

## تاثیر غلظت‌های مختلف زایلیتول برویژگی‌های فیزیکی و حسی کیک بدون قند

الناز شکوئی بناب<sup>۱</sup>، سیدهدای پیغمبردوست<sup>۲\*</sup>، صدیف آزادمرد دمیرچی<sup>۱</sup>، جواد حصارى<sup>۲</sup> و سیدعباس رافت<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۳۰

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، پردیس بین‌المللی ارس، دانشگاه تبریز

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

<sup>۳</sup> دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

\* مسئول مکاتبه: Email : peighambardoust@tabrizu.ac.ir

### چکیده

در این پژوهش، امکان جایگزین کردن تمام و درصدی از قند ساکارز با زایلیتول در غلظت‌های مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور قند الکلی زایلیتول بصورت ۱۰۰٪ جایگزین ساکارز و یا ترکیب شده با اولیگوفروکتوز، ساکارز و مخلوط این دو قند در فرمولاسیون کیک اسفنجی استفاده شد. ویژگی‌های فیزیکی خمیر کیک که عبارت بودند از وزن مخصوص و قوام، ویژگی‌های فیزیکی کیک مانند حجم، حجم ویژه، دانسیته ظاهری، دانسیته جسمی، تخلخل، رطوبت، فعالیت آبی، تقارن و سفتی بافت مغز کیک (روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از تولید) ارزیابی و امتیاز نهایی ارزیابی حسی کیک (روز اول، هفتم و چهاردهم) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کیک تهیه شده با ۲۵٪ زایلیتول-۲۵٪ اولیگوفروکتوز-۵۰٪ ساکارز باعث ایجاد بیشترین حجم، تخلخل و کمترین دانسیته ظاهری در کیک گردید. کمترین حجم، حجم ویژه و تخلخل و بیشترین دانسیته ظاهری در کیک حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول مشاهده شد. کمترین تقارن در نمونه حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول و بیشترین تقارن در کیک تهیه شده با ۲۵٪ زایلیتول-۲۵٪ اولیگوفروکتوز-۵۰٪ ساکارز و ۱۰۰٪ ساکارز مشاهده شد. کمترین رطوبت و فعالیت آبی در میان تیمارها روز اول پخت در کیک‌های تهیه شده با ۱۰۰٪ زایلیتول و ۷۵٪ زایلیتول-۲۵٪ ساکارز و بیشترین رطوبت روز اول پخت و فعالیت آبی در کیک حاوی ۱۰۰٪ ساکارز بدست آمد. کیک‌های حاوی ۱۰۰٪ ساکارز و ۷۵٪ ساکارز-۲۵٪ زایلیتول بیشترین سرعت سفت شدگی بافت را در میان سایر تیمارها نشان دادند، در حالی که نمونه‌های تهیه شده با غلظت‌های ۱۰۰٪ زایلیتول و ۲۵٪ ساکارز-۵۰٪ زایلیتول-۲۵٪ اولیگوفروکتوز کمترین سفت شدگی را ارائه دادند. نمونه کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ ساکارز بالاترین فعالیت آبی و کیک‌های با درصد بالای زایلیتول کمترین فعالیت آبی را از خود نشان دادند. بیشترین امتیاز ارزیابی حسی در کیک‌های اسفنجی با جایگزینی ۵۰٪ ساکارز-۵۰٪ زایلیتول و ۲۵٪ زایلیتول-۲۵٪ اولیگوفروکتوز-۵۰٪ ساکارز و کمترین نمره ارزیابی را ۲۵٪ اولیگوفروکتوز-۷۵٪ زایلیتول بدست آوردند.

واژه‌های کلیدی: کیک اسفنجی، بدون قند، زایلیتول، اولیگوفروکتوز

## Effects of different levels of xylitol on physical and sensory characteristics of sugar-free cake

E Shakouie Bonab<sup>1</sup>, S H Peighambardoust<sup>2\*</sup>, S Azadmard-Damirchi<sup>2</sup>, J Hesari<sup>2</sup>, and S A Rafat<sup>3</sup>

Received: August 29, 2012 Accepted: July 21, 2013

<sup>1</sup> MSc Student, Department Food Science and Technology, Aras International Campus, University of Tabriz, Jolfa, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

<sup>3</sup> Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

\*Corresponding author: E-mail: peighambardoust@tabrizu.ac.ir

### Abstract

In this study, the possibility of total and partial replacement of sucrose with xylitol was investigated. For this purpose, xylitol was used for total replacement of sucrose and in combination with oligofructose, sucrose or as a mixture of all. Physical properties of the cake batter such as specific gravity and viscosity, physical properties of the cake such as volume, specific volume, apparent density, solid density, porosity, moisture, water activity, symmetry, and firmness (first, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day after production) and final score of sensory evaluation (first, 7<sup>th</sup> and 14<sup>th</sup> day after production) were evaluated. Results indicated that cakes prepared with 25% xylitol - 25% oligofructose - 50% sucrose had the highest volume and porosity and the least apparent density. The least volume, specific volume and porosity and the most apparent density were observed in the cakes containing 100% xylitol. Less symmetry was observed in the cakes containing 100% xylitol whereas the cakes containing 25% xylitol - 25% oligofructose - 50% sucrose and 100% sucrose showed more symmetry. In the first day, moisture content and water activity was lower in the samples prepared with 100% xylitol and 75% xylitol - 25% sucrose, while the highest moisture content and water activity was observed in the samples with 100% sucrose. Cakes with 100% sucrose and 75% sucrose - 25% xylitol showed the maximum hardening rate of texture, whereas samples produced with different concentration of xylitol had the least hardening rate. Samples replaced with 50% sucrose - 50% xylitol and 25% xylitol - 25% oligofructose - 50% sucrose gave the most sensory evaluation score, however, the cake produced with 75% xylitol - 25% oligofructose gave the least sensory evaluation score.

**Key words:** Sponge cake, Sugar free, Xylitol, Oligofructose

### مقدمه

می‌آورد. کیک یک محصول غذایی حاوی مقدار زیادی شکر است و به علت قابلیت خوردن مناسب و عمر ماندگاری بالا به شکل گسترده‌ای تولید شده و مورد مصرف قرار می‌گیرد و لذا بنظر می‌رسد اینگونه فراورده‌ها وسیله مناسبی برای جایگزین کردن شکر باشند (روزنتال ۱۹۹۵). درصد بالایی از مصرف کنندگان از مشکل افزایش وزن رنج می‌برند

امروزه به واسطه توجه مصرف کنندگان به ویژگی‌های تغذیه‌ای مواد غذایی، درخواست برای تولید مواد غذایی کم کالری افزایش یافته و در این راستا صنعت غذا به منظور بهینه سازی ارزش تغذیه‌ای همراه باحفظ یا بهبود طعم محصول، تلاش زیادی را در ایجاد تغییر در ترکیبات مواد غذایی سنتی بعمل

طبیعی قند در جهان معرفی می‌کند (گرانستران و همکاران ۲۰۰۹). در تحقیقی که برای مقایسه تأثیر ساکارز و زایلیتول بر عمر ماندگاری کیک انجام گرفت، نمونه‌های حاوی ساکارز پس از مدت ۱۵ روز دچار کپک‌زدگی شدند، در حالی که در نمونه‌های حاوی ۵٪ زایلیتول تا ۲۹ روز اثری از کپک زدگی مشاهده نشد. این ویژگی باعث تبدیل زایلیتول به یک شیرین‌کننده مؤثر برای افزایش پایداری میکروبیولوژیکی شده است. علت این اثر به دلیل وزن ملکولی کمتر زایلیتول نسبت به ساکارز و افزایش بیشتر فشار اسمزی توسط این ترکیب می‌باشد (میشل ۲۰۰۶). شیرین‌کنندگی زایلیتول با ساکارز برابر بوده و بنابراین می‌تواند به نسبت ۱:۱ جایگزین آن شود (وینکلوسن و همکاران ۲۰۰۷). در حقیقت زایلیتول می‌تواند به عنوان جایگزین مستقیم شکر در کیک‌های اسفنجی و سایر محصولات نانوایی بدون هیچ‌گونه اثر منفی بر کیفیت محصول مورد استفاده قرار گیرد (وینکلوسن و همکاران ۲۰۰۷، میشل ۲۰۰۶). انرژی تولید شده توسط این شیرین‌کننده ۱۰ کیلوژول بر گرم می‌باشد که این میزان ۴۰٪ کمتر از انرژی تولید شده توسط ساکارز است. این ویژگی باعث شده تا زایلیتول برای استفاده در مواد غذایی کم‌کالری مناسب باشد. ویژگی مهم تر زایلیتول، جذب آرام و ورود به چرخه متابولیسم بدون نیاز به انسولین و بدون افزایش سریع در سطح قند خون می‌باشد که باعث مطرح شدن زایلیتول به عنوان یک شیرین‌کننده دیابتی شده است. زایلیتول به عنوان شیرین‌کننده منحصر به فرد در کلوچه نیز به‌شمار می‌رود و ویژگی چنین محصولی نیز قابل مقایسه با محصولات تهیه شده از ساکارز و گلوکز می‌باشد. وینکلوسن و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که این قند علاوه بر کاهش پس‌طعم، تغییری در سایر ویژگی‌های محصول ایجاد نکرده و کوکی‌های تهیه شده با زایلیتول بدون تغییر در بافت و عطر و طعم مدت زمان بیشتری قابل

که می‌تواند منجر به ایجاد بیماری و به خطر افتادن سلامتی گردد. جذب شیرین‌کننده‌های الکلی مانند سوربیتول و مانیتول در بدن بسیار آرام و ناقص بوده و انرژی جذب شده در اثر مصرف آنها کمتر از زمانی است که متابولیسم کامل قند صورت گرفته باشد (پاشا و همکاران ۲۰۰۲). از طرفی قند فروکتوز و شیرین‌کننده‌های الکلی مانند سوربیتول، زایلیتول، مالتیتول و لاکتیتول، مناسب برای استفاده در رژیم غذایی افراد مبتلا به دیابت هستند، زیرا متابولیسم این قندها بدون نیاز به انسولین انجام می‌پذیرد (آتیا و همکاران ۱۹۹۳). هینان و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه بر نوع شیرین‌کننده و چربی به این نتیجه رسیدند که این دو فاکتور بر ظاهر، بو، بافت و... در کیک مؤثر هستند. به علاوه برهم‌کنش میان نوع چربی، نوع شیرین‌کننده و زمان پخت، آشکار کرد که تغییرات در ویژگی‌های حسی کیک در طی انبارداری تحت تأثیر ترکیب شیرین‌کننده و چربی مورد استفاده در کیک قرار می‌گیرد. بررسی‌ها نشان داد که در میان شیرین‌کننده‌های مالتیتول، مانیتول، زایلیتول، سوربیتول، ایزومالتوز، اولیگوفروکتوز و پلی‌دکستروز بهترین نتایج در نتیجه جایگزینی ساکارز با زایلیتول و مالتیتول بدست آمده، که مشابه با نمونه‌های کنترل تهیه شده با ساکارز بوده و بیشترین مقبولیت در ویژگی‌های حسی را به همراه داشت (لی و همکاران ۲۰۰۸، روندا و همکاران ۲۰۰۵). بر اساس این گزارش‌ها زایلیتول باعث کاهش در سفتی بافت می‌شود، و حتی در بسیاری موارد مانند طعم، پس‌طعم و ظاهر، محصول تهیه شده از زایلیتول دارای کیفیت بهتر از نمونه تهیه شده از ساکارز می‌باشد.

این شیرین‌کننده باعث بهبود ویژگی‌های حسی، ایجاد بافت مرطوب‌تر و بهبود ویژگی‌های ساختاری و ظاهری کیک خواهد شد (میشل ۲۰۰۶). زایلیتول مزایای زیادی برای سلامتی دارد که به همراه طعم مناسب، این ترکیب را به عنوان موفق‌ترین جایگزین

### مواد و روش‌ها

مواد اولیه این تحقیق شامل روغن، شکر، تخم مرغ، آرد نول، بیکنگ پودر، شیر خشک، وانیل و پودر آب پنیر از فروشگاه‌های مواد غذایی و شیرین کننده‌های زایلیتول و اولیگوفروکتوز از شرکت سیرال<sup>۱</sup> فرانسه تهیه شد. برای حفظ تازگی و کیفیت کیک، تخم‌مرغ‌ها به شکل روزانه خریداری شدند. از پودر آب پنیر به منظور انجام بهتر واکنش قهوه‌ای شدن میلارد و ایجاد رنگ مطلوب در پوسته کیک استفاده شد. ویژگی‌های آرد مصرفی در جدول ۱ نشان داده شده است.

### روش تولید کیک

خمیر کیک با استفاده از روش شکر-خمیر و بر اساس جدول ۳ تهیه شد. مقدار ۴۰ گرم از خمیر آماده شده با روش ذکر شده بلافاصله پس از مخلوط کردن در قالب‌هایی به ابعاد ۸ × ۵ × ۴ سانتیمتر ریخته شد و کیک به مدت ۲۰ دقیقه در فر با دمای ۱۸۰-۲۰۰ درجه سانتیگراد پخت گردید. نمونه‌ها پس از پخت به مدت ۴۵-۴۰ دقیقه در دمای محیط خنک شدند. سپس کیک‌ها در بسته‌بندی‌های پلی‌اتیلنی با درز بندی حرارتی بسته‌بندی و در دمای اتاق تا انجام آزمایش‌های بعدی نگهداری شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار و آزمون‌های فیزیکی-شیمیایی در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایشی مورد استفاده در تهیه کیک‌های کم‌کالری در جدول ۲ ذکر شده است.

### آزمون‌های آرد کیک

رطوبت آرد با استفاده از روش AACC 44-15 (۱۹۹۹)، خاکستر بر اساس روش AACC 08-01، گلوتن مرطوب با روش AACC 38-10، پروتئین با روش AACC 46-12 و عدد زلنی بر اساس روش AACC 56-60 اندازه‌گیری گردید.

انبارداری بودندگی و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند که قند اثر نرم‌کنندگی بر بافت کیک به همراه دارد، بنابراین نسبت بالای قند باعث کاهش سفتی در بافت خواهد شد.

ویسکوزیته خمیر تعیین کننده سرعت حرکت حباب‌های هوا به سطح است (پونگ و همکاران ۱۹۹۱). ویسکوزیته مناسب باعث کاهش تحرک حباب‌های هوا و افزایش پایداری حجم خمیر می‌شود. از طرفی پلی‌دکستروز نیز یک ترکیب افزایش دهنده ویسکوزیته است (هیسسزماز و همکاران ۲۰۰۳). فرای و ستسر (۱۹۹۲) در مورد اثر پلی‌دکستروز بر خواص کیک اعلام کردند که گراندوی خمیر کیک تهیه شده از پلی‌دکستروز ۲ برابر سایر خمیرها می‌باشد. از نظر ویژگی‌هایی مانند خصوصیات خمیر، تخلخل و اندازه و شکل حباب‌ها محصولی مشابه با کیک‌های با نسبت بالا، با ۱۸/۷۵٪ کاهش کالری نسبت به فرمول‌های کنترل از طریق ۲۵٪ جایگزینی ساکارز با پلی‌دکستروز بدست آمد. هرچند توزیع حباب‌های هوا در هیچ‌یک از سطوح جایگزینی تفاوتی را با نمونه‌های کنترل نشان نداد. بنابراین یکی از راه‌های تولید محصولات غذایی سالم‌تر برای افراد مبتلا به دیابت و یا افرادی که از مشکلات افزایش وزن رنج می‌برند حذف ترکیبات سرشار از انرژی مانند ساکارز و جایگزین کردن این ترکیب است (باوا و همکاران ۲۰۰۰). در مجموع باید به این موضوع اشاره کرد که ساکارز یک ترکیب اساسی در فرمولاسیون کیک بوده و علاوه بر تأمین انرژی و شیرین‌کنندگی نقش ترد کنندگی و افزایش حجم را نیز دارد و کاهش سطح ساکارز بر ویژگی‌های حسی و ساختاری کیک تأثیر خواهد کرد (فرای و سستر ۱۹۹۲). هدف از این تحقیق بررسی امکان جایگزین کردن بخشی یا کامل ساکارز با شیرین کننده الکلی زایلیتول و اثر این جایگزینی بر خواص فیزیکی-شیمیایی و حسی کیک و ویژگی‌های خمیر کیک می‌باشد.

## جدول ۱- ویژگی های آرد مصرفی

ویژگی	درصد
رطوبت	۱۴/۴۴ ± ۰/۶۳
پروتئین	۸/۲۸ ± ۰/۰۳
گلوتن مرطوب	۲۶ ± ۰/۸۸
خاکستر	۰/۴۵ ± ۰/۰۳
عدد زلنی	۱۷/۶ ± ۰/۵۴

قوام خمیر کیک، خمیر در قیفی با قطر داخلی دهانه گشاد ۱۰ سانتیمتر و قطر داخلی دهانه باریک ۱/۶ سانتیمتر ریخته شد. قیف بطور کامل با خمیر پر شده و سپس وزن خمیر خارج شده از قیف در مدت ۱۵ ثانیه اندازه گیری شد. قوام خمیر برحسب گرم بر ثانیه گزارش شد (پیپرس و همکاران ۱۹۸۷). اعداد بزرگتر ثبت شده نشان دهنده قوام کمتر خمیر است.

## آزمون های کیک

رطوبت کیک با استفاده از روش AACC 44-15 (۱۹۹۹) و دانسیته ظاهری کیک با اندازه گیری نسبت وزن به حجم کیک اندازه گیری شد (کوسرو همکاران ۲۰۰۶). فعالیت آبی کیک نیز در روز اول تولید اندازه گیری شد (آکوسوان و همکاران ۲۰۰۹). حجم کیک با استفاده از روش جابجایی دانه کلزا<sup>۲</sup> (لین و همکاران ۲۰۰۳)، دانسیته جسمی با استفاده از روش پیکنومتری و تخلخل کیک با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (کوسرو و همکاران ۲۰۰۶).

$$\text{دانسیته ظاهری} - \frac{\text{دانسیته جسمی}}{1} = \text{تخلخل}$$

به منظور بررسی تأثیر غلظت قند زایلیتول بر سفتی، بافت کیک در روزهای اول، هفتم و چهاردهم پس از پخت مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور از دستگاه اینستران و از روش AACC 74-09 (۱۹۹۹) استفاده و سفتی به عنوان حداکثر مقاومت در مقابل تغییر شکل به میزان ۴۰٪ فشردگی در بافت کیک در نظر گرفته شد. برای این کار قطعه مکعبی به ابعاد ۲/۵۴ سانتیمتر از بافت مغز کیک جدا شده و پروب دستگاه به اندازه ۱ سانتیمتر (۴۰٪) از بافت کیک را فشرده کرد. نیروی وارد شده توسط دستگاه ۵ الی ۵۰ نیوتن، سرعت پروب دستگاه ۵۰ میلی متر بر دقیقه و سرعت چارت دستگاه ۲۵۰ میلی متر بر دقیقه (نسبت چارت به پروب ۵ به ۱) در نظر گرفته شد و میزان نیروی

## جدول ۲- فرمولاسیون مورد استفاده در تهیه کیک

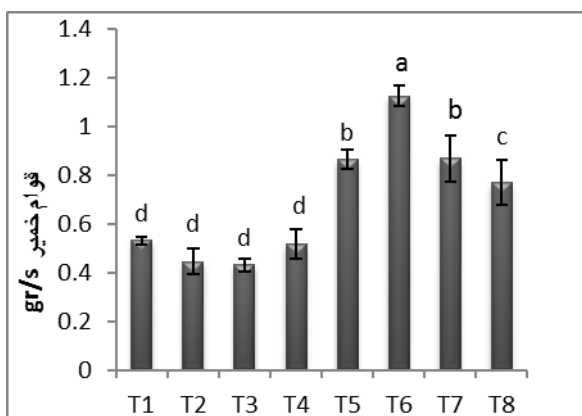
تیمار	ساکارز	زایلیتول	اولیگوفروکتوز
T <sub>1</sub>	٪۱۰۰	-	-
T <sub>2</sub>	-	٪۱۰۰	-
T <sub>3</sub>	٪۲۵	٪۷۵	-
T <sub>4</sub>	٪۵۰	٪۵۰	-
T <sub>5</sub>	٪۷۵	٪۲۵	-
T <sub>6</sub>	٪۲۵	٪۵۰	٪۲۵
T <sub>7</sub>	٪۵۰	٪۲۵	٪۲۵
T <sub>8</sub>	-	٪۷۵	٪۲۵

## جدول ۳- خمیر با روش شکر-خمیر (Sugar-Batter)

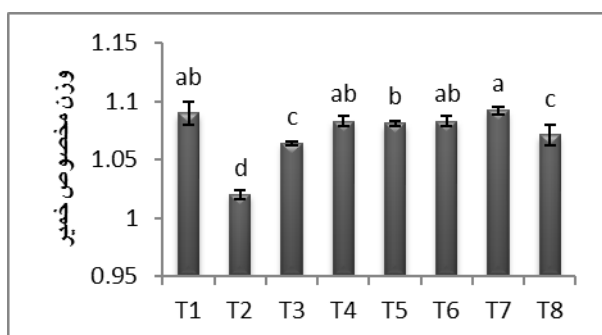
مواد اولیه	درصد بر اساس وزن آرد	روش
روغن	۵۷	کرم کردن تا تولید رنگ
شکر	۷۲	روشن انجام شد (در حدود ۱۰ دقیقه)
تخم مرغ	۷۲	در ۵-۴ قسمت اضافه گردید
آرد	۱۰۰	با هم الک شده و
بیکینگ پودر	۱/۳۴	افزوده شد تا خمیر
شیر خشک	۲	بصورت نیمه صاف
وانیل	۰/۵	درآمد
پودر آب پنیر	۴	
آب	۲۵	بعد از افزودن خمیر بصورت صاف درآمد

## آزمون های خمیر کیک

وزن مخصوص خمیر کیک با اندازه گیری نسبت وزن ۲۴۰ میلی لیتر خمیر کیک به وزن ۲۴۰ میلی لیتر آب محاسبه شد (لین و همکاران ۲۰۰۳). برای اندازه گیری



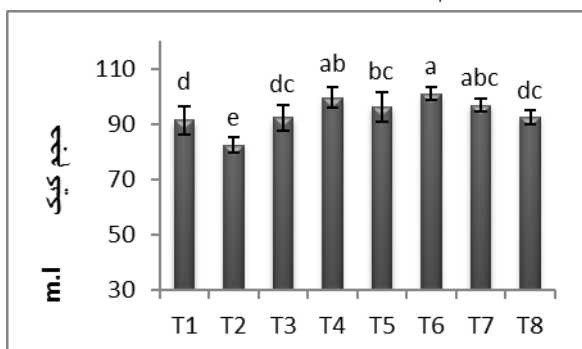
شکل ۱- نقش غلظت‌های مختلف زایلیتول بر قوام خمیر



شکل ۲- تاثیر غلظت‌های مختلف زایلیتول بر وزن مخصوص خمیر (بدون بعد)

### حجم و دانسیته ظاهری

تنها استفاده از ۱۰۰٪ زایلیتول سبب افزایش معنی داری در دانسیته ظاهری کیک گردید. تغییرات در حجم کیک با تغییر در غلظت‌های مختلف زایلیتول در شکل ۳ نشان داده شده و در حجم کیک نیز استفاده از ترکیب قند اولیگوفروکتوز با زایلیتول سبب افزایش معنی داری در حجم کیک گردید.



شکل ۳- تاثیر غلظت‌های مختلف زایلیتول بر حجم کیک

فشاری وارد شده به نمونه بر حسب نیوتن گزارش شد.

ویژگی‌های حسی کیک توسط ۱۰ نفر ارزیاب آموزش دیده با روش AACC 10-90 اصلاح شده بر اساس روش روندا و همکاران (۲۰۰۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور از فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای برای بررسی ویژگی‌هایی از قبیل خلل و فرج، نرمی و سفتی بافت، خشک یا خمیری بودن بافت در حین جویدن، رنگ پوسته، رنگ مغز و عطر و طعم کیک استفاده شد.

صفات خمیر کیک و کیک با استفاده از طرح کاملاً تصادفی با رویه مدل‌های خطی تعمیم یافته (GLM) در نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال معنی‌داری ۰/۰۵ انجام گرفت. در اندازه‌گیری سفتی بافت کیک اثرات روز نگهداری، نوع قند مورد استفاده و اثر متقابل زمان و میزان قند مورد استفاده و در بعضی صفات اثر نوع قند مورد استفاده بررسی شد.

### بحث و نتایج

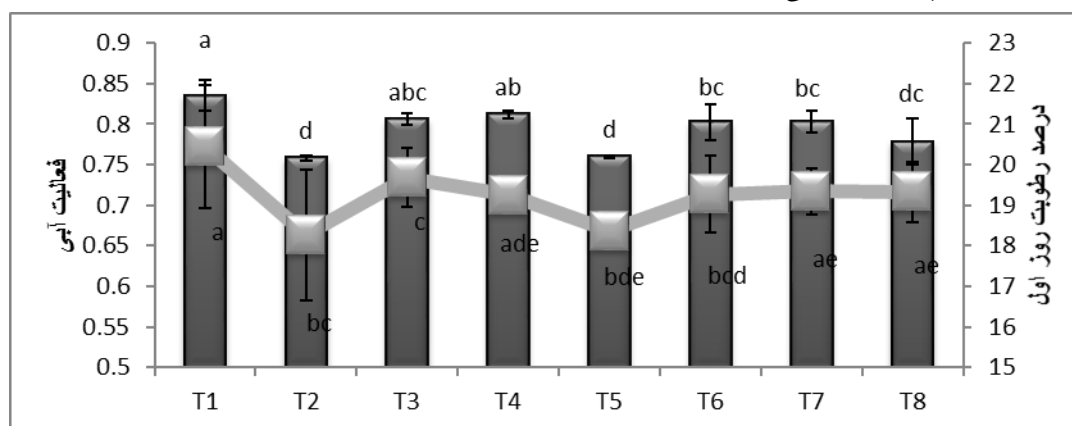
#### قوام و وزن مخصوص خمیر کیک

نقش غلظت‌های مختلف زایلیتول بر قوام و وزن مخصوص خمیر به ترتیب در شکل ۱ و ۲ نشان داده شده است. جایگزین کردن ساکارز توسط زایلیتول به صورت ترکیب با اولیگوفروکتوز سبب افزایش قوام گردید و از نظر وزن مخصوص تنها کیک‌های تهیه شده با درصد‌های بالای ۷۵٪ زایلیتول کاهش در وزن مخصوص نشان دادند و وزن مخصوص سایر تیمارها تفاوت معنی داری با نمونه کنترل نداشتند.

## فعالیت آبی و رطوبت کیک

آبی گردیدند، در حالی که افزودن ترکیب قند اولیگو فروکتوز سبب افزایش فعالیت آبی البته در مقایسه با نمونه حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول گردید.

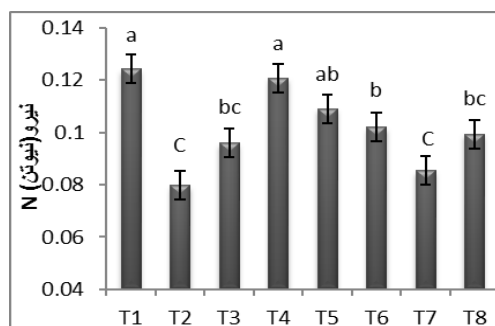
نتایج اندازه گیری فعالیت آبی کیک و رطوبت روز اول در شکل ۴ آمده است. تیمار های تهیه شده با غلظت بالای ۷۵٪ زایلیتول سبب کاهش معنی داری در فعالیت



شکل ۴- نقش غلظت های مختلف زایلیتول بر فعالیت آبی کیک در روز پخت و مقایسه با درصد رطوبت کیک در همانروز

## سفتی بافت کیک

نتایج اثر فقط تیمار بر روی سفتی بافت در شکل ۵ آمده است



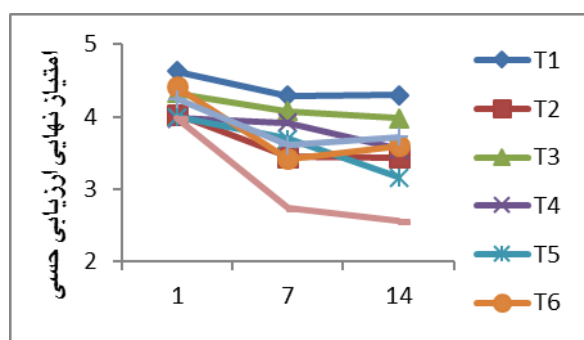
شکل ۵- نقش غلظت های مختلف زایلیتول بر سفتی بافت کیک

همانطور که مشاهده می شود در بررسی فقط تیمار نمونه کنترل سفت ترین بافت و نمونه های حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول و تیمار حاوی ۵۰٪ زایلیتول- اولیگوفروکتوز نرمترین تیمارها بودند و درمقایسه با اثر متقابل روز و تیمار سفت ترین بافت در روزهای اول و ۱۴ متعلق به تیمار حاوی ۱۰۰٪ ساکارز و نرمترین در روزهای اول و ۱۴ تیمار حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول بود. به طور کلی در مجموع سه روز

فعالیت آبی فاکتور مناسبی برای ارزیابی عمر ماندگاری و پایداری میکروبیولوژیکی مواد غذایی محسوب می گردد. فعالیت آبی بالاتر نمونه های حاوی ساکارز با درصد بالاتر باعث کپک زدگی سریع تر و عمر ماندگاری کمتر این کیک ها گردید، در حالی که کیک های با فعالیت آبی کمتر از نمونه کنترل یعنی نمونه های (زایلیتول- اولیگوفروکتوز)، (اولیگوفروکتوز- زایلیتول- ساکارز)، (ساکارز- زایلیتول) و تمامی نمونه های تهیه شده با زایلیتول دارای عمر ماندگاری بالایی بوده و دیرتر دچار کپک زدگی شدند.

بررسی همزمان رطوبت و فعالیت آبی کیک نشان داد که نمونه تهیه شده با ۱۰۰٪ ساکارز که دارای بیشترین فعالیت آبی بود بیشترین رطوبت روز اول را نیز به خود اختصاص داد و در نقطه مقابل نمونه های تهیه شده با درصد بالای زایلیتول که فعالیت آبی کمتر از نمونه کنترل ارائه کردند دارای رطوبت روز اول کمتری نیز بودند. بنابراین به نظر می رسد که رابطه مستقیم میان فعالیت آبی و رطوبت نمونه های کیک وجود دارد.

و جایگزین کردن این قند با زایلیتول تغییر محسوسی در ویژگی‌های کیک اسفنجی حاصل ایجاد نخواهد شد. به طور کلی می‌توان گفت برای رسیدن به کیک اسفنجی کم‌کالری و کم ساکارز با ویژگی‌های حسی مناسب‌تر از کیک معمولی فرمولاسیون‌های ترکیبی نتیجه بهتری نسبت به جایگزینی ۱۰۰٪ ساکارز و ۱۰۰٪ زایلیتول بهترین نتایج را در نمونه‌های حاوی ۵۰٪ شیرین کننده الکلی در ترکیب خود نشان دادند. با توجه نمودار اثر متقابل کیک‌ها و نمره نهایی ارزیابی حسی بهترین کیک‌ها در جایگزینی کیک با ۱۰۰٪ ساکارز تیمار (T3) و (T6) را می‌توان نام برده و بدترین حالت جایگزینی در تیمار (T8) مشاهده شد.



شکل ۷- اثر متقابل روز و تیمار بر نمره نهایی ارزیابی حسی

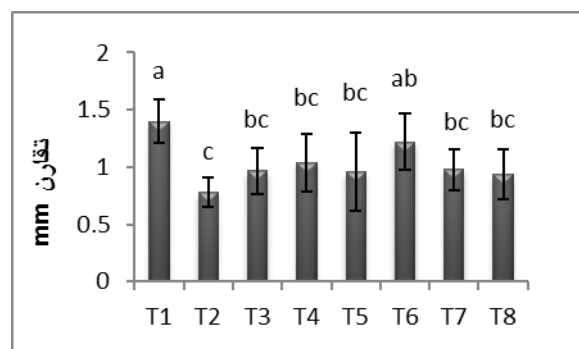
### تخلخل ظاهری کیک

نتایج حاصل از تاثیر استفاده از درصد‌های متفاوت شیرین کننده الکلی در تیمارهای آزمایشی مورد بررسی در شکل ۸ نشان داده شده است. جایگزین کردن کامل ساکارز با قند زایلیتول کاهش معنی داری را در تخلخل کیک نشان داد. استفاده از سایر تیمارها روند کاهش یا افزایش معنی داری با نمونه کنترل نداشتند. استفاده از ساکارز، اولیگوفروکتوز و مخلوط این دو قند به همراه زایلیتول باعث افزایش تخلخل نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول گردید.

اندازه گیری سفتی بافت کیک های تهیه شده با فرمولاسیون های ترکیبی زایلیتول سرعت سفت شدگی کندتر از کیک تهیه شده با ساکارز نشان دادند. سفتی بافت تاثیر قابل توجهی بر عمر ماندگاری کیک خواهد داشت (روندا و همکاران ۲۰۰۵).

### تقارن و یکنواختی کیک

همانگونه که در شکل ۶ نشان داده شده است غلظت های مختلف زایلیتول مورد استفاده تاثیر معنی داری بر تقارن و یکنواختی کیک داشت. کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ ساکارز بیشترین تقارن را نشان داد، در حالیکه کیک حاوی ۱۰۰٪ زایلیتول (T2) کاهش معنی داری در تقارن کیک نشان داد.



شکل ۶- نقش غلظت های مختلف زایلیتول بر تقارن کیک

یکنواختی بالاتر نمونه‌های تهیه شده با غلظت‌های متفاوت زایلیتول می‌تواند به علت پراکنده شدن بهتر ترکیبات حجم دهنده کیک مانند بیکنگ پودر در طول تهیه خمیر و نیز به علت حفظ و پخش منظم و بهتر حباب‌های هوا که به عنوان هسته‌های اولیه جهت توزیع گاز حاصل از مواد شیمیایی پوک کننده عمل می‌کنند، باشد.

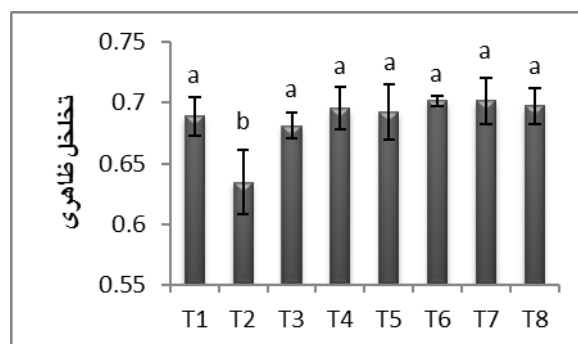
### ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی در روزهای اول و هفتم و چهاردهم بررسی شد، و نتایج اثر متقابل روز و تیمار در شکل ۷ نشان داده شده است. طبق نتایج به دست آمده قند زایلیتول قادر به تامین ویژگی‌های عملکردی ساکارز بوده و در صورت حذف کامل ساکارز



۱۰۰٪ ساکارز (T1) مشاهده شد. از نظر فعالیت آبی زایلیتول کاهش معنی داری را در فعالیت آبی کیک ایجاد کرد، در حالی که استفاده از ترکیب اولیگوفروکتوز- زایلیتول منجر به افزایش در فعالیت آبی کیک گردید. بیشترین فعالیت آبی در نمونه تهیه شده با ۱۰۰٪ ساکارز (T1) و کمترین فعالیت آبی در کیک های تهیه شده با درصد بالای زایلیتول مشاهده شد. کیک های حاوی ۱۰۰٪ ساکارز (T1) و ۷۵٪ ساکارز (T4) بیشترین سفت شدگی بافت را در میان سایر تیمارها نشان دادند، در حالی که نمونه تهیه شده با غلظت ۱۰۰٪ زایلیتول (T2) نرم ترین بافت و سایر غلظت های مختلف زایلیتول روندی مشابه با سرعت سفت شدگی تیمار (T2) نشان دادند که نسبت به نمونه کنترل سرعت سفت شدن کمتری داشتند.

نمونه کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ ساکارز بالاترین امتیاز ارزیابی حسی و کیک تهیه شده با ۷۵٪ زایلیتول-۲۵٪ اولیگوفروکتوز (T8) پایین ترین امتیاز را کسب کردند و این در حالی است که نمونه های تهیه شده با مخلوط زایلیتول- ساکارز- اولیگوفروکتوز و زایلیتول- ساکارز نیز از نظر ویژگی های حسی امتیاز بالایی کسب کردند و تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند و با توجه به اثر متقابل روز و تیمار و بررسی سایر صفات در مقایسه با غلظت های مختلف زایلیتول در جایگزینی ساکارز بالاترین نمره به تیمار (T3) و (T6) تعلق یافت که هر دو تیمار حاوی ۵۰٪ قندالکی بودند.



شکل ۸- نقش غلظت های مختلف زایلیتول بر تخلخل ظاهری کیک

### نتیجه گیری

از آنجایی که شیرین کننده الکلی زایلیتول به تنهایی قادر به تامین ویژگی های کاربردی ساکارز نمی باشد، بنابراین استفاده از ترکیبی از این دو نتایج نزدیکتری به کیک های اسفنجی تهیه شده با ساکارز ایجاد کرد. استفاده تنها ۱۰۰٪ از شیرین کننده الکلی زایلیتول مورد استفاده درین تحقیق باعث کاهش در حجم، دانسیته جسمی و تخلخل کیک نسبت به کیک شاهد گردید، در حالی که کیک تهیه شده با زایلیتول- اولیگوفروکتوز - ساکارز (T6) باعث ایجاد بیشترین حجم، دانسیته جسمی و تخلخل و کمترین دانسیته ظاهری در کیک شد. کیک های اسفنجی تهیه شده با ۱۰۰٪ زایلیتول ویژگی تقارن ضعیف تری نسبت به کیک شاهد نشان داد و بیشترین تقارن در کیک تهیه شده با زایلیتول- اولیگوفروکتوز- ساکارز (T6) مشاهده شد. کمترین رطوبت در روز اول پخت میان تیمارها در کیک تهیه شده با ۱۰۰٪ زایلیتول (T2) و ۷۵٪ زایلیتول (T5) و بیشترین رطوبت در کیک حاوی

### منابع مورد استفاده

بیغمبردوست س ۵. ۱۳۸۸. تکنولوژی فرآورده های غلات ۲. انتشارات دانشگاه علوم پزشکی تبریز.

AACC, American Association of Cereal Chemists. 1999. Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul, Minnesota.

Attia ESA, Shehata HA and Askar A. 1993. An alternative formula for the sweetening of reduced-calorie cakes. Food Chemistry, 48: 169-172.

- Akesowan A. 2009. Quality of reduced-fat chiffon cakes prepared with erythritol-sucralose a replacement for sugar. *Pakistan Journal of Nutrition*, 8: 1383-1386.
- Baeva MR, Panchev IN and Terzieva VV. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. *Die Nahrung*, 44: 242-246.
- Frye AM and Setser CS. 1992. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry*, 69: 338-343.
- Granstram TB and Leisola M. 2009. Production and applications of xylitol. *Agro-Food Industry High-Technology*, 20: 27-31.
- Henan SP, Dufour JP, Hamid N, Harvey W and Delahunty CM. 2009. The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. *Food Science and Technology*, 43:1032- 1041
- Hicsasmaz Z, Yazgan Y, Bozoglu F and Katnas Z. 2003. Effect of polydextrose-substitution on the cell structure of the high-ratio cake system. *Food Science and Technology*, 36:441-450.
- Jia C, Kim YS, Huang W and Huang G. 2008. Sensory and instrumental assessment of Chinese moon cake: Influences of almond flour, maltitol syrup, fat, and gums. *Food Research International*, 41:930-936.
- Kocer D, Hicsasmaz Z, Bayindirli A and Katnas SA. 2006. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer. *Journal of Food Engineering*, 78:953-964.
- Lee CC, Wang HF and Lin SD. 2008. Effect of isomalto-oligosaccharide syrup on quality characteristics of sponge cake. *Cereal Chemistry*, 85:515-521.
- Lin SD, Hwang CF and Yeh CH. 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68:2107-2110.
- Mitchell H. 2006. *Sweeteners and sugar alternatives in food technology*. Blackwell Publishing. UK.
- Pasha I, Butt MS, Anjum FM and Shahzadi N. 2002. Effect of dietetic sweeteners on the quality cookies. *International Journal of Agriculture and Biology*, 4: 245-248.
- Pierce MM and Walker CE. 1987. Addition of sucrose fatty acid ester emulsifiers to sponge cakes. *Cereal Chemistry*, 64: 222-225.
- Pong L, Johnson JM, Barbeau WE and Stewart DL. 1991. Evaluation of alternative fat and sweetener systems in cupcakes. *Cereal Chemistry*, 68: 552-555
- Ronda F, Gamez M, Blanco CA and Caballero PA. 2005. Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry*, 90: 549-555.
- Rosenthal AJ. 1995. Application of aged egg in enabling increased substitution of sucrose by Litesse (polydextrose) in high-ratio cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68: 127-131.
- Winkelhausen E, Jovanovic-Malinovska R, Velickova E and Kuzmanova S. 2007. Sensory and microbiological quality of a baked product containing xylitol as an alternative sweetener. *International Journal of Food Properties*, 10: 639-649.
- Zoulias EI, Piknis S and Oreopoulou V. 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame - K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80: 2049-2056.