

تأثیر شیرین کننده‌های ایزومالت و مالتودکسترین بر ویژگی‌های فیزیکی، بافتی و حسی بیسکویت بدون قند حاوی آرد کامل یولاف

نرگس نادیان^{۱*}، لیلا مصفی^۲، محمد حجت الاسلامی^۳، شهناز ادیب^۴

۱- مدیر فنی و علمی شرکت محصولات رژیمی و بدون قند کامور، اصفهان، ایران

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرضا

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد

۴- مسئول اداره صدور پروانه‌ها و صادرات و واردات اصفهان

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۷/۰۵)

چکیده

بیسکویت یکی از مهم‌ترین فرآورده‌های آرد است که به علت خصوصیات حسی مطلوب، سهولت مصرف و عمر ماندگاری بالا محبوبیت زیادی در بین گروه‌های سنی مختلف جامعه دارد. امروزه صنعت غذا به محصولات بدون قند طبیعی، فراسودمند و با ارزش تغذیه‌ای بالا، علاقه بسیاری را نشان می‌دهد. در این راستا، برای دستیابی به هدف مذکور، در این پژوهش از شیرین‌کننده‌های طبیعی و آرد کامل یولاف برای تولید بیسکویت استفاده گردید و طی سه مرحله تهیه آن اجرا شد. در مرحله اول تلخی‌زدایی، پوست‌گیری و آسیاب آرد کامل یولاف صورت گرفت. در مرحله دوم، به منظور بررسی و بهینه‌سازی تولید بیسکویت بدون قند، سه متغیر مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف هر کدام در پنج سطح تعیین گردید. پس از آن با طراحی فاکتوریل جزئی در قالب طرح مرکب مرکزی، تیمارهای مختلفی بر اساس سطوح متغیرهای مورد بررسی تولید شد. سپس نمونه‌های بیسکویت از نظر خواص فیزیکی (میانگین ضخامت، نسبت سطح به ضخامت و دانسیته)، ویژگی‌های بافتی و ارزیابی حسی مورد مطالعه قرار گرفت. با توجه به نتایج به دست آمده هیچ یک از متغیرها بر میزان قرمزی، دانسیته، طعم و رنگ بیسکویت اثر معنی‌داری در سطح احتمال $p < 0.05$ نداشتند. میزان آرد کامل یولاف بر پارامترهایی مانند میزان سختی، میزان روشنایی، اندیس قهوه‌ای شدن، میزان اختلاف رنگ، میانگین ضخامت، نسبت سطح به ضخامت و مقبولیت کلی اثر معنی‌داری داشت. ایزومالت بر مقادیر پانچ، اندیس قهوه‌ای شدن و میزان خمش اثر معنی‌دار داشت. مالتودکسترین نیز بر میزان سختی، میزان خمش، میزان زردی و اختلاف رنگ اثر معنی‌داری داشت. به طور کلی نتایج حاصل از آزمون‌های بافت، حسی و فیزیکی، سطوح بهینه متغیرها برای فرمولاسیون بیسکویت فوق را، میزان ۲/۷۳ درصد مالتودکسترین، ۱۶/۷۳ درصد ایزومالت و ۱۱/۳۹ درصد آرد کامل یولاف نشان داد. بیسکویت تولید شده با این سطوح بهینه، میانگین ضخامت ۵/۹۸، نسبت سطح به ضخامت ۴۹۳/۷۵ و مقبولیت کلی ۴/۵۰ را داشت. با مقایسه نتایج حاصل و مقادیر پیش بینی شده مشخص گردید که مدل تعیین شده به خوبی می‌تواند برای بیسکویت بدون قند حاوی آرد کامل یولاف به کار رود.

کلید واژگان: مالتودکسترین، ایزومالت، آرد کامل یولاف، بیسکویت

* مسئول مکاتبات: nnadian44@gmail.com

۱- مقدمه

امروزه محصولات غله‌ای از قبیل نان، کیک و بیسکویت به طور گسترده در جهان مورد مصرف قرار می‌گیرند و به یک بخش غیر قابل حذف در رژیم غذایی تبدیل شده‌اند اما در بسیاری از این محصولات، به ویژه بیسکویت از مقادیر زیادی شکر استفاده می‌شود [۱]. به دلیل عدم متابولیسم شدن گلوکز حاصل از هیدرولیز ساکارز در بدن بدون وجود انسولین و افزایش سطح قند خون در افراد دیابتی به دلیل تولید مقادیر پایین انسولین در پانکراس (دیابت نوع ۱) و کاهش گیرنده‌های انسولین در سطح سلول‌ها (دیابت نوع ۲) تقاضای روزافزونی برای مواد غذایی ویژه افراد دیابتی وجود دارد. زمانی که شکر از فرمولاسیون حذف گردد، باید از ترکیبات جایگزین برای جبران کمبود آن استفاده کرد [۱]. از آنجائی که شیرین‌کننده‌های سنتزی قادر به تأمین تمامی ویژگی‌های ساکارز نمی‌باشند می‌توان از ترکیباتی مانند قندهای الکلی به عنوان پرکننده جایگزین ساکارز در فرمولاسیون استفاده کرد [۳]. جذب قندهای الکلی در بدن بسیار آرام و ناقص بوده و انرژی حاصل از مصرف آن‌ها پایین می‌باشد [۴].

ایزومالت یکی از قندهای الکلی حاصل از تجزیه‌ی ساکارز است که در سیستم گوارشی تنها ۵۰ درصد آن متابولیزه شده و انرژی معادل ۲ کیلوکالری بر گرم فراهم می‌کند. میزان شیرینی ایزومالت ۰/۴۵ تا ۰/۶ برابر ساکارز می‌باشد [۴]. ساختمان شیمیایی ایزومالت به دلیل مقاومت حرارتی بالای آن تغییر نمی‌یابد. این ویژگی، ایزومالت را برای استفاده در فرآورده‌های نانوایی و بیسکویت بسیار مناسب می‌کند [۵-۸].

مالتودکسترین محصول هیدرولیز اسیدی یا آنزیمی نشاسته است که از الیگومرها یا پلی‌مرهای D-گلوکز با پیوندهای $\alpha(1 \rightarrow 4)$ تشکیل شده و معمولاً معادل دکستروز (DE) کم‌تر از ۲۰ دارد. در مقایسه با دیگر هیدروکلئیدهای در دسترس دارای طعم مطلوب‌تر و احساس دهانی بهتری می‌باشد. این ترکیب به عنوان یک افزودنی غذایی حدود ۳۵ سال است که مورد استفاده قرار می‌گیرد و در سیستم‌های غذایی می‌تواند چندین نقش از جمله بهبود بافت، حجم دهنده، ممانعت از ایجاد کریستال‌های یخ در محصولات منجمد، تشکیل فیلم، ایجاد درخشندگی در سطح، بهبود حلالیت اجزای

تشکیل‌دهنده‌ی غذا و کنترل فرایند قهوه‌ای شدن مایلارد را بر عهده داشته باشد. همچنین، می‌توان از آن در امولسیون‌های غذایی به نسبت معینی به عنوان جانشین چربی استفاده نمود [۹]. نقش مالتودکسترین در فرآورده‌های نانوایی و قنادی کنترل و حفظ رطوبت، ایجاد بافت مناسب، احساس دهانی نرم و مطلوب و رنگ طلایی می‌باشد [۸].

یولاف منبع خوب پروتئین با ارزش تغذیه‌ای بالاست و در غنی‌سازی محصولات که کمبود پروتئین دارند، می‌توان از آن به عنوان یک منبع مناسب استفاده نمود. ارزش تغذیه‌ای، قیمت ارزان و حضور فیبرهای رژیمی در سبوس یولاف که در کاهش قند و کلسترول خون و ممانعت از امراض قلبی و سرطان روده مؤثر می‌باشند، آن را منبع مناسبی جهت تغذیه انسان قرار می‌دهد. سبوس یولاف حاوی ۲۱/۸٪ بتاگلوکان است، در حالیکه سبوس گندم تنها ۳-۲٪ بتاگلوکان دارد. این پلی‌ساکارید ویسکوز و محلول، قابلیت پایین آوردن قند و کلسترول خون را دارد [۱۰].

مجدوبی و همکاران در سال ۱۳۹۱، ویژگی‌های خمیر و بیسکویت غنی‌شده با سبوس جودوسر را ارزیابی کردند. در این تحقیق اثرات جایگزینی مقادیر مختلف (۰، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد) سبوس جودوسر (به عنوان یک منبع غنی فیبر) با آرد گندم بر ویژگی‌های خمیر بیسکویت حاصل از آن بررسی گردید. نتایج نشان داد که با افزایش درصد سبوس، مدول یانگ خمیر بیسکویت افزایش، ولی فنریت و پیوستگی آن کاهش می‌یابد. همچنین، بافت بیسکویت سفت‌تر و کار لازم برای شکستن آن افزایش یافت. بررسی رنگ نمونه‌ها نشان داد که رنگ پوسته با افزایش درصد سبوس تیره، قرمزتر و زردتر گردید. بر اساس نتایج ارزیابی حسی، افزودن بیش از ۱۵ درصد سبوس اثرات نامطلوب قابل توجهی بر ویژگی‌های کیفی نمونه‌ها داشت [۱۱].

هاریسون و بارانل در سال ۲۰۱۲ به بررسی اثر جایگزینی گرانول‌های شکر با مخلوط شیرین‌کننده‌های سوکرالوز و مالتودکسترین-ایزومالت با نسبت‌های ۷۰:۳۰ درصد، ۶۰:۴۰ درصد و ۵۰:۵۰ درصد در کوکی شکلاتی پرداختند. نتایج نشان داد با افزایش درصد جایگزینی شکر قطر کوکی‌ها، سفتی و شدت رنگ قهوه‌ای کاهش و ضخامت و فعالیت آبی آن‌ها افزایش می‌یابد. از نظر خواص حسی (ظاهر، طعم، بافت و

کامور تهیه شدند. مواد شیمیایی همه از شرکت مرک آلمان تهیه گردید.

تلخی زدایی و تهیه آرد کامل یولاف

در این تحقیق دانه‌های یولاف پوست‌گیری و بوجاری گردید و عمل آنزیم‌بری در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت (رطوبت هوا ۳۰-۳۵٪) در دیگ دو جداره صورت گرفت. دانه‌های تلخی زدایی شده با آسیاب چکشی به آرد تبدیل شد به طوری که پس از عبور از الک ذرات حاصل اندازه‌ای مشابه با اندازه ذرات آرد مورد استفاده در بیسکویت داشتند.

روش تهیه بیسکویت

در این تحقیق مواد لازم برای تهیه خمیر بیسکویت، شامل آرد گندم، روغن قنادی، آب، پودر تخم‌مرغ، سدیم بی‌کربنات، آمونیوم بی‌کربنات، وانیل و لسیتین و سطوح مختلفی از ایزومالت و مالتودکسترین و آرد کامل یولاف بودند. به منظور بررسی و به دست آوردن فرمول بهینه بیسکویت هر یک در پنج سطح طبق جدول ۱ تعیین شدند. با استفاده از طراحی فاکتوریل جزئی در قالب طرح مرکب مرکزی، ۲۰ تیمار مختلف بر اساس سطوح متغیرهای مورد بررسی مشخص شد و سپس بیسکویت‌ها بر اساس تیمارهای تعیین شده فرموله و تهیه گردید.

برای تهیه خمیر مطابق با روش ساویتا و همکاران (۲۰۰۸)، ابتدا روغن و لسیتین به خوبی مخلوط شدند تا کاملاً یکنواخت گردید، سپس همه مواد به جزء آرد به فرمول اضافه و به خوبی به مدت ۱۵-۱۰ دقیقه مخلوط شدند. بعد از آن در دو مرحله، آرد اضافه و در هر مرحله به خوبی با مخلوط‌کن به مدت ۲-۱ دقیقه مخلوط شد. خمیر بیسکویت، به وسیله دستگاه فرمینگ قالب‌گیری شد و در فر پخت با دمای ۲۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد و پس از پخت تا رسیدن به دمای محیط، به مدت ۲۰ دقیقه خنک گردید. بیسکویت‌های تولید شده در کیسه‌های پلی اتیلنی با ضخامت ۰/۲ میلی‌متر بسته بندی و با دستگاه دوخت حرارتی درب‌بندی و در جای خشک و خنک نگهداری شد [۱۴].

پذیرش کلی) تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های تولیدی و گروه شاهد وجود نداشت. گسترش کوکی‌ها به عنوان فاکتور کیفیت کلی با افزایش جایگزینی کاهش یافت [۱۲].

حمزه لویی و همکاران در سال ۱۳۸۸، اثر جایگزینی شیرین‌کننده استویا به جای شکر بر اندیس پراکسید چربی بیسکویت را مورد بررسی قرار دادند. جایگزینی شیرین‌کننده‌های استخراج شده از استویا به جای شکر در فرمولاسیون بیسکویت، علاوه بر آن که موجب ایجاد طعم شیرین و مطلوبی در این محصول گردید، از طریق کاهش اندیس پراکسید چربی استخراجی نیز موجب بهبود کیفیت و افزایش عمر ماندگاری محصول شد [۱۳].

در سال ۲۰۰۸ ساویتا و همکارانش، به بررسی تأثیر جایگزینی ساکارز با سوکرالوز و مالتودکسترین بر خواص رئولوژیکی خمیر و کیفیت بیسکویت حاصل از آن پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد، می‌توان ۳۰ درصد شکر در فرمولاسیون بیسکویت را توسط مخلوط سوکرالوز-مالتودکسترین جایگزین کرد. خواص کیفی بیسکویت‌های کم-کالری قابل مقایسه و مشابه با بیسکویت‌های معمولی و شیرینی آن قابل قبول بود [۱۴].

با توجه به مناسب بودن بیسکویت به عنوان میان وعده غذایی به جهت دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و نیز اهمیت وجود بیسکویت‌های رژیمی متنوع و متناسب با انواع ذائقه‌ها در سبد فروش این کالا و همچنین مزایای کاهش مصرف قند در وعده‌های غذایی و تولید محصولی فراسودمند، هدف از این پژوهش اثر افزودن شیرین‌کننده‌های جایگزین شکر (مالتودکسترین و ایزومالت) به همراه آرد یولاف و تعیین مقدار مناسب آن در فرمولاسیون بیسکویت می‌باشد به طوری که خواص مورد نظر در بیسکویت (به لحاظ فیزیکی، بافتی و حسی) مطلوب بماند.

۲- مواد و روش‌ها

مواد شیمیایی

آرد کامل یولاف از شرکت پاکان بذر اصفهان و ایزومالت، مالتودکسترین و استویا از شرکت کارگیل آلمان خریداری شدند. مابقی مواد از کارخانه محصولات بدون قند و رژیمی

Table 1 Variables and measuring levels for preparation of biscuits

Variables	levels				
Code	+1.68	+1	0	-1	-1.68
Isomalt	20	17	15	12.27	1
Maltodextrin	3	2.4	2	1.4	1
Oat flour	15	12	10	7	5

۳- بررسی خواص فیزیکی

۳-۱- اندازه‌گیری نسبت سطح به ضخامت

بیسکویت

میانگین ابعاد بیسکویت‌ها با قرار دادن ۴ عدد آن‌ها روی یکدیگر در ۳ تکرار با کولیس اندازه‌گیری شد. سپس مساحت بیسکویت محاسبه شد (۱۴).

(معادله ۱)

$$x = \frac{(a^* + 1.75 \times L^*)}{(5.645 \times L^* + a^* - 3.012 \times b^*)}$$

(معادله ۲)

$$BI = \frac{[100 \times (x - 0.31)]}{0.17}$$

(معادله ۳)

ΔE نیز نشان‌دهنده اختلاف رنگ نمونه‌ها با نمونه کنترل است که از فرمول زیر محاسبه شد. در این فرمول ΔL اختلاف در روشنایی، Δb اختلاف در آبی-زردی و Δa اختلاف در قرمزی-سبزی هر نمونه با نمونه کنترل است [۱۷].

(معادله ۴)

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta L)^2}$$

۶- ارزیابی حسی

خواص ارگانولپتیک بیسکویت‌ها با استفاده از آزمون هدونیک ۵ نقطه‌ای با تعداد ۲۰ پنلیست ارزیابی شد. تمامی بیسکویت‌ها بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در شرایط یکسان از نظر رنگ، بافت، طعم، پس طعم و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. فرم‌های مربوط به ارزیابی حسی تهیه و در اختیار اعضای گروه ارزیابی چشایی قرار داده شد و از پنلیست‌ها خواسته شد که نمونه‌ها را ارزیابی کرده و بین ۱ (بدترین حالت) تا ۵ (بهترین حالت) به نمونه‌ها نمره دهند.

۷- تجزیه و تحلیل آماری

نتایج آزمون‌های بیسکویت‌ها توسط مدل آماری RSM ارزیابی شد. آنالیز نتایج در چهار بخش تجزیه واریانس و مدل سازی فرآیند، رسم نمودارهای رویه پاسخ سه بعدی، تعیین شرایط بهینه

$$\text{نسبت سطح به ضخامت} = \frac{\text{سطح}}{\text{ضخامت}}$$

۳-۲- اندازه‌گیری حجم و دانسیته ظاهری

بیسکویت

به منظور اندازه‌گیری حجم نمونه‌های مختلف بیسکویت از روش جابه‌جایی دانه‌های ارزن استفاده شد. در این روش پس از توزین یک ظرف خالی، حجم ظرف توسط آب، اندازه‌گیری گردید. سپس ظرف مذکور، با استفاده از دانه‌های ارزن به طور کامل پر شد (سطح دانه‌ها باید بوسیله یک خط‌کش بلند که بر روی سطح ظرف کشیده می‌شود، کاملاً صاف گردد)، سپس با تقسیم وزن بیسکویت بر حجم آن دانسیته هر نمونه بدست آمد [۱۵].

۴- بررسی خواص بافتی

آزمون خمش سه نقطه‌ای و پانچ، برای بدست آوردن ویژگی‌های بافتی بیسکویت، به وسیله دستگاه بافت‌سنج انجام شد [۱۶].

۵- ارزیابی رنگ

ارزیابی رنگ نمونه‌های بیسکویت در سه تکرار توسط دستگاه هانت‌رلب انجام شد و فاکتورهای رنگ سنجی (L^* ، a^* ، b^*) تعیین شد.

محاسبه عدد X و سپس ضریب قهوه‌ای شدن^۱ طبق معادلات زیر صورت گرفت [۱۷].

1. Browning Index

این که آرد کامل یولاف فاقد گلوتن است، همین امر سبب می‌شود تا شبکه ویسکوالاستیک گلوتمی به خوبی تشکیل نشده و در نتیجه میزان گسترش‌پذیری خمیر حاصل افزایش یافته و خمیر در زیر قالب پهن‌تر شده و به دنبال آن کاهش ضخامت در نمونه‌های بیسکویت دیده شود. کبیر و همکاران (۱۳۸۵) نیز گزارش کردند، با افزایش درصد جایگزینی آرد یولاف به جای آرد گندم در فرمولاسیون نان، به دلیل فقدان گلوتمی در آرد یولاف و عدم تشکیل شبکه الاستیک مناسب، نان حاصل سست بوده و سریع پاره می‌شود. همچنین آرد یولاف دارای چربی بالاتری است که به خمیر سیالیت بیشتری داده و خمیر نرم‌تر شده و ضخامت آن کاهش می‌یابد [۱۸]. پومرانز و شالنبرگر (۱۹۷۱)، نیز به این مطلب اشاره کردند. از طرفی آرد کامل یولاف حاوی سبوس با اندازه ذرات درشت است که سبب پارگی در شبکه گلوتمی حاصل آرد گندم شده و در نهایت ساختار خمیر حجم خود را از دست می‌دهد از طرفی تعداد زیاد گروه‌های هیدروکسیل موجود در ساختار فیبر موجود در آرد کامل یولاف با ایجاد پیوندهای هیدروژنی جذب آب را افزایش می‌دهند. در نتیجه سبوس با نگهداری رطوبت و کاهش میزان سختی، منجر به کاهش حجم و ضخامت نمونه‌های بیسکویت می‌شود [۱۹]. تسلیمی و همکاران (۱۳۸۷)، در بررسی اثر سبوس جو دوسر بر خواص رئولوژیکی نان سنگک به نتیجه مشابهی دست یافتند [۲۰].

۸-۲- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف بر نسبت سطح به ضخامت

بیسکویت

مدل مربوط به نسبت سطح به ضخامت:

(معادله ۶)

$$Y = 85/44 + 3/299C - 5/575C^2 + 2/867AB$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل مالتودکسترین و ایزومالت (AB) وجود دارد. نتایج نشان داد که آرد کامل یولاف تأثیر معنی‌داری (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) بر نسبت سطح به ضخامت بیسکویت دارد ($p < 0/05$). با افزایش مقدار مالتودکسترین در سطوح پایین مقدار ایزومالت (شکل ۱)،

برای حصول بهترین نمونه و در نهایت پیش‌بینی مقادیر متغیرهای هدف در شرایط بهینه به کمک نرم افزار آماری مینی‌تپ ۱۶ انجام گرفت.

۸- نتایج و بحث

به منظور تهیه مدلی که اثر متغیرهای مورد بررسی را روی هر یک از فاکتورهای هدف توصیف کند، از ضرایب برآورد شده از تجزیه واریانس نتایج استفاده می‌شود. بر این اساس A، B و C به ترتیب ضرایب هر یک از فاکتورهای مقدار مالتودکسترین، مقدار ایزومالت و مقدار آرد کامل یولاف می‌باشد وقتی که اثر آن‌ها بر نتایج به صورت معادله درجه یک باشد. ضرایب این فاکتورها در حالتی که به صورت معادله درجه دوم اثرگذار باشند، A^2 ، B^2 و C^2 بوده و چنانچه این فاکتورها اثر متقابل بر یکدیگر داشته باشند از ضرایب AB، AC و BC استفاده می‌شود.

به منظور مدل‌سازی ابتدا باید مشخص کرد هر یک از موارد تعیین شده اعم از درجه یک، درجه دو و اثر متقابل در چه سطحی معنی‌دار شده‌اند که این مطلب با بررسی p مربوط به هر یک مشخص می‌شود. برای تهیه مدل در سطح ۹۵ درصد، مواردی که سطح احتمال کمتر از $p < 0/05$ دارند در مدل استفاده می‌شوند. مدل‌های مربوط به فاکتورهای هدف هر یک در زیر آمده است.

۸-۱- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف بر میانگین ضخامت بیسکویت

مدل مربوط به میانگین ضخامت:

(معادله ۵)

$$Y = 136/408 - 5/359C - 2/235A^2 - 2/603B^2 + 2/427C^2$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و مقدار مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف به صورت درجه دوم است. با توجه به نتایج مشاهده شد که آرد کامل یولاف تأثیر معنی‌داری (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) بر میانگین ضخامت بیسکویت دارد ($p < 0/05$).

نتایج آنالیز آماری نشان داد، با افزایش میزان آرد کامل یولاف، میانگین ضخامت نمونه‌های بیسکویت کاهش یافت. با توجه به

کامل یولاف (AC) و نیز آرد کامل یولاف و ایزومالت (BC) وجود دارد. در واقع افزایش میزان مالتودکسترین موجب افزایش ویسکوزیته خمیر و در نتیجه افزایش استحکام بافت بیسکویت می‌گردد. این خاصیت مالتودکسترین به دلیل حضور مولکول‌های بلند زنجیر گلوکز در آن است. از طرفی مالتودکسترین به دلیل وجود گروه‌های هیدروکسیل قادر به حفظ رطوبت بوده، که این گروه‌ها تمایل به ایجاد واکنش با آب موجود در فرمولاسیون را نشان می‌دهند. با افزایش جایگزینی، نیروی حفظ و نگهداری رطوبت و در نتیجه جلوگیری از مهاجرت رطوبت و انتقال آن به رشته‌های نشاسته و کریستاله‌شدن آن‌ها بر افزایش ویسکوزیته و سفتی بیسکویت غلبه نموده و موجب کاهش سختی می‌شود. تحقیق ساویتا و همکاران در سال ۲۰۰۸ نیز نشان داد که افزایش مالتودکسترین تا سطح ۵۰ درصد، موجب افزایش ویسکوزیته خمیر و در نتیجه افزایش سفتی بافت شد و افزایش جایگزینی شکر تا سطح ۱۰۰ درصد، موجب کاهش میزان سختی نمونه‌ها گردید.

آرد یولاف نیز دارای مقدار بیشتری پروتئین، چربی، خاکستر و خصوصاً فیبر نسبت به آرد گندم است. لذا استفاده از یولاف در غنی‌سازی آرد به خصوص از نظر افزایش فیبر می‌تواند مفید باشد. با افزایش آرد کامل یولاف سختی بافت نمونه‌های بیسکویت کاهش یافت که دلایل مختلفی دارد. یکی از دلایل آن افزایش درصد چربی با اضافه شدن درصد آرد کامل یولاف است. چربی در اطراف سطح خارجی گرانول‌های نشاسته قرار گرفته و از اتصال آنها در حین پخت جلوگیری می‌کند. به طور کلی چربی به عنوان یک عامل روان‌کننده^۱ باعث نرمی بافت شده و سختی بیسکویت را کاهش می‌دهد. این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش ورنون (۱۹۹۴) نشان داد نشاسته یولاف نسبت به سایر غلات ۱/۲٪ بیشتر چربی دارد و از این رو عنوان کرد که آرد یولاف قابلیت نرم‌تر کردن بافت نان را دارد، مطابقت داشت. همچنین فقدان گلوتن در آرد یولاف سبب می‌شود تا شبکه الاستیک تشکیل نشده و نان حاصل سست بوده و سریع پاره شود که با نتایج وب‌ستر (۱۹۸۶) مطابقت داشت [۲۳].

مقدار نسبت سطح به ضخامت افزایش یافت. با توجه به این مطلب که آرد کامل یولاف حاوی سبوس می‌باشد و افزایش سبوس نیز تا حدی میانگین ضخامت بیسکویت را کاهش می‌دهد بنابراین میزان سطح به ضخامت افزایش می‌یابد [۲۱ و ۲۲].

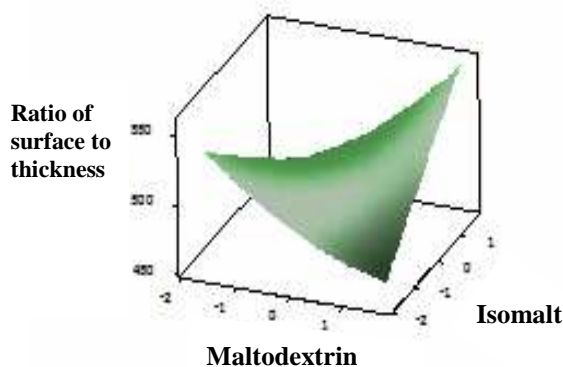


Fig 1 Response surface plots showing the effect of maltodextrin and isomalt on the ratio of surface to thickness

۸-۳- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر دانسیته بیسکویت

مدل مربوط به دانسیته:

$$Y = 63/654 + 2/5678B^2$$

(معادله ۷)

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر ایزومالت به صورت درجه دوم است. هیچ کدام از متغیرها تأثیر معنی‌داری بر دانسیته نداشت.

۸-۴- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل

یولاف بر میزان سختی بیسکویت

مدل مربوط به میزان سختی بیسکویت:

$$Y = 61/68 + 7/302A - 7/134C - 7/740A^2 - 5/261C^2 + 5/177AC + 5/549BC$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار مالتودکسترین به صورت درجه اول و درجه دوم است و آرد کامل یولاف به صورت درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل مالتودکسترین و آرد

مالتودکسترین از آمیلوز و آمیلوپکتین تشکیل شده است و در آن میزان آمیلوپکتین نسبت به آمیلوز بیشتر می‌باشد قابلیت جذب آب در مالتودکسترین مربوط به بخش آمیلوپکتین است که باعث نرم شدن و کاهش سختی نمونه‌ها شد. در حقیقت، هر چه نمونه‌ها نرم‌تر باشند میزان انعطاف پذیری آنها افزایش می‌یابد. همچنین ایزومالت به دلیل حلالیت بالا در آب تمایل به پیوند با آب داشته و بافت نرم‌تر ایجاد می‌کند. نتایج این پژوهش با نتایج قندهاری یزدی و همکاران در سال ۱۳۹۲ که روی نمونه‌های قطاب تحقیق نمودند مشابه است [۲۴].

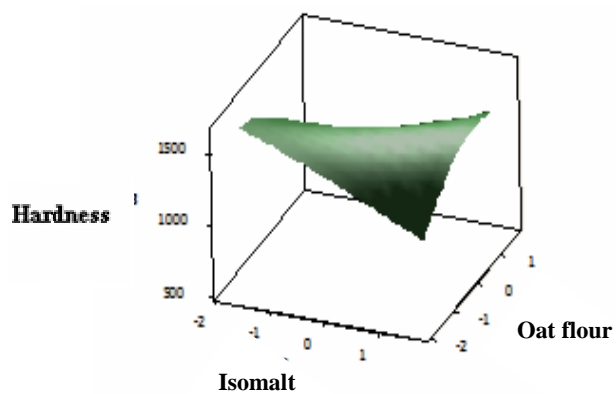
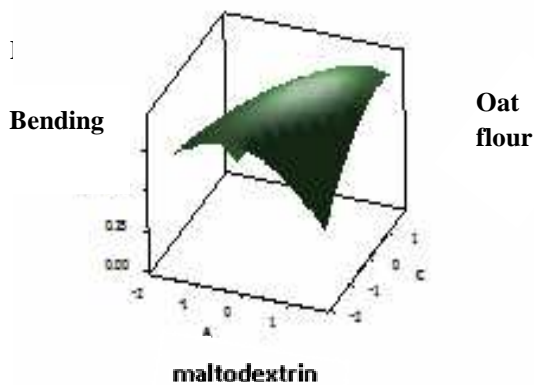
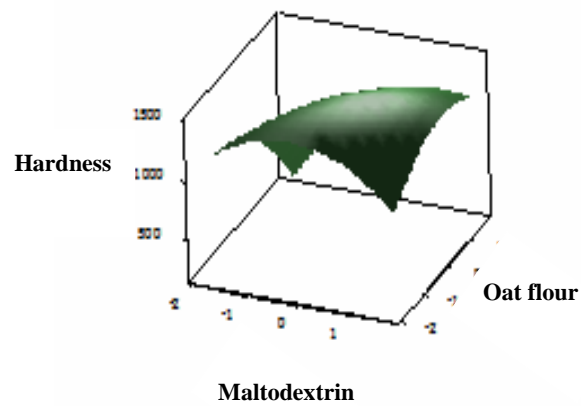


Fig 2 Response surface plots showing the effect of whole oat flour, maltodextrin and isomalt on hardness of biscuits

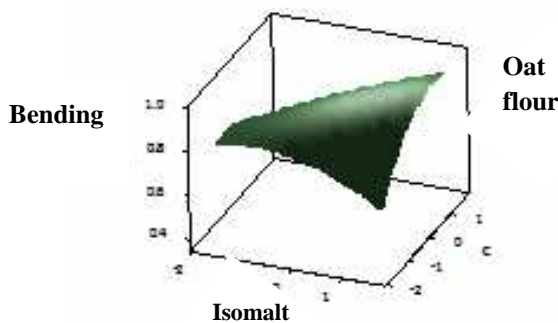


Fig 3 Response surface plots showing the effect of whole oat flour, maltodextrin and isomalt on bending of biscuits

۵-۸- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر میزان خمش بیسکویت

مدل مربوط به میزان خمش بیسکویت:

$$Y = 31/84 + 3/903A + 83/2B - 5/043A^2 - 2/735C^2 + 2/528AB + 3/663AC + 2/548 BC \quad (\text{معادله ۹})$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار ایزومالت و مالتودکسترین به صورت درجه اول و مالتودکسترین و آرد کامل یولاف به صورت درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل بین مالتودکسترین و ایزومالت (AB)، مالتودکسترین و آرد کامل یولاف (AC) و نیز ایزومالت و آرد کامل یولاف (BC) وجود دارد.

نتایج حاصل نشان داد، با افزایش میزان مالتودکسترین در سطوح به کار رفته افزایش میزان خمش مشاهده شد. با توجه به این که

۶-۸- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر پانچ بیسکویت

مدل مربوط به پانچ:

$$Y = 23/637 + 3/417A + 2/387B - 2/290C^2 + 3/473AC \quad (\text{معادله ۱۰})$$

به صورت درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل ایزومالت و آرد کامل یولاف (BC) وجود دارد. با توجه به جدول مشاهده شد که آرد کامل یولاف تأثیر معنی‌داری (در سطح اطمینان ۹۵ درصد) بر میزان مقبولیت کلی بیسکویت‌ها دارد ($p < 0.05$). مقبولیت کلی شامل مجموعه‌ای از پارامترهای پس طعم، رنگ، بافت و طعم می‌باشد. با افزایش درصد آرد کامل یولاف، پس طعم تلخ در نمونه‌ها احساس شد. پس طعم تلخ به دلیل فعالیت آنزیم‌های لیپولیتیک موجود در آن می‌باشد. با حرارت دهی دانه یولاف می‌توان مقدار زیادی از این آنزیم‌ها را غیرفعال نمود. گفته می‌شود که تندی و تلخی در یولاف در اثر فعالیت لیپولیتیک آنزیم‌ها، اکسیداسیون چربیها و حضور ترکیباتی مانند وانیلین، کانفریل الکلف هیدروکسی بنزآلدئید و به خصوص بتاکوماریک اسید ایجاد می‌شود [۳۰ و ۱]. مجذوبی و همکاران در سال ۱۳۹۱، نیز با افزایش درصد سبوس آرد کامل یولاف به میزان ۲۰٪ مشاهده کردند که در ارزیابی حسی، مطلوبیت بیسکویت‌ها از نظر بو و مزه کاهش یافت به طوری که افراد ته مزه تلخی را در آن گزارش کردند [۱۱].

هیچ کدام از متغیرها تأثیر معنی‌داری بر میزان رنگ در ارزیابی حسی بیسکویت‌های مورد آزمون نداشتند که این نتیجه با نتایج کار مجذوبی و همکاران شباهت داشت. نتایج ارزیابی حسی توسط مجذوبی و همکاران (۱۳۹۲)، نشان داد که بیسکویت‌های حاوی سبوس یولاف از نظر رنگ اختلاف معنی‌داری نداشتند [۱۱].

با افزایش درصد آرد کامل یولاف در نمونه‌های بیسکویت، بافت نرم‌تری ایجاد شد و میزان تردی بیسکویت کاهش یافت. با افزایش آرد کامل یولاف نسبت به گندم، به دلیل این که پروتئین یولاف از نوع گلوتنی نیست و با توجه به نسبت متفاوت آمیلوز و آمیلوپکتین موجود در نشاسته دو آرد، ویسکوزیته خمیر حاوی آرد یولاف نسبت به گندم کاهش یافت و بیسکویت حاصل بافتی نرم‌تر ایجاد کرد [۱۴]. مقتدایی و کدیور (۱۳۹۲) نیز در بررسی ویژگی‌های فیزیکی کیک تهیه شده از آرد یولاف به این موضوع اشاره کردند (۳۱). کبیر و همکاران در سال ۱۳۸۵ با افزایش درصد آرد یولاف در نان، سستی بافت و کاهش مقبولیت نان را گزارش کردند [۱۸].

هیچ کدام از متغیرها تأثیر معنی‌داری بر میزان طعم بیسکویت‌ها در ارزیابی حسی نداشت. برای رسیدن به بیشترین مقبولیت کلی محصول باید از سطوح میانی مقدار ایزومالت و آرد کامل یولاف

با آزمون نفوذ، میزان نیروی مورد نیاز برای وارد کردن یک سنبه یا میله داخل ماده غذایی، اندازه‌گیری می‌شود. سفتی بافت نسبت مستقیمی با بزرگی نیروی لازم برای سوراخ شدن نمونه‌ها دارد [۲۵]. این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار ایزومالت و مالتودکسترین به صورت درجه اول و مقدار آرد کامل یولاف به صورت درجه دوم است. همچنین اثر متقابل بین مالتودکسترین و آرد کامل یولاف وجود دارد.

نتایج نشان داد با افزایش میزان مالتودکسترین و ایزومالت میزان نیروی لازم برای سوراخ شدن کاهش یافت. قند الکلی ایزومالت دارای حلالیت و قابلیت حفظ رطوبت بیشتر در دماهای بالا می‌باشد و تمایل بیشتری به پیوند با آب دارد همین امر موجب ایجاد بافتی نرم‌تر در نمونه‌های بیسکویت‌ها می‌گردد که با نتایج حاصل از پژوهش جانسون و استریپ در سال ۱۹۷۵ مطابقت داشت [۲۶]. مالتودکسترین نیز، به علت جذب الرطوبه بودن احتمالاً با مولکول‌های آب به خوبی پیوند برقرار می‌کند و رطوبت بیشتری را در خود نگه می‌دارد و در نتیجه بافت نرم ایجاد کرده و نیروی لازم برای سوراخ شدن را کاهش داد که این مسئله با نتایج حاصل از پژوهش افوکوا و همکاران (۲۰۰۷)؛ بک (۲۰۱۳) و استیبیچ (۲۰۱۳) مطابقت داشت [۲۷-۲۹].

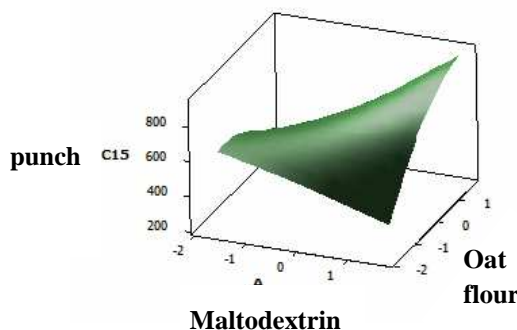


Fig 4 Response surface plots showing the effect of whole oat flour and maltodextrin on punch of biscuits
۷-۸- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر مقبولیت کلی بیسکویت

مدل مربوط به مقبولیت کلی:

$$Y = 159/262 - 4/705C - 8/072A^2 - 5/161B^2 - 9/430C^2 + 2/402BC \quad (\text{معادله ۱۱})$$

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و مقدار مالتودکسترین و ایزومالت و آرد کامل یولاف

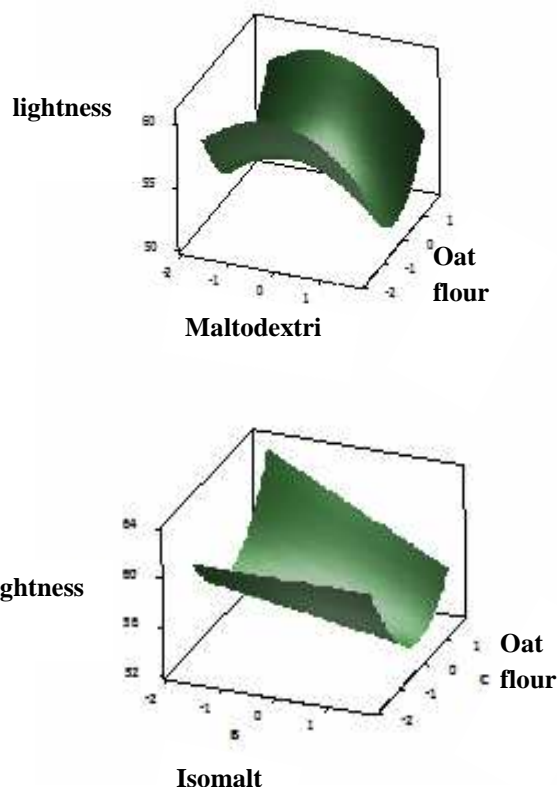


Fig 6 Response surface plots showing the effect of maltodextrin, whole oat flour and isomalt on lightness of biscuits

۸-۹- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر اندیس قهوه‌ای شدن بیسکویت

مدل مربوط به ضریب قهوه‌ای شدن:

$$Y = 71/302 + 2/829B + 2/260C - 2/68B^2 - 5/20C^2$$

(معادله ۱۳)

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار ایزومالت و آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و درجه دوم است.

نتایج حاصل نشان داد با افزایش میزان ایزومالت، شدت واکنش قهوه‌ای شدن کاهش می‌یابد. در اثر پخت تغییراتی در رنگ بیسکویت اتفاق می‌افتد که مربوط به انجام واکنش‌های مایلارد (بر هم کنش‌های میان قندهای احیاکننده و گروه آمینی پروتئین‌ها) و کاراملیزه شدن (بر هم کنش میان قندها) می‌باشد که نتیجه چنین واکنش‌هایی ایجاد رنگ قهوه‌ای طلایی است. ایزومالت یک هومکتانت^۱ می‌باشد که با جذب آب موجب کاهش میزان آب لازم برای انجام واکنش‌های قهوه‌ای شدن می‌گردد و در نتیجه شدت انجام واکنش و شدت رنگ کاهش می‌یابد زیرا برای انجام

استفاده نمود. بیشترین میزان مقبولیت مربوط به نمونه شامل ۱۵ درصد یولاف است که این میزان بسیار نزدیک به سطح بهینه تعیین شده در مدل بود. اما مقادیر بالاتر آرد کامل یولاف به دلیل افزایش نرمی بافت و ایجاد پس طعم میزان مقبولیت کلی نمونه‌ها را کاهش داد.

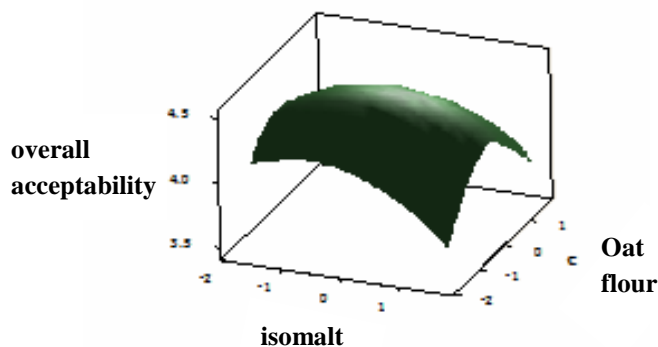


Fig 5 Response surface plots showing the effect of whole oat flour and isomalt on overall acceptability of biscuits

۸-۸- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و آرد

کامل یولاف بر میزان روشنایی بیسکویت

مدل مربوط به میزان روشنایی:

$$Y = 68/021 - 0/604C + 3/623C^2 - 0/27 AC - 0/920BC$$

(معادله ۱۲)

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل بین مالتودکسترین و آرد کامل یولاف (AC) و نیز ایزومالت و آرد کامل یولاف (BC) وجود دارد.

روند تغییرات روشنایی در شکل ۶ نشان می‌دهد که در سطوح میانی مقدار آرد کامل یولاف، با افزایش مقدار ایزومالت و مالتودکسترین روشنایی کاهش می‌یابد و به کمترین میزان خود می‌رسد. با افزایش میزان آرد کامل یولاف حاوی سبوس، رنگ بیسکویت‌ها رو به تیرگی است. ترکیبات پروتئینی و قندی در سبوس آرد کامل یولاف و فرمولاسیون بیسکویت می‌تواند بر شدت رنگ پوسته موثر باشد. همچنین رنگیزه‌های طبیعی موجود در سبوس بر تیرگی رنگ نمونه‌ها تأثیر گذاشت. نتایج مشابهی توسط کریشان و همکاران، در سال ۲۰۱۱ و ویتالی و همکاران، در سال ۲۰۰۹ در اثر افزودن فیبر به بیسکویت گزارش شده است [۲۱ و ۳۲].

1. Humectant

یولاف حاوی سبوس نیز با داشتن رنگیزه‌های طبیعی موجب افزایش اختلاف رنگ در بیسکویت‌ها می‌گردد.

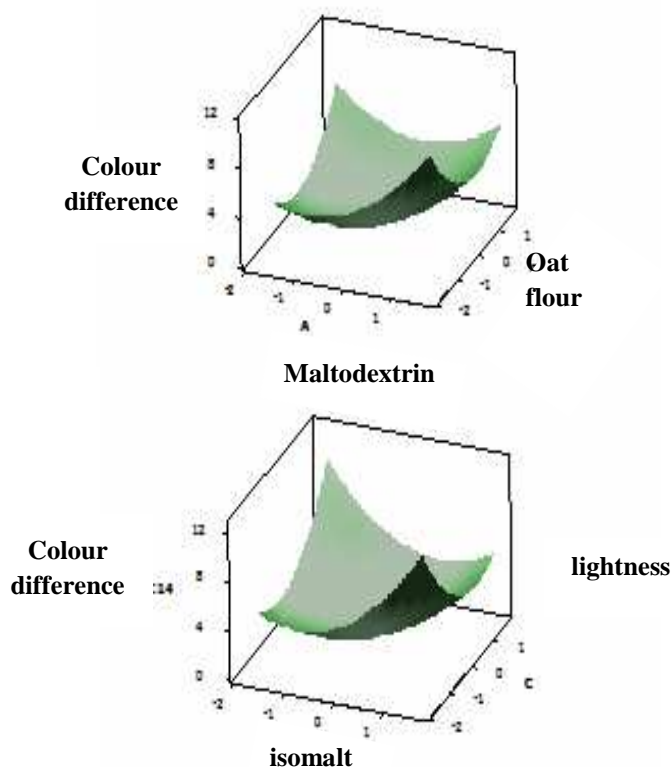


Fig 7. Response surface plots showing the effect of maltodextrin, whole oat flour and isomalt on colour difference of biscuits

۹- نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده هیچ یک از متغیرها بر میزان قرمزی، دانسیته و طعم و رنگ بیسکویت اثر معنی‌داری در سطح احتمال $p < 0.05$ نداشت. میزان آرد کامل یولاف بر پارامترهایی مانند میزان سختی، میزان روشنایی، اندیس قهوه‌ای شدن، میزان اختلاف رنگ، میانگین ضخامت، نسبت سطح به ضخامت، میزان پس طعم، بافت و مقبولیت کلی اثر معنی‌داری داشت. ایزومالت بر پانچ و اندیس قهوه‌ای شدن و میزان خمش اثر معنی‌دار داشت. مالتودکسترین بر میزان سختی، میزان خمش، میزان زردی و اختلاف رنگ اثر معنی‌داری داشت. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق اثر متقابل استفاده از مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف در فرمولاسیون بیسکویت می‌تواند بر برخی ویژگی‌های بافتی، فیزیکی و حسی بیسکویت نظیر (میزان سختی، پانچ، فاصله تا نقطه شکست، میزان روشنایی، اختلاف رنگ، نسبت سطح به ضخامت و مقبولیت کلی) موثر باشد. محدوده شرایط بهینه تعیین

واکنش‌های قهوه‌ای شدن میزان مشخصی از رطوبت لازم است که با نتایج خوریه و آرامونی، ۲۰۰۵ و رنویک، ۲۰۰۶ مطابقت داشت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش میزان آرد کامل یولاف، شدت واکنش قهوه‌ای شدن افزایش یافت. فیبر موجود در یولاف به عنوان بافر عمل کرده و از کاهش pH محیط در طی انجام این واکنش جلوگیری می‌نماید. همچنین، به علت جاذبه‌الرطوبه بودن بتاگلوکان موجود در یولاف، رطوبت نمونه‌ها در حد مناسبی جهت انجام این واکنش بوده که همین امر باعث تیره‌شدن رنگ بیسکویت شده است که با نتایج گومز و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطابقت داشت [۳۴].

۸-۱۰- تأثیر میزان مالتودکسترین، ایزومالت و

آرد کامل یولاف بر اختلاف رنگ بیسکویت

مدل مربوط به میزان اختلاف رنگ:

$$Y = 6/769 + 6/556A + 3/153B - 2/259C + 8/778A^2 + 10/889B^2 + 10/482C^2 - 3/769AC - 6/864BC$$

(معادله ۱۴)

این مدل نشان‌دهنده اثر متغیر مقدار مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف به صورت درجه اول و درجه دوم است. همچنین در این مدل اثر متقابل بین مالتودکسترین و آرد کامل یولاف (AC) و نیز ایزومالت و آرد کامل یولاف (BC) وجود دارد.

در شکل ۷ نمودارهای سطح پاسخ سه بعدی مربوط به اثر متقابل ایزومالت و آرد کامل یولاف و نیز مقدار مالتودکسترین و آرد کامل یولاف و نحوه اثر آن‌ها بر میزان اختلاف رنگ نمونه‌های بیسکویت قابل مشاهده است. نمونه‌های بیسکویت تولید شده با یک نمونه کنترل (بیسکویت بدون قند تجاری) مقایسه شد. نمونه کنترل مقادیر $a=8/58$, $b=23/4$, $L=53/68$ را داشت. با توجه به نمودارهای مربوطه مشخص می‌شود که برای رسیدن به کمترین اختلاف رنگ باید از سطوح میانی مالتودکسترین، ایزومالت و آرد کامل یولاف استفاده نمود.

رنگ مطلوب در بیسکویت بیشتر در اثر واکنش کاراملیزاسیون ایجاد می‌شود. هیدروکلونید مالتودکسترین و قند الکلی ایزومالت که هر دو هومکتانت هستند، موجب کاهش میزان آب در انجام واکنش مایلارد می‌شوند. و در نتیجه شدت رنگ کاهش می‌یابد. همچنین قند الکلی ایزومالت به دلیل نداشتن گروه‌های کربونیل آزاد نمی‌تواند وارد واکنش مایلارد شود (۲۶، ۳۵). آرد کامل

- [8] Fraiss, J. M., Olivira, J. C., Schittowski, K. 2001. Modeling and parameter identification of a maltodextrin DE 12 drying process in a convection oven. *Applied mathematical modeling*, 449-462.
- [9] Dokic-Baucal, L., Dokic, P., Jakovljevic, J. Influence of different maltodextrin on properties of O/W emulsion. *Food Hydrocoll.* 2004, 18:233-239
- [10] Woltas, D. 1981. Linoleic acid- we need it, sunflower getin Sunflower, 7:391.
- [11] Majzoobi, M., Koshani, R., Farahnaky, A. 2012. Determination of characteristics of dough and biscuit enriched with oat bran. *Journal of Food Research*. Volume 23, Number 1:37-45
- [12] Harison, J., Branlett, A. 2012. Functionality of sucralose-maltodextrin- esomalt blends in reduced in sugar chocolate chip cookies. *Food nutrition science*, 3: 58.
- [13] Hamzeli, M., Mirzayi, H., Ghorbani, M. 2009. Evaluation effects of evaluation of sugar replace by glycosidic sweeteners of stevia on the peroxide index in biscuit. *Journal of Food Science and Technology*, 16(1): 1028-1037.
- [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] Paulus, K., Fricar, C. 2000. Food applications of a noncariogenic sugar substitute. *Health and sugar substitutes*. 130: 67-75.
- [16] Steffe, J. F. 1996. *Rheological Methods in Food Process Engineering*, Freeman Press. New York.
- [17] Sariciban, C., Tahsin Yilmaz, M. 2010. Modelling the effects of processing factors on the changes on color parameters of cooked meatballs using response surface methodology. *J of World Applied Sciences*, 9.
- [18] Salehifar, M., Shahedi, M., and Kabir, Gh. 2006. Studies on the Effects of oat flour and added fat on the organoleptic properties and staling of the bread. *JWSS-Isfahan University of Technology*. Volume 10(2):233-245.
- [19] Pomeranz, Y., and Shallenberger. 1971. *Bread Science and Technology*. Published by AVI Pub. Co., Westport, CN. ۴.
- [20] Nikoozade, H., Taslimi, A., Azizi, M. H. 2011. Effect of the addition of oat bran on the rheological characteristics of dough and quality of sangak bread. *JEST*. Volume 8. Number 1:233-244.
- [21] Krishnan, P., Dharmaraj, U., Sai Manohat, N. G., and Malleshi, R. 2011. Quality characteristics of biscuits prepared from finger millet seed coat based composite flour. *Food*

شده با توجه به خصوصیات بیسکوئیت شکری (از نظر فیزیکی، بافتی و حسی) انتخاب شد تا محصول نهایی بدون قند ما به لحاظ ویژگیهای مذکور به بیسکوئیت شکری نزدیک باشد و با استفاده از مقادیر بهینه ۱۱/۷۳ درصد آرد کامل یولاف، ۲/۰۲ درصد مالتودکسترین و ۱۶/۷۳ درصد ایزومالت می توان بیسکوئیتی با ویژگی های کیفی قابل قبول تولید کرد که از نقطه نظر اقتصادی از یک سو و سلامت مصرف کنندگان و کاهش کالری از سوی دیگر مفید واقع شود.

۱۰- تشکر و قدردانی

از مدیریت محترم شرکت محصولات بدون قند و رژیمی کامور، آقای مهندس سرشوقی به خاطر حمایت های ایشان در انجام این طرح تشکر و قدردانی می گردد.

۱۱- منابع

- [1] Murphy, S., Johnson, R. 2003. The scientific basis of recent US guidance on sugars intake. *Journal of Clinical Nutrition*, 78: 827-833.
- [2] Ronda, F., Gomez, M. 2005. Effect of polyols and nondigestible oligosaccharids on the quality of sugar free sponge cakes. *Food chemistry*, 90:549-555.
- [3] Zoulias, E. I., 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.
- [4] Nourmohammadi, E., Peighambari, S. H., Ghaffari, A., Azadmard-Damirchi, S., and Hesari, J. 2011. Effect of sucrose replacement with polyols and aspartame on the characteristics of sponge cake. *Journal of Food Research*, Volume 21, Number 2:155-165.
- [5] Berschauer, F. 1985. Isomalt as reduced calorie bulk sweetener. *Food chemistry*, 16: 239-243.
- [6] Cardello, H., Dasilva, M., Damasio, M. 1999. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54: 119-130.
- [7] Chronakis, I. S. 1998. On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. *Critical Reviews in Food Science Nutrition*, 38: 599-637.

- longevity.about. co. com/ od/ lifelongnutrition /p/ chocolate. htm.
- [30] Molteberg, E. G., Vogt, A. N., and Florich, w. 1995. Effects of storage and heat processing on the content and composition of free fatty acids in oat. *Cereal Chem*, 72:88-93.
- [31] Mirmoghtadaie, L., Kadivar, M. 2013. Chemical modification of oat flour starch and protein assessment of the physical characteristics of a cake prepared using them. *Iranian Journal of Nutrition Sciences& Food Technology*. Volume 8, Number 2:103-112.
- [32] Vitali, D., Dragojevic, I. V. 2009. Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fiber on the selected nutritional and functional properties of biscuits. *Food Chemistry*, 144: 1462-1469.
- [33] Renwick, A.G., 2008. The use of a sweetener substitution method to predict dietary exposures for the intense sweetener rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 61-69.
- [34] Gomez, M., Moraleja, A., Oliete, B., Ruiz, E., Caballero, P. A. 2010. Effect of fiber size on the quality of fiber-enriched layer cakes. *LWT - Food Science and Technology*, 43: 33-38.
- [36] Lin, S. D., Lee, C. C. 2005. Quality of chiffon cake prepared with indigestible dextrin and sucralose as replacement for sucrose. *J of Cereal Chemistry*, 82 :405-413.
- Chemistry, 129: 499-506.
- [22] Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., Elias, L. G. 1989. *Basic Sensory Methods for Food Evaluation*. The Centre, University of Minnesota. 1-160.
- [23] Webster, F. H. 1986. *Oats: Chemistry and Technology*. Pomeranz. Y. AACC, St. Paul.
- [24] Ghandehari Yazdi, A. P., Hojjatoleslami, M., Keramat, J., Jahadi, M. 1392. A Study On The Influences Of Replacing sucrose with Sucralose-Maltodextrin Mixture On the Rheological Properties and the amount of Calories in Ghotab- A Traditional Confectionary. *Innovative Food Technologies*. Number 1(2): 49-58
- [25] Bourne, M. 2002. *Food texture and viscosity: concept and measurement*, Academic Press, pp 102-112.
- [26] Johnson, J. A., Srisuthap, R. 1975. Physical and chemical properties of oligosaccharides in cereal. *J of Cereal Chemistry*, 52 ,70-78.
- [27] Afoakwa, E.O., Paterson, A., Fowler, M. 2007. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate. *Trends Food Sci Technol*. 18(6):290-98.
- [28] Beck, L. 2013. The health benefits of dark chocolate. Available at: <http://www.lesliebeck.com/ingredients/chocolate>.
- [29] Stibich, M. 2013. Health benefits of chocolate. Available at <http://www>.

Effect of Isomalt and Maltodextrin on Physical, Textural and Sensory Properties of Sugar-Free biscuit with oat flour

Nadian, N. ^{1*}, Mosafa, L. ², Hojjatoleslami, M. ³, Adib, Sh. ⁴

1. Ph. D student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
4. Assist. Prof. Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2015/10/17 Accepted: 2016/09/26)

Biscuit is one of the most important bakery products that because of suitable sensory specifications, easiness of consumption and long shelf life has acceptability in all age groups in the society. Nowadays, food industry interests in natural, sugar free, functional and high nutritional products. For achieving the foresaid goal, we used natural sweetener and oat flour for producing biscuit in three stages. In the first stage, bitterness removing, peeling and grinding of oat flour have been done. In the second stage, in order to optimize production of sugar free biscuit, Maltodextrine, Isomalt and oat flour have been determined in five levels. Then, by planning the slight factorial in central compound plan, different treatments were produced on the basis of variable levels. Then biscuit samples were subjected to the physical (thickness average, ratio of surface to thickness, and density), textural and sensory analysis. The results showed that none of the variables had any effects in level of $p < 0.05$ on redness, density, taste and color of biscuit. Oat flour content had significant effects on hardness, lightness, brownness index, color difference, thickness average, ratio of surface to thickness, and whole acceptability. Isomalt had effects on punch, brownness index, and amount of bending. Maltodextrin also had effects on hardness, bending, yellowness, and color difference of biscuit. Broadly speaking the results of texture, sensory, and physical testing showed the optimized levels of variables for biscuit formulation as follows: 2.73% maltodextrine, 16.73% isomalt, and 11.39% whole oat flour. Specifications of this biscuit were as follows: average thickness: 5.98, ratio of surface to thickness: 493.75, acceptability: 4.50. By comparing these results with expected ones, we find that this model can be used for producing sugar free oat flour biscuit.

Keyword: Maltodextrin, Isomalt, Oat Flour, Biscuit

* Corresponding Author E-Mail Address: nnadian44@gmail.com