

اثر استفاده از عصاره چای سبز بر پایداری اکسیداتیو، خواص فیزیکی شیمیایی و حسی مارگارین صبحانه

### Effect of green tea extract on oxidative stability, sensory and Physico-chemical properties of breakfast Margarine

میترا ابراهیم بانکی<sup>۱</sup>، سیمین اسداللهی<sup>۲\*</sup>، نازنین زند<sup>۲</sup>

پذیرش: ۱۴۰۰/۵/۲۰

دریافت: ۱۴۰۰/۴/۲۰

#### چکیده

در پژوهش حاضر غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز در فرمولاسیون مارگارین صبحانه مورد استفاده قرار گرفت. آزمون‌های فیزیکی شیمیایی شامل ویسکوزیته، رسوب قابل دید، نقطه ذوب، آزمون‌های مربوط به پایداری اکسایشی شامل عدد اسیدی، عدد پراکسید و اندیس تیوباربیتوریک اسید بود. همچنین، ارزیابی حسی نمونه‌ها (عطر و بو، بافت، قابلیت پخش شدن، پذیرش کلی) نیز به روش هدونیک ۵ نقطه‌ای توسط ۱۲ ارزیاب آموزش دیده انجام گردید. طرح در قالب طرح کامل تصادفی و در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $\alpha=0/05$ ) انجام شد و نتایج آزمون‌ها با نرم افزار Minitab 17 آنالیز گردید. نتایج نشان داد که عدد اسیدی، پراکسید، تیوباربیتوریک اسید و رسوب قابل دید تیمارهای مارگارین صبحانه به طور معنی داری در طی سه ماه زمان نگهداری افزایش و مقاومت اکسیداتیو و همچنین نقطه ذوب به طور معنی داری کاهش یافت ( $p<0/05$ ). در بین تیمارهای مورد بررسی، مارگارین صبحانه حاوی ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز به طور معنی داری باعث کاهش روند اکسیداسیون و افزایش میزان ماندگاری مارگارین صبحانه گردید که دارای اثرات بازدارندگی مشابه با نگهدارنده سنتزی TBHQ به میزان ۷۵ پی پی ام بود. اما تغییرات بافتی و رسوب قابل دید در مارگارین صبحانه با مقادیر ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام نامطلوب ارزیابی گردید و نتایج آزمون حسی آن نیز ضعیف ارزیابی شد. با توجه به نتایج بدست آمده از آزمون‌های انجام شده، در نهایت تیمار ۵۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز به عنوان تیمار بهینه انتخاب گردید.

**کلمات کلیدی:** مارگارین صبحانه، عصاره چای سبز، خواص فیزیکوشیمیایی، خواص حسی، پایداری اکسیداتیو.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین - پیشوا، ایران

۲- استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی ورامین - پیشوا، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: [s\\_asadolahi@yahoo.com](mailto:s_asadolahi@yahoo.com)

مارگارین محصولی حاصل از امولسیون آب در روغن (چربی) است که فاز آب آن را شیر بدون چربی و فاز روغنی آن را روغن‌های غیر از چربی شیر تشکیل می‌دهند. دو فاز آب و روغن به کمک امولسیفایرهای مناسب با یکدیگر مخلوط شده و یک امولسیون پایدار ایجاد می‌کنند که این امولسیون دارای شکل و قوامی مناسب همانند کره است (بی‌نام، ۱۳۹۴). در تولید مارگارین از روغن‌های گیاهی شامل سویا، آفتابگردان، کلزا، ذرت، پنبه دانه، بادام زمینی، پالم، زیتون و نارگیل استفاده می‌شود. مارگارین از ۸۰ درصد فاز چربی و حداکثر ۱۶ درصد فاز آبی تشکیل گردیده است. مقادیری از مواد مجاز خوراکی مانند نمک، نگهدارنده‌هایی نظیر اسید سوربیک و اسید بنزوئیک، طعم‌دهنده، امولسیون‌کننده، ویتامین (D و A) و ترکیبات آنتی‌اکسیدان نیز به آن افزوده می‌شود (بی‌نام، ۱۳۹۴).

از آنجا که محصولات چرب دارای اسیدهای چرب غیراشباع همواره در معرض فساد اکسیداتیو هستند، ترکیبات آنتی‌اکسیدان نقش به‌سزایی در جلوگیری از تخریب کیفیت این محصولات دارا می‌باشد. آنتی‌اکسیدان‌ها ترکیباتی هستند که به منظور به تأخیر انداختن فساد و تندی در محصول مورد استفاده قرار می‌گیرند (chougui *et al.*, 2015). اگرچه این ترکیبات باعث مهار اکسیداسیون شده ولی کیفیت محصول اکسید شده را بهبود نمی‌بخشند. این ترکیبات به دو دسته طبیعی و سنتزی طبقه‌بندی می‌شوند که نوع دوم که عوارض نامطلوبی بر سلامتی انسان دارا هستند، آن چنان مورد تأیید نیستند. بنابراین، بهتر است آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (از منابع طبیعی نظیر میوه‌جات، سبزیجات، دانه‌ها، غلات، برگ چای سبز) را جایگزین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی نمود (Iqbal *et al.*, 2008).

چای سبز یکی از محبوب‌ترین و پر مصرف‌ترین مکمل‌های رژیم غذایی محسوب می‌شود. این چای از جوانه‌ها و گلبرگ‌های تازه گیاه چای به دست می‌آید. در فرایند تولید این چای، واکنش‌های اکسایشی به میزان بسیار کم صورت می‌پذیرد (Matan *et al.*, 2015). عصاره چای سبز حاوی چندین ترکیب آنتی‌اکسیدانی نظیر کاتچین، اپی گالوکتچین-۳-گالات و اپی کتچین-۳-گالات می‌باشد. پلی فنل‌های چای سبز مسئول ایجاد عطر، رنگ و طعم متمایز آن بوده و همچنین قادر به ایجاد تأخیر در اکسیداسیون چربی‌ها و به دنبال آن افزایش زمان ماندگاری غذاهای چرب می‌باشند (Senanayake, 2013). در زمینه استفاده از عصاره‌های طبیعی در تولید مارگارین و محصولات چرب پژوهش‌هایی در ایران و جهان انجام پذیرفته است که از مهم‌ترین آنان می‌توان به پژوهش عزیزخانی و همکاران (۱۳۸۵) بر تأثیر مخلوط آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی (توکوفرول‌ها) بر پایداری اکسیداتیو مارگارین، Ayar و همکاران (Ayar *et al.*, 2010) بر تأثیر عصاره اتیل استات استخراج شده از چندین گیاه، شامل دارچین، میخک، آویشن، رزماری، زیره سبز، پونه کوهی،

سماق، زنجبیل بر پایداری اکسیداتیو کره، de Oliveira Lopes و همکاران (de Oliveira Lopes *et al.*, 2014) بر اثرات افزودن ادویه‌ها (پیاز، سیر، مرزنگوش) بر افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی مارگارین، Chougui و همکاران (Chougui *et al.*, 2015) بر اثر عصاره پوست فیکوس ایندیکا بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی و قابلیت ماندگاری مارگارین اشاره نمود. تمامی بررسی‌های مذکور حاکی از آن بودند که افزودن عصاره‌های طبیعی به مارگارین علاوه بر افزایش زمان ماندگاری آن، خصوصیات فیزیکی شیمیایی آن را دستخوش تغییرات عمده نخواهد کرد.

با توجه به اهمیت و نقش چربی‌های خوراکی در سلامت انسان، آسیب‌پذیر بودن این گروه از مواد غذایی در برابر فساد اکسیداتیو، تأثیرات سوء آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی بر سلامت مصرف‌کنندگان، می‌بایست سعی بر آن باشد که زیربنای تولید این محصول در بازار ایران از ابتدا درست نهاده شده و ضمن معرفی مارگارین به عنوان جانشینی برای کره، محصولی به مصرف‌کنندگان عرضه شود که از هر نظر سالم باشد. به طور کلی هدف از تحقیق حاضر، استفاده از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی موجود در عصاره چای سبز به عنوان جانشین آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی می‌باشد، چرا که این امر به نوبه خود قادر است تا باعث افزایش سلامت در جامعه شده و اثرات نامطلوب آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی را تا حد زیادی کاهش دهد. لازم به ذکر است تاکنون اثر استفاده از عصاره چای سبز بر خصوصیات فیزیکی شیمیایی، حسی و پایداری اکسیداتیو مارگارین صبحانه در هیچ پژوهش دیگری مورد بررسی قرار نگرفته است.

## مواد و روش‌ها

### تهیه عصاره چای سبز

پس از تهیه پودر نمونه گیاهی چای سبز، اسانس‌گیری به روش تقطیر با بخار آب به کمک دستگاه کلونجر طی ۳ ساعت صورت گرفت. برای تهیه عصاره، ۶۰ گرم از پودر گیاه چای سبز در ۱۲۰۰ میلی لیتر اتانول ۹۶ درصد به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۰ °C در تاریکی قرار داده شد. سپس با استفاده از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ بقایای پودر گیاهی از محلول جدا و مجدداً به روش قبل عصاره‌گیری شد. محلول بدست آمده از هر دو مرحله روی هم اضافه شد و عمل تغلیظ با استفاده از دستگاه تغلیظ در خلاء چرخان در دمای ۵۰ °C صورت گرفت (de Lacey *et al.*, 2014).

### تعیین ترکیبات عصاره چای سبز

ترکیبات شیمیایی عصاره چای سبز با استفاده از دستگاه گاز کروماتوگرافی تعیین شد. برای این منظور ابتدا ۱۵ قطره از عصاره در یک لوله آزمایش درب‌دار ریخته شده و سپس ۷ سانتی متر مکعب *in*-هگزان و ۲ سانتی متر مکعب پتاس متانولی ۲ مولار به آن اضافه گردید. این مخلوط به مدت چند دقیقه به شدت تکان داده شده و سپس به مدت ۱۵ تا

۳۰ دقیقه در دمای  $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$  در داخل بن ماری قرار گرفت. بعد از این مدت ۳ سانتی متر مکعب از مایع رویی برداشته و از روی صافی حاوی سولفات سدیم خشک عبور داده شده و از نمونه صاف به مقدار ۴ میکرولیتر به دستگاه تزریق گردید (de Lacey *et al.*, 2014). مشخصات دستگاه مورد استفاده عبارت بود از: گاز حامل: گاز نیتروژن با جریان هوا با سرعت ۲۵۰ میلی لیتر در دقیقه؛ ستون (فاز ثابت): ستون موبینه با نام DB-WAX و طول ۵۰ متر، قطر داخلی ۰/۳۲ میلی متر وضخامت ۰/۲۰ میکرومتر؛ برنامه دمایی: ایزوترمال با دمای  $220^{\circ}\text{C}$  در طول آنالیز؛ دتکتور: FID، با دمای  $280^{\circ}\text{C}$ ؛ دمای تزریق گاه نمونه:  $220^{\circ}\text{C}$ ؛ زمان نگهداری: ۳۰ دقیقه.

### تهیه و فرموله کردن مارگارین

تهیه تیمارهای مارگارین در خط تولید کارخانه مهگل صورت پذیرفت. روغن‌های نباتی اولیه مورد استفاده برای تولید نمونه‌های مارگارین شامل روغن آفتابگردان بدون آنتی‌اکسیدان (خنثی، بی رنگ و بی بو شده) از شرکت کشت و صنعت شمال و روغن پالم استارین بدون آنتی‌اکسیدان (خنثی، بی رنگ و بی بو شده) از شرکت PORIM مالزی بودند. فاز آبی شامل آب، نمک، شیر خشک، سوربات پتاسیم، اسید سیتریک و کازئینات سدیم بود. ابتدا فاز آبی تهیه شده و به فاز روغنی آماده شده اضافه شد. فاز روغنی و آبی در دمای  $40-45^{\circ}\text{C}$  مخلوط شده و پس از تشکیل امولسیون، عمل سرد کردن و ورز دادن تا حصول بافت مناسب انجام شد. فاز آبی پس از تهیه در دمای  $80^{\circ}\text{C}$  به مدت ۳۰ دقیقه پاستوریزه گردید و سپس عصاره چای سبز در مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰ پی پی ام به فاز آبی اضافه گردید. فاز چربی و فاز آبی در تانک‌های استوانه‌ای بزرگ که مجهز به دو همزن بوده (گردش خلاف جهت) مخلوط شدند تا یک امولسیون پایدار تشکیل شود. در ادامه امولسیون تشکیل شده به دستگاه وتاتور انتقال پیدا کرد و با استفاده از فرآیند سرد کردن به صورت جامد در آمد. برای تکمیل کریستالیزاسیون امولسیون به پین ورکر<sup>۶</sup> منتقل شده تا مارگارین بافتی کاملاً یکنواخت و نرم پیدا کند. در ادامه بسته‌بندی و سردخانه گذاری در دمای  $5-7^{\circ}\text{C}$  انجام شد (Willey, 2001).

### آزمونهای مارگارین

آزمون‌های خصوصیات فیزیکی-شیمیایی، پایداری اکسیداتیو و حسی مارگارین بعد از نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچالی در بازه‌های زمانی روز اول پس از تولید، ماه اول، ماه دوم و ماه سوم نگهداری مورد ارزیابی قرار گرفتند.

## خصوصیات فیزیکی شیمیایی:

### ویسکوزیته

ویژگی‌های رئولوژیکی نمونه‌های مارگارین با استفاده از رئومتر هم‌محور بوهلین (Visco, Malvern) مجهز به یک واحد کنترل دما (F12 Julabo, Labortechnik, آلمان) تعیین گردید. اندازه‌گیری‌ها در دامنه درجه برش  $S^{-1}$  ۱۵۰-۱۵ و در دمای ثابت  $25 \pm 0.2$  درجه سانتیگراد انجام گرفت. برای این منظور ۲ گرم از هر نمونه بین باب و کاپ قرار داده شد و اندازه‌گیری بلافاصله مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره ۶۰۷۸ انجام شد (بی‌نام، ۱۳۸۲).

### اندازه گیری رسوب قابل دید

پس از تهیه نمونه، به آن فرصت داده شد تا در دمای کنترل شده به مدت ۹۶ ساعت ساکن بماند. سپس حجم مواد جدا شده که همان رسوب قابل دید هستند از لوله مدرج خوانده شد (بی‌نام، ۱۳۸۴).

### نقطه ذوب

توسط یک لوله موئین حاوی ستونی از چربی که در شرایط تحت کنترل، بلوری شده است، انجام شد و تا عمقی مشخص در داخل آبی که درجه حرارت آن به صورت تدریجی افزایش می‌یابد، غوطه‌ور شد و دمایی که ستون چربی در آن شروع به بالا رفتن می‌کند ثبت شد (بی‌نام، ۱۳۹۳).

### پایداری اکسیداتیو:

#### آزمون عدد اسیدی

اندازه‌گیری عدد اسیدی مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره استاندارد ۴۱۷۸ انجام شد (بی‌نام، ۱۳۹۰).

#### عدد پراکسید

اندازه‌گیری عدد پراکسید مطابق با استاندارد ملی ایران به شماره استاندارد ۴۱۷۹ انجام شد (بی‌نام، ۱۳۸۷).

#### آزمون اسید تیوباربتوریک

برای این منظور یک گرم روغن در ۱۰ میلی لیتر تتراکلرید کربن حل شده و به آن ۱۰ میلی لیتر محلول اسید تیوباربتوریک اضافه شد، سپس به مدت ۵ دقیقه در سانتیفریوژ با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده و سپس قسمت آبکی آن جدا و به مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار گرفت. پس از آن جذب در طول موج ۵۳۲ نانومتر اندازه‌گیری شد (Fazel *et al.*, 2008).

## ارزیابی حسی

توسط ۱۲ نفر ارزیاب حسی که آموزش‌های لازم را برای انجام آزمون‌های حسی دیده‌اند، انجام پذیرفت. آزمون حسی مورد استفاده، آزمون هدونیک پنج نقطه‌ای و امتیازات بر اساس ۵ (خیلی خوب) و ۱ (خیلی بد) بود (Peryam and Girardot, 1998).

## تجزیه و تحلیل آماری

از طرح کاملا تصادفی برای تجزیه و تحلیل استفاده و برای این منظور نرم افزاری آماری (Minitab 17) به کار برده شد. برای بررسی وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد استفاده شد.

## نتایج و بحث

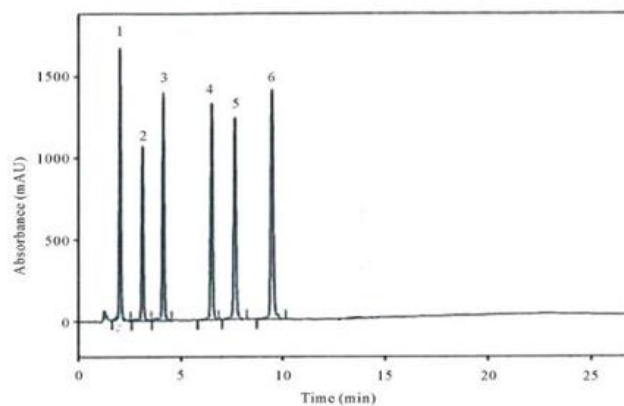
### ترکیبات آنتی‌اکسیدانی حاضر در عصاره چای سبز

با توجه به جدول ۱، ملاحظه گردید که اپی‌گالاکتوکاتچین گالات دارای بالاترین میزان (۳۰۰ میکرومول) ترکیبات آنتی‌اکسیدانی حاضر در عصاره چای سبز بودند که پس از آن به ترتیب اپی‌گالاکتوکاتچین، اپی‌کاتچین، اپی‌کاتچین گالات و کاتچین با میزان ۲۱۷، ۵۲، ۳۵ و ۲/۳ میکرومول قرار داشتند. کم‌ترین میزان ترکیب آنتی‌اکسیدانی حاضر در عصاره چای متعلق به گالاکتوکاتچین با ۱/۷ میکرومول بود. در شکل ۱ پیک کروماتوگرام حاصل از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی عصاره چای سبز به نمایش درآمده است.

جدول ۱- خصوصیات آنالیز ترکیبات شیمیایی چای سبز

Table 1. Characteristics of analysis of chemical compositions of green tea

درصد ترکیبات (nA/μM) Compositions (%)	ترکیب شناسایی شده Recognized composition	شماره پیک Peak no.
300.0±0.2	اپی‌گالاکتوکاتچین گالات Epigalacto-Catechin Gallate	پیک شماره یک No.1
1.7±0.1	گالاکتوکاتچین Galactochetechin	پیک شماره دو No.2
52±5	اپی‌کاتچین Epitecate	پیک شماره سه No.3
35±3	اپی‌کاتچین گالات Epitecine Galate	پیک شماره چهار No.4
2.3±0.2	کاتچین Catechin	پیک شماره پنج No.5
217±17	اپی‌گالاکتوکاتچین Epigallocatechin	پیک شماره شش No.6



شکل ۱- تصویر کروماتوگرام

چای سبز

Fig.1. Image Chromatogram Green Tea. No. 1: Epigalacto-Catechin Gallate, No. 2: Galactochetechin, No. 3: Epithecate, No. 4: Epithechine Galate, No. 5: Catechin, No. 6: Epigallocatechin

### خصوصیات فیزیکی شیمیایی و رئولوژیکی

#### ویسکوزیته

با توجه به جدول تجزیه واریانس ۲ ملاحظه گردید که تاثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان ویسکوزیته تیمارهای مارگارین صبحانه معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بررسی نتایج نشان داد که افزایش میزان عصاره چای سبز باعث افزایش میزان ویسکوزیته تیمارهای مارگارین گردید به طوری که تیمار مارگارین دارای عصاره چای سبز به میزان ۱۰۰۰ پی پی ام دارای بالاترین میزان ویسکوزیته و تیمار مارگارین شاهد و ۷۵ پی پی ام TBHQ دارای کمترین میزان ویسکوزیته در بین تیمارهای مارگارین صبحانه بود.

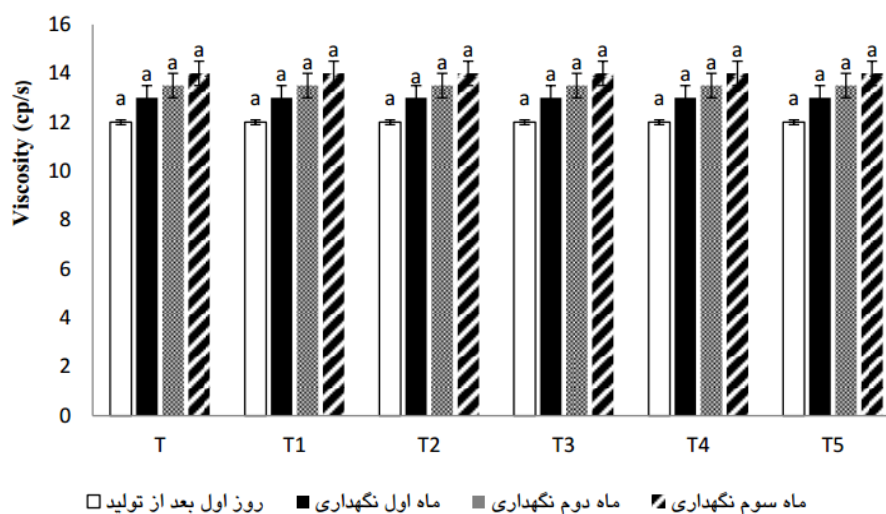
جدول ۲- تجزیه واریانس ویسکوزیته

Table 2. Variance analysis of viscosity					
ارزش P	ارزش F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	منبع تغییرات
P-value	F-value	Mean of squares	Sum of squares	df.	Source of variation
0.000	1.347	19.7000**	98.5	5	تیمار Treatment
0.000	2.622	38.3333**	115.0	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	2.964	0/4333**	6.5	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
		0.000	0.0	48	خطا Error
			220.0	71	کل Total
	99.92	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		3.8233	ضریب تغییرات (CV) Variation coefficient

علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\*\*: Significant differences at 0.05 level

در شکل ۲ مقادیر ویسکوزیته تیمارهای مختلف مارگارین صبحانه تولیدی طی زمان‌های مختلف به نمایش درآمده است. نتایج حاکی از آن است که اثر زمان بر مقادیر ویسکوزیته نمونه‌ها معنی‌دار می‌باشد ( $p \leq 0.05$ ). افزایش ویسکوزیته نمونه‌ها می‌تواند به پدیده سخت شدن تیکسوتروپیک (غلیظ شوندگی با افزایش زمان) نمونه‌های مارگارین نسبت داده شود (Precht, 1988). سیالات دارای خاصیت تیکسوتروپیک، سیالاتی هستند که در اثر برش رقیق شده، اما با گذشت زمان تا حدودی ساختار خود را بازیابی کرده و ویسکوزیته آن‌ها افزایش می‌یابد. نتایج یافته‌های حاصل از بررسی حاضر با نتایج Zhao و Shah (Zhao and Shah, 2014) بر بررسی کاربرد عصاره چای سبز در شیر سویا تخمیری نیز مطابقت نشان داد. آنان گزارش کردند در طی زمان نگهداری شیر سویا تخمیری، به دلیل از دست رفتن بخشی از رطوبت، ویسکوزیته نمونه‌ها تا حدودی افزایش نشان داد.



شکل ۲- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین ویسکوزیته تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0.05$ )

مارگارین صبحانه دارای ۲۵۰ پی پی ام عصاره چای سبز= T2, مارگارین صبحانه دارای ۷۵ پی پی ام نگهدارنده سنتزی TBHQ= T1, مارگارین صبحانه (شاهد)= T, مارگارین صبحانه دارای ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز = T5, مارگارین صبحانه دارای ۷۵۰ پی پی ام عصاره چای سبز= T4, مارگارین صبحانه دارای ۵۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز= T3

Fig. 2. The comparison of Viscosity of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea



## رسوب قابل دید

رسوب قابل دید در روغن‌ها و کره‌ها ناشی از برهم خوردگی تعادل الکتروستاتیک و دوفاز شدن ساختار امولسیون‌ها ایجاد می‌شود. با توجه به جدول تجزیه واریانس ۳ ملاحظه گردید که تاثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان رسوب قابل دید تیمارهای مارگارین صبحانه معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بررسی نتایج نشان داد که اختلافات معنی داری بین میزان رسوب قابل دید تیمارهای مارگارین صبحانه با توجه به میزان اختلاف در عصاره چای سبز وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین میزان رسوب قابل دید به تیمار مارگارین صبحانه دارای بالاترین میزان عصاره چای سبز و کمترین میزان آن نیز به تیمار مارگارین صبحانه فاقد عصاره چای سبز یعنی تیمار شاهد (T) و مارگارین صبحانه دارای ۷۵ پی پی ام نگهدارنده سنتزی TBHQ تعلق داشت.

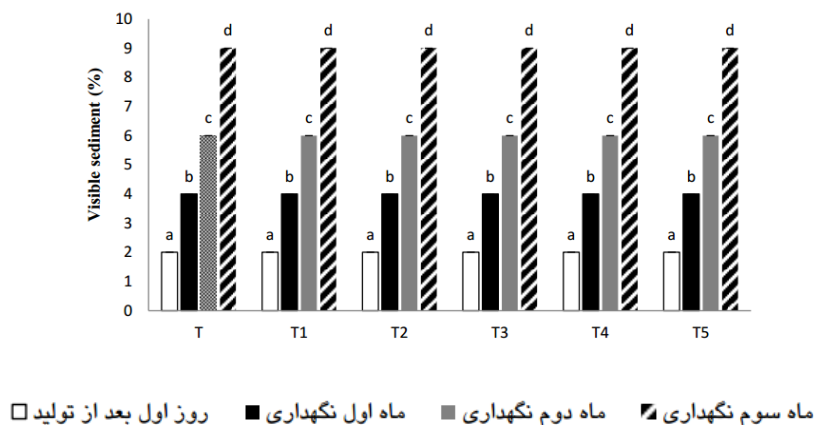
جدول ۳- تجزیه واریانس رسوب قابل دید

Table 3. Variance analysis of visible sediment					
ارزش P P-value	ارزش F F-value	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df.	منبع تغییرات Source of variation
0.000	1.347	27.125**	135.625	5	تیمار Treatment
0.000	2.622	9.125**	27.375	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	2.964	1.525**	22.875	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
		0.000	0.000	48	خطا Error
				71	کل Total
	99.92	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		0.001667	ضریب تغییرات (/) Variation coefficient

علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\* : Significant differences at 0.05 level

در شکل ۳ اثر زمان بر میزان رسوب قابل دید نمونه‌ها نشان داده شده است. نتایج ارزیابی آماری نشان می‌دهد که این اثر در ماه‌های اول، دوم و سوم پس از تولید معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). از آنجا که امولسیون‌ها نظیر مارگارین در طی زمان تمایل به دو فاز شدن دارند، بدیهی است که با افزایش زمان نگهداری نمونه‌های مارگارین، مقایسه رسوب قابل دید افزایش یابد. این نتایج در تطابق با یافته‌های ترکاشوند و موسوی پور (۱۳۹۱) بود، چرا که بیان داشتند با افزایش زمان، ساختار امولسیونی کره کم چرب تخریب و در نتیجه رسوب قابل دید افزایش یافت.



شکل ۳- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین رسوب قابل دید تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0.05$ )

Fig. 3. The comparison of visible sediment of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

### نقطه ذوب

نقطه ذوب درجه حرارتی است که در آن فشار بخار مایع با جامد برابر شده و ماده از حالت جامد به مایع تبدیل می‌گردد که در این دما دو فاز در حال تعادل هستند (Akoh and Min, 2008). با توجه به جدول تجزیه واریانس ۴ ملاحظه گردید که تأثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان نقطه ذوب تیمارهای مارگارین صبحانه معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). با توجه به نتایج حاصل از آزمون نقطه ذوب مشخص گردید که با افزایش میزان عصاره چای سبز میزان نقطه ذوب تیمارهای مارگارین به طور معنی داری کاهش یافت. کمترین میزان نقطه ذوب به تیمار با ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز و بالاترین آن به تیمار شاهد فاقد عصاره چای سبز تعلق داشت.

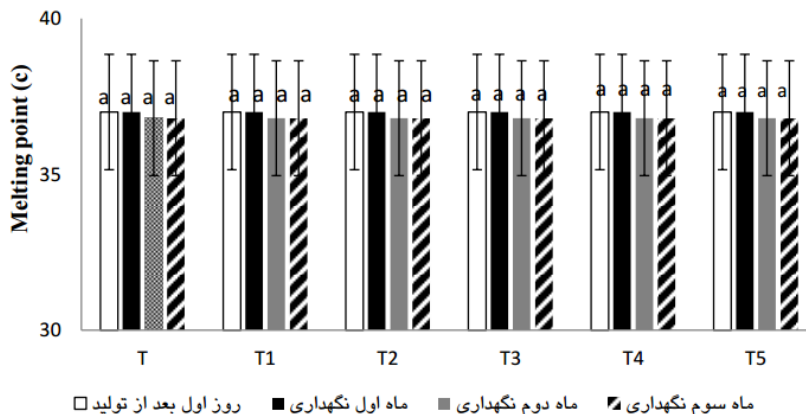
جدول ۴- تجزیه واریانس نقطه ذوب

ارزش P P-value	ارزش F F-value	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df.	منبع تغییرات Source of variation
0.000	1412.20	19.6139**	98.069	5	تیمار Treatment
0.000	700.00	9.7222**	29.167	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	39.40	0.5472**	8.208	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
		0.0139	0.667	48	خطا Error
				71	کل Total
	99.92	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		0.1179	ضریب تغییرات (/) Variation coefficient

علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\* : Significant differences at 0.05 level

با توجه به شکل ۴ در طی زمان نگهداری میزان نقطه ذوب تیمارها به طور معنی داری کاهش یافت به طوری که کمترین میزان نقطه ذوب به انتهای ماه سوم نگهداری تعلق داشت.



شکل ۴- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین نقطه ذوب تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0.05$ )

Fig. 4. The comparison of melting point of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

## پایداری اکسیداتیو

### عدد اسیدی

درصد اسیدهای چرب آزاد نشانگر فساد هیدرولیتیک روغن‌ها می‌باشد؛ این ترکیبات همچنین از محصولات ثانویه اکسایش روغن و چربی‌ها می‌باشند (اسداللهی، ۱۳۹۲). روغن‌های خوراکی و یا مواد غذایی حاوی چربی دارای مقدار معین و جزئی اسید چرب آزاد هستند، ولی ممکن است در اثر عوامل فساد و رخ دادن واکنش هیدرولیز این مقدار از حد معین تجاوز نماید (Akoh and Min, 2008). با توجه به جدول تجزیه واریانس ۵ ملاحظه گردید که تأثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان پایداری اکسیداتیو تیمارهای مارگارین صبحانه معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ).

Table 5. Variance analysis of oxidative stability

ارزش P P-value	ارزش F F-value	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df.	منبع تغییرات Source of variation
0.000	6.06	6.833**	20.500	5	تیمار Treatment
0.000	23.23	0.294**	20.000	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	29.29	0.0420**	40.500	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
		0.0139	0.667	48	خطا Error
				71	کل Total
	99.92	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		0.001667	ضریب تغییرات (%) Variation coefficient

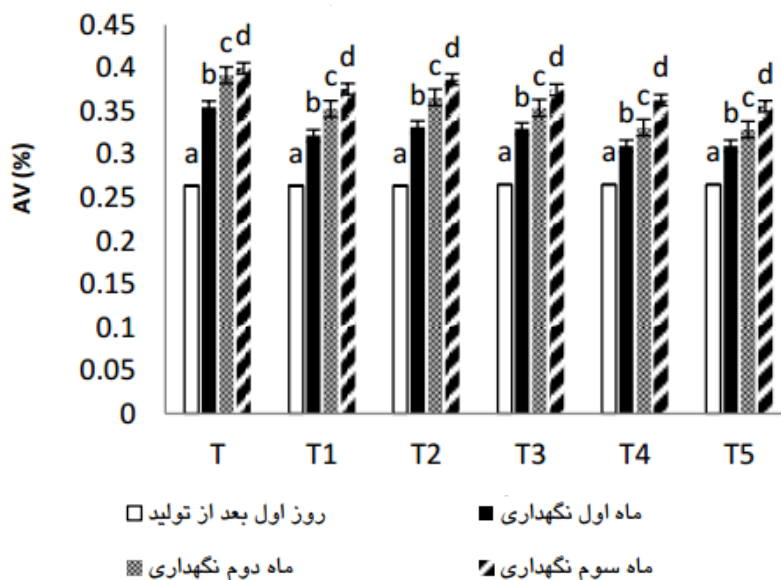
علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\* : Significant differences at 0.05 level

بررسی نتایج نشان داد که اختلافات معنی داری بین میزان میانگین عدد اسیدی تیمارهای مارگارین صبحانه با توجه به اختلاف در میزان عصاره چای سبز وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). با افزایش میزان عصاره چای سبز از میزان میانگین عدد اسیدی تیمارهای مارگارین به طور معنی داری کاسته شد به طوری که در تیمار مارگارین صبحانه با مقدار ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز میزان عدد اسیدی در مقایسه با تیمار شاهد به میزان معنی داری کاهش می یابد.

در شکل ۵ مقادیر عدد اسیدی نمونه‌های مارگارین در طی زمان‌های مختلف به نمایش در آمده است. نتایج ارزیابی آماری نمونه‌ها حاکی از آن است که اثر زمان بر مقادیر عدد اسیدی نمونه‌ها معنی دار می‌باشد ( $p \leq 0.05$ ). به طور کلی با افزایش زمان مقادیر اسیدهای چرب آزاد نمونه‌ها و به تبع آن مقادیر عدد اسیدی نمونه‌ها افزایش خواهد یافت. افزودن عصاره چای سبز به نمونه‌های مارگارین باعث شد تا میزان اسیدهای چرب آزاد دارای نرخ افزایشی کم‌تری باشد. در این خصوص تیمار شاهد دارای بیش‌ترین و تیمار حاوی ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز دارای کم‌ترین نرخ افزایش اسیدهای چرب آزاد نسبت به زمان بودند. افزایش عدد اسیدی در نمونه‌ها می‌تواند به تبدیل ترکیبات ثانویه اکسایش به اسیدهای کربوکسیلیک نسبت داده شود. در این راستا استفاده از آنتی‌اکسیدان سنتزی و همچنین ترکیبات عصاره چای سبز به دلیل داشتن ترکیبات پلی فنولی با مهار کردن فرآیند واکنش‌های اکسایش می‌تواند از افزایش و تجمع اسیدهای کربوکسیلیک و از افزایش عدد اسیدی در طی دوره نگهداری ممانعت نماید. Matsiko و همکاران (Matsiko *et al.*, 2014) در بررسی و مقایسه میزان ماندگاری کره بادام زمینی و کره سویا نیز به نتایج مشابهی دست یافته و گزارش

کردند که ترکیبات آنتی‌اکسیدانی (ایزوفلاوونوئیدها) موجود در روغن سویا باعث افزایش مقاومت اکسیداتیو و کاهش عدد اسیدی در کره سویا گردید که با نتایج بررسی حاضر نیز مطابقت داشت.



شکل ۵- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین عدد اسیدی تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0.05$ )

Fig. 5. The comparison of Acid value (AV) of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

## عدد پراکسید

عدد پراکسید نمایانگر میزان ترکیبات اولیه ایجاد شده (هیدروپراکسیدها) 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 می‌شوند. ایجاد پراکسید در مراحل اولیه به کندی صورت می‌گیرد و این مرحله برحسب نوع روغن و ماده غذایی حاوی چربی، شرایط نگهداری آن، درجه حرارت و عوامل دیگر ممکن است از چند هفته تا چند ماه متغیر باشد که پس از آن تشکیل هیدرو پراکسید تسریع شده و خود به عنوان کاتالیزور در تسریع اکسایش روغن شرکت می‌کند (اسداللهی، ۱۳۹۲). عدد پراکسید اگرچه شاخص مناسبی برای بیان کیفیت کلی روغن نمی‌باشد، اما پیوستگی خوبی با خواص ارگانولپتیکی روغن و چربی‌ها دارد (Akoh and Min, 2008). با توجه به جدول تجزیه واریانس ۶ ملاحظه گردید که تأثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه معنی دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بررسی نتایج نشان داد که اختلافات معنی

داری بین میزان عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه، با توجه به اختلاف در میزان عصاره چای سبز وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). به طوری که در تیمار مارگارین صبحانه با مقدار ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز میزان عدد پراکسید در مقایسه با تیمار شاهد به میزان معنی داری کاهش می یابد.

جدول ۶- تجزیه واریانس عدد پراکسید

Table 6. Variance analysis of peroxide value

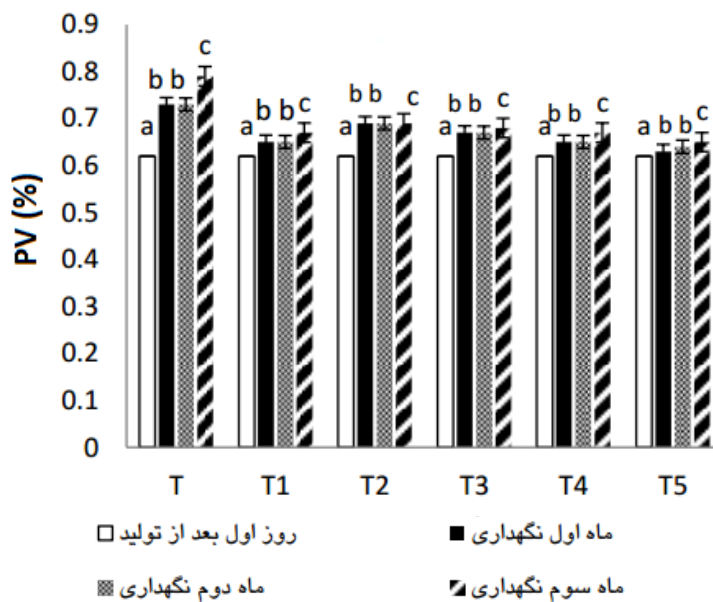
ارزش P P-value	ارزش F F-value	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df.	منبع تغییرات Source of variation
0.000	454.63	0.0088400**	0.044200	5	تیمار Treatment
0.000	974.29	0.0189444**	0.056833	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	63.89	0.0012422**	0.018663	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
			0.000933	48	خطا Error
			0.120600	71	کل Total
	99.23	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		0.004410	ضریب تغییرات (%) Variation coefficient

علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\*\*: Significant differences at 0.05 level

با توجه به شکل ۶ نیز روند افزایشی معنی داری در میزان عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه در طی زمان نگهداری وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین میزان عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه در ماه سوم نگهداری و کمترین میزان عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه در روز اول نگهداری تعلق داشت.

کاهش سرعت اکسیداسیون در نمونه‌های مارگارین صبحانه می‌تواند به حضور ترکیبات آنتی رادیکالی حاضر در عصاره چای سبز به ویژه اپی گالاکتوکاتچین گالات نسبت داده شود. چنین ترکیباتی با فراهم آوردن هیدروژن از دست رفته، قادر به احیا رادیکال پراکسی تولید شده و به تبع آن کند شدن فرایند اکسیداسیون خواهند شد. Osborn-Barnes و Akoh (Osborn-) (Barnes and Akoh, 2003) که به بررسی اثرات آلفاتوکوفرول، بتاکاروتن و ایزوفلاوونهای سویا بر روی اکسیداسیون چربی امولسیون‌ها بر پایه چربی پرداختند، گزارش نمودند که استفاده از ایزوفلاوونهای سویا نقش مهمی در کاهش اکسیداسیون چربی ترکیبات امولسیونی بر پایه چربی دارد که با نتایج تحقیق حاضر نیز مطابقت دارد.



شکل ۶- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین عدد پراکسید تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0.05$ )

Fig. 6. The comparison of peroxide value (PV) of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

#### اندیس تیوباربتوریک

در اثر واکنش تیوباربتوریک اسید با مالون دی آلدئیدها در درجه حرارت بالا، رنگ قرمزی ایجاد خواهد شد که با اندازه‌گیری حداکثر جذب آن در طول موج ۵۳۲ نانومتر، اندیس تیوباربتوریک اسید مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت (Akoh and Min, 2008). به طور کلی هر چه تغییر رنگ بیش‌تر باشد، نشان دهنده این مطلب است که مالون دی آلدئید بیش‌تری در محیط تولید شده و در نتیجه نرخ اکسیداسیون نیز بالاتر می‌باشد. لازم به ذکر است که مالون دی آلدئیدها از تجزیه محصولات ثانویه اکسیداسیون تولید می‌شوند و از آنجا که میزان هیدروپراکسید اسیدهای چرب همواره در حال افزایش نبوده و بعد از مدتی در ساختار آن‌ها شکسته شده و ترکیبات جانبی ایجاد می‌گردد، عدد پراکسید شاخص چندان مطلوبی در پیش‌بینی اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌ها بر محصولات چربی نظیر مارگارین نمی‌باشد. با توجه به جدول تجزیه واریانس ۷ ملاحظه گردید که تأثیر تیمار، زمان نگهداری و همچنین اثرات متقابل تیمار در زمان نگهداری بر میزان اندیس تیوباربتوریک تیمارهای مارگارین صبحانه معنی‌دار بود ( $p \leq 0.05$ ). بررسی نتایج نشان داد که اختلافات معنی‌داری بین میزان عدد تیوباربتوریک تیمارهای مارگارین صبحانه، با توجه به اختلاف در میزان عصاره چای سبز وجود داشت ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین میزان میانگین

عدد تیوباربتوریک تیمارهای مارگارین

صبحانه به نمونه فاقد نگهدارنده سنتزی و عصاره چای سبز و کمترین میزان عدد تیوباربیتوریک به تیمار مارگارین دارای ۷۵ پی پی ام نگهدارنده سنتزی TBHQ و تیمار مارگارین دارای ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز تعلق داشت.

جدول ۷- تجزیه واریانس عدد تیوباربیتوریک

Table 7. Variance analysis of thiobarbituric acid index

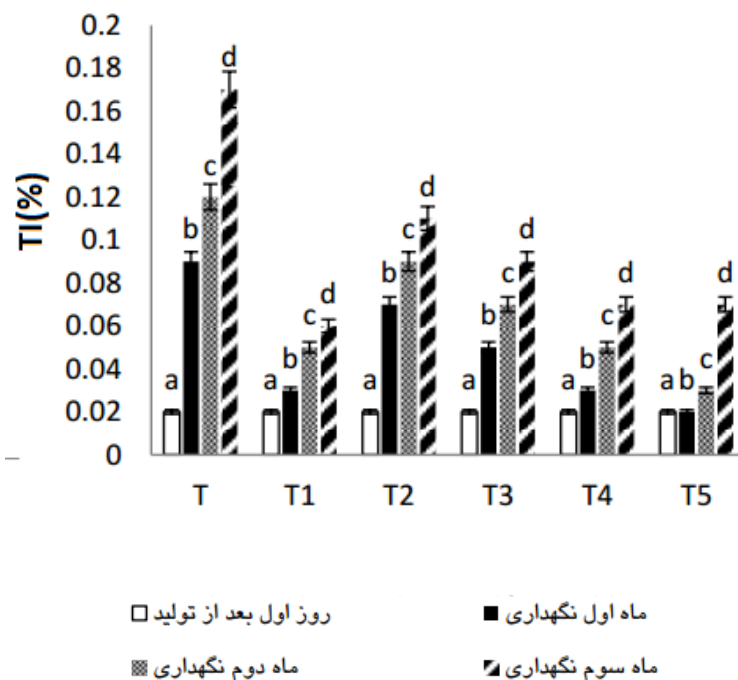
ارزش P P-value	ارزش F F-value	میانگین مربعات Mean of squares	مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df.	منبع تغییرات Source of variation
0.000	6566.40	0.045600**	0.22800	5	تیمار Treatment
0.000	28130.93	0.195354**	0.58606	3	زمان نگهداری Refrigerated storage
0.000	8731.73	0.90956	0.060637	15	تیمار * زمان نگهداری Treatment*refrigerated storage
		0.000007	0.00033	48	خطا Error
				71	کل Total
	99.98	ضریب همبستگی Co-relation coefficient		0.002635	ضریب تغییرات (/.) Variation coefficient

علامت \*\* بیانگر معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $p \leq 0.05$ )

\*\*\*: Significant differences at 0.05 level

با توجه به شکل ۷، اثر زمان بر مقادیر اندیس تیوباربیتوریک اسید نمونه‌ها معنی دار می‌باشد ( $p \leq 0.05$ ). بالاترین میزان عدد تیوباربیتوریک تیمارهای مارگارین صبحانه در ماه سوم نگهداری و کمترین میزان عدد تیوباربیتوریک تیمارهای مارگارین صبحانه در روز اول نگهداری تعلق داشت. به طور کلی این مطلب بدیهی است که با افزایش زمان فرایند، اکسیداسیون نمونه‌ها تشدید شده و در نتیجه محصولات حاصل از آن افزایش یابد. همان‌طور که قبل‌تر ذکر گردید، ترکیبات آنتی‌رادیکالی حاضر در عصاره چای سبز قادر به کاهش تولید محصولات اولیه اکسیداسیون و به دنبال آن محصولات ثانویه نظیر مالون دی‌آلدئیدها خواهند شد. این نتیجه در تطابق با یافته‌های کلهرودی و همکاران (۱۳۹۳) بود. آنان گزارش کردند که در تیمارهای مارگارین صبحانه با افزایش میزان ترکیبات آنتی‌اکسیدانی، سرعت تشکیل ترکیبات اولیه اکسیداسیون کاهش یافته که چنین امری باعث خواهد شد تا میزان ترکیبات ثانویه و ثالث اکسیداسیون نیز کاهش یابد.





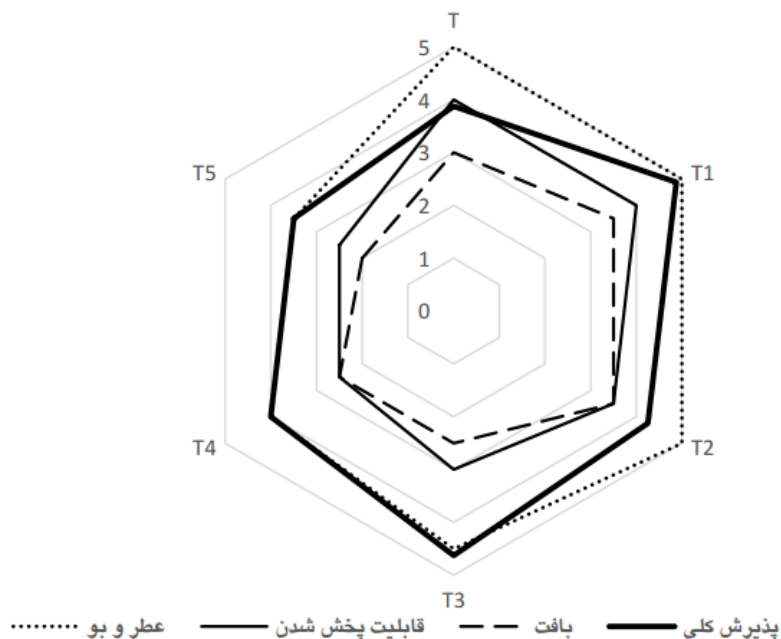
شکل ۷- مقایسه تأثیر زمان بر میزان میانگین اندیس تیوباربیتوریک تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0/05$ )

Fig. 7. The comparison of Thiobarbituric index (TI) of breakfast margarine samples within 3 months in refrigerated storage  
T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

## خصوصیات حسی

### بافت، قابلیت پخش شدن، طعم و مزه و پذیرش کلی

با توجه به شکل ۸، از نظر ارزیابیها مارگارین حاوی ۷۵ قسمت بر میلیون نگهدارنده سنتزی و همچنین تیمارهای مارگارین دارای ۲۵۰ و ۵۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز دارای بالاترین میزان امتیازات بافت، قابلیت پخش شدن، طعم و مزه و پذیرش کلی بین تیمارهای مارگارین بود ( $p \leq 0/05$ ). تیمار مارگارین صبحانه دارای ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز نیز کمترین میزان امتیازات بافت، قابلیت پخش شدن، طعم و مزه و پذیرش کلی را از نظر ارزیابیها کسب نمود. به طور کلی نتایج ارزیابی عدم کسب نمره بالا توسط نمونه مارگارین حاوی ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز می تواند به حضور ترکیباتی نظیر کاتچین نسبت داده شود که در مقادیر بالا باعث ایجاد گسی و پس طعم نامطلوب خواهند شد. این نتایج با یافته های جلیلی و همکاران (۱۳۹۳) در مورد بررسی اثر عصاره آبی چای سبز بر ماندگاری ماهی کپور نقره ای در دمای یخچال مطابقت داشت.



شکل ۸- مقایسه تاثیر عصاره چای سبز در زمان نگهداری بر میزان میانگین امتیازات صفت بافت، طعم و مزه و پذیرش کلی تیمارهای مارگارین صبحانه با تیمار شاهد ( $p \leq 0/05$ )

Fig. 8. Texture, odor, flavor and total acceptance of breakfast margarine.

T: control, T1: Sample containing 75 ppm of TBHQ, T2: sample containing 250 ppm green tea extract, T3: sample containing 500 ppm green tea extract, T4: sample containing 750 ppm of green tea extract, T5: sample containing 1000 ppm of extract Green tea

در این تحقیق غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز در فرمولاسیون مارگارین صبحانه مورد استفاده قرار گرفت و نتایج آن با تیمار شاهد (تیمار فاقد آنتی اکسیدان) و تیمار حاوی ۷۵ پی پی ام آنتی اکسیدان TBHQ مقایسه گردید. نتایج این بررسی نشان داد که عدد اسیدی، پراکسید و تیوباربیتوریک اسید و رسوب قابل دید تیمارهای مارگارین صبحانه به طور معنی داری در طی سه ماه زمان نگهداری افزایش و مقاومت اکسیداتیو و همچنین نقطه ذوب به طور معنی داری کاهش می یابد ( $p \leq 0/05$ ). در بین تیمارهای مارگارین صبحانه بالاترین میزان ترکیب با نقش آنتی اکسیدانی (۱۰۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز) به طور معنی داری باعث کاهش روند اکسیداسیون و افزایش میزان ماندگاری مارگارین صبحانه گردید که دارای اثرات بازدارندگی مشابهی با نگهدارنده سنتزی TBHQ به میزان ۷۵ پی پی ام بود. اما تغییرات بافتی و رسوب قابل دید در مارگارین صبحانه با مقادیر ۷۵۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام نامطلوب بوده و امتیازات مطلوبی را از نظر خواص حسی بین ارزیاب‌ها کسب ننمود. بررسی نتایج نشان داد که مقادیر ۵۰۰ پی پی ام عصاره چای سبز در مقایسه با غلظت‌های مختلف عصاره چای سبز از مطلوبیت کلی برخوردار بوده و در نهایت تیمار ۵۰۰ پی پی ام به عنوان تیمار بهینه انتخاب گردید.

References

منابع

- اسداللهی، س.، ۱۳۹۲. تکنولوژی روغن. دانش پرور، ص ۱۵۱.
- بی نام ۱۳۹۴. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کره گیاهی مارگارین ویژگی ها و روش های آزمون، استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۳.
- بی نام ۱۳۹۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روغن ها و چربی های گیاهی و حیوانی - اندازه گیری نقطه ذوب به روش لوله موئین باز، استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۸۷.
- بی نام ۱۳۹۰. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روغن ها و چربی های گیاهی و حیوانی - اندازه گیری عدد اسیدی و اسیدیت، استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۸.
- بی نام ۱۳۸۷. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، اندازه گیری مقدار پراکسید به روش یدومتری، استاندارد ملی ایران شماره ۴۱۷۹.
- بی نام ۱۳۸۳. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روغن ها و چربی های خوراکی - تعیین رسوب قابل دید، استاندارد ملی ایران شماره ۷۴۱۴.
- بی نام ۱۳۸۱. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، روغن ها و چربی های خوراکی - ویسکوزیته، استاندارد ملی ایران شماره ۶۰۷۸.
- ترکاشوند، ی.، موسوی پور س.، ۱۳۹۱. بررسی تولید امولسیون مضاعف برای افزایش پایداری کره کم چرب. مجله دانش و پژوهش علوم دامی، ۱۱، ۲۳-۳۲.
- جلیلی، ح.، صداقت، ن.، نوغانی، ف.، ۱۳۹۳. اثر بسته بندی با اتمسفر اصلاح شده و عصاره آبی چای سبز بر عمر ماندگاری گوشت چرخ شده ماهی کپور نقره‌ای. شیلات ایران، ۲۲ (۱)، ۱۳-۲۷.
- عزیزخانی، م.، زندی، پ.، گایینی، ا.، صفافر، ح.، اخوان عطار، ز.، ۱۳۸۵. تاثیر مخلوط آنتی اکسیدان های طبیعی بر پایداری اکسیداتیو مارگارین. مجله علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، ۲ (۱)، ۳۵-۴۴.
- کله‌رودی، م.، بصیری، ع.، جلالی، ح.، ۱۳۹۳. بررسی ویژگی های ضد اکسایشی اسانس دانه رازیانه و تاثیر آن بر پایداری اکسایشی روغن سویا. مهندسی بیوسیستم ایران، ۴۵ (۲)، ۱۳۹-۱۳۱.

- AOCS 1996.** Official methods and recommended practices of the American oil chemists' society (4th ed ed.): Champaign: AOCS Press.
- Akoh, C. & Min, D. B. 2008.** Food Lipids: Chemistry, Nutrition, and Biotechnology, Third Edition, Taylor & Francis.
- Ayar, A., Sert, D., Arslan, D., & Özcan, M. M. 2010,** The effect of some spice extracts on storage stability of " yayik butter". World Applied Sciences Journal, 11, 1114-1123.
- Chougui, N., Djerroud, N., Naraoui, F., Hadjal, S., Aliane, K., Zeroual, B., & Lariat, R. 2015.** Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. Food chemistry, 173. 382-390.
- de Lacey, A. L., Pérez-Santín, E., López-Caballero, M. E., & Montero, P. 2014.** Survival and metabolic activity of probiotic bacteria in green tea. LWT-Food Science and Technology, 55, 314-322.
- de Oliveira Lopes, C., Barcelos, M. D. F. P., Dias, N. A. A., Carneiro, J. D. D. S., & de Abreu, W. C. 2014.** Effect of the addition of spices on reducing the sodium content and increasing the antioxidant activity of margarine, LWT-Food Science and Technology, 58, 63-70.
- Fazel, M., Sahari, M. A., Barzegar, M. 2008.** Determination of main tea seed oil antioxidants and their effects on common kilka oil, International Food Research Journal, 15, 209-217.
- Iqbal, R., Anand, S., Ounpuu, S., Islam, S., Zhang, X., Rangarajan, S. & Yusuf, S. 2008.** Dietary patterns and the risk of acute myocardial infarction in 52 countries: results of the INTERHEART study. Circulation, 118(19), 1929-1937.
- Matan, N., Puangjinda, K., Phothisuwan, S., & Nisoa, M. 2015.** Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit, Food Control, 50, 291-296.
- Matsiko, F., Murindwa, E., Niyigena, C., Hitimana, B., & Vasanthakalam, H. 2014.** Comparison and Evaluation of the Quality and Storage Stability of Soy and Peanut butter, Pakistan Journal of Food Sciences, 24, 50-56.
- Osborn-Barnes, H. T., & Akoh, C. C. 2003.** Effects of  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, and soy isoflavones on lipid oxidation of structured lipid-based emulsions. Journal of agricultural and food chemistry, 51, 6856-6860.
- Peryam, D. R., & Girardot, N. F. 1998.** Advanced taste-test method. GGG 0SGGGGGGS HEDONIC SCALE.
- Precht, D. 1988.** Fat crystal structure in cream and butter. Crystallization and polymorphism of fats and fatty acids, 31.
- Senanayake, S. N. 2013.** Green tea extract: Chemistry, antioxidant properties and food applications—A review, Journal of Functional Foods, 5, 1529-1541.
- Willey, R. 2001.** Fats, oils, and greases: the minimization and treatment of wastewaters generated from oil refining and margarine production, Ecotoxicology and environmental safety, 50, 127-133.
- Zhao, D., & Shah, N. P. 2014.** Influence of tea extract supplementation on bifidobacteria during soymilk fermentation, International journal of food microbiology, 188, 36-44.

**Effect of Green Tea Extract on Oxidative Stability, sensory and Physicochemical Properties of Breakfast Margarine**

**M. Ebrahim Banki<sup>1</sup>, S. Asadolahi<sup>\*2</sup> and N. Zand<sup>2</sup>**

Received: 11 July, 2021

Accepted: 11 Aug, 2021

**ABSTRACT**

In the present study, concentrations of 250, 500, 750 and 1000 ppm of green tea extract were used in breakfast margarine formulation. Physicochemical properties were including viscosity, visible sediment, melting point and, the oxidative stability tests were including acid value (AV), peroxide value (PV), thiobarbituric acid index (TI). Sensory evaluation of samples (odor and flavor, texture, spreadability, total acceptance) was also done by a 5-point hedonic method by 12 trained evaluators. A randomized complete design, with a 95% confidence level ( $\alpha = 0.05$ ) was employed and data were analyzed using Minitab 17 software. The results showed that acidity number, peroxide, thiobarbituric acid, visible sediments of breakfast margarine treatments significantly increased during three months of storage, and the amount of oxidative resistance and melting point significantly decreased ( $p < 0.05$ ). Among the margarine treatments, the highest breakfast margarine (1000 ppm) of green tea extract significantly reduced the oxidation process and increased the breakfast margarine shelf life, which had the same reproductive effects as the TBHQ synthesis of 75 ppm. However, texture and sediment changes in breakfast margarine with 750 and 1000 ppm were unfavorable and did not yield favorable points for the sensory properties of the evaluators. Finally, on the basis of all experiments, 500 ppm treatment was selected as optimal treatment.

**Key word:** Breakfast Margarine, Green Tea Extract, Physicochemical Properties, Sensory Properties, Oxidative Stability.

- 
1. MSc. Student, Department of food science and technology, Faculty of Agriculture, Varamin – Pishva branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran
  2. Assistant Professor, Department of Food science and technology, Faculty of Agriculture, Varamin – Pishva branch, Islamic Azad University, Varamin, Iran

**Corresponding Author:** [s\\_asadolahi@yahoo.com](mailto:s_asadolahi@yahoo.com)