

Short Communication

Investigation of Peroxide, Acidity, and Thermal Stability of Oils Used to Make Falafel in Arak, Iran in 2018Mostafa Delavar¹Atefeh Navabi^{2*}Ahmad Abdollahi³Hassan Mahmoudi⁴Ali Jamshidi⁵

- 1- PhD in Pharmacy, Instructor, Faculty of Pharmacy, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran
- 2- MSc in Analytical Chemistry, BSc in Food and Drug Control Laboratory, Vice-Chancellor in Food and Drug Affairs, University of Medical Sciences, Arak, Iran
- 3- BSc in Food Science Engineering, BSc in Food and Drug Control Laboratory, University of Medical Sciences, Vice-Chancellor in Food and Drug Affairs, Arak, Iran
- 4- BSc in Environmental Health Expert, Arak Health Center, Arak, Iran
- 5- MSc in Food Health and Safety, Arak Health Center, Arak, Iran

*Corresponding author: Atefeh Navabi,
Vice-Chancellor in Food and Drug Affairs,
University of Medical Sciences, Arak, Iran

Email: atefeh.navabi@yahoo.com

Received: 18 March 2020

Accepted: 23 June 2020

ABSTRACT

Introduction and purpose: Due to the increasing consumption of fried foods, it is important to check the quality of the oil used for frying to maintain the health of consumers. Therefore, this study aimed to determine the amount of peroxide, acidity, and thermal stability of the oils used in Falafel stores in Arak, Iran.

Methods: This cross-sectional study was performed on 25 traditional units and 2 industrial units producing Falafel in Arak, Iran, during 2018. In total, 50 and 3 samples were obtained from traditional (two samples from each unit) and industrial units, respectively, to determine the peroxide and acidity based on the standardized methods No. 4178 and 4179. Moreover, thermal stability was measured using the Rancimat device. The data were analyzed using SPSS software (version 22) through with Wilcoxon tests and correlated t-test.

Results: The results showed that the peroxide and acidity of the used oils were higher than the allowable limit, and the thermal stability was lower than the allowable limit. According to the obtained data, the samples were rejected in terms of peroxide content of 72%, acidity of 68%, and thermal stability of 98%.

Conclusion: These findings show the inefficiency of the oils used in Falafel stores in Arak, Iran. In addition, the shelf-life of half-cooked Falafel should be reduced.

Keywords: Acidity, Falafel, Oil, Peroxide, Thermal stability

► **Citation:** Delavar M, Navabi A, Abdollahi A, Mahmoudi H, Jamshidi A. Investigation of Peroxide, Acidity, and Thermal Stability of Oils Used to Make Falafel in Arak, Iran in 2018. Journal of Health Research in Community. Summer 2020;6(2): 61-68.

گزارش کوتاه

بررسی میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی روغن‌های مصرفی فلافل در شهر اراک در سال ۱۳۹۷

چکیده

مصطفی دلاور^۱
عاطفه نوایی^{۲*}
احمد عبداللهی^۳
حسن محمودی^۴
علی جمشیدی^۵

مقدمه و هدف: با توجه به افزایش مصرف غذاهای سرخ‌شده، بررسی کیفیت روغن مصرفی برای سرخ کردن به منظور حفظ سلامت مصرف‌کنندگان اهمیت دارد؛ بنابراین، این مطالعه با هدف تعیین میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی در روغن‌های مصرفی در فلافل‌فروشی‌های شهر اراک انجام شد.

روش کار: این مطالعه به‌طور مقطعی روی ۲۵ واحد سنتی و ۲ واحد صنعتی تولید فلافل در شهر اراک در سال ۱۳۹۷ انجام شد. بدین منظور از ۵۰ نمونه از واحدهای سنتی (۲ نمونه از هر واحد) و ۳ نمونه از هر واحد تولیدی نمونه‌برداری و طبق روش‌های استاندارد شماره ۴۱۷۸ و ۴۱۷۹، پراکسید و اسیدیته تعیین شد. پایداری حرارتی با دستگاه رنسیمت اندازه‌گیری شد. داده‌ها با کمک نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و آزمون‌های ویلکاکسون و تی همبسته تجزیه و تحلیل شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد میزان پراکسید و اسیدیته روغن‌های مصرفی بیشتر از حد مجاز و پایداری حرارتی کمتر از حد مجاز است. با توجه به داده‌های به‌دست آمده، نمونه‌ها به ترتیب از نظر میزان پراکسید ۷۲ درصد، اسیدیته ۶۸ درصد و پایداری حرارتی ۹۸ درصد مردود هستند.

نتیجه‌گیری: این یافته‌ها نشان داد نحوه استفاده از روغن در فلافل‌فروشی‌های شهر اراک نامطلوب است. همچنین مدت نگهداری فلافل نیمه‌آماده نیز باید کاهش یابد.

کلمات کلیدی: اسیدیته، پایداری حرارتی، پراکسید، روغن، فلافل‌فروشی

۱. دکترای داروسازی و مربی گروه داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی، معاونت غذا و دارو، اراک، ایران
۲. کارشناس ارشد شیمی تجزیه، کارشناس آزمایشگاه کنترل غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اراک، معاونت غذا و دارو، اراک، ایران
۳. کارشناس مهندسی علوم صنایع غذایی، کارشناس آزمایشگاه کنترل غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اراک، معاونت غذا و دارو، اراک، ایران
۴. کارشناس بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان اراک، اراک، ایران
۵. کارشناس ارشد بهداشت و ایمنی مواد غذایی، مرکز بهداشت شهرستان اراک، اراک، ایران

* نویسنده مسئول: عاطفه نوایی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، معاونت غذا و دارو، اراک، ایران

Email: atefeh.navabi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۰۳

◀ **استناد:** دلاور، مصطفی؛ نوایی، عاطفه؛ عبداللهی، احمد؛ محمودی، حسن؛ جمشیدی، علی. بررسی میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی روغن‌های مصرفی فلافل در شهر اراک در سال ۱۳۹۷. مجله تحقیقات سلامت در جامعه، تابستان ۱۳۹۹؛ ۶(۲): ۶۸-۶۱.

مقدمه

تغذیه یکی از مهم‌ترین عواملی است که بر سلامت افراد تأثیر می‌گذارد. الگوی مصرف مواد غذایی نقش مهمی در ایجاد

پایداری در دمای بالا و اسیدهای چرب آزاد کمتر از ۱ درصد دارند. برخی از عوامل مانند سرخ کردن، شرایط گرم شدن، غلظت اسید چرب اشباع نشده، غلظت اکسیژن سطح روغن و درون روغن، درجه حرارت و حضور بعضی فلزات به عنوان کاتالیزور، روی سرعت واکنش شیمیایی طی سرخ کردن غذا مؤثر هستند [۷]. مسئله مهم دیگر استفاده مجدد از روغن سرخ شده است [۸]. از آنجا که در رستوران‌های فست‌فود روغن برای مدت طولانی و تکراری گرم می‌شود، ترکیبات سمی موجود در روغن به غلظت‌های بسیار زیادی می‌رسند [۵].

در فرایند اکسیداسیون چربی‌ها، هیدروپراکسیدها تولید می‌شوند؛ زیرا اسیدهای چرب غیراشباع با اکسیژن مولکولی واکنش می‌دهند [۹]. پراکسید یا هیدروپراکسید محصول اولیه اکسیداسیون چربی‌هاست و هرچه چربی غیراشباع‌تر باشد، آمادگی بیشتری برای اکسید شدن دارد [۱۰]. پراکسید در بدن رادیکال‌های آزاد ایجاد می‌کند. این رادیکال‌های آزاد نه تنها سبب فساد غذاها می‌شوند، بلکه سبب آسیب به بافت‌های بدن نیز می‌شوند و می‌توانند علتی برای سرطان، بیماری‌های التهابی، آترواسکلروز، پیری و نظایر آن باشند. با افزایش زمان حرارت‌دادن و تعداد دفعات استفاده از روغن، میزان وقوع این واکنش‌های شیمیایی و در نتیجه تشکیل پراکسیدها افزایش می‌یابد [۱۱].

در این آزمون غلظت پراکسید و هیدروپراکسیدهای تشکیل شده در مرحله آغازین اکسیداسیون، اندازه‌گیری و برحسب میلی‌اکی‌والان پراکسید در هر کیلوگرم چربی (meq/kg) بیان شد [۱۲]. در بیشتر مطالعات قبلی، تنها میزان پراکسید و اسیدیته روغن مصرفی بررسی شده است [۱۸، ۱۷، ۵، ۲، ۱]، ولی در این تحقیق علاوه بر موارد فوق، پایداری حرارتی نیز بررسی شد. هدف اصلی این تحقیق بررسی میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی در روغن‌های مصرفی فلافل فروشی‌های شهر اراک در سال ۱۳۹۷ است.

یا جلوگیری از بیماری‌ها دارد. روغن‌ها مؤلفه‌های اصلی رژیم غذایی هستند که استفاده صحیح از آن می‌تواند در جلوگیری از بیماری‌های خاص مفید باشد [۱]. روغن خوراکی منبع انرژی و اسیدهای چرب ضروری (FA: fatty acid) و ناقل ویتامین‌های محلول در چربی است. کیفیت غذای سرخ شده به کیفیت روغن یا چربی‌ها بستگی دارد [۲]. چربی‌های موجود در گوشت و روغن حیوانی که در دمای محیط به صورت جامد هستند، در دسته چربی‌های اشباع قرار می‌گیرند. چربی‌های غیراشباع مانند چربی‌های موجود در روغن‌های گیاهی مانند روغن زیتون و روغن ماهی که در دمای محیط به صورت مایع هستند [۳]. اسیدهای چرب اشباع و ترانس به دلیل افزایش کلسترول خون، خطر ابتلا به امراض قلبی و عروقی را افزایش می‌دهند [۴].

در دهه‌های اخیر، مصرف فست‌فود در سراسر جهان به طور فزاینده‌ای محبوب شده است. کم‌هزینه بودن، طعم مطلوب، راحتی و آماده‌سازی سریع از جمله دلایلی است که باعث می‌شود افراد به آن توجه کنند. مصرف فست‌فود با عوامل خطر قلبی متابولیک همراه است. علاوه بر اجزای ناسالم، غذاهای سریع معمولاً با سرخ کردن تهیه می‌شوند؛ نوعی روش آشپزی که طی آن تعدادی ماده سمی و مضر در مواد غذایی تولید می‌شود [۵].

سرخ کردن عمیق که شامل غوطه‌وری مواد غذایی در روغن در دماهای بالا گاهی تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است، یکی از محبوب‌ترین روش‌های پخت و پز برای دستیابی به ویژگی‌های مطلوب محصول است [۶]. واکنش چربی‌های اکسید شده با پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌ها باعث تغییرات مهم شیمیایی در مواد غذایی می‌شود [۱]. واکنش‌های شیمیایی بی‌شماری در روغن از جمله اکسیداسیون، هیدرولیز و پلیمریزاسیون وجود دارد که به تولید چربی‌های اکسید شده و چربی ترانس منجر می‌شود [۵].

بعضی از روغن‌های سرخ‌کردنی اکسیداسیون مقاومت بالا،

روش کار

این مطالعه روی روغن‌های مصرفی واحدهای سنتی و تولیدی صنعتی فلافل انجام شد. در شهر اراک ۴۵ واحد سنتی فلافل فروشی و ۲ واحد تولیدی صنعتی فلافل وجود دارد. حجم نمونه‌ها از طریق فرمول کوکران با میزان شیوع $P=0/5$ و $Z=1/98$ و $d=0/13$ محاسبه شد.

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left[\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right]}$$

حجم نمونه محاسبه شده برای واحدهای سنتی ۲۵ است که به‌طور تصادفی از مکان‌های مختلف شهر به‌عنوان نمونه انتخاب شدند و دو مرحله در روز و جمعاً ۵۰ نمونه (از مراکز سنتی) برداشت شد. از ۲ واحد تولیدی صنعتی نیز به‌طور مجزا نمونه برداری شد. نمونه برداری بر اساس استاندارد شماره ۴۹۳ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی کشور انجام شد [۱۳]. نمونه برداری در زمان اوج فعالیت، یعنی حدود ساعت ۷ تا ۱۱ شب طی دو ماه اول تابستان صورت گرفت. دو نمونه از هر واحد، یکی از روغن استفاده نشده و نمونه دوم در آخرین ساعت کاری آن‌ها از مخزن سرخ‌کن برداشته شد. مدت زمان سرخ کردن با توجه به گفته متصدیان فلافل فروشی‌ها کمتر از ۱۲ ساعت عنوان شد، اما شواهد گویای صداقت نداشتن آنان بود و نمی‌توان مدت زمان دقیق سرخ کردن را بیان کرد که این مسئله به‌عنوان یکی از محدودیت‌های مطالعه در نظر گرفته شد. در این روش نمونه برداری از ملاقه فلزی برای نمونه برداری روغن از مخزن سرخ‌کن و از ظروف شیشه‌ای نشکن برای نگهداری نمونه‌ها استفاده شد. تمامی ظروف قبل از استفاده کاملاً تمیز و شسته شده بودند. نمونه‌ها پس از جمع‌آوری در دمای ۵ تا ۱۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

نمونه‌ها به‌منظور تعیین میزان پراکسید، اسیدیت و پایداری حرارتی به آزمایشگاه مواد غذایی معاونت غذا و دارو دانشگاه علوم

پزشکی اراک ارسال شدند و آزمایش‌های مربوطه روی نمونه‌های روغن صورت گرفت و نتایج جمع‌آوری شد. همچنین اطلاعاتی شامل نام روغن، تاریخ تولید و انقضا، کیفیت روغن از جامد یا مایع بودن، نوع روغن مصرفی (مایع خوراکی یا سرخ کردنی هنگام نمونه برداری یادداشت شد.

با توجه به وجود دو واحد تولیدی صنعتی فلافل در اراک، از این دو واحد نیز نمونه برداری شد. در فواصل ۲ ماهه از نمونه‌ها روغن کشی صورت گرفت و میزان پراکسید، اسیدیت و پایداری روغن استخراجی اندازه‌گیری شد. این آزمون‌ها سه مرحله انجام شد؛ زیرا تاریخ انقضای نمونه‌های آماده پخت فلافل که در

واحدهای تولیدی صنعتی تهیه می‌شوند، ۶ ماه است.

اندازه‌گیری پراکسید (میلی‌اکی‌والان بر کیلوگرم) و اسیدیت یا میزان اسید چرب آزاد برحسب درصد وزنی اسید اولئیک روغن به ترتیب بر اساس استاندارد شماره ۴۱۷۹ و ۴۱۷۸ مؤسسه استاندارد ایران انجام گرفت [۱۴، ۱۵]. اندازه‌گیری میزان مقاومت حرارتی روغن (رنسیت) با استفاده از دستور کار دستگاه رنسیت شرکت Metrohm انجام شد [۱۶].

پس از جمع‌آوری نمونه‌ها و محاسبه عدد پراکسید، اسیدیت و مقاومت حرارتی، نتایج به‌دست آمده در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ و با آزمون‌های آماری متفاوتی از جمله کولموگروف اسمیرنف، توزیع نرمال، آزمون ویلکاکسون (Wilcoxon) برای بررسی تفاوت یک مقدار متغیر کمی در دو نمونه وابسته و تی زوجی برای مقایسه میانگین یک متغیر کمی در دو گروه وابسته با سطح معنی‌داری با $P < 0/01$ تجزیه و تحلیل شد.

یافته‌ها و بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به بررسی اطلاعات به‌دست آمده از پرسش‌نامه، واحدهای سنتی از ۸ نوع برند متفاوت روغن‌های سرخ کردنی مایع استفاده می‌کردند که درصد فراوانی آن‌ها در جدول ۱ آورده

شده است. تمامی روغن‌ها تاریخ تولید و انقضای موردقبولی داشتند. نتایج روغن‌های مصرفی در واحدهای سنتی در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است. نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد میزان پراکسید در اثر استفاده از روغن افزایش و میزان پایداری حرارتی کاهش یافته است. نتایج نشان می‌دهد برخی روغن‌های مصرفی از نظر میزان اسیدیته حتی قبل از استفاده نیز از حد مجاز بیشتر هستند. روغن‌های سرخ‌کردنی برای اصناف باید پایداری حرارتی بیش از ۲۵ ساعت داشته باشند که اغلب روغن‌هایی که در اختیار اصناف قرار گرفته است همان پایداری حرارتی مصرف

شده است. تمامی روغن‌ها تاریخ تولید و انقضای موردقبولی داشتند. نتایج روغن‌های مصرفی در واحدهای سنتی در جداول ۱ تا ۳ آورده شده است. نتایج ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد میزان پراکسید در اثر استفاده از روغن افزایش و میزان پایداری حرارتی کاهش یافته است. نتایج نشان می‌دهد برخی روغن‌های مصرفی از نظر میزان اسیدیته حتی قبل از استفاده نیز از حد مجاز بیشتر هستند. روغن‌های سرخ‌کردنی برای اصناف باید پایداری حرارتی بیش از ۲۵ ساعت داشته باشند که اغلب روغن‌هایی که در اختیار اصناف قرار گرفته است همان پایداری حرارتی مصرف

خانوار یعنی ۱۳ ساعت را دارد. با مقایسه نتایج جدول همان‌طور که مشاهده می‌شود، میانگین پراکسید در حال افزایش و اسیدیته به‌طور جزئی در حال کاهش است. همان‌طور که انتظار داریم میانگین پایداری بعد از مصرف روغن کاهش یافته است.

در جدول ۲ نتایج آزمون ویلکاکسون انجام شده برای پراکسید و اسیدیته ارائه شده است. مقدار $P=0/001$ در این آزمون نشان می‌دهد با استفاده از روغن، میزان پراکسید افزایش یافته، اما مقدار سطح اطمینان $0/368$ برای اسیدیته نشان‌دهنده این است که اسیدیته آن زیاد تغییر نمی‌کند. نتایج موجود در جدول

جدول ۱: فراوانی و درصد میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی روغن‌ها در فلافل‌فروشی‌های سنتی شهر اراک

برند	نوع روغن تعداد (درصد)	پراکسید (میلی‌اکی‌والان پراکسید بر کیلوگرم)		اسید اولئیک (%W) اسیدیته		پایداری حرارتی (H)	
		قبل از مصرف	بعد از مصرف	قبل از مصرف	بعد از مصرف	قبل از مصرف	بعد از مصرف
A	۵۲	۵/۵۲	۱۲/۸۶	۱/۶۳	۱/۵۳	۱۷/۱۲	۷/۶۹
B	۱۶	۰/۸۹	۳/۵۸	۰/۰۶	۰/۳۳	۱۹/۶۲	۵/۴۴
C	۸	۲/۷	۴/۱۰	۱۱/۲۵	۳/۲۳	۱۷/۲۵	۷/۴۶
D	۸	۴/۱۸	۵/۸۹	۶/۱۲	۱/۸۹	۱۶/۰۹	۴/۵۷
E	۴	۴	۶	۸/۶۸	۷/۵۲	۱۸/۶۸	۷/۵۲
F	۴	۰/۹۸	۴/۴۱	۰/۰۷۵	۰/۰۵۳	۲۲/۲۱	۹/۰۷
G	۴	۰/۳۳	۵/۶	۰/۰۷۵	۰/۰۶۵	۲۱/۷۱	۹/۱۱
H	۴	۲/۹	۱۵	۰/۱۴	۰/۴۲	۱۳/۶۵	۴/۲
جمع	۱۰۰	۲/۶۹	۷/۱۸	۳/۵۱	۱/۸۸	۱۸/۲۹	۶/۸۸

جدول ۲: آزمون ویلکاکسون برای پراکسید و اسیدیته بر اساس زمان در روغن‌های مصرفی فلافل‌فروشی‌های سنتی شهر اراک

متغیر	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین \pm انحراف معیار	P
پراکسید (قبل)	۲۵	۰/۱۰	۲۵/۱۰	$3/89 \pm 5/72$	۰/۰۰۱
پراکسید (بعد)	۲۵	۰/۹۹	۲۹/۸۴	$9/13 \pm 7/95$	۰/۰۰
اسیدیته (قبل)	۲۵	۰/۰۴	۱۴/۸۵	$2/61 \pm 4/68$	۰/۳۶۸
اسیدیته (بعد)	۲۵	۰/۰۵	۹/۱۹	$2/82 \pm 1/58$	۰/۰۰

۳ که بر اساس آزمون تی همبسته برای پایداری روغن استفاده شده است، نشان می‌دهد $P < 0/001$ است که معنی‌دار بودن این آزمون را نشان می‌دهد؛ بنابراین، با گذشت زمان استفاده از روغن، پایداری روغن تغییر می‌کند و کاهش می‌یابد. متأسفانه با توجه نتایج به‌دست آمده، نمونه‌های آزموده شده به ترتیب ۷۲، ۶۸ و ۹۸ درصد از نظر پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی مقادیر مغایر با حد مجاز دارند.

از سوی دیگر، نتایج حاصل از آزمون نمونه‌های روغن استخراجی از نمونه‌های فلافل نیمه سرخ شده واحدهای صنعتی که در جدول ۴ آورده شده‌اند بیانگر این است که مقادیر اسیدیته و پراکسید طی زمان افزایش می‌یابد و حتی تا قبل از تاریخ انقضای ذکر شده (۶ ماه) به حد غیرقابل مصرف می‌رسند.

در مطالعه‌ای جاهد خانیکی و همکاران در سال ۱۳۹۶، درباره میزان پراکسید روغن‌های مصرفی واحدهای فست‌فود تهران انجام دادند، بیان کردند که از ۵۰ نمونه آزمایش شده، ۶۰ درصد روغن‌ها غیرقابل استفاده و از میان ۴۰ نمونه فلافل، ۶۵ درصد غیرقابل استفاده بودند؛ بنابراین، به این نتیجه رسیدند که پراکسید بیشتر نمونه‌ها بیش از حد مجاز است و می‌تواند سلامت مصرف کننده را به مخاطره بیندازد [۱۷].

در سال ۲۰۱۸ قبادی و همکاران با بررسی میزان اسیدیته،

پراکسید و ترکیبات قطبی در روغن‌های فست‌فود شهر شیراز (۴۲ نمونه) نشان دادند ۶۶/۴ درصد از نمونه‌های روغن از نظر میزان اسیدیته و پراکسید غیرقابل قبول و ۴۲ درصد نمونه‌ها از نظر میزان ترکیبات قطبی مردود بودند و نتیجه گرفتند بیشتر روغن‌ها حاوی ترکیبات سمی هستند که برای مصرف کننده و حتی کارکنان رستوران مضر هستند [۵].

مطالعه ناصری و همکاران در سال ۱۳۹۵ در ساندویچ‌فروشی‌ها و فست‌فودهای شهر قم نشان داد میزان پراکسید و اسیدیته ۲۰ درصد از روغن‌های مصرفی، قابل استفاده نبودند و بین افزایش دمای روغن و افزایش میزان پراکسید نسبت مستقیمی وجود داشت. در این مطالعه آموزش صاحبان رستوران‌ها و اجاق‌های آشپزخانه برای نگهداری روغن سرخ‌کردنی در شرایط مناسب در این منطقه پیشنهاد شد [۱۸].

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد نحوه استفاده از روغن‌ها در فلافل‌فروشی‌های شهر اراک نامطلوب است و استانداردهای لازم در این زمینه رعایت نمی‌شود که ممکن است سلامت مصرف کنندگان را تهدید کند. در ضمن نتایج نشان دادند مدت نگهداری فلافل‌های نیمه آماده تولیدی در واحدهای صنعتی باید بازنگری شود و این زمان کاهش یابد. همچنین روغن‌های سرخ‌کردنی مصرف خانوار و اصناف درحالی که از نظر میزان

جدول ۳: میزان تغییر پایداری حرارتی روغن مصرفی با استفاده از آزمون تی همبسته در روغن‌های مصرفی فلافل‌فروشی‌های سنتی شهر اراک

متغیر	تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	P
پایداری حرارتی (قبل)	۲۵	۱۶/۸۸ \pm ۵/۲۷	۰/۰۰۱
پایداری حرارتی (بعد)	۲۵	۷/۰۳ \pm ۳/۹۳	۰/۰۱۱

جدول ۴: میزان اسیدیته و پراکسید روغن استخراجی از فلافل سرخ‌شده صنعتی طی زمان (۴ ماه)

متغیر	روز اول تولید	ماه اول	ماه دوم	ماه سوم	ماه چهارم
اسیدیته	۰/۰۴۵	۰/۰۵۵	۰/۰۸۶	۰/۱	۰/۱۴
پراکسید	۰/۶۳	۰/۷۵	۱/۲۳	۱/۷۶	۲/۳۴

از نظر میزان پایداری حرارتی با یکدیگر تفاوت شایانی دارند، پروانه ساخت یکسان دارند که باید تجدیدنظر شود.

قدردانی

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان «بررسی میزان پراکسید، اسیدیته و پایداری حرارتی روغن‌های مصرفی جهت سرخ کردن فلافل در واحدهای تولیدی و سنتی شهر اراک» مصوب دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اراک در سال ۱۳۹۷ با کد ۲۸۹۴ است که با حمایت دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی اراک اجرا شده است.

از معاونت پژوهشی دانشگاه به‌خصوص جناب آقای دکتر ارجمندزادگان، همچنین همکاران محترم مرکز بهداشت شهرستان آقایان مهندس علی جمشیدی و علی محمودی که در نمونه‌برداری کمک بسیار شایانی به ما کردند، تقدیر و تشکر می‌کنیم. این طرح کد اخلاق IR.ARAKMU.REC.1397.35 از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی اراک دارد.

پایداری حرارتی با یکدیگر تفاوت قابل توجهی دارند، اما پروانه ساخت یکسانی دارند که باید تجدیدنظر شود.

با توجه به میزان مصرف زیاد و روزافزون غذاهای آماده به‌خصوص از نوع سرخ‌شده در جامعه امروزی، توجه‌دادن مردم به اثرات مضر این گونه غذاها روی سلامتی ضروری به نظر می‌رسد؛ بنابراین، لازم است مسئولان مربوطه شهرستان اراک علاوه بر توجه و نظارت به تهیه و توزیع روغن‌های مناسب برای پخت، مراکز تهیه و توزیع غذاهای آماده به‌خصوص فلافل‌فروشی‌ها را برای رعایت ضوابط و مقررات بهداشتی و استانداردها به‌طور شدید و سخت‌گیرانه کنترل کنند. همچنین نمونه‌برداری و آزمایش از روغن‌های خام و سرخ‌شده باید به‌صورت مستمر انجام گیرد.

یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد نحوه استفاده از روغن‌ها در فلافل‌فروشی‌های شهر اراک نامطلوب است و استانداردهای لازم در این زمینه رعایت نمی‌شود که ممکن است سلامت مصرف‌کنندگان را تهدید کند. در ضمن نتایج نشان دادند مدت‌زمان نگهداری فلافل‌های نیمه‌آماده تولیدشده در واحدهای صنعتی باید بازنگری شود و این زمان کاهش یابد. همچنین متوجه شدیم روغن‌های سرخ‌کردنی مصرف خانوار و اصناف درحالی‌که

References

1. Birjandi M, Sepahvand R, Hassanzadazar H, Hatamikia M, Kazemi-Vardanjan A. A Survey on peroxide content and acidity level of Persian doughnuts in Lorestan province, West of Iran. *J Global Pharma Technol* 2016; 10(8):32-5.
2. Sajjadi SA, Moteallemi A, Bargard ZR, Naeen MA, Kariminezhad F, Kharghani M. Investigation of cooking oil quality at fast food restaurants in Mashhad City. *Int J Environ Health Eng* 2019; 8(1):6.
3. Mizutani H, Tada-Oikawa S, Hiraku Y, Kojima M, Kawanishi S. Mechanism of apoptosis induced by doxorubicin through the generation of hydrogen peroxide. *Life Sci* 2005; 76(13):1439-53.
4. Borzouei A, Azadbakht L. Describing the dietary habits of Isfahan Young Girls: assessing the status of tea consumption, processed foods, fats and cooking methods. *Health Syst Res* 2011; 6(2):157-64.
5. Ghobadi S, Akhlaghi M, Shams S, Mazloomi SM. Acid and peroxide values and total polar compounds of frying oils in fast food restaurants of Shiraz, Southern Iran. *Int J Nutr Sci* 2018; 3(1):25-30.
6. Waghmare A, Patil S, LeBlanc JG, Sonawane S, Arya SS. Comparative assessment of algal oil with other vegetable oils for deep frying. *Algal Res* 2018; 31:99-106.
7. Andrikopoulos NK, Kalogeropoulos N, Falirea A, Barbogianni MN. Performance of virgin olive oil and vegetable shortening during domestic deep-frying

- and pan-frying of potatoes. *Int J Food Sci Technol* 2002; 37(2):177-90.
8. Kaleem A, Aziz S, Iqtedar M. Investigating changes and effect of peroxide values in cooking oils subject to light and heat. *FUUAST J Biol* 2015; 5(2):191-6.
 9. Medina I, Undeland I, Larsson K, Storrø I, Rustad T, Jacobsen C, et al. Activity of caffeic acid in different fish lipid matrices: a review. *Food Chem* 2012; 131(3):730-40.
 10. Saad B, Wai WT, Lim BP, Saleh MI. Flow injection determination of peroxide value in edible oils using triiodide detector. *Analyt Chim Acta* 2006; 565(2):261-70.
 11. Nassehinia H, Ahrari F. Determination of peroxide value of oils used in the confectioneries of Damghan, Iran in spring 2015. *J Health Res Community* 2016; 1(4):64-9.
 12. Ahn JH, Kim YP, Kim HS. Effect of natural antioxidants on the lipid oxidation of microencapsulated seed oil. *Food Control* 2012; 23(2):528-34.
 13. Edible fats and oils-Sampling. Tehran: National Standard of Iran; 2004 (Persian).
 14. Animal and vegetable fats and oils - Determination of peroxide value Iodometric (visual) endpoint determination. Tehran: National Standard of Iran; 2017 (Persian).
 15. Animal and vegetable fats and oils - Determination of acid value and acidity - test method, Tehran: National Standard of Iran; 2011 (Persian).
 16. Oxidation stability measurement in natural oils. Metrohm. Available at: URL: https://www.metrohm.com/en/products/stability-measurement/rancimat/28920010/1184905_AB-204_2_EN.pdf; 2018.
 17. Jahed Khaniki GR, Safaei P, Barik Gugjlu R, Mohajer A. Determination of peroxide value of edible oils used in sandwich and falafel shops in Tehran. *Iran J Health Environ* 2018; 10(4):501-10.
 18. Naseri S, Mahmoudian MH, Yari AR, Molaghen S, Mahmoodian Z. Evaluation of peroxide value and acid number of edible oils consumed in the sandwich and fast food shops of Qom, Iran in 2016. *Arch Hyg Sci* 2018; 7(2):91-7.