بررسی تاثیرجایگزینی هل با دارچین، جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی و دمای پخت بر خواص فیزیکوشیمیایی سوهان پولکی

آتوسا آخوندی[1]، محمد گلی[2*]

1- کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران
2- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: 98 /06/22 تاریخ پذیرش: 99/02/30)

چکیده

در این تحقیق از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی با ضریبα=2 و سه فاکتور A : درصد جایگزینی هل بادارچین (100-0 درصد)، فاکتور B : درصد جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی (100-0 درصد) و فاکتور C : دمای پخت (130-110 درجه سانتی‌گراد) با پاسخ‌های آزمون شامل: بافت و رنگ استفاده شد. سپس نمونه‌های بهینه یک و دو با شاهد در بازه‌زمانی 45 روزه پس از تولید از نظر خواص فیزیکوشیمیایی شامل سختی، دانسیته، پذیرش کلی حسی، عدد پراکسید، تیوباربیتوریک اسید، آنیزیدین و توتوکس مورد مقایسه قرار گرفتند. سوهان‌پولکی تیمار شده با دارچین و کره حیوانی، عدد پراکسید، عدد آنیزیدین و شاخص توتوکس کمتری در مقایسه با نمونه‌شاهد داشت. سوهان‌پولکی تیمارشده با دارچین و کره حیوانی در مقایسه با شاهد از دانسیته بیشتری برخوردار بود. سختی سوهان تیمارشده با دارچین و کره حیوانی، در مقایسه با تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشت. سوهان پولکی تیمار شده با دارچین و کره حیوانی، در مقایسه با شاهد مطلوبت حسی بیشتری داشت. درصد جایگزینی هل با دارچین در سطح 25 درصد در مقایسه با سطح 75 درصد، در تمامی تیمارهای دمایی، سختی بالاتری را نشان داد. با افزایش درصد کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان‌پولکی، سختی کاهش پیدا کرد. در سطح 50 درصد جایگزینی هل با دارچین در هر دو سطح جایگزینی کره گیاهی با حیوانی (25 و 75 درصد)، میزان سختی یکسانی مشاهده شد. افزایش درصد دارچین در هر سه سطح دمایی115، 120 و125 درجه سانتی‌گراد و در هر سه سطح جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی 25، 50 و 75 درصد روند یکسانی برای شاخص روشنایی ایجاد نمود. با افزایش کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان‌پولکی، شاخص a افزایش یافت و بالاترین مقدار a برای سطح جایگزینی 25 درصد هل با دارچین و 75 درصد کره گیاهی با کره حیوانی حاصل شد.

کلید واژگان: بهینه‌سازی فرمولاسیون، روش سطح پاسخ، سوهان پولکی، خواص فیزیکوشیمیایی، خواص حسی، شاخصهای اکسایش

*مسئول مکاتبات: mgolifood@yahoo.com

1- مقدمه

سوهان یکی از محصولات سنتی کشورمان است که طی سالیان متمادی در کارگاه‌های کوچک به شیوه سنتی تولید و بسته‌بندی می‌شود.تاریخچه دقیق سوهان به دوره قاجار در سال 1290-1289 هجری شمسی نسبت داده می‌شود [1] (مقصودی و همکاران، 2009). مواد اولیه که در تهیه سوهان مورد استفاده قرار می‌گیرد شامل آرد، جوانه گندم، روغن، شکر، زعفران، زرده تخم مرغ، هل و پسته است. بیشترین خاصیت سوهان در جوانه گندم نهفته است که خاصیت انرژی بخشی نیز دارد .جوانه گندم منبع بسیار خوبی از انواع ویتامین‌ها و املاح است. برای تهیه سوهان، از کره حیوانی یا روغن‌گیاهی استفاده می‌شود. افزودن چربی به سوهان، کالری آنرا افزایش می‌دهد و بر قابلیت جویدن، طعم، بو، مزه و مدت زمان ماندگاری محصول می‌افزاید. البته در میان چربی‌ها، کره طعمی چشمگیرتر دارد و هنگام پخت به همراه هل و شکر طعم تافی مانند را به سوهان می‌دهد. وجود کره و روغن‌های گیاهی باعث افزایش تنش اکسیداتیو در این نوع شیرینی می‌گردد، که راه کار آن استفاده از آنتی‌اکسیدان برای جلوگیری از اکسیداسیون است. مصرف آنتی‌اکسیدان سنتزی عوارض نامطلوبی بر سلامتی انسان دارند، برخی از آنها از لیست مواد افزودنی توسط سازمان غذا و دارو حذف شده اند[2] (عرب شاهی و همکاران،2007).

نام علمی دارچین سیناموم وروم[1] و متعلق به خانواده لورالس[2] می‌باشد. دارچین، یک ترکیب طعم‌دهنده و دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی است. از ترکیبات فنولیک و غیرفنولیک فرار پوسته دارچین که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی هستند می‌توان به سینام‌الدهید[3]که بخش اعظم (75٪) اسانس روغنی آن را تشکیل می‌دهد و طعم و مزه شیرین دارچین به دلیل وجود این ماده است و نیز به ترکیباتی چون کامفن[4]، ترپینئول[5]و گاما ایگنول[6]واشاره نمود [3] (برور[7]،2011). کمالی روستا و همکاران (1390) به بررسی تأثیر عصاره دارچین بر پایداری روغن آفتابگردان پرداختند و گزارش کردند که عصاره دارچین دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی بوده و این خاصیت به دلیل وجود ترکیبات فنولیک و سایر ترکیبات آنتی‌اکسیدانی در آن است. بنابراین می‌تواند به عنوان منبعی از آنتی‌اکسیدانهای طبیعی مورد بررسی بیشتر قرار بگیرد[4]. دوماری و شهدادی (1392) به بررسی تأثیر پودر دارچین بر ویژگی‌های حسی و میکروبی شکلات خرما پرداختند و گزارش کردند که ویژگی‌های حسی تحت تأثیر سطوح مختلف تیمار قرار گرفتند و بیشترین امتیازات پذیرش کلی مربوط به تیمار 2/5 درصد پودردارچین بود. با افزایش میزان دارچین شمارش کلی باکتری‌ها کاهش یافت. در تیمارهای حاوی دارچین شمارش کپک‌ها و مخمرها کمتر از نمونه شاهد بود اما بین تیمارهای حاوی 2/5 و 5 درصد پودردارچین تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری مشاهده نشد[5].

2- مواد و روش ها

2-1- مواد

مواد مورد استفاده در فرمولاسیون سوهان پولکی در جدول شماره 1 بیان شده است.

Table 1 The ingredients of formula in Sohan-Polaki

Ingredient	Amount
White sugar	3 kg
Liquid glucose	2.5 kg
Cardamon	65 g
Dried coconut powder	400 g
Vegetable butter	150 g
Peeled whitesesame	750 g
Cinnamon	50 g
wheat sprout flour	100 g
Water	300 g

2-2- طرز تهیه سوهان پولکی

مقداری آب درون پاتیل ریخته، زمانی که آب به جوش آمد شکر را اضافه کرده تا درون آب حل گردد و گلوگز مایع را اضافه کرده تا به جوش آید. همزن را به مدت 10 دقیقه روشن کرده سپس، کره را به محلول بالا اضافه کرده تا مواد به حالت خمیری شکل درآید. دما را تا 110 درجه سانتی‌گراد پایین آورده و بعد آرد جوانه گندم را اضافه کرده و زمانی که دما به 100 درجه سانتی‌گراد رسید کنجد، نارگیل، هل، دارچین را

1. Cinnamoum Verum
2. Lauraceae
3. Cinnamaldehyde
4. Camphene
5. Terpineol
6. Gamma Eugenol
7. Brewer

اضافه کرده و یک دقیقه نگهداری کردیم و سپس شعله را خاموش کردیم. بعد از پخت، مواد را داخل دستگاه پهن کن ریخته تا پولکی‌ها به شکل قالب درآید. بعد از سرد شدن، وارد مرحله بسته بندی شده، درون جعبه‌های مخصوص وزن کشی شدو در نهایت شیرینگ شد.

2-3- آزمون‌های فیزیکوشیمیایی

بر روی سوهان تهیه شده آزمون‌های حسی، دانسیته، بافت‌سنجی به روش (لاگونا و همکاران[1]، 2012) [6]، رنگ سنجی با استفاده از نرم افزار ImageJ به روش (یام، 2004) [7] و شاخص‌های اکسیداسیون مانند عدد پراکسید (گوتیرز،1999) [8]، عدد آنیزیدین (تامپکینزو همکاران، 1999)[9]، شاخص تیوباربیتوریک اسید برحسب میلیگرم مالوندیآلدئید در هر کیلوگرم از سوهان (ناتسبا و همکاران، 2005) [10] و عدد توتوکس انجام شد. دانسیته نمونه های سوهان، با کمک روش جایگزینی با دانه کلزا مطابق استاندارد AACC شماره -2000 16-44 انجام شد[11].

فرمول (1)

=عدد پراکسید (میلی اکی‌والان اکسیژن در کیلوگرم روغن)

100× نرمالیته تیوسولفات×(حجم تیترشاهد-حجم تیتر نمونه) / وزن نمونه

فرمول (2)

اندیس آنیزیدین =25× (1/28×As- Ab) / وزن نمونه

A_b= جذب نوری محلول‌چربی

A_s= جذب نوری محلول‌چربی بعد از واکنش با معرف آنیزیدین

فرمول (3)

اندیس آنی زیدین+ (عدد پراکسید ×2)= عدد توتوکس

والان اکسیژن در کیلوگرم روغن) (میلی اکی

2-4- آزمون حسی(پذیرش کلی)

ارزیابی حسی برای صفات بو، طعم، قابلیت جوندگی(تردی، نرمی و چسبندگی)، سوهان و رنگ ظاهری توسط 15نفر ارزیاب آموزش دیده و با استفاده از تست هدونیک 6 نقطه‌ای[2] انجام گردید. نمره صفر برای کیفی تغیر قابل قبول، 1 برای کیفیت رضایت بخش نیست، 2 برای کیفیت نسبتاً رضایت بخش، 3 برای کیفیت رضایت بخش، 4 برای کیفیت خوب و 5 برای کیفیت عالی در نظر گرفته شد[12] (لارموند[3]، 1980)

2-5- تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق از روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی با ضریب α=2 و سه فاکتور A : درصد جایگزینی هل با دارچین (0-100 درصد) و فاکتور B : درصد جایگزینی کره گیاهی باکره حیوانی (0-100 درصد) و فاکتور C : دمای پخت محصول (110-130 درجه سانتی‌گراد) استفاده شد.پاسخ‌های آزمون شامل: بافت و رنگ انجام شد. سپس نمونه‌های بهینه و شاهد در بازه‌زمانی 0-15-30-45 روز بعد از تولید از نظر شاخص‌های فیزیکوشیمیایی شامل سختی، دانسیته، پذیرش کلی حسی، عدد پراکسید، شاخص تیوباربیتوریک اسید، عدد آنیزیدین و توتوکس مورد مقایسه قرار گرفتند.

3- نتایج و بحث

3-1- بررسی اثر سطوح مختلف دارچین، کره حیوانی و دمای پخت بر پارامتر سختی

یافته‌های جدول (2) نشان می‌دهد مدل برای پارامتر سختی از نظر آماری معنی دار است ولی آزمون عدم برازش آن معنی‌دار نمی‌باشد که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. از نظر آماری مدلی مناسب است که عدم برازش آن معنی‌دار نبوده و دارای بالاترین مقدار ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل شده باشد.

همچنین رابطه تجربی بین متغیرهای آزمایش و پارامتر سختی به صورت کد گذاری، که حرف y بیانگر سختی محصول، حرف A درصد جایگزینی هل با دارچین ، حرف B درصد جایگزینی کره گیاهی باکره حیوانیو حرف C دمای پخت، به واسطه استفاده از روش سطح پاسخ به شرح ذیل می باشد:

$$Y= 1.29+0.37(C^2) +0.061(ABC)–0.061 (A^2B) + 0.096(A^2C)–0.13(AB^2)$$

در شکل (1) اثر متقابل جایگزینی هل با دارچین و هم‌چنین جایگزینی کره حیوانی با کره گیاهی در دماهای مختلف بر پارامتر سختی نشان داده شده است . مطابق با شکل با افزایش میزان درصد دارچین دردماهای مختلف و در دو سطح 25 و 75 درصد جایگزینی کره حیوانی روند کاهشی بر پارامتر سختی مشاهده گردید.

1. Laguna et al
2. Six point hedonic test
3. Larmond

Table 2 Evaluation of the effect of different substitution levels of cardamon withcinnamon, plant butter with animal butter and cooking temperature on hardness

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	0.58	5	0.12	9.58	< 0.0001	significant
C^2	0.066	1	0.066	5.39	0.028	
ABC	0.059	1	0.059	4.82	0.037	
A^2B	0.059	1	0.059	4.85	0.0363	
A^2C	0.15	1	0.15	12.01	0.0018	
AB^2	0.25	1	0.25	20.84	< 0.0001	
Residual	0.33	27	0.012			
Lack of Fit	0.17	9	0.019	2.15	0.0804	not significant
Pure Error	0.16	18	0.0088			
Cor Total	0.91	32				

R-Squared: 0.90; Adj R-Squared: 0.87

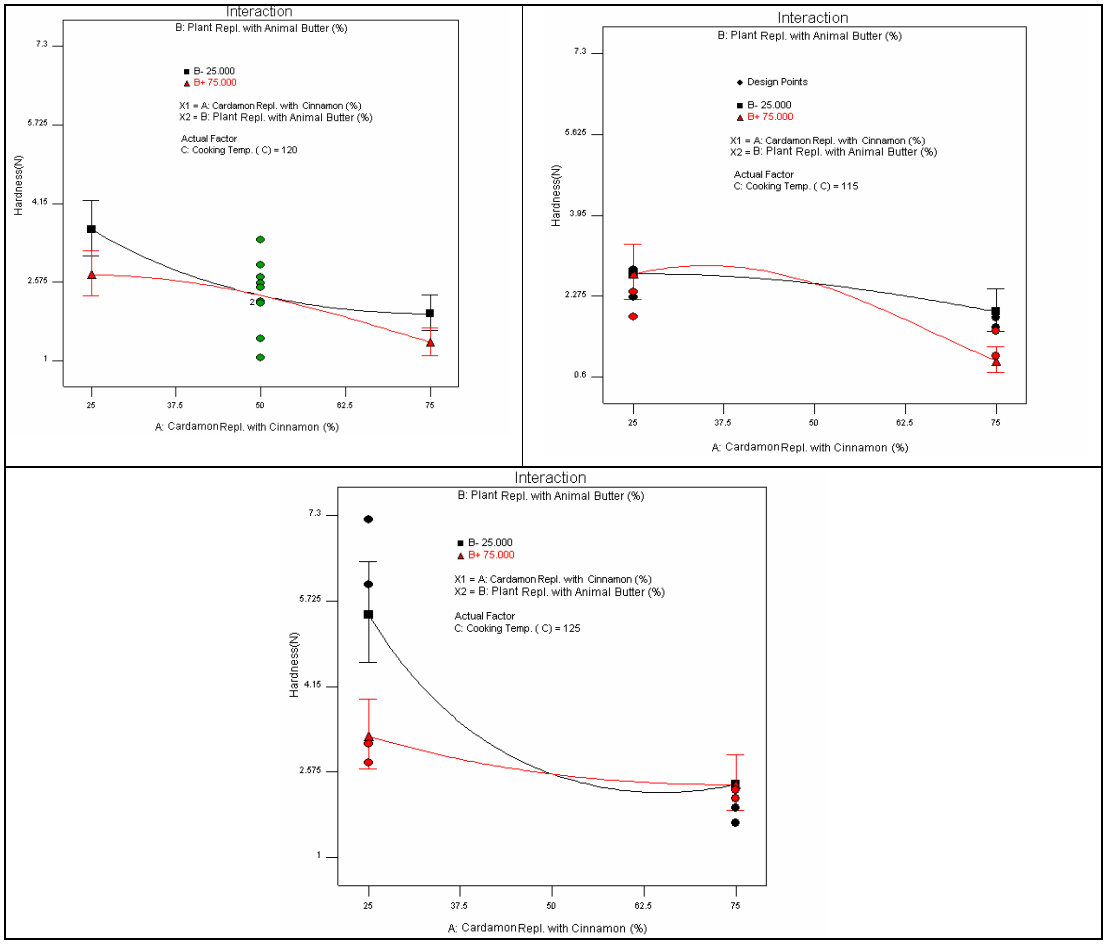

Fig 1 The interaction of different substitution levels of cardamom with cinnamon and plant butter with animal butter on the hardness at different cooking temperatures

مطابق با شکل(2) با افزایش درصد دارچین در سطح جایگزینی 25 درصد کره حیوانی و دردمای 115 درجه سانتی‌گراد ابتدا تا درصد جایگزینی دارچین 37/5 تا 50 درصد روند افزایشی و سپس روندی کاهشی بر پارامتر سختی مشاهده گردید. مطابق با شکل(2) با افزایش درصد دارچین در سطح جایگزینی 25 درصد کره حیوانی و دردمای125 درجه سانتیگراد ابتدا روندی کاهشی سریعی تا سطح 62/5 درصد دارچینو سپس روندی افزایشی بر پارامتر سختی مشاهده گردید. در حالی که در سطح 75 درصد کره حیوانی روندی کاهشی ملایمی نشان داده شد که نشان می‌دهد افزایش

جایگزینی کره حیوانی پارامتر سختی را کاهش می‌دهد. هم‌چنین مطابق با شکل (2) در تمام سطوح درصد جایگزینی دارچین و کره حیوانی، دمای پخت بالاتر منجر به سختی بیشتر در محصول گردید. مطابق با شکل (2) با افزایش درجه حرارت در دمای 125 درجه سانتی گراد و درصد دارچین ابتدا پارامتر سختی روندی کاهشی تا سطح 50 درصد دارچین و سپس روندی افزایشی را نشان داد. در حالی که با افزایش درصد دارچین و در دمای 115 درجه سانتی گراد ابتدا روندی ثابت و سپس کاهشی مشاهده گردید. در سطح 50 درصد دارچین در هر دو دمای متفاوت پخت پارامتر سختی یکسانی ارزیابی گردید. در کمترین دمای پخت و کمترین سطح درصد دارچین در سطح 25 درصد جایگزینی کره حیوانی، کمترین میزان سختی مشاهده شد در حالی که با افزایش درجه حرارت و کمترین سطح درصد دارچین بیشترین سختی را شاهد بودیم. طبق شکل افزودن دارچین سبب کاهش پارامتر سختی گردیده است.

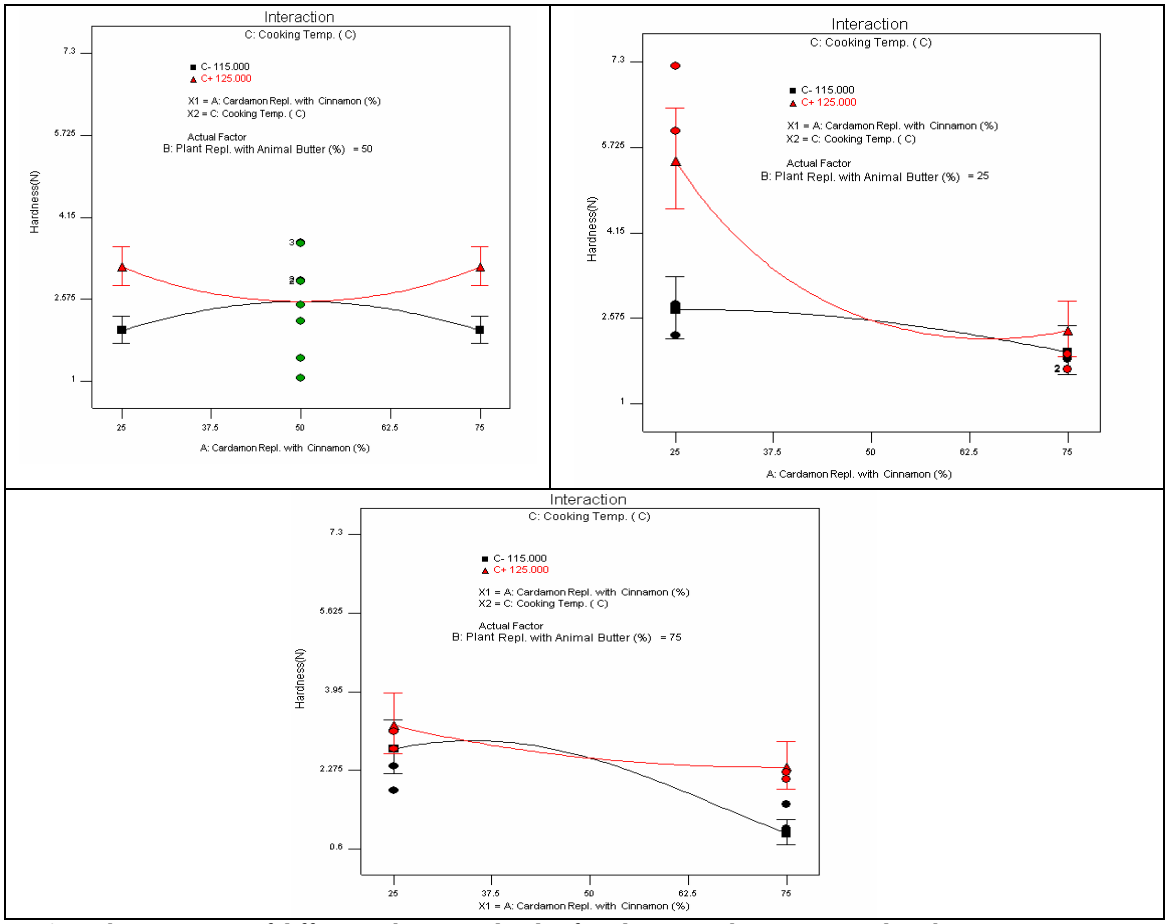

Fig 2 The interaction of different substitution levels of cardamom with cinnamon and cooking temperature on the hardness at different substitution levels of plant butter with animal butter

در واقع با آزمون نفوذ، میزان نیروی لازم برای وارد کردن یک سنبه یا میله داخل ماده غذایی اندازه‌گیری می‌شود. سختی بافت نسبت مستقیمی با بزرگی نیروی لازم دارد (قندهاری یزدی و همکاران، 1392). مطابق نتایج، جایگزینی دارچین به جای هل و کره حیوانی به جای کره گیاهی، تغییر معنی‌داری روی تغییرات بافت (سختی) سوهان‌های مورد مطالعه در مقایسه با نمونه شاهد طی دوره ماندگاری نداشت.

2-3- بررسی اثر سطوح مختلف دارچین، کره حیوانی و دمای پخت بر ویژگی رنگی L

مطابق با اطلاعات جدول (3) مدل برای پارامتر L*از نظر آماری معنی‌دار است و آزمون عدم برازش آن نیز معنی‌دار نمی‌باشد که نشانگر تناسب مدل است.

همچنین رابطه تجربی بین متغیرهای آزمایش و پارامتر L* به صورت کد گذاری، که حرف y بیانگر ویژگی رنگی محصول

و به واسطه استفاده از روش سطح پاسخ به شرح ذیل می باشد:

$$Y= 0.000412+ 0.0000471(A^2) – 0.0000771 (A^2B)$$

مطابق با شکل(3) با افزایش میزان درصد جایگزینی دارچین در سطح 25% جایگزینی کره حیوانی دردمای 115 درجه سانتی‌گراد ابتدا روندی افزایشی تا درصد 50% و سپس روندی کاهشی را بروی پارامتر L* نشان داد.

Table 2 Evaluation of the effect of different substitution levels of cardamon withcinnamon, plant butter with animal butter and cooking temperature on L*

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F	
Model	$1.83E^{-07}$	2	$9.13E^{-08}$	15.98	< 0.0001	significant
A^2	$8.75E^{-08}$	1	$8.75E^{-08}$	15.31	0.0005	
A^2B	$9.52E^{-08}$	1	$9.52E^{-08}$	16.65	0.0003	
Residual	$1.66E^{-07}$	29	$5.71E^{-09}$			
Lack of Fit	$7.88E^{-08}$	12	$6.57E^{-09}$	1.29	0.3096	not significant
Pure Error	$8.69E^{-08}$	17	$5.11E^{-09}$			
Cor Total	$3.48E^{-07}$	31				

R-Squared: 0.92; Adj R-Squared: 0.89

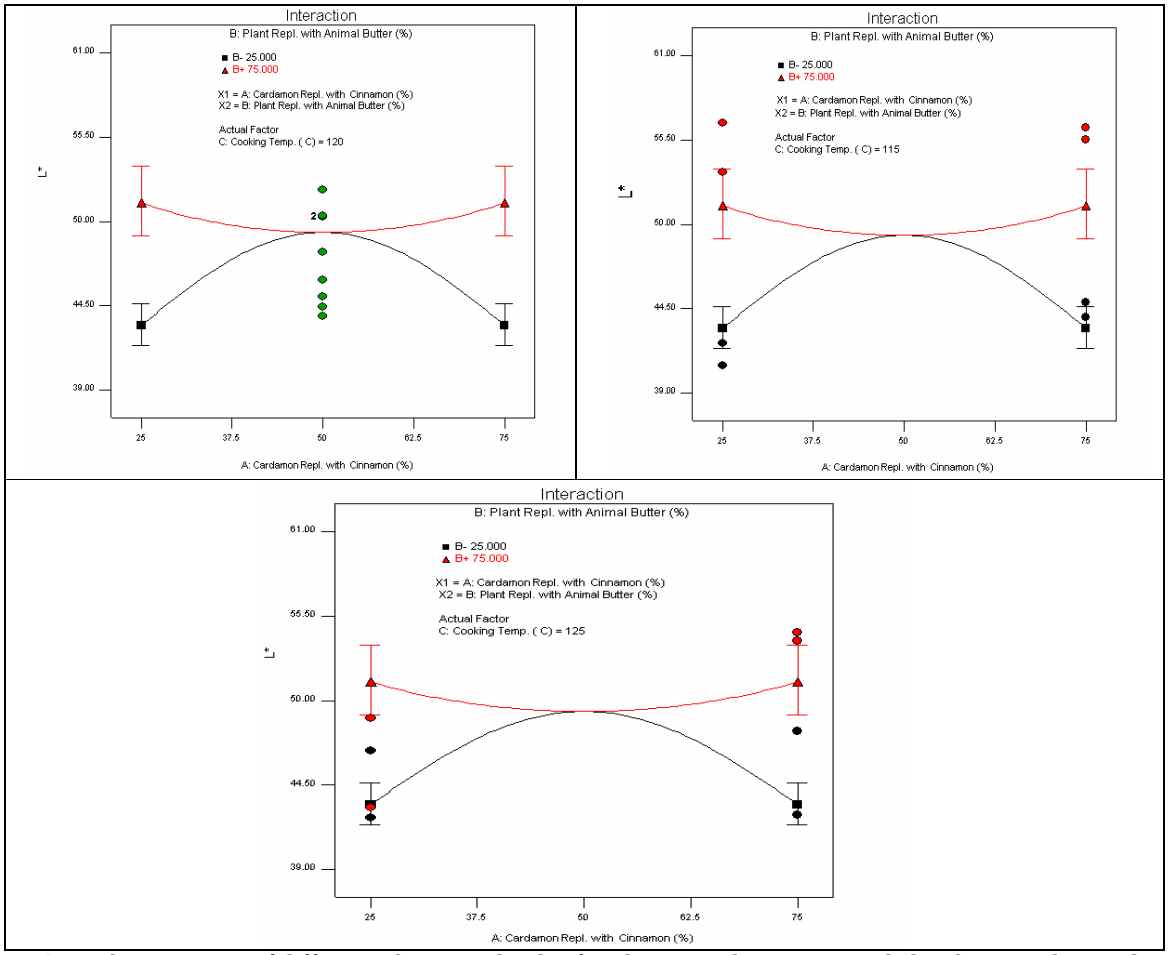

Fig 3 The interaction of different substitution levels of cardamom with cinnamon and plant butter with animal butter on the L* at different cooking temperatures

در حالی که در دمای 125 درجه سانتی گراد ابتدا روندی کاهشی تا سطح 50 درصد جایگزینی دارچین و سپس افزایشی مشاهده گردید. با افزایش درصد میزان دارچین در هر دو دمای 115 و 125 درجه مورد بررسی شده در سه سطح متفاوت جایگزینی کره حیوانی روندی یکسان مشاهده گردید.

3-3- بررسی اثر سطوح مختلف دارچین، کره حیوانی و دمای پخت بر ویژگی رنگی a

مطابق با اطلاعات جدول (4) مدل برای پارامتر a* از نظر آماری معنی‌دار است ولی آزمون عدم برازش آن نیز معنی‌دار نبود که نشانگر تناسب مدل برازش یافته است. هم‌چنین رابطه تجربی بین متغیرهای آزمایش و پارامتر a* به صورت کدگذاری، که حرف y بیانگر رنگ محصول و به واسطه استفاده از روش سطح پاسخ به شرح ذیل می باشد:

$$Y= 38.72-1.03(B^2)+1.63(ABC)+3.58(A^2B)-2.44(A^2C)$$

Table 4 Evaluation of the effect of different substitution levels of cardamon with cinnamon, plant butter with animal butter and cooking temperature on a*

Source	Squares	df	Square	Value	Prob > F	
Model	333.29	4	83.32	16.89	< 0.0001	significant
B^2	50.51	1	50.51	10.24	0.0036	
ABC	39.19	1	39.19	7.95	0.0091	
A^2B	190.37	1	190.37	38.6	< 0.0001	
A^2C	88.23	1	88.23	17.89	0.0003	
Residual	128.24	26	4.93			
Lack of Fit	32.39	10	3.24	0.54	0.8369	not significant
Pure Error	95.84	16	5.99			
Cor Total	461.53	30				

R-Squared: 0.92; Adj R-Squared: 0.88

مطابق با شکل(4) با افزایش میزان درصد دارچین در دمای 115 درجه سانتی‌گراددر سطح 75 درصد جایگزینی کره حیوانی شاهد روندی کاهشی تا سطح 50 درصد جایگزینی دارچین و سپس افزایشی را بر پارامتر a* بودیم و در سطح 25 درصد جایگزینی کره حیوانی شاهد روند افزایشی تا سطح 50 درصد جایگزینی دارچین و سپس کاهشی را شاهد بودیم.

مطابق با شکل (5) در سطح جایگزینی 50 درصد کره حیوانی با افزایش سطح جایگزینی دارچین در دمای پخت 115 درجه سانتی گراد ابتدا پارامتر a* کاهش و سپس افزایش یافت در حالی که با افزایش درصد دارچین در دمای پخت 125 درجه سانتی‌گراد ابتدا روندی افزایش و سپس کاهشی مشاهده گردید. در سطح 50 درصد دارچین برای هر دو سطح دمایی a* یکسانی مشاهده گردد. هم‌چنین با افزایش درصد دارچین در سطح 75 درصد در هر دو دمای پخت، پارامتر a* مشابه با سطح جایگزینی دارچین 25 درصد بود. بیشترین میزان سختی در سطح 25 و 75 درصد جایگزینی دارچین در دمای 115 درجه سانتی گراد ارزیابی گردید. مطابق با شکل (5)با افزایش میزان درصد جایگزینی دارچین تا سطح 60 درصددر دمای 115 درجه سانتی گراد در سطح 75 درصد جایگزینی کره حیوانی، شاهد روندی کاهشی و سپس افزایشی را برای پارامتر a* بودیم و در دمای 125 درجه سانتی گراد شاهد روند افزایشی بودیم. در دو سطح 50 و 60 درصد جایگزینی دارچین برای هر دو دمای پخت میزان a* یکسان ارزیابی شد. در کمترین میزان جایگزینی دارچین و دمای 115 درجه سانتی گراد بیشترین میزان a* مشاهده گردید در حالی که در پایین‌ترین سطح جایگزینی دارچین و دمای پخت 125 درجه سانتی‌گراد کمترین میزان a* دیده شد.

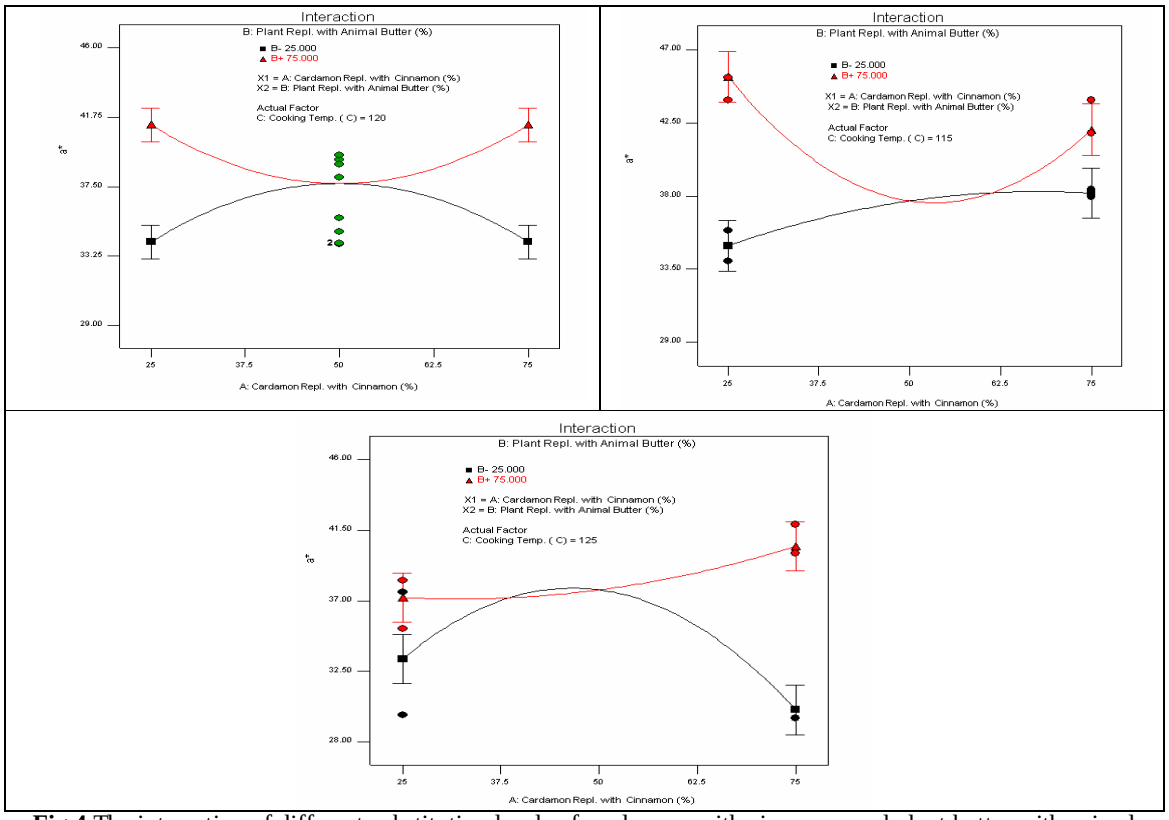

Fig 4 The interaction of different substitution levels of cardamom with cinnamon and plant butter with animal butter on the a* at different cooking temperatures

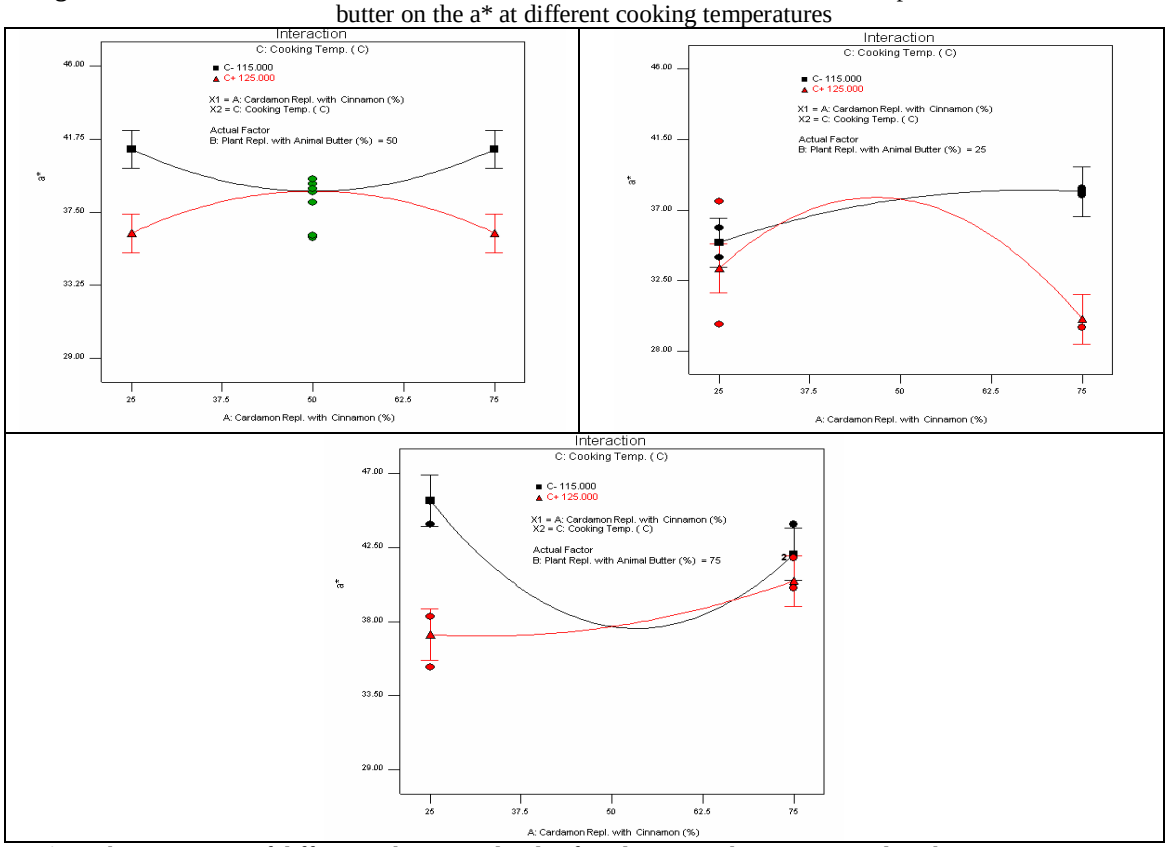

Fig 5 The interaction of different substitution levels of cardamom with cinnamon and cooking temperature on the a* at different substitution levels of plant butterwith animal butter

شکل (6) اثر متقابل دمای پخت و درصد جایگزینی کره حیوانی در سطوح مختلف درصد جایگزینی دارچین بر پارامتر سختی را نشان می‌دهد. مطابق با شکل در سطوح جایگزینی 25 و 75 درصد دارچین با افزایش سطح جایگزینی کره حیوانی در هر دو دمای متفاوت 115 و 125 درجه سانتی‌گراد روند افزایشی در پارامتر*a دیده شد. در سطح 25 درصد جایگزینی کره حیوانی و در دمای 125 درجه سانتی‌گراد کمترین میزان *a مشاهده شد در حالی که در سطح جایگزینی 75 درصد کره حیوانی و دمای 115 درجه سانتی‌گراد بیشترین میزان *aدیده شد. به طور کلی همواره افزایش دما و افزایش درصد کره گیاهی در فرمولاسیونسبب کاهش پارامتر *a شد. در تمامی سطوح جایگزینی کره حیوانی، همواره دمای 115 نسبت به دمای 125 درجه سانتی‌گراد *a بالاتری را نشان داد. هم‌چنین در سطح 75 درصد جایگزینی هل با دارچین نیز روندی مشابه مشاهده گردید. مطابق با شکل (6) در سطح جایگزینی 50 درصد هل با دارچین با افزایش درصد جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی در هردو دمای پخت (115 و 125 درجه سانتی گراد) همواره میزان *a روند ثابتی را نشان داد به‌طوری‌که تا سطح جایگزینی 50 درصد کره گیاهی با کره حیوانی ابتدا افزایشی و سپس روند کاهشی در میزان *a دیده شد به‌عبارتی تغییر در دمای پخت تاثیری بر میزان *a نشان نداد.

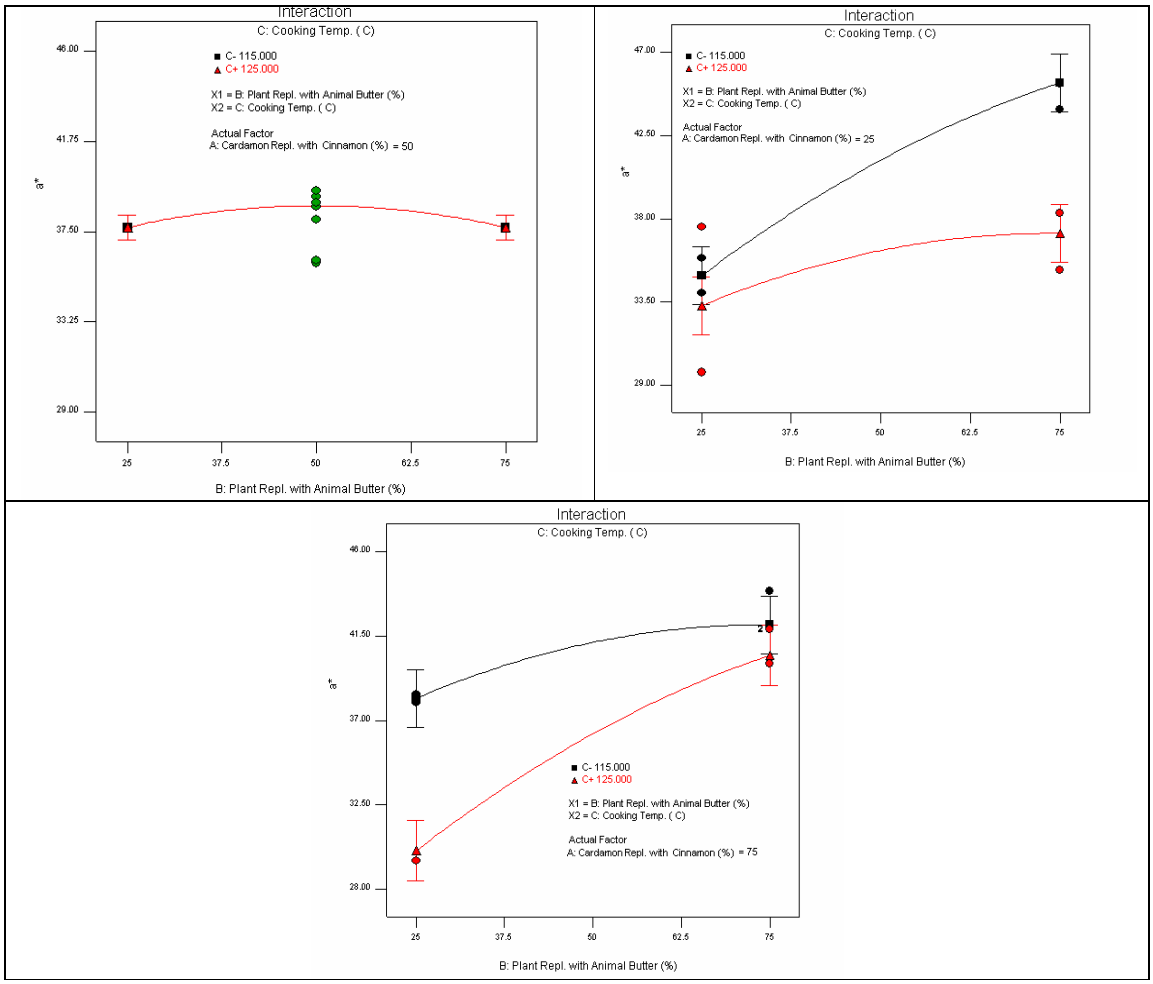

Fig 6 The interaction of different substitution levels of plant butter with animal butter and cooking temperature on the a* at different substitution levels of cardamom with cinnamon

شاخص a^* بیانگر سبزی تا قرمزی است و از لحاظ عددی در دامنه 120- (سبز مطلق) الی 120 (قرمز مطلق) است. مطابق نتایج با افزایش دما از 115 به 125 درجه سانتی‌گراد و افزایش درصد دارچین فرمولاسیون، در سطح ثابت 25 درصد

جایگزینی کره گیاهی باکره حیوانی شاخص روشنایی افزایش یافته بود. فرایندهای زیادی در تغییر رنگ محصولات صنایع شیرینی دخالت دارند، یکی از این فرآیندها دما است به‌طوری که با افزایش حرارت ساکارز تبدیل به قندهای انهیدرو از جمله گلوکوزان و لولوزان می‌شود که این قندها باعث بوجود آمدن قندهای برگشتی و در نهایت باعث بوجود آمدن هیدروکسی متیل فورفورال و ایجاد ترکیبات مؤثر در رنگ می‌شوند. نکته دیگر آن که در اثر کاهش آب و افزایش دما، ترکیباتی از جمله کاراملان، کاراملن و کاراملین بوجود می‌آیند که این ترکیبات نیز در ایجاد رنگ نقش مؤثری دارند ، بنابراین بخشی از تغییرات رنگ سوهان‌مورد مطالعه تحت تأثیر فرایند دمای پخت قرار می‌گیرد. بخش دیگری از تغییرات رنگ در شیرینی‌ها و محصولات مشابه آن، ناشی از واکنش قهوه‌ای شدن غیرآنزیمی یا واکنش مایلارد می‌باشد. در واکنش مایلارد، قندهای احیاء به ویژه گلوکز و فروکتوز با آمینواسیدها واکنش داده که در اثر واکنش مذکور، ماده‌ای به نام ملانوئیدین که قهوه‌ای رنگ و آروماتیک است بوجود می‌آید که این واکنش در برخی موارد نامطلوب بوده و علاوه بر ایجاد ظاهر نامطلوب سبب کاهش ارزش تغذیه‌ای نیز می‌شود [13] (قندهاری یزدی و همکاران، 1392). در پژوهشی که توسط El-Zainy و همکاران (2014) انجام شده بود، رنگ نمونه‌کیک تیمار شده با اسانس دارچیندر طول 28 روز نگهداری به‌طور معنی‌دار به لحاظ کیفی بهتر از نمونه شاهد بود که با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر همسو بود [14].

3-4- بهینه‌یابی

شرایط بهینه برای تولید سوهان پولکی غنی‌شده به کمک جایگزینی هلبا دارچین و جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانیبا استفاده از تکنیک بهینه‌یابی عددی انجام شد. در جدول 4 دامنه مقادیر بدست آمده برای فرایند بهینه یابی و و هدف آن مشخص شده است. مقادیر بهینه 1 و 2 در زیر جدول اشاره شده و با نمونه شاهد در بازه زمانی 45 روزه مورد مقایسه قرار گرفت.

Table 4 The values used to optimize the Sohan-Polaki formulation

Upper Limit	Lower Limit	Goal	Constraints Name
75	25	is in range	Cardamon replaced with Cinnamon (%)
75	25	is in range	Plant butter replaced with animal butter (%)
125	115	is in range	Cooking Temperature (C)
3.66	2	maximize	Hardness(N)
40.23	39.69	maximize	L*
35.19	29.5	maximize	a*

Opt1: Cardamon replaced withCinnamon: 25%, Plant butter replaced with animal butter: 74.94%, Cooking Temperature: 125, Desirability: 0.92---- Opt2: Cardamon replaced with Cinnamon: 75%, Plant butter ^{0}C replaced with animal butter: 50%, Cooking Temperature: 125 , Desirability: 0.92---Blank: Cardamon ^{0}C replaced with Cinnamon (%): 0%, Plant butterreplaced with animal butter 50%, Cooking Temperature: 120 ^{0}C

3-5-بررسی میزان تغییرات عدد پراکسید(میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم روغن) تیمارهای سوهان پولکی در طی زمان نگهداری

شاخص اندیس پراکسید نشان دهنده اکسیداسیون اولیه مواد چرب و روغن‌ها و همچنین از جمله تست‌های تعیین میزان فساد روغن است. جدول (5) بررسی پایداری اکسیداتیو تیمارهای مختلف را در نمونه سوهان پولکی و در 4 بازه زمانی نشان می‌دهد بین تمامی تیمارها و نمونه شاهد در سطح 1 درصد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. با گذشت زمان میزان پراکسید روند صعودی را دارا بود و همچنین بیشترین میزان عدد پراکسید در بازه زمانی چهارم مشاهده گردید. در تمامی بازه‌های زمانی، نمونه شاهد نسبت به تیمارهای دیگر بیشترین میزان اکسیداسیون را دارا بود و نمونه شاهد در روز 45 بیشترین میزان اکسیداسیون را داشت. نمونه opt2 در گذر زمان نسبت به دیگر نمونه‌ها روندی کندتری از اکسایش را نشان داد. در بازه زمانی یک و دو تغییر محسوسی بین نمونه opt1 وopt2 مشاهده نگردید ولی در بازه زمانی سوم و چهارم تفاوت معنی‌داری بین همین تیمارها مشاهده گردید. اندیس پراکسید به صورت میلی‌اکی‌والان پراکسید در 1000

گرم نمونه که یدید پتاسیم را تحت شرایط آزمون اکسید می‌کند بیان می‌شود[15] (صالحی و سرداریان، 1395). عدد مذکور نماینگر میزان ترکیبات اولیه ایجاد شده در اثر اکسایش روغن‌ها می‌باشد. هیدروپراکسیدها اگرچه فاقد بو هستند ولی در اثر شکست این ترکیبات محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر آلدهیدها و کتون که دارای بوی نامطلوبی هستند تولید می‌شود. ایجاد پراکسید در مراحل اولیه به کندی صورت می‌گیرد و این مرحله برحسب نوع روغن، شرایط نگهداری، درجه حرارت و عوامل دیگر ممکن است از چند هفته تا چند ماه متغیر باشد که پس از آن تشکیل هیدروپراکسیدها تسریع شده و خود به عنوان کاتالیزور در تسریع اکسایش روغن شرکت می‌کند[16] (پورکلانتر و همکاران، 1397؛ Akoh, 2017). حد استاندارد تعریف شده برای عدد پراکسید در شیرینها و محصولات مشابه، 2 می‌باشد که مطابق نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در پایان روز 45 نگهداری فقط تیمار Opt2 در محدوده استاندارد بود و سایر تیمارها از مقدار استاندارد تعریف شده عبور کرده بودند. یکی از دلایل کمتر بودن پراکسید برای تیمارهای Opt1 و Opt2 به وجود ترکیباتی چون دارچین در فرمولاسیون تیمارهای مذکور در مقایسه با تیمار شاهد بود، در واقع دارچین به دلیل وجود موادی چون کارواکرول، تیمول و سینامون آلدئید در ساختار خود، از خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی برخوردارند [17] (لوپز و همکاران، 2015). در مطالعه‌ای که توسط حصاری و همکاران در سال 1395 روی حلوا انجام شده بود، یافته‌ها مؤید کاهش میزان عدد پراکسید در تیمارهای حاوی عصاره دارچین در مقایسه با شاهد بود که با یافته‌های حاضر از تحقیق حاضر به لحاظ کمتر بودن عدد پراکسید در نمونه‌های تیمار شده با دارچین در مقایسه با شاهد، مطابقت داشت[18].

Table 5 The Comparison of sensory, textural and oxidative indices of Sohan-Polaki in 45-day storage time

Storage time-Treatment	Peroxide value (meq O2/ kg oil)	TBA value (mg malondialdehyde/kg oil)	Anisidine value	Totox value (meq O2/kg oil)	Density (g/cm3)	Hardness (N)	Overall acceptance
Day1- blank	1.73 ± 0.18^{ef}	0.104 ± 0^{f}	2.37 ± 0.29^{efg}	3.71 ± 0.13^{fg}	1.223 ± 0.03^{cd}	2.46 ± 0.19^{ab}	3.47 ± 0.13^{d}
Day1- Opt1	1.26 ± 0.08^{f}	0.089 ± 0.01^{f}	1.93 ± 0.05^{fg}	2.86 ± 0.15^{gh}	1.197 ± 0.01^{cd}	2 ± 0.13^{b}	4.47 ± 0.17^{ab}
Day1- Opt2	1.39 ± 0.15^{f}	0.096 ± 0^{f}	1.25 ± 0.15^{g}	2 ± 0.25^{h}	1.183 ± 0.01^{d}	2.03 ± 0.24^{ab}	4.53 ± 0.13^{ab}
Day15- blank	1.73 ± 0.18^{ef}	0.157 ± 0.01^{de}	3.02 ± 1^{def}	6.47 ± 1.27^{e}	1.21 ± 0.01^{cd}	2.41 ± 0.36^{ab}	3.47 ± 0.13^{d}
Day15- Opt1	1.26 ± 0.08^{f}	0.126 ± 0^{ef}	2.67 ± 0.29^{def}	5.2 ± 0.45^{ef}	1.217 ± 0.01^{cd}	3.02 ± 0.2^{ab}	4 ± 0.1^{c}
Day15- Opt2	1.39 ± 0.15^{f}	0.113 ± 0.01^{f}	1.64 ± 0.12^{fg}	4.42 ± 0.41^{fg}	1.22 ± 0.01^{cd}	1.87 ± 0.4^{7b}	4.67 ± 0.13^{a}
Day30- blank	2.66 ± 0.16^{c}	0.168 ± 0.01^{d}	4.47 ± 0.79^{bc}	9.78 ± 0.51^{c}	1.29 ± 0^{ab}	2.84 ± 0.1^{ab}	3.4 ± 0.13^{d}
Day30- Opt1	2.33 ± 0.07^{cd}	0.152 ± 0.02^{de}	3.39 ± 0.1^{cde}	8.06 ± 0.19^{d}	1.27 ± 0.03^{a}	2.71 ± 0.47^{ab}	4.33 ± 0.16^{abc}
Day30- Opt2	1.67 ± 0.12^{ef}	0.107 ± 0.02^{f}	2.92 ± 0.1^{def}	6.26 ± 0.33^{e}	1.233 ± 0.01^{bc}	2.16 ± 0.55^{ab}	4.53 ± 0.13^{ab}
Day45- blank	3.64 ± 0.21^{a}	0.552 ± 0.01^{a}	6.59 ± 0.04^{a}	13.88 ± 0.47^{a}	1.237 ± 0.01^{bc}	2.44 ± 0.14^{ab}	3.47 ± 0.13^{d}
Day45- Opt1	3.15 ± 0.23^{b}	0.356 ± 0^{c}	5.23 ± 0.55^{b}	11.53 ± 0.58^{b}	1.23 ± 0.01^{c}	3.37 ± 0.3^{a}	4.13 ± 0.13^{bc}
Day45- Opt2	2.06 ± 0.18^{de}	0.322 ± 0.02^{b}	4.05 ± 0.31^{bcd}	8.17 ± 0.59^{d}	1.207 ± 0.01^{cd}	2.49 ± 0.17^{ab}	4.73 ± 0.12^{a}

Means ± SE in each column with different superscripts indicate a significant difference (P<0.05)

3-6- بررسی میزان تغییرات مالون‌دی‌آلدئید تیمارهای سوهان پولکی در طول دوره نگهداری

جدول (5) اکسیداسیون ثانویه تیمارهای مختلف در نمونه سوهان پولکی در بازه زمانی 45 روزه را نشان می‌دهد. هم‌چنین تجزیه آماری میزان تغییرات عدد TBA نمونه سوهان در طی نگهداری با توجه به جدول (5) نشان داد که اثر زمان، تیمار و اثر متقابل تیمار و زمان در سطح 5 درصد معنی‌دار بود. با گذر زمان میزان عدد تیوبابیتوریک اسید روندی صعودی داشت و بیش‌ترین و کم‌ترین به ترتیب مربوط به بازه زمانی چهارم و روز اول بود. در روز اول تفاوت معنی‌داری بین شاهد و نمونه opt1 وopt2 مشاهده نگردید ولی در دیگر بازه‌های زمانی بین تمامی تیمارها و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. بیشترین میزان TBA مربوط به نمونه شاهد در روز 45 است و همچنین درروز 45 نمونه Opt2 نسبت به شاهد و Opt1 کم‌ترین میزان را نشان داد. عدد تیوباربیتوریک اسید که محصولات ثانویه اکسیداسیون نظیر مالون دی آلدئید

را بیان می‌کند.نمونه شاهد بیشترین مقدار TBA را داشت که یکی از دلیل آن می‌تواند ترکیبات آنتی‌اکسیدانی از قبیل اوژنول، استیل اوژنول، سینائول، سینام‌آلدئید و کاریوفیلین در دارچین باشد [19] (کردساردوئی، 1389). همچنین در مطالعه‌ای که توسط راوری (1389) صورت گرفته بود، نتایج بیانگر کمتر بودن شاخص TBA در کلمپه‌های حاوی اسانس دارچین در مقایسه با شاهد بود [20] که این نتایج، با یافته‌های بدست آمده از تحقیق حاضر مبنی بر بیشتر بودن عدد TBA در نمونه شاهد در مقایسه با نمونه‌های دارای دارچین، مطابقت داشت.

3-7- بررسی میزان تغییرات اندیس آنیزیدین تیمارهای مختلف سوهان پولکی در طی زمان

جدول (5) اندیس آنیزیدین تیمارهای مختلف در سوهان پولکی در بازه زمانی 45 روزه را نشان می‌دهد. اثر متقابل زمان و تیمار بر اندیس آنیزیدین را بررسی می‌کند. بیش‌ترین اندیس آنیزیدین مربوط به نمونه شاهد در روز 45 و کم‌ترین آن مربوط به نمونه Opt2 در روز اول است به طور کلی با گذر زمان در میزان آنیزیدین روند صعودی قابل مشاهده بود و هم‌چنین در بین تیمارها به ترتیب شاهد، Opt1، Opt2روندی نزولی را نشان داد و این بیانگر آن است که اندیس آنیزیدین وابسته به نوع تیمار و زمان است. عدد آنیزیدین به عنوان شاخصی از محصولات ثانویه اکسیداسیون شناخته می‌شود. در اثر شکست هر مولکول هیدروپروکسید چرب، 2 مولکول آلدهید و یا کتون تشکیل خواهد شد، به عبارتی دیگر با هر واحد کاهش عدد پراکسید، عدد آنیزیدین 2 واحد افزایش خواهد یافت، افزایش عدد آنیزیدین حاکی از گسترش واکنش اکسایش خود به خودی و افزایش محصولات ثانویه تجزیه هیدروپراکسیدها طی گذشت زمان است[16]. شاخص مذکور برای تیمارهایی که در آن‌ها جایگزینی هل با دارچین و کره گیاهی با کره حیوانی صورت گرفته بود کمتر از تیمارهای شاهد بود که یکی از دلایل آن را می‌توان خواص آنتی‌اکسیدانی دارچین و تأثیر آن بر پایداری روغن موجود در فرمولاسیون سوهان‌های پولکی بیان کرد [4]. مطابق نتایج شاخص مذکور برای تیمارهای دارای دارچین و کره حیوانی به‌ترتیب به جای هل و کره گیاهی در مقایسه با نمونه‌شاهد کمتر بود، یکی از دلایل را می‌توان به خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارچین و تأثیر آن بر پایداری روغن‌موجود در فرمولاسیون مرتبط دانست به‌طوری که یافته‌های حاصل از تحقیق برخی از محققان بیانگر خاصیت انتی‌اکسیدانی دارچین و تأثیر آن برثبات روغن بود[14].

3-8- اثر متقابل تیمارهای مختلف و زمان نگهداری بر میزان اندیس توتوکس سوهان پولکی

جدول (6) اندیس توتوکس تیمارهای مختلف در سوهان پولکی در بازه زمانی 45 روزه را نشان می‌دهد. با گذر زمان میزان اندیس توتوکس افزایش و تیمار شاهد، Opt1 و Opt2 به ترتیب سیر نزولی داشت هم‌چنین کم‌ترین میزان عدد توتوکس مربوط به نمونه Opt2 در روز اول است و بیشترین میزان مربوط به نمونه شاهد در روز 45 است. به دلیل این که پراکسید به تنهایی شاخص قابل اطمینانی برای اکسیداسیون روغن‌ها محسوب نمی‌شود، بر این اساس اندیس توتوکس برای روغن‌ها محاسبه می‌شود. بنابراین نتایج شاخص مذکور بسیار نزدیک به نتایج پراکسید است[21] (Shahidi & Zhong, 2005). لازم به ذکر است که شاخص مذکور تحت تأثیر فرایندهای مختلفی مانند دما قرار می‌گیرد. در واقع حرارت باعث تغییر در میزان اکسیداسیون کل می‌شود که افزایش میزان عدد پراکسید، آنیزیدین و توتوکس را در پی دارد. در واقع فرایند پخت باعث افزایش شاخص مذکور برای تمامی تیمارها شده بود اما تیمارهای دارای دارچین و کره حیوانی در مقایسه با نمونه‌شاهد از سرعت اکسیداسیون کمتری برخوردار بودند، دارچین دارای خواص آنتی‌اکسیدانی بالایی است که این منجر به کاهش سرعت اکسیداسیون و کمتر بودن آن برای نمونه‌های تیمار شده با دارچین و در نتیجه کمک به بهبود پایداری روغن موجود در فرمولاسیون نمونه‌های تیمار شده با دارچین در مقایسه با شاهد گردید[4].

3-9- بررسی میزان تغییرات دانسیته تیمارهای مختلف سوهان پولکی

جدول (6) دانسیته تیمارهای مختلف سوهان پولکی در بازه زمانی 45 روزه را نشان می‌دهد. میزان تغییرات دانسیته سوهان پولکی نسبت به سایر تیمارها روند نزولی را نشان داد. هم‌چنین کم‌ترین میزان دانسیته مربوط به نمونه Opt2 و بیش‌ترین میزان دانسیته مربوط به نمونه شاهد بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان دانسیته به ترتیب مربوط به نمونه شاهد در

روز30 و Opt2 در روز اول است، بین تیمارها در روز اول و 15 تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید. در بررسی که توسط فتحی و همکاران (1396) روی جایگزینی چربی توسط صمغ گوار و زانتان به‌ترتیب در سطح 0/1 و 0/2 درصد در فرمولاسیون کیک روغنی صورت گرفته بود، نتایج مؤید این بود که نمونه‌هایی با بیشترین درصد جایگزینی چربی، از کمترین دانسیته و نمونه شاهد از بیشترین دانسیته برخوردار بود که با نتایج حاصل از تحقیق حاضر مطابقت نداشت، در واقع کریستال‌ها بتا موجود در صمغ‌های زانتان و گوار سبب به دام انداختن هوا در خمیر و در نتیجه کاهش دانسیته آن شده بود در حالی که در تحقیق حاضر نوع جایگزین چربی متفاوت بود[22]. هم‌چنین در پژوهشی دیگر رودریگوز گارسیا و همکاران (2012) گزارش کردند که روغن‌ها به عنوان تثبیت‌کننده حباب هوا عمل می‌نمایند بنابراین سوهان‌های پولکی که از بیش‌ترین مقدار این ترکیبات برخوردار باشد، کم‌ترین میزان دانسیته را خواهد داشت[23].

3-10- اثر متقابل تیمارهای مختلف و زمان نگهداری بر میزان سختی بافت سوهان پولکی

جدول(6) میزان تغییرات سختی سوهان پولکی نشان داد که بین نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. جایگزینی روغن در فرمولاسیون محصولات پخت با توجه به نقش پلاستی‌سایزری که ایفا می‌کند، سبب نرمی بافت محصول می‌گردد (قلی‌زاده و همکاران، 1395) که یافته‌های بدست آمده از تحقیق حاضر مبنی بر کاهش سختی بافت سوهان پولکی تحت تأثیر جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان پولکی تأییدی بر این موضوع بود [24].بخشی دیگر از یافته‌های حاصل از تحقیق حاضر حاکی از تأثیر مثبت دارچین روی افزایش سختی نمونه‌های مورد مطالعه بود، در همین راستا تحقیقی توسط El-Zainy و همکاران در سال 2014 انجام شد، این محققان بررسی تأثیر اسانس دارچین بر سختی نمونه‌کیک پرداختند و گزارش کردند که کیک‌های پوشش‌داده شده و مخلوط شده با اسانس دارچین از سختی بیشتری در مقایسه با نمونه‌شاهد در طول دوره 28 روزه نگهداری در یخچال برخوردار بودند[14] که با نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر مبنی بر افزایش سختی نمونه‌های سوهان پولکی تحت تأثیر افزایش دارچین، همسؤ بود.

3-11- اثر تیمارهای مختلف و زمان نگهداری بر میزان ارزیابی حسی سوهان پولکی

جدول (6) اثر متقابل زمان در تیمار را برای میزان ارزیابی حسی از نوع پذیرش کلی نشان می‌دهد، نمونه شاهد در طی گذر زمان تغییر قابل توجهی نداشت ولی سایر تیمارها با گذر زمان روند صعودی از خود نشان دادند. تیمارOpt2 در روز 45 بالاترین ارزیابی حسی را از خود نشان داد و به طور قابل توجهی در سطح احتمال 99/9 درصد معنی‌دار بود. تیمار شاهد دارای کم‌ترین ارزیابی حسی در تمام زمان‌ها و در مقایسه با سایر تیمارها بود. نتایج حاصل از بررسی خواص حسی سوهان‌پولکی بدون قند بیانگر این بود که در بین تیمارهای مورد مطالعه، تیمار Opt2 در مقایسه با تیمارOpt1 و شاهد از خواص حسی مطلوب‌تری در طول دوره نگهداری برخوردار بود. یافته‌های بدست آمده از تحقیق حاضر با نتایج حاصل از پژوهش‌های دوماری و شهدادی (1395) [5] مبنی بر مطلوبیت بیشتری شکلات‌های خرمایی دارایپودر دارچین در مقایسه با نمونه‌شاهدهم‌خوانی داشت. هم‌چنین نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق حاضر با نتایج حاصل از پژوهش‌های محققان دیگر منجمله حصاری و همکاران (1395) روی حلوا بزرک و الزینی و همکاران (2014) روی کیک، مبنی بر مطلوبیت حسی بیشتر نمونه‌های واجد عصاره دارچین در مقایسه با نمونه‌های شاهد، مطابقت داشت[14و 18].

4- نتیجه‌گیری

جایگزینی هل با دارچین و کره گیاهی با کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان پولکی سبب افزایش مطلوبیت حسی در مقایسه با نمونه شاهد شد. سوهان پولکی تیمار شده با دارچین و کره حیوانی، عدد پراکسید، عدد آنیزیدین و شاخص توتوکس کمتری در مقایسه با نمونه شاهد داشت. سوهان پولکی تیمار شده با دارچین و کره حیوانی در مقایسه با شاهد از دانسیته بیشتری برخوردار بود. سختی سوهان‌تیمار شده با دارچین و کره حیوانی، در مقایسه با تیمار شاهد، اختلاف معنی‌داری نداشت.درصد جایگزینی هل با دارچین در سطح 25 درصد در مقایسه با 75 درصد، در تمامی دماهای پخت، سختی بالاتری را نشان داد.با افزایش درصد کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان پولکی، سختی کاهش پیدا کرد.در سطح

50 درصد جایگزینی هل با دارچین میزان پارامتر سختی در هر دو سطح جایگزینی کره گیاهی با کره حیوانی 25 و 75 درصد، میزان سختی یکسانی مشاهده شد.با افزایش درصد جایگزینی هل با دارچین در هر سه دمای 115، 120 و 125 درجه سانتی‌گراد در سه سطح جایگزینی کره گیاهیبا کره حیوانی25، 50 و 75 درصدروند یکسانی برای شاخص روشنایی مشاهده شد.با افزایش کره حیوانی در فرمولاسیون سوهان پولکی، شاخص a افزایش یافتو بالاترین مقدار a برای سطح جایگزینی هل با دارچین 25 درصد و کره گیاهی با کره حیوانی 75 درصد دیده شد.

5- منابع

[1] MaghsoudiS.H. 2009. Confectionery industry. Tehran: Iran's agricultural science publications.

[2] Arabshahi-Delouee S., Asna Urooj A. 2007. Antioxidant properties of various solvent extracts of mulberry (Morus indica L.) leaves. Food Chemistry. 102, 4: 1233-1240.

[3] Brewer M.S. 2011. Natural antioxidants: sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. Comprehensive reviews in food science and food safety. 10, 4: 221-247.

[4] Kamaliroosta L., Ghavami M., Gharachorloo M., Azizinezhad R. 2011. Isolation of cinnamon extract and assessing its effect on the stability of sunflower oil. Iranian Journal of Nutrition Sciences and Food Technology. 6, 1: 13-22.

[5] Domari H., Shahdadi F. 2018. The effect of cinnamon powder on the sensory and microbial properties of date chocolate. Second International and Third National Conference on Agriculture. Environment and Food Safety. 13 pages.

[6] Laguna L., Varela P., Salvador A., Fiszman S. 2013. A new sensory tool to analyse the oral trajectory of biscuits with different fat and fibre contents. Food Research International, 51: 544-553.

[7] Yam K.L., Spyridon E.P. 2004. A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. Journal of food Engineering. 61, 1: 137-142.

[8] Gutiérrez F., Jimenez B., Ruiz A., Albi M.A. 1999, Effect of olive ripeness on the oxidative stability of virgin olive oil extracted from the varieties Picual and Hojiblanca and on the different components involved. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47, 121-127

[9] Tompkins D.M. 1999. Impact of nest-harvesting on the reproductive success of black-nest swiftlets Aerodramus maximus. Wildlife Biology. 5, 1: 33-36.

[10] Natseba A., 2005. Effect of pre-freezing icing duration on quality changes in frozen Nile perch (Lates niloticus). Food Research International. 38, 4: 469-474.

[11] AACC. 2000. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists, 10th Ed; Vol. 2. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.

[12] Larmond E. 1980. Methods for Sensory Evaluation of Foods. Ottawa, Canada, 450p.

[13] Kandahari -Yazdi, A. Hojat al-Islami M., Dignity J., Jihadi M.2013. The effect of replacement of sucrose with Stevia sweetener and addition of tragacanth gum on the rheological and microstructural properties of traditional sweet kebab. Journal of Food Science and Technology. 6, 3: 98-106.

[14] El-ZainyA.R.M., El-Din H., Anean A., Shelbaya L.A., Ramadan, E.M.M. 2014. Effect of Edible Coating with Cinnamon Oil on the Quality of Cake. Middle East Journal of Applied Sciences. 4, 4: 1171-1186.

[15] Salehi A., Sardarians A. 2016. Formulation of useful oilcake using pumpkin extract and evaluation of its qualitative properties. Journal of Innovation in Food Science and Technology.8, 4: 111-125.

[16] Pourklanter Q., Asadollahi Q., Eshaqi M. 2018. Investigation of oxidative stability and physicochemical properties of palm and sunflower frying oil under different bleaching and boiling conditions. Food Science and Technology 85, 15: 1-11.

[17] Lopez L.A. 2015. Adherencia al tratamiento: Concepto y medición. Hacia la Promoción de la Salud 117-137.

[18] Hessari-Nouri A., PeyghambardoustS.J., Azadmard-Damirchi P., Raft A. 2011. The effect of different concentrations of sorbitol and oligofructose as a sucrose replacement on physicochemical properties of low calorie sponge cake. Iranian Journal of Food Science and Technology.7, 3: 249-243.

[19] Kordesardui h. 2010. Use of thyme essential oil and cinnamon as two natural

antioxidants in cake. M.Sc. in Agricultural Engineering. Food Science and Technology of Iran. Tarbiat Modares University. Faculty of Agriculture. 110 pages.

[20] Rory G. 2010. Antioxidant and Antimicrobial Effects of Cinnamon Essential Oil and Conifer Extract on Colp. Master of Science Degree in Food Science and Technology, Tarbiat Modarres University. Faculty of Agriculture. 121 pages.

[21] Shahidi F., Zhong Y. 2005. Lipid oxidation: measurement methods. Bailey's industrial oil and fat products.

[22] Fathi b. Almi M. Kashani-Nejad M. Sadeghi-Mahonak A.S. 2014. Evaluation of gluten-free cakes made from heat-treated millet flour. Iranian Journal of Food Science and Technology.15, 75: 303-317.

[23] Rodríguez GarcíaJ., Puig A., Salvador A., Hernando I. 2012. Optimization of a sponge cake formulation with inulin as fat replacer: structure, physicochemical, and sensory properties. Journal of Food Science. 77(2): 189-197.

[24] Gholizadeh H., Mohammadzadeh-Milani, C.,Trustees A.S.2016. The effect of fat replacement with waxy corn starch on texture and shelf life of Yazdi cake. Journal of Food Processing and Production.6, 3: 85-95.

Study on the effect of replacing Cardamom with Cinnamon and plant butter with animal butter and cooking temperature on physicochemical properties of Sohan-Polaki

Akhondi, A. [1], Goli, M. [2*]

1. M. Sc. , Department of Food Science and Technology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
2. Associate Professor, Department of Food ScienceandTechnology, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

(Received: 2019/09/13 Accepted: 2020/05/19)

Cinnamon is a flavoring compound with antioxidant activity derived from phenolic and nonphenolic volatile compounds of the bark. In this study, response surface methodology and central composite design with coefficient α=2 and three factors A: percentage of cardamom replacement with cinnamon (0-100%) and factor B: percentage of replacement plant butter with animal butter (0-100%) and factor C: cooking temperature (110-130 ^{0}C) were used. Test responses were: texture and color. Then optimum samples 1 and 2 were compared with control at 0-15-30-45 days after production by SPSS software for physicochemical parameters including hardness, density, sensory acceptability, peroxide number, thiobarbituric acid index, anisidine number, and Totoxes value were compared. Sohan-Polaki treated with cinnamon and animal butter had lower peroxide, anisidine number and toxic index compared to control. The Sohan-Polaki treated with cinnamon and animal butter had a higher density than the control. The hardness of cinnamon and animal butter-treated sohan-polaki was not significantly different from the control treatment. Cinnamon and animal butter-treated Sohan-Polaki had more sensory properties than control. Increasing the percentage of cinnamon at a 25% replacement level compared to 75% replacement level showed higher hardness at all temperatures studied. Increasing the percentage of animal butter in the formulation of Sohan-Polaki, caused decreased hardness. At the 50% substitution level of cinnamon, the same hardness was observed at both substitution levels plant butter with animal butter 25% and 75%. The same trend was observed for the brightness index with increasing cinnamon content at both 115 and 125 °C at three levels of plant butter replacement with animal butter 25, 50 and 75%. Increasing in animal butter in the formulation, caused increased a*index,so that the highest a* was obtained for the cinnamon replacement level 25%and theanimal butter replacement level75%.

Keywords: Optimizing of formulation, Response surface methodology, Sohan-Polaki, Hysicochemical properties, Sensory properties, Oxidation indices

* Corresponding Author E-Mail Address: mgolifood@yahoo.com