

(مقاله پژوهشی)

## تأثیر مخلوط مالتودکسترین - سوکرالوز بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و حسی دونات با کالری کاهش یافته

علی گنجلو<sup>۱\*</sup>، ماندانا بی مکر<sup>۲</sup>، زینب شیخی<sup>۳</sup>

۱- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

۳- دانش آموخته کارشناسی علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۱۸

### چکیده

دونات یکی از فرآورده‌های قنادی پرکالری است که به علت خصوصیات حسی مطلوب محبوبیت زیادی در بین مصرف کنندگان به عنوان میان وعده غذایی دارد. لذا انجام مطالعاتی با هدف امکان‌سنجی تولید چنین فرآورده‌هایی با کالری کمتر به دلیل اثبات ارتباط بین مصرف فرآورده‌های غذایی پرکالری و بروز اضافه وزن و بیماری‌هایی نظیر دیابت و قلبی-عروقی ضروری است. در این راستا، برای دستیابی به هدف مذکور، در این پژوهش امکان تولید دونات با کالری کاهش یافته با استفاده از مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور، تأثیر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز در سطوح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد (وزنی/وزنی) روی برخی از ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی ارزیابی شد. نتایج نشان داد که با جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز میزان جذب روغن به‌طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کاهش یافت. به‌علاوه، جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز باعث کاهش حجم مخصوص، تخلخل و میزان قرمزی پوسته دونات شد در حالی که میزان سفیدی بافت و روشنایی پوسته افزایش یافت. در نهایت بر اساس نتایج به دست آمده امکان تولید دونات با کالری کاهش یافته قابل رقابت با نمونه شاهد از نظر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی از طریق جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز به میزان ۵۰ درصد وجود دارد.

**واژه‌های کلیدی:** دونات، مالتودکسترین، سوکرالوز، کالری کاهش یافته، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی.

## ۱- مقدمه

دونات نوعی اسنک تخمیری سرخ شده است که در بسیاری از کشورها به عنوان یک میان وعده غذایی از محبوبیت بالایی برخوردار است. متأسفانه این فرآورده قنادی بازار پسند به علت میزان زیاد استفاده از کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها در فرمولاسیون و همچنین روش فرآوری جزء محصولات پر کالری محسوب می‌شود (۳۳). امروزه محدود نمودن کالری دریافتی از طریق رژیم غذایی با توجه به افزایش آگاهی مصرف کنندگان در زمینه ارتباط بین شیوع بیماری‌هایی نظیر بیماری‌های قلبی-عروقی، دیابت نوع دوم و چاقی با مصرف مواد غذایی با کالری بالا که معمولاً غنی از چربی‌های اشباع و کربوهیدرات‌ها نیز هستند از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا در سال‌های اخیر تولید مواد غذایی با کالری کمتر ولی با کیفیت حسی مناسب و مشابه با فرآورده اصلی به منظور جلب رضایت مصرف کنندگان بسیار مورد توجه محققان و صنعت‌گران قرار گرفته است (۱۷، ۲۷). شکر یا همان ساکارز به عنوان یک شیرین کننده طبیعی علاوه بر ایجاد طعم شیرین، بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبی فرآورده‌های غذایی خصوصاً انواع آردی تاثیرگذار است. امروزه با توجه به افزایش مشکلات سلامتی ناشی از مصرف شکر استفاده از جایگزین‌های شکر رو به افزایش است. جایگزین‌های قندی به شیرین کننده‌های مصنوعی نظیر قند الکل‌ها، قند الکل‌های دو قندی و سایر قندهای نوین اطلاق می‌شود که مزه شیرین را بدون دریافت کالری و خطر پوسیدگی دندان ایجاد می‌نمایند (۱۴، ۲۴). در چند دهه گذشته استفاده از شیرین کننده‌های سنتزی ایمن نظیر آسپارتام، آسسولفام و سوکرالوز به‌منظور کاهش کالری فرآورده‌های غذایی مختلف مورد توجه قرار گرفته است. سوکرالوز یک شیرین کننده مصنوعی، غیر مغذی و بدون کالری است که پس از مصرف در بدن جذب نمی‌شود. این دی ساکارید تقریباً ۶۰۰ برابر شیرین‌تر از ساکارز است و به علت پایداری بسیار زیاد در بسیاری از سامانه‌های غذایی مورد استفاده قرار گرفته است (۵، ۸، ۹، ۱۲).

چربی‌ها جدا از اهمیت تغذیه‌ای، از لحاظ فیزیکی، شیمیایی و حسی نیز بر فرآورده نهایی تاثیر می‌گذارند و کاهش مصرف آنها در فرمولاسیون فرآورده‌های غذایی می‌تواند اثرات نامطلوبی به همراه داشته باشد. جایگزین‌های چربی ترکیباتی هستند که از لحاظ فیزیکی و شیمیایی با چربی متفاوت هستند ولی به علت توانایی در ایجاد برخی از عملکردهای چربی می‌توان از آنها به عنوان جایگزین چربی در فرآورده‌های غذایی مختلف استفاده نمود. امروزه انواع مختلفی از جایگزین‌های چربی بر پایه پروتئین، چربی و کربوهیدرات در دسترس می‌باشند (۱۱). مالتودکسترین یک جایگزین چربی بر پایه کربوهیدرات، محلول در آب و فاقد طعم شیرین است که از آبکافت اسیدی و یا آنزیمی و خشک کردن پاششی نشاسته به دست می‌آید. نشاسته گندم، ذرت، جو دو سر و سیب زمینی از منابع اصلی تولید مالتودکسترین‌ها بشمار می‌روند. مالتودکسترین‌ها که الیگومرها یا پلیمرهای D-گلوکز با پیوندهای آلفا ۱ به ۴ هستند معمولاً معادل دکستروز<sup>۱</sup> کمتر از ۲۰ دارند. مالتودکسترین‌ها اگر به صورت خالص استفاده شوند در مقایسه با چربی‌ها حدود ۵۰ درصد انرژی کمتر تولید می‌کنند اما با ایجاد شبکه سه بعدی ژلی قادر به ایجاد احساس دهانی شبیه چربی‌ها هستند (۶، ۲۸). بررسی منابع مختلف نشان داد که تاکنون مطالعاتی در خصوص تاثیر استفاده از مالتودکسترین و سوکرالوز به منظور کاهش کالری در فرمولاسیون محصولات قنادی و سایر فرآورده‌ها انجام شده است. مارتینز و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی جایگزینی شکر با سوکرالوز و پلی دکستروز در کیک مافین پرداختند. آنها دریافتند نمونه‌های حاوی ۵۰ درصد جایگزین شکر از لحاظ ویژگی‌های ظاهر، رنگ، طعم و بافت شبیه نمونه شاهد بودند اما نمونه‌های حاوی مقادیر بیشتری از جایگزین شکر از نظر مصرف کنندگان قابل پذیرش نبودند (۱۷). قندهای یزدی و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی و میزان کالری شیرینی

سنتی قطاب پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده جایگزینی شکر توسط مخلوط سوکرالوز- مالتودکسترین به میزان ۵۰ درصد انتخاب مناسبی برای تولید شیرینی کم کالری قطاب می باشد (۹). نتایج بهینه سازی تولید مافین کم کالری با استفاده از شیرین کننده طبیعی استویا و مالتودکسترین حاکی از آن بود که نمونه حاوی ۰/۲ درصد استویا و ۱۷ درصد مالتودکسترین بالاترین رضایت مندی را نزد مصرف کنندگان داشت (۱۹). نادیان و همکاران (۱۳۹۶) با بررسی تاثیر ایزومالت و مالتودکسترین بر ویژگی های فیزیکی، بافتی و حسی بیسکوئیت بدون قند دریافتند که افزودن ۲/۷۳ درصد مالتودکسترین انتخاب مناسبی برای تولید بیسکوئیت رژیمی است (۱۸). هدف از انجام این پژوهش، امکان سنجی تولید دونات با کالری کاهش یافته با استفاده از مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز از طریق بررسی و مقایسه ویژگی های فیزیکی، شیمیایی و حسی آن با نمونه شاهد (دونات فاقد مخلوط مالتودکسترین و سوکرالوز) است.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد اولیه

مواد اولیه مورد نیاز برای تولید خمیر دونات شامل آرد گندم (رطوبت ۱۳/۳۵ درصد، خاکستر ۰/۹۸ درصد، پروتئین ۱۱ درصد)، شیر خشک، خمیر مایه، مارگارین، شکر، نمک، بیکینگ پودر، مخمر، شیر خشک و وانیل از یک فروشگاه عرضه کننده مواد اولیه قنادی در شهر زنجان خریداری شد. تخم مرغ تازه یک روز قبل از تولید تهیه شد و تا زمان استفاده در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری گردید. سوکرالوز از شرکت کاندول (جمهوری چک) و مالتودکسترین نشاسته ذرت با معادل دکستروز ۲۰-۱۸ از شرکت سی سب (ایران) خریداری شد. از روغن سرخ کردنی گیاهی فامیلا (ایران) برای سرخ کردن دونات ها استفاده شد.

## ۲-۲- روش آماده سازی خمیر و فرایند سرخ کردن

### دونات

خمیر دونات شاهد طبق فرمولاسیون ارائه شده توسط سلطان (۱۹۶۹) با اندکی تغییر تهیه شد (۲۹). ابتدا مخمر با آب ۳۵ درجه سلسیوس و مقدار اندکی شکر مخلوط و به مدت ۳۰ دقیقه در ظرفی در بسته نگهداری شد. مارگارین آب شده و تخم مرغ به مدت یک دقیقه با استفاده از همزن خانگی هم زده شدند. سپس سایر مواد خشک پودری بر اساس جدول ۱ با هم مخلوط شدند و پس از عبور از الک با اندازه مش ۴۰ به تدریج به مواد مایع اضافه شدند و در نهایت پس از افزودن مقدار آب مورد نیاز به مدت ۵ ورز داده شد. خمیر به صورت چانه به مدت ۳۰ دقیقه جهت گذراندن دوره تخمیر اولیه درون گرمخانه با دمای ۳۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس با استفاده از یک وردنه به ضخامت تقریباً یک سانتی متر پهن گردید و با استفاده از قالبی با قطر خارجی ۹۳ میلی متر و قطر داخلی ۲۶ میلی متر قالب زنی شد. خمیرهای قالب زنی شده به مدت ۲۰ دقیقه درون گرمخانه با دمای ۳۵ درجه سلسیوس جهت تکمیل دومین مرحله تخمیر قرار گرفتند. برای تهیه سایر تیمارها از مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز به ترتیب برای جایگزینی مارگارین و شکر در چهار سطح ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بر اساس جدول ۱ استفاده شد. برای محاسبه مقدار نهایی سوکرالوز شیرینی نسبی سوکرالوز ۶۰۰ برابر ساکارز در نظر گرفته شد. کلیه مراحل تولید دونات های با کالری کاهش یافته نظیر مراحل تولید نمونه شاهد انجام شد. در نهایت خمیرهای دونات در یک دستگاه سرخ کن برقی (Naniwa, Iran) مجهز به ترموستات و سبد توری ضد زنگ در دمای ۱۸۰ درجه سلسیوس به مدت زمان سه دقیقه برای قسمت زیرین و سه دقیقه برای قسمت بالایی سرخ شدند. دمای روغن در تمامی مراحل سرخ کردن با استفاده از دماسنج لیزری (TAIWAN MASTECH, MS6520B) کنترل شد. در انتها دونات ها از دستگاه سرخ کن خارج شدند و به منظور سرد شدن و حذف روغن اضافی به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق (حدود ۲۵ درجه سلسیوس) روی کاغذ جاذب روغن قرار گرفتند. دونات های آماده شده تا

شناسایی گردید. تجزیه و تحلیل حفرات موجود در مغز دونات با استفاده از گزینه تجزیه و تحلیل ذرات صورت گرفت. نسبت مساحت حفرات به مساحت کل بیانگر میزان تخلخل می باشد (۲۶).

#### ۲-۶- ارزیابی بافت

جهت ارزیابی بافت دونات ابتدا قطعات مکعبی از دونات‌ها با ابعاد  $20 \times 20 \times 20$  میلی‌متر تهیه گردید. سفتی بافت دونات‌ها با استفاده از دستگاه بافت سنچ (STM-5, Santam, Iran) مجهز به سل بارگذاری ۶ کیلوگرمی و پروب میله‌ای در فاصله زمانی حداکثر یک ساعت پس از تولید در سه تکرار انجام شد. سرعت پروب ۱۰ میلی‌متر بر دقیقه و حداکثر عمق نفوذ پروب ۱۰ میلی‌متر بود. میزان نیروی فشاری بیشینه در منحنی نیرو-زمان به عنوان شاخص سفتی بر حسب نیوتن گزارش شد.

#### ۲-۷- ارزیابی رنگ

برای اندازه گیری رنگ پوسته دونات در فضای رنگی  $L^*a^*b^*$  (TES135-A, Taiwan) دستگاه رنگ سنچ استفاده شد. اندازه گیری رنگ دونات‌ها با فاصله زمانی حداکثر یک ساعت پس از تولید با حداقل شش تکرار در نقاط مختلف انجام شد.

#### ۲-۸- ارزیابی خصوصیات حسی

برای ارزیابی خصوصیات حسی دونات‌ها ۱۰ داور بر اساس آزمون مثلثی<sup>۱</sup> از میان داوطلبان به عنوان ارزیاب انتخاب شدند و آموزش‌های لازم به آنها داده شد (۱). خصوصیات حسی نمونه‌ها با استفاده از مقیاس هدونیک ۵ نقطه‌ای (۱= بسیار بد و ۵= بسیار خوب) با تکمیل پرسش‌نامه ارزیابی شد. در این روش، ظرف‌های حاوی نمونه که با کدهای یک رقمی شماره گذاری شده بودند به همراه یک چنگال، یک لیوان آب با دمای محیط و یک فرم امتیازدهی در اختیار داوران قرار گرفت. از داوران خواسته شد نمونه‌ها را به طور تصادفی ارزیابی نمایند و بین هر ارزیابی مقداری آب نوشیده شود. بر این اساس پنچ ویژگی وجود پس طعم،

زمان انجام آزمایشات (حداکثر ۱ ساعت بعد) در کیسه‌های پلی اتیلنی بسته بندی و در دمای محیط نگهداری شدند.

#### ۲-۳- اندازه گیری رطوبت و روغن

اندازه گیری رطوبت دونات‌ها با استفاده از آون هوای داغ (پارس آزما، ایران) در دمای ۱۰۵ درجه سلسیوس تا زمان رسیدن به وزن ثابت در سه تکرار انجام شد. بدین منظور ابتدا ظروف آلومینیومی به مدت یک ساعت درون آون قرار داده شدند و سپس جهت سرد شدن در دسیکاتور قرار گرفتند. پس از توزین ظروف، مقدار مشخصی از دونات با دقت  $0.1/0$  گرم توزین شد و تا رسیدن به وزن ثابت درون آون هوای داغ قرار گرفت. پس از سرد شدن نمونه‌ها در داخل دسیکاتور وزن نهایی اندازه گیری شد. میزان رطوبت نمونه به صورت درصدی از وزن نمونه اولیه بیان شد. میزان روغن دونات‌های خشک و خرد شده با استفاده از روش سوکسله با حلال پترولیوم اتر به مدت ۶ ساعت اندازه گیری شد (۲).

#### ۲-۴- اندازه گیری حجم مخصوص دونات‌ها

برای اندازه گیری حجم دونات‌ها از روش جا به جایی دانه‌های کلزا استفاده شد. اندازه گیری حجم هر نمونه دونات در فاصله زمانی حداکثر یک ساعت پس از تولید در سه تکرار انجام شد. حجم مخصوص دونات‌ها از طریق تقسیم حجم به وزن هر نمونه محاسبه شد (۳).

#### ۲-۵- بررسی تخلخل مغز دونات با استفاده از روش

##### مبتنی بر پردازش تصویر

برای ارزیابی تخلخل مغز دونات برش‌هایی به ابعاد  $20 \times 20 \times 20$  میلی‌متر از بافت داخلی دونات‌ها در فاصله زمانی حداکثر یک ساعت پس از تولید تهیه گردید و تصاویر دیجیتال با استفاده از یک اسکنر مسطح (HP Scanjet G2410, JAPAN) با فرمت TIFF و وضوح ۳۰۰ پیکسل به دست آمد. تصاویر پس از انتقال به نرم افزار Image J وارد فضای ۸ بیتی شدند و حفرات موجود در بافت به روش آستانه گیری دستی بر مبنای رنگ قرمز

ظاهر (چروکیدگی سطحی)، رنگ پوسته، مزه و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفت.

### ۹-۲- تجزیه و تحلیل آماری

در این پژوهش تاثیر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و

تحلیل آماری قرار گرفت. بدین منظور هر یک از تیمارها در سه تکرار انجام شد. تجزیه و تحلیل واریانس به روش یک طرفه<sup>۱</sup> و مقایسه میانگینها با روش توکی در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد. جهت تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار Minitab نسخه ۱۷ و جهت رسم نمودارها از نرم افزار اکسل نسخه ۲۰۱۰ استفاده شد.

جدول ۱- مواد تشکیل دهنده دونات‌های شاهد و با کالری کاهش یافته حاوی مالتودکسترین و سوکرالوز

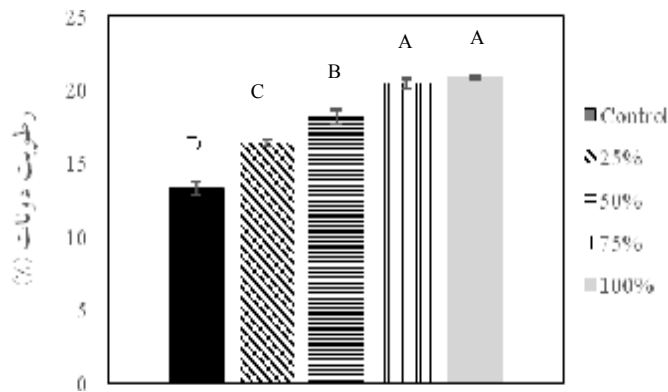
درصد جایگزینی با مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز				وزن بر حسب گرم در نمونه شاهد	ترکیبات
۱۰۰	۷۵	۵۰	۲۵		
۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	۳۰۰	آرد گندم
۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	۱۱۰	آب
۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	آب برای مخمر
۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	مارگارین
۶۰	۴۵	۳۰	۱۵	۰	مالتودکسترین
۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	تخم مرغ
۰	۵	۱۰	۱۵	۲۰	شکر
۰/۰۳۳	۰/۰۲۵	۰/۰۱۶	۰/۰۰۸	۰	سوکرالوز
۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	شیر خشک
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	مخمر
۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	وانیل
۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	بیکنینگ پودر
۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	۴/۷۲	نمک

## ۳- نتایج و بحث

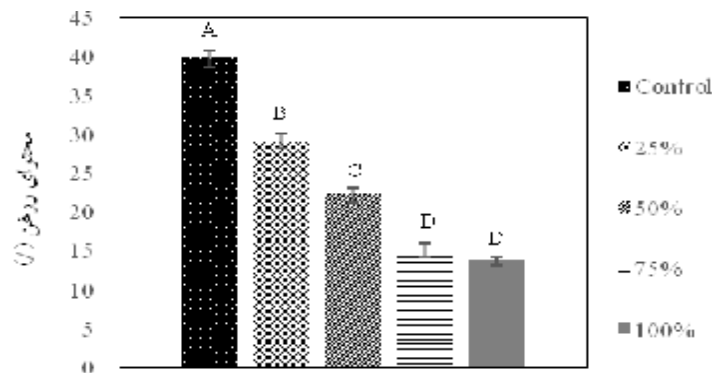
## ۳-۱- تاثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز بر میزان رطوبت و روغن دونات

براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۱۶۹۸۰، حداکثر میزان رطوبت نسبی دونات باید ۲۳ درصد باشد. همانطور که مشاهده می‌شود رطوبت تمامی دونات‌های تولیدی در محدوده استاندارد ملی ایران قرار داشت (۲۶/۱۳-۲۰/۸۵ درصد). با توجه به شکل ۱ می‌توان ملاحظه نمود که رطوبت دونات‌ها با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز افزایش می‌یابد. افزایش رطوبت در نمونه‌های حاوی مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز می‌تواند به ویژگی آب‌دوستی مالتودکسترین به علت ساختار آمیلوپکتینی و آمیلوزی آن مرتبط باشد. به همین دلیل در این نمونه‌ها جدا شدن مولکول‌های آب سخت‌تر می‌شود که این امر منجر به کاهش میزان تبخیر آب حین سرخ کردن می‌شود. نتیجه به دست آمده با نتایج کونفورتی و آرچیللا (۲۰۰۱)، نجفی و صالحی فر (۲۰۱۶) مطابقت داشت (۷، ۱۹). بیطرف و همکاران (۲۰۱۳) نیز طی پژوهشی دریافتند که از بین سه ترکیب جایگزین قند شامل پلی دکستروز، مالتودکسترین و اینولین، مالتودکسترین بیشترین

توان نگهداری رطوبت را در نمونه شکلات تلخ کم کالری دارد (۵). رطوبت ماده غذایی هنگامی که وارد روغن می‌شود به سرعت از آن خارج شده و روغن جایگزین آن می‌شود (۳۰). بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز میزان جذب روغن دونات‌ها کاهش معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) یافت. بیشترین میزان جذب روغن مربوط به نمونه شاهد (۱۲/۳۹±۱/۱۲) بود در حالی که کم‌ترین میزان جذب روغن برای دونات حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز به دست آمد (۹۱/۱۳±۰/۶۲). دلیل این امر علاوه بر ویژگی آب‌دوستی مالتودکسترین می‌تواند به علت ایجاد پوسته توسط مالتودکسترین در سطح دونات باشد که از ورود روغن به فرآورده جلوگیری می‌نماید (۱۰، ۳۱). نتایج به دست آمده موید این مطلب است که حین فرایند سرخ شدن با مهاجرت رطوبت از دونات، روغن جایگزین رطوبت خارج شده می‌شود که این امر بیانگر وجود رابطه معکوس بین میزان رطوبت و روغن نمونه‌ها می‌باشد. نتایج به دست آمده با نتایج رکاس و مارسیناک-لوکاسیاک (۲۰۱۵) همخوانی داشت (۲۲).



شکل ۱- تغییرات محتوای رطوبت دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز



شکل ۲- تغییرات محتوای روغن دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز.

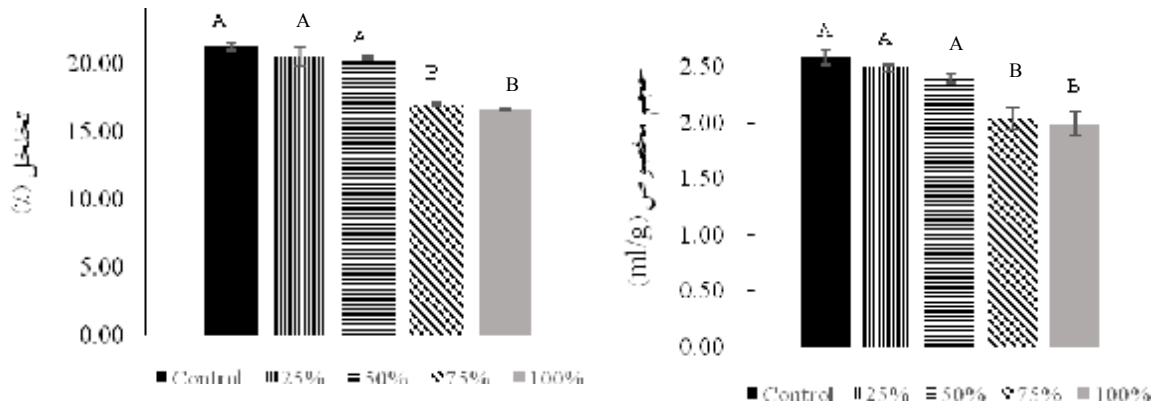
کاهش فعالیت مخمر و خفه شدن سلول‌های مخمر در خمیر مرتبط دانسته‌اند (۲۱).

### ۳-۳- تاثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر تخلخل دونات

تخلخل ارتباط مستقیمی با حجم دارد و غالباً با افزایش حجم میزان تخلخل نیز افزایش می‌یابد. نتایج تاثیر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر میزان تخلخل دونات در شکل ۳- ب نشان داده شده است. با افزایش میزان جایگزینی، میزان تخلخل به صورت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کاهش یافت به طوری که کم‌ترین میزان تخلخل در نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز مشاهده گردید. تشکیل شبکه گلوتنی با قابلیت نگهداری گاز و افزایش حجم یکی از خصوصیات منحصر به فرد آرد گندم است. از طرفی تعداد حفرات موجود در مغز بافت و نحوه توزیع و پخش آن‌ها بر میزان تخلخل مغز بافت فرآورده‌های صنایع پخت تاثیر گذار هستند (۳۲). ایجاد هرگونه تداخل می‌تواند میزان تخلخل بافت فرآورده نهایی را تحت تاثیر قرار دهد. جذب بالای آب و عدم پخش سلول‌های گازی به اندازه کافی می‌تواند دلیلی برای کاهش تخلخل دونات‌های حاوی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز باشد. این نتیجه با نتایج به دست آمده برای حجم (شکل ۳) مطابقت داشت به طوری که با افزایش درصد جایگزینی حجم نمونه‌ها کاهش یافت.

### ۲-۳- تاثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر حجم مخصوص دونات

تغییرات حجم در فرآورده‌ای نظیر دونات به علت تغییرات ایجاد شده حین مرحله ور آمدن خمیر است که عمدتاً متأثر از فعالیت مخمرها و آزاد شدن دی اکسید کربن و به‌طور همزمان تشکیل و توسعه شبکه گلوتنی رخ می‌دهد. نتایج تاثیر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر حجم مخصوص دونات‌ها در شکل ۳- الف نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود رابطه معکوسی بین درصد جایگزینی با حجم دونات وجود دارد. بدین صورت که با افزایش درصد جایگزینی، حجم دونات‌ها به‌طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) کاهش می‌یابد. لازم به ذکر است که تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز وجود نداشت. مانیشا و همکاران (۲۰۱۲) و نجفی و صالحی فر (۲۰۱۶) علت کاهش حجم را افزایش گرانیوی خمیر به دلیل کاهش میزان چربی و در نتیجه احتباس حباب‌های هوا تولید شده حین تخمیر و عدم امکان خروج آن دانسته‌اند (۱۶، ۱۹). از طرفی بٹ و همکاران (۱۹۹۲) کاهش حجم را به قابلیت نگهداری پایین گاز به دلیل عدم حضور چربی در فرمولاسیون خمیر و تضعیف شبکه گلوتنی نسبت دادند (۴). رحمانیان و قیافه داوودی (۲۰۱۷) کاهش حجم دونات‌های حاوی سوربیتول را با جذب بیش از حد آب در خمیر و

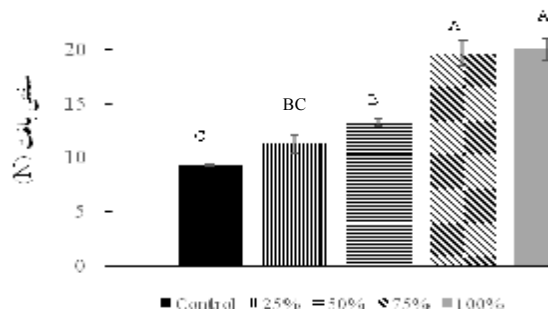


شکل ۳- (الف) تغییرات حجم مخصوص (ب) تغییرات تخلخل دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز.

میزان سفتی با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز را می توان به کاهش میزان چربی نمونه و در نتیجه عدم توسعه کافی شبکه گلوتهی نسبت داد. نتایج به دست آمده با نتایج کونفورتی و ارچیل (۲۰۰۱) مطابقت داشت. آن ها دریافتند که در میان نمونه های مورد مطالعه نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مالتودکسترین سفت ترین نمونه و افزودن مالتودکسترین تا سطح ۷۵ درصد تاثیر معنی داری بر افزایش سفتی نمونه ها نداشت (۷). نتایج برخی از مطالعات حاکی از کاهش سفتی نمونه ها با افزایش درصد جایگزینی ساکارز با ترکیبات مختلف از جمله مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز است (۹، ۱۷، ۱۸). آن ها دلیل کاهش سفتی بافت نمونه ها را با ویژگی آب دوستی مالتودکسترین مرتبط دانسته اند. لذا نتایج به دست آمده در این مطالعه نشان می دهد که احتمالاً حذف روغن از فرمولاسیون دونات نسبت به احتباس آب بر تغییرات بافت موثرتر است.

#### ۴-۴- تاثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر بافت دونات

بافت ماده غذایی احساس و درک انسان از رفتار رئولوژیکی آن ماده است که از عناصر ساختاری آن منشأ می گیرد. از میان پارامترهای موجود برای ارزیابی بافت ماده غذایی، سفتی یکی از مهم ترین پارامترهای کیفی است که می تواند بر پذیرش فرآورده توسط مصرف کننده تاثیر بسزایی داشته باشد. تاثیر درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر میزان سفتی دونات ها در شکل ۴ نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می شود سفتی نمونه ها با افزایش درصد جایگزینی به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) افزایش یافت. به طوری که نمونه شاهد نرم ترین بافت را در میان نمونه های مورد مطالعه داشت اما تفاوت معنی داری با نمونه حاوی ۲۵ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز نداشت. نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مالتودکسترین- سوکرالوز سفت ترین نمونه بود. افزایش



شکل ۴- تغییرات سفتی دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز.



### ۳-۵- تأثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز

#### بر رنگ پوسته دونات

رنگ یکی از مهم‌ترین فاکتورهای موثر بر پذیرش فرآورده‌های غذایی توسط مصرف‌کنندگان است که به همراه بافت از نقطه نظر تجاری نیز قابل توجه هستند. تغییرات رنگ در فرآورده‌های سرخ کردنی عمدتاً در اثر وقوع واکنش‌هایی نظیر قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی (کاراملیزاسیون و میلارد) رخ می‌دهد. فضای رنگی  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  یکی از کاربردی‌ترین فضاهای رنگی در پژوهش‌های صنایع غذایی است. در این فضا  $L^*$  معادل روشنایی تصویر،  $a^*$  معادل رنگ قرمز و سبز و  $b^*$  معادل رنگ زرد و آبی است. تغییرات مولفه‌های رنگی پوسته دونات شامل  $L^*$ ،  $a^*$  و  $b^*$  در جدول ۲ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز مولفه روشنایی ( $L^*$ ) پوسته نمونه‌ها افزایش یافت اما تفاوت معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) بین نمونه شاهد و نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز مشاهده نگردید. علت تیرگی رنگ پوسته نمونه شاهد به دلیل وقوع واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی میلارد بین آمینواسیدها و قندها و همچنین کاراملیزاسیون قندها می‌باشد. از این رو با افزایش میزان مالتودکسترین که گروه‌های احیا کننده کمتری دارد واکنش‌های قهوه‌ای شدن میلارد و کاراملیزاسیون به صورت ناچیز اتفاق می‌افتد (۲۰). از طرفی خاصیت آب‌دوستی مالتودکسترین سبب حفظ بیشتر رطوبت و از دست ندادن آن طی فرایند سرخ کردن می‌گردد که این امر می‌تواند با کاهش تغییرات در سطح پوسته دونات در افزایش میزان مولفه روشنایی دخیل باشد. پورلیس و سالوادوری (۲۰۰۹) و رحمانیان و قیافه داودی (۲۰۱۷) بیان کردند که هرچه سطوح فرآورده‌های پخت منظم‌تر و صاف‌تر باشد توانایی

انعکاس نور بیشتری داشته و در نتیجه روشنایی بالاتری نیز خواهند داشت (۲۰، ۲۱). لین و لی (۲۰۰۵)، ساویتا و همکاران (۲۰۰۸) و قندهاری یزدی و همکاران (۲۰۱۴) نیز دریافتند که با جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز و مالتودکسترین به ترتیب رنگ پوست کیک، بیسکوئیت و قطاب روشن‌تر می‌شود (۹، ۲۵، ۱۵). به علاوه، نتیجه به دست آمده در این بخش با نتیجه حاصل از ارزیابی ظاهر (چروکیدگی سطحی) دونات‌ها در آزمون حسی مطالعه حاضر مطابقت دارد به طوری که با افزایش درصد جایگزینی مالتودکسترین- سوکرالوز امتیاز ظاهر دونات در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت. با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز میزان مولفه  $a^*$  (قرمزی- سبزی) کاهش یافت. افزایش مولفه قرمزی رنگ یک پدیده نامطلوب در فرآورده‌های سرخ کردنی است که سبب عدم پذیرش فرآورده توسط مصرف‌کننده می‌شود (۱۳). کاهش میزان قرمزی رنگ پوسته می‌تواند به دلیل کاهش احتمال واکنش‌های مولد رنگ به دلیل مقدار رطوبت بیشتر نمونه حاوی درصد‌های بالاتر از مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز و عدم وجود گروه عاملی به منظور شرکت در واکنش قهوه‌ای شدن میلارد می‌باشد (۲۳). قندهاری یزدی و همکاران (۲۰۱۴) با جایگزینی ساکارز با مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز در فرمولاسیون قطاب و رحمانیان و قیافه داودی (۲۰۱۷) با جایگزینی ساکارز با سوربیتول در فرمولاسیون دونات به نتیجه مشابه دست یافتند (۹، ۲۱). با بررسی نتایج مولفه  $b^*$  (زردی- آبی) اختلاف معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) در میزان این مولفه با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز مشاهده نگردید. نتایج به دست آمده با نتایج رحمانیان و قیافه داودی (۲۰۱۷) و درویشی و همکاران (۲۰۱۸) مطابقت داشت (۲۱، ۸).

جدول ۲- تغییرات رنگ پوسته دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز.

تیمارها	مولفه روشنایی ( $L^*$ )	مولفه قرمزی-سبزی ( $a^*$ )	مولفه زردی-آبی ( $b^*$ )
شاهد	$53/66 \pm 4/72^B$	$9/18 \pm 0/74^A$	$29/68 \pm 1/13^A$
۲۵ درصد جایگزینی	$55/33 \pm 4/50^B$	$7/89 \pm 1/13^{AB}$	$29/45 \pm 1/50^A$
۵۰ درصد جایگزینی	$55/95 \pm 4/50^B$	$7/48 \pm 1/34^{AB}$	$30/49 \pm 0/50^A$
۷۵ درصد جایگزینی	$62/95 \pm 1/06^{AB}$	$6/66 \pm 0/76^{AB}$	$30/53 \pm 1/28^A$
۱۰۰ درصد جایگزینی	$67/40 \pm 1/68^A$	$5/92 \pm 1/00^B$	$30/59 \pm 1/22^A$

حروف انگلیسی بزرگ متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار ( $p < 0/05$ ) بین تیمارها است.

### ۳-۶- تاثیر افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بر ارزیابی حسی دونات

یکی از رایج‌ترین روش‌های بررسی خصوصیات حسی مواد غذایی استفاده از آزمون ارزیابی حسی است. بررسی نتایج حاصل از آزمون ارزیابی حسی دونات‌های با کالری کاهش یافته در جدول ۳ آورده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود کم‌ترین میانگین امتیاز وجود پس طعم، رنگ پوسته، مزه و پذیرش کلی مربوط به نمونه‌های حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بود در حالی که امتیاز ظاهر (چروکیدگی سطحی) نمونه‌ها با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز افزایش یافت. هر چند که افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز سبب کاهش حجم دونات

می‌شود اما احتیاس آب و سطح یک دست در دونات‌های حاوی مقادیر بالاتر مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز سبب افزایش امتیاز ظاهر گردید. نتایج تحقیقات لین و لی (۲۰۰۵)، مارتینز و همکاران (۲۰۱۲) و قندهاری یزدی و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که جایگزینی ساکارز با مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز در سطوح معینی می‌تواند از نظر ارزیابان سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار بین نمونه شاهد و تیمارهای رژیم‌ی گرد (۹، ۱۷، ۱۵). علت کاهش امتیاز رنگ دونات‌های حاوی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز را می‌توان به عدم آشنایی ارزیاب‌ها به رنگ روشن دونات‌های با کالری کاهش یافته مرتبط دانست که اکثراً خواستار دوناتی با رنگ تیره معمول بودند.

جدول ۳- ارزیابی حسی دونات در اثر جایگزینی مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز.

تیمارها	پس طعم	ظاهر	رنگ پوسته	مزه	پذیرش کلی
شاهد	$4/30 \pm 0/48^A$	$3/00 \pm 1/05^B$	$4/50 \pm 0/71^A$	$4/60 \pm 0/52^A$	$4/50 \pm 0/53^A$
۲۵ درصد جایگزینی	$3/40 \pm 1/17^{AB}$	$3/20 \pm 1/14^{AB}$	$4/00 \pm 0/82^A$	$4/10 \pm 0/74^{AB}$	$4/00 \pm 0/82^{AB}$
۵۰ درصد جایگزینی	$3/40 \pm 0/84^{AB}$	$3/60 \pm 0/97^{AB}$	$4/00 \pm 0/67^A$	$4/00 \pm 0/82^{AB}$	$4/00 \pm 0/47^{AB}$
۷۵ درصد جایگزینی	$3/00 \pm 1/25^{AB}$	$4/20 \pm 0/63^A$	$3/00 \pm 0/82^B$	$3/60 \pm 0/97^{AB}$	$3/60 \pm 1/07^{AB}$
۱۰۰ درصد جایگزینی	$2/90 \pm 1/29^B$	$4/30 \pm 0/48^A$	$2/70 \pm 0/82^B$	$3/50 \pm 1/08^B$	$3/20 \pm 1/03^B$

### ۴- نتیجه گیری

استفاده از مالتودکسترین به علت قیمت پایین، خصوصیات بافت دهنده‌گی و سد کنندگی مناسب در برابر نفوذ روغن و ظرفیت بالای اتصال با آب و سواکرالوز به علت داشتن ارزش کالری‌زایی کمتر در مقایسه با ساکارز برای تولید فرآورده‌هایی با کالری کاهش یافته و جلوگیری از بروز

اثرات سوء مصرف فرآورده‌های غذایی با کالری بالا تا سطوح معینی توصیه شده است. در این پژوهش به منظور تولید دونات با کالری کاهش یافته امکان جایگزینی ساکارز و روغن با مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز از طریق بررسی تغییرات ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی مورد بررسی قرار گرفت. جایگزینی مخلوط مالتودکسترین-

replacement for fat in a high-ratio white-layer cake. *International Journal of Consumer Studies*, 25(3): 238-245.

8. Darvishi, M., Hojjatoleslami, M. and Keramat, J. 2018. Production of reduced-calorie apple jam by sugar substitution with sucralose-maltodextrin sweetener and investigating its quality attributes. *Journal of Food Science and Technology*, 15(76): 243-255.

9. Ghandehari yazdi, A.P., Hojjatoleslami, M., Keramat, J. and Jahadi, M. 2013. Study on the effect of replacing sucrose with Sucralose-Maltodextrin on the rheological properties and the amount of calories in Ghotab- A traditional confectionary. *Innovative Food Technologies*, 1(2): 49-58 [In Persian].

10. Hua, X., Wang, K., Yang, R., Kang, J. and Yang, H. 2015. Edible coating from sunflower head pectin to reduce lipid uptake in fried potato chips. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie Food Science and Technology*, 62(2): 1220-1225.

11. Jones, S.A. 1996. Handbook of fat replacer. CRC, Florida.

12. Katouzian, I., Motamedzadegan, A. and Daneshi, M. 2016. Effects of sucralose and maltodextrin on rheological, physico-chemical and sensory properties of whipped cream. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*, 8(1): 23-40 [In Persian].

13. Kozo, T., Tsukasa, S. and Toshio, T. 2002. Oil absorption retarder. Patent 6497910.

14. Kroger, M., Meister, K. and Kava, R. 2006. Low-calorie sweeteners and other sugars: a review of the safety issues. *Comprehensive Review Food Science*, 5:35-47.

15. Lin, S.D. and Lee, C. 2005. Quality of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose are replacement for sucrose. *Journal of Cereal Chemistry*, 82: 405-413.

16. Manisha, G., Soumya, C. and Indrani, D. 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloids and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29(2): 363-373.

17. Martinez, S., Sanz, A. and Salvador, S. 2012. Rheological textural and sensorial properties of low sucrose muffins reformulated with sucralose polydextrose. *Journal of Food Science and Technology*, 45: 213-220.

18. Nadian, N., Mosafa, L., Hojjatoleslami M., Adib S.H. 2017. Effect of isomalt and maltodextrin on physical, textural and sensory

سوکرالوز باعث کاهش خروج رطوبت و جذب روغن حین سرخ کردن شد. با افزایش درصد جایگزینی مخلوط مالتودکسترین-سوکرالوز، حجم مخصوص، تخلخل و میزان قرمزی رنگ پوسته کاهش یافت در حالی که سفتی بافت و روشنایی پوسته دونات افزایش یافت. بهترین دونات با کالری کاهش یافته در مقایسه با نمونه شاهد از نظر ارزیابان حسی، براساس پارامترهای پس طعم، رنگ پوسته، مزه و پذیرش کلی نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد بودند در حالی که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز بهترین ارزیابی ظاهر (چروکیدگی سطحی) را به خود اختصاص داد. لذا بر اساس نتایج به دست آمده افزودن مخلوط مالتودکسترین- سوکرالوز تا سطح ۵۰ درصد به منظور تولید دونات با کالری کاهش یافته بدون تاثیر نامطلوب بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی دونات توصیه می‌شود.

#### ۵- منابع

1. Amiri Aghdaei, S.S., Aalami, M. and Rezaei, R. 2011. Feasibility of gum tragacanth and maltodextrin used as a fat replacer in mayonnaise. *Electronic Journal of Food Processing and Preservation*, 2(3): 1-18 [In Persian].

2. AOAC, 2002. Official Methods of Analysis, 17<sup>th</sup> Ed., Association of Analytical Chemists, Washington, DC.

3. Approved methods of the AACC methods. 10<sup>th</sup> Ed., St. Paul, Minn. American Association of Cereal Chemists. 2000.

4. Bath, D.E., Shelke, K. and Hosene, R.C. 1992. Fat replacers in high-ratio layer cakes. *Cereal Foods World*, 37:495-500.

5. Bitaraf, S.H., Abbasi, S. and Hamidi, Z. 2013. Production of low-energy prebiotic dark chocolate using inulin, polydextrose, and maltodextrin. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(1): 49-62 [In Persian].

6. Chronakis, I.S. 1998. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: A Review. *Critical Review in Food Science*, 38: 599-673.

7. Conforti, F.D. and Archilla, L. 2001. Evaluation of a maltodextrin gel as a partial

- and quality of soft dough biscuit. *Journal of Texture Studies*, 39: 605-616.
26. Shahidi, F., Mohebbi, M. and Ehtiai, A. 2011. Image analysis of crumb digital images in Barbary bread enriched with soy flour. *Iranian Food Science and Technology Research Journal*, 6(4): 247-253 [In Persian].
27. Sheikhzade, V., Ataye-Salehi, E. and Hadad khodaparast, M.H. 2016. Investigations on the effect of date puree as a sugar replacer on physicochemical and sensorial and textural properties of dunat. *Journal of Food Science and Technology*, 13(54): 25-34.
28. Sibel, R. and Sylvia, A.J. 1996. Handbook of fat replacers. CRC Press, Boca Raton.
29. Sultan, W.J., 1969. Practical baking, second Ed. AVI Publishing Company Inc., Westport, CT.
30. Tan, K.J. and Mittal, G.S. 2006. Physicochemical properties changes of donuts during vacuum frying. *International Journal of Food Properties*, 9(1): 85-97.
31. Vélez-Ruiz, J.F. and Sosa-Morales, M. E. 2003. Evaluation of physical properties of dough of donuts during deep fat frying at different temperatures. *International Journal of Food Properties*, 6: 341-353.
32. Ziobro, R., Korus, J., Witzak, M. and Juszcak, L. 2012. Influence of modified starches on properties of gluten free dough and bread. Part II: Quality and staling of gluten free bread. *Food Hydrocolloids*, 29(1): 68-74.
33. Zolfaghari, Z., Mohebbi, M. and Haddad khodaparast, M.H. 2013. Quality changes of donuts as influenced by leavening agent and hydrocolloid coating. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37: 34-45.
- properties of sugar-free biscuit with oat flour. *Iranian Journal of Food Science and Technology*, 69(14):181-193 [In Persian].
19. Najafi, S. and Salehifar, M. 2016. Optimization of production low-calorie muffin with natural sweetener stevia and maltodextrin. *Journal of Food Research*, 26(4): 715-724 [In Persian].
20. Purlis, E. and Salvadori, V. 2009. Modelling the browning of bread during baking. *Food Research International*, 42: 865-870.
21. Rahmanian, A. and Ghiafeh Davoodi, M. 2017. Investigation on improvement of technological, visual and sensory properties of composite fermented doughnut (Wheat-Potato) by adding alcohol sugar. *Journal of Food Science and Technology*, 14(69): 243-253.
22. Rekas, A. and Marciniak-Lukasiak, K. 2015. A multivariate study of the correlation between addition of maltodextrin, MCG, HPMC and psyllium on the quality of instant fried noodles. *LWT - Food Science and Technology*, 62: 689-696.
23. Ronda, F., Gomez, M., Blanco, C. A. and Caballero, P. A. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90(4): 549-555.
24. Sandrou, D.K. and Arvanitoyannis, I.S. 2000. Low-fat/calorie foods: current state and perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 40(5): 427-447.
25. Savitha, Y.S., Indrani, D. and prakash, J. 2008. Effect of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough

(Original Research Paper)

## Effect of Maltodextrin-Sucralose Mixture on Physical, Chemical and Sensory Properties of Reduced-Calorie Doughnut

Ali Ganjloo<sup>1\*</sup>, Mandana Bimakr<sup>2</sup>, Zeynab Sheikhi<sup>3</sup>

1-Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

2- Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

3-BS.c of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran.

Received: 07/04/2019

Accepted: 11/08/2019

### Abstract

Doughnut is one of the high-calorie confectionary products that are popular among consumers as a snack due to its desirable sensory properties. Thus, studies aimed to investigate the feasibility of producing such products with lower calorie are necessary because of the relationship between high-calorie foods consumption and overweight, and disorders such as diabetes and cardiovascular disease. In this regard, the feasibility of reduced-calorie doughnut production using a mixture of maltodextrin-sucralose was investigated. The effect of maltodextrin-sucralose mixture substitution at the levels of 25, 50, 75 and 100% (w/w) was evaluated on some physical, chemical, and sensory properties. The results revealed that the amount of oil absorption decreased significantly ( $p < 0.05$ ) with the replacement of maltodextrin-sucralose mixture. Also, the replacement of the maltodextrin-sucralose mixture reduced the specific volume, porosity, and redness of the doughnut crust, while the firmness of the crumb and the brightness of the crust increased. Finally, based on the results obtained, producing reduced-calorie doughnut which can compete with the control sample in terms of physical, chemical and sensory properties is feasible by replacing the maltodextrin-sucralose mixture by 50%.

**Keywords:** Doughnut; Maltodextrin; Sucralose; Reduced-calorie; Physical and Chemical Properties.

---

\*Corresponding Author: [aganjloo@znu.ac.ir](mailto:aganjloo@znu.ac.ir)