

# اثرات سرخ کردن بر ویژگی‌های شیمیایی و اسیدهای چرب در فیش‌فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

اسحق زکی پور رحیم آبادی<sup>۱</sup>، اشکان الیاسی<sup>۲</sup>، محمدعلی سحری<sup>۳\*</sup>، پرویز زارع<sup>۴</sup>

۱- استادیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، تربیت مدرس

۴- مربی گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل

(تاریخ دریافت: ۸۸/۴/۵ تاریخ پذیرش: ۸۸/۶/۷)

## چکیده

تغییرات ایجاد شده در ترکیبات شیمیایی و اسیدهای چرب در جریان تولید سوریمی از گوشت چرخ شده و همچنین در طی سرخ کردن فیش‌فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور معمولی مورد بررسی قرار گرفت. فرآیند تولید سوریمی از گوشت چرخ شده سبب افزایش میزان رطوبت از ۷۰/۹۵ در به ۷۵/۱۷ درصد گردید. مقدار پروتئین و چربی کل در نمونه سوریمی به ترتیب از ۱۸/۷۱ به ۱۲/۲۲ درصد و ۲/۲۷ به ۱/۹۸ درصد کاهش یافت. سرخ کردن فیش‌فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی در روغن آفتابگردان مایع به ترتیب سبب افزایش میزان چربی کل از ۲/۲۷ به ۵/۵۸ درصد و ۱/۹۸ به ۴/۰۱ درصد گردید. مقدار پروتئین و رطوبت فیش‌فینگرها در جریان سرخ کردن کاهش نشان داد. در مجموع ۱۶ اسید چرب از گروه‌های اشباع، تک غیر اشباع و چند غیر اشباعی در فیش‌فینگرها شناسایی شدند. شستن گوشت چرخ شده در فرآیند تولید سوریمی سبب کاهش قابل توجه مرستیک اسید (C14:0) از ۷/۹۸ به ۱/۳۰ درصد گردید. سرخ کردن سبب افزایش مقدار اولئیک اسید، لینولئیک اسید و پالمیتیک اسید در فیش‌فینگرها شده و این امر سبب کاهش درصد سایر اسیدهای چرب شد. سرخ کردن همچنین سبب افزایش نسبت میزان اسیدهای چرب چند غیر اشباعی به اسیدهای چرب اشباع (PUFA/SFA) به ترتیب در فیش‌فینگرهای ساخته شده از گوشت چرخ شده و سوریمی از ۰/۴۳ به ۰/۶۵ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب و از ۰/۶۱ به ۰/۶۲ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب گردید.

**کلید واژگان:** فیش‌فینگر، گوشت چرخ شده، سوریمی، اسیدهای چرب، کپور معمولی.

## ۱- مقدمه

اسیدهای چرب ضروری و حفظ سطوح این اسیدهای چرب در حد قابل قبول توصیه گردیده است [۵ و ۶]. افزایش آگاهی مردم نسبت به فواید مصرف آبزیان و بهبود وضعیت اقتصادی آن‌ها سبب افزایش توجه و مصرف این مواد غذایی گردیده است. به طور کل، آبزیان به صورت تازه، منجمد، عمل‌آوری شده به شکل کنسرو، دودی، خشک و غیره مورد استفاده قرار می‌گیرند. امروزه تغییرات شاخص‌های

محتوای بالای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بلند زنجیره و همچنین مقدار کم محتوای کلسترول در ماهی و برخی آبزیان سبب گردیده که آن‌ها به عنوان غذاهایی برای جلوگیری از ابتلای به برخی از بیماری‌ها مد نظر قرار گیرند. مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفته و تاثیرات مثبت مصرف آبزیان در حفظ سلامت انسان به خوبی مشخص گردیده است [۱-۴]. مصرف ۲ تا ۳ ماهی و آبزیان در هفته برای کسب

با توجه به اطلاعات کم در زمینه تغییرات اسیدهای چرب فیش‌فینگر در جریان سرخ کردن، تحقیق حاضر به بررسی تاثیر سرخ کردن با روغن آفتابگردان بر ترکیب اسیدهای چرب فیش‌فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی و همچنین تغییرات ویژگی های شیمیایی گوشت ماهی کپور در جریان عمل آوری پرداخته است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- ماده خام

تعداد ۳۰ قطعه ماهی کپور معمولی با وزن متوسط  $4/35 \pm$  ۶۵۰ گرم و طول متوسط  $1/91 \pm 32$  سانتی‌متر به صورت تازه از بازار ماهی فروشان شهر زابل در دی ماه ۱۳۸۷ تهیه گردید. ماهیان توسط جعبه‌های یونولیت و همراه یخ به آزمایشگاه شیلات دانشگاه زابل منتقل گردیدند. به محض انتقال به آزمایشگاه، ماهیان با آب شیر شسته شده و پس از تخلیه شکمی مجدداً شستشو گردیدند. کار جداسازی پوست، فیله کردن و جداسازی گوشت از استخوان‌های ریز و درشت با دست صورت گرفت. وزن گوشت جداسازی شده به کل بدن به طور متوسط  $40/7$  درصد محاسبه گردید. برای چرخ کردن گوشت از دستگاه چرخ گوشت (پارس خزر - ایران - مدل M.G.1400) با قطر منافذ ۴ میلی متر استفاده گردید.

برای تولید سوریمی، گوشت چرخ شده ماهی، طی ۳ مرحله با آب (۸ درجه سانتیگراد) و آب نمک  $0/2$  درصد به نسبت ۳ به ۱ (آب:گوشت) شستشو گردیدند. در پایان هر مرحله شستشو، عمل آبرگیری به صورت دستی انجام گردید [۱۱].

### ۲-۲- تولید فیش‌فینگر از گوشت چرخ شده

#### و سوریمی

گوشت چرخ شده و همچنین سوریمی ( $93/5$  درصد) با نمک ( $1/5$  درصد)، شکر (۱ درصد)، آرد گندم (۳ درصد)، آویشن ( $0/2$  درصد)، پودر زیره ( $0/24$  درصد)، پودر سیر و پیاز و فلفل مخلوط شد [۸]. افزودنی‌ها به طور یکنواخت به گوشت و سوریمی افزوده شده و با دستگاه مخلوط کن (پاناسونیک - ژاپن - مدل J.W176P) مخلوط گردیده و به شکل فیش‌فینگر با ابعاد  $1 \times 2 \times 8$  سانتی‌متر فرم‌دهی شد. سپس از

اقتصادی - اجتماعی در بسیاری از کشورها، از جمله افزایش اشتغال زنان، تمایل افراد به استفاده از غذاهای آماده مصرف<sup>۱</sup> را افزایش داده و این مسئله در بخش آبزیان نیز مشهود می‌باشد [۷ و ۸]. این امر توجه به تنوع بخشی در محصولات شیلاتی و همچنین توجه به حفظ کیفیت محصولات را در تولیدکنندگان این بخش فراهم آورده است [۹]. در این بین محصولات تولیدی از گوشت چرخ شده و شسته شده آبزیان، به سبب استفاده بهینه از تولیدات آبی پروری و ماهیان صید شده، بکارگیری از ضایعات مراکز عمل آوری از جمله کارگاه‌های فیله کنی ماهیان، تبدیل مود اولیه ارزان قیمت به محصولاتی با ارزش افزوده و قابلیت شکل‌دهی مواد اولیه و اضافه نمودن مواد افزودنی برای تولید محصولاتی همچون فیش‌فینگر و سایر محصولات با قابلیت نگهداری طولانی مدت از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد [۱۰].

پروتئین‌های سارکوپلاسمیک حدود ۲۵ تا ۲۰ درصد کل پروتئین‌های ماهیچه‌های بدن ماهی را به خود اختصاص می‌دهند که در محلول‌های رقیق نمکی، محلول بوده و در جریان شستشو برای تهیه سوریمی، شسته شده و سبب کاهش میزان پروتئین کل می‌گردد [۱۱]. در جریان پخت محصولات دریایی، چربی تحت تاثیر دو فرآیند شیمیایی (هیدرولیز و اکسیداسیون) قرار گرفته که سبب تغییراتی در خواص مفید و عملگرایی آن می‌شوند. این تغییرات در جریان سرخ کردن بیشتر مشهود است [۱۲]. در فرآیند سرخ کردن، علاوه بر تغییرات فوق ماده غذایی، تحت تاثیر روغن سرخ کردنی نیز قرار گرفته و تغییرات عمده ای در ترکیب اسیدهای چرب و محتوای چربی کل آن رخ می‌دهد [۱۳ و ۱۴].

کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) از جمله ماهیان پرورشی می‌باشد که به واسطه سرعت رشد بالا، ضریب تبدیل غذایی پائین و آسانی پرورش مورد توجه می‌باشد [۸]. میزان تولید این ماهی در ایران در سال ۱۳۸۶ حدود ۲۰ میلیون تن بود [۱۵]. از جمله مشکلات این ماهی پرورشی، بوی لجنی و طعم خاکی گوشت می‌باشد [۹]. عمل آوری گوشت این آبی و تولید محصولاتی همچون سوریمی و فیش‌فینگر علاوه بر تغییر در طعم و بو محصول و افزودن بر ارزش غذایی، سبب افزودن بر ارزش اقتصادی و فراهم آوردن محصولات جدید مناسب با ذائقه مصرف کنندگان می‌گردد [۱۶].

## ۲-۴- تجزیه و تحلیل آماری

برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS با نگارش ۱۳ استفاده گردید. از آنالیز واریانس یکطرفه برای تشخیص وجود اختلاف بین فیش‌فینگرهای تولیدی با مواد خام و وجود اختلاف بین گوشت چرخ شده با سوریمی استفاده گردید. مقایسه میانگین صفات فیش‌فینگرهای تولیدی به کمک آزمون چند دامنه ای دانکن صورت گرفت. وجود یا عدم وجود اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد.

## ۳- نتایج و بحث

ترکیب شیمیایی<sup>۲</sup> گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور معمولی در جدول ۱ تحت عنوان نمونه خام آورده شده است. همان طور که ملاحظه می شود، میزان پروتئین، چربی، رطوبت و خاکستر در گوشت چرخ شده ماهی کپور معمولی به ترتیب برابر با ۱۸/۷۱، ۲/۲۷، ۷۰/۹۵ و ۶/۶۶ درصد می‌باشد. نتایج حاصله با نتایج به دست آمده توسط تاسکایا و همکاران<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) در مورد فیش‌برگرهای حاصل از قزل‌آلای رنگین کمان [۲۱] و بوچی و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) برای فیش‌برگرهای نوعی ماهی مطابقت دارد [۷] که نشان می‌دهد پروتئین ماهی کپور معمولی بالای ۱۸ درصد بوده همچنین ماهی کپور معمولی جزء ماهیان کم چرب می باشد [۲۲]. شستشوی گوشت چرخ شده در جریان تولید سوریمی سبب کاهش محتوای پروتئین و تا حدودی چربی گردیده است و این مسئله با افزایش محتوای رطوبت نمونه همراه می‌باشد. نتایج مشابهی توسط توکور و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۶) برای فیش‌فینگرهای حاصل از گوشت شسته شده کپور آئینه‌ای<sup>۶</sup> ارائه گردیده است [۲۳].

سرخ کردن به طور معنی داری بر محتوای چربی کل تاثیر داشته است ( $p < 0.05$ ) به طوری که محتوای چربی فیش‌فینگر تولیدی از گوشت چرخ شده از ۲/۲۷ درصد به ۵/۵۸ درصد افزایش یافت و همین طور مقدار چربی فیش‌فینگرهای ساخته شده از سوریمی از ۱/۹۸ درصد به ۴/۰۱ درصد افزایش یافت. نتایج حاصله با نتایج گزارش شده توسط بوچی و همکاران (۲۰۰۸) برای فیش‌برگر حاصل از گربه ماهی نقره‌ای

خمیرابه<sup>۱</sup> تهیه شده از آرد گندم، آرد ذرت و آب برای خمیرابه زنی فیش‌فینگرها به صورت یک لایه نازک به قطر ۲ میلی‌متر استفاده گردید [۱۷] و در نهایت روی لعاب تشکیل شده، یک لایه آرد سوخاری (سولار- ایران) افزوده گردید. فیش-فینگرهای حاصله به مدت ۸ ساعت در دمای ۲ درجه سانتیگراد در اتاق سرد نگهداری شد.

سپس نمونه فیش‌فینگر تهیه شده در روغن آفتابگردان (شرکت ورامین- ایران) گرم شده در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد به وسیله دستگاه سرخ کن آشپزخانه‌ای (تفال- فرانسه- مدل آزورا) به مدت ۳/۵ - ۴ دقیقه سرخ گردید.

## ۲-۳- آزمایش‌های شیمیایی

برای اندازه گیری رطوبت نمونه‌های فیش‌فینگر، مقدار ۵ گرم نمونه در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴ ساعت قرار داده شد [۱۸]. خاکستر به روش سوزاندن ۵ گرم نمونه در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد انجام شد [۱۸]. اندازه گیری پروتئین به روش کلدال [۱۸] و چربی به شیوه سوکسله [۱۸]. صورت گرفت. برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب، از روش Bligh and Dyer (1959) جهت استخراج چربی استفاده گردید [۱۹].

جهت متیله کردن اسیدهای چرب روغن استخراجی برای بررسی ترکیب اسیدهای چرب، از روش Metcalf et al. (1996) استفاده گردید [۲۰]. از دستگاه گاز کروماتوگراف (Unicam-4600) با دکتور FID برای این منظور استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع (30m×0.25 mm, BPX70 (Film tekness-0/22µl بوده است. برنامه دمایی آون دستگاه گاز کروماتوگراف بدین صورت بود: دمای ابتدایی آون ۱۶۰ درجه سانتیگراد بوده که به مدت ۶ دقیقه در این دما باقی ماند. سپس دمای آون با سرعت ۲۰ درجه سانتیگراد در دقیقه افزایش یافته و به ۱۸۰ درجه رسیده و مدت ۹ دقیقه در این دما باقی ماند. در نهایت دمای آون دوباره با سرعت ۲۰ درجه سانتیگراد در دقیقه افزایش یافته و به ۲۰۰ درجه سانتیگراد رسیده و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای دستگاه دکتور ۲۸۰ درجه سانتیگراد بود. گاز هلیوم به عنوان گاز حامل و از سیستم Split به نسبت ۱:۱۰ استفاده گردید.

2. Proximate composition  
3. Taskaya et al  
4. Bochi et al  
5. Tokur et al  
6. Mirror Carp

1. Batter

جدول ۱ ترکیب شیمیایی (گرم در ۱۰۰ نمونه) گوشت چرخ شده و سوریمی قبل و بعد از سرخ کردن با ماهی تابه گود

تیمار		فیش فینگر	ترکیبات شیمیایی
سرخ شده	خام		
۱۷/۷۰ ± ۰/۷۹ <sup>aA</sup>	۱۸/۷۱ ± ۰/۵۰ <sup>aA</sup>	گوشت چرخ شده	پروتئین کل
۱۱/۰۹ ± ۰/۴۵ <sup>bA</sup>	۱۲/۲۲ ± ۰/۶۱ <sup>bA</sup>	سوریمی	
۵/۵۸ ± ۰/۴۴ <sup>aA</sup>	۲/۲۷ ± ۰/۳۳ <sup>aB</sup>	گوشت چرخ شده	چربی کل
۴/۰۱ ± ۰/۳۸ <sup>bA</sup>	۱/۹۸ ± ۰/۳۴ <sup>aB</sup>	سوریمی	
۶۶/۱۰ ± ۰/۷۳ <sup>bB</sup>	۷۰/۹۵ ± ۰/۲۲ <sup>bA</sup>	گوشت چرخ شده	رطوبت
۷۰/۰۸ ± ۰/۷۰ <sup>aB</sup>	۷۵/۱۷ ± ۰/۳۲ <sup>aA</sup>	سوریمی	
۵/۵۰ ± ۰/۰۰ <sup>aB</sup>	۶/۶۶ ± ۰/۲۸ <sup>aA</sup>	گوشت چرخ شده	خاکستر
۴/۴۷ ± ۰/۲۵ <sup>bB</sup>	۵/۶۳ ± ۰/۲۳ <sup>bA</sup>	سوریمی	

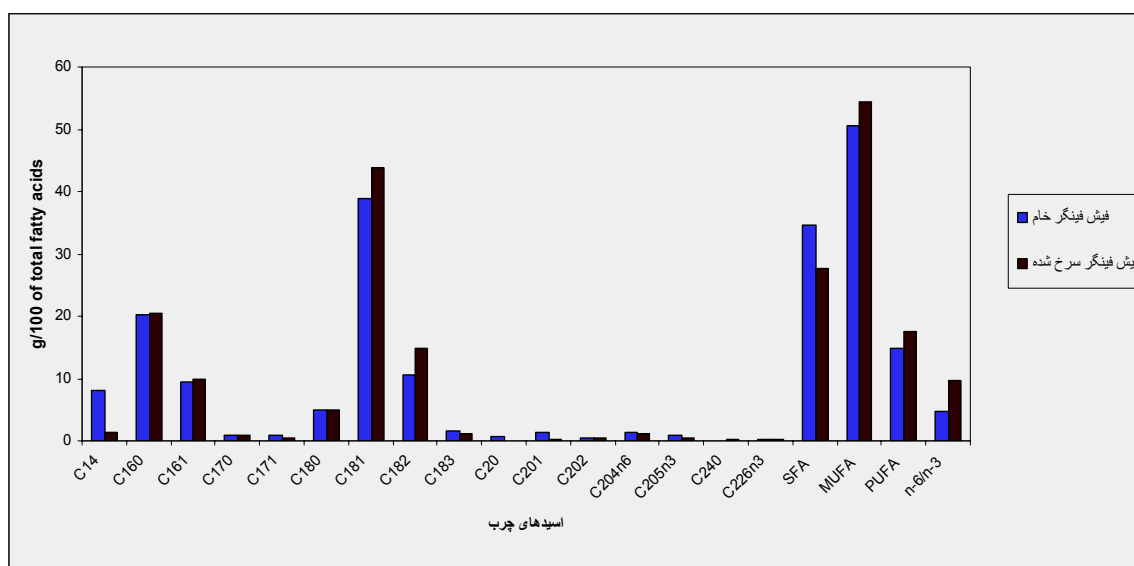
میانگین ± انحراف معیار (تعداد تکرار=۳)

حروف کوچک متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار ( $p < 0.05$ ) در نمونه های (یک ستون) بین گوشت چرخ شده و سوریمی در هر تیمار بوده و حروف بزرگ متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار بین تیمار خام و سرخ شده (در یک ردیف) می باشند.

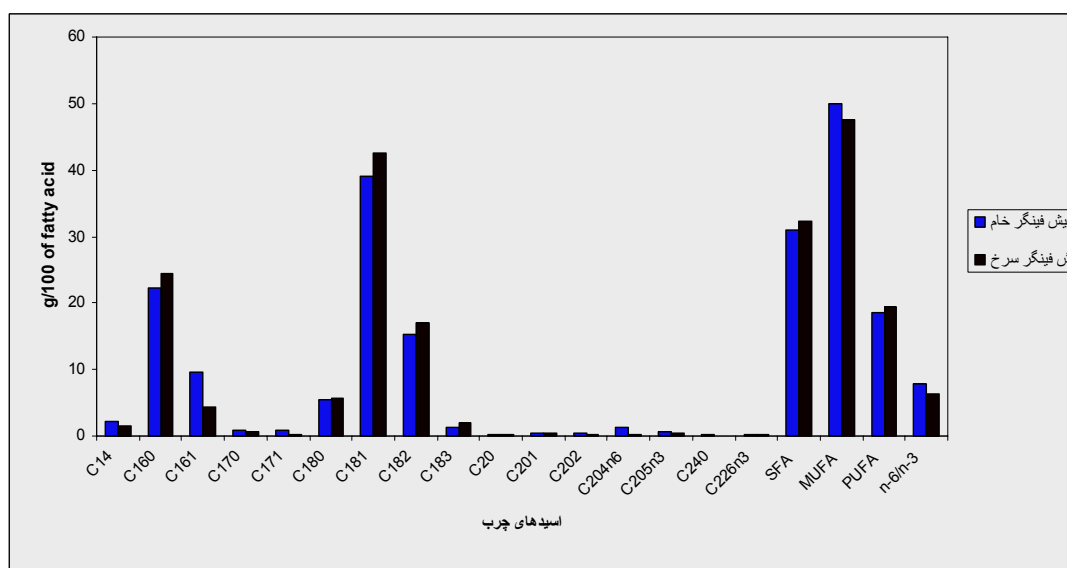
جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب (گرم بر ۱۰۰ گرم اسید چرب) فیش فینگرهای خام ساخته شده از گوشت چرخ شده و سوریمی

فیش فینگر		اسیدهای چرب
سوریمی	گوشت چرخ شده	
۲/۱۶ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۷/۹۸ ± ۰/۲۴ <sup>a</sup>	C14:0
۲۲/۱۹ ± ۰/۰۳ <sup>a</sup>	۲۰/۱۵ ± ۰/۱۰ <sup>b</sup>	C16:0
۹/۵۹ ± ۰/۰۶ <sup>a</sup>	۹/۳۳ ± ۰/۰۵ <sup>b</sup>	C16:1
۰/۸۳ ± ۰/۰۰ <sup>a</sup>	۰/۸۷ ± ۰/۰۳ <sup>a</sup>	C17:0
۰/۹۲ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۸ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	C17:1
۵/۵۶ ± ۰/۰۳ <sup>a</sup>	۴/۹۴ ± ۰/۰۲ <sup>b</sup>	C18:0
۳۹/۰۵ ± ۰/۰۵ <sup>a</sup>	۳۸/۹۳ ± ۰/۰۶ <sup>a</sup>	C18:1
۱۵/۲۰ ± ۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱۰/۶۵ ± ۰/۰۹ <sup>b</sup>	C18:2 n-6
۱/۳۸ ± ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱/۵۹ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	C18:3 n-3
۰/۱۴ ± ۰/۰۲ <sup>b</sup>	۰/۶۷ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	C20:0
۰/۴۰ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۳۱ ± ۰/۰۵ <sup>a</sup>	C20:1
۰/۳۴ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۳۴ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	C20:2 n-6
۱/۳۳ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۱/۳۰ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	C20:4 n-6
۰/۵۹ ± ۰/۰۱ <sup>b</sup>	۰/۸۰ ± ۰/۰۴ <sup>a</sup>	C20:5 n-3
۰/۱۲ ± ۰/۰۱ <sup>a</sup>	ND	C24:0
۰/۲۰ ± ۰/۰۲ <sup>a</sup>	۰/۲۵ ± ۰/۰۳ <sup>a</sup>	C22:6 n-3
۳۱/۰۱	۳۴/۶۲	Σ SFA
۴۹/۹۶	۵۰/۴۶	Σ MUFA
۱۹/۰۴	۱۴/۹۱	Σ PUFA
۲/۱۷	۲/۶۴	Σ n-3
۱۶/۸۷	۱۲/۲۹	Σ n-6
۷/۷۷	۴/۶۵	n-6/n-3
۰/۶۱	۰/۴۳	PUFA/SFA

اسیدهای چرب اشباع=SFA؛ اسیدهای چرب تک غیر اشباعی=MUFA؛ اسیدهای چرب چند غیر اشباعی=PUFA اعداد آورده شده میانگین و انحراف معیار سه تکرار ( $n=3$ ) می باشد. حروف متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار ( $p < 0.05$ ) در نمونه های گوشت چرخ شده و سوریمی برای هر اسید چرب می باشد. ND=تشخیص داده نشد.



نمودار ۱ ترکیب اسیدهای چرب فیش فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده قبل و بعد از سرخ شدن



نمودار ۲ ترکیب اسید چرب فیش فینگر ساخته شده از سوریمی قبل و بعد از سرخ شدن

نشان دادند. کاهش در میزان پروتئین نمونه‌های سرخ شده فیش فینگر مشاهده گردید که معنی دار نبود.

ترکیب اسیدهای چرب فیش فینگرهای خام تولیدی از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور معمولی در جدول ۲ آورده شده است. همان طور که مشاهده می‌گردد، تعداد ۱۶ اسید چرب از گروه‌های اسیدهای چرب اشباع (SFA)، اسیدهای چرب تک غیر اشباعی (MUFA) و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی (PUFA) در فیش فینگرها مشاهده گردید. در

مطابقت دارد. همان طور که مشاهده می‌گردد، میزان افزایش چربی کل در فیش فینگرهای ساخته شده از گوشت چرخ شده (۲/۵۴ برابر نمونه خام) بیشتر از فیش فینگرهای ساخته شده از سوریمی (۲/۰۲ برابر نمونه خام) بود. محتوای رطوبت نمونه‌های سرخ شده در هر دو نوع فیش فینگر تهیه شده به طور معنی‌داری از نمونه‌های خام بیشتر بود ( $p < 0.05$ ). محتوای خاکستر فیش فینگرهای سرخ شده نیز به طور معنی‌داری کاهش

نمودار ۲ ترکیب اسیدهای چرب فیش‌فینگرهای حاصل از سوریمی را قبل و بعد از سرخ شدن در سرخ کن نشان می‌دهد. همان طور که در شکل ملاحظه می‌گردد تحت تاثیر ترکیب روغن سرخ کردنی، محتوای پالمیتیک اسید (C16:0)، اولئیک اسید (C18:1) و لینولئیک اسید (C18:2) افزایش نشان داد و به ترتیب از ۲۲/۱۹ به ۲۴/۴۹ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب و ۳۹/۰۵ به ۴۲/۵۵ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب و از ۱۵/۲۰ به ۱۷/۰۰ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب رسید. افزایش معنی‌داری در مقدار اسید چرب C18:3 نیز ملاحظه گردید. سرخ کردن سبب افزایش محتوای اسیدهای چرب اشباع از ۳۱/۰۱ به ۳۲/۴۲ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی از ۱۹/۰۴ به ۲۰/۰۱ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب گردیده، که در عوض محتوای اسیدهای چرب تک غیر اشباعی از ۴۹/۹۶ به ۴۷/۶۱ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب کاهش یافت. نتایج مشابهی توسط توکان و همکاران (۲۰۰۸)، گارسیا-آریاس و همکاران (۲۰۰۳) و سیون و همکاران (۲۰۰۶) گزارش شده است که نشان می‌دهد اسیدهای چرب اشباع تمایل بیشتری به نفوذ به محیط غذایی در جریان عمل آوری دارند.

پروتئین‌های بدن ماهی به انواع محلول، کم محلول و غیر محلول تقسیم بندی می‌گردد [۲۲]. شستن گوشت چرخ شده در آب سرد در فرآیند تولید سوریمی سبب جدا کردن و برطرف سازی ترکیبات حامل بو و محلول در آب شامل آنزیم‌ها، پروتئین‌های سارکوپلاسمیک، خون، نمک‌های معدنی و برخی از چربی‌ها گردیده و توانایی تشکیل ژل را در پروتئین شسته شده، افزایش می‌دهد [۲۳]. همان‌طور که در نتایج مشخص است در جریان شستشوی گوشت چرخ شده، محتوای پروتئین و چربی کاهش یافته و این امر سبب افزایش محتوای رطوبت (بر مبنای وزن مرطوب) گردیده است.

تغییر عمده در خلال سرخ کردن فیش‌فینگرها در روغن آفتابگردان مایع به شیوه استفاده از سرخ کردن عمیق، افزایش معنی‌دار محتوای چربی می‌باشد. در جریان سرخ کردن نمونه های ماهی، رطوبت ماده غذایی، تبخیر شده؛ این امر سبب ایجاد منافذی در ماده غذایی گردیده و موجب جذب فیزیکی روغن از محیط می‌گردد [۲۴ و ۱۳]. میزان تاثیر پذیری فیش‌فینگرهای تهیه شده از سوریمی نسبت به فیش‌فینگرهای

گوشت چرخ شده کپور معمولی، اسیدهای چرب تک غیرا شباعی با ۵۰/۴۶ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب و اسیدهای چرب اشباع با ۳۴/۶۲ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب به لحاظ محتوا، بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

در نمونه سوریمی هم وضع به همین منوال بوده است با این تفاوت که محتوای اسیدهای چرب اشباع و تک غیر اشباعی کاهش یافته و در عوض محتوای اسیدهای چرب چند غیر اشباعی افزایش یافت. این یافته‌ها در مورد ترکیب اسیدهای چرب با یافته های در سایر ماهیان آب شیرین که نشانگر محتوای بیشتر اسیدهای چرب تک غیر اشباعی می باشد، مطابقت دارد. شستن گوشت چرخ شده در جریان تولید سوریمی سبب گردید که مقدار اسیدهای چرب اشباع به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد به طوری که نسبت PUFA/SFA از ۰/۴۳ در گوشت چرخ شده به ۰/۶۱ در سوریمی افزایش نشان داد. تغییر قابل ملاحظه در فرآیند شستن در ترکیب اسیدهای چرب، کاهش معنی دار در میزان مریستیک اسید می باشد ( $p < 0.05$ ).

تاثیر طبخ به شیوه سرخ کردن عمیق<sup>۱</sup> بر ترکیب اسیدهای چرب فیش‌فینگرها در اشکال (۱ و ۲) آورده شده است. همان طور که در نمودار ۱ ملاحظه می‌گردد مقدار مریستیک اسید (C14:0) که یک اسید چرب اشباع می باشد در جریان سرخ کردن کاهش یافته و محتوای اولئیک اسید (C18:1) و لینولئیک اسید (C18:2) به صورت معنی‌داری افزایش یافته است. افزایش محتوای این اسیدهای چرب به واسطه تاثیر پذیری از ترکیب اسید چرب روغن سرخ کردنی می‌باشد. یافته‌های بکر و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۸) و سانچز-مونیز و همکاران<sup>۳</sup> (۱۹۹۲) این نکته را تأیید می نماید. تغییرات فوق سبب تحت تاثیر قرار دادن سایر واکنش‌های شیمیایی احتمالی از قبیل تغییرات ناشی از اکسیداسیون گردیده و سبب کاهش محتوای سایر اسیدهای چرب شده است. نسبت PUFA/SFA افزایش یافته و از ۰/۴۳ به ۰/۶۳ رسید. نسبت اسیدهای چرب خانواده امگا-۶ به اسیدهای چرب خانواده امگا-۳ (n-6/n-3) بیش از دو برابر افزایش یافت و از ۴/۶۷ به ۹/۷۳ رسید.

1. Deep frying
2. Bakar et al
3. Sanches-Muniz et al

## ۴- سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند، از زحمات آقای مهندس کاظمی کارشناس محترم آزمایشگاه علوم دامی دانشگاه تربیت مدرس تهران و آقای مهندس حیدری کارشناس محترم آزمایشگاه شیلات دانشگاه زابل به جهت همکاری صمیمانه در این تحقیق نهایت تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

## ۵- منابع

- [1] Garcia-Arias, M. T., Pontes, E. A., Garcia-Linares, M. C., Garcia Fernandez, M. C., and Sanchez-Muniz, F. J. 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillets. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid compositions. Food Chemistry. 83: 349-356.
- [2] Gokoglu, N., Yerlikaya, P., and Cengiz, E. 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Food Chemistry. 84: 19-22.
- [3] Stone, N.J. 1996. Fish consumption, fish oil, lipids, and coronary heart disease. Circulation. 94: 2337-2340.
- [4] Tükkan, A.U., Cakli, S. and Kilinc, B. 2007. Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). Food and Byproducts Processing. 86: 163-166.
- [5] Horrocks, L. A. and Yeo, Y.K. 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). Pharmacology Research. 40: 211-225.
- [6] Morris, M.C., Sacks, E. and Rosner, B., 1993. Does oil lower blood pressure? A meta-analysis of controlled trials. Circulation. 88: 523-533.
- [7] Bochi, V.C., Weber, J., Ribeiro, C.P., Victório, A.M. and Emanuelli, F. 2008. Fishburgers with silver catfish (*Rhamdia quelen*) filleting residue. Bioresource Technology. 99: 8844-8849.
- [9] Shevik-Lou, Gh. 1999. A Guide to Production of Fish Paste and Fish Paste Products. Tehran: Naghshe Mehr. pp. 2-12 (In Farsi).
- [10] Yu, S. Y., and W. M. Siah., 1998. Development and acceptability of burgers

تهیه شده از گوشت چرخ شده کمتر بوده است که می‌تواند به دلیل استحکام ساختاری سوریمی باشد.

محتوای اسیدهای چرب زنجیره بلند چند غیر اشباعی (EPA و DHA) در ماهی کپور معمولی پائین بود [۲۵]. در جریان شستشو و همچنین سرخ کردن تغییرات محتوای DHA معنی دار نبود [۲۶] و این در حالیست که محتوای EPA به طور معنی‌داری در جریان شستشو و همچنین سرخ کردن کاهش نشان داد. در جریان شستشوی گوشت چرخ شده و سرخ کردن فیش‌فینگرهای حاصله کاهش معنی‌داری در محتوای اسیدهای چرب اشباع ملاحظه گردید. به طور کل اسیدهای چرب اشباع با زنجیر کوتاه‌تر معمولاً در ترکیب تری-گلیسرید در چربی ذخیره بدن ماهی وجود دارند که در جریان عمل آوری آسان‌تر شسته و از محیط خارج می‌گردند [۲۳]. در جریان سرخ کردن مواد غذایی، همان‌طور که بیان گردید، ماده غذایی از محیط اطراف روغن جذب می‌کند که این امر سبب تاثیرگذاری در ترکیب اسیدهای چرب ماده غذایی می‌گردد و همان‌طور که نتایج سایر محققین نشان می‌دهد ماده غذایی در جریان سرخ کردن، ترکیب اسید چرب روغن سرخ کردن را به خود می‌گیرد [۲۷]. ترکیب اسید چرب روغن آفتابگردان مصرفی شامل C18:1 (۴۸/۲۰) گرم بر ۱۰۰ گرم اسید چرب، C16:0 (۳۰/۱۱)، C18:2 (۱۳/۸۶)، C18:0 (۴/۶۴) و C18:3 (حدود ۱ گرم بر ۱۰۰ گرم اسید چرب) بوده است. نمونه‌های سرخ شده به طور قابل ملاحظه‌ای مقادیر زیادتر از این اسیدهای چرب را نشان داده‌اند. مقادیر بالاتر این اسیدها، اثر کاهندگی بر درصد سایر اسیدهای چرب داشته است. علاوه بر این تغییرات، واکنش‌های اکسیداسیون و هیدرولیز نیز در جریان سرخ شدن رخ می‌دهد [۲۷ و ۲۸]. که سبب تغییر ترکیب اسید چرب می‌گردد. از نسبت C22:6/C16:0 برای نشان دادن میزان اکسیداسیون استفاده می‌گردد. همان‌طور که در نتایج ملاحظه می‌شود میزان این نسبت در جریان شستشوی گوشت چرخ شده از ۰/۰۱۲ به ۰/۰۰۹ کاهش یافته و همچنین بعد از سرخ کردن این مقدار از ۰/۰۱۲ به ۰/۰۱۱ و از ۰/۰۰۹ به ۰/۰۰۸ به ترتیب در سوریمی-های تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی کاهش یافته است که نشانگر توسعه اکسیداسیون چربی می‌باشد.

- [20] Metacalf, L.C, Schmitz, A.A, and Pelka, F.R., 1996. Rapid preparation of methylesters from lipid for gas chromatography analysis. *Analytical Chemistry*. 38: 514-515.
- [21] Taşkaya, L., Çakli, S., Kişla, D. and Kilinç, B. 2003. Quality changes of fishburger from rainbow trout during refrigerated storage. *Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 20: 147-154.
- [22] Razavi Shirazi, H. 2001. *Sea Products Technology*, Vol. 2, Tehran: Naghshe Mehr, pp. 173-215 (In Farsi).
- [23] Tokur, B., Ozkütük, S., Atici, E., Ozyurt, G. and Ozyurt, C.E. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*), during frozen storage (-18 °C). *Food Chemistry*. 99: 335-341.
- [24] Sanches-Muniz, F.J., Viejo, J.M. and Medina, R. 1992. Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acids composition of sardines and frying fats. *Journal of Agriculture Food Chemistry*. 40: 2252-2256.
- [25] Castro, F. A. F., Sant'Ana, H. M. P., Campos, F. M., Costa, N. M. B., Silva, M. T. C., Salaro, A. L. and Franceschini, S. C. C. 2007. Fatty acid composition of three freshwater fishes under different storage and cooking processes. *Food Chemistry*. 103: 1080-1090.
- [26] Bents, C. A., Zotos, A., and Petridis, D. 2005. Production of fish protein products (surimi) from small pelagic fish (*Sardinops pilchardus*), underutilized by the industry. *Journal of Food Engineering*. 68:303-308.
- [27] Venugopal, V. *Seafood Processing*. CRC Press. Pp. 458.
- [28] Sion, L., Haak, L., Raes, K., Hermans, C., Henauw, S. D., Smet, S. D., and Camp, J. V. 2006. Effects of pan-frying in margarine and olive oil on the fatty acid composition of cod and salmon. *Food Chemistry*. 98: 609-617.
- made from *Selaroides leptolepis* and *Aristichthys nobilis*. *Asian Fisheries Science*. 10: 329-337.
- [11] Shabanpour, B., Asghar Zadeh, A., Hosseini, H., Abbasi M. 1386. Lipid Quality Changes of Silver Carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during Frozen Storage. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.*, 15: 20-28.
- [12] Gall, K. L., Otwell, W. S., Koburger, J. A., and Appledorf, H. 1983. Effects of four cooking methods on the proximate, mineral and fatty acid composition of fish fillets. *Journal of Food Science*, 48, 1068-1073.
- [13] Bakar, J., Zakipour Rahimabadi, E., CheMan, Y. B. 2008. Lipid characteristics in cooked, chill-reheated fillets of Indo-Pacific king mackerel (*Scomberomorus guttatus*). *LWT - Food Science and Technology*. 41: 2144-2150.
- [14] Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y., and Bhattacharjee, L. 1999. Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. *Journal of Food Composition and Analysis*. 12: 9-16.
- [15] Anonymous, 2007. *Statistical Book of Fisheries of Iran*. Tehran: Iranian Fisheries Research Organization. pp. 25-32. (In Farsi)
- [16] Sehgal, H. S and Sehgal G. K., 2002. Aquacultural and soci-economic aspects of processing carps into some value-added products. *Bioresource Technology*. 82: 291-293.
- [17] Bakar, J. 2005. Processing fish finger with bread crumbs. FST 4811, Kimia Dan Pemrosesan Komoditi Hasil Haiwan, University Putra Malaysia.
- [18] AOAC. 2000. *Official Methods of Analysis*. 17<sup>th</sup> ed. Association of Analytical Chemists, Procedur. Washington, DC.
- [19] Bligh, E.G. and Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. 37: 911-917.



## Effects of frying on proximate and fatty acid characteristics of fish fingers made from mince and surimi of common carp (*Cyprinus carpio*)

Zakipour Rahimabadi, E.<sup>1</sup>, Elyasi, A.<sup>1</sup>, Sahari, M. A.<sup>2\*</sup>, Zare, P.<sup>1</sup>

1- Assistant Professor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Zabol University, Zabol, Iran

2- M.Sc. Student of Fisheries, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Zabol University, Zabol, Iran

3- Professor, Department of Food Technology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

4- Instructor, Department of Fisheries, Faculty of Natural Resource, Zabol University, Zabol, Iran.

(Received:88/4/5 Accepted: 88/6/7)

The changes on proximate and fatty acids profile during surimi production and also during frying of fish fingers produced from mince and surimi of common carp were investigated. In surimi production process, moisture increased from 70.95% to 75.17% and instead crude protein and fat was reduced from 18.71% to 12.22% and 2.27% to 1.98%, respectively. After frying of fish finger produced from mince and surimi in sunflower oil, crude fat were increased from 2.27% to 5.58% and 1.98% to 4.01%, respectively. Crude protein and moisture was decreased during frying. Totally, sixteen fatty acids were identified of saturated, polyunsaturated and monounsaturated fatty acids in fish fingers. Washing of fish mince reduced myristic acid content from 7.98% to 1.30%. During frying the content of oleic, linoleic and palmitic acid were increased in fish fingers and instead the other fatty acids percent was decreased after frying. PUFA/SFA ratio in fish finger produced from mince and surimi during frying was increased from 0.45 to 0.65 g/100 g fatty acid and 0.61 to 0.62 g/100 g fatty acid, respectively.

**Keyword:** Fish Finger, Minced meat, Surimi, Fatty Acids, Common Carp.

---

\*Corresponding Author E-Mail address:sahari@modares.ac.ir