

## Application of organogels containing grape seed oil and carnoba in cake production

Fatemeh Hanifi-Vahd<sup>1</sup>, Mania Salehifar<sup>2\*</sup>, Alireza Rahman<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Master's student, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Quds Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Quds Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,  
Email: salehifarmania@yahoo.com

<sup>3</sup> Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Quds Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### Article Info

**Article type:**  
Research Full Paper

**Article history:**  
Received: 2022-02-04  
Revised: 2022-05-25  
Accepted: 2022-06-13

**Keywords:**  
Muffin  
Oleogel  
Grape seed oil  
Carnauba wax

### ABSTRACT

**Background and objectives:** Solid fats play an essential role in improving the hardness, viscosity, spreadability, plasticity, and taste of food products, so they are one of the most important and critical compounds in the food industry. However, most solid fats contain saturated and trans fatty acids that can have adverse effects on human health. Oleogels are structured fats in which oils are trapped in three-dimensional structures. The production of such structures can reduce the content of solid fats in food products. Therefore, oleogels have been studied as novel structures for the partial replacement of solid fats and shortening. Hence, the aim of this study was to produce low fat muffins using oleogels using carnauba wax and grape seed oil as an oil substitute in muffin formulations.

**Materials and methods:** The oil in the muffin formulation was replaced with oleogels based on carnauba wax and grape seed oil at different levels (0 to 100%) and compared with the control sample in terms of viscosity, moisture content, specific volume, color properties ( $L^*$ ,  $a$  and  $b$ ), microbial properties and sensory properties were compared.

**Results:** The rheological properties of different dough samples showed that all samples had shear-thinning behavior and the rheological behavior was well described by the power law model. With increasing the percentage of oleogel application, the apparent viscosity of all samples and their consistency index decreased. The Moisture content of muffin cake samples containing oleogel were higher than the control sample. By increasing the percentage of using oleogels to the level of 50%, the specific volume of cakes increased. However, a further increase of oleogels from 50 to 100% significantly ( $p < 0.05$ ) led to a decrease in specific volume. Changes in color indices ( $L^*$ ,  $a$ , and  $b$ ) showed that using oleogel up to 50% level had no significant effect ( $p > 0.05$ ) on  $L^*$  index but significantly ( $p < 0.05$ ) increased  $a$  and  $b$  indices. Increasing the storage time significantly ( $p < 0.05$ ) decreased the  $L^*$  index and increased the  $a$  and  $b$  indices. Also, the increasing of storage time led to an increase in the mold and yeast count in the muffin samples and by increasing the level of oleogel application, the number of molds and yeasts increased. Evaluation of sensory properties of muffin samples showed that samples containing oleogel from 10 to 50% in terms of sensory properties were not significantly different from the control sample ( $p < 0.05$ ) but by increasing the percentage of oleogel application from 50% and above, it led to a significant decrease in all sensory properties of muffin samples compared to the control sample and other treatments.

---

---

**Conclusion:** In general, a sample containing 50% oleogel based on carnauba wax and grape seed oil instead of oil can be selected as the superior sample.

---

---

Cite this article: Hanifi-Vahd, F., Salehifar, M., Alireza Rahman, A.R. 2022. Application of organogels containing grape seed oil and carnoaba in cake production. *Food Processing and Preservation Journal*, 14 (3), 79-100.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/FPPJ.2022.19920.1693

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

---

---

### کاربرد ارگانوژل حاوی روغن هسته انگور و کارنوبا در تولید کیک

فاطمه حنیفی واحد<sup>۱</sup>، مانیا صالحی فر<sup>۲\*</sup>، علیرضا رحمن<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲. دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: salehifarmania@yahoo.com

۳. استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

اطلاعات مقاله	چکیده
<b>نوع مقاله:</b> مقاله کامل علمی-پژوهشی	<b>سابقه و هدف:</b> چربی‌های جامد نقش اساسی در بهبود سفتی، ویسکوزیته، قابلیت پخش پذیری، پلاستیسیته و طعم محصولات غذایی دارند و به همین دلیل یکی از ترکیبات مهم و ضروری در صنایع غذایی می‌باشند. با این وجود بیشتر چربی‌های جامد حاوی اسیدهای چرب اشباع و ترانس هستند که می‌توانند تاثیر نامطلوبی روی سلامتی انسان داشته باشند. اولئوژل‌ها چربی‌های ساختار یافته‌ای هستند که در آن روغن در ساختارهای سه بعدی به دام می‌افتد. تولید چنین ساختارهایی می‌تواند محتوی چربی‌های جامد در محصولات غذایی را کاهش دهد. بنابراین اولئوژل‌ها به عنوان ساختارهای نوین جهت جایگزین جزئی چربی‌های جامد و شورتینگ‌ها مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. از این رو هدف از این پژوهش تولید مافین‌های کم چرب با استفاده از اولئوژل‌های برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور به عنوان جایگزین روغن در فرمولاسیون مافین بود.
<b>تاریخ دریافت:</b> ۱۴۰۰/۱۱/۱۵ <b>تاریخ ویرایش:</b> ۱۴۰۱/۳/۴ <b>تاریخ پذیرش:</b> ۱۴۰۱/۳/۲۳	<b>مواد و روش‌ها:</b> روغن موجود در فرمولاسیون مافین با اولئوژل‌های برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور در سطوح مختلف (صفر تا ۱۰۰ درصد) جایگزین شد و با نمونه شاهد از لحاظ ویسکوزیته، محتوی رطوبت، حجم مخصوص، خصوصیات رنگی ( $L^*$ ، $a$ و $b$ )، خصوصیات میکروبی و خصوصیات حسی مقایسه گردید.
<b>واژه‌های کلیدی:</b> مافین اولئوژل روغن هسته انگور موم کارنوبا	<b>یافته‌ها:</b> خصوصیات رئولوژیکی نمونه‌های مختلف خمیر نشان داد که همه نمونه‌ها دارای رفتار رقیق شونده با برش بودند. با افزایش درصد به‌کارگیری اولئوژل ویسکوزیته ظاهری همه نمونه‌ها و اندیس قوام آن‌ها کاهش یافت. محتوی رطوبت نمونه‌های مافین حاوی اولئوژل بیشتر از نمونه شاهد بود. با افزایش درصد به‌کارگیری اولئوژل تا سطح ۵۰ درصد، حجم مخصوص کیک‌ها افزایش یافت. با این وجود افزایش بیشتر اولئوژل از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) منجر به کاهش حجم مخصوص آن‌ها شد. تغییرات شاخص‌های رنگی ( $L^*$ ، $a$ و $b$ ) نشان داد که با به‌کارگیری اولئوژل تا سطح ۵۰ درصد تاثیر معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) روی شاخص $L^*$ نداشت اما به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) شاخص‌های $a$ و $b$ را افزایش داد. افزایش زمان نگهداری به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) شاخص $L^*$ را کاهش و شاخص‌های $a$ و $b$ را افزایش داد. همچنین افزایش مدت زمان نگهداری منجر به افزایش تعداد کپک‌ها و مخمرها در نمونه‌های مافین شد و با افزایش سطح به‌کارگیری اولئوژل تعداد کپک‌ها و مخمرها افزایش یافت. ارزیابی خصوصیات حسی نمونه‌های مافین نشان داد که نمونه‌های حاوی اولئوژل از ۱۰ تا ۵۰ درصد از لحاظ خصوصیات حسی تفاوت معنی‌داری با نمونه شاهد نداشتند ( $p > 0.05$ ) ولی با افزایش درصد به‌کارگیری اولئوژل از ۵۰ درصد به بالا منجر به کاهش معنی‌دار ( $p < 0.05$ ) تمامی

---

خصوصیات حسی نمونه‌های مافین در مقایسه با نمونه شاهد و سایر تیمارها شد.

**نتیجه‌گیری:** به‌طورکلی می‌توان نمونه‌ای که حاوی ۵۰ درصد اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور به جای روغن می‌باشد را به عنوان نمونه برتر انتخاب نمود.

---

**استناد:** حنیفی‌واحد، ف.، صالحی‌فر، م.، رحمن، ع.ر. (۱۴۰۱). بهینه‌سازی تولید پروتئین هیدرولیز شده با ویژگی آنتی‌اکسیدانی از قارچ‌خوراکی (*Agaricus bisporus*). فرآوری و نگهداری مواد غذایی، ۱۴ (۳)، ۱۰۰-۷۹.

DOI: 10.22069/FPPJ.2022.19920.1693



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

---

### مقدمه

امروزه یکی از نگرانی‌های عمده در زندگی انسان‌ها، کاهش میزان چربی در محصولات مختلف غذایی می‌باشد و به همین دلیل تقاضا برای تولید محصولات با چربی کمتر افزایش یافته است. این امر در ارتباط با افزایش شاخص‌های نظیر اضافه وزن و چاقی در ۳۰ سال اخیر بوده است. جایگزینی چربی با سایر ترکیبات، چالشی بزرگ بخصوص در محصولات نانوایی می‌باشد که حاوی مقادیر بالایی چربی هستند. کیک‌ها دومین محصولات نانویی متداول بعد از نان‌ها می‌باشند که در همه جا مصرف می‌شود اما حاوی مقادیر بالایی چربی (۱۷ g/100g) هستند. چربی نقش مهمی در تولید مافین دارد زیرا چربی در ایجاد حجم بیشتر و بافتی مناسب‌تر موثر می‌باشد که این امر در ارتباط با گنجانده شدن هوا در طول اختلاط خمیر و جلوگیری از ادغام حباب‌های هوا می‌باشد که منجر به تشکیل بافتی نرم‌تر و خلل و فرج ریزتر می‌شوند (۱).

علاوه بر این‌ها چربی‌ها و امولسیفایرها از طریق کندتر کردن نفوذ آب به درون گرانول‌های نشاسته، ژلاتیناسیون نشاسته را به تاخیر می‌اندازند. این تاخیر توسط تشکیل کمپلکس بین لیپیدهای قطبی و آمیلوز در طول فرآیند پخت ایجاد می‌شود که همراه با بهبود تردی، محتوی رطوبت و طعم کیک‌ها و نیز افزایش ماندگاری آن‌ها می‌باشد. از این‌رو حذف چربی یا جایگزینی آن باعث مشکلات متعددی مانند حجم کمتر، بافتی متراکم‌تر و افت طعم در مقایسه با نمونه‌های متداول مافین می‌شود. بنابراین، در محصولات نانویی مانند نان‌ها و کیک‌ها ترکیباتی که به عنوان جایگزین چربی مورد استفاده قرار می‌گیرند بایستی نقشی شبیه به چربی یعنی افزایش هوادهی خمیر، روان‌کنندگی در طول مرحله مخلوط کردن،

بهبود بافت نهایی محصول و افزایش حجم را ایفا نمایند (۲، ۳).

اولئوژل‌های خوراکی برپایه روغن‌های سلامتی‌بخش به عنوان سیستم‌های ساختار یافته جهت کاهش تاثیرات منفی اسیدهای چرب ترانس و اسیدهای چرب اشباع مورد استفاده قرار می‌گیرند. یک اولئوژل متشکل از یک سیال آلی محصور شده در شبکه سه بعدی برگشت‌پذیر با حرارت می‌باشد که در آن عامل تشکیل دهنده ژل (اولئوژلاتور<sup>۱</sup>) نقش کلیدی را ایفا می‌نماید. موم کارنوبا مشتق شده از برگ‌های درخت پالم برزیلی (*Copernicia Prunifera*) می‌باشد که دارای ترکیبات شیمیایی مختلف نظیر استرهای مومی (۴۰-۳۸ درصد)، پارا-هیدروکسی سینامیک آلیفاتیک دی استرها (۲۳-۲۰ درصد)، الکل‌های مونوهیدریک (۱۲-۱۰ درصد)، هیدروکسی استرها (۱۴-۱۲ درصد) و پارا-متوکسی سینامیک آلیفاتیک دی استرها (۷-۵ درصد) می‌باشد. در میان موم‌های طبیعی، موم کارنوبا دارای بالاترین نقطه ذوب با ویسکوزیته پایین و خصوصیات الاستیکی بیشتر می‌باشد. علاوه بر این موم کارنوبا در مقایسه با سایر موم‌های طبیعی نظیر موم زنبور عسل حاوی مقادیر بالایی گروه‌های متیل شاخه‌دار و درصد‌های زیادی اتم‌های کربن با پیوندهای دوگانه و سه‌گانه می‌باشد (۴، ۵).

هسته انگور دارای ۲۰ تا ۲۶ درصد پالپ، مقادیر بالایی پروتئین و ۱۰ تا ۲۰ درصد روغن به همراه مقدار قابل توجهی ویتامین E است که دارای اثر سلامت بخش روی سلامتی انسان می‌باشد. مزه چربی مانند روغن هسته انگور در مقایسه با سایر روغن‌ها کمتر احساس می‌شود و از این‌رو نه تنها روی طعم اصلی غذا تاثیری نمی‌گذارد بلکه تا حدود طعم کره‌ای را نیز به همراه دارد. همچنین این روغن دارای نقطه

صورت جداگانه در بن‌ماری تا دمای حدود ۴۰ درجه سلسیوس حرارت داده شدند. در ادامه موم کارنوبا به نمونه روغن هسته انگور افزوده شد. سپس تحت دمای ۴۰ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ دقیقه در ۲۰۰ دور بر دقیقه همزده شدند و در نهایت زانتان به آن اضافه شد تا کاملاً مخلوط گردند. پس از گذشت این زمان، نمونه‌های ارگانوژل تهیه شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای یخچال (۴ درجه سلسیوس) قرار گرفتند تا ارگانوژل تشکیل شود (۱۰).

**تهیه مافین حاوی ارگانوژل:** پس از تهیه ارگانوژل‌های برپایه روغن هسته انگور، بهترین نمونه از لحاظ سفتی و روغن آزاد شده انتخاب شد و برای تهیه مافین با چربی کاهش یافته مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور ابتدا نمونه‌های مافین تهیه شدند و سپس چربی فرمولاسیون آن‌ها با ارگانوژل روغن هسته انگور جایگزین شد. مافین‌ها با استفاده با آرد (۱۰۰ گرم)، شیر (۸۰ میلی‌لیتر)، شکر (۴۰ گرم)، شورتینینگ (۳۵ گرم)، تخم مرغ کامل (۳۰ گرم)، بیکنینگ پودر (۶ گرم)، نمک (۱ گرم) و پودر وانیل (۰/۲۵ گرم) تهیه شدند. برای این منظور ابتدا همه مواد پودری با یکدیگر کاملاً مخلوط شدند و سپس تخم مرغ، که از قبل همزده شده بود، به آن افزوده شد. در نهایت شورتینینگ به مخلوط فوق افزوده شد و کاملاً با یکدیگر مخلوط گردیدند. به منظور تهیه کیک‌های مافین با چربی کاهش یافته شورتینینگ مورد استفاده با سطوح مختلف (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد) ارگانوژل جایگزین شد. در نهایت خمیر کیک‌های مافین تهیه شده در قالب کیک ریخته شدند و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس پخته شدند (۱۱).

**ویسکوزیته خمیر:** جهت اندازه‌گیری ویسکوزیته خمیر مافین از دستگاه ویسکومتر بروکفیلد

دود بالایی است که بسیار با اهمیت می‌باشد. به عبارتی این روغن می‌تواند برای سرخ کردن در درجه حرارت‌های بالا بدون سوختن و ایجاد دود استفاده شود (۶، ۷).

از این رو جایگزینی چربی‌های جامد به منظور کاهش محتوی چربی، کلسترول یا بهبود پروفایل اسیدهای چرب در راستای تولید محصولات سلامت بخش می‌باشند. در این راستا، روغن‌های گیاهی به عنوان منبع چربی برای تولید محصولات با محتوی کلسترول کمتر و پروفایل اسیدهای چرب تغییر یافته عمل می‌نمایند. جایگزینی چربی‌های جامد (شورتینینگ‌ها و چربی‌های حیوانی) با استفاده از روغن‌های مایع گیاهی به عنوان روشی چالش برانگیز در این زمینه محسوب می‌شود زیرا خصوصیات عملکردی و بافتی فاز چربی موجود در محصولات، تاثیر اصلی روی خصوصیات مختلف آن‌ها دارد (۸).  
 به همین دلیل هدف از این پژوهش تولید اولئوژل‌های برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور به عنوان جایگزین چربی در فرمولاسیون مافین و بررسی ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر مافین و همچنین ویژگی کیفی و میکروبی محصول نهایی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

**مواد اولیه:** آرد کیک، شکر، نمک، بیکنینگ پودر و پودر وانیل از شرکت گل‌ها و روغن هسته انگور از بازار محلی در تهران خریداری شدند. همچنین تخم مرغ، شیر و شورتینینگ به ترتیب از شرکت‌های تلاونگ، پگاه و لادن تهیه شدند. علاوه بر این‌ها موم کارنوبا و صمغ زانتان از شرکت مرک آلمان خریداری شدند.

**تهیه ارگانوژل برپایه روغن هسته انگور:** برای این منظور ابتدا روغن هسته انگور (۸۰ درصد)، موم کارنوبا (۱۰ درصد) و صمغ زانتان (۱۰ درصد) به

میلی گرم توزین گردید. سپس حجم استوانه مدرج به میزان ۲۵۰ میلی لیتر با دانه کلزا جایگزین شد. آن گاه قطعه مافین مورد نظر درون استوانه مدرج قرار داده شد و حجم نهایی گزارش گردید. در انتها از تقسیم حجم به وزن، حجم مخصوص محاسبه شد (۱۵).

**شمارش کپک‌ها و مخمرها:** برای این منظور ابتدا ۱ گرم از هر نمونه مافین در ۹ میلی‌لیتر آب پیتونه استریل مخلوط شد. سپس یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون حاصل به صورت کشت اختلاطی روی محیط کشت انتخابی و اختصاصی YGC<sup>۱</sup> کشت داده شد و تحت شرایط هوازی در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت زمان ۵ روز گرمخانه‌گذاری گردید. در نهایت تعداد کپک‌ها و مخمرها برحسب واحد کلونی تشکیل یافته در هر گرم محصول (CFU/g) گزارش شد (۱۶).

**ارزیابی حسی:** جهت ارزیابی حسی، شاخص‌هایی نظیر (رنگ، طعم، بافت و پذیرش کلی) از روش هدونیک ۵ نقطه‌ای استفاده گردید و امتیاز بندی کلی حاصل از مجموع امتیازات داده شده به شاخص‌های حسی (در سطوح ارزیابی ۱ تا ۵؛ ۱: غیر قابل مصرف یا خیلی ضعیف؛ ۲: غیر قابل قبول یا ضعیف؛ ۳: قابل قبول یا متوسط؛ ۴: رضایت بخش یا خوب و ۵: بسیار رضایت بخش یا خیلی خوب) صورت گرفت (۱۷).

**تجزیه و تحلیل آماری:** آزمایشات در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار انجام شد. نتایج حاصل از آزمایشات مختلف به منظور بررسی اختلاف معنی‌دار بین داده‌ها از طریق تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) با استفاده از نرم افزار SPSS.22 مورد ارزیابی قرار گرفت و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ( $p < 0.05$ ) استفاده شد.

مدل DV-II<sup>+</sup> programmable استفاده گردید. برای این منظور اسپیندل شماره ۶۴، ۱ rpm، گشتاور ۷۳ پس از ۳۰ ثانیه زمان استفاده شد. داده‌های رئولوژیکی در دامنه برشی ۱ تا ۱۰۰ 1/s در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به دست آمدند. همچنین داده‌های رئولوژیکی با مدل قانون توان (معادله ۱) برآزش شدند و رفتار رئولوژیکی با استفاده از پارامترهایی نظیر اندیس قوام (k) و اندیس جریان (n) تفسیر شدند (۱۲).

$$\tau = kD^n \quad (1)$$

در اینجا،  $\tau$ ،  $k$ ،  $D$  و  $n$  به ترتیب نیروی برشی (Pa)، اندیس قوام (mPa.s)، نرخ برش (1/s) و اندیس جریان (بدون بعد) می‌باشند.

**رطوبت محصول:** یک گرم از هر نمونه به ظرفی با وزن مشخص منتقل شد و به مدت ۹۰ دقیقه در آون با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. سپس ظرف و نمونه در دسیکاتور خنک و وزن شد. در نهایت میزان رطوبت طبق فرمول زیر محاسبه گردید (۱۳).

(معادله ۲)

$$100 \times \left[ \frac{\text{وزن نمونه}}{\text{وزن ظرف و نمونه بعد از خشک کردن}} - \text{وزن ظرف و نمونه قبل از خشک کردن} \right] = \text{درصد رطوبت}$$

**خصوصیات رنگی:** برای اندازه‌گیری رنگ سطحی، فرآورده‌های نهایی بر روی یک پلیت سفید (مرجع) قرار گرفتند و سپس میزان فاکتورهای رنگی آن با استفاده از دستگاه رنگ سنج اندازه‌گیری شد. برای این منظور فاکتورهای  $L^*$ ،  $a$  و  $b$  نمونه‌ها تعیین شده و از روی دستگاه قرائت شدند (۱۴).

**حجم مخصوص:** اندازه‌گیری حجم مخصوص نمونه‌های مافین با استفاده از آزمون جابه‌جایی دانه کلزا، محاسبه شد. برای این منظور در فاصله زمانی ۲ ساعت پس از پخت، قطعه جدا شده از هر نمونه به ابعاد ۲×۲×۲ سانتی متر با ترازوی دیجیتالی و دقت ۱

۱. Yeast extract chloromphenicol

### نتایج و بحث

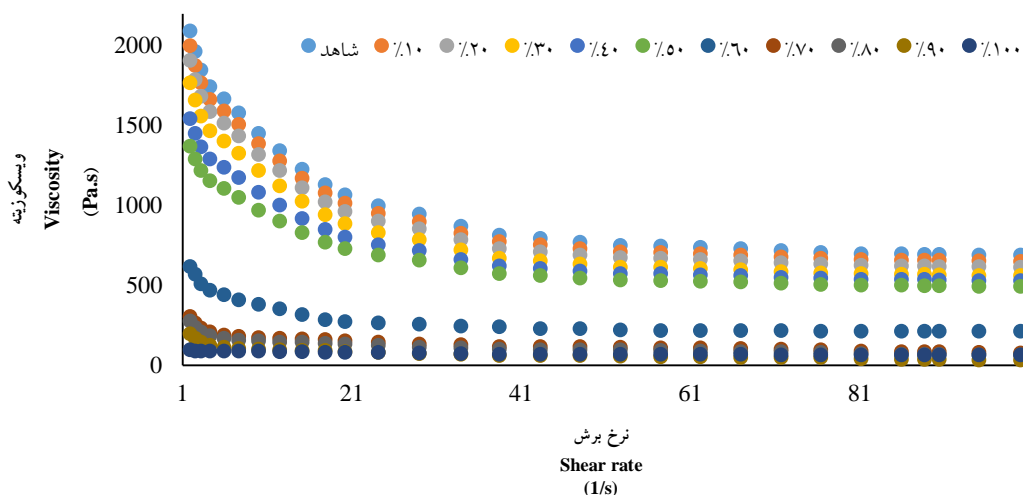
**ویسکوزیته خمیر:** تاثیر جایگزینی روغن فرمولاسیون مافین با اولئوژل‌های بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد) روی ویسکوزیته ظاهری خمیر مافین به عنوان تابعی از نیروی برشی در شکل ۱ نشان داده شده است. براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های خمیر مافین تحت تاثیر جایگزین روغن با اولئوژل بود، به طوری که با افزایش مقدار جایگزینی روغن توسط اولئوژل ویسکوزیته ظاهری همه نمونه‌های خمیر کاهش یافت. همچنین مشاهده شد که در همه نمونه‌ها با افزایش نیروی برشی مقدار ویسکوزیته کاهش یافت یا به عبارتی همه نمونه‌ها دارای رفتار رقیق شوند با برش (سودوپلاستیک) را از خود نشان دادند. براین اساس همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است نمونه خمیر مافین تهیه شده با ۱۰۰ درصد اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور دارای کمترین ویسکوزیته در مقایسه با نمونه شاهد (حاوی ۱۰۰ درصد روغن) بود. از این رو مشاهده گردید که افزایش سطح جایگزینی روغن منجر به کاهش ویسکوزیته خمیر مافین خواهد شد. وابستگی ویسکوزیته به نیروی برشی و کاهش ویسکوزیته در نتیجه افزایش نیروی برشی را رفتار رقیق شوندگی با برش (رفتار سودوپلاستیک) می‌گویند که ممکن است در نتیجه قرارگیری اجزای خمیر در مسیر نیروی برشی و شکسته شدن برهمکنش‌های داخلی زنجیره‌های پلیمری آن باشد (۱۳). نتایج برآزش شاخص‌های رئولوژیکی با مدل قانون توان براساس ضریب تبیین ( $R^2$ ) نیز در جدول ۱ نشان داده است که بیانگر برآزش مناسب رفتار رئولوژیکی با مدل قانون توان ( $R^2 < 0/99$ ) است. بررسی نتایج اندیس قوام (k)

برای نمونه‌های مختلف خمیر شاهد و خمیر حاوی اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور نشان می‌دهد که نمونه مافین شاهد دارای بالاترین اندیس قوام و با افزایش مقدار بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون کیک‌ها اندیس قوام به طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) کاهش می‌یابد. این امر بیانگر آن است که نمونه‌های حاوی مقادیر بالاتر اولئوژل دارای قوام کمتر هستند. از طرف دیگر بررسی شاخص جریان ( $\eta$ ) نشان می‌دهد که همه نمونه‌های خمیر کیک دارای اندیس جریان کمتر از ۱ می‌باشند که تایید کننده رفتار رقیق شوندگی با برش می‌باشد. از این رو همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است با افزایش مقدار جایگزینی روغن توسط اولئوژل‌های بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور اندیس جریان نمونه‌های خمیر کیک افزایش می‌یابد. افزایش اندیس جریان برای نمونه‌های خمیر مافین با افزایش جایگزینی روغن توسط اولئوژل بیانگر کاهش رفتار رقیق شوندگی با برش می‌باشد. بنابراین براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که جایگزینی روغن در فرمولاسیون مافین توسط سطوح بالای اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور تاثیر قابل توجهی روی رفتار رئولوژیکی خمیر دارد. بر این اساس مشخص شد که در نمونه شاهد و نمونه‌های خمیر حاوی حداکثر ۵۰ درصد (۱۰ تا ۵۰ درصد) اولئوژل رفتار رئولوژیکی تغییرات چشمگیری در رفتار رئولوژیکی مشاهده نمی‌گردد. از این رو در این نمونه‌ها هوا به خوبی در سیستم خمیر به دام می‌افتد که نقش بسیار مهمی در هوادهی خمیر دارد. هوادهی مناسب خمیر و قرارگیری هوا در ساختار خمیر نقش بسیار مهمی روی دانسیته خمیر، حجم محصول و بافت محصول نهایی دارد (۱۸). چربی نقش مهمی در تشکیل شبکه سه بعدی گلوتن در محصولات نانوائی دارد. قدرت شبکه گلوتن وابسته به نوع محصول



رفتار رئولوژیکی رقیق شونده با برش در خمیر محصولاتی نظیر کیک‌ها (۱۹) و غذاهای سرخ شده (۲۰) مشاهده شده است. علاوه بر این مرت و دمیرکسن (۲۰۱۷)، به مطالعه خصوصیات رئولوژیکی خمیر کوکی‌های تهیه شده با اولئوژل‌های برپایه موم کارنوبا و موم کاندلیلا پرداختند. براساس نتایج به دست آمده توسط این محققین مشخص شد که استفاده از اولئوژل در فرمولاسیون خمیر کوکی‌ها منجر به کاهش ویسکوزیته محصول در مقایسه با نمونه شاهد شد. رفتار رئولوژیکی رقیق شونده با برش در خمیر همه نمونه‌ها مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده توسط این محققین مشخص شد که استفاده از اولئوژل‌ها برپایه هر دو موم در فرمولاسیون خمیر کوکی‌ها تا سطح حدود ۵۰ درصد منجر به ایجاد تغییرات کمی در خصوصیات رئولوژیکی خمیر کوکی‌ها شد. با این وجود این محققین بیان کردند که استفاده از سطوح بالای اولئوژل به جای شورتینگ منجر به کاهش قابل توجه ویسکوزیته خمیر می‌شود (۲۱).

می‌باشد. شبکه گلوتنی مافین‌ها توسط مقدار محدودی آب و مقدار زیادی شورتینگ تشکیل می‌شود. بنابراین جایگزینی این مقدار شورتینگ و روغن توسط جایگزین‌های مناسب بسیار حائز اهمیت است. زیرا جایگزین روغن در فرمولاسیون مافین روی خصوصیات رئولوژیکی خمیر و نیز به دنبال آن روی خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی محصول تاثیر قابل توجهی دارد. با جایگزینی روغن در فرمولاسیون مافین توسط اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور تا سطح حداکثر ۵۰ درصد (۱۰ تا ۵۰ درصد) تغییرات چندانی در خصوصیات رئولوژیکی خمیر ایجاد نشد که بیانگر شبیه‌سازی مناسب نقش روغن در فرمولاسیون خمیر مافین خواهد که همراه با تشکیل شبکه مناسب خمیر به منظور حفظ هوا در ساختار خمیر می‌باشد. با این وجود استفاده از سطوح بالاتر اولئوژل (۶۰ تا ۱۰۰ درصد) به دلیل به هم خوردن تعادل شبکه و عدم ایجاد خمیری مناسب جهت حفظ گاز منجر به ضعیف شدن ساختار خمیر و ایجاد ویسکوزیته پایین‌تر در محصول می‌شود. نتایج این پژوهش با یافته‌های دیگر محققین نیز مطابقت داشت.



شکل ۱- تغییرات ویسکوزیته ظاهری نمونه‌های خمیر مافین شاهد و خمیرهای مافین جایگزین شده با اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور

Figure 1. Changes in apparent viscosity of control muffin batter and oleogel-replaced muffin batter based on carnauba wax and grape seed oil samples

جدول ۱- پارامترهای قانون توان برای نمونه‌های خمیر مافین حاوی اولئوزل و نمونه شاهد

Table 1. Power law parameters for muffin batter samples containing oleogels and control sample

ضریب تبیین (R <sup>2</sup> ) coefficient of determination (R <sup>2</sup> )	اندیس قوام (k) consistency coefficient	اندیس رفتار جریان (n) flow behavior index (n)	نمونه Sample
0.998	162.56 ± 1.56 <sup>a</sup>	0.26 ± 0.02 <sup>h</sup>	شاهد (Control)
0.991	158.36 ± 2.23 <sup>b</sup>	0.28 ± 0.01 <sup>gh</sup>	۱۰٪ اولئوزل (Oleogel 10%)
0.995	157.25 ± 1.47 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.03 <sup>g</sup>	۲۰٪ اولئوزل (Oleogel 20%)
0.994	155.41 ± 1.02 <sup>b</sup>	0.31 ± 0.04 <sup>fg</sup>	۳۰٪ اولئوزل (Oleogel 30%)
0.992	152.47 ± 1.28 <sup>c</sup>	0.35 ± 0.03 <sup>f</sup>	۴۰٪ اولئوزل (Oleogel 40%)
0.993	150.33 ± 1.45 <sup>d</sup>	0.36 ± 0.01 <sup>f</sup>	۵۰٪ اولئوزل (Oleogel 50%)
0.995	123.09 ± 1.56 <sup>e</sup>	0.52 ± 0.02 <sup>e</sup>	۶۰٪ اولئوزل (Oleogel 60%)
0.996	112.49 ± 1.76 <sup>f</sup>	0.65 ± 0.01 <sup>d</sup>	۷۰٪ اولئوزل (Oleogel 70%)
0.997	98.68 ± 1.82 <sup>g</sup>	0.73 ± 0.02 <sup>c</sup>	۸۰٪ اولئوزل (Oleogel 80%)
0.999	72.58 ± 1.91 <sup>h</sup>	0.78 ± 0.03 <sup>b</sup>	۹۰٪ اولئوزل (Oleogel 90%)
0.996	65.41 ± 3.49 <sup>i</sup>	0.81 ± 0.02 <sup>a</sup>	۱۰۰٪ اولئوزل (Oleogel 100%)

\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار می‌باشد (p < ۰/۰۵).

بود. بر این اساس همان‌طور که در جدول ۲ نشان داده شده است نمونه شاهد در روز اول نگهداری در مقایسه با سایر تیمارها به طور معنی‌داری (p < ۰/۰۵) از محتوی رطوبت کمتری برخوردار است با این وجود محتوی رطوبت نمونه‌های مافین حاوی سطوح مختلف اولئوزل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (p > ۰/۰۵). همچنین مشخص شد که برای همه نمونه‌ها در طی دوره نگهداری محتوی رطوبت به طور معنی‌داری (p < ۰/۰۵) کاهش می‌یابد (جدول ۲). همان‌طور که در فرمولاسیون نمونه‌های مافین در طی

محتوی رطوبت: جدول ۲ نتایج مربوط به تغییرات محتوی رطوبت و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن مربوط به نمونه‌های مافین شاهد و نمونه‌های حاوی اولئوزل‌های برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور جایگزین شده با روغن در طی ۳۰ روز نگهداری را نشان می‌دهد. براساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که تغییرات محتوی رطوبت نمونه شاهد در مقایسه با سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری (p < ۰/۰۵) وابسته به بکارگیری و یا عدم بکارگیری اولئوزل در فرمولاسیون کیک‌های مافین و نیز مدت زمان نگهداری نمونه‌ها

فیبرها به فرمولاسیون خمیر سبب حفظ و نگهداری

این پژوهش مشاهده شد صمغ زانتان به فرمولاسیون نمونه‌هایی که چربی آن‌ها توسط اولئوژل جایگزین شد، افزوده شد. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که محتوی رطوبت بالاتر نمونه‌های حاوی اولئوژل احتمالاً ناشی از حضور صمغ زانتان در این نمونه‌ها باشد. هیدروکلوئیدهای مختلف مانند انواع پروتئین‌ها، کربوهیدرات و صمغ‌ها هنگامی که به مقدار کم به خمیر افزوده می‌شوند، می‌توانند کیفیت، پایداری و عمر ماندگاری محصولات نانویی را بهبود بخشند. هیدروکلوئیدها ترکیباتی با ماهیت به شدت آب‌دوست می‌باشند که به دلیل قابلیت اتصال و نگهداری آب خود قادر به جذب مقدار زیادی رطوبت در طی مرحله تهیه خمیر می‌باشند. با افزایش جذب آب خمیر در طی مرحله اختلاط خمیر مقدار کمی از آن در مرحله پخت و نگهداری تبخیر می‌شود که این امر همراه با افزایش ماندگاری محصولات نانویی خواهد شد (۲۳). جذب آب بیشتر توسط خمیر در نتیجه حضور ترکیبات آب‌دوست، سبب افزایش بازدهی خمیر و بیشتر شدن ماندگاری نان می‌شود. حضور ترکیبات هیدروکلوئیدی در آرد به هر مقدار که باشد، سبب افزایش جذب آب آرد می‌شود و به همین دلیل، خمیر حاصل از آرد حاوی ترکیبات هیدروکلوئیدی برای آماده‌سازی به آب بیشتری نیاز دارد و آب بیشتری جذب می‌کند و در نتیجه محصول حاصل از چنین آردی دارای محتوی رطوبت بیشتر خواهد بود. بررسی‌ها نشان داده است که حضور گروه‌های هیدروکسیل در ساختار ترکیبات هیدروکلوئیدی و صمغ‌ها، سبب ایجاد اتصالات هیدورژنی بیشتر با مولکول‌های آب و متعاقباً تبادل بیشتر با آب می‌شود و به همین دلیل، ظرفیت جذب و نگهداری آب افزایش خواهد یافت (۲۲، ۲۳، ۲۴). نتایج این مطالعه با یافته‌های سایر محققین نیز مطابقت داشت. آنگیولونی و کولار (۲۰۱۲)، دریافتند که افزودن هیدروکلوئیدها و

مافین تهیه شده با درصد‌های مختلف اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور در طی ۳۰ روز نگهداری و نیز مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ نشان داده شده است. نتایج تحلیل واریانس داده‌های مربوط به تغییرات شاخص روشنایی ( $L^*$ )، شاخص قرمزی (a) و زردی (b) نمونه‌های مافین نشان داد که تغییرات خصوصیات رنگی به طور معنی‌داری ( $p < 0.05$ ) وابسته به درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین و نیز مدت زمان نگهداری نمونه‌ها می‌باشد. بر این اساس همان‌طور که در جدول ۳ نشان داده شده است با افزایش درصد بکارگیری اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور تا سطح ۵۰ درصد روشنایی نمونه‌های کاهش یافت اما کاهش روشنایی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار نبود ( $p > 0.05$ ).

بیشتر رطوبت در خمیر و محصول نهایی می‌شوند (۲۵). همچنین در طی دوره نگهداری به دلیل تبخیر رطوبت و خروج آب از بافت محصول ممکن است محتوی رطوبت محصول کاهش یابد (۲۶). گوکسن و همکاران (۲۰۲۱)، به مطالعه محتوی رطوبت نمونه‌های مافین بدون چربی حاوی موسیلاژ دانه چیا پرداختند. براساس نتایج به دست آمده توسط آن‌ها مشخص شد که با افزایش مدت زمان نگهداری محتوی رطوبت همه نمونه‌ها به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. این محققین کاهش محتوی رطوبت نمونه‌های مافین را به تبخیر آب و افت رطوبت در طی دوره نگهداری نسبت دادند (۲۷).

**خصوصیات رنگی:** رنگ پوسته کیک متأثر از فرمولاسیون و شرایط پخت متغیر است و رنگ مناسب بر پذیرش مصرف کننده تاثیر مستقیم دارد (۲۸). تغییرات خصوصیات رنگی ( $L^*$ ، a و b) کیک‌های

جدول ۲-محتوی رطوبت (درصد) کیک‌های مافین حاوی اولئوژل و نمونه شاهد

Table 2. Moisture content (percentage) of muffin cakes containing oleogels and control sample

روز سی‌ام Thirtieth day	روز پانزدهم Fifteenth day	روز اول First day	نمونه Sample
22.09 ± 0.25 <sup>bc</sup>	22.71 ± 0.10 <sup>bb</sup>	23.36 ± 0.12 <sup>ba</sup>	شاهد (Control)
24.12 ± 0.21 <sup>ac</sup>	24.98 ± 0.21 <sup>ab</sup>	25.85 ± 0.12 <sup>aa</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
24.08 ± 0.16 <sup>ac</sup>	24.95 ± 0.18 <sup>ab</sup>	25.81 ± 0.10 <sup>aa</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
24.06 ± 0.19 <sup>ac</sup>	24.92 ± 0.16 <sup>ab</sup>	25.79 ± 0.18 <sup>aa</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
24.04 ± 0.13 <sup>ac</sup>	24.97 ± 0.14 <sup>ab</sup>	25.87 ± 0.15 <sup>aa</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
24.13 ± 0.15 <sup>ac</sup>	24.93 ± 0.25 <sup>ab</sup>	25.83 ± 0.13 <sup>aa</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
24.15 ± 0.23 <sup>ac</sup>	24.92 ± 0.21 <sup>ab</sup>	25.80 ± 0.12 <sup>aa</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
24.12 ± 0.21 <sup>ac</sup>	24.96 ± 0.16 <sup>ab</sup>	25.83 ± 0.14 <sup>aa</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
24.11 ± 0.17 <sup>ac</sup>	24.95 ± 0.19 <sup>ab</sup>	25.82 ± 0.12 <sup>aa</sup>	۸۰٪ اولئوژل (Oleogel 80%)

24.15 ± 0.16 <sup>aC</sup>	24.98 ± 0.23 <sup>aB</sup>	25.83 ± 0.09 <sup>aA</sup>	۹۰٪ اولئوژل (Oleogel 90%)
24.04 ± 0.14 <sup>aC</sup>	24.94 ± 0.22 <sup>aB</sup>	25.88 ± 0.14 <sup>aA</sup>	۱۰۰٪ اولئوژل (Oleogel 100%)

\*\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند (p < ۰/۰۵).

فراهم می شود (۲۹). زیرا در زنجیره صمغ زانتان قندهای احیا کننده ای نظیر گلوکز و مانوز گروه های کربونیلی لازم برای واکنش با گروه های آمینی را فراهم می کند که این امر منجر ایجاد واکنش میلارد و تشکیل محصولات واکنش میلارد می شود (۳۰). با انجام واکنش میلارد بخش زیادی ترکیبات رنگی متنوعی در طیف رنگ قهوه، قرمز و زرد تشکیل می شود که همراه با کاهش شاخص روشنایی و افزایش شاخص های قرمزی و زردی می شود. بنابراین نمونه های حاوی اولئوژل شاخص روشنایی پایین تر و شاخص های زردی و قرمزی بیشتر نسبت به نمونه شاهد می باشند (۳۱). همچنین در طی دوره نگهداری بخشی از رطوبت محصول تبخیر رطوبت صورت می گیرد که این عمل همراه کاهش شاخص روشنایی نمونه های مافین می باشد. این یافته ها با نتایج دیگر محققین نیز مطابقت داشت. ایلماز و اوگوتکو (۲۰۱۵)، به مطالعه خصوصیات رنگی نمونه های کوکی های حاوی اولئوژل در مقایسه با نمونه شاهد پرداختند. براساس نتایج به دست آمده توسط این محققین مشخص شد که نمونه های حاوی اولئوژل به دلیل واکنش میلارد دارای شاخص روشنایی پایین تر و شاخص قرمز و زردی بالاتری نسبت به نمونه شاهد دارند (۳۲).

با این وجود افزایش جایگزینی روغن توسط اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد به طور معنی داری (p < ۰/۰۵) روشنایی نمونه ها کاهش یافت. تغییرات شاخص های قرمزی (جدول ۴) و زردی (جدول ۵) نیز وابسته به سطح بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین بود به طوری که با افزایش سطح بکارگیری اولئوژل ها از صفر تا ۱۰۰ درصد در فرمولاسیون مافین ها منجر به افزایش شاخص های زردی و قرمزی آن ها شد. با این وجود تفاوت معنی داری (p < ۰/۰۵) بین شاخص های قرمزی و زردی نمونه شاهد و نمونه های مافین حاوی ۱۰ تا ۵۰ درصد اولئوژل مشاهده نشد (p > ۰/۰۵). مدت زمان نگهداری نیز به طور معنی داری (p < ۰/۰۵) شاخص های رنگی را تحت تاثیر قرار داد به طوری که در همه نمونه ها با افزایش مدت زمان نگهداری به طور معنی داری (p < ۰/۰۵) شاخص روشنایی نمونه های مافین کاهش یافت اما شاخص های زردی و قرمزی به طور معنی داری (p < ۰/۰۵) افزایش یافتند. تغییرات خصوصیات رنگی پوسته کیک و محصولات نانوائی در ارتباط با قهوه ای شدن غیرآنزیمی و کاراملیزاسیون قندها می باشد. در نمونه های تهیه شده با اولئوژل ها به دلیل وجود زانتان در فرمولاسیون آن ها شرایط را برای انجام واکنش قهوه ای شدن غیرآنزیمی (واکنش میلارد)

جدول ۳- شاخص روشنایی (L\*) بافت کیک های مافین حاوی اولئوژل و نمونه شاهد

Table 3. Lightness index (L\*) of the texture of muffin cakes containing oleogels and control sample

روز سی ام Thirtieth day	روز پانزدهم Fifteenth day	روز اول First day	نمونه Sample
62.55 ± 1.14 <sup>bC</sup>	65.68 ± 1.33 <sup>bB</sup>	67.92 ± 1.22 <sup>bA</sup>	شاهد (Control)

62.54 ± 1.11 <sup>aC</sup>	65.65 ± 1.27 <sup>aB</sup>	67.87 ± 1.41 <sup>aA</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
62.53 ± 1.20 <sup>aC</sup>	65.62 ± 1.24 <sup>aB</sup>	67.80 ± 1.31 <sup>aA</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
62.49 ± 1.32 <sup>aC</sup>	65.63 ± 1.02 <sup>aB</sup>	67.73 ± 1.25 <sup>aA</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
62.47 ± 1.43 <sup>aC</sup>	65.58 ± 1.14 <sup>aB</sup>	67.69 ± 1.24 <sup>aA</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
62.45 ± 1.34 <sup>aC</sup>	65.55 ± 1.24 <sup>aB</sup>	67.65 ± 1.37 <sup>aA</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
59.83 ± 1.19 <sup>aC</sup>	63.48 ± 1.41 <sup>aB</sup>	65.76 ± 1.11 <sup>aA</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
57.51 ± 1.14 <sup>aC</sup>	60.68 ± 1.21 <sup>aB</sup>	62.73 ± 1.01 <sup>aA</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
55.68 ± 1.22 <sup>aC</sup>	58.57 ± 1.16 <sup>aB</sup>	60.68 ± 1.12 <sup>aA</sup>	۸۰٪ اولئوژل (Oleogel 80%)
52.41 ± 1.36 <sup>aC</sup>	56.39 ± 1.26 <sup>aB</sup>	59.29 ± 1.15 <sup>aA</sup>	۹۰٪ اولئوژل (Oleogel 90%)
49.63 ± 1.41 <sup>aC</sup>	54.12 ± 1.34 <sup>aB</sup>	57.34 ± 1.28 <sup>aA</sup>	۱۰۰٪ اولئوژل (Oleogel 100%)

\*\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند (p < ۰/۰۵).

جدول ۴- شاخص قرمزی (a) بافت کیک‌های مافین حاوی اولئوژل و نمونه شاهد

Table 4. Redness index (a) of the texture of muffin cakes containing oleogels and control sample

روز سی‌ام Thirtieth day	روز پانزدهم Fifteenth day	روز اول First day	نمونه Sample
16.12 ± 0.42 <sup>fA</sup>	14.42 ± 0.31 <sup>fB</sup>	12.89 ± 0.48 <sup>fC</sup>	شاهد (Control)
16.11 ± 0.38 <sup>fA</sup>	14.40 ± 0.22 <sup>fB</sup>	12.85 ± 0.52 <sup>fC</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
16.10 ± 0.59 <sup>fA</sup>	14.39 ± 0.42 <sup>fB</sup>	12.84 ± 0.61 <sup>fC</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
16.09 ± 0.61 <sup>fA</sup>	14.37 ± 0.52 <sup>fB</sup>	12.80 ± 0.38 <sup>fC</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
16.09 ± 0.33 <sup>fA</sup>	14.36 ± 0.47 <sup>fB</sup>	12.78 ± 0.41 <sup>fC</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
16.06 ± 0.57 <sup>fA</sup>	14.34 ± 0.38 <sup>fB</sup>	12.75 ± 0.72 <sup>fC</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
19.46 ± 0.26 <sup>eA</sup>	16.54 ± 0.61 <sup>eB</sup>	13.89 ± 0.31 <sup>eC</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
20.68 ± 0.38 <sup>dA</sup>	18.41 ± 0.21 <sup>dB</sup>	15.46 ± 0.42 <sup>dC</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
21.86 ± 0.42 <sup>cA</sup>	19.63 ± 0.32 <sup>cB</sup>	16.87 ± 0.38 <sup>cC</sup>	۸۰٪ اولئوژل (Oleogel 80%)

$23.53 \pm 0.53^{bA}$	$21.30 \pm 0.18^{bB}$	$18.63 \pm 0.44^{bC}$	۹۰٪ اولئوژل (Oleogel 90%)
$25.79 \pm 0.61^{aA}$	$22.18 \pm 0.09^{aB}$	$20.48 \pm 0.52^{aC}$	۱۰۰٪ اولئوژل (Oleogel 100%)

\*\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

حجم مخصوص: ویسکوزیته، حجم مخصوص و تخلخل خصوصیتی هستند که بطور مشخص تحت تاثیر نحوه فرآیند مواد خمیر قبل از پخت و پایداری و انبساط حباب های هوا در ساختار محصول، حین پخت قرار می گیرند (۳۳). حجم محصولات آردی نشان دهنده میزان گاز دی اکسید کربن، بخارات آب و آمونیاک تولید شده در اثر افزودن عوامل حجم دهنده شیمیایی مورد استفاده در فرمول خمیر است. ترکیبات جاذب الرطوبه و افزودنی های شرکت کننده در فرآیند پخت محصولات آردی تعیین کننده این ویژگی هستند (۳۴). جدول ۶ تغییرات مربوط به حجم مخصوص نمونه های مافین حاوی مقادیر مختلف اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور و نمونه شاهد در طی ۳۰ روز نگهداری و مقایسه میانگین داده ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن را نشان می دهد. بر اساس نتایج تحلیل واریانس داده ها مشخص شد که تغییرات میزان حجم مخصوص نمونه های مافین به طور معنی داری

وابسته به فرمولاسیون و یا به عبارتی مربوط به درصد بکارگیری اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور بود ولی تغییرات حجم مخصوص نمونه های مافین وابسته به مدت زمان نگهداری نمونه ها نبود ( $p > 0.05$ ). از این رو همان طور که در جدول ۶ نشان داده شده است با افزایش بکارگیری اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور از ۱۰ تا ۵۰ درصد حجم مخصوص نمونه های مافین از  $2/57 \pm 0/11$  تا  $3/03 \pm 0/10$   $cm^3/g$  به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) افزایش می یابد با این وجود افزایش درصد بکارگیری اولئوژل ها از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) منجر به کاهش حجم مخصوص نمونه های مافین شد (جدول ۶). علاوه بر این ها مشاهده شد که با افزایش مدت زمان نگهداری از روز اول تا پایان روز سی ام نگهداری هیچگونه تغییر معنی داری در حجم مخصوص کیکها مشاهده نشد ( $p > 0.05$ ).

جدول ۵- شاخص زردی (b) بافت کیک های مافین حاوی اولئوژل و نمونه شاهد

Table 5. Yellowness index (b) of the texture of muffin cakes containing oleogels and control sample

روز سیم Thirtieth day	روز پانزدهم Fifteenth day	روز اول First day	نمونه Sample
$33.69 \pm 0.42^{fA}$	$31.42 \pm 0.41^{fB}$	$29.23 \pm 0.37^{fC}$	شاهد (Control)
$33.72 \pm 0.23^{fA}$	$31.44 \pm 0.36^{fB}$	$29.34 \pm 0.42^{fC}$	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
$33.75 \pm 0.30^{fA}$	$31.51 \pm 0.28^{fB}$	$29.38 \pm 0.33^{fC}$	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
$33.79 \pm 0.25^{fA}$	$31.54 \pm 0.31^{fB}$	$29.42 \pm 0.28^{fC}$	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
$33.81 \pm 0.40^{fA}$	$31.56 \pm 0.50^{fB}$	$29.48 \pm 0.36^{fC}$	۴۰٪ اولئوژل

			(Oleogel 40%)
33.82 ± 0.33 <sup>fA</sup>	31.58 ± 0.44 <sup>fB</sup>	29.55 ± 0.29 <sup>fC</sup>	۷۵٪ اولئوژل
			(Oleogel 50%)
36.92 ± 0.27 <sup>eA</sup>	33.24 ± 0.29 <sup>eB</sup>	31.52 ± 0.48 <sup>eC</sup>	۷۶٪ اولئوژل
			(Oleogel 60%)
38.86 ± 0.31 <sup>dA</sup>	35.68 ± 0.42 <sup>dB</sup>	33.61 ± 0.51 <sup>dC</sup>	۷۷٪ اولئوژل
			(Oleogel 70%)
40.73 ± 0.48 <sup>cA</sup>	38.48 ± 0.33 <sup>cB</sup>	34.75 ± 0.38 <sup>cC</sup>	۷۸٪ اولئوژل
			(Oleogel 80%)
43.62 ± 0.29 <sup>bA</sup>	40.34 ± 0.48 <sup>bB</sup>	36.48 ± 0.55 <sup>bC</sup>	۷۹٪ اولئوژل
			(Oleogel 90%)
46.81 ± 0.40 <sup>aA</sup>	43.72 ± 0.51 <sup>aB</sup>	38.81 ± 0.46 <sup>aC</sup>	۱۰۰٪ اولئوژل
			(Oleogel 100%)

\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

بالای اولئوژل (بیشتر از ۶۰ درصد) ساختاری ضعیف و غیرمنسجم خواهد شد که از افزایش حجم و ایجاد خلل فرج کافی جلوگیری می نماید (۲۲،۳۵،۳۶). نتایج حاصل از این مطالعه با پژوهش های دیگر محققین مطابقت داشت. به طور مشابه آوارز-رامیرز و همکاران (۲۰۲۰)، به مطالعه خصوصیات بافتی و حجم مخصوص کیک اسفنجی تهیه شده با اولئوژل برپایه روغن کانولا و موم کاندلیلا پرداختند. براساس نتایج به دست آمده توسط این محققین مشخص شد که استفاده از سطوح پایین اولئوژل در مقایسه با نمونه شاهد تاثیر چندانی روی حجم مخصوص کیکها نداشت. با این وجود سطوح بالای اولئوژل منجر به کاهش حجم مخصوص کیکها شد. این محققین این تغییرات را به ویسکوزیته و حفظ گاز در ساختار خمیر نسبت دادند. آنها بیان کردن ایجاد ویسکوزیته مناسب در خمیر منجر به حفظ حباب های گاز در طی تهیه خمیر و پخت محصول می شود (۳۷).

این رفتارها احتمالاً به دلیل تغییرات ویسکوزیته خمیر است. ویسکوزیته بالاتر خمیر در نمونه شاهد و نمونه های مافین حاوی اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور سبب تغییر در سرعت انتشار گازها و بخار آب در داخل خمیر شده و به حفظ گاز در طی مراحل اولیه پخت کمک می کند. علت اصلی کاهش حجم، کاهش بیش از حد چربی بوده است. چربی ها دور حباب های گاز خمیر را گرفته و سبب حجم دهی محصولات پخت شده می شوند. با کاهش بیش از ۵۰ درصد از چربی این اثر محافظتی از بین رفته و حباب های گاز خارج شده و از حجم کیک کاسته می شود. علاوه براین، کاهش ویسکوزیته خمیر یکی از دلایل کاهش حجم محصول نهایی است. اگر ویسکوزیته پایین و خیلی کم باشد حباب های هوای منبسط شده و بخارات آب تولید شده در سلول های هوا در طی پخت به دام نخواهند افتاد و در نتیجه حجم محصول حاصل کم خواهد بود. براین اساس، کاهش ویسکوزیته خمیر در نتیجه افزایش سطوح

جدول ۶- حجم مخصوص ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) کیک های مافین حاوی اولئوژل و نمونه شاهد

Table 6. Specific volume ( $\text{cm}^3/\text{g}$ ) of muffin cakes containing oleogels and control sample

نمونه	روز اول	روز پانزدهم	روز سی ام
-------	---------	-------------	-----------



کاربرد ارگانوژل حاوی روغن هسته انگور... / فاطمه حنیفی واحد و همکاران

Thirtieth day	Fifteenth day	First day	Sample
3.32 ± 0.09 <sup>aA</sup>	3.34 ± 0.10 <sup>aA</sup>	3.36 ± 0.10 <sup>aA</sup>	شاهد (Control)
2.53 ± 0.08 <sup>fA</sup>	2.55 ± 0.09 <sup>fA</sup>	2.57 ± 0.11 <sup>fA</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
2.65 ± 0.10 <sup>eA</sup>	2.66 ± 0.08 <sup>eA</sup>	2.67 ± 0.08 <sup>eA</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
2.75 ± 0.08 <sup>dA</sup>	2.77 ± 0.06 <sup>dA</sup>	2.78 ± 0.09 <sup>dA</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
2.85 ± 0.09 <sup>cA</sup>	2.86 ± 0.11 <sup>cA</sup>	2.89 ± 0.05 <sup>cA</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
2.99 ± 0.12 <sup>bA</sup>	3.00 ± 0.09 <sup>bA</sup>	3.03 ± 0.10 <sup>bA</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
2.67 ± 0.10 <sup>dA</sup>	2.69 ± 0.08 <sup>dA</sup>	2.72 ± 0.07 <sup>dA</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
2.56 ± 0.11 <sup>eA</sup>	2.58 ± 0.06 <sup>eA</sup>	2.61 ± 0.08 <sup>eA</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
2.41 ± 0.07 <sup>gA</sup>	2.43 ± 0.09 <sup>gA</sup>	2.45 ± 0.11 <sup>gA</sup>	۸۰٪ اولئوژل (Oleogel 80%)
2.34 ± 0.06 <sup>ghA</sup>	2.35 ± 0.13 <sup>ghA</sup>	2.38 ± 0.10 <sup>ghA</sup>	۹۰٪ اولئوژل (Oleogel 90%)
2.25 ± 0.04 <sup>hA</sup>	2.27 ± 0.12 <sup>hA</sup>	2.29 ± 0.09 <sup>hA</sup>	۱۰۰٪ اولئوژل (Oleogel 100%)

\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین‌های تعداد کپک‌ها و مخمرهای شمارش شده به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت (جدول ۷). این تغییرات احتمالاً ناشی از افزایش محتوی رطوبت و فعالیت آبی نمونه‌های حاوی اولئوژل می‌باشد. با افزایش رطوبت و فعالیت آبی شرایط برای رشد کپک‌ها و مخمرها فراهم می‌شود و آن‌ها می‌توانند رشد خود را در طی دوره ماندگاری افزایش دهند (۱۶). این یافته‌ها با نتایج ارائه شده توسط محققین دیگر از لحاظ رشد کپک و مخمر مطابقت داشت. براساس مطالعه بوسکاینو و همکاران (۲۰۱۷)، روی خصوصیات میکروبی نمونه‌های مختلف مافین مشخص شد که با افزایش مدت زمان نگهداری و نیز افزایش محتوی رطوبت تعداد کپک‌ها و مخمرها افزایش می‌یابد (۳۸).

شمارش کپک‌ها و مخمرها: جدول ۷ نتایج مربوط به تغییرات تعداد کلونی‌های کپک و مخمر موجود در نمونه‌های مافین تهیه شده با اولئوژل‌های برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور را در طی ۳۰ روز نگهداری و مقایسه میانگین داده‌های براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن را نشان می‌دهد. براساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که تعداد کپک‌ها و مخمرهای موجود در نمونه‌های مافین به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) وابسته به درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون کیک و مدت زمان نگهداری می‌باشد. براین اساس همان‌طور که در جدول ۷ نشان داده شده است در طی روز اول نگهداری هیچکدام از نمونه‌ها رشد از لحاظ کپک و مخمر نداشتند و با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد کپک‌ها و مخمرها افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش

جدول ۷- تعداد کلنی‌های کپک و مخمر (CFU/g) شمارش شده در نمونه‌های کیک مافین حاوی اولئوژل و شاهد

Table 7. Number of mold and yeast colonies (CFU/g) counted in muffin cake samples containing oleogels and control

روز سیام Thirtieth day	روز پانزدهم Fifteenth day	روز اول First day	نمونه Sample
5.45 ± 0.12 <sup>gA</sup>	5.12 ± 0.22 <sup>gB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	شاهد (Control)
7.44 ± 0.25 <sup>fA</sup>	6.38 ± 0.31 <sup>fB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
7.48 ± 0.27 <sup>fA</sup>	6.43 ± 0.36 <sup>fB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
7.64 ± 0.42 <sup>fA</sup>	6.58 ± 0.44 <sup>fB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
7.72 ± 0.39 <sup>fA</sup>	6.62 ± 0.43 <sup>fB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
7.76 ± 0.28 <sup>fA</sup>	6.68 ± 0.51 <sup>fB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
11.65 ± 0.35 <sup>eA</sup>	9.32 ± 0.36 <sup>eB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
15.41 ± 0.25 <sup>dA</sup>	10.52 ± 0.22 <sup>dB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
21.63 ± 0.37 <sup>cA</sup>	12.14 ± 0.30 <sup>cB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۸۰٪ اولئوژل (Oleogel 80%)
33.28 ± 0.18 <sup>bA</sup>	12.33 ± 0.19 <sup>bB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۹۰٪ اولئوژل (Oleogel 90%)
41.92 ± 0.28 <sup>aA</sup>	13.42 ± 0.47 <sup>aB</sup>	0.00 ± 0.00 <sup>aC</sup>	۱۰۰٪ اولئوژل (Oleogel 100%)

\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون و حروف بزرگ در هر ردیف نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند (p<0/05).

جدول ۸- خصوصیات حسی نمونه‌های کیک مافین حاوی اولئوژل و شاهد

Table 8. Sensory properties of muffin cake samples containing oleogel and control

پذیرش کلی Acceptability	بافت Texture	رنگ Color	طعم Flavor	نمونه Sample
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	شاهد (Control)
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	۱۰٪ اولئوژل (Oleogel 10%)
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	۲۰٪ اولئوژل (Oleogel 20%)
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	۳۰٪ اولئوژل (Oleogel 30%)
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	۴۰٪ اولئوژل (Oleogel 40%)
5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	۵۰٪ اولئوژل (Oleogel 50%)
3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	۶۰٪ اولئوژل (Oleogel 60%)
3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± 0.00 <sup>c</sup>	۷۰٪ اولئوژل (Oleogel 70%)
3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	2.00 ± 0.00 <sup>d</sup>	۸۰٪ اولئوژل

				(Oleogel 80%)
				۹۰٪ اولئوژل
3.00 ± b0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± b0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	(Oleogel 90%)
				۱۰۰٪ اولئوژل
3.00 ± b0.00 <sup>b</sup>	3.00 ± b0.00 <sup>b</sup>	4.00 ± 0.00 <sup>b</sup>	1.00 ± 0.00 <sup>e</sup>	(Oleogel 100%)

\*حروف کوچک متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی دار می باشند ( $p < 0.05$ ).

ارزیابی حسی: نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات حسی (طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی) نمونه‌های مافین شاهد و نمونه‌های مافین تهیه شده با اولئوژل بر پایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور و مقایسه میانگین داده‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۸ نشان داده شده است. براساس نتایج تحلیل واریانس داده‌ها مشخص شد که تغییرات خصوصیات حسی نمونه‌های مافین به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) وابسته به درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین‌ها می‌باشد. براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که ارزیاب‌های حسی به طعم نمونه شاهد و نمونه‌های مافین حاوی ۱۰ تا ۵۰ درصد اولئوژل امتیاز یکسانی دادند و تفاوت بایکدیگر از لحاظ طعم با هم نداشتند (جدول ۸). اما استفاده از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد اولئوژل به جای چربی در فرمولاسیون مافین به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) امتیاز طعم نمونه‌ها را کاهش داد. بررسی امتیازات مربوط به رنگ نیز نشان داد که جایگزینی روغن مافین تا سطح حداکثر ۵۰ درصد تأثیری روی امتیاز رنگ نمونه‌ها در مقایسه با نمونه شاهد نداشت و با افزایش میزان جایگزینی از ۵۰ درصد بالاتر تا ۱۰۰ درصد به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) امتیاز مربوط به رنگ کاهش یافت (جدول ۸). امتیازات حسی از لحاظ بافت از نظر ارزیاب‌ها برای نمونه شاهد و نمونه تا ۵۰ درصد چربی جایگزین شده توسط اولئوژل تفاوتی نداشت ولی جایگزینی بیش از ۵۰ درصد چربی توسط اولئوژل تا ۱۰۰ درصد جایگزینی به طور معنی داری

منجر به کاهش امتیاز بافت شد. همچنین تغییرات روند امتیاز پذیرش کلی مانند سایر پارامترهای حسی بود به طوری که نمونه شاهد و نمونه‌های تا حداکثر ۵۰ درصد چربی جایگزین شده با اولئوژل دارای پذیرش کلی یکسانی بودند و با افزایش درصد جایگزینی از ۶۰ تا ۱۰۰ درصد به طور معنی داری ( $p < 0.05$ ) امتیاز پذیرش کلی همه نمونه‌ها کاهش یافت (جدول ۸). براین اساس احتمالاً به دلیل خصوصیات فیزیکوشیمیایی و مکانیکی مناسب نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی ۱۰ تا ۵۰ درصد اولئوژل داوران چشایی امتیاز بالاتری به این تیمارها در مقایسه با سایر تیمارها داده‌اند. از این رو تیمار حاوی ۵۰ درصد اولئوژل بجای چربی هم از لحاظ خصوصیات فیزیکوشیمیایی و هم از لحاظ حسی به عنوان نمونه برتر انتخاب شد. نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات حسی این مطالعه با یافته‌های دیگر محققین نیز مطابقت داشت. ایلماز و اوگوتکو (۲۰۱۵)، با مطالعه خصوصیات حسی نمونه‌های کوکی حاوی اولئوژل دریافتند که نمونه‌های که از خصوصیات فیزیکی و مکانیکی بهتری دارند از لحاظ خصوصیات حسی نیز امتیاز بالاتری دریافت کردند (۳۲).

### نتیجه‌گیری کلی

ارزیابی نتایج ویسکوزیته و مقایسه آن با نمونه شاهد نشان داد که بکارگیری و افزایش میزان استفاده از اولئوژل منجر به کاهش ویسکوزیته خمیر مافین شد.

کپک و مخمر نداشتند و با افزایش مدت زمان نگهداری تعداد کپک‌ها و مخمرها افزایش یافت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین‌های تعداد کپک‌ها و مخمرهای شمارش شده به طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) نسبت به نمونه شاهد افزایش یافت. براساس نتایج به دست آمده مشخص شد که بین خصوصیات حسی نمونه‌های مافین شاهد و مافین‌های حاوی اولئوژل از ۱۰ تا ۵۰ درصد از لحاظ طعم، رنگ، بافت و پذیرش کلی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ( $p > 0/05$ ). با این وجود با افزایش درصد بکارگیری اولئوژل در فرمولاسیون مافین‌ها امتیاز تمامی خصوصیات حسی به طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) کاهش یافت.

محتوی رطوبت در طی دوره نگهداری کاهش یافت و محتوی رطوبت نمونه شاهد به‌طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) کمتر از سایر نمونه‌ها بود. با افزایش بکارگیری اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور از ۱۰ تا ۵۰ درصد حجم مخصوص نمونه‌های مافین به طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) افزایش می‌یابد با این وجود افزایش درصد بکارگیری اولئوژل‌ها از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد به طور معنی‌داری ( $p < 0/05$ ) منجر به کاهش حجم مخصوص نمونه‌های مافین شد. با افزایش درصد بکارگیری اولئوژل برپایه موم کارنوبا و روغن هسته انگور تا سطح ۵۰ درصد روشنایی نمونه‌ها کاهش یافت اما کاهش روشنایی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد معنی‌دار نبود ( $p > 0/05$ ). در طی روز اول نگهداری هیچکدام از نمونه‌ها رشد از لحاظ

### References

- Kadry, M.M., Salama, A. and Ammar, M.S. 2021. Chia gel as fat substitute for producing low fat cake. Arch. Agric. Sci. J. 4:1.9-24.
- Issara, U., Park, S., Lee, S., Lee, J. and Park, S. 2020. Health functionality of dietary oleogel in rats fed high-fat diet: A possibility for fat replacement in foods. J. Funct. Foods. 1:70.103979.
- Škara, N., Novotni, D., Čukelj, N., Smerdel, B. and Čurić, D. 2013. Combined effects of inulin, pectin and guar gum on the quality and stability of partially baked frozen bread. Food Hydrocoll. 30:1.428-436.
- De Freitas, C.A.S., de Sousa, P.H.M., Soares, D.J., Da Silva, J.Y.G., Benjamin, S.R. and Guedes, M.I.F. 2019. Carnauba wax uses in food—A review. Food Chem. 291: 38-48.
- Doan, C.D., Tavernier, I., Okuro, P.K. and Dewettinck, K. 2018. Internal and external factors affecting the crystallization, gelation and applicability of wax-based oleogels in food industry. Innovative Food Sci. Emerg. Technol. 45: 42-52.
- Al Juhaimi, F., Geçgel, Ü., Gülcü, M., Hamurcu, M. and Özcan, M.M. 2017. Bioactive properties, fatty acid composition and mineral contents of grape seed and oils. S. Afr. J. Enol. Vitic. 38: 1.103-108.
- Shinagawa, F.B., Santana, F.C.D., Araujo, E., Purgatto, E. and Mancini-Filho, J. 2017. Chemical composition of cold pressed Brazilian grape seed oil. Food Sci. Technol. 38.164-171.
- Lee, S. 2018. Utilization of foam structured hydroxypropyl methylcellulose for oleogels and their application as a solid fat replacer in muffins. Food Hydrocolloids. 1:77.796-802.
- Tabibiazar, M., Roufegarinejad, L., Hamishehkar, H. and Alizadeh, A. 2020. Preparation and characterization of carnauba wax/adipic acid oleogel: A new reinforced oleogel for application in cake and beef burger. Food Chem. 4: 333.127446.
- Othman, N.A., Abdul Manaf, M., Harith, S. and Wan Ishak, W.R. 2018. Influence of avocado puree as a fat replacer on nutritional, fatty acid, and organoleptic properties of low-fat

- muffins. *J. Am. Coll. Nutr.* 37:7:583-588.
11. Najafi, Z., Movahhed, S. and Ahmadi Chenarbon, H. 2017. Effect of citrus fiber replacement to oil and egg on some physico-chemical and organoleptic properties of muffin. *Iranian J. Food Sci. Technol. Res.* 13:4:458-468.
  12. Lee, S.M., Yoo, J., Inglett, G.E. and Lee, S. 2013. Particle size fractionation of high-amylose rice (Goami 2) flour as an oil barrier in a batter-coated fried system. *Food Bioprocess Technol.* 6:3:726-733.
  13. Trehan, S., Singh, N. and Kaur, A. 2018. Characteristics of white, yellow, purple corn accessions: phenolic profile, textural, rheological properties and muffin making potential. *J. Food Sci. Technol.* 55:6:2334-2343.
  14. Kaur, K., Singh, G. and Singh, N. 2018. Functional, pasting, nutritional and gluten free muffin making properties of plantain flour. *Asian J. Dairy Food Res.* 37:4:298-303.
  15. Oh, J. and Kim, M.K. 2021. Effect of Alternative Preservatives on the Quality of Rice Cakes as Halal Food. *Foods.* 10: 10.2291.
  16. Heo, Y., Kim, M.J., Lee, J.W. and Moon, B. 2019. Muffins enriched with dietary fiber from kimchi by-product: Baking properties, physical-chemical properties, and consumer acceptance. *Food Sci. Nutr.* 7:5:1778-1785.
  17. Kulp, K., Loewe, R., Lorenz, K. and Gelroth, J. 2011. Batters and Breadings in Food Processing. *AACC. Int. Inc., USA.* 2:14:72-93.
  18. Kim, J., Lee, S.M., Bae, I.Y., Park, H.G., Gyu Lee, H. and Lee, S. 2011. (1-3)(1-6)- $\beta$ -Glucan-enriched materials from *Lentinus edodes* mushroom as a high-fibre and low calorie flour substitute for baked foods. *J. Sci. Food Agric.* 91:10:1915-1919.
  19. Martins, A.J., Vicente, A.A., Cunha, R.L. and Cerqueira, M.A. 2018. Edible oleogels: an opportunity for fat replacement in foods. *Food Funct.* 9:2:758-773.
  20. Jeon, S., Lim, J., Inglett, G.E. and Lee, S. 2013. Effect of enzymatic treatments on the rheological and oil-resisting properties of wheat flour-based frying batters. *J. Food Eng.* 115: 2:215-219.
  21. Mert, B. and Demirkesen, I. 2017. Reducing saturated fat with oleogel / shortening blends in a baked product. *Food Chem.* 199: 809-816.
  22. Rosell, C.M., Rojas, J.A. and De Barber, C.B. 2001. Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food Hydrocoll.* 15:1:75-81.
  23. Salehi, F. 2019. Improvement of gluten free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. *Food Sci. Nut.* 7:11:3391-3402.
  24. Sidhu, J.S., Al-Hooti, S.N. and Al-Saqer, J.M. 1999. Effect of adding wheat bran and germ fractions on the chemical composition of high-fiber toast bread. *Food Chem.* 67:4: 365-371.
  25. Angioloni, A. and Collar, C. 2012. Effects of pressure treatment of hydrated oat, finger millet and sorghum flours on the quality and nutritional properties of composite wheat breads. *J. Cereal Sci.* 56: 3:713-719.
  26. Rios, R.V., Garzón, R., Lannes, S.C. and Rosell, C.M. 2018. Use of succinyl chitosan as fat replacer on cake formulations. *LWT Food Sci. Technol.* 96:260-265.
  27. Gökşen, G., Bakachan, Ç. and Ekiz, H.I. 2021. Development and quality characteristics of sugar and fat free muffins utilising stevia and chia mucilage. *Acta Aliment.* 3:50:349-357.
  28. Singh, A., Geveke, D.J., Jones, D.R. and Tilman, E.D. 2019. Can acceptable quality angel food cakes be made using pasteurized shell eggs? The effects of mixing factors on functional properties of angel food cakes. *Food Sci. Nutr.* 7:3:987-996.
  29. Onacik-Gür, S. and Żbikowska, A. 2020. Effect of high-oleic rapeseed oil oleogels on the quality of short-dough biscuits and fat migration. *J. Food Sci. Technol.* 57:5:1609-1618.
  30. Zaeri, M., Asadollahi, S. and Hashemiravan, M. 2019. Effects of locust bean gum and xanthan gum as a fat substitute on the physicochemical, rheological and sensory properties of oil

- cake. Iranian J Food Sci Technol Res. 15:1.55-65.
31. Murata, M. 2021. Browning and pigmentation in food through the Maillard reaction. Glycoconjugate J. 38:3.283-292.
  32. Yılmaz, E. and Ögütçü, M. 2015. The texture, sensory properties and stability of cookies prepared with wax oleogels. Food Funct. 6:4.1194-1204.
  33. Lebesi, D.M. and Tzia, C. 2012. Use of endoxylanase treated cereal brans for development of dietary fiber enriched cakes. Innovative Food Sci. Emerg. Technol. 13.207-214.
  34. Baeva, M.R., Panchev, I.N. and Terzieva, V.V. 2000. Comparative study of texture of normal and energy reduced sponge cakes. Food/Nahrung. 44:4.242-246.
  35. Gómez, M., Oliete, B., Rosell, C.M., Pando, V. and Fernández, E. 2008. Studies on cake quality made of wheat–chickpea flour blends. LWT Food Sci. Technol. 41:9.1701-1709.
  36. Turabi, E., Sumnu, G. and Sahin, S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. Food hydrocolloids. 22:2.305-312.
  37. Alvarez-Ramirez, J., Vernon-Carter, E.J., Carrera-Tarela, Y., Garcia, A. and Roldan-Cruz, C. 2020. Effects of candelilla wax/canola oil oleogel on the rheology, texture, thermal properties and in vitro starch digestibility of wheat sponge cake bread. LWT Food Sci. Technol. 130.109701.
  38. Boscaino, F., Cammarota, G., Ottombrino, A., Nazzaro, M., Siano, F., Volpe, M.G. and Sorrentino, A. 2017. Chemical, volatile profile and shelf life of muffin enriched with supplementation chestnut cream. J. Food Process. Preserv. 41:4.e13013.

