



## اندازه‌گیری شاخص‌های اکسیداتیو روغن‌های مصرفی در فلافل فروشی‌های سطح شهر اراک

عباس علیمردیان<sup>۱</sup>، رضا تاجیک<sup>۲</sup> عاطفه نوایی<sup>۳</sup>، رحمت‌اله مرادزاده<sup>۴</sup>، احمد عبدالهی<sup>۵</sup>، محدثه آصفری<sup>۶\*</sup>

۱- استادیار، گروه فارماکولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

۲- استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

۳- دانشجوی دکترا، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

۴- استادیار، گروه اپیدمیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

۵- کارشناسی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

۶- کارشناسی ارشد، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی اراک، اراک، ایران.

### چکیده

### اطلاعات مقاله

اکسیداسیون لیپیدها در مواد غذایی یکی از مهمترین رخدادهای شیمیایی در طی سرخ کردن غذا می‌باشد که شاخص‌های شیمیایی حاصل از آن زمینه‌ساز بیماری‌های مختلفی از جمله تصلب شرایین، سرطان، پیری زودرس، سندرم دیسترس تنفسی و اختلالات مختلف کبدی است. بنابراین در تحقیق حاضر میزان شاخص‌های اکسیداتیو طی فرآیند سرخ کردن فلافل در روغن‌های مصرفی در سطح عرضه، بررسی و با شرایط کنترل شده در آزمایشگاه مقایسه شد. در این مطالعه آنالیز شیمیایی بر روی ۵۰ نمونه گرفته شده از روغن‌های مصرف شده جهت سرخ کردن فلافل با در نظر گرفتن میزان پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و آزمون کرایس جهت بررسی اثر تخریب کنندگی ترکیبات فلافل انجام و با نمونه‌های تحت کنترل مطابق با استانداردهای مربوطه در آزمایشگاه مقایسه شد. در این مطالعه بیش از نیمی از نمونه‌ها قابلیت مصرف نداشتند و تنها کیفیت ۴۲٪ نمونه‌ها مورد تایید قرار گرفت. میانگین و انحراف معیار عدد پراکسید، آنیزیدین و توتوکس در نمونه‌کنترلی به ترتیب  $(۴/۳۹ \pm ۰/۶۲)$ ،  $(۶/۹۰ \pm ۰/۸۷)$  و  $(۱۵/۶۸ \pm ۲/۰۹)$  بود که نمونه‌های سطح عرضه در مقایسه با نمونه‌کنترلی دارای مقادیری بالاتر بودند. همچنین بین اعداد پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و تست کرایس همبستگی مثبت مشاهده شد. براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص شد که میزان اکسیداسیون بیشتر روغن‌های سطح عرضه بالاتر از حد مجاز استاندارد است و اکثراً فاسد و غیرقابل مصرف تلقیمی شوند و همچنین روغن مصرفی در روزهای متمادی مورد مصرف قرار گرفته است. از این رو با توجه به خطراتی که اکسیداسیون اولیه و ثانویه بر سلامت انسان دارد، تامین روغن مصرفی با قیمت بهتر و از مبادی خاص برای اطمینان از تعویض ادواری و در زمان مناسب آن ضروری است.

تاریخ های مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۱۸

تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۰۴

کلمات کلیدی:

پراکسید هیدروژن،

عدد آنیزیدین،

عدد توتوکس،

روغن، سرخ کردن.

DOI: 10.52547/fsct.18.02.26

\*مسئول مکاتبات:

[m.asafari@arakmu.ac.ir](mailto:m.asafari@arakmu.ac.ir)

## ۱- مقدمه

یکی از محبوب‌ترین روش‌ها برای تهیه مواد غذایی در سراسر جهان استفاده از روغن‌ها برای سرخ کردن می‌باشد [۱]. روغن خوراکی منبع انرژی و اسیدهای چرب ضروری (EFA)<sup>۱</sup> است که به عنوان حامل ویتامین‌های محلول در چربی عمل می‌کند [۱]. غذاهای سرخ شده به دلیل سرعت و سهولت در تهیه، دارای محبوبیت هستند [۲]. علاوه بر این؛ غذاهای سرخ‌شده به دلیل داشتن ویژگی‌های حسی جذاب مانند رنگ، عطر و طعم، بافت ویژه و خوش طعم بودن، بسیار مورد توجه مصرف‌کنندگان قرار می‌گیرند [۲]. امروزه میزان استفاده از غذاهای آماده و سرخ‌شده به دلیل توسعه اقتصادی و تغییر در عادات غذایی افزایش یافته است. طبق توصیه سازمان جهانی بهداشت تا ۳۰٪ از کل انرژی می‌تواند از چربی‌ها حاصل شود [۳]. چربی‌ها و روغن‌ها به‌طور گسترده در صنایع غذایی به کار برده می‌شوند [۴]. استفاده از حرارت‌های بالا در روغن‌ها و چربی‌ها، منجر به اکسیداسیون آن‌ها می‌شود. اکسیداسیون یکی از دلایل کاهش کیفیت تغذیه‌ای و ارزش غذایی چربی‌ها، تغییر ویژگی‌های ارگانولپتیکی ماده غذایی و کاهش عمر نگهداری روغن‌ها است [۵]. در طی فرایند سرخ کردن، رطوبت، هوا و بافت ماده غذایی در روغن داغ مخلوط می‌شوند. در نتیجه، چربی‌ها و روغن تحت تجزیه حرارتی و اکسیداتیو قرار می‌گیرند که پلیمرهای حاصل از این فرآیند، به دلیل تولید ترکیبات نامطلوب در روغن، برای سلامتی مضر هستند و بر سلامت مصرف‌کنندگان تأثیرات سویی ایجاد خواهند کرد [۵-۷]. در طول فرآیند سرخ کردن واکنش‌های شیمیایی مختلفی از جمله اکسیداسیون، هیدرولیز، پلیمریزاسیون و شکافت رخ می‌دهد [۸]. سرعت واکنش‌های شیمیایی در طول سرخ کردن به عوامل مختلفی از جمله ویژگی‌های ماده سرخ‌شده، میزان اسیدهای چرب غیراشباع، غلظت اکسیژن در سطح و در داخل روغن، حضور فلزات سنگین به عنوان کاتالیزور، دما و درجه حرارت، بستگی دارد [۸].

اکسیداسیون، ویسکوزیته روغن‌ها را افزایش می‌دهد، رنگ آن‌ها را تیره‌تر می‌کند، کف را افزایش و نقطه دود را کاهش می‌دهد [۲]. همچنین تأثیرات منفی بر روی عطر و طعم غذا ایجاد

می‌کند و می‌تواند مسمومیت غذایی را نیز به همراه داشته باشد [۸، ۹]. فرایند اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها با تشکیل رادیکال‌های آزاد، سبب ایجاد و پیشرفت سرطان می‌گردد [۵]. در طول مراحل اولیه اکسیداسیون، هیدروپراکسیدها تولید می‌شوند و درون روغن تجمع می‌یابند. عدد پراکسید یکی از پارامترهای نشان دهنده کیفیت روغن است که درجه اکسیداسیون را نشان می‌دهد.  $PV^2$  مقدار پراکسید برحسب میلی‌اکی‌والان‌های اکسیژن فعال را در ۱۰۰۰ گرم از یک نمونه روغن نشان می‌دهد. روغن‌های تازه تصفیه شده دارای میزان پراکسید کمتر از یک هستند و روغن‌هایی که پراکسید بالاتر از ۲ میلی‌اکی‌والان دارند، فاسد در نظر گرفته می‌شوند [۱۰].

اکسیداسیون غیرآنزیمی و آنزیمی لیپیدها از مدت‌ها قبل، یکی از موضوعات اصلی مربوط به رژیم غذایی و تغذیه‌ای بوده است. اگرچه اسیدهای چرب غیر اشباع (PUFA)<sup>۲</sup> از جمله (EPA)<sup>۳</sup> و (DHA)<sup>۴</sup> دارای اثرات ضدالتهابی می‌باشند، اما اکسیداسیون آن‌ها در هنگام نگهداری و پخت غذا و همچنین در هنگام هضم در دستگاه گوارش، می‌تواند باعث ایجاد ترکیبات آلدئیدی بسیار واکنش‌پذیر و مضر گردد [۱۱]. یکی از آلودگی‌های شیمیایی، وجود مواد پراکسیدی در غذاهای سرخ شده می‌باشد که باعث تولید رادیکال‌های آزاد می‌شود. رادیکال‌های آزاد نه تنها مسئول فساد غذاها هستند، بلکه عامل آسیب به بافت‌های بد نوعی برای سرطان، بیماری‌های التهابی، آترواسکلروز، پیری و نظایر آن می‌باشند [۱۲] و پس از آن آلودگی‌های بعدی یا اکسیداسیون ثانویه رخ می‌دهد.

روغن‌های سرخ شده ممکن است حاوی غلظتی از مواد مضر باشند، بنابراین، کیفیت روغن سرخ‌کردنی موضوع مهمی در مورد ایمنی مواد غذایی و سلامت مصرف‌کنندگان است. از منظر کیفیت و ایمنی مواد غذایی، تعیین عدد پراکسید در روغن‌های خوراکی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا شاخص وضعیت اکسیداسیون اولیه است [۱۳]. این شاخص غلظت هیدروپراکسیدها را اندازه‌گیری می‌کند. هیدروپراکسیدها پایدار نیستند و می‌توانند به راحتی به محصولات اکسیداسیون ثانویه از

2. Peroxide Value  
3. Poly Unsaturated Fatty Acid  
4. Eicosapentaenoic Acid  
5. Docosahexaenoic acid Acid

1. Essential Fatty Acids

جمله کتون و آلدهید تبدیل شوند [۱۱]. بنابراین بررسی فاکتورهای شیمیایی دیگر از جمله عدد آنیزیدین و عدد توتوکس به منظور تعیین میزان اکسیداسیون ثانویه از دیگر فاکتورهای مهم مورد بررسی می‌باشد. در مطالعه اربابی و همکاران (۱۳۸۸) با هدف بررسی تعیین PV موجود در روغن‌های مصرفی واحدهای ساندویچی شهرکرد [۱۴] و همچنین پژوهش انجام گرفته توسط پور محمودی و سایرین (۱۳۸۵) با هدف تعیین میزان PV در روغن‌های مصرفی در رستوران‌ها و ساندویچ‌فروشی‌های شهر یاسوج [۱۵] نتایج نشان داد که PV روغن‌های مصرفی بالاتر از حد مجاز استاندارد بوده است. با توجه به اهمیت پراکسید و شاخص‌های اسیدی مرتبط با آن در برخی مواد غذایی، افزایش گرایش شهروندان به وعده‌های غذایی آماده و همچنین عدم بررسی این شاخص‌ها در روغن‌های مصرفی اغذیه‌فروشی‌های شهر اراک، این مطالعه با هدف تعیین مقدار پراکسید، آنیزیدین، توتوکس و آزمون‌کرایس به منظور تهیه و تدوین اطلاعات برای تنظیم کیفیت روغن‌های مصرفی مورد استفاده در سرخ‌کردن فلافل‌های شهر اراک در سال ۱۳۹۷ انجام شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- تهیه نمونه‌ها

این مطالعه مقطعی بر روی ۵۰ نمونه روغن مورد استفاده در پخت فلافل انجام گرفت [۹، ۱۶]. با توجه به نوع مطالعه و اهداف پژوهش، کلیه مراکز تولید و عرضه‌کننده فلافل در سطح شهرستان اراک به عنوان جامعه هدف مورد مطالعه قرار گرفت. برای این کار با کمک همکاران مرکز بهداشت استان، لیست واحدهای عرضه‌کننده فلافل را از اصناف تهیه کردیم. از ۳۷ واحد موجود در سطح شهر، ۲۵ واحد به روش کوکران انتخاب شدند. در آغاز، کارشناسان غذایی در خصوص چگونگی و تکنیک نمونه‌برداری و مطابق با استاندارد ملی ایران [۱۷] به شماره ۴۹۳ آموزش‌های لازم را دیدند. به نمونه‌برداران ظروف درب‌دار مخصوص نمونه‌برداری تحویل داده شد تا از کلیه واحدهای فعال در هر منطقه به‌طور تصادفی نمونه‌برداری انجام گردد. در روش نمونه برداری از هر نمونه دو بار در آغاز کار (روغن‌خام) و دومین بار پایان ساعت‌کاری فلافل‌فروشی، از نمونه روغن استفاده شده

جهت سرخ‌کردن فلافل موجود در مخزن نمونه‌برداری شد. روغن مصرفی را با پارو خوب هم‌زده و زیر رو رو نمودیم تا محتویات آن خوب هم‌زده شود. نمونه‌های روغنی که از مخزن برداشته شدند، به علت دمای بالا با استفاده از ظرف مناسب برداشته شد و به ظروف شیشه‌ای تمیز منتقل گردید. نمونه‌های اولیه هم به مقدار ۵۰ میلی‌لیتر برداشته شد تا امکان تکرار آزمایشها موجود باشد. سپس نمونه‌ها با کد مخصوص پس از نمونه‌برداری روزانه، به آزمایشگاه تحویل داده شد. کنترل شیمیایی براساس استانداردهای ملی مواد غذایی شامل اندازه‌گیری عدد پراکسید در روغن‌ها و چربی‌های خوراکی استاندارد شماره ۴۱۷۹ و روش آزمون روغن‌ها و چربی‌ها با استاندارد شماره ۲۲۰۵ و استاندارد روغن سرخ‌کردنی ۴۱۵۲ انجام شد [۱۰، ۱۸]. در این مطالعه از طریق آزمون‌های آنیزیدین، توتوکس و Kreis علاوه بر پایداری روغن‌های مورد مصرف، سلامت آن‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۶، ۱۹]. همچنین با توجه به این نکته که روغن‌های نمونه‌برداری شده از فلافل‌فروشی‌ها در مدت زمان و دفعات نامعلوم مورد استفاده قرار گرفته‌اند و بررسی دقیق م‌یزان سلامت آن‌ها با توجه به وجود این عوامل مخدوش‌کننده ممکن نبود، یک نمونه روغن به عنوان نمونه کنترل، در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات و نتایج به دست آمده از روغن‌های جمع‌آوری شده از سطح عرضه با آن مورد مقایسه گرفت. (از این پس نمونه‌های روغن فلافل فروشی با عنوان سطح عرضه و نمونه آزمایشگاهی با عنوان نمونه کنترلی معرفی می‌گردد).

برای تعیین عمر مفید روغن در عملیات سرخ‌کردن فلافل، ابتدا یک نمونه روغن سرخ‌کردنی ویژه اصناف تهیه و آزمون‌های مورد نظر (پراکسید و عدد آنیزیدین) آن اندازه‌گیری گردید. عمل سرخ‌کردن توسط دستگاه سرخ‌کن الکتریکی دارای ترموستات (با برند home king و توان ۱۱۰۰ وات) جهت کنترل دمای روغن انجام شد. ترتیب عمل سرخ‌کردن بدین صورت انجام شد که در ابتدا مقدار یک‌ونیم لیتر روغن داخل سرخ‌کن ریخته و بعد از رسیدن دمای روغن به ۱۸۰°C، عملیات سرخ‌کردن با سه عدد فلافل خام قالب‌گیری شده آغاز گردید. بعد از دو دقیقه فلافل‌ها خارج شده و عملیات حرارت‌دهی روغن در همان دما ادامه پیدا کرد. با گذشت ۴۰ دقیقه از زمان حرارت‌دهی، نمونه اول روغن

عدد پراکسید  
وزن نمونه / ۱۰۰۰ × نرمالیت سدیم × (مقدار مصرفی تیوسولفات سدیم  
برای نمونه-مقدار مصرفی تیوسولفات سدیم برای شاهد)  
**تست کرایس (Kreis's test):** یک آزمون کیفی است که برای  
بررسی کیفیت روغن‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. یکی از مواد  
تولیدی از اکسیداسیون روغن‌ها آلدهیداپی‌هیدرین است که از  
مشتقات ثانویه اکسیداسیون لیپیدها می‌باشد. این ترکیب با معرف  
فلوروگلوکوسین ایجاد رنگ صورتی تا قرمز می‌نماید. از تست  
کرایس برای نشان‌دادن شدت اکسیداسیون استفاده می‌گردد. این  
آزمون طبق استاندارد شماره ۳۷ انجام می‌شود. ابتدا حدود ۵ gr  
از نمونه روغن را توزین و به داخل لوله آزمایش منتقل می‌نماییم،  
سپس ۵cc اسیدکلریدریک (HCl) غلیظ به آن اضافه نموده، در آن  
را گذاشته و به مدت ۳۰ ثانیه هم‌میزنیم، سپس ۵cc محلول  
تری‌فلوروگلوکوسین (یک گرم فلوروگلوکوسینول در صد گرم  
دی‌اتیل‌اتر) به محتویات لوله آزمایش اضافه‌نموده و دوباره به  
مدت ۳۰ ثانیه هم می‌زنیم و به آن ۱۰ دقیقه زمان می‌دهیم تا  
کمپلکس قرمز رنگ تشکیل شود. اگر در فاز اسیدی حلقه و یا  
خطوط قرمز رنگ ایجاد گردد، بدین معنی است که روغن فاسد  
می‌باشد؛ در غیر این صورت روغن قابل مصرف است. (ایجاد  
رنگ قرمز پر رنگ نشان از اکسیداسیون شدید و دورریز بودن  
روغن و رنگ صورتی نشان‌دهنده شروع اکسیداسیون می‌باشد).  
**ارزش توتوکس (TV):** معیاری از اکسیداسیون کل روغن  
از حاصل جمع دو برابر اندیس پراکسید با اندیس آنیزیدین  
محسوب می‌شود که میزان ترکیبات اولیه و ثانویه اکسیداسیون را  
نشان می‌دهد و مقدار آن از مجموع دو برابر اندیس پراکسید با  
اندیس آنیزیدین به دست می‌آید.

### ۳-۲- تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز آماری مقادیر به دست آمده با استفاده از نرم افزار SPSS V. 21  
در فاصله اطمینانی با احتمال ۹۵ درصد برآورد گردید.  
داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف مورد بررسی  
قرار گرفت که از توزیع نرمال برخوردار بودند. برای مقایسه  
نمونه‌ها از آزمونهای t زوجی (Paired Sample T Test)  
استفاده شد. سپس بنا به ضرورت در سطح معنی‌داری آماری در  
محدوده  $P < 0.05$  مورد قضاوت آماری آزمون‌های ناپارامتریک

(۲۰ سی‌سی)، جهت انجام آزمون‌های پراکسید و عدد آنیزیدین  
برداشته شد. نمونه‌برداری‌های بعدی هم با همین روال زمانی  
انجام شد. فرایند سرخ‌کردن طی دو روز متوالی و هر روز ۵  
ساعت با همان روال ذکر شده انجام شد. سرخ‌کن در پایان هر  
روز کاری خاموش و روغن تا روز بعد در دمای یخچال جهت  
جلوگیری از تغییرات فیزیکوشیمیایی روغن، نگهداری شد. لازم  
به ذکر است که طی زمان سرخ کردن، روغن تازه‌ای به سرخ‌کن  
اضافه نشد.

### ۲-۲- مواد و وسایل آزمایشگاهی، معرف‌ها و آزمایشات

وسایل و لوازم مورد استفاده شامل وسایل و لوازم شیشه‌ای،  
ست کامل سوکسله، حلال اتر دوپترو، پراکسید، محلول  
تیوسولفات سدیم، نشاسته، یدور پتاسیم و ترازو با دقت ۰/۰۱  
گرم بود.

**ارزش آنیزیدین (AV):** به منظور تعیین عدد پارا-آنیزیدین،  
مطابق با روش Association of official analytical chemists (AOCS)  
به شماره 90-cd 18 اندازه‌گیری انجام شد. برای این کار ۰/۵ گرم روغن در بالون ۲۵ میلی‌لیتری را  
به حجم رسانده و پس از اینکه ۵ میلی‌لیتر از این محلول با یک  
میلی‌لیتر از محلول ۰/۲۵ درصد پارا-آنیزیدین در  
استیک‌اسیدگلاسیال مخلوط شد، بعد از گذشت ۱۰ دقیقه جذب  
آن در طول موج ۳۵۰ نانومتر (با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر  
varian مدل Cary100) مورد ارزیابی قرار گرفت.  
سپس عدد پارا-آنیزیدین با استفاده از معادله  
(p-anisidine value = 25 × (1.2As-Ab) / m)  
محاسبه گردید [۲۰].

**ارزش پراکسید (PV):** به روش اسیداستیک-کلروفرم بر طبق  
روش انجمن شیمی‌دانان روغن آمریکا، AOCs Cd 8b  
90 محاسبه گردید. ۵ گرم نمونه روغن در ۳۰ میلی‌لیتر محلول  
اسیداستیک-کلروفرم (نسبت ۳ به ۲) با افزودن ۰/۵ میلی‌لیتر  
محلول اشباع پتاسیم‌یدید و پس از گذشت زمان ۱ دقیقه، افزودن  
۳۰ میلی‌لیتر آب و در حضور شناساگر نشاسته، با محلول  
سدیم تیوسولفات ۰/۰۱ نرمال تیترا شد (تمامی مواد از شرکت  
Merck, Germany تهیه شده است).

میزان آنتی‌اکسیدان موجود بستگی دارد و میزان اکسیداسیون اولیه روغن‌ها را اندازه‌گیری می‌کند [۲۲].

اگرچه PV شایعترین متغیر در خصوص اندازه‌گیری ترش شدن روغن‌ها می‌باشد اما برای بررسی سلامت و کیفیت روغن‌های مصرفی به‌تنهایی کافی نیست؛ زیرا با گذشت زمان و ادامه‌دار شدن فرایند سرخ کردن، ترکیبات پراکسید تخریب شده و ترکیبات آلدئیدی و کتون، آلکان‌ها و آلکن‌های کوتاه زنجیر تولید می‌گردد؛ که این امر باعث افزایش AV در روغن‌های سرخ شده، طی فرایند سرخ کردن می‌گردد [۲۳]. اما در این پژوهش به دلیل استفاده روغن به صورت روزانه و محدود بودن مقدار نمونه‌های سرخ‌شده و تعداد کمتر نسبت به یک مکان فروش، روند نزولی شدن میزان PV مشاهده نشد. در طی فرایند سرخ کردن AV نسبت به محصولات اولیه اکسیداسیون یعنی پراکسیدها، باثبات‌تر می‌باشد [۲۴]. این افزایش اکسیداسیون می‌تواند به دلیل تخریب آنتی‌اکسیدان‌های موجود مانند ترکیبات فنولیک در روغن باشد و تنها ۲۸٪ نمونه‌های مطالعه حاضر دارای AV حدمجاز بودند. مشابه یافته‌های پژوهش حاضر را Felix [۲۴] و Baiano [۲۵] گزارش کردند. همچنین این مساله ثابت می‌کند که پایین بودن میزان PV در برخی روغن‌های سطح عرضه، نشان‌دهنده تجزیه ترکیبات هیدروپراکسید و تولید ترکیبات ثانویه اکسیداسیون و افزایش AV در این روغن‌ها است که ناشی از استفاده طولانی مدت روغن‌ها می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از جدول ۲ میانگین و انحراف معیار AV، TV و PV در نمونه‌های سطح عرضه و نمونه کنترلی قابل مشاهده است. میزان حدبالای مولفه‌های شیمیایی نمونه‌های سطح عرضه در مقایسه با نمونه کنترلی نشان می‌دهد که روغن‌های مصرفی در سطح شهر بسیار بیشتر از حدمجاز حرارت دیده‌اند.

(Wilcoxon) و (Mann-Whitney) قرار گرفتند و آزمون‌های توصیفی میانگین و انحراف معیار انجام شد.

## ۴- نتایج و بحث

از مجموع ۵۰ نمونه روغن سطح عرضه، مطابق با جدول ۱ و براساس استاندارد ملی ایران به شماره ۴۱۵۲ که PV بالاتر از ۲ meq/kg را در روغن‌های سرخ‌کردنی ناسالم دانسته‌است، به تعداد ۱۵ مورد (۳۰٪) دارای PV در حدمجاز، ۲۴ عدد (۴۸٪) بالاتر از حدمجاز و ۱۱ عدد (۲۲٪) فاسد و غیرقابل مصرف بودند. همچنین از ۵۰ نمونه روغن‌های سطح عرضه، ۶۸٪ نمونه‌ها (۳۴ مورد) AV بالاتر از حد مجاز استاندارد و تنها ۲۸٪ (۱۴ مورد) دارای AV مجاز (آنیزیدین برابر ۶) بودند.

**Table 1** Frequency distribution of peroxide value (meq/kg) in falafel oil samples in Arak

Peroxide (meq/kg) Value	Number	Percentage
< 2	15	30
2-5	14	28
5-10	10	20
10<	11	22
Total	50	100
Anisidine Value		
Standard range	14	28
Exceeding the standard	34	68
Total	50	100

یافته‌های این تحقیق نشان داد که تنها ۳۰٪ از نمونه‌های مورد مطالعه دارای قابلیت مصرف بودند و ۷۰٪ آن‌ها PV بالاتر از حدمجاز و غیرقابل مصرف داشتند. در این مطالعه PV نمونه‌های مورد بررسی در محدوده ۰/۱ تا ۲۶ است که بر اساس استاندارد ملی شماره ۴۱۵۲ حدمجاز این ترکیب ۲ meq/kg می‌باشد [۲۱]. PV، به میزان درجه حرارت و زمان سرخ کردن، نوع روغن و

**Table 2** Mean and standard deviation of chemical factors studied in Arak falafel oil samples and control sample (ANOVA)

P.Value	F	Upper	Lower	Mean±SD		
0/0001<	24/42	26	0/1	(6/22±0/94)	<b>Case of Used Frying Oil in Falafel Shop</b>	
0/0001<	61/16	130/3	2/6	(32/63±4/33)		Peroxide Value
0/0001<	78/77	138/7	3/3	(45/07±5/51)		Anisidine Value TOTOX
0/0001<	109/76	15/2	0/6	(4/39±0/62)	<b>Sample of case control</b>	
0/0001<	42	23/9	1/5	(6/9±0/87)		Peroxide Value
0/0001<	214/50	53/9	2/7	(15/68±2/09)		Anisidine Value TOTOX

یافته‌است و این افزایش از نظر آماری نیز معنادار می‌باشد  
( $p < 0/0001$ ).

در جدول شماره ۳ با استفاده از تحلیل  $t$  زوجی مقدار  $PV$ ،  
 $AV$  و  $TV$  قبل و بعد از حرارت مقایسه شد و مشخص گردید  
نمره فاکتورهای شیمیایی ذکر شده پس از حرارت افزایش

**Table 3** Comparison of mean and standard deviation of chemical factors before and after consumption in falafel oil samples in Arak

P.Value	T	Mean±SD (After Use)	Mean±SD (Pre Use)	Chemical Factors
0/0001<	4/84	9/51±7/10	1/68±1/60	<b>Peroxide Value</b>
0/0001<	7/11	51/95±26/81	5/96±2/06	<b>Anisidine Value</b>
0/0001<	7/84	70/95±31/52	9/33±4/21	<b>TOTOX</b>

آزمون همبستگی پیرسون بین متغیرهای فاکتورهای شیمیایی  $PV$ ،  
 $AV$ ،  $TV$  و آزمون کرایس با زمان حرارت‌دهی روغن همبستگی  
مثبت وجود دارد، یعنی با افزایش میزان حرارت‌دهی میزان این  
فاکتورها نیز افزایش می‌یابد. همچنین با توجه به میزان معناداری،  
مشاهده می‌شود که رابطه این دو متغیر معنادار می‌باشد.

آزمون کرایس برای بررسی کیفیت روغن‌ها مورد استفاده قرار  
گرفته است. در جدول ۴ نتایج آماری آزمون‌های ناپارامتریک یک بر  
روی نمونه‌های روغن‌های فالافل در سطح عرضه و نمونه‌کنترلی  
در سطح معناداری ۹۵ درصد وجود اختلاف معنی‌دار را  
نشان داده‌است که بیان می‌کند افزایش مدت‌زمان حرارت‌دهی  
کیفیت روغن را کاهش می‌دهد ( $P < 0/05$ ). با توجه به نتایج

**Table 4.** Results of nonparametric tests in the evaluation of Kreis's test to determine the quality of control oil samples and falafel oil samples

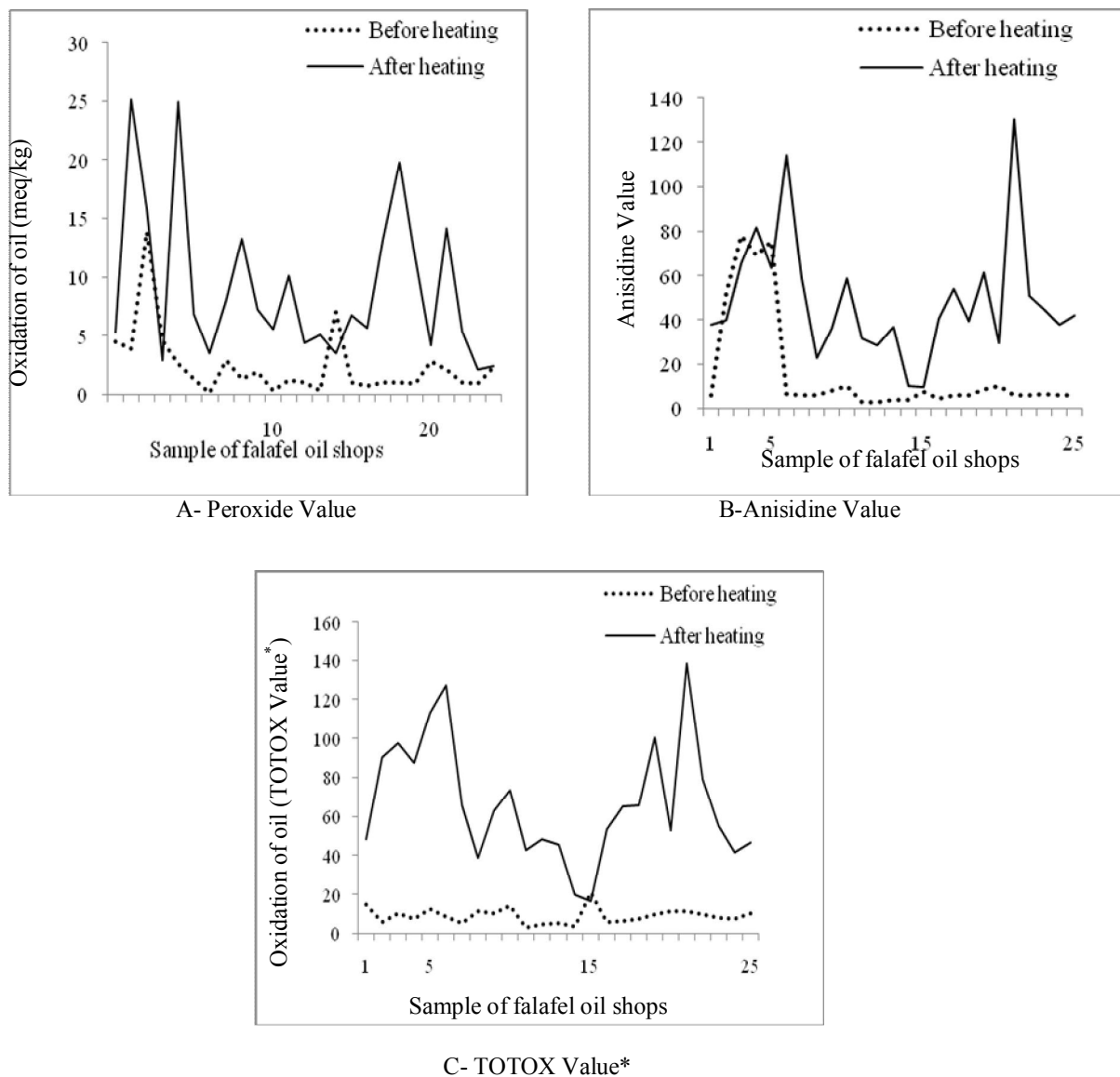
Sig.	Mann-Whitney	Mean(Rank)	Number(Percentage)	Statistical index Groups
<b>Sample of case control</b>				
<0/0001	1	19/53	38(84/5)	No oxidation
		41/86	7(15/5)	Primary oxidation
<b>Used Frying Oil in Falafel Shop</b>				
<0/0001	49	40	21(42)	No oxidation
		15	3(6)	Primary oxidation
		15	26(52)	Complete oxidation

و یاسوج که اثبات کردند تعدادی از نمونه‌ها دارای میزان  $PV$   
بالاتر از حد استاندارد بودند، مشابه‌است [۸، ۱۲، ۱۴-۱۶، ۲۶].  
همچنین با توجه به این نکته که پراکسید به تنهایی شاخص قابل  
اطمینانی برای ارزیابی میزان اکسیداسیون روغن‌ها نیست؛ بر این  
اساس  $TV$  برای روغن‌ها محاسبه می‌شود [۲۷].  $TV$  نشان دهنده  
میزان اکسیداسیون کل در روغن‌هاست و میزان ترکیبات اولیه و  
ثانویه اکسیداسیون را نشان می‌دهد [۲۵]. در ساعات ابتدایی  
مصرف، مقدار این اندیس پایین می‌باشد ولی در اثر حرارت میزان  
آن با افزایش مدت زمان، افزایش می‌یابد. محاسبه  $TV$  نشان داد  
که حرارت باعث تغییر در میزان اکسیداسیون کل می‌شود و  
افزایش میزان  $PV$ ،  $AV$  و  $TV$  را در پی دارد و مطالعات قبلی  
انجام شده نیز این مطلب را تایید می‌کند [۲۸-۳۰]. در واقع با  
افزایش تعداد دفعات سرخ‌کردن، میزان این اندیس به تدریج

مقایسه قبل و بعد حرارت دیدن فاکتورهای شیمیایی  
 $PV$ ،  $AV$ ،  $TV$  در نمونه‌های سطح عرضه، در نمودار ۱  
قابل مشاهده می‌باشد. در برخی از مغازه‌ها مقادیر بالاتر از حد  
مجاز این مولفه‌ها قبل از حرارت‌دهی و شروع کار  
قابل مشاهده‌است.

بالا بودن میزان  $PV$  روغن‌های سطح عرضه در ابتدای روز و قبل  
از شروع کار (حتی بالاتر از حد مجاز) در برخی مغازه‌ها،  
ثابت می‌کند که روغن مصرفی تازه نبوده و در روزهای متمادی  
مورد مصرف قرار گرفته‌است. در مطالعه انجام شده توسط  
خانیک و همکاران (۱۳۹۶) بر روی روغن‌های مصرفی  
واحدهای فست‌فود در تهران ۶۰٪ نمونه‌های ساندویچ و ۶۵٪  
نمونه‌های فالافل از نظر میزان  $PV$  غیر قابل استفاده بودند [۱۱].  
همچنین نتایج این پژوهش با مطالعه Kaleem و همکاران  
(۲۰۱۵) و سایر مطالعات انجام شده در کاشان، شهرکرد، شیراز، قم

افزایش می‌یابد که سی‌سخت‌نژاد و سایرین (۱۳۸۷) نیز در مطالعه خود این نتایج را نشان دادند [۱۹].



**Fig 1** Comparison of oxidation rates of oils according to changes in peroxide, anisidine and TOTOX value before and after sampling in each case

A-The amount of peroxide value in the samples of falafel oil

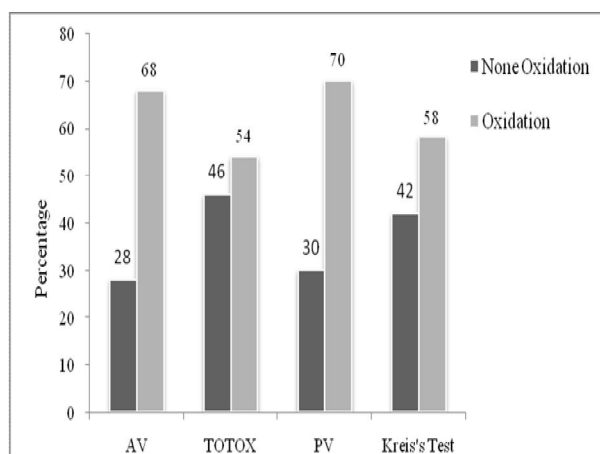
B-The amount of anisidine value in the samples of falafel oil

C-The amount of TOTOX value in falafel oil samples

\*TOTOX value = peroxide value  $\times$  2 + anisidine value

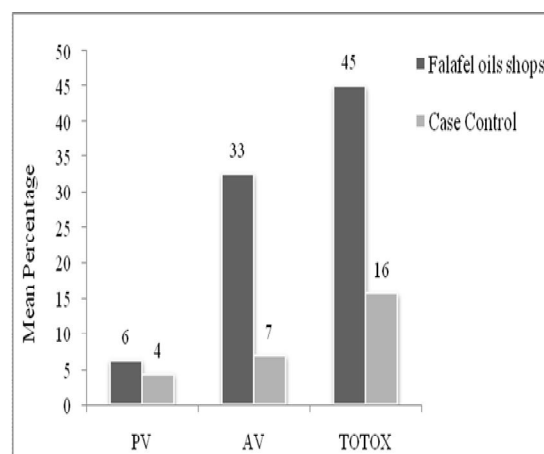
فلافل‌فروشی‌ها و نمونه‌کنترلی مقایسه کرده‌است و نشان می‌دهد که میانگین نمونه‌های سطح عرضه بسیار بیشتر از نمونه‌کنترلی است.

باتوجه به اینکه میزان فاکتورهای شیمیایی روغن‌ها عاملی موثر در تعیین میزان سلامت و کیفیت روغن مورد استفاده می‌باشد، لذا نمودار شماره ۲ مقادیر AV, PV و TV را در نمونه‌های



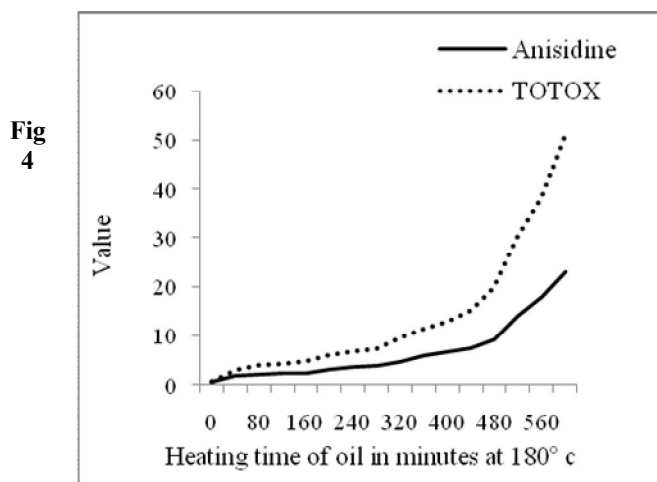
**Fig 3** Comparison of oxidation rate of consumed oils in falafel shops with chemical factors

نتایج مطالعه حاضر با نتایج Toteja [۳۲] و Gulla [۳۳] یکسان بود. در این مطالعات مشخص شد که یکی از نشانه‌های قطعی در خصوص از دست دادن کیفیت روغن‌های مصرفی، کاهش میزان شفافیت آن روغن می‌باشد که آزمون کرایس جهت تشخیص تغییرات زودهنگام مفیدتر است. همچنین این آزمون توان نشان دادن تغییرات اکسیداتیو اولیه را نیز دارد [۳۴]. تغییرات نمونه کنترل شده در شرایط آزمایشگاهی نیز در نمودار شماره ۴ نشان داده شده است.

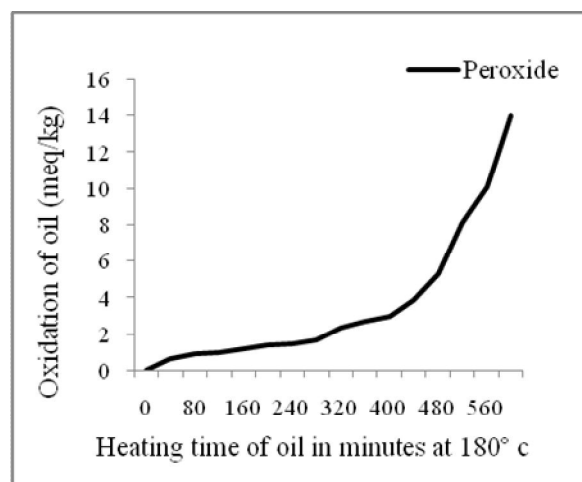


**Fig 2** Comparison of mean chemical factors of Falafel oils shops and control sample

در رابطه با نمونه‌های سطح عرضه از ۵۰ نمونه آزمایش شده، درصد قابل توجهی از نمونه‌ها اکسید شده و این مقادیر به صورت درصد در نمودار ۳ قابل مقایسه است. آزمون کرایس با AV دارای همبستگی کامل بوده و با افزایش AV، آزمون کرایس نیز شدت اکسیداسیون بالا را نشان می‌دهد [۳۱]. این آزمون کیفی برای تشخیص زودرس شفافیت و همچنین عاملی برای تعیین تغییر در کیفیت بو نیز بکار برده می‌شود [۳۱]. در این مطالعه بیش از نیمی از نمونه‌ها (حدود ۵۸٪) قابلیت مصرف نداشتند و تنها ۴۲٪ مورد تایید قرار گرفتند.



**Fig 4**



Changes of TOTOX, peroxide and anisidine value in oil control sample

مدت زمان بیش از این میزان ارزش PV به حد غیرمجاز می‌رسد.

با توجه به تغییرات نمونه روغن کنترلی در پژوهش حاضر، عدد پراکسید در دمای ۱۸۰°C تا حدود ۳۰۰ دقیقه مقاومت دارد و در



از جمله عدم اطلاع از مصرف چندباره روغن‌ها و مدت زمان استفاده از آن‌ها و همچنین عدم اطمینان از سرخ کردن مواد غذایی دیگر به غیر از فلافل از قبیل سیب زمینی و ژامبون و مواد دیگر نیز می‌تواند در این تفاوت یافته‌ها دخیل باشد. این مطالعه نقاط قوت و همچنین نقاط ضعفی داشت. از نقاط قوت آن می‌توان به تهیه یک نمونه شاهد و کنترل برای مقایسه با نمونه‌های جمع‌آوری شده از سطح عرضه اشاره کرد که تغییرات آن براساس مدت زمان و میزان حرارت‌دهی و همچنین مصرف ماده غذایی مورد نظر به سبب جلوگیری از تخریب بافت روغن قابل بررسی بود. براساس نمونه‌کنترلی مشخص شد روغن‌هایی که در اصناف مورد مصرف قرار می‌گیرد بسیار بیشتر از چند روز حرارت می‌بینند و شرایط نگهداری مناسبی نیز در خصوص حفظ کیفیت روغن استفاده نمی‌شود. همچنین بسیاری از روغن‌هایی که برای تهیه فلافل مورد استفاده قرار می‌گیرد با توجه به میزان بالای مقادیر فاکتورهای شیمیایی در سطح ناسالم هستند و اکثراً فاسد و غیرقابل مصرف تلقی می‌شوند.

#### ۴- نتیجه‌گیری

اکسیداسیون لیپیدی غذاها منجر به تشکیل ترکیبات ناسالمی می‌شود که بر خواص حسی غذاها تاثیر منفی می‌گذارد و یک عامل مهم در کاهش میزان ماندگاری و افزایش دورریزهای غذایی است [۳۷]. کیفیت روغن‌ها به مواد شیمیایی آن‌ها بستگی دارد. از آنجا که امروزه غذاهای آماده نقش گسترده‌ای در زندگی بشر پیدا کرده‌است و مواد غذایی سرخ‌شده در سطح وسیعی مورد مصرف قرار می‌گیرند، لذا این مطالعه به بررسی فاکتورهای شیمیایی مختلف از جمله AV, PV, TV و آزمون‌کرایس در روغن‌های مصرفی در فلافل‌فروشی‌ها پرداخته‌است. در این مطالعه آنالیز شیمیایی بر روی روغن سرخ‌کردنی داخل مخزن دستگاه سرخ‌کن فلافل‌فروشی انجام گرفت و میزان اثر تخریب‌کنندگی ترکیبات فلافل بر روی روغن مصرفی جهت سرخ‌کردن بررسی شد، یعنی در طی چه مدت زمانی روغن به نوع غیرقابل مصرف تبدیل می‌گردد. بر اساس نتایج حاصله می‌توان استنباط کرد که روغن‌های مورد مصرف در زمان‌های بسیار طولانی حرارت دیده‌اند و بسیاری از نمونه‌ها در

البته با تغییر بافت مواد غذایی و حتی افزایش تعداد نمونه‌های مصرفی در ساعت، امکان کاهش این مدت وجود دارد.

براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص شد که میزان اکسیداسیون بیشتر روغن‌های سطح عرضه بالاتر از حد مجاز استاندارد است که می‌تواند تهدیدی برای سلامتی در نظر گرفته شود. ترکیبات شیمیایی حاصل از چربی‌ها و روغن‌های اکسید شده در مراحل مختلف تصلب شرایین و سرطان دخالت دارند. همچنین محصولات ثانویه با وزن مولکولی پایین و زنجیره کربنی کمتر، راحت‌تر از دیواره روده جذب می‌شوند [۵]. روغن‌هایی با تعداد باندهای دوگانه بیشتر در ترکیب اسیدهای چرب و همچنین مقادیر بیشتر اسیدهای چرب آزاد، مستعد اکسیداسیون سریعتری هستند. علاوه بر نوع روغن مورد استفاده در سرخ کردن غذا که سرعت فساد و تخریب روغن را تعیین می‌کند، نوع ماده غذایی نیز بر این امر نقش تعیین کننده‌ای دارد [۲۹, ۳۵]. از طرفی، به علت وجود عوامل مختلفی که بر اکسیداسیون روغن اثر گذار است؛ تعیین مدت زمان تعویض روغن در غذاهای آماده با مشکل مواجه است. تغییر رنگ روغن در حال استفاده در حین سرخ کردن نیز زمان دقیقی برای تعویض روغن به ما ارائه نمی‌دهد. بر همین اساس نمی‌توان به طور قطعی درباره مدت زمان دور ریز روغن اظهار نظر نمود. اندازه‌گیری مولفه‌های شیمیایی مانند PV و AV روش‌هایی قابل استناد در خصوص تعیین سلامت و کیفیت روغن‌های استفاده شده محسوب می‌شود [۱۶]. واکنش شیمیایی تحت تاثیر فاکتورهای مثل افزودن روغن تازه، غلظت اکسیژن، نوع و کیفیت روغن، شرایط سرخ‌کردن [۱۹]، ویژگی‌های غذا و نسبت غذا به روغن قرار می‌گیرد و در مجموع تعیین کننده کیفیت روغن سرخ‌کردنی است [۳۶].

طی سرخ‌کردن، تغییرات پیچیده‌ای شامل تغییرات فیزیکی (افزایش ویسکوزیته و دانسیته، افزایش تیرگی و تمایل به ایجاد کف در روغن، کاهش نقطه دود، کاهش کشش سطحی)، شیمیایی (افزایش عدد پراکسید و میزان اسیدهای چرب آزاد، افزایش ترکیبات با وزن مولکولی بالا، کاهش پایداری روغن، کاهش میزان ترکیبات غیراشباع) و ارگانولپتیک (شامل کاهش طعم و مزه یا بدطعمی) در روغن روی می‌دهد که اثر مستقیمی بر کیفیت و سلامتی ماده غذایی دارند [۳۷]. نبودن کنترل برخی مخدوشگرها

## ۷- منابع

- [1] Choudhary M, Grover K. Effect of deep-fat frying on physicochemical properties of rice bran oil blends. *IOSR J Nurs Health Sci(IOSR-JNHS)*. 2013;1:1-10.
- [2] Park J-M, Kim J-M. Monitoring of Used Frying Oils and Frying Times for Frying Chicken Nuggets Using Peroxide Value and Acid Value. *Korean journal for food science of animal resources*. 2016;36(5):612.
- [3] WHO. Healthy diet. World Health Organization, Geneva, Switzerland; 2015.
- [4] Gotoh N, Miyake S, Takei H, Sasaki K, Okuda S, Ishinaga M, et al. Simple method for measuring the peroxide value in a colored lipid. *Food analytical methods*. 2011;4(4):525-30.
- [5] MahdaviPoor Z, Kenari R, Salehi E, Sani A. Oxidation of oils and fats and properties of natural antioxidants for their stabilization. National Congress of Food Industry, Quchan, Islamic Azad University of Quchan Branch. 2011. [In Persian]
- [6] Debnath S, Rastogi N, Krishna AG, Lokesh B. Oil partitioning between surface and structure of deep-fat fried potato slices: A kinetic study. *LWT-Food Science and Technology*. 2009;42(6):1054-8.
- [7] Weisshaar R. Quality control of used deep - frying oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2014;116(6):716-22.
- [8] 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. *Archives of Hygiene Sciences*. 2018;7(2):91-7. [In Persian]
- [9] Khaniki G, Safaei P, Gugjlu R, Mohajer A. Determination of peroxide value of edible oils used in sandwich and falafel shops in Tehran. *Iran J Health & Environ*. 2017;10(4).
- [10] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Animal and vegetable fats and oils-Determination of peroxide value Iodometric (visual) endpoint determination. ISIRI no 4179. 1st revision, ISIRI; 2016. [In Persian]

شروع روز و ابتدای کار مشابه نقطه آغاز نمونه‌کنترلی نبوده‌اند و حتی میزان PV و AV ابتدایی برخی از نمونه‌های سطح‌عرضه بیش از میزان PV و AV انتهایی نمونه‌کنترلی بود. در راستای این مطالعه پیشنهاد می‌شود که در جهت آموزش متصدیان این صنف، آموزش‌هایی نسبت به عدم‌استفاده چندباره از روغن‌ها و استفاده از روغن‌های مخصوص سرخ‌کردن صورت‌پذیرد. همچنین نباید از حرارت‌های بالا به مدت طولانی برای سرخ‌کردن استفاده‌شود. نکته بسیار مهم دیگر که حائز اهمیت می‌باشد نظارت بر نوع روغن تهیه‌شده توسط مراکز غذای آماده می‌باشد؛ زیرا روغن‌های مخصوص سرخ‌کردنی مخصوص صنایع نسبت به روغن‌های خانوار مدت‌زمان بیشتری قادر به تحمل حرارت هستند و بر اساس استاندارد ۴۱۵۲ ملی ایران میزان ساعات تحمل روغن صنایع ۲ برابر روغن خانوار است. با توجه به مصرف روزافزون غذاهای آماده در جامعه امروزی، توجه به مضرات این‌گونه غذاها ضروری به نظر می‌رسد. نتیجه آنکه روغن‌های مورد استفاده در اغذیه‌فروشی‌های سطح شهر اراک مناسب نبوده و سرخ‌کردن مواد غذایی در دماهای بالا و مدت زمان طولانی و استفاده از دفعات متوالی این روغن‌ها نه تنها باعث کاهش کیفیت ماده غذایی شده، بلکه خطرات سلامتی نیز برای مصرف‌کننده به همراه خواهد داشت. لذا لازم است نظارت هرچه بیشتر مسئولان این امر و ناظران بهداشتی در خصوص نوع و کیفیت شیمیایی روغن‌های مصرفی در مراکز تهیه غذاهای آماده انجام گیرد.

## ۶- تقدیر و تشکر

این پژوهش با حمایت معاونت محترم غذا و دارو دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی-درمانی اراک انجام گرفته است که بدینوسیله از حمایت و پشتیبانی این معاونتو کلیه کارکنان آزمایشگاه شیمی مواد غذایی که همکاری داشته‌اند، صمیمانه قدردانی می‌گردد. همچنین از جناب آقای دکتر هدایت‌حسینی که با راهنمایی‌های خود ما را در جهت ارتقای کیفیت نگارش یاری نمودند کمال‌امتنان را داریم.

- National Standardization Organization (INSO); 2017 [In Persian].
- [21] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Edible Fats& Oils-Frying oil – Specifications and Test Methods. ISIRI no 4152. 2nd Revision.2016. [In Persian]
- [22] Aladedunye FA. Curbing thermo oxidative degradation of frying oils: Current knowledge and challenges. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2015;117(11):1867-81.
- [23] Khan MI, Asha M, Bhat K, Khatoon S. Studies on quality of coconut oil blends after frying potato chips. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2008;85(12):1165-72.
- [24] Aladedunye FA, Przybylski R. Degradation and nutritional quality changes of oil during frying. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2009;86(2):149-56.
- [25] Baiano A, Gomes T, Caponio F. A comparison between olive oil and extra virgin olive oil used as covering liquids in canned dried tomatoes: hydrolytic and oxidative degradation during storage. *International journal of food science & technology*. 2005;40(8):829-34.
- [26] Kaleem A, Aziz S, Iqtedar M. Investigating changes and effect of peroxide values in cooking oils subject to light and heat. *FUUAST Journal of Biology*. 2015;5(2):191-6.
- [27] Billek G, Guhr G, Waibel J. Quality assessment of used frying fats: a comparison of four methods. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1978;55(10):728-33.
- [28] Ayadi M, Grati-Kamoun N, Attia H. Physico-chemical change and heat stability of extra virgin olive oils flavoured by selected Tunisian aromatic plants. *Food and Chemical Toxicology*. 2009;47(10):2613-9.
- [29] Casal S, Malheiro R, Sendas A, Oliveira BP, Pereira JA. Olive oil stability under deep-frying conditions. *Food and chemical toxicology*. 2010;48(10):2972-9.
- [30] Habeebrakuman R, Kaki SS, Anu PDBL, Maloo S, Vellanki B, Lakshmi KMS. Influence of flour type on physico-chemical characteristics during deep frying. *Journal of food science and technology*. 2019;56(7):3471-80.
- [11] Sottero B, Leonarduzzi G, Testa G, Gargiulo S, Poli G, Biasi F. Lipid oxidation derived aldehydes and oxysterols between health and disease. *European journal of lipid science and technology*. 2019;121(1):1700047.
- [12] Asemi Z, ZiaKashani S, Dolati M, Mohtasab T, Hosseini A, Yoosefi H. Evaluation of peroxide content in Zolbia and Okra in Kashan in 2004 - 2005. 2005. [In Persian]
- [13] Mehta BM, Darji V, Aparnathi K. Comparison of five analytical methods for the determination of peroxide value in oxidized ghee. *Food chemistry*. 2015;185:449-53.
- [14] Arbabi M, Deris F. Determination of the amount of hydrogen peroxide in oils used in sandwich unit. *Journal Shahrekord Uuniversity Medical Sciences*. 2011;13(3):90-9. [In Persian].
- [15] Pourmahmoudi A, Turi MA, Poursamad A, Sadat A, Karimi A. Determination of peroxide value of edible oils used in restaurants and sandwich shops in Yasuj in 2006. *Armaghane Danesh*. 2008;13(1):115-23. [In Persian]
- [16] 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. *International Journal of Nutrition Sciences*. 2018;3(1):25-30. [In Persian]
- [17] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Edible Fat and Oils-Sampling. ISIRI no 493. 1st Revision, ISIRI; 2004. [In Persian]
- [18] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Fats and Oil Methods Of Analysis. ISIRI no 2205. 4th Edition, ISIRI; 1996. [In Persian]
- [19] Sisakhtnezhad S, Sheykh AA, Kiani A, Mohammadi B, Darzi RM, Parvin N, et al. Evaluation of the stability of fatty acid content of natural lipid and frying oils available on the Iranian market during frying. *Journal of Kermanshah University of Medical Sciences (Behbood)*. 2009;4(39):343-357. [In Persian]
- [20] Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Animal and vegetable fats and oils Determination of anisidine value-Test method. ISIRI no 4093. 2nd Revision: Iranian

- [35] Mishra R, Sharma H. Effect of frying conditions on the physico-chemical properties of rice bran oil and its blended oil. *Journal of food science and technology*. 2014;51(6):1076-84.
- [36] Silva L, Pinto J, Carrola J, Paiva-Martins F. Oxidative stability of olive oil after food processing and comparison with other vegetable oils. *Food Chemistry*. 2010;121(4):1177-87.
- [37] Jacobsen C, Paiva-Martins F, Schwarz K, Bochkov V. Lipid Oxidation and Antioxidants in Food and Nutrition. *European Journal of Lipid Science and Technology*. 2019;121(9):1900298.
- [31] Narasimhan S, Kumar AV, Ravi R, Chand N. Optimization of Kreis test for edible oils. *Journal of Food Lipids*. 1999;6(2):107-15.
- [32] Toteja G, Mukherjee A, Mittal R, Saxena B. Manual methods of analysis for adulterants and contaminants in foods. Indian Council of Medical Research, New Delhi. 1990;16.
- [33] Gulla S, Waghay K. Effect of storage on physico-chemical characteristics and fatty acid composition of selected oil blends. *Journal of Life Sciences*. 2011;3(1):35-46.
- [34] Madhavi DL, Deshpande S, Salunkhe DK. Food antioxidants: Technological: Toxicological and health perspectives: CRC Press; 1995.



## Survey of Oxidative Characteristics of Used Frying Oils in Falafel Shops in Arak City

Alimoradian, A. <sup>1</sup>, Tajik, R. <sup>2</sup>, Navabi, A. <sup>3</sup>, MoradZadeh, R. <sup>4</sup>, Abdollahi, A. <sup>5</sup>, Asafari, M. <sup>6\*</sup>

1. Assistant Professor, Department of Pharmacology, School of Medicine, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran. 2. Assistant Professor, Department of Occupational Health Engineering, School of Public Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

3. Ph.D Candidate, Deputy of Food and Drug, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

4. Assistant Professor, Department of Epidemiology, School of Health, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

5. BD, Deputy of Food and Drug, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

6. MSc, Deputy of Food and Drug, Arak University of Medical Sciences, Arak, Iran.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Article History:

Received 08 September 2020

Accepted 24 November 2020

#### Keywords:

Peroxide value,  
Anisidine value,  
Total oxidation value,  
Frying Oil.

**DOI:** 10.52547/fsct.18.02.26

\*Corresponding Author E-Mail:  
[m.asafari@arakmu.ac.ir](mailto:m.asafari@arakmu.ac.ir)

Oxidation of lipids in foods is one of the most important chemical events during food frying. The resulting chemical indices contribute to various diseases such as atherosclerosis, cancer, premature aging, respiratory distress syndrome and various liver disorders. The overall objective of this study was to investigate the chemical factors of the oils used in Fried falafels.

and then compared with the case controlled conditions in the laboratory. This study was performed on 50 samples prepared in the shop. Peroxide, anisidine number, total oxidation value (TOTOX) and Kreis test were measured to investigate the destructive effect of falafel compounds on oil, then was compared with the case controlled samples according to the relevant standards in the laboratory. In this study, more than half of the samples could not be used and only 42% of the samples were approved. The mean and standard deviation for this values in the control sample were  $4.39 \pm 0.62$ ,  $6.09 \pm 0.87$  and  $15.68 \pm 2.09$  respectively. Also, there was a positive correlation between the values of peroxide, anisidine and TOTOX with Kreis's test. Based on the results, it was found that most of the chemical factors in the samples were above the permissible limit and used oils on the shops are unhealthy and unusable. Therefore, due to the dangers of primary and secondary oxidation on human health, implementation of training programs and application of the proper way to prepared food for the staff of these centers is essential.