

(مقاله پژوهشی)

## ارزیابی تأثیر سطوح مختلف مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر ویژگی‌های کیفی کیک روغنی کم چرب

مریم عابدی<sup>۱</sup>، مانیا صالحی فر<sup>۲\*</sup>، بابک غیائی طرزی<sup>۳</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۳- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۱۳

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۸

DOI: [10.30495/jfst.2022.1965132.1812](https://doi.org/10.30495/jfst.2022.1965132.1812)

### چکیده

امروزه آگاهی در مورد پیامدهای ناشی از مصرف بالای چربی منجر به افزایش تقاضا برای مواد غذایی کم چرب و استفاده بیشتر از جایگزین‌های چربی شده است. با در نظر گرفتن این موضوع، در پژوهش حاضر، تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده (WPC) در سطوح ۲۰، ۵۰ و ۸۰ درصد وزنی در تولید کیک روغنی ارزیابی گردید. ویژگی فیزیکی خمیر (وزن مخصوص) و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نمونه‌های کیک روغنی (حجم، رطوبت، بافت، رنگ و ویژگی‌های حسی) در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که خمیر تهیه شده با ۲۰ درصد مالتودکسترین، وزن مخصوص کمتری نسبت به سایر تیمارها داشت، اما با افزایش سطح مالتودکسترین و WPC و کاهش بیشتر چربی، وزن مخصوص خمیر به طور معنی‌داری افزایش یافت. از نظر حجم، استفاده از جایگزین‌های چربی (مالتودکسترین و WPC) تا سطح ۵۰ درصد اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان نداد. در سطوح بالای افزودنی‌ها، میزان رطوبت کاهش معنی‌داری یافت. نمونه‌های کیک حاوی WPC نسبت به سایر نمونه‌ها، از سفتی بافت بیشتری برخوردار بودند و با افزایش سطح جایگزینی، بر سفتی بافت افزوده شد. با این حال، نمونه‌های حاوی ۲۰ و ۵۰ درصد مالتودکسترین و ۲۰ درصد WPC تفاوت معنی‌داری در سفتی بافت در مقایسه با نمونه شاهد نداشت. ارزیابی‌های حسی بیانگر آن بود که تیمارهای حاوی ۲۰ درصد مالتودکسترین امتیازی بالاتری در صفات طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی داشت.

**واژه‌های کلیدی:** جایگزین چربی، مالتودکسترین، پروتئین آب پنیر تغلیظ شده، کیک روغنی.

## ۱- مقدمه

غلات و فرآورده‌های آن، بخش مهمی از رژیم غذایی انسان را در سراسر جهان به خود اختصاص می‌دهند. این محصولات از نظر تغذیه‌ای، منابع مهمی از پروتئین، کربوهیدرات، ویتامین‌های گروه ب، آهن، مواد معدنی و فیبر می‌باشند و سهم مهمی در تأمین انرژی و پروتئین‌های مورد نیاز انسان دارند (۸). در میان فرآورده‌های غلات، کیک شهرت ویژه‌ای دارد و در نظر مصرف‌کنندگان به عنوان محصولی خوشمزه با ویژگی‌های حسی ویژه شناخته شده است (۲۸). طبق تعریف سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کیک نوعی شیرینی با بافت و نرمی مخصوص است که مواد اصلی آن آرد، روغن (به استثناء کیک اسفنجی)، شکر و تخم‌مرغ می‌باشد (۷). کیک روغنی فرآورده‌ای است که میزان روغن افزوده شده به آن، حداقل ۱۰ درصد وزن محصول بوده و می‌تواند دارای مغزی، پوشش، تزئین و یا به صورت لایه‌ای باشد. این کیک می‌بایست دارای بافت و رنگ یکنواخت و بدون لک، مزه و بوی مطلوب و عادی و فاقد مزه و بوی خارجی باشد (۷). روغن‌ها و چربی‌ها از ترکیبات اصلی و ضروری رژیم غذایی محسوب می‌شوند و حاوی اسیدهای چرب ضروری مورد نیاز بدن و ویتامین‌های محلول در چربی می‌باشند. این ترکیبات علاوه بر ارزش تغذیه‌ای، ویژگی‌های حسی و فیزیولوژیکی متعددی دارند، اما در عین حال، می‌توانند منشأ بروز بسیاری از بیماری‌ها باشند (۱۳). در کیک روغنی، چربی نقش بسیار مهمی در محبوس‌نگه‌داشتن هوای ایجاد شده در مرحله مخلوط کردن خمیر کیک دارد. بدین ترتیب که ضمن عمل مخلوط کردن اجزا کیک به روش خامه‌ای کردن هنگامی که هوا به درون چربی انتقال داده می‌شود، یک خامه چربی-شکر به دست می‌آید و حباب‌های هوا از طریق کریستال‌های  $\beta'$  تثبیت می‌شوند. این کریستال‌های کوچک به آسانی در اطراف حباب‌های هوا توزیع شده و از این طریق حباب‌ها در فاز مداوم و روغن پخش می‌گردند (۵). هرچه توزیع چربی و هوا بهتر باشد، حجم نهایی کیک و ساختار آن بهتر خواهد بود (۲۵). چربی موجود در خمیر کیک نه تنها در یکپارچگی هوموثرمی‌باشد، بلکه ویژگی‌های امولسیون‌کنندگی از خود

نشان داده و سبب محفوظ ماندن مقادیر قابل ملاحظه‌ای رطوبت در ساختار خمیر کیک شده و به این ترتیب نقش بسیار مؤثری در ایجاد نرمی هرچه بیشتر و بافت متخلخل کیک دارد (۵ و ۲۵). جایگزین‌های چربی که به آن‌ها جانشین یا بدل چربی<sup>۱</sup> نیز گفته می‌شود ترکیباتی هستند که به جای تمام یا بخشی از چربی‌های موجود در غذا به کار می‌روند و در عین حال به غذا طعم، بافت و احساس دهانی شبیه به چربی می‌دهند، در حالی که کالری کمتری نسبت به چربی‌ها ایجاد می‌کنند (۱۳). جایگزین کردن بخشی از چربی در فرمولاسیون کیک روغنی با جایگزین‌های چربی<sup>۲</sup>، علاوه بر تشکیل بافت مناسب و متخلخل، می‌تواند اثرات مطلوبی را به همراه داشته باشد. به گونه‌ای که به مرطوب نگه‌داشتن بافت کیک و افزایش زمان ماندگاری منجر خواهد شد. همچنین سهولت در افزودن به ترکیب، امکان آماده‌سازی مناسب خمیر، ایجاد محصول نهایی عالی از لحاظ بافت نرم، مزه مطلوب و بهبود زمان ماندگاری از برتری‌های تکنولوژیکی استفاده از جایگزین‌های چربی در فرمولاسیون کیک می‌باشد (۱۴). به طور کلی جایگزین‌های چربی را بر اساس پایه ماده مغذی اصلی که از آن تشکیل شده‌اند به ۳ دسته جایگزین‌های چربی بر پایه لیپید، جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات و جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین تقسیم‌بندی می‌کنند (۱۳). لذا استفاده از ترکیباتی به عنوان جایگزین‌های چربی در سالم‌سازی محصولات غذایی و تولید و مصرف غذاهای کم‌چرب که در آن‌ها میزان چربی کاهش یافته و از جایگزین‌های چربی استفاده شده، بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در ارتباط با کاربرد جایگزین‌های چربی در فرمولاسیون کیک، تحقیقاتی انجام گرفته است. کانفورتی و آرچیل (۲۰۰۱) طی بررسی اثر ژل مالتودکسترین به عنوان جایگزین بخشی از چربی (۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) در کیک لایه‌ای گزارش کردند که استفاده از مالتودکسترین در سطح ۲۵ درصد تفاوت معنی‌داری را با نمونه شاهد ایجاد نمی‌کند، اما با افزایش سطح جایگزینی، وزن مخصوص خمیر افزایش و حجم محصول نهایی کاهش یافت (۱۹). همچنین پیمدیت و همکاران (۲۰۰۸) با ارزیابی

1- Fat Substitutes  
2-Fat Replacers

اینورت طبق استاندارد ملی ایران به شماره ۲۵۵۳ تهیه گردید (۷) بیکنینگ پودر و کیک ژل از شرکت آذرنوش شکوفه (تهران)، پودر مالتودکسترین (ST-3000)، تولید شده از نشاسته ذرت با درجه دکسترینه (۱۸-۲۰) از شرکت فرآیند بیوتکنولوژی (البرز) و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده ۳۵ درصد از شرکت فرآورده‌های لبنی کیان مشکات (تهران) تهیه گردید.

## ۲-۲- روش‌ها

### ۲-۲-۱- روش تولید کیک

فرمولاسیون تیمارهای مورد استفاده در جدول ۱ مشخص شده است. جهت تولید نمونه‌های کیک از روش سه مرحله‌ای استفاده شد. در مرحله نخست، تخم مرغ، شکر و کیک ژل موجود در فرمولاسیون به مدت ۳ دقیقه با دور بالای همزن برقی<sup>۳</sup> به طور کامل مخلوط شدند. سپس روغن و آب به مخلوط حاصل اضافه شد و مجدداً عمل هم زدن به مدت ۳ دقیقه با دور تند مخلوط کن صورت گرفت. در مرحله آخر، آرد، وانیل، بیکنینگ پودر، شربت اینورت و نمک به مخلوط قبلی اضافه شده و به مدت ۳ دقیقه با سرعت متوسط، عملیات مخلوط کردن انجام پذیرفت (۱۶). خمیر تهیه شده در داخل قالب‌های مخصوص کیک یزدی به وزن ۴۰ گرم خمیر ریخته شد و عملیات پخت در دمای ۱۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ دقیقه در داخل فر طبقه‌ای (صنایع پخت، مشهد) انجام گردید. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۳۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند. سپس در بسته‌بندی‌های پلی اتیلنی، بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آنالیزهای بعدی نگهداری شدند.

تأثیر ژل مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده<sup>۱</sup> ۸۰ درصد بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و خصوصیات حسی نوعی فرآورده پخت<sup>۲</sup> گزارش کردند که با کاهش بخشی از روغن مورد استفاده در فرمولاسیون و استفاده از این جایگزین‌ها، میزان کالری نسبت به محصول اصلی به طور معنی‌داری کاهش یافت و میزان رطوبت و فعالیت آبی به علت جذب آب بیشتر توسط این ترکیبات، نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت (۲۹). بنابراین با توجه به این که هم اکنون در دنیا مضرات استفاده بی‌رویه از روغن‌ها و چربی‌ها بر سلامت مصرف‌کنندگان کاملاً مشخص شده است، تقاضا برای تولید محصولات با میزان چربی کاهش یافته، افزایش یافته است. از این رو پژوهش حاضر با هدف جایگزینی بخشی از چربی موجود در کیک روغنی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده و ارزیابی خصوصیات کیفی محصول نهایی انجام شد.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- مواد اولیه

آردنول با ۱۲/۱ درصد رطوبت، ۰/۴۴ درصد خاکستر، ۹/۴۶ درصد پروتئین، ۵/۲۲ درصد چربی و ۲۴/۱۱ درصد گلو تن مرطوب و  $\text{pH} = 6/2$  از شرکت آرد خوشه (فارس)، شکر (شرکت قند ورامین، تهران)، روغن مایع (شرکت بهار، تهران)، وانیل (شرکت صنایع غذایی صیتی، البرز)، تخم مرغ (شرکت تلاونگ، تهران) و نمک (صنایع غذایی گلها، تهران) از فروشگاه‌های معتبر مواد غذایی خریداری شده و شربت



بالاترین امتیاز جهت ارزیابی ویژگی‌های حسی نمونه‌های کیک بوده است (۲۲).

#### ۲-۲-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

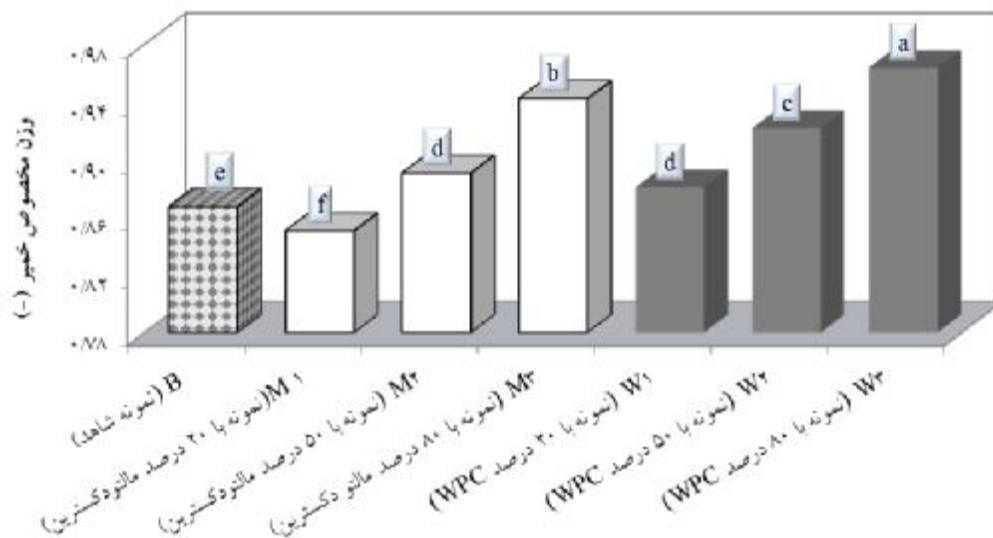
به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها، از طرح آماری کاملاً تصادفی<sup>۱</sup> با ۳ تکرار و نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون مقایسه میانگین چند دامنه‌ای دانکن<sup>۲</sup> با سطح احتمال خطا ۵ درصد انجام گردید. برای ترسیم نمودارها نیز از نرم‌افزار Microsoft Excell 2007 استفاده گردید.

### ۳- نتایج و بحث

#### ۳-۱- وزن مخصوص خمیر

مطابق شکل ۱، جایگزینی مالتودکسترین در سطح ۲۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار وزن مخصوص خمیر در مقایسه با سایر تیمارها شد و با افزایش میزان جایگزینی، وزن مخصوص خمیر

افزایش معنی‌داری یافت (شکل ۱). از سوی دیگر استفاده از WPC در سطوح مختلف سبب افزایش معنی‌دار وزن مخصوص خمیر گردید. وزن مخصوص خمیر بیانگر میزان حباب‌های هوای موجود در خمیر است (۱۵ و ۱۹). وزن مخصوص کمتر نشان‌دهنده هوادهی مطلوب و میزان حباب‌های هوای بیشتر در خمیر است (۲۵). با کاهش میزان چربی در فرمولاسیون خمیر به دلیل کاهش اثر حفاظتی چربی بر روی حباب‌های هوا، قابلیت نگهداری سلول‌های هوا کاهش یافته و در نتیجه وزن مخصوص خمیر افزایش یافت (۲۵). طبق گزارش‌های موریس و همکاران (۲۰۱۲) افزودن سطح بالای جایگزین‌های چربی سبب می‌شود تا زمان انبساط خمیر به شکل معنی‌داری افزایش یافته و در نتیجه، با تغییر ویژگی‌های الاستیسیته خمیر و کاهش ظرفیت نگهداری گاز، وزن مخصوص خمیر افزایش یافت (۲۷).



شکل ۱- تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر وزن مخصوص خمیر کیک روغنی.

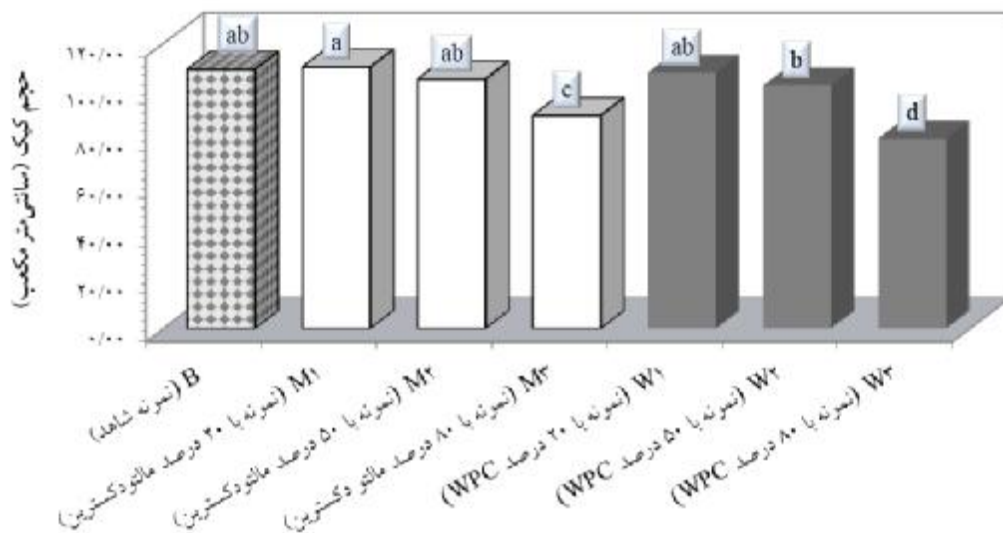
\*حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

مطابق شکل ۱، بین تیمارهای حاوی مالتودکسترین، خمیر حاوی ۲۰ درصد از این ترکیب، وزن مخصوص کمتری نسبت به خمیر شاهد داشت که این امر را می‌توان به توانایی مالتودکسترین در حفظ و نگهداری حباب‌های هوا در خمیر و نیز حضور چربی به میزان کافی در فرمولاسیون خمیر نسبت داد. در حالی که با افزایش سطح مالتودکسترین و WPC، به دلیل اهمیت چربی و توانایی بیشتر آن در حفظ حباب‌های هوا در خمیر، افزایش میزان وزن مخصوص با کاهش هرچه بیشتر میزان چربی مشاهده شد که این نتایج با یافته‌های خلیل (۱۹۹۸) مطابق داشت. خلیل با بررسی مقادیر مختلف جایگزین‌های چربی از جمله مالتودکسترین (۰، ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد) مشاهده نمود که وزن مخصوص خمیر حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزین چربی در مقایسه با وزن مخصوص خمیر شاهد کاهش یافته، در حالی که در خمیر حاوی ۷۵ درصد مالتودکسترین، با توجه به میزان بالای کاهش روغن در فرمولاسیون و اثر مهم روغن در حفظ حباب‌های هوا در داخل خمیر و در نتیجه کاهش میزان حباب‌های هوا، وزن مخصوص خمیر نسبت به خمیر شاهد افزایش یافت (۲۵).

### ۳-۲- حجم

مطابق شکل ۲، استفاده از مالتودکسترین در سطوح ۲۰ و ۵۰ درصد و WPC در سطح ۲۰ درصد در مقایسه با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را در میزان حجم نمونه‌های کیک ایجاد نکرد ( $P > 0.05$ )، اما با افزایش سطح افزودنی‌ها، کاهش معنی‌داری در حجم نمونه‌های کیک مشاهده شد. به طوری که نمونه حاوی ۸۰ درصد WPC کاهش معنی‌داری در میزان حجم کیک نسبت به نمونه شاهد و سایر تیمارها داشت ( $P < 0.05$ ) (شکل ۲)، که این با نتایج ارائه شده توسط

خلیل (۱۹۹۸) و کنی و همکاران (۲۰۰۰) مطابقت داشت (۲۴ و ۲۵). گزارش خلیل (۱۹۹۸) حاکی از افزایش حجم کیک با استفاده از جایگزین‌های چربی با ترکیبات کربوهیدراتی بود که این اتفاق ناشی از نگهداری حباب‌های هوا توسط فیلم‌هایی با قدرت چسبندگی زیاد در اطراف آن و تشکیل حباب‌های مقاوم صورت پذیرفت (۲۵). روغن یکی از اجزاء اصلی فرمولاسیون کیک‌ها می‌باشد که با ایجاد لایه محافظ در اطراف حباب‌های هوا و ضخامت بخشیدن به دیواره حباب‌های هوا، مانع از پاره شدن آن‌ها بر اثر انبساط طی فرآیند پخت می‌شود (۳). چیسیریچوت و همکاران (۲۰۱۱) چنین گزارش کردند که کاهش چربی باعث کاهش میزان حجم و پف‌کردگی در محصول نهایی می‌گردد (۱۷). استفاده از جایگزین‌های چربی در سطوح پائین سبب حفظ و نگهداری سلول‌های هوا در ساختار خمیر می‌شود که این امر با کاهش وزن مخصوص خمیر همراه خواهد بود و از آن جایی که بین وزن مخصوص خمیر و حجم کیک رابطه معکوسی برقرار است، بنابراین افزایش حجم محصول نهایی در نتیجه کاهش وزن مخصوص خمیر حاصل خواهد شد (۳ و ۲۵). مطابق شکل ۲، با افزایش سطح جایگزینی چربی، به تدریج وزن مخصوص خمیر افزایش یافت که این امر با کاهش حجم نمونه‌های کیک همراه بود. در اثر کاهش چربی علاوه بر کاهش قابلیت نگهداری گاز توسط خمیر، اندازه سلول‌های هوا نیز تحت تاثیر قرار گرفته و سلول‌های هوای موجود در خمیر کوچکتر می‌شوند (۴ و ۲۶). بنابراین با کاهش هرچه بیشتر چربی در فرمولاسیون، حجم کیک کاهش محسوسی می‌یابد. بعلاوه، با کاهش قابلیت نگهداری گاز در خمیرهای حاوی سطوح بالای جایگزین چربی، وزن مخصوص خمیر افزایش یافته و در مقابل حجم نمونه‌های کیک کاهش می‌یابد (۲۲).

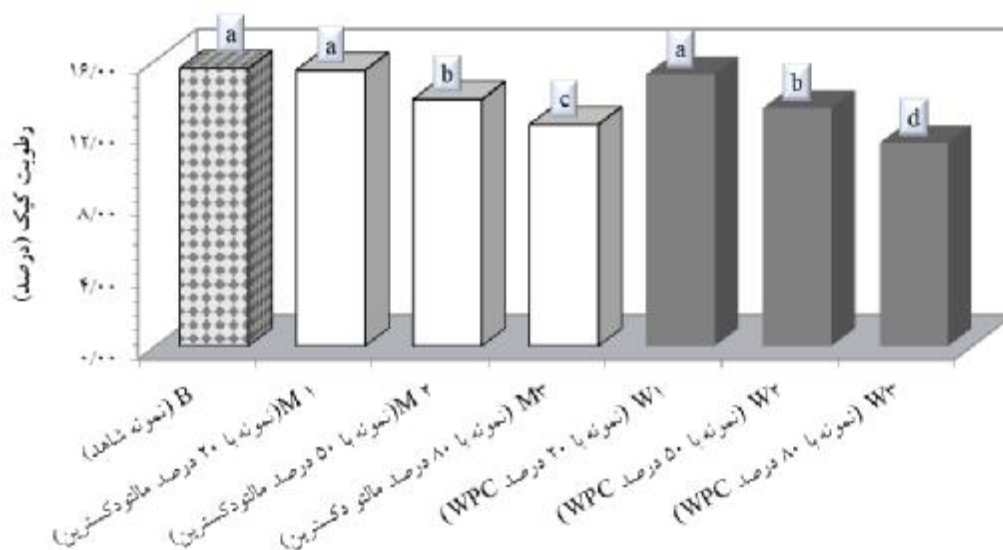


شکل ۲- تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر میزان حجم کیک روغنی.  
\*حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

پخت آب بیشتری را نیز از دست می‌دهند و این عامل سبب می‌شود تا استفاده از این ترکیبات در سطوح بالا موجب کاهش میزان رطوبت نهایی گردد و این موضوع، دلیلی بر کاهش رطوبت تیمارها بود (۱، ۴ و ۱۸). به طور کلی باید گفت که حضور روغن در فرمولاسیون محصولات نانویی نقش مؤثری در افزایش رطوبت محصول نهایی و ممانعت از خروج آن در طی فرآیند پخت دارد که علت آن قابلیت روغن به عنوان یک محافظ در نگهداری آب در حین پخت (ممانعت از خروج آن بر اثر بخار شدن) و پس از آن می‌باشد. بنابراین کاهش میزان روغن و یا حذف کامل آن در فرمولاسیون می‌تواند در کاهش میزان رطوبت محصول نهایی اثرگذار باشد و پیامدهایی از قبیل افزایش سرعت بیاتی و زود هنگام شدن فرآیند رتروگراداسیون را به دنبال داشته باشد (۶ و ۱۱).

### ۳-۳- رطوبت

مطابق شکل ۳، در سطوح بالای مالتودکسترین و WPC، رطوبت محصول نهایی کاهش معنی‌داری یافت، اگرچه بین نمونه شاهد و نمونه‌های با ۲۰ درصد مالتودکسترین و WPC تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $P > 0.05$ )، این در حالی است که با افزایش سطوح مالتودکسترین و WPC به ۸۰ درصد، کمترین میزان رطوبت حاصل گردید (شکل ۳). بنابر مطالعات انجام شده کاهش چربی باعث کاهش میزان رطوبت در محصول نهایی می‌گردد که با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت دارد (۳۱). کاهش رطوبت در تیمارها با افزایش میزان مصرف جایگزین‌ها را این طور می‌توان تفسیر کرد که مالتودکسترین و WPC علاوه بر جذب آب بیشتر به دلیل حلالیت بالا در آب، در طی مرحله پخت از قابلیت نگهداری آب خوبی برخوردار نبوده و در طی



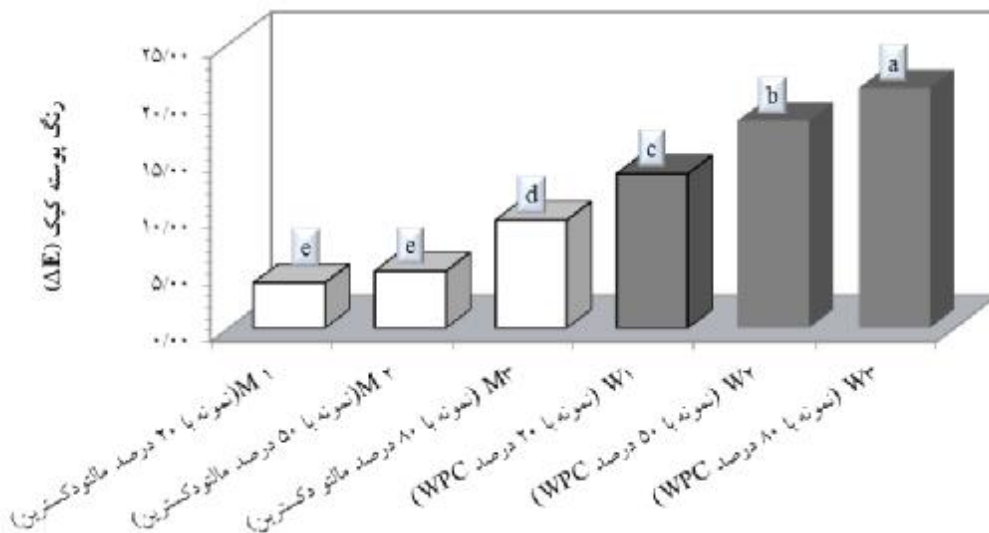
شکل ۳- تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر میزان رطوبت کیک روغنی.  
\*حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی‌دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

می‌شوند و با افزایش سطح جایگزینی، بر میزان تیرگی و شدت رنگ محصول افزوده خواهد شد (۲۵). در رابطه با جایگزین‌های بر پایه پروتئین، در مرحله پخت، پروتئین‌های آب پنیر همراه با قند احیاء کننده لاکتوز در واکنش مایلارد شرکت کرده و سبب افزایش شدت رنگ در فرآورده می‌شوند. همچنین لاکتوز با شرکت در واکنش کاراملیزاسیون در تیره‌تر شدن رنگ نمونه‌ها نقش خواهد داشت (۱۹). بنابراین طبق نتایج حاصل، با افزایش سطح WPC بر نسبت ترکیبات شرکت کننده در واکنش‌های مایلارد و کاراملیزاسیون افزوده می‌شود. به همین دلیل، شدت رنگ در تیمار حاوی ۸۰ درصد WPC در مقایسه با سایر تیمارها معنی‌دارتر ارزیابی شد (شکل ۴).

#### ۴-۳- تغییرات رنگ پوسته

بر اساس شکل ۴، با کاهش میزان چربی در فرمولاسیون نمونه‌های کیک و افزایش میزان جایگزین‌های چربی، به تدریج رنگ نمونه‌های کیک افزایش معنی‌داری یافت ( $P < 0.05$ )، به طوری که نمونه‌های حاوی ۸۰ درصد از هر دو افزودنی در مقایسه با سایر تیمارها از شدت رنگ بالاتری برخوردار بودند که این افزایش رنگ در نمونه‌های حاوی WPC مشهودتر بود ( $P < 0.05$ ). با این حال، جایگزینی چربی توسط مالتودکسترین در سطح ۲۰ درصد تفاوت معنی‌داری را در میزان شدت رنگ در مقایسه با نمونه شاهد ایجاد نکرد ( $P > 0.05$ ) (شکل ۴). جایگزین‌های چربی بر پایه کربوهیدرات نظیر مالتودکسترین در مرحله پخت با شرکت در واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی موسوم به مایلارد سبب افزایش شدت رنگ محصول نهایی





شکل ۴- تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر شدت رنگ پوسته کیک روغنی.  
\*حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

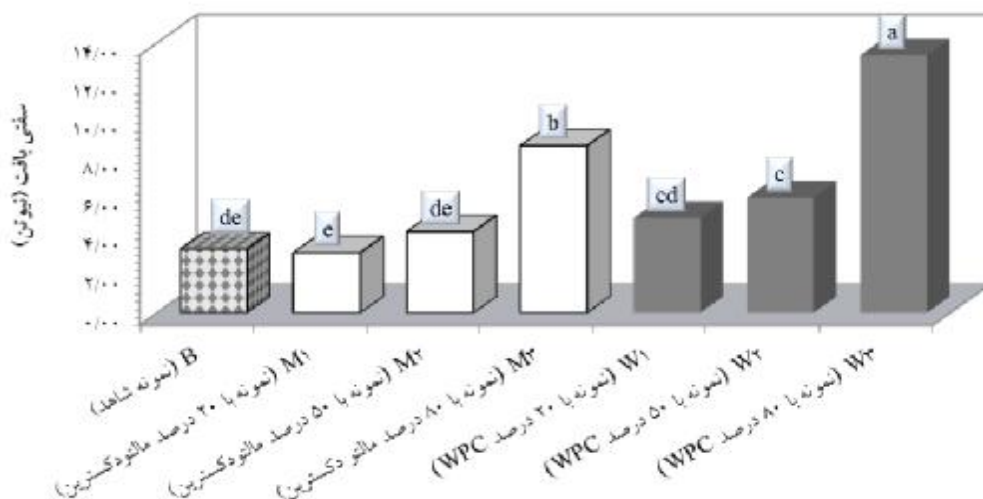
میزان جایگزینی های چربی در فرمولاسیون کیک می تواند دلایل مختلفی داشته باشد. یکی از این دلایل، تأثیر مالتودکسترین و WPC بر ویژگی های ارتجاعی و الاستیسیته خمیر است که در نتیجه این امر، ظرفیت نگهداری گاز در خمیر کاهش یافته و بافتی فشرده ایجاد می شود (۲۳ و ۳۲). از آنجایی که چربی به دلیل خاصیت امولسیون کنندگی در نرمی و پوکی بافت محصول نقش بسیار مهمی دارد، لذا با کاهش چربی از ساختار محصول از میزان نرمی و تردی بافت کاسته شده و بر میزان سفتی بافت افزوده می شود (۲۲ و ۳۴). پسیمولی و همکارش نیز با بررسی اثر جایگزینی های چربی کربوهیدراتی و پروتئینی بر روی ویژگی های بافتی کیک چنین گزارش کردند که با کاهش میزان چربی و افزایش میزان جایگزینی های چربی بر مقاومت بافت در برابر نیروی وارد شده افزوده شده و کیک ها در برابر تغییر شکل مقاومت بیشتری از خود نشان داده و به عبارت دیگر بافت کیک ها سفت تر شده بود. علاوه بر این چنین گزارش شد که با افزایش میزان مصرف جایگزینی های چربی، کیک های حاوی جایگزین چربی پروتئینی در مقایسه با کیک های حاوی جایگزین چربی کربوهیدراتی بافت سفت تری داشتند (۳۰). یکی از عوامل مؤثر بر سفتی بافت کیک در اثر افزودن WPC در مقادیر بالا، تأثیر WPC بر ویژگی های ارتجاعی و الاستیسیته خمیر است. واکنش WPC

### ۳-۵- سفتی بافت

مطابق شکل ۵، در مورد سفتی بافت، تیمارهای حاوی ۲۰ و ۵۰ درصد مالتودکسترین تفاوت معنی داری با نمونه شاهد نداشتند ( $P > 0.05$ )، اما با کاهش هرچه بیشتر چربی و افزایش سطح جایگزین چربی، تفاوت معنی داری در سفتی بافت نمونه های کیک مشاهده شد، به طوری که تیمار حاوی ۸۰ درصد WPC بیشترین میزان سفتی بافت را در مقایسه با سایر تیمارها داشت ( $P < 0.05$ ) که این نتایج با گزارش های ارائه شده توسط زولباس و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت داشت (۳۴). نتایج بررسی آن ها نشان داد که با جایگزین کردن چربی توسط جایگزین های چربی کربوهیدراتی و یا پروتئینی سفتی بافت کلوچه های کم چرب افزایش یافته به طوری که با خروج هرچه بیشتر چربی از فرمولاسیون و افزایش میزان جایگزینی چربی توان ویسکوالاستیکی نمونه ها افزایش یافته که در نهایت منجر به افزایش میزان سفتی بافت نمونه ها گردید. در میان جایگزین های چربی کربوهیدراتی و پروتئینی استفاده شده نمونه حاوی مالتودکسترین از میزان سفتی بافت کمتری برخوردار بود (۳۴). بنابر گزارش پیمدیت و همکاران (۲۰۰۸) استفاده از جایگزین های چربی کربوهیدراتی و پروتئینی (مالتودکسترین و WPC) باعث ایجاد بافتی سفت، متراکم و فشرده گردید (۲۹). سفت شدن بافت کیک در نتیجه افزایش

با توجه به این که WPC از توانایی تشکیل ژل برخوردار است، در مقادیر بالا شبکه ژلی محکم و متراکمی را تشکیل داده و در نتیجه باعث سفت تر شدن بافت محصول نهایی شده است. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که با افزایش میزان مصرف پودرهای پروتئینی بافت محصول سفت تر و متراکم تر می‌گردد (۲۱).

با شبکه گلوته‌ی آرد سبب تغییر ویژگی‌های الاستیسیته خمیر می‌گردد. تداخل WPC در شبکه گلوته‌ی سبب کاهش حفظ ظرفیت نگهداری گاز در خمیر شده و در نهایت منجر به سفت شدن بافت می‌گردد و این عاملی در سفتی بافت نمونه‌های کیک حاوی WPC در مقایسه با مالتودکسترین است (۲۰) و (۲۴). همچنین بنابر نتایج به دست آمده چنین به نظر می‌رسد که با افزایش میزان مصرف WPC در فرمولاسیون خمیر کیک،



شکل ۵- تأثیر جایگزینی چربی با مالتودکسترین و پروتئین آب پنیر تغلیظ شده بر سفتی بافت کیک روغنی.

\*حروف لاتین متفاوت نشان دهنده معنی دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

بالا و پائین اینولین به دلیل سفتی و شل بودن بیش از حد خمیر، سرعت انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن مطلوب نیست و به همین دلیل این ویژگی‌های حسی امتیاز کمتری از ارزیابها دریافت کردند (۱۰). بر اساس جدول ۲، افزایش امتیازات طعم و رنگ در سطح ۲۰ درصد به دلیل شرکت مالتودکسترین در واکنش مایلارد و تشکیل رنگ مطلوب در پوسته و ایجاد یک سری مواد مولد عطر و طعم بود. در حالی که با افزایش سطوح افزودنی‌ها به ویژه در تیمارهای حاوی ۸۰ درصد جایگزین چربی، به واسطه تیره تر شدن رنگ پوسته و ایجاد رنگ قهوه‌ای نسبتاً تیره از امتیازات مربوط به این پارامترها کاسته شد (۲۵). در پژوهش قربانخانی و همکاران (۱۳۹۴) پروتئین آب پنیر تغلیظ شده تا سطح ۶ درصد باعث افزایش پذیرش کیک روغنی توسط ارزیابان حسی شد، اما با افزایش آن به سطح ۹ درصد مطلوبیت محصول کاهش پیدا کرد (۹).

در نهایت در مورد اثر کاهش چربی بر روی سفتی بافت چنین می‌توان گفت که با کاهش چربی موجود در فرمولاسیون خمیر کیک، شبکه گلوته‌ی توسعه یافته و ساختار گلوته‌ی قوی تری ایجاد می‌گردد که در نتیجه باعث سفتی بیشتر خمیر می‌شود. بنابراین در طی پخت نیز محصول با بافت فشرده تری به دست آمد. به این ترتیب اثر نرم کنندگی چربی بر روی بافت تحت تاثیر قرار گرفته و افزایش سفتی بافت با کاهش میزان چربی در کیک‌ها مشاهده شد (۲، ۱۹، ۳۳).

### ۳-۶- ارزیابی حسی

مطابق جدول ۲، استفاده از مالتودکسترین در سطح ۲۰ درصد بیشترین امتیاز طعم، بافت، رنگ و پذیرش کلی را نتیجه داد و از طرفی، استفاده از جایگزین‌های چربی در سطوح بالاتر سبب کاهش خصوصیات حسی مورد آزمون شد. در این راستا، قره‌خانی و همکاران (۱۳۹۴) بیان کردند که در سطوح

جدول ۲- ارزیابی حسی نمونه‌های کیک روغنی.

تیمار	طعم	رنگ	بافت	پذیرش کلی
B (کیک شاهد)	۵/۵۰ <sup>b</sup>	۵/۵۰ <sup>b</sup>	۵/۷۵ <sup>a</sup>	۵/۵۶ <sup>ab</sup>
M <sub>۱</sub> (کیک با ۲۰ درصد مالتودکسترین)	۵/۷۰ <sup>a</sup>	۵/۶۸ <sup>a</sup>	۵/۶۳ <sup>a</sup>	۶/۳۱ <sup>a</sup>
M <sub>۲</sub> (کیک با ۵۰ درصد مالتودکسترین)	۵/۴۴ <sup>c</sup>	۵/۴۲ <sup>b</sup>	۴/۱۳ <sup>b</sup>	۵/۰۹ <sup>b</sup>
M <sub>۳</sub> (کیک با ۸۰ درصد مالتودکسترین)	۲/۳۸ <sup>d</sup>	۲/۶۳ <sup>c</sup>	۱/۶۳ <sup>c</sup>	۱/۵۶ <sup>c</sup>
W <sub>۱</sub> (کیک با ۲۰ درصد WPC)	۵/۶۹ <sup>c</sup>	۵/۶۳ <sup>a</sup>	۵/۷۰ <sup>b</sup>	۵/۷۵ <sup>b</sup>
W <sub>۲</sub> (کیک با ۵۰ درصد WPC)	۴/۶۳ <sup>e</sup>	۲/۷۵ <sup>c</sup>	۳/۷۵ <sup>c</sup>	۳/۶۹ <sup>bc</sup>
W <sub>۳</sub> (کیک با ۸۰ درصد WPC)	۱/۲۵ <sup>f</sup>	۱/۰۶ <sup>d</sup>	۱/۳۸ <sup>d</sup>	۱/۴۴ <sup>c</sup>

\* حروف لاتین متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار بودن میانگین تیمارها در سطح ۵ درصد است.

#### ۴- نتیجه‌گیری

درسال‌های اخیر، تقاضا برای محصولات با سطح چربی کمتر افزایش یافته است. از این رو، تولید محصولاتی با میزان چربی کاهش یافته جهت جلوگیری از ابتلای مصرف‌کنندگان به انواع بیماری‌های ناشی از مصرف بالای چربی امری ضروری است. نتایج به دست آمده در این پژوهش بیانگر آن بود که استفاده از مالتودکسترین و WPC به ترتیب به عنوان ترکیبات جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات و پروتئین موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خمیر و کیک تولیدی از جمله وزن مخصوص، رطوبت و بافت شد. ارزیابی حسی نمونه‌های مورد آزمون در این پژوهش حاکی از آن بود که تیمار با ۲۰ درصد مالتودکسترین بیشترین امتیازات حسی را در ویژگی‌های حسی نظیر طعم، رنگ و بافت و پذیرش کلی نشان داد.

#### ۵- منابع

۱. ایوبی، حبیبی نجفی م. ب، کریمی م. ۱۳۹۰. بررسی اثر سطوح مختلف کسانتره پروتئین آب پنیر بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک روغنی. مجله علوم و صنایع غذایی ایران. ۸ (۲۹): ۸۱-۸۸.
۲. حدائق ه، غیائی طرزی ب، بصیری ع، خداخانی س. بررسی امکان تولید بیسکویت کم‌چرب با استفاده از امولسیفایر برگ زیتون. مجله داروهای گیاهی. ۱۳۹۲؛ ۳(۵): ۲۶۲-۲۵۷.
۳. حقایق غ، زاوه‌زاد ن. استفاده از آرد دانه خربزه به عنوان مقلد چربی در تولید کیک کم‌چرب و بررسی خصوصیات کمی و کیفی محصول نهایی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۵؛ ۵۳(۱۳): ۲۳-۱۵.
۴. دامن‌افشان پرستو. ۱۳۹۱. بررسی امکان استفاده از اینولین در تولید کیک کم‌کالری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد شهرقدس، دانشکده کشاورزی.
۵. راست‌منش، رضا. ۱۳۸۱. فن‌آوری کیک و کلوچه (ترجمه)، نشر علوم کشاورزی.
۶. زهرایی‌پور ف، نقی‌پور ف، سیدین اردبیلی م. بررسی امکان استفاده از کنجاله ارده و نوشیدنی کم‌بوجا در تولید کیک روغنی کم‌چرب و فراسودمند. مجله علوم و صنایع غذایی. ۱۳۹۸؛ ۹۳(۱۶): ۶۱-۴۹.
۷. سازمان ملی استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران. ۱۳۸۵. کیک- ویژگی‌ها و روش‌های آزمون، شماره ۲۵۵۳، تجدید نظر سوم.
۸. عطایی ف، کرامت ج، حجت‌الاسلامی م، میرلوحی م. اندازه‌گیری میزان اولئوروپین در کیک اسفنجی حاوی عصاره برگ زیتون. مجله داروهای گیاهی. ۱۳۹۲؛ ۳(۵): ۲۶۲-۲۵۷.

21. Gallagher E, Kenny S, Arendt E. K. Impact of dairy protein powders on biscuit quality. *Europe Food research technology*. 2005; 221(3): 237-243.
22. Hussein E. A, El-Beltagy A. E. Gaafor A. M. Production and Quality Evaluation of Low Calorie Cake. *American Journal of Food Technology*. 2011; 6(9):827-834.
23. Jeddou K. B, Bouaziz F, Zouari-Ellouzi S, Chaari F, Ellouz-Chaabouni S, Ellouz-Ghorbel R, Nouri-Ellouz O. Improvement of texture and sensory properties of cakes by addition of potato peel powder with high level of dietary fiber and protein. *Food Chemistry*. 2017; 217: 668-677.
24. Kenny S, Wehrle K, Stanton C, Arendt E. K. Incorporation of dairy ingredients into wheat bread: effects on dough rheology and bread quality. *European Food Research and Technology*. 2000; 210(6): 391-396.
25. Khalil A. H. The influence of carbohydrate-based fat replacers with and without emulsifiers on the quality characteristics of low fat cake. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1998; 52:299-313.
26. Kocer D, Hicsasmaz Z, Bayindirli A, Katnas S. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar – and fat – replacer. *Journal of Food Engineering*. 2007; 78(3): 953-964.
27. Morris C, Morris G. A. The effect of Inulin and fructo-oligosaccharide supplementation on the textural, rheological and sensory properties of bread and their role in weight management :a review. *Food chemistry*. 2012; 133(2):237-248.
28. Moscatto J. A, Borsato D, Bona E, Oliveira A. S, Haully M. C. The optimization of the formulation for a chocolate cake containing inulin and yacon meal. *International journal of food science and technology*. 2006; 41(2):181-188.
29. Pimdit K, Therdthai N, Jangchud K. Effects of fat replacers on the physical, chemical and sensory characteristics of puff pastry. *Kasetsart journal (Nat. Sci.)*. 2008; 42: 739-746.
30. Psimouli V. and Oreopoulou V. The effect of fat replacers on batter and cake properties. *journal of food science*. 2013; 78(10): 1495-1502.
31. Sanchez C, Klopfenstein C. F, Walker C. E. Use of carbohydrate based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat
۹. قربانخانی م، عیوض‌زاده ا، عطای صالحی ا، جلالی م. ارزیابی‌خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک غنی شده با کنساتره پروتئین آب پنیر و اینولین. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی. ۱۳۹۴؛ دوره هفتم، شماره چهارم، ۶۱-۴۹.
۱۰. قره‌خانی م، عطای‌صالحی ا، عیوض‌زاده ا. ارزیابی خواص فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی کیک روغنی غنی شده با اینولین و آرد نخود. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی. ۱۳۹۹؛ ۱۲(۱): ۱۴-۱.
۱۱. نقی‌پور فریبا. ۱۳۹۱. بررسی امکان تولید کیک بدون گلوتن با استفاده از سورگوم، شیر سویا و صمغ‌های گوار و گزانتان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.
12. AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed., Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
13. Akoh C. C. Fat replacers. *Food Technology*. 1998; 52(3): 47-52.
14. Aragon-Alegro L. C, Alegro J. H. A, Cardarelli H. R, Chiu M. C, Saad S. M. I. Potentially probiotic and synbiotic chocolate mousse. *LWT-Food Science and technology*. 2007; 40(4): 669-675.
15. Baeva M. R, Panchev I. N, Terzieva V. V. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Die nahrung journal*. 2000; 44(4): 242-246.
16. Benion E. B, Baemford G. S. T. translated by: Rastmanesh, R. *The Technology of Cake making*, 2 rd. Press; 2008. [in persian].
17. Chysirichote T, Utaipatanacheep A, Varayanond W. Effect of reducing fat and using fat replacers in the crust of flaky chinese pastry. *Kasetsart journal (Nat. Sci.)*. 2011; 45: 120-127.
18. Codina G. G, Bilan E. Using Inulin in bakery products. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 2006; 1: 225-230.
19. Conforti F. D, Archilla L. Evaluation of a maltodextrin gel as a partial replacement for fat in a high-ratio white-layer cake. *International journal of consumer studies*. 2001; 25(3): 238-245.
20. Conforti P. A, Lupano C. E. Functional properties of biscuits with whey protein concentrate and honey. *International Journal of Food Science and Technology*. 2004; 39(7): 745-753.

dough biscuits: its implications on dough rheology and biscuit quality. *Journal of Food Engineering*. 2007; 80(3): 922-930.

34. Zoulias E. I, Oreopoulou V, Tzia C. Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. *Journal of Food Engineering*. 2002; 55(4): 337-342.

shortbread cookies. *Cereal Chemistry*. 1995; 72: 25-29.

32. Shouk A. A, El-Faham S. Y. Effect of fat replacers and hull-less barley flour on low-fat croissant quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Science*. 2005; 55(3): 287-292.

33. Sudha M. L, Srivastava A. K, Vetrimani R, Leelavathi K. R. Fat replacement in soft

(Original Research Paper)

## Determination of the Effect of Different Level of Maltodextrin and whey Protein Concentrate on the Quality Characteristics of Low-fat Oil Cake

Maryam Abedi<sup>1</sup>, Mania Salehifar<sup>2\*</sup>, Babak Ghiassi Tarzi<sup>3</sup>

1-MSc Graduated of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

3- Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received:09/08/2022

Accepted:04/12/2022

DOI: [10.30495/jfst.2022.1965132.1812](https://doi.org/10.30495/jfst.2022.1965132.1812)

### Abstract

Today, awareness of the consequences of high fat intake has led to increased demand for low-fat foods and more use of fat substitutes. With this regard, in the present study, the effect of fat replacement with maltodextrin and whey protein concentrate (WPC) at levels of 20, 50, and 80% in the production of oil cake was evaluated. The physical properties of the batter (specific gravity) and the physicochemical properties of the cake samples (moisture, volume, texture firmness, crust color, and sensory properties) were evaluated in a completely randomized statistical design. The results showed that the batter prepared with 20% maltodextrin had a lower specific gravity than the control batter and other treatments, but with increasing the level of maltodextrin and WPC and further reducing the fat, the specific gravity of the batter increased significantly. Regarding volume, the use of fat substitutes (maltodextrin and WPC) did not show a significant difference with the control sample up to 50%. At high levels of additives, the moisture content decreased significantly. Cake samples containing WPC had a firmer texture than the control sample and treatments containing maltodextrin, and with increasing the level of replacement, the firmness increased. However, the use of maltodextrin at the levels of 20 and 50% and WPC at the level of 20% did not show a significant difference in firmness compared to the control. Sensory evaluations indicated that treatments with 20% maltodextrin had a higher mean score in taste, texture, color, and overall acceptance than other treatments.

**Keywords:** Fat Substitute, Maltodextrin, Whey Protein Concentrate, Oil Cake.

---

\* Corresponding Author: [salehifarmania@yahoo.com](mailto:salehifarmania@yahoo.com)