بررسی تأثیر جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز و ایزومالت بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی بیسکویت قالب غلتکی

الهه جلی[1*]، جواد کرامت[2]، محمد حجت‌الاسلامی[3]، مهشید جهادی[4]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد

۲. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان

۳. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرکرد، شهرکرد

۴. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۲۷، تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۲۵)

چکیده

بیسکویت یکی از فراورده‌های آرد است که به علت خواص حسی مطلوب و پایداری بالا، محبوبیت زیادی در جامعه دارد، اما مصرف زیاد آن به دلیل کالری بالا، منجر به بروز مشکلاتی نظیر افزایش وزن و چاقی می‌شود. در این تحقیق امکان جایگزینی ساکارز با کربوهیدرات‌های کم کالری مانند مخلوط سوکرالوز و ایزومالت در بیسکویت قالب غلتکی مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور قند ساکارز در نسبتهای ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد توسط مخلوط قندهای سوکرالوز و ایزومالت در بیسکویت قالب غلتکی جایگزین شد. نتایج حاکی از آن بود که با کاهش میزان ساکارز و افزایش میزان مخلوط سوکرالوز و ایزومالت رطوبت، چگالی و قابلیت پهن شدن نمونه‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P<0/05$). اما شاخص پراکسید و سختی بافت نمونه‌ها با افزایش جایگزینی به‌نحو معنی‌داری کاهش یافت ($P<0/05$). از سوی دیگر کیفیت فارینوگرافی خمیر بیسکویت با افزایش جایگزینی ساکارز روند کاهشی نشان داد ($P<0/05$). بین نمونه‌های تهیه شده با ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزینی در مقایسه با نمونه شاهد از نظر چگالی، رطوبت، رنگ، ابعاد و خصوصیات حسی تفاوت معنی داری دیده نشد ($P<0/05$). علاوه بر آن میزان کالری بیسکویت در این نمونه‌ها به ترتیب۱۸/۷ و۲۰/۱ درصد نسبت به نمونه شاهد کاهش نشان داد ($P<0/05$). هم‌چنین این دو نمونه از نظر طعم، تردی و پذیرش کلی تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ($P<0/05$). نتایج این پژوهش نشان داد مناسب‌ترین سطح جایگزینی ساکارز،۵۰ و ۷۵ درصد بوده که نزدیک‌ترین نتایج را از نظر خصوصیات حسی و فیزیکوشیمیایی به بیسکویت شاهد داشت و بعنوان یک بیسکویت کم کالری با خصوصیات بافتی مناسب می‌تواند تولید و به بازار مصرف ارائه گردد.

واژه‌های کلیدی: بیسکویت قالب غلتکی، ساکارز، سوکرالوز، ایزومالت، خواص فیزیکوشیمیایی.

* مسئول مکاتبات: elahejali@gmail.com

۱- مقدمه

امروزه علاقه رو به رشد انسان‌ها به سلامتی و داشتن یک رژیم غذایی مناسب منجر به افزایش تمایل آن‌ها به مصرف محصولات کم کالری شده است [۱]. بیسکویت یکی از مهم‌ترین فراورده‌های آرد است، که به علت سهولت نگهداری و مصرف، تولید آن رواج زیادی دارد. بیسکویت قالب غلتکی حاوی میزان بالای شکر و چربی است و مواد اصلی تشکیل دهنده آن آرد، شکر و روغن می‌باشد. شکر، در کنار ایجاد طعم شیرین، خواص کاربردی فراوانی را در فراورده‌های نانوایی فراهم می‌کند که در شکل ظاهری، رنگ، طعم و بافت محصول مؤثر است [۲ و۳]. ایجاد کیفیت مناسب در محصولات فاقد شکر، بدون استفاده از خواص کاربردی ساکارز دشوار می‌باشد [۴]. از آنجا که شیرین‌کننده‌های قوی مصنوعی قادر به تأمین تمامی ویژگی‌های کاربردی ساکارز نمی‌باشند، می‌توان از ترکیباتی مانند قندهای الکل بعنوان عامل پرکننده و بافت‌دهنده در فرمولاسیون فراورده‌های نانوایی استفاده کرد [۵ و۶]. جذب قندهای الکل در بدن بسیار آرام و ناقص بوده و انرژی حاصل از مصرف آن‌ها پائین می‌باشد [۷]. ایزومالت یکی از قند الکل‌های حاصل از تجزیه‌ی ساکارز است که در سیستم گوارشی تنها ۵۰ درصد آن متابولیزه شده و انرژی معادل ۲ کیلوکالری بر گرم فراهم می‌کند [۸]. طی سال‌های اخیر تعدادی از شیرین‌کننده‌های مصنوعی که شیرین‌تر از ساکارز می‌باشد، از جمله سوکرالوز، آسپارتام و آسه‌سولفام k بعنوان ترکیبات جایگزین شکر مطرح شده‌اند. سوکرالوز شیرین‌کننده مصنوعی کم‌کالری تهیه شده از ساکارز می‌باشد که حدود ۶۵۰ مرتبه شیرین‌تر از آن است و هر گرم این ترکیب معادل ۰/۱۸ کیلو کالری انرژی در بدن تولید می‌کند[۹و۱۰]. حضور سه اتم کلر در این ملکول به مقاومت بالای آن در مقابل تجزیه دستگاه گوارش کمک می‌کند [۱۱]. یکی از راه‌های مورد تأیید جهت تولید محصولات غذایی سالم و مناسب برای گروه‌های خاص جامعه مانند بیماران دیابتی، مبتلایان به بیماری‌های قلبی عروقی و یا افراد چاق، حذف ساکارز و جایگزین نمودن آن با مخلوط شیرین‌کننده‌های کم‌کالری می‌باشد [۱]. بررسی اثر شیرین‌کننده مصنوعی آسپارتام بر خواص فیزیکوشیمیایی بیسکویت در سال ۱۹۸۹، توسط ونکاتسوار[1] و همکاران نشان داد افزایش غلظت این ترکیب شدت رنگ قهوه‌ای، وزن و حجم مخصوص بیسکویت را کاهش می‌دهد و استفاده از قندالکل‌ها باعث کاهش اثرات منفی آسپارتام بر بافت و طعم بیسکویت می‌گردد [۱۲].

گالاگر[2] و همکاران در سال ۲۰۰۳ با بررسی اثر قند رافتیلوز[3] در بیسکویت بیان نمودند، با افزایش غلظت این قند شدت رنگ قهوه‌ای و سفتی بافت نمونه‌ها کاهش می‌یابد [۱۳]. در سال ۲۰۰۸ ساویتا[4] و همکاران در بررسی اثر سوکرالوز و مالتودکسترین بر خواص فیزیکوشیمیایی بیسکویت نشان دادند، با افزایش جایگزینی ساکارز، سفتی بافت، مطلوبیت رنگ، تردی و خصوصیات فیزیکی کاهش می‌یابد [۱۴]. نتایج تحقیقات گروه لین[5] نشان می‌دهد، جایگزین نمودن ساکارز با مخلوط شیرین‌کننده‌های قوی و قند الکل‌ها به دلیل مفید بودن برای گروه‌های خاص جامعه، دسترسی آسان و بر همکنش مناسب بین این دو گروه، مفید است [۱۵]. با توجه به اینکه تاکنون در ایران تحقیق جامعی پیرامون کاربرد قند کم‌کالری سوکرالوز و قند الکل ایزومالت در فرمولاسیون بیسکویت قالب غلتکی انجام نگرفته است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی امکان جایگزین کردن قند ساکارز با استفاده از مخلوط قندهای سوکرالوز، ایزومالت و تأثیر این جایگزینی بر خواص فیزیکوشیمیایی و حسی بیسکویت قالب غلتکی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- مواد اولیه: در این تحقیق شکر، شورتنینگ و آرد مخصوص پخت بیسکویت (مخلوطی از آرد ماکارونی و آرد نول به نسبت‌های مساوی) از شرکت کامور، شیر خشک نوع ۵، بیکربنات سدیم، بیکربنات آمونیوم و نمک طعام از شرکت سپاهان طب اصفهان و قندهای سوکرالوز و ایزومالت از شرکت کارگیل (Cargil) فرانسه تهیه شد.

۲-۲- روش تهیه بیسکویت: خمیر بیسکویت با استفاده از روش کرم و بر اساس جدول (۲) تهیه شد. برای تولید بیسکویت کم کالری، شکر در بیسکویت بین ۲۵ تا ۱۰۰ درصد کاسته شد و توسط مخلوط قندهای سوکرالوز/ ایزومالت جایگزین شد. نمونه‌های آزمایشی مورد

1. Venkateswara

2. Gallagher
3. Raftilose
4. Savita
5. Lin

جدول(۱) ویژگی‌های آرد

ویژگی	مقادیر گزارش شده
رطوبت	۱۰/۵۰ درصد
خاکستر	۰/۰۳ درصد در ماده خشک
گلوتن مرطوب	۲۴/۴۵ درصد
پروتئین	۹/۶۲ درصد در ماده خشک
عدد زلنی (میلی لیتر)	۲۰/۶۷ درصد
میزان جذب آب	۶۰/۹ درصد
زمان عمل آوری خمیر	۱/۹ دقیقه
مقاومت خمیر	۶/۵ دقیقه
درجه سست شدن بعد از ۱۰ دقیقه	۴۶ برابندر
درجه سست شدن ۱۲ دقیقه بعد از ماکزیمم مخلوط کردن	۵۵ برابندر
عدد کیفیت فارینوگراف	۳۱ برابندر

جدول (۲) مراحل تهیه خمیر با روش کرم

مواد اولیه	درصدبراساس وزن آرد	روش
شورتنینگ شکر	۲۰ ۳۰	مخلوط نمودن تا ایجاد حالت خامه‌ای (ایجاد کرم) (حدود ۸ دقیقه)
بیکربنات سدیم بیکربنات آمونیوم نمک طعام	۰/۵ ۱ ۱	حل‌کردن درمقداری از آب موجود در فرمولاسیون و افزودن به کرم و هم زدن تا ایجاد حالت خامه‌ای یکنواخت (حدود ۱۰ دقیقه)
پودر شیرخشک	۲	الک نمودن و افزودن به ترکیبات مرحله قبل
آب	۱۷/۵	افزودن جزء جزء طی مراحل تهیه خمیر
آرد	۱۰۰	افزودن و مخلوط نمودن با دیگر ترکیبات بعنوان آخرین جزء تشکیل خمیر با کیفیت مناسب

جدول (۳) فرمولاسیون بیسکویت قالب غلتکی شاهد و نمونه‌های تهیه شده با سطوح مختلف جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت

ویژگی‌های فارینوگرافی / گروه مورد مطالعه	میزان ساکارز (درصد)	میزان ایزومالت (درصد)	میزان سوکرالوز (درصد)
شاهد	۱۰۰	-	-
E_1	۷۵	۲۴/۹۷	۰/۰۳۰
E_2	۵۰	۴۹/۹۵	۰/۰۵۰
E_3	۲۵	۷۴/۹۳	۰/۰۷۰
E_4	-	۹۹/۹۱	۰/۰۹

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_4، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_3، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_2، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1

جدول (۴) تأثیر سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت برخواص فارینوگرافی خمیر بیسکویت

ویژگی‌های فارینوگرافی / گروه مورد مطالعه	پایداری خمیر (دقیقه)	عدد کیفیت فارینوگراف (میلی‌متر)	زمان گسترش خمیر (دقیقه)
شاهد	۶/۵	۲۰۰	۱/۹
E_1	۲/۲	۶۶	۲۰
E_2	۰/۸	۳۱	۲۰
E_3	۰/۲	۲۶	۱/۷
E_4	۰	۲۵	۰/۳

۱۰۰درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_4 ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_3، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_2 ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1

استفاده به صورت شاهد، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت (E_1)، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت (E_2)، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت (E_3) و ۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت (E_4) در جدول (۳) ذکر شده است. خمیر تهیه شده توسط غلتک مخصوص به ضخامت ۵/۵ میلی‌متر در آمده و سپس توسط قالب‌زن دوار به قطعات کوچک با قطر ۵۵ میلی‌متر تقسیم شد. قطعات خمیر وارد فر ۴ قسمتی مدل TF1000 ساخت شرکت اطلس شد و در دمای میانگین ۲۰۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۱۰ دقیقه پخته شد. بیسکویت‌ها سپس در دمای ۱۷ تا ۲۱ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳۰ دقیقه سرد شده و پس از دست‌یابی به دمای محیط، بسته بندی و تا انجام آنالیزهای بعدی به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند. پخت نمونه‌ها در دو تکرار و آزمون‌های فیزیکی، شیمیایی و حسی در سه تکرار انجام گرفت.

۲-۳- آزمون‌های آرد بیسکویت: رطوبت آرد مصرفی با استفاده از روش AACC ۴۴-۱۶، خاکستر بر اساس روش AACC ۸۰-۱۰، گلوتن مرطوب با روش AACC ۳۸-۱۰، پروتئین با روش AACC ۴۶-۱۲ و عدد زلنی بر اساس روش AACC ۵۶-۶۱ اندازه‌گیری شد و نتایج حاصل در جدول شماره (۱) گزارش شدند [۱۶].

۲-۴- آزمون‌های بیسکویت: رطوبت بیسکویت با استفاده از روش AACC ۴۴-۱۱ و چگالی بیسکویت با اندازه‌گیری نسبت وزن به حجم نمونه‌ها اندازه‌گیری شد [۱۲ و۱۴]. عدد پراکسید نمونه‌ها در طول ۴ ماه انبارمانی با استفاده از روش استاندارد ملی ایران (شماره۳۷) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در اندازه‌گیری عدد پراکسید نمونه‌ها اثرات مدت زمان نگهداری و نوع قند و در مورد سایر ویژگی‌ها اثر نوع قند مورد استفاده بررسی شد [۱۷]. به منظور اندازه‌گیری میزان کالری، در ابتدا حدود یک گرم نمونه توزین و سپس توسط دستگاه بمب کالری‌متر گالنکمپ مدل CBB 330 ساخت کشور انگلستان میزان کالری آن اندازه‌گیری شد. جهت کاهش خطای اندازه‌گیری در این آزمون، درصد و نوع آرد مصرفی در نمونه‌های مختلف یکسان بوده و میزان خطای سیستم بمب کالری‌متر در تعیین انرژی فیبر در تمامی نمونه‌ها یکسان بوده است [۱۸].

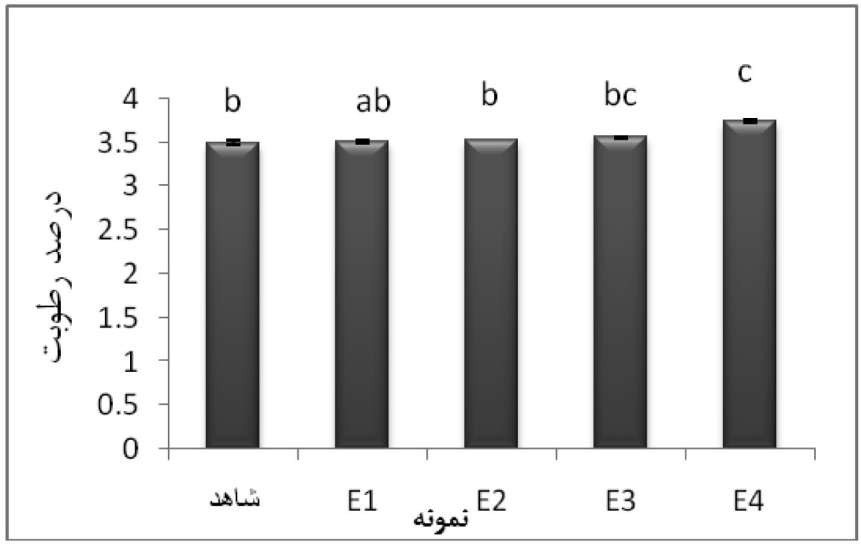
نمونه‌های بیسکویت قالب غلتکی به شکل مدور تولید شد و میانگین ابعاد (قطر و ضخامت) بیسکویت‌ها با روی هم قرار دادن ۱۰ عدد آن‌ها در ۵ تکرار با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. فاکتور پهن شدن با استفاده از معادله (۱) محاسبه شد. در بررسی این ویژگی‌ها تکه‌های خمیر[1] در نمونه‌های آزمایشی مختلف با وزن ثابت انتخاب شد [۱۴].

$$\text{فاکتور پهن شدن} = \frac{\text{ضخامت/ قطر تیمار آزمایشی}}{\text{ضخامت/ قطر تیمار شاهد}} \times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر مورد آزمون بر اساس روش ساویتا و همکاران، با استفاده از دستگاه مخلوط کن ۳۰۰ گرمی فارینوگراف ساخت شرکت برابندر آلمان بررسی شد. در این آزمون زمان گسترش خمیر[2]، ثبات خمیر[3] و عدد کیفی فارینوگراف[4] ارزیابی شد و نتایج حاصل در جدول شماره (۴) گزارش شدند (۱۴).

به منظور بررسی تأثیر غلظت قندهای سوکرالوز و ایزومالت بر سفتی بافت بیسکویت قالب غلتکی، نمونه‌ها ۲۴ ساعت پس از خنک شدن و نگهداری در دمای محیط با استفاده از دستگاه بافت‌سنج بروکفیلد مدل CT3 ساخت کشور امریکا مورد ارزیابی قرار گرفت و با روش آزمون خمش سه نقطه‌ای ارزیابی شد. در این آزمون ظرفیت ۵ کیلوگرم و سرعت حرکت پروب[5] (میله) ۱۰ میلی‌متر در دقیقه تعیین گردید و میزان نیروی لازم جهت شکست نمونه‌ها بر حسب نیوتن گزارش شد [۱۴]. رنگ سطح بیسکویت‌ها با استفاده از نرم افزار پردازشگر تصویر ویرایش ۶ اندازه‌گیری شد. بدین منظور ابتدا نمونه‌ها در داخل جعبه مخصوص قرار داده شد و توسط دوربین سونی[6] مدل DS5124 ساخت کشور کره، با حساسیت ۱۲ مگاپیکسل از نمونه‌ها عکس گرفته شد. سپس عکس‌ها با نرم افزار پردازشگر تصویر مورد ارزیابی قرار گرفت. سپس از طریق تعیین فاکتورهای روشنایی(*L)، قرمزی(*a) و زردی(*b) بدست آمده از نرم افزار مذکور ضریب قهوه‌ای شدن نمونه‌ها اندازه گیری شد. از معادلات (۲) و (۳) ضریب قهوه‌ای شدن محاسبه شدند [۱۹].

1. Batter
2. Development Time
3. Dough Stability
4. Farinograph Quality Number
5. Prob
6. Sony



شکل (۱) مقایسه میانگین محتوی رطوبتی بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_4، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت = E_3، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_2 ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1

(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)

$$X = \frac{(a^*+۱/۷۵\times L^*)}{(۵/۶۴۵\times L^*+a^*-۳/۰۱۲\times b^*)} \quad (۲)$$

$$BI = \frac{[۱۰۰\times(X-۰/۳۱)]}{۰/۱۷} \quad (۳)$$

۲-۵- ارزیابی ویژگی‌های حسی

جهت ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های مختلف جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت در بیسکویت قالب غلتکی از ۱۴ نفر ارزیاب آموزش دیده استفاده شد. برای این منظور از فرم ارزیابی هدونیک ۵ نقطه‌ای برای بررسی ویژگی‌های تردی و سفتی بافت، پس طعم باقیمانده در دهان، رنگ سطح بیسکویت و مطلوبیت کلی استفاده شد [۲۰].

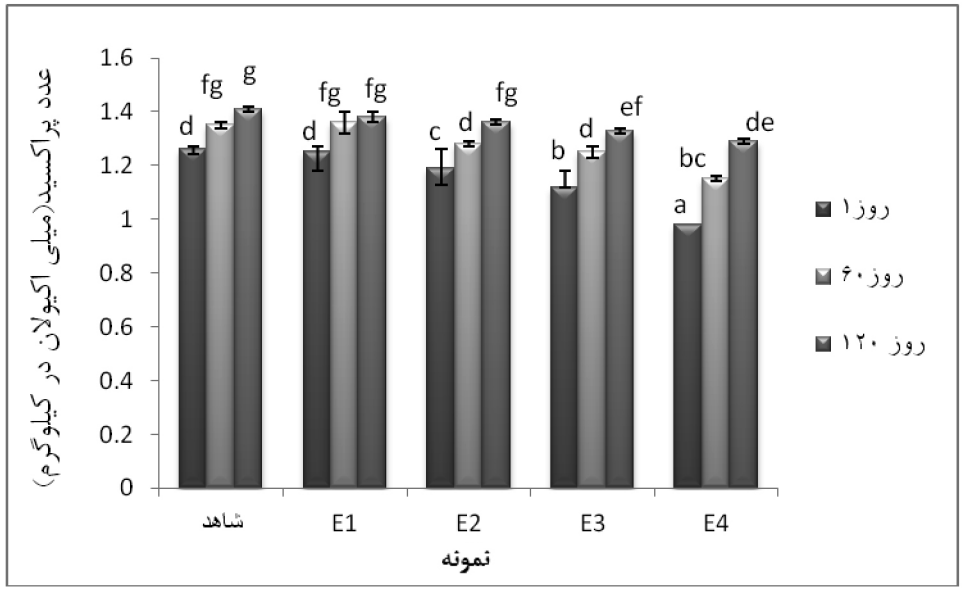
۲-۶- تجزیه و تحلیل آماری

کلیه آنالیزهای آماری روی بیسکویت توسط نرم افزار SPSS ویرایش ۱۸ انجام شد. آنالیز آماری نتایج به دست آمده با آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

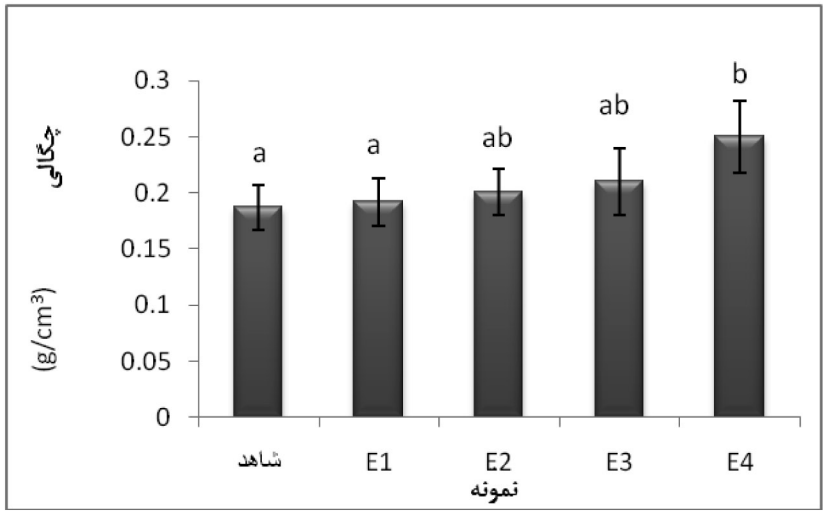
۳- نتایج و بحث

۳-۱-بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر رطوبت بیسکویت

تغییرات رطوبت بیسکویت‌های قالب غلتکی تهیه شده با درصدهای مختلف سوکرالوز/ ایزومالت در شکل (۱) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش جایگزینی ساکارز محتوی رطوبتی نمونه‌ها بطور معنی‌داری افزایش یافته است ($P<۰/۰۵$). نمونه‌های حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت (E_2 و E_3) محتوی رطوبتی مشابه نمونه شاهد نشان دادند. محتوی رطوبتی نمونه‌های حاوی مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بیشتر از نمونه شاهد بود، علت این امر را می‌توان به حضور قند الکل ایزومالت در فرمولاسیون بیسکویت نسبت داد. زیرا قندالکل‌ها به دلیل داشتن گروه‌های هیدروکسیل تمایل به نگه داشتن آب در ساختمان خود دارند [۲]. نتایج آزمایشات حاصل نشان داد، بهترین میزان جایگزینی شکر با بهترین محتوی رطوبتی، استفاده از مخلوط قندهای ساکارز و مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت تا سطح ۷۵ درصد است و این نتایج با یافته‌های حاصل از کار رندا و



شکل (۲) مقایسه میانگین شاخص پراکسید بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت طی نگهداری در دمای ۲۴ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲۰ روز. ۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_4، ۷۵درصد سوکرالوز/ ایزومالت = E_3، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_2 ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1 (یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند).



شکل(۳) مقایسه میانگین چگالی بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت ۱۰۰ درصد۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_4، ۷۵درصد سوکرالوز/ ایزومالت = E_3، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_2 ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)

همکاران و گروه فاریداه مشابه بود [۲۰و۲۱].

۳-۲- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر شاخص پراکسید

عدد پراکسید نمونه‌های مختلف طی مدت زمان ۱، ۶۰ و ۱۲۰ روز انبارداری در شکل (۲) نشان داده شده است. جایگزینی شکر با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت طی زمان انبارداری بر میزان عدد پراکسید بیسکویت تاثیر معنی داری دارد ($P<۰/۰۵$). به طوری‌که نمونه‌های تهیه شده با سطوح مختلف سوکرالوز/ایزومالت طی مدت زمان انبارش عدد پراکسید کمتری نسبت به نمونه شاهد نشان دادند. با جایگزینی بیشتر شکر عدد پراکسید نمونه‌ها نسبت به شاهد در مدت زمان ثابت بطور معنی‌داری کاهش یافت ($P<۰/۰۵$). به طوری‌که نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط سوکرالوز/ایزومالت (E_4) کمترین میزان عدد پراکسید نسبت به نمونه شاهد را نشان داد. کاهش شاخص پراکسید نمونه‌ها با افزایش سطوح جایگزینی ساکارز، را می‌توان به افزایش رطوبت نسبت داد. هر چه محتوی رطوبتی بیسکویت کمتر باشد، بیسکویت طی فرایند پخت، با حرارت بالاتری مواجه می‌شود. در نتیجه شدت فرایند اکسیداسیون با افزایش دما افزایش می‌یابد. در نمونه‌های کم‌کالری که محتوی رطوبتی بالاتری نسبت به نمونه شاهد دارند، طی فرایند پخت رطوبت در اثر گرمای نهان تبخیر از بافت بیسکویت گرفته می‌شود، در نتیجه به کاهش دمای بافت و کاهش شدت انجام فرایند اکسیداسیون منجر می‌شود. از طرف دیگر می‌توان بیان نمود با افزایش میزان قند ایزومالت قدرت نگهداری رطوبت بیسکویت افزایش می‌یابد، در نتیجه مقدار بیشتری از روغن موجود در فرمولاسیون به حالت امولسیون در آمده و از دسترس اکسیژن خارج می‌شود، در نتیجه شدت فرایند اکسیداسیون کاهش یافته است. بررسی هر نمونه به صورت مجزا طی مدت زمان انبارداری نشان داد، طی مدت ۴ ماه عدد پراکسید بطور معنی‌داری افزایش یافته است. دلیل آن حضور بیشتر عوامل اکسید کننده در کنار بیسکویت در طول زمان نگهداری می‌باشد [۱۳].

۳-۳- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر چگالی بیسکویت

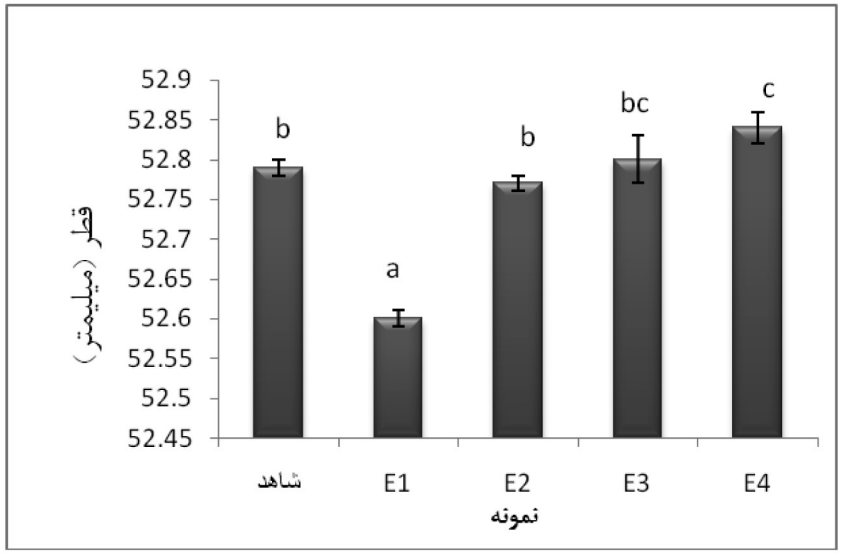
همانطور که در شکل (۳) نشان داده شده است، با جایگزینی مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت چگالی نمونه‌های مختلف به طور معناداری با یکدیگر تفاوت دارند. به طوریکه با افزایش جایگزینی شکر چگالی نسبت به نمونه شاهد بطور معنی دار افزایش می‌یابد. زیرا قند الکل‌ها موجب کاهش حجم فراورده‌های نانوایی می‌شوند [۲۰]. نورمحمدی و همکاران بیان نمودند، کاهش حجم در اثر حضور قند الکل ممکن است به دلیل کاهش مقاومت خمیر طی فرایند حرارتی باشد که به کاهش ویسکوزیته خمیر با افزایش میزان جایگزینی شکر و یا تغییر در مکانسیم‌های تنظیم حرارتی اثر حضور قند الکل ایزومالت مربوط می‌شود. از آنجایی که حجم و چگالی با یکدیگر نسبت معکوس دارند، در نتیجه باید انتظار داشت که با افزایش میزان ایزومالت دانسیته نمونه‌ها افزایش یابد [۷]. چگالی نمونه‌های E_2 و E_3 با شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد ($P<۰/۰۵$).

۳-۴- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر قطر و ضخامت میانگین بیسکویت

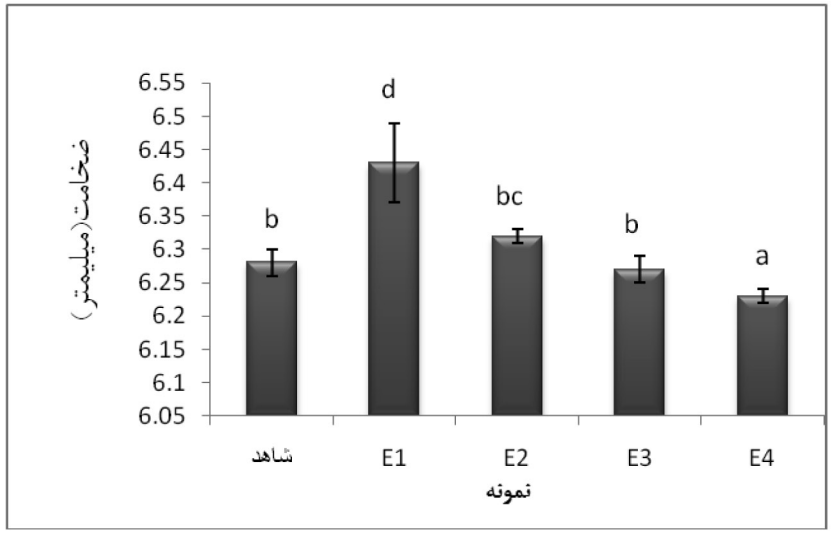
تغییرات قطر و ضخامت میانگین نمونه‌های مختلف به‌ترتیب در شکل‌های (۴) و (۵) نشان می‌دهد، که این فاکتورها با افزایش جایگزینی شکر بطور معنی‌داری نسبت به شاهد تغییر می‌نماید ($P<۰/۰۵$). نمونه‌های E_2 و E_3 قطر و ضخامت میانگین نزدیک‌تری به نمونه شاهد دارند ($P>۰/۵$). افزایش قطر میانگین نمونه‌ها نسبت به شاهد و همچنین کاهش ضخامت نمونه‌ها با افزایش غلظت قندهای جایگزین، به دلیل افزایش محتوای رطوبتی بیسکویت می‌باشد. از سوی دیگر قند الکلی ایزومالت به دلیل حلالیت بالایی که در آب دارد، موجب کاهش ویسکوزیته خمیر بیسکویت شده است. با افزایش جایگزینی ساکارز، سفتی خمیر کاهش یافته و در نتیجه موجب افزایش قطر نمونه‌ها پس از فرایند پخت و کاهش تدریجی ضخامت آن‌ها شده است [۱۴].

۳-۵- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر فاکتور پهن شدن بیسکویت

مطابق آنچه درشکل (۶) نشان داده شده است. تنها نمونه حاوی ۲۵ درصد مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت دارای اختلاف معنی داری با نمونه شاهد است ($P<۰/۰۵$). نمونه‌های حاوی ۵۰ و ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز/ایزومالت دارای فاکتور پهن



شکل (۴) مقایسه میانگین قطر بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت
۱۰۰ درصد سوکرالوز/ایزومالت=$E_۴$، ۷۵ درصد سوکرالوز/ایزومالت=$E_۳$، ۵۰ درصد سوکرالوز/ایزومالت=$E_۲$، ۲۵ درصد سوکرالوز/ایزومالت=$E_۱$
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)

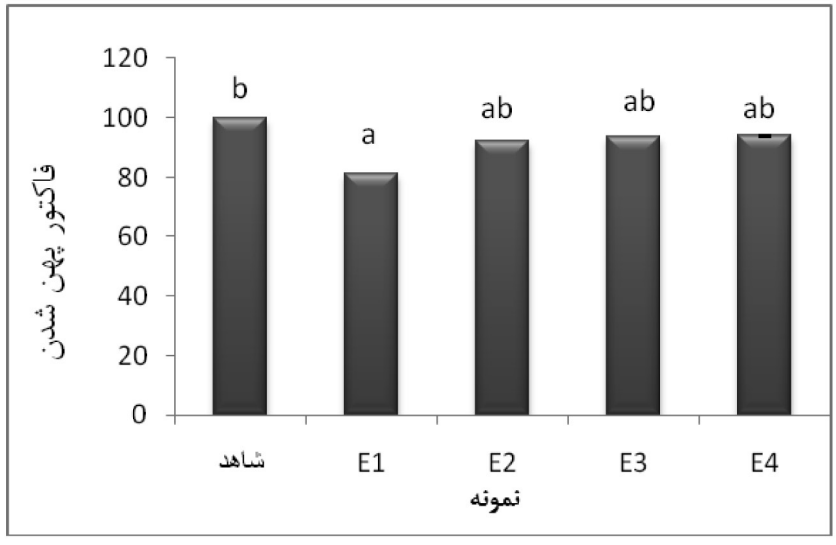


شکل (۵) مقایسه میانگین ضخامت بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت
۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=$E_۴$، ۷۵درصد سوکرالوز/ ایزومالت=$E_۳$، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=$E_۲$، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=$E_۱$
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)

شـــدن مشابه به نمونه شاهد می‌باشـــند ($P>0/5$). فاکتور پهن شدن همانطور که در نمودار (۶) دیده می‌شـــود، با افزایش نسبت جایگزینی ســـاکارز بتدریج افزایش یافته اســـت. این افزایش فاکتور پهن شـــدن نمونه‌ها به دلیل کاهش قوام خمیر بیســـکویت با جایگزینی ســـاکارز می‌باشـــد. کاهش قوام خمیر نیز به دلیل کاهش میزان ســـاکارز و در نتیجه کاهش میزان جذب آب خمیر می‌باشد، زیرا قند ساکارز نسبت به قند الکل ایزومالت دارای خاصیت نگهدارندگی رطوبت بالاتری است [۲۲]. قند الکل ایزومالت ســـاختار فشرده‌ای دارد، در حالیکه ساختار ملکولی ساکارز گسسته می‌باشد [۸].

۳-۶- بررســـی تاثیر جایگزینی ســـاکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر ویژگی‌های فارینوگرافی خمیر بیسکویت

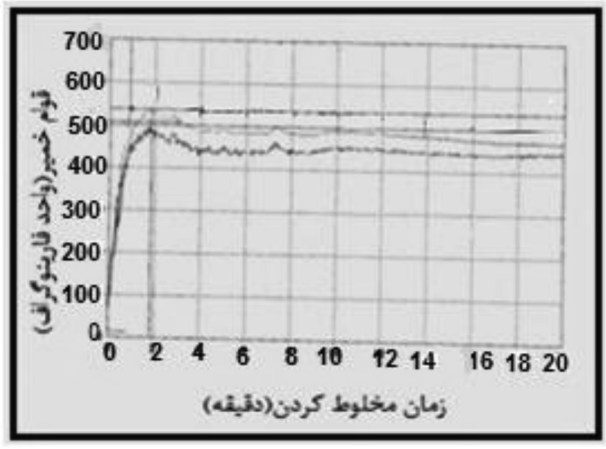
با توجه به جدول (۴) و فارینوگرام‌های موجود در شکل (۷) با افزایش جایگزینی شکر پایداری خمیر، عدد کیفی فارینوگراف و زمان گسترش خمیر بتدریج کاهش یافته است. مطابق فارینوگرام‌های موجود، پایداری خمیـــر برای نمونه شـــاهد ۶/۵۰ دقیقـــه بوده که این عـــدد با افزایش جایگزینی ســـاکارز به‌ترتیب کاهش یافته است. هم‌چنین عدد کیفیت فارینوگراف برای نمونه شـــاهد ۲۰۰ بوده اســـت و با جایگزینی ساکارز به‌ترتیب کاهش نشان داده است. زمان گسترش خمیر حاصل از نمونه شـــاهد برابر ۱/۹ دقیقه بوده که این عـــدد برای نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد ســـوکرالوز/ ایزومالت به حدود ۲۰ دقیقه افزایش یافته است و با جایگزینی بیشتر ساکارز کاهش یافته است. مطابق فارینوگرام‌های حاصل از نمودار (۷) با افزایش جایگزینی ساکارز میزان جذب آب، پهنای باند و قوام خمیر کاهش یافته، که این به دلیل حضور مقادیر آب بیشتر در خمیر این نمونه‌ها نسبت به شاهد می‌باشد. این نتایج نشان می‌دهد جایگزینی شکر با مخلوط قندهای سوکرالوز و ایزومالت می‌تواند تنها تا سطح ۵۰ درصد، خمیری با قوام مطلوب ایجاد نماید و با افزایش بیشتر جایگزینی، قدرت نگهداری آب بافت خمیر به شـــدت افت می‌نماید. با افزایش جایگزینی شکر تا ســـطح ۷۵ درصد مدت زمان توسعه خمیر نسبت به شاهد کاهش یافته اســـت، که این خاصیت احتمالا به دلیل حضور بیشـــتر آب در خمیر می‌باشد [۱۴]. با توجه به نتایج حاصل از آزمون‌های فیزیکوشیمیایی، بافتی و حسی انجام شده روی بیسکویت در این تحقیق مشـــاهده می‌شـــود که کاهش خصوصیات فارینوگرافی خمیر بیسکویت با جایگزینی تدریجی شکر هیچ تأثیر نامطلوبی بر شکل



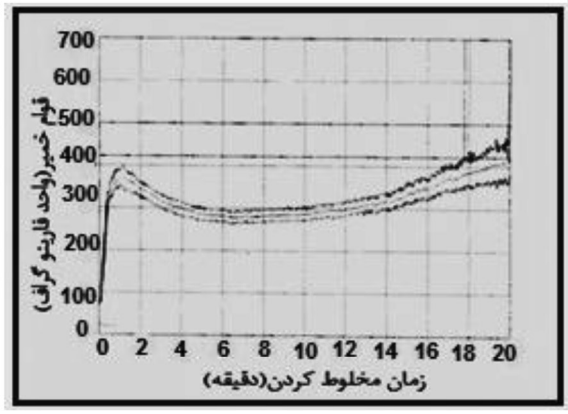
شکل(۶) مقایسه میانگین فاکتور پهن شدن بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_4 ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_3 ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =E_2 ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=E_1

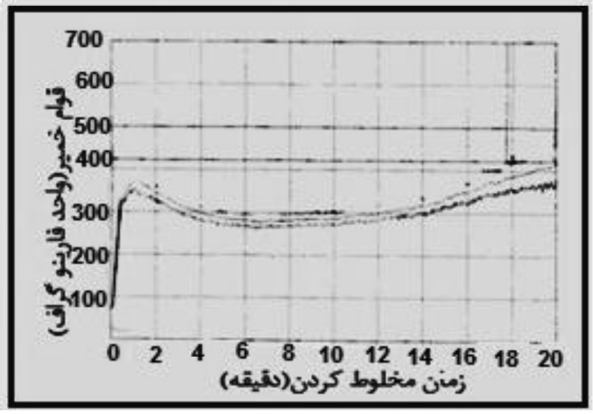
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)



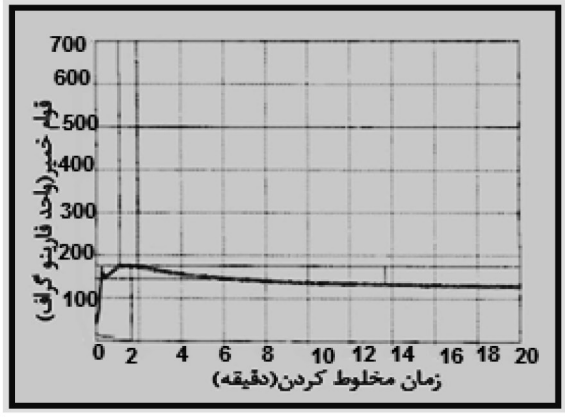
فارینوگرام تیمار شاهد



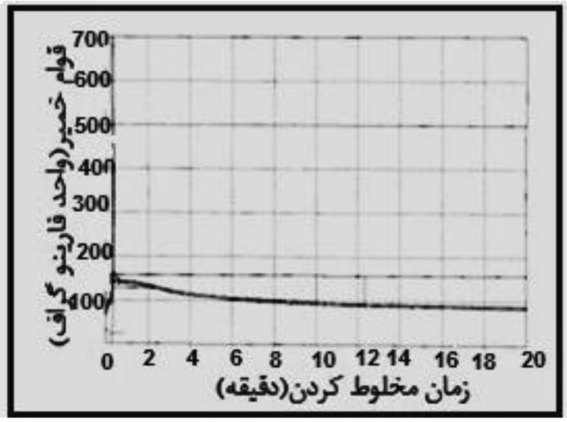
فارینوگرام E_1



فارینوگرام E_2



فارینوگرام E_3



فارینوگرام E_4

شکل (۷) تأثیر سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت برخواص فارینوگرافی خمیر بیسکویت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_4$ ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_3$ ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_2$ ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_1$

ظاهری، خواص فیزیکوشیمیایی و حسی نمونه‌ها ندارد.

۳-۷- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر سفتی بافت

همانطور که در شکل (۸) نشان داده شده است با افزایش میزان جایگزینی ساکارز سفتی بافت نمونه‌ها بطور معنی‌داری نسبت به نمونه شاهد کاهش داشته است ($P<0/05$). سفتی بافت بیسکویت در اثر واکنش بین شبکه گلوتنی و آب موجود در فرمولاسیون ایجاد می‌شود. قند الکل ایزومالت دارای حلالیت بالا در آب و خاصیت حفظ کنندگی رطوبت بیشتری در دماهای بالا نسبت به ساکارز می‌باشد، در نتیجه تمایل بیشتری به پیوند با آب دارد. این خاصیت موجب کاهش تعداد پیوندها بین شبکه گلوتنی و ملکول‌های آب شده و ایجاد بافتی نرم‌تر با افزایش جایگزینی شکر نسبت به نمونه شاهد می‌نماید. در نمونه‌های E_1 و E_2 به علت حضور بیشتر قند ساکارز خاصیت ویسکوزکنندگی بیشتر بوده است و در نتیجه سفتی بافت بیشتری ایجاد می‌شود. با کاهش قند ساکارز این قدرت ویسکوزکنندگی بطور ناگهانی کاهش یافته است و در نتیجه سفتی بافت نیز کاهش نشان داده است [۱۲].

۳-۸- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر ضریب قهوه‌ای شدن

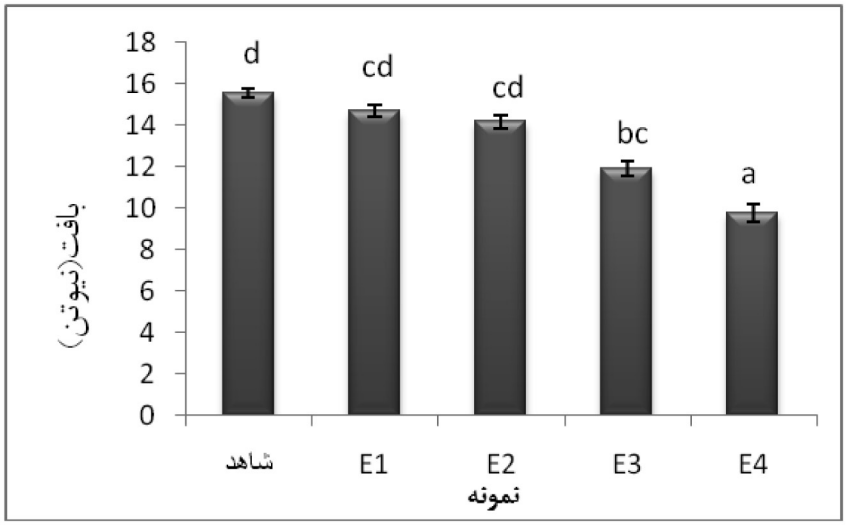
مطابق شکل (۹) نمونه‌های تهیه شده با ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد جایگزینی ساکارز توسط مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت (E۱، E۲ و E۳) دارای ضریب قهوه‌ای شدن نزدیک‌تری به شاهد بودند. نمونه‌های حاوی ۲۵ و ۵۰ درصد جایگزینی ساکارز اختلاف معنی‌دار با نمونه شاهد نشان نمی‌دهند ($P>0/5$). با افزایش غلظت قندهای جایگزین ساکارز، ضریب قهوه‌ای شدن بطور معنی‌دار کاهش یافته است ($P<0/05$). کاهش تدریجی ضریب قهوه‌ای شدن نمونه‌های حاوی سوکرالوز/ ایزومالت به دلیل کاهش میزان قند ساکارز و عدم شرکت نمودن قند الکل ایزومالت در واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌باشد. زیرا قند الکل ایزومالت فاقد گروه‌های کربونیل آزاد برای انجام واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد می‌باشد. فرایند ایجاد رنگ مطلوب در بیسکویت تحت تأثیر واکنش کاراملیزاسیون و واکنش قهوه‌ای شدن مایلارد رخ می‌دهد. با کاهش ساکارز در فرمولاسیون بیسکویت شدت انجام این واکنش‌ها و رنگ قهوه‌ای مطلوب کاهش یافته است. از طرف دیگر می‌توان بیان نمود، به دلیل مقاومت حرارتی بالای سوکرالوز، این قند در اثر فرایند پخت بیسکویت تجزیه نشده و وارد واکنش‌های قهوه‌ای شدن نمی‌گردد [۱۵ و۲۳].

۳-۹- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر کالری بیسکویت

همانگونه که در شکل (۱۰) نشان داده شده است. اندازه گیری میزان کالری تولیدی بیسکویت تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌ها نشان می‌دهد و کلیه نمونه‌های آزمایشی از نظر میزان کالری با نمونه شاهد اختلاف معنی‌دار دارد ($P<0/05$). با افزایش جایگزینی شکر میزان کالری بتدریج و بطور معنی دار کاهش یافت ($P<0/05$). کاهش میزان کالری نمونه‌ها به دلیل کاهش میزان ساکارز و افزایش مخلوط قندهای سوکرالوز/ایزومالت می‌باشد. سوکرالوز یک شیرین‌کننده بدون کالری بوده و تقریبا ۹۰ درصد سوکرالوز مصرفی از بدن دفع می‌گردد. ایزومالت قدرت شیرین‌کنندگی حدود ۰/۵ برابر ساکارز دارد و جذب آن در بدن بطور ناقص انجام می‌گیرد. در نتیجه با کاهش تدریجی میزان ساکارز در فرمولاسیون بیسکویت قالب غلتکی و افزایش مخلوط این دو شیرین‌کننده کاهش کالری کل نمونه‌های بیسکویت حاصل می‌شود [۲۰].

۳-۱۰- بررسی تاثیر جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت بر ویژگی‌های حسی بیسکویت

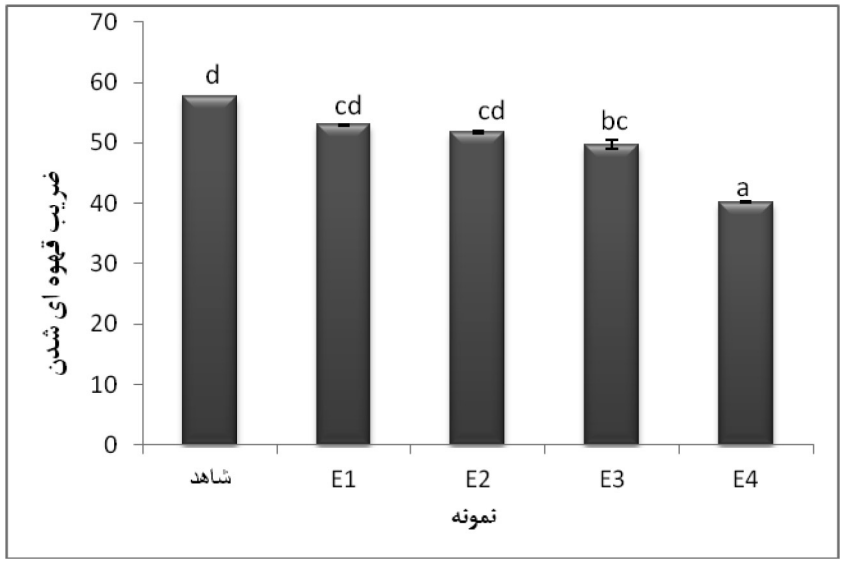
اثر نوع قند مورد استفاده بر طعم، تردی و مطلوبیت کلی بیسکویت قالب غلتکی در شکل (۱۱) نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهد نوع نمونه، تأثیر معنی‌داری بر ویژگی‌های حسی بیسکویت دارد. بیسکویت شاهد دارای بیشترین امتیاز مطلوبیت کلی در نمونه‌های E_1، E_2 و E_3 نتایج کاملا مشابهی به نمونه شاهد دارند. جایگزینی ۱۰۰ درصد ساکارز موجب کاهش معنی‌دار مطلوبیت کلی نمونه‌ها و دیگر تردی و وجود پس طعم نسبت به نمونه شاهد شد. بررسی این نمودار نشان می‌دهد، افزایش غلظت قندهای جایگزین ساکارز تأثیر معنی‌دار بر فاکتورهای حسی بیسکویت نشان داده است. امتیاز حسی بالاتر نمونه حاوی ۵۰ و ۷۵ درصد سوکرالوز/ایزومالت (به ترتیب حاوی ۵۰ و ۲۵ درصد ساکارز)



شکل (۸) مقایسه میانگین سفتی بافت بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_4$ ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_3$ ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_2$ ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_1$

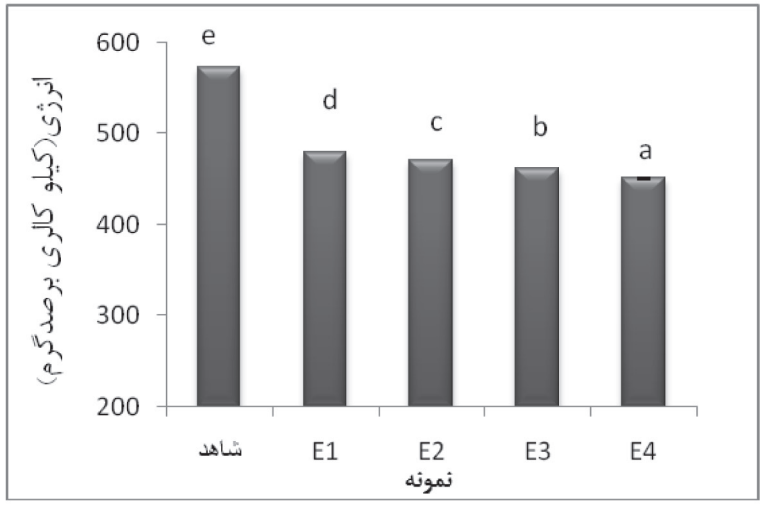
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)



شکل (۹) مقایسه میانگین ظریب قهوه‌ای شدن بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت.

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_4$ ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_3$ ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_2$ ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت $=E_1$

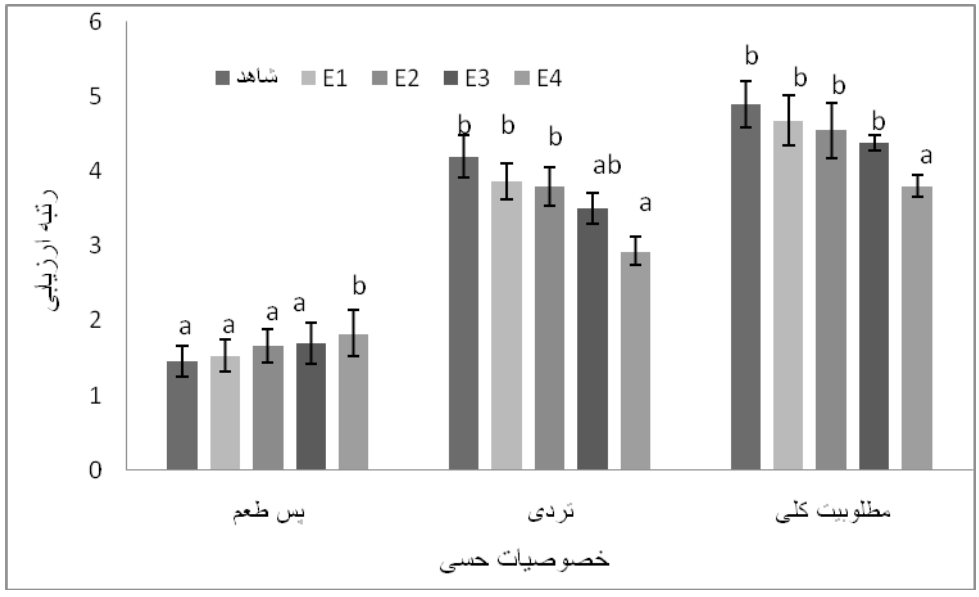
(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)



شکل (۱۰) مقایسه میانگین کالری بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ایزومالت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =$E_۴$ ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت = $E_۳$ ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =$E_۲$ ، ۲۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت=$E_۱$

(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)



شکل (۱۱) مقایسه میانگین خواص حسی بیسکویت در سطوح مختلف جایگزینی ساکارز با مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت

۱۰۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =$E_۴$ ، ۷۵ درصد سوکرالوز/ ایزومالت = $E_۳$ ، ۵۰ درصد سوکرالوز/ ایزومالت =$E_۲$ ، ۲۵ درصد سوکرالو/ ایزومالت=$E_۱$

(یافته‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، فاقد تفاوت آماری معنادار در سطح ۹۵٪ می‌باشند.)

نشان می‌دهد که به‌کار بردن ترکیب این سه قند در کنار یکدیگر نتایج قابل قبول‌تری را نسبت به نمونه حاوی ۱۰۰ درصد مخلوط سوکرالوز/ ایزومالت در بر دارد. کاهش شـــدت تردی با جایگزینی شکر به دلیل کاهش اثر به تأخیر اندازی دمای ژلاتینه شـــدن نشاسته توسط شکر می‌باشد که به کاهش تردی بیسکویت منجر می‌شود [۱۴و ۲۴].

۴- نتیجه‌گیری

جایگزین نمودن کامل ساکارز منجر به افت ویژگی‌های کیفی بیسکویت مانند تردی، رنگ، چگالی و همچنین خصوصیات فیزیکی مانند قطر، ضخامت و فاکتور پهن شـــدن می‌گردد. در بین نمونه‌های مورد آزمون در ایـــن پژوهـــش نمونه‌های تهیه شـــده بـــا ۵۰ و ۷۵ درصد مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز/ ایزومالت دارای نتایج مشابه با نمونه شاهد از نظر ویژگی‌های محتوی رطوبت، چگالی، قطر میانگین، فاکتور پهن شـــدن و خصوصیات حســـی بودند. این دو نمونه (تهیه شـــده با ۵۰ و ۷۵ درصد مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز/ ایزومالت) نزدیک‌ترین نتایج را با نمونه بیسکویت قالب غلتکی شاهد در سفتی بافت، میانگین ضخامت و شدت رنگ قهوه‌ای نشـــان دادند، لذا استفاده از ۲۵ درصد ســـاکارز به همراه ۷۵ درصد مخلوط شـــیرین کننده‌های ســـوکرالوز/ ایزومالت در فرمولاســـیون بیســـکویت جهت تولید یک بیسکویت کم کالری قالب غلتکی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

[1] Martinez, S., Sanz, A., Salvador, S. M. (2012). Rheological textural and sensorial properties of low sucrose muffins reformulated with sucralose /polydextrose. *J of Food Science and Technology*. 45, 213-220.

[2] Akesowan, A. (2009).Quality of reduced fat chiffon cakes prepared with erythritol sucralose as replacement for sugar. *Pakistan J of Nutrition*., 8, 1383-1386.

[3] Anonymous, S. (1987). Isomalt toxicological evaluation of certain food additives and contaminants. *J of Food Chemistry*, 20, 207-209.

[4] Bakr, A. A. (1997). Application potential for some sugar substitutes in some low energy and diabetic food. *J of Food Science and Technology*, 41, 170-175.

[5] Zoulias, E.I., Pikinis, S., Oreopoulou, V. (2000). Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low fat cookies. *J of Science of Food and Agriculture*, 80, 1–8.

[6] Zoulias,E. I.,Oreopoulou,V. (2002). Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. *J of Science of Food and Agriculture*. 82., 1637 -1644.

[7] Nourmohammadi, A., Peyghambardoust, S. H. (2011). Feasibility study of low-calorie cake repairation with erythritol and oligo-fructose. *Iranian J of Nutrition Sciences and Food Technology*, 7,85-92.(in Persian).

[8] Bakal, A. I. (1983). Functionally of combined sweeteners in several food applications. *J of Chemistry and Industry*, 18, 700-704.

[9] Branen, L., Davidson, M., Seppo, S. (2001). Food additives. 2th ed., Marcel dekker, New York, pp 580-588.

[10] Grotz,V. L., Munro, I. C. (2009). An over view of the safety of sucralose. *J of Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 55, 1-5.

[11] Jenner, M. R. (1989). The development and applicae tions of sucralose, a new high-intensity sweetener. *Canadian J of Physiology and Pharmacology*, 72, 435-439.

[12] Venkateswara Rao, G., Indrani, D. (1989). Studies on the use of artificial sweeteners in sweet bread and biscuits. *J of Food Science and Technology*, 26, 142-144.

[13] Gallagher, E., Braien, C. M., Scannell, A. G. M. (2003). Evaluation of sugar replacers in short dough biscuit production. *J of Food Engineering*, 56 , 261-263.

[14] Savitha, Y. S., Indrani, M. (2008). Effect of replacement of sugar with sucralose and maltodextrin on rheological characteristics of wheat flour dough and quality of soft dough and quality of soft dough biscuits. *J of Texture Studies*, 39 , 605- 616.

[15] Lin, S. D., Lee, C. C. (2005). Quality of chiffon cake prepared with in indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose. *J of Cereal Chemistry*., 82 , 405-413.

[16] AACC. (2000). Approved method of the American Association of Cereal Chemists. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. Ins.

[17] ISIRI. (1385). Biscuit- Specifications and test methods. 37. 6th Revision. (in Persian).

[18] Butt, M. S., Pasha, I. (2002). Use of low absorptive sweeteners in cakes. *International J of Agriculture and Biology*, 2 , 240-251.

[19] Sariciban,C., Tahsin,Yilmaz. M. (2010). Modelling the effects of processing factors on the changes on cokorparameters of cooked meatballs using response surface methodology. *J of World Applied Sciences*, 9 , 14-22.

[20] Ronda, F., Gomez, M. (2005). Effect of polyols and non-digestible oligosaccharids on the quality of suger free sponge cakes. *J of Food Chemistry*, 90 , 549-555.

[21] Faridah, S., Aziyah, N. (2012). Development of reduced calorie chocolate cake with jack fruit sid flour and polydextrose using response surface methodology. *J of International Food Research*, 19, 515-519.

[22] Pasimouli, V., vassiliki, O. (2011). The effect of alternative sweeteners on barter rheology and cake propertiec. *J of Science of Food and Agriculture*, 29, 99-105.

[23] Wetzel, R., Bel, L. (1998). Sensory evaluation of no sugar added cakes containing encapsulated aspartame. *J of Food Science and Technology*, 30, 395-399.

[24] Johnson, J. A. Srisuthep R. (1975). Physical and chemical properties of oligosacarides in cereal. *J of Cereal Chemistry*, 52 ,70-78.