مهم است و مقدار آن معمولاً برای پیش‌بینی سختی محصول مناسب خواهد بود



شکل ۱- ترموگرام ذوب و سرد کردن پالم و نمونه‌های جداسازی شده آن

الف- نمودار اندوترم پالم خام، ب- نمودار اگزوترم پالم خام، پ- نمودار اندوترم پالم استئارین ۵°C، ت- نمودار اگزوترم پالم استئارین ۵°C، ث- نمودار اندوترم پالم استئارین ۱۷°C، ج- نمودار اگزوترم پالم استئارین ۱۷°C، چ- نمودار اندوترم پالم اولئین ۵°C، ح- نمودار اگزوترم پالم اولئین ۵°C، خ- نمودار اندوترم پالم اولئین ۱۷°C، د- نمودار اگزوترم پالم اولئین ۱۷°C

جدول ۵- تغییرات درصد چربی جامد روغن پالم و نمونه‌های جداسازی شده آن

پالم استتارین	پالم اولئین	پالم استتارین	پالم اولئین	پالم RBD	نوع روغن	دمای نگهداری (درجه سلسیوس)
(۱۷ درجه سلسیوس)	(۱۷ درجه سلسیوس)	(۵ درجه سلسیوس)	(۵ درجه سلسیوس)			
۸۴/۹±۲/۱ <sup>Ab</sup>	۶۱/۲±۱/۳ <sup>Ac</sup>	۸۸/۰±۱/۳ <sup>Aa</sup>	۲۲/۲±۰/۴ <sup>Ad</sup>	۶۰/۳±۰/۸ <sup>Ac*</sup>		۰
۸۳/۴±۰/۷ <sup>Ab</sup>	۵۳/۷±۱/۰ <sup>Bd</sup>	۸۸/۱±۰/۴ <sup>Ae</sup>	۱۱/۷±۰/۳ <sup>Ba</sup>	۶۰/۹±۰/۵ <sup>Ac</sup>		۵
۸۳/۰±۰/۶ <sup>Ab</sup>	۴۰/۱±۰/۹ <sup>Cd</sup>	۸۵/۶±۱/۰ <sup>Ba</sup>	۴/۴±۰/۱ <sup>Ce</sup>	۴۹/۲±۰/۹ <sup>Bc</sup>		۱۰
۷۲/۴±۱/۳ <sup>Ba</sup>	۹/۹±۰/۴ <sup>Dc</sup>	۷۱/۴±۱/۴ <sup>Ca</sup>	۱/۳±۰/۱ <sup>Dd</sup>	۲۱/۸±۰/۴ <sup>Cb</sup>		۲۰
۳۱/۷±۰/۳ <sup>Cb</sup>	۰/۶±۰/۱ <sup>Ed</sup>	۵۷/۱±۰/۸ <sup>Da</sup>	۰/۵±۰/۱ <sup>Dd</sup>	۹/۳±۰/۳ <sup>Dc</sup>		۳۰
۲۲/۱±۰/۳ <sup>Db</sup>	۰/۳±۰/۰ <sup>Ed</sup>	۴۷/۸±۰/۴ <sup>Ea</sup>	۰/۳±۰/۲ <sup>Dd</sup>	۶/۵±۰/۲ <sup>Dc</sup>		۳۵

\*حروف لاتین بزرگ غیر مشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) در درصد چربی جامد (SFC) در دماهای مختلف تیمار معین است.

\*حروف لاتین کوچک غیر مشابه در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف در دمای SFC معین است.

کرم حاوی مقدار زیادی روغن با سیالیت بالاست. این روغن‌ها تمایل به مهاجرت به لایه شکلاتی دارند (Talbot, 1989). میزان افت روغن به کاغذ فیلتر نشان‌دهنده ظرفیت اتصال روغن در کرم مغزی است. کرم مغزی ایده‌آل افت روغن ندارد یا اگر داشته باشد میزان آن کم است. خروج زیاد روغن از کرم مغزی، منجر به نرم شدن لایه شکلاتی و سخت شدن کرم مغزی می‌شود (Stortz et al., 2012). درصد افت روغن، تابعی از زمان، در شکل ۳ نشان داده شده است. کمترین میزان افت روغن در زمان ۰/۵ ساعت و بیشترین میزان افت روغن در زمان ۲۴ ساعت دیده می‌شود و باگذشت زمان، میزان افت روغن در نمونه‌ها بیشتر شده است. نتایج آنالیز آماری نشان می‌دهد اختلاف آماری معنی‌داری در میزان افت روغن در ۲۴ ساعت وجود دارد ( $p \leq 0.05$ ).

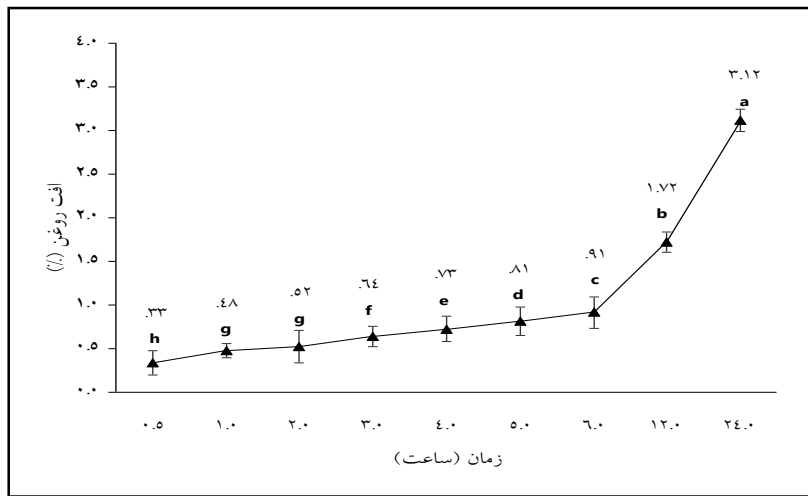
با توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی پالم و نمونه‌های جداسازی شده آن، نمونه پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس به لحاظ دامنه ذوب سریع و سطح نسبتاً بالایی از چربی جامد در ۲۰ درجه سلسیوس گزینه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون کرم مغزی است.

#### ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کرم مغزی

ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی کرم مغزی شکلاتی قبل از پخت، در روز پخت و سه هفته بعد از فرآیند پخت ارزیابی شده است.

#### افت روغن

ظرفیت شبکه کریستالی چربی در به دام انداختن روغن، یکی از ویژگی‌های مهم مواد است که به طور مستقیم در مهاجرت روغن اثر می‌گذارد. در بسیاری از محصولات قنادی، لایه‌ای از شکلات در تماس با لایه‌ای از کرم بر پایه چربی قرار دارد؛ این

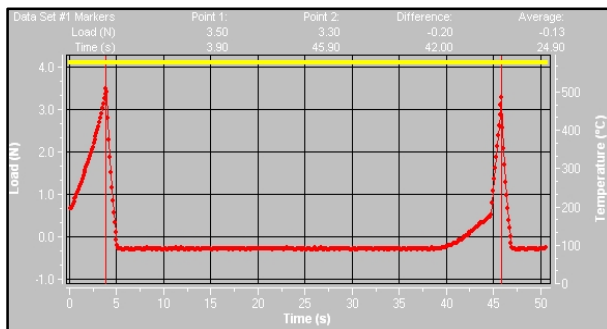


شکل ۳- تأثیر زمان بر میزان افت روغن کرم مغزی در کیک

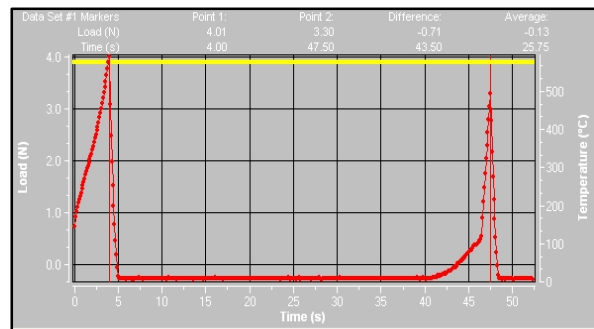
\*حروف لاتین کوچک غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی دار ( $p \leq 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است.

هفته بعد از آن، با دستگاه بافت سنج و نرم‌افزار مربوط اندازه‌گیری شد. در شکل ۲، ویژگی‌های میزان سختی<sup>۱</sup>، میزان چسبندگی، میزان انسجام و احساس دهانی نمونه بررسی شد که نتایج در جدول ۶ مشخص شده است.

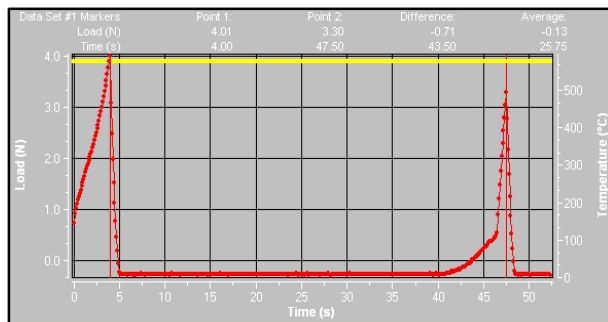
**آنالیز نمایه بافت قبل و بعد از فرآیند پخت**  
 بافت مواد غذایی، یکی از ویژگی‌های کیفی محصول، نقش مهمی در پذیرش کلی توسط مصرف‌کنندگان دارد. ویژگی‌های بافتی کرم مغزی در کیک قبل پخت، بلافاصله پس از پخت و سه



الف: کرم مغزی قبل پخت



ب: کرم مغزی بلافاصله بعد از پخت



ج: کرم مغزی سه هفته بعد از پخت

شکل ۲- آنالیز الگوی بافت

جدول ۶- نتایج آنالیز نمایه بافت

ویژگی	قبل از پخت	بلافاصله بعد از پخت	سه هفته بعد از پخت
سختی (نیوتن)	۳/۴۳ <sup>b</sup>	۴/۰۰ <sup>ab</sup>	۴/۲۳ <sup>a</sup>
صمغی بودن (نیوتن)	۰/۹۸ <sup>a</sup>	۰/۸۹ <sup>ab</sup>	۰/۸۴ <sup>b</sup>
چسبندگی (ژول)	۱/۹۶ <sup>a</sup>	۱/۹۴ <sup>a</sup>	۱/۹۳ <sup>a</sup>
پیوستگی (درصد)	۰/۲۹ <sup>a</sup>	۰/۲۲ <sup>ab</sup>	۰/۲۰ <sup>b</sup>

\*حروف غیر مشابه در هر ردیف نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بین تیمارهای مختلف است.

از انتظار نیست زیرا درصد کم افت روغن، نقش مؤثری در کاهش فشردگی بافت کرم مغزی دارد که این امر خود بر نرمی بافت بسیار اثر گذار است. حالت صمغی به انرژی لازم برای خرد کردن و ریز کردن ماده غذایی نیمه جامد تا دستیابی به محصولی آماده برای بلع گفته می‌شود (Ofelt & Larmour, 1940). بر اساس نتایج آنالیز واریانس، تأثیر دما بر حالت صمغی کرم مغزی یک معنی‌دار نیست و با دما رابطه عکس دارد ( $p \leq 0.05$ ) اما تأثیر زمان معنی‌دار است و با زمان رابطه مستقیم دارد ( $p \leq 0.05$ ). دلیل این امر را می‌توان با تأثیر دما و زمان در سختی بافت توجیه کرد که پیش از این توضیح داده شد. چسبندگی، مقدار کار لازم برای غلبه بر نیروی جاذبه بین سطح ماده غذایی و سطوح در تماس با مواد غذایی در دهان است (Ofelt & Larmour, 1940). چسبندگی با حرارت دهی کرم مغزی و گذشت زمان تفاوت معنی‌داری نشان نداده است ( $p \leq 0.05$ ). در دوره نگهداری و با گذشت زمان، بدون تغییر معنی‌دار مانند روز پخت باقی مانده است. حضور چربی و پراکندگی ذرات آن در سایر اجزای فرمولاسیون کرم مغزی، اثر مثبت روی این فاکتور داشته است. پیوستگی، مقاومت درونی بافت در برابر نیروی اعمالی و تغییر شکل است و از دیدگاه حسی به اتصالات درونی بافتی تشکیل دهنده بدنه یا پیکر ماده غذایی ربط دارد (Ofelt &

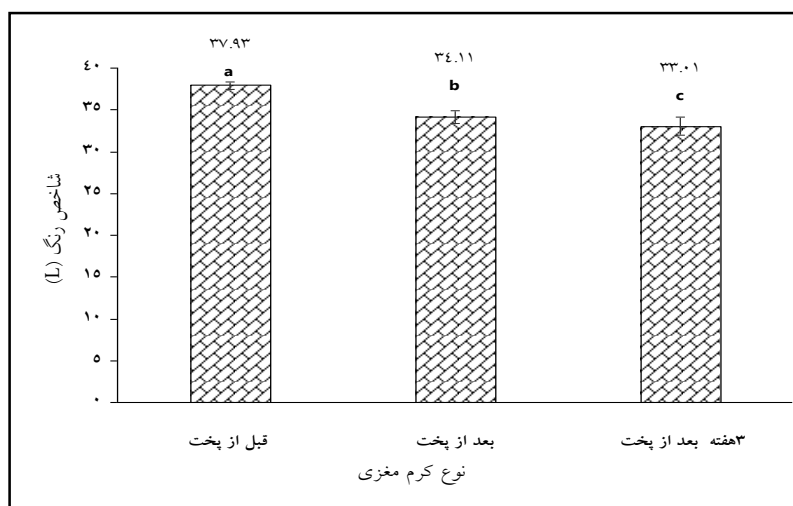
سختی حداکثر نیروی لازم برای فشردن ماده غذایی بین دندان‌های آسیاب تا حصول تغییر شکل معین است (Ofelt & Larmour, 1940). بر اساس نتایج آنالیز واریانس، تأثیر دما بر سختی کرم مغزی یک معنی‌دار نیست ( $p \leq 0.05$ ) اما تأثیر زمان معنی‌دار است ( $p \leq 0.05$ ). سختی نمونه قبل از پخت، در مقایسه با سختی نمونه در روز پخت، معنی‌دار نیست، که با انتقال کم رطوبت از بافت کیک به بافت کرم مغزی در حین پخت و همچنین درصد کم افت روغن از بافت کرم مغزی به بافت کیک قابل توجیه است. افزایش سختی در نمونه قبل از پخت نسبت به نمونه سه هفته بعد از پخت، می‌تواند به دلیل انتقال رطوبت از بافت کیک به بافت کرم مغزی در حین پخت و با گذشت زمان باشد. حضور رطوبت در سیستمی با فاز پیوسته چربی، باعث مختل شدن سیستم می‌شود که در آن ذرات شکر و پودر کاکائو به واسطه حضور رطوبت آگلومره (کلوخه‌ای) می‌شوند و به موجب آن کرم مغزی طی فشرده شدن در زیر پروب دستگاه بافت سنج مقاومت بیشتری می‌کنند و در نتیجه سختی بیشتری مشاهده می‌شود. روغن مورد استفاده در فرمولاسیون کرم مغزی در حفظ نرمی بافت در روز پخت، در مقایسه با نمونه در بازه زمانی سه هفته پس از پخت، مؤثر است و موجبات نرمی بافت و به تعویق انداختن سختی را فراهم می‌کند. حصول چنین نتیجه‌ای دور

سبز و قرمز را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (سبز خالص) تا ۱۲۰+ (قرمز خالص) متغیر است. شاخص  $b^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های آبی و زرد را نشان می‌دهد و دامنه آن از ۱۲۰- (آبی خالص) تا ۱۲۰+ (زرد خالص) متغیر است (Sun, 2016). با اعمال فرآیند حرارتی و با گذشت زمان پس از پخت، میزان مؤلفه  $L^*$  در کرم مغزی در مقایسه با نمونه قبل از پخت به طور معنی‌داری کاهش یافته است و نمونه‌ها تیره‌تر شدند ( $p \leq 0.05$ ). تأثیر دما بر مؤلفه  $a^*$  و  $b^*$  در کرم مغزی معنی‌دار است اما تأثیر زمان معنی‌دار نبوده است. با اعمال فرآیند حرارتی و انتقال رطوبت از بافت کیک به بافت کرم مغزی، ذرات پودر کاکائو آب جذب می‌کنند و موجب تیرگی رنگ می‌شود و از طرفی کلوخه‌ای (آگلومره) شدن ذرات پودر کاکائو و شکری که رطوبت جذب می‌کند و به این تیرگی می‌افزاید.

(Larmour, 1940). زمان و دما به طور همزمان تفاوت معنی‌داری در این فاکتور ایجاد می‌کنند ( $p \leq 0.05$ ) و از روز پخت تا سه هفته پس از آن با پیوستگی کرم مغزی رابطه معکوس نشان داده است، به طوری که قبل از پخت بیشترین و سه هفته بعد از پخت کمترین پیوستگی را نشان داده است. با در نظر گرفتن اثر متقابل این دو فاکتور، این روند کمترین تأثیر را روی نمونه در روز پخت داشته است.

### اندازه‌گیری رنگ

علاوه بر بافت و طعم، رنگ نقش مهمی در پذیرش اولیه محصولات توسط مصرف‌کننده دارد (Hadnadev et al., 2014). رنگ در ۳ تکرار با استفاده از هاتر لب اندازه‌گیری شد. شاخص  $L^*$  معرف میزان روشنی نمونه، و دامنه آن از صفر (سیاه خالص) تا ۱۰۰ (سفید خالص) متغیر است. شاخص  $a^*$  میزان نزدیکی رنگ نمونه به رنگ‌های



شکل ۴- تغییرات شاخص رنگ L در کرم مغزی در مراحل مختلف تهیه و نگهداری کیک  
\*حروف غیر مشابه نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ). بین تیمارهای مختلف است.

۵- الف) کرم مغزی قبل و شکل ۵- ب) کرم مغزی بعد از پخت را نشان می‌دهد. ثبات نسبی پخت (RBS) و ثبات نسبی شکل (RFS) کرم مغزی

### آزمون پایداری پخت

حد مطلوب آزمون ثبات پایداری پخت ۸۰ درصد یا بیشتر است (Young et al., 2003). شکل

می‌شود و در نتیجه بافت و ظاهر کرم مغزی در حین پخت متلاشی خواهد شد. نتایج آزمون پایداری پخت نشان‌دهنده این است که درصد پایین افت روغن باعث حفظ انسجام بافت کرم مغزی شده است به گونه‌ای که بافت و ظاهر آن پس از اعمال حرارت دستخوش تغییرات شدید نشود.

به ترتیب ۹۲/۸۶ درصد و ۹۷/۱۵ است که در محدوده مطلوبی قرار دارد که یانگ و همکاران (Young et al., 2003) گزارش داده‌اند. با توجه به اینکه چربی فاز پیوسته کرم مغزی‌های بر پایه چربی است، خروج زیاد روغن از بافت کرم مغزی باعث سست شدن پیوند بین سایر اجزای فرمولاسیون



شکل ۵- الف: کرم مغزی قبل از پخت از ب: کرم مغزی بعد از پخت

احساس دهانی بهتر است که دلایل هر یک به طور جداگانه توضیح داده شده است. به لحاظ طعم، با گذشت زمان و افزایش انتقال رطوبت از بافت کیک به بافت کرم مغزی و جذب رطوبت توسط پودر کاکائو و از طرفی از دست رفتن احتمالی روغن موجود در پودر کاکائو و بارز شدن طعم قلیایی آن، تلخی در کرم مغزی احساس می‌شود که عموماً با طعم سوختگی اشتباه گرفته می‌شود.

### ارزیابی حسی

نمونه‌ها به لحاظ بافت و طعم و رنگ ارزیابی شدند. مطابق ارزیابی حسی که در جدول ۷ نشان داده شده است، گذشت زمان تأثیری بر ویژگی‌های کرم مغزی در سطح معنی‌داری نداشته است ( $p \leq 0.05$ ). با این حال، بیشترین پذیرش را کیک حاوی کرم مغزی در روز پخت داشته است. پذیرش کلی محصول به دلیل بافت بهتر، رنگ مناسب‌تر و

جدول ۷- تغییرات درصد چربی جامد روغن پالم و محصولات به دست‌آمده از فرآیند جزء به جزء سازی آن

نوع روغن تیمار	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی
کیک در روز پخت	۸/۵۴±۰/۱۴ <sup>a*</sup>	۸/۴۷±۰/۳۷ <sup>a</sup>	۸/۱۵±۰/۲۶ <sup>a</sup>	۸/۳۸±۰/۷۳ <sup>a</sup>
کیک پس از سه هفته	۸/۴۸±۰/۳۲ <sup>a</sup>	۸/۴۹±۰/۴۹ <sup>a</sup>	۸/۱۱±۰/۵۷ <sup>a</sup>	۸/۳۲±۰/۳۸ <sup>b</sup>

\*حروف غیر مشابه در هر ستون نشانگر اختلاف معنی‌دار ( $p \leq 0.05$ ) بین زمان‌های مختلف است.



**نتیجه گیری**

سلسیوس به لحاظ پروفایل ذوب سریع و سطح نسبتاً بالایی از چربی جامد در ۲۰ درجه سلسیوس گزینه مناسبی برای استفاده در فرمولاسیون کرم مغزی است و استفاده از آن در فرمولاسیون کرم مغزی تمامی فاکتورهای بافت را تحت تأثیر قرار داده است. استفاده از روغن پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس در فرمولاسیون کرم مغزی تفاوت معنی داری را در میزان چسبندگی در نمونه‌ها ایجاد نکرده ولی سایر آنالیزهای بافتی اندکی تغییر کرده‌اند به گونه‌ای که اعمال فرآیند حرارتی تفاوت معنی داری در حالت صمغی، سختی و پیوستگی نمونه قبل و در روز پخت ایجاد نکرده اما با اعمال فرآیند حرارتی و گذشت زمان تفاوت معنی داری در فاکتورهای ذکر شده در نمونه قبل از پخت و سه هفته پس از پخت ایجاد کرده است. درصد پایین افت روغن در فرمولاسیون کرم مغزی در نمونه در روز پخت و افزایش انتقال رطوبت از بافت کیک به بافت کرم مغزی با گذشت زمان پس از پخت در نمونه سه هفته پس از پخت، در مقایسه با نمونه قبل از پخت، عامل این تغییرات است. در مجموع، استفاده از روغن پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس در فرمولاسیون، باعث ایجاد مقاومت حرارتی در کرم مغزی کیک گردید. با توجه با اینکه می‌توان از دماها و مسیرهای جداسازی متنوعی استفاده کرد و محصولات متفاوتی را به دست آورد، پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری با توجه به ویژگی‌های مطلوب در این زمینه به منظور شناخت بهتر و در نتیجه کاربرد بیشتر این روغن و محصولات جزء به جزء سازی شده آن در صنایع مختلف صورت گیرد و از واردات روغن جلوگیری گردد.

با کاهش دمای فرآیند جزء به جزء سازی، در جزءهای استئارین درصد اسیدهای چرب غیراشباع کاهش و درصد اسیدهای چرب اشباع افزایش یافته است و در جزءهای اولئین درصد اسیدهای چرب غیراشباع افزایش و درصد اسیدهای چرب اشباع کاهش یافته است. بیشترین نقطه ذوب را پالم استئارین ۵ درجه سلسیوس و کمترین نقطه ذوب را پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس دارد. نمونه پالم اولئین مقدار چربی جامد کمتری نشان می‌دهد که در دمای بدن کاملاً ذوب می‌شود. در بین نمونه‌های جداسازی شده روغن پالم، نمونه پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس در مقایسه با پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس دارای درصد اسیدهای چرب غیراشباع کمتر (۵۹/۷۲ درصد)، عدد یدی پایین‌تر و نقطه ذوب بالاتر و در مقایسه با سایر نمونه‌های جداسازی شده، دارای درصد اسیدهای چرب غیراشباع بالاتر، عدد یدی بالاتر و نقطه ذوب پایین‌تر است و در نتیجه اندیس اسیدی و پراکسید کمتر از پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس و بیشتر از سایر نمونه‌های جداسازی شده دارد. درصد چربی جامد آن در دماهای مختلف در مقایسه با پالم اولئین ۵ درجه سلسیوس بیشتر و کمتر از سایر نمونه‌های جداسازی شده است. جزء پالم اولئین ۱۷ درجه سلسیوس، به لحاظ پروفایل ذوب سریع و سطح نسبتاً بالایی از چربی جامد در ۲۰ درجه سلسیوس تا تقریباً صفر در ۳۰ درجه سلسیوس (درصد چربی جامد در ۱۰ درجه سلسیوس برابر با ۴۰/۵ درصد و در ۲۰ درجه سلسیوس برابر با ۱۰ درصد و در ۳۰ درجه سلسیوس برابر با ۰/۶ درصد) مناسب برای استفاده در کرم مغزی است. جزء پالم اولئین ۱۷ درجه

## تشکر و قدردانی

از مجتمع آزمایشگاهی رازی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات به دلیل در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی کمال تشکر را داریم.

## تعارض منافع

نویسندگان در رابطه با انتشار مقاله ارائه شده به طور کامل از اخلاق نشر تبعیت کرده و از موارد سوء اخلاق از جمله سرقت ادبی، سوء رفتار، جعل داده‌ها و یا ارسال و انتشار دوگانه، پرهیز نموده‌اند و منافعی تجاری در این راستا وجود ندارد.

## مراجع

- Agudelo, A., Varela, P., Sanz, T. and Fiszman, S. 2014. Formulating fruit fillings. Freezing and baking stability of a tapioca starch-pectin mixture model. *Food Hydrocolloids*. 40, 203-213.
- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup> Edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington.
- AOCS. 1997. Official and Tentative Methods for the American Oil Chemists' Society, 7<sup>th</sup> Edition. American Oil Chemists' Society, Champaign, 456.
- AOCS. 2009. Official Methods and Recommended Practices of the AOCS.
- Battaiotto, L. L., Lupano, C. E. and Bevilacqua, A. E. 2013. Optimization of basic ingredient combination for sandwich cookie filling using response surface methodology. *Food and Bioprocess Technology*. 6(7): 1847-1855.
- Chiavaro, E., Rodriguez-Estrada, M. T., Barnaba, C., Vittadini, E., Cerretani, L. and Bendini, A. 2008. Differential scanning calorimetry: A potential tool for discrimination of olive oil commercial categories. *Analytica Chimica Acta*. 625(2): 215-226.
- Devittori, C., Gummy, D., Kusy, A., Colarow, L., Bertoli, C. and Lambelet, P. 2000. Supercritical fluid extraction of oil from millet bran. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 77(6): 573-579.
- Dibildox-Alvarado, E., Rodrigues, J. N., Gioielli, L. A., Toro-Vazquez, J. F. and Marangoni, A. G. (2004). Effects of crystalline microstructure on oil migration in a semisolid fat matrix. *Crystal Growth & Design*. 4(4): 731-736.
- Deffense, E. 1995. Dry multiple fractionation: trends in products and applications. *Lipid Technology*. 7(2): 34-38.
- Fatemi, H. 2001. Food Chemistry. Sahami Enteshar Pub., Tehran, Iran. (in Persian).
- Hadnadev, M., Hadnadev, T. D., Dokić, L., Pajin, B., Torbica, A., Šarić, L. and Ikonić, P. 2014. Physical and sensory aspects of maltodextrin gel addition used as fat replacers in confectionery filling systems. *LWT-Food Science and Technology*. 59(1): 495-503.
- Hasmadi, M., Aini, I. N., Mamot, S. and Yusof, M. 2002. The effect of different types of stirrer and fractionation temperatures during fractionation on the yield, characteristics and quality of oleins. *Journal of Food Lipids*. 9(4): 295-307.
- Kailasapathy, K. 2006. Survival of free and encapsulated probiotic bacteria and their effect on the sensory properties of yoghurt. *LWT-Food Science and Technology*. 39(10): 1221-1227.
- Kang, K., Kim, S., Kim, I.-H., Lee, C. and Kim, B. 2013. Selective enrichment of symmetric monounsaturated triacylglycerols from palm stearin by double solvent fractionation. *LWT-Food Science and Technology*. 51(1): 242-252.

- Koushki, M., Nahidi, M. and Cheraghali, F. 2015. Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. *Journal of Paramedical Sciences*. 6(3): 117-134.
- Laneville, S. I., Paquin, P. and Turgeon, S. L. 2005. Formula optimization of a low-fat food system containing whey protein isolate-xanthan gum complexes as fat replacer. *Journal of Food Science*. 70(8): s513-s519.
- Maleky, F., Acevedo, N. C. and Marangoni, A. G. 2012. Cooling rate and dilution affect the nanostructure and microstructure differently in model fats. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 114(7): 748-759.
- Mamat, H., Aini, I. N., Said, M. and Jamaludin, R. 2005. Physicochemical characteristics of palm oil and sunflower oil blends fractionated at different temperatures. *Food Chemistry*. 91(4): 731-736.
- Ofelt, C. W. and Larmour, R. K. 1940. The effect of milk on the bromate requirements of flours. *Cereal Chemistry*. 17, 1-18.
- Peyronel, F. and Marangoni, A. G. 2014. In search of confectionary fat blends stable to heat: hydrogenated palm kernel oil stearin with sorbitan monostearate. *Food Research International*. 55, 93-102.
- Rajah, K. K. 2014. *Fats in Food Technology*. John Wiley & Sons, Ltd., Chapter 5, 195-197.
- Ramli, M. R., Siew, W. L. and Cheah, K. Y. 2008. Properties of High-Oleic Palm Oils Derived by Fractional Crystallization. *Journal of Food Science*. 73(3): 140-145.
- Stortz, T. A. and Marangoni, A. G. 2013. Ethylcellulose solvent substitution method of preparing heat resistant chocolate. *Food Research International*. 51(2): 797-803.
- Stortz, T. A., Zetzl, A. K., Barbut, S., Cattaruzza, A. and Marangoni, A. G. 2012. Edible oleogels in food products to help maximize health benefits and improve nutritional profiles. *Lipid Technology*. 24(7): 151-154.
- Sun, D. W. 2016. *Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation*. Academic Press.
- Talbot, G. 1989. Fat migration in confectionery products. *Confectionery Production*. 55, 655-656.
- Tan, C., & Man, Y. C. 2002. Differential scanning calorimetric analysis of palm oil, palm oil based products and coconut oil: Effects of scanning rate variation. *Food Chemistry*. 76(1): 89-102.
- Tanti, R., Barbut, S. and Marangoni, A. G. 2016. Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams. *Food Hydrocolloids*. 61, 329-337.
- Young, N. W., Kappel, G. and Bladt, T. 2003. A polyuronan blend giving novel synergistic effects and bake-stable functionality to high soluble solids fruit fillings. *Food Hydrocolloids*. 17(4): 407-418.
- Zaliha, O., Chong, C. L., Cheow, C. S., Norizzah, A. R. and Kellens, M. J. 2004. Crystallization properties of palm oil by dry fractionation. *Food Chemistry*. 86(2): 245-250.
- Zhang, X., Li, L., Xie, H., Liang, Z., Su, J., Liu, G. and Li, B. 2013. Comparative analysis of thermal behavior, isothermal crystallization kinetics and polymorphism of palm oil fractions. *Molecules*. 18(1): 1036-1052.

## Original Research

## The Study of the Possibility of the Application of Palm Oil Fractions Obtained at Different Temperatures to Increase Thermal Stability in Filling Chocolate Cake

M. Bakhtiyari, M. Gharachorlo\*, B. Ghiassi-Tarzi

\* Corresponding Author: Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. Email: gharachorlo\_m@yahoo.com

Received: 22 May 2019, Accepted: 12 February 2020

<http://doi: 10.22092/fooder.2020.126377.1221>

### Abstract

Physical instability and cohesion of fat-based filling in baking products have long been one of the major problems in the food industry. Since the continuous phase of these fillings is fat, the desired thermal stability can be achieved by selecting the appropriate oil. Palm oil and its products are oxidation resistant and stable for a long time at high temperatures. In this study, in order to achieve heat stable oil in the formulation of cake filling, palm oil was fractionated at two temperature levels of 5°C and 17°C, by solvent method and using pure acetone, and physical chemistry tests including determination of combination of fatty acids, solid fat content, thermal behavior analysis, melting point, saponification index, iodine index, peroxide number, acid number were performed. Palm olein oil of 17°C was used in the filling formulation and the effects of cooking temperature and storage time on the sensory, physical and rheological properties of the filling (hardness, cohesion, adhesion, gummy state) were evaluated. By reducing the fractionation temperature, in stearin fractions, the percentage of unsaturated fatty acids decreased and the percentage of saturated fatty acids increased. The palm-olein fraction of 17°C was suitable for using in formulation of filling due to fast melting profiles and relatively high solids content in 20°C, and uses in formulation of filling have affected all texture factors. Temperature and time alone did not make difference ( $P > 0.05$ ) in the rheological, physical and sensory characteristics of the filling, but at the same time caused a difference ( $P \leq 0.05$ ) in the factors mentioned. The palm olein fraction of 17 °C in the formulation produced a thermal stability in the cake.

**KeyWords:** Filling of Cake, Palm Oil, Physicochemical Properties, Rheology, Thermal stability