تاثیر روش‌های مختلف پخت بر ترکیب اسیدهای‌چرب فیله ماهی‌تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*)

الهام قیومی جونیانی[۱]*؛ ژاله خوشخو[۲]؛ عباسعلی مطلبی[۳] و یزدان مرادی[٤]

Elham_ghauomi@yahoo.com

۱و۲ – دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، خیابان شهید فلاحی، پلاک ٤۹

۳و ٤- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ٦۱۱٦-۱٤۱٥٥

تاریخ دریافت: بهمن ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۰

چکیده

تیلاپیا از راسته سوف ماهیان و خانواده Cichlidae می‌باشد که بعلت رشد سریع و پرورش ساده و ارزان مورد توجه بسیاری از کشورهای جهان قرار گرفته است. یکی از مهمترین گونه‌های پرورشی، تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) می‌باشد. در این بررسی تاثیر روش‌های متفاوت پخت بر ترکیب اسیدهای چرب و ارزش غذایی فیله ماهی تیلاپیا، مورد ارزیابی قرار گرفت. روش‌های پخت شامل سرخ‌کردن، مایکروویو، پخت با فر (آون)، کبابی کردن، آب‌پز کردن و تیمار خام می‌باشد. در این بررسی برای ارزیابی میزان پروتئین از روش کجلدال، رطوبت از روش خشک، چربی از روش سوکسله و خاکستر از روش کوره الکتریکی استفاده گردید. برای سنجش ترکیب اسیدهای چرب از روش گازکروماتوگرافی (GC) و برای استخراج روغن روش Bligh and Dyer بکار گرفته شد. نتایج نشان داد که اعمال روش-های متفاوت پخت، کاهش رطوبت بین ۹-۱ درصد، افزایش پروتئین بین ۱۲-۲ درصد، کاهش چربی بین ۴/۲-۰/۲ درصد (به استثنای تیمار سرخ شده که حدود ۰/۵ درصد افزایش داشت)، افزایش خاکستر بین ۰/۱۵-۰/۷ درصد، کاهش میزان اسیدهای‌چرب مونوغیراشباع (Mono Unsaturated Fatty Acids) بین ۶-۱ درصد و افزایش میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب (Poly Unsaturated Fatty Acids) بین ۱۴-۰/۵ درصد را در پی‌خواهد داشت. این در حالی است که میزان اسیدهای چرب اشباع (Saturated Fatty Acids) با اعمال پخت، در تمامی تیمارها به استثنای تیمارهای سرخ‌کردن و آون، بین ۱/۶-۰/۶ درصد افزایش یافت. نتایج حاصله نشان داد میزان EPA، در فیله‌های مایکروویو و کبابی کمترین تغییرات (حدود ۰/۲ درصد) و در فیله‌های سرخ شده بیشترین تغییرات (۰/۷ درصد) را نسبت به نمونه خام نشان داد. کمترین تغییرات DHA، در فیله‌های پخته شده با فر (۰/۴۵ درصد) و بیشترین تغییر در فیله‌های سرخ شده (۲/۵ درصد) اتفاق رخ داد. بیشترین میزان EPA و DHA بعد از اعمال روش‌های پخت در نمونه پخته شده با فر ۱/۳۳ و ۳/۳۲ درصد بدست آمد. نتایج نشان داد که نسبت ω_6/ω_3 در نمونه سرخ شده نسبت به سایر نمونه‌ها افزایش داشت.

کلمات کلیدی: تیلاپیا، اسید چرب، فرآوری، ارزش غذایی

*نویسندهٔ مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

مقدمه

تیلاپیا دارای بدنی مستطیلی شکل (که بصورت افقی فشرده شده) با فلس‌های ریز می‌باشد. باله پشتی بلند با ۲۳ تا ۳۱ خار و شعاع دارد. باله‌های مخرجی و لگنی خارهای تیز دارد. باله سینه‌ای و لگنی نزدیک به سر می‌باشد. بینی آنها دارای یک سوراخ در هر دو طرف است. تیلاپیا به ماهی‌خورشیدی Crappie شباهت بسیاری دارد اما بوسیله خط جانبی منقطع آنها براحتی قابل تشخیص هستند. تیلاپیا بومی آفریقا و خاور میانه و زیستگاه اصلی این ماهی شرق آفریقا بویژه کنیا می‌باشد (هفر و پروکینین، ۱۳۸۱). امروزه تیلاپیا به یکی از مشهورترین و رایج‌ترین ماهی‌ها برای پرورش در سراسر دنیا تبدیل شده و در آفریقا، اروپا، سراسر اقیانوس آرام، چین، ژاپن، روسیه، هند، اسرائیل، آمریکای شمالی، آمریکای جنوبی، اقیانوسیه، آسیا و دریای کارائیب پرورش می‌یابد (Tucker & Robinson, 1990). بیشتر زیست‌شناسان بر طبق رفتار تخم‌ریزی آنها را در سه جنس *Tilapia*، *Saratherodon* و *Oreochromis* طبقه‌بندی کرده‌اند (هفر و پروکینین، ۱۳۸۱). جنس *Oreochromis* بهترین گونه‌ها را برای آبزی‌پروری شامل می‌شوند. آنها عادات غذایی مشابه به گونه‌های *Sarotherodon* دارند. تخم‌ها و بچه ماهی‌های انگشت قد این جنس در داخل دهان ماده‌ها رشد می‌کنند. از جمله *Oreochromis niloticus* و *Oreochromis mossambieus* البته همه زیست‌شناسان این طبقه‌بندی را نپذیرفته‌اند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۹). جنس *Oreochromis niloticus* در ۱۰ ماهگی زمانی که طول کلی معادل ۱۱/۶ تا ۱۳/۵ سانتیمتر است، برای اولین بار به بلوغ جنسی می‌رسد و بین ماههای دی تا شهریور (ژانویه تا سپتامبر) آمادگی تخم‌ریزی پیدا می‌کند، بطوریکه بیشترین میزان تخم‌ریزی در ماههای فروردین تا مرداد (آپریل، می و ژولای) مشاهده گردید.

در طبیعت بیش از ۴۰ نوع اسید چرب شناخته شده است. آنها می‌توانند بوسیله فرمول عمومی ذیل بیان شوند:

$CH_3(CH_3)_nCOOH$

تا بالاتر از n=۲۴ (جایی‌که n معمولاً یک عدد زوج است).

اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب ممکن است به ۳ گروه بزرگ اصلی شامل:. گروه اولئیک (n-9)، گروه لینولنیک (n-3) و گروه لینولئیک (n-6) تقسیم شوند. نام خانواده نشانگر کوتاه‌ترین عضو زنجیری گروه است و اعضای دیگر خانواده از این سه گروه اصلی متشکل می‌شوند.

اسیدهای‌چرب خانواده امگا ۳ پیش‌سازهای پروستاگلاندینها و ترمبوکسان‌ها هستند. همچنین نقش مهمی در ساختمان فسفولیپیدها دارند. اسیدهای چرب امگا ۳ در برابر اکسیداسیون بسیار حساس هستند و باید آنتی‌اکسیدان‌ها به مقادیر کافی به آنها اضافه شوند.

هدف از این تحقیق، تعیین ارزش غذایی فیله ماهی تیلاپیا با اعمال روش‌های متفاوت پخت و تاثیر این روش‌های پخت بر آنالیز اسیدهای چرب فیله‌ها، به منظور معرفی بهترین روش پخت می‌باشد.

مواد و روش کار

ماهی‌های تیلاپیای تازه و سر زده همراه با یخ از استان یزد به تهران منتقل و در دمای ۱۸- درجه سانتیگراد نگه‌داری شدندو پس از استخوان‌گیری و جداسازی پوست، فیله‌ها به تکه‌های تقریبا مساوی تقسیم گردیدند (هر فیله به ۳ قسمت تقسیم شد). برای هر روش پخت که شامل پنج روش می‌باشد پنج تکرار و یک نمونه به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

۱) آب‌پز کردن: در آبی با درجه حرارت حدود ۹۸ درجه سانتیگراد به مدت ۱۲ دقیقه صورت گرفت (Jucieli *et al.*, 2008).

۲) آون: فیله‌ها در فری که در دمای ۲۵۰ درجه سانتیگراد تنظیم شده بود به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شدند (Jucieli *et al.*, 2008).

۳) سرخ کردن: فیله‌ها در داخل روغن مایع آفتابگردان به مدت ۳/۵ دقیقه در دمای ۲۲۰ درجه سانتیگراد قرار گرفتند (Jucieli *et al.*, 2008).

۴) مایکروویو: فیله‌ها به مدت ۲ دقیقه درون مایکروویوی با درجه حرارت ۹۶ درجه سانتیگراد قرار داده شدند (Jucieli *et al.*, 2008).

۵) کبابی کردن: فیله‌ها تا زمان پخت روی ذغال قرار گرفتند.

در پایان مراحل پخت، با استفاده از تست اورگانولپتیک (Shewan *et al.*, 1960)، طعم، بو، رنگ و بافت ماهی‌های پخته شده با روش‌های متفاوت، آزمایش گردید. نمونه‌های پخته شده

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

توسط ۵ نفر مورد ارزیابی حسی قرار گرفتند. روش کار بدین صورت بود که هر ۵ تیمار پخته شده، توسط ۵ نفر مورد ارزیابی قرار گرفت و از بین نمرات ۵، ۳،۴، ۲، ۱ (عالی، خوب، متوسط، قابل قبول و غیرقابل قبول)، به تیمارها امتیاز داده شد و میانگین امتیازات بعنوان معیاری برای مقبولیت تیمارها در نظر گرفته شد.

به منظور تعیین میزان چربی از روش Bligh and Dyer (۱۹۵۹) استفاده شد. در این روش برای استخراج چربی از دو حلال کلروفرم و متانول به همراه آب به نسبت ۱: ۱: ۰/۸ استفاده می‌گردد که به روش سرد نیز معروف است، زیرا نمونه حرارتی در یافت نمی‌کند و در نتیجه زنجیرهٔ اسیدهای چرب بدون تغییر باقی می‌ماند. این روش بسیار ساده‌تر از روش سوکسله (روش معمول تعیین چربی) و در عین حال دقیق‌تر و قابل اطمینان‌تر می‌باشد.

به منظور آنالیز اسیدهای چرب از نمونه‌های فیله ماهی تیلاپیا از روش ISO 5509 (2000) استفاده گردید. در این روش برای متیله کردن نمونه روغن، تری‌فلورایدبر (BF_3) مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که ابتدا به نمونه، سود متانولی ۲ درصد افزوده شد و تحت گاز ازت حرارت داده شد. سپس تری‌فلورایدبر به نمونه اضافه گردید. پس از آن هگزان افزوده شد و با صاف کردن، نمونه برای تزریق آماده گردید. به منظور آنالیز اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف (Chromatography Gas) مدل Variancp-3800 مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (120m×0.25mm SGEBP×70) و آشکارساز نوع FID موجود استفاده شد. یک دستگاه گاز کروماتوگرافی از قسمت‌های مختلفی شامل تنظیم کننده جریان گاز، سیستم تزریق نمونه، ستون جداکننده، آون، ردیاب و ثبات تشکیل شده است. دمای آشکارساز و محل تزریق بترتیب برابر با ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. ۱ میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتیگراد تنظیم شد. پس ۱۰ دقیقه، دمای ستون با سرعت ۲ درجه سانتیگراد در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد و به مدت ۸۵ دقیقه دما در این درجه باقی ماند. در این روش گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹۹۹ درصد) بعنوان گاز حامل و گاز هیدروژن بعنوان سوخت، ازت با خلوص (۹۹/۹۹۹ درصد) بعنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. مقدار اسید چرب بصورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد.

۱. رطوبت: برای سنجش رطوبت از آون استفاده شد (ماجدی، ۱۳۷۳).

۲. خاکستر: تعیین میزان خاکستر از طریق سوزاندن ماده آلی و سپس اندازه‌گیری ترکیبات غیرآلی صورت گرفت که به این منظور از کوره الکتریکی استفاده گردید (AOAC, 1984).

۳. چربی: به منظور تعیین میزان چربی از روش سوکسله استفاده گردید. در این روش برای استخراج چربی از حلال پترولیوم اتر استفاده می‌گردد که به روش گرم نیز معروف است (AOAC, 1984).

پروتئین: به منظور اندازه‌گیری پروتئین موجود در فیله ماهی تیلاپیا از روش کجلدال (AOAC, 1984) استفاده گردید. در این روش با حضور اسید سولفوریک و کاتالیزور، اتم نیتروژن‌دار به سولفات آمونیوم و سپس آمونیاک از یک واسط قلیایی تقطیر گردیده و در اسید کلریدریک یا اسید بوریک جذب شده و بوسیله تیتراسیون با یک اسید مقدار آن تعیین می‌گردد.

پس از جمع آوری داده‌ها و وارد کردن آنها در نرم‌افزار آماری Excel و انجام پردازش لازم، برای مقایسه میانگین از روش دانکن و به منظور تجزیه و تحلیل از آزمون آنالیز واریانس یکطرفه (ANOVA) استفاده شد.

نتایج

کمترین میزان رطوبت در تیمار آون ۰/۱۹±۶۴/۵۵ درصد و بیشترین میزان در تیمار مایکروویو، خام و آب‌پز بترتیب به میزان ۰/۵۹±۷۴/۰۰ درصد، ۰/۳۷±۷۳/۷۳ درصد و ۰/۲۰±۷۳/۷۰ درصد مشاهده شد. در تیمار آب‌پز بدلیل قرار گرفتن فیله‌ها در آب کاهش رطوبتی صورت نگرفت. در تیمار مایکروویو، بدلیل کمتر بودن افزایش دما نسبت به سایر تیمارها، نمونه برای مدت کوتاهی در مایکروویو قرار گرفت، میزان رطوبت کاهش نداشت. اما در باقی تیمارها، هرچه دما بیشتر افزایش داشت، رطوبت کاهش بیشتری داشت (جدول ۱).

در بررسی، حاضر نمونه‌های سرخ شده در روغن‌آفتابگردان میزان بالایی از چربی را نشان دادند (۰/۰۹±۵/۹۲ درصد). افزایش میزان چربی بدلیل نفوذ روغن به درون فیله‌ها بود. کمترین میزان چربی در فیله مایکروویو (۰/۰۵±۱/۲۱ درصد) مشاهده شد. بطور کلی در پخت با مایکروویو، با توجه به اینکه پخت در دمای بالا و با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد میزان چربی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. این مسئله کم‌بودن

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

میزان چربی فیله مایکروویو شده را تائید می‌کند (آبرومند، ۱۳۸۵). همچنین میزان چربی بطور معکوس با میزان رطوبت در ارتباط می‌باشد، بطوریکه هرچه میزان چربی کاهش یابد میزان رطوبت افزایش می‌یابد (Larsen *et al.*, 2010). این مسئله نیز کم‌بودن میزان چربی در فیله مایکروویو را اثبات می‌کند زیرا بیشترین میزان رطوبت، در فیله مایکروویو (۷۴/۰۰±۰/۵۹ درصد) مشاهده شد (جدول ۱).

در بررسی حاضر کمترین میزان خاکستر در تیمار خام (۱/۰۵±۰/۰۶ درصد) و آب‌پز (۱/۱۱±۰/۰۵ درصد) و بیشترین میزان خاکستر در تیمار آون (۱/۷۵±۰/۰۶ درصد) مشاهده گردید (جدول ۱).

در بررسی حاضر با کاهش رطوبت، میزان پروتئین افزایش می‌یابد. بطوریکه بیشترین میزان پروتئین در تیمار آون (۳۱/۱۵±۰/۱۰ درصد) و کمترین میزان پروتئین در تیمار خام (۱۹/۲۷±۰/۲۲ درصد) مشاهده شد. کم‌شدن میزان رطوبت در تیمار آون سبب افزایش میزان پروتئین گردیده است (جدول ۱).

در این بررسی ۸ نوع اسید چرب اشباع شناسایی شد که در نمونه خام بیشترین میزان را پالمتیک اسید (C16:0) با ۱۵/۸۶ درصد و سپس پالمتیولئیک اسید (C18:0) با ۵/۲۹ درصد و بعد از آن مریستیک اسید (C14:0) با ۲/۶۹ درصد بخود اختصاص دادند و کمترین میزان مربوط به لوریک اسید (C12:0) با ۰/۰۸ درصد بود.

اعمال روش‌های پخت سبب تغییراتی در میزان اسید چرب اشباع گردید، بطوریکه میزان اسیدهای چرب اشباع (SFA) با اعمال پخت، در تمامی تیمارها به استثنای تیمارهای سرخ‌کردن و آون، افزایش یافته است و بیشترین میزان اسیدهای‌چرب اشباع (SFA) در تیمار آب‌پز (۲۷/۲۲±۰/۰۶ درصد) و کمترین میزان در نمونه سرخ شده (۱۸/۳۲±۰/۲۵ درصد) مشاهده شد. میزان تمامی اسیدهای‌چرب اشباع بغیر از C12:0 و C14:0 با آب‌پز کردن افزایش یافته است. این در حالی است که میزان تمام اسیدهای‌چرب اشباع به جزء C20:0 در تیمار سرخ کرده کاهش یافته است زیرا میزان اسیدهای چرب موجود در روغن آفتابگردان مصرفی به استثنای C20:0 بسیار کمتر از میزان اسیدهای چرب اشباع موجود در فیله خام است. بطور کلی میزان اسیدهای چرب موجود در روغن مصرفی در میزان اسیدهای چرب فیله سرخ شده بسیار تاثیرگذار می‌باشد (جدول ۲).

در بررسی حاضر تعداد ۷ اسید چرب مونوغیراشباع مورد ارزیابی قرار گرفت. در این ارزیابی در نمونه خام بیشترین میزان را اولئیک اسید (C18:1c) با ۳۱/۵۳ درصد و سپس استئاریک اسید (C16:1) با ۵ درصد به خود اختصاص می‌دهد. میزان اسیدهای‌چرب مونوغیراشباع (MUFA) با اعمال روشهای متفاوت پخت کاهش یافت. به طوری‌که کمترین میزان در نمونه سرخ‌شده (۳۱/۳۵±۰/۰۹ درصد) و بیشترین میزان در نمونه خام (۳۷/۷۳±۰/۰۶ درصد) مشاهده شد. در تیمار سرخ‌شده، تمامی اسیدهای‌چرب مونوغیراشباع به جزء C20:2 کاهش یافتند. میزان C20:2 در تیمار خام ۰/۱۴ درصد و در تیمار سرخ شده ۰/۱۵ درصد بود (جدول ۲).

در بررسی حاضر میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب (PUFA) با اعمال روش‌های متفاوت پخت افزایش یافت. بطوریکه کمترین میزان اسیدهای‌چرب چنداشباع در نمونه خام (۳۶/۶۳±۰/۱۰ درصد) و بیشترین میزان در نمونه سرخ کرده (۵۰/۳۳±۰/۱۲ درصد) مشاهده شد. روغن آفتابگردان مصرفی اگر چه بسیاری از اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب موجود در نمونه خام را دارا نبود اما بدلیل داشتن میزان بالایی از اسید چرب C18:2c (۵۳/۸±۰/۰۲ درصد) سبب افزایش میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب در تیمار سرخ شده گردیده است (جدول ۲).

جدول ۱: مقایسه میانگین پارامترهای تجزیه تقریبی بین تیمارهای آزمایشی مختلف (میانگین± انحراف استاندارد)

تیمار / پارامتر	خام	کبابی	مایکروویو	آون	آب‌پز	سرخ کرده
پروتئین خام (درصد)	۱۹/۲۷±۰/۲۲^{e}	۲۴/۴۶±۰/۳۴^{b}	۲۲/۱±۰/۰۹^{d}	۳۱/۱۵±۰/۱۰^{a}	۲۳/۹۸±۰/۱۹^{c}	۲۴/۶۴±۰/۱۴^{b}
چربی خام (درصد)	۵/۴۳±۰/۲۲^{b}	۵/۲۲±۰/۱۵^{c}	۱/۲۱±۰/۰۵^{e}	۲/۲۰±۰/۱۰^{d}	۲/۲۳±۰/۱۶^{d}	۵/۹۲±۰/۰۹^{a}
خاکستر (درصد)	۱/۰۵±۰/۰۶^{d}	۱/۲۰±۰/۰۳^{c}	۱/۳۲±۰/۰۴^{b}	۱/۷۵±۰/۰۶^{a}	۱/۱۱±۰/۰۵^{d}	۱/۲۱±۰/۰۵^{c}
رطوبت (درصد)	۷۳/۷۳±۰/۳۷^{a}	۶۸/۸۸±۰/۲۵^{b}	۷۴/۰۰±۰/۵۹^{a}	۶۴/۵۵±۰/۱۹^{d}	۷۳/۷۰±۰/۲۰^{a}	۶۶/۷۰±۰/۱۶^{c}

در هر ردیف تنها اختلاف بین میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک معنی‌دار می‌باشد (P<۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

جدول ۲: میزان اسیدهای‌چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در تیمارهای مورد بررسی

تیمار	خام	کبابی	مایکروویو	آون	آب‌پز	سرخ کرده
میزان اسیدهای چرب						
C12:0	۰/۰۸±۰/۰۰	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۰۹±۰/۰۰	۰/۰۹±۰/۰۱	۰/۰۷±۰/۰۱	۰/۰٤±۰/۰۰
C14:0	۲/٦۹±۰/۰۲	۲/۸۰±۰/۰۱	۲/۷۰±۰/۰۱	۲/٦۱±۰/۰۰	۲/۳۹±۰/۰۰	۱/۱٥±۰/۰۱
C15:0	۰/۲۷±۰/۰۰	۰/۲۸±۰/۰۱	۰/۳۱±۰/۰۱	۰/۲۸±۰/۰۱	۰/۳۰±۰/۰۰	۰/۱٦±۰/۰۰
C16:0	۱٥/۸٦±۰/۰٤	۱٦/۱۳±۰/۰۳	۱٦/۰٦±۰/۰۳	۱٤/۹٤±۰/۰۲	۱٦/۷٤±۰/۰٤	۱۰/۷۱±۰/۰۱
C17:0	۰/۳٥±۰/۰۰	۰/۳٤±۰/۰۱	۰/٥۲±۰/۰۲	۰/۳٤±۰/۰۱	۰/٥٥±۰/۰۲	۰/۲٥±۰/۰۰
C18:0	٥/۲۹±۰/۰۲	٥/۳٦±۰/۰۳	٥/٤۸±۰/۰۳	٥/٤۲±۰/۰۲	٥/۸۸±۰/۰۳	٥/۰٤±۰/۰۲
C20:0	۰/۲۱±۰/۰۱	۰/۳۸±۰/۰۲	۰/۳٥±۰/۰۲	۰/۳۷±۰/۰۲	۰/۳۹±۰/۰۲	۰/٥٦±۰/۰۲
C22:0	۰/۸۹±۰/۰۲	۰/۸٦±۰/۰۲	۰/۹۷±۰/۰۲	۰/۹۸±۰/۰۲	۰/۹۰±۰/۰۲	۰/٤۰±۰/۰۱
C24:0	-----	------	-------	---------	--------	-----
∑ SFA	**۲٥/٦٤±۰/۰٥**	**۲٦/۲۳±۰/۰۸**	**۲٦/٤۷±۰/۱۰**	**۲٥/۰۰±۰/۰۷**	**۲۷/۲۲±۰/۰٦**	**۱۸/۳۲±۰/۲٥**
C14:1	۰/۱٥±۰/۰۲	۰/۱۷±	۰/۱۸±۰/۰۱	۰/۱۸±۰/۰۳	۰/۱٤±۰/۰۱	۰/۰۷±۰/۰۱
C15:1	۰/۰۸±۰/۰۱	-----	۰/۰۷±۰/۰۲	۰/۰۸±۰/۰٥	۰/۰۳±۰/۰۰	-----
C16:1	٥/۰۰±۰/۰۹	٥/۱۳±۰/۰۷	٥/۲٦±۰/۰٤	٥/۱٤±۰/۰۲	٤/۸٤±۰/۰۲	۲/۱۱±۰/۰۰
C17:1	۰/۳۹±۰/۰٤	۰/٥۳±۰/۰۳	۰/٥۱±۰/۰۳	۰/٥۲±۰/۰۲	۰/٥۲±۰/۰۳	۰/۲٥±۰/۰۱
C18:1c	۳۱/٥۳±۰/۰۹	۳۰/۱۳±۰/۰۸	۲۹/۷۲±۰/۰٤	۲۹/۱٦±۰/۰۳	۲۸/۸۳±۰/۰٥	۲۸/٥۰±۰/۰۲
C18:1t	۰/٤٤±۰/۰۱	۰/٥٥±۰/۰۱	۰/٤۹±۰/۰۰	۰/٥٦±۰/۰۱	۰/٥۲±۰/۰۰	۰/۲۷±۰/۰۰
C20:1	۰/۱٤±۰/۰۰	۰/۱٤±۰/۰۱	۰/۱۳±۰/۰۰	۰/۱٤±۰/۰۱	۰/۱۲±۰/۰۰	۰/۱٥±۰۰/۰۰
∑ MUFA	**۳۷/۷۳±۰/۰٦**	**۳٦/٦٦±۰/۰۱**	**۳٦/۳٥±۰/۰۹**	**۳٥/۷۸±۰/۰٥**	**۳٥/۰۱±۰/۰٥**	**۳۱/۳٥±۰/۰۹**
C18:2t	۰/٦۳±۰/۰۱	۰/٥۲±۰/۰۱	۰/٦۷±۰/۰۱	۰/٦۳±۰/۰۱	۰/٤٦±۰/۰۱	۰/٤۷±۰/۰۲
C18:2c	۱۹/۸۸±۰/۰۲	۱۹/٤۷±۰/۰۲	۲۰/۰۰±۰/۰۱	۲۰/۱۹±۰/۰۱	۲۰/۷۸±۰/۰۲	٤۰/٥۳±۰/۰۳
C18:3t	-----	-----	-----	-----	-----	-----
C18:3n3	۱/۷۲±۰/۰۱	۱/۸۷±۰/۰۲	۱/۹۰±۰/۰۲	۱/۹۸±۰/۰۲	۱/۹۸±۰/۰۲	۲/٥۲±۰/۰۲
C18:3n6	۰/۷٥±۰/۰۰	۰/۷۷±۰/۰۱	۰/۸٦±۰/۰۱	۰/۸۹±۰/۰۲	۰/۷۲±۰/۰۱	۰/۳۰±۰/۰۰
C18:4n3	۱/٦۰±۰/۰۱	۱/٦۳±۰/۰۱	۱/٥۰±۰/۰٥	۱/٤۷±۰/۰۲	۱/٥۸±۰/۰۰	۰/۸۹±۰/۰۳
C20:4n3	۰/۱٦±۰/۰۰	۰/۱۲±۰/۰۰	۰/۱٤±۰/۰۰	۰/۱٦±۰/۰۱	۰/۱۲±۰/۰۱	۰/۰٦±۰/۰۱
C20:4n6	۱/۳٦±۰/۰۱	۱/٤۸±۰/۰۲	۱/۳۸±۰/۰۳	۱/۳٥±۰/۰۲	۱/٦۸±۰/۰٤	۰/۷۰±۰/۰۱
C20:5n3**	۱/۱۹±۰/۰۲	۱/۲±۰/۰۱	۱/۲۲±۰/۰۱	۱/۳۳±۰/۰۱	۰/۹۹±۰/۰۰	۰/٤۹±۰/۰۱
C22:5n3	۱/۰٦±۰/۰٤	۰/۹٥±۰/۰۳	۰/۹٥±۰/۰۲	۱/۰٦±۰/۰٥	۱/۰٤±۰/۰۳	۰/۳٦±۰/۰۱
C22:5n6	۰/٦٥±۰/۰۲	۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۸۳±۰/۰٤	۰/۹۲±۰/۰۱	۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۳۸±۰/۰۱
C22:2n3	۰/۸۳±۰/۰۱	۰/۸٤±۰/۰۱	۱/۰۰±۰/۰۱	۱/۰۷±۰/۰۲	۰/۹۱±۰/۰۳	۰/۳٤±۰/۰۱
C22:6n3*	۳/۷٦±۰/۰۳	۳/۱۷±۰/۰۲	۲/۹۱±۰/۰۳	۳/۳۲±۰/۰۱	۳/۰۰±۰/۰۲	۱/۲۸±۰/۰۳
OTHERS	۳/۰٤±۰/۰۲	٤/٤٤±۰/۰۳	۳/۸۰±۰/۰۲	٤/۸۲±۰/۰۱	۳/٦۹±۰/۰۲	۲/۰۲±۰/۰۱
∑PUFA	**۳٦/٦۳±۰/۱۰**	**۳۷/۱۰±۰/۰۷**	**۳۷/۱۷±۰/۰۹**	**۳۹/۱۹±۰/۱۳**	**۳۷/۷۸±۰/۱٤**	**٥۰/۳۳±۰/۱۲**
∑ n-6	**۲۳/۲۷±۰/۰۳**	**۲۳/۰۷±۰/۰۳**	**۲۳/۷٤±۰/۰٥**	**۲۳/۹۸±۰/۰٥**	**۲٤/٤۷±۰/۰۳**	**٤۲/۳۸±۰/۰۱**
∑n-3	**۱۰/۳۲±۰/۰۲**	**۹/۷۸±۰/۰۲**	**۹/٦۲±۰/۰۳**	**۱۰/۳۹±۰/۰٤**	**۹/٦۲±۰/۰۹**	**٥/۹٤±۰/۰٤**

***DHA= C22:6n3; **EPA = C20:5n3; n=۲**

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

جدول ۳: میزان اسیدهای چرب (درصد از کل اسیدهای چرب) در روغن آفتابگردان

C12:0			C14:1	C18:2t	۰/٤٦±۰/۰۳
C14:0	۰/۱۲±۰/۰۲		C15:1	C18:2c	۵۳/۸±۰/۰۲
C15:0		۰/۱۵±۰/۰۱	C16:1	C18:3t	۰/۱۸±۰/۰۳
C16:0	۸/۰۸±۰/۰۲		C17:1	C18:3n3	۲/۸۹±۰/۰۲
C17:0	۰/۱۰±۰/۰۱	۲۷/٤۸±۰/۰۳	C18:1c	C18:3n6	
C18:0	٤/۷۰±۰/۰۱		C18:1t	C18:4n3	
C20:0	۰/٦۰±۰/۰۳	۰/۳٦±۰/۰۲	C20:1	C20:4n3	
C22:0	۰/٦۸±۰/۰۰			C20:4n6	
C24:0	۰/۲۲±۰/۰۲			C20:5n3	
				C22:5n3	
				C22:5n6	
				C22:2n3	
				C22:6n3	
				OTHERS	۰/۱۲±۰/۰۱
∑SFA	۱٤/۵۰±۰/۰۳	۲۷/۹۹±۰/۰٦	**∑MUFA**	**∑PUFA**	۵۷/۳۳±۰/۰٤

جدول ٤: مقایسه میانگین انواع اسیدهای‌چرب بین تیمارهای آزمایشی مختلف (میانگین ± انحراف استاندارد)

پارامتر / تیمار	خام	کبابی	مایکروویو	آون	آب پز	سرخ کرده
اسیدهای‌چرب اشباع (درصد)	۲۵/٦٤±۰/۰۵^{d}	۲٦/۲۳±۰/۰۸^{c}	۲٦/٤۷±۰/۱۰^{b}	۲۵/۰۰±۰/۰۷^{e}	۲۷/۲۲±۰/۰٦^{a}	۱۸/۳۲±۰/۲۵^{f}
اسیدهای چرب مونو غیراشباع (درصد)	۳۷/۷۳±۰/۰٦^{a}	۳٦/٦٦±۰/۰۱^{b}	۳٦/۳۵±۰/۰۹^{c}	۳۵/۷۸±۰/۰۵^{d}	۳۵/۰۱±۰/۰۵^{e}	۳۱/۳۵±۰/۰۹^{f}
اسیدهای چرب پلی غیراشباع (درصد)	۳٦/٦۳±۰/۱۰^{e}	۳۷/۱۰±۰/۰۷^{d}	۳۷/۱۷±۰/۰۹^{d}	۳۹/۱۹±۰/۱۳^{b}	۳۷/۷۸±۰/۱٤^{c}	۵۰/۳۳±۰/۱۲^{a}

در هر ردیف تنها اختلاف بین میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک معنی‌دار می‌باشد (P≤۰/۰۵).

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی می‌توان عنوان نمود که شاخص رنگ در تیمار سرخ کرده (۴/۶) از مقبولیت بیشتری برخوردار بود و در تیمار آب پز (۲/۶) چندان قابل قبول نبود (جدول ۵).

شاخص بو در تیمار سرخ کرده (۴) از مقبولیت بیشتری داشت. این در حالی است که در تیمار آب‌پز (۲) کمترین امتیاز را بدست آورد (جدول ۶).

شاخص طعم و مزه در تیمار سرخ کرده بیشترین (۴/۶) و در تیمار آب‌پز کمترین (۲/۴) امتیاز را بخود اختصاص داد (جدول ۷).

شاخص بافت در تیمار سرخ کرده از مقبولیت بیشتری (۴/۲) برخوردار بود و میزان مقبولیت آن در سایر تیمارها (۳/۶) برابر بود. (جدول ۸). مقایسه میانگین تست ارگانولپتیک بین تیمارهای مختلف نیز در جدول ۹ آمده است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

جدول ۵: نتایج بدست‌آمده از ارزیابی شاخص رنگ توسط ۵ نفر

تیمار / امتیاز	عالی (۵)	خوب (٤)	متوسط (۳)	قابل‌قبول (۲)	غیرقابل قبول (۱)
سرخ‌کرده	۳	۲	-----	-----	-----
آب‌پز	-----	-----	۳	۲	-----
مایکروویو	-----	۱	۳	۱	-----
فر(آون)	-----	۱	٤	-----	-----
کبابی	-----	۵	-----	-----	-----

جدول ٦: نتایج بدست آمده از ارزیابی شاخص بو توسط ۵ نفر

تیمار / امتیاز	عالی (۵)	خوب (٤)	متوسط (۳)	قابل‌قبول (۲)	غیرقابل قبول (۱)
سرخ‌کرده	-----	۵	-----	-----	-----
آب‌پز	-----	-----	۱	۳	۱
مایکروویو	-----	۱	۲	۲	-----
فر (آون)	-----	۲	۳	-----	-----
کبابی	-----	۵	-----	-----	-----

جدول ۷: نتایج بدست‌آمده از ارزیابی شاخص طعم و مزه توسط ۵ نفر

تیمار / امتیاز	عالی (۵)	خوب (٤)	متوسط (۳)	قابل‌قبول (۲)	غیرقابل قبول (۱)
سرخ‌کرده	۳	۲	-----	-----	-----
آب‌پز	-----	-----	۲	۳	-----
مایکروویو	-----	۲	۲	۱	-----
فر(آون)	-----	۲	۳	-----	-----
کبابی	-----	٤	۱	-----	-----

جدول ۸ : نتایج بدست‌آمده از ارزیابی شاخص بافت توسط ۵ نفر

تیمار / امتیاز	عالی (۵)	خوب (٤)	متوسط (۳)	قابل‌قبول (۲)	غیرقابل قبول (۱)
سرخ‌کرده	۱	٤	-----	-----	-----
آب‌پز	-----	۳	۲	-----	-----
مایکروویو	-----	۳	۲	-----	-----
فر(آون)	-----	۳	۲	-----	-----
کبابی	-----	۳	۲	-----	-----

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

جدول ۹ : مقایسه میانگین تست ارگانولپتیک بین تیمارهای آزمایشی مختلف (میانگین ± انحراف استاندارد)

شاخص	تیمار	کبابی	مایکروویو	آون	آب پز	سرخ کرده
رنگ		٤/٠^{b}	٢/٨^{c}	٣/٢^{d}	٢/٦^{e}	٤/٦^{a}
بو		٤/٠^{a}	٢/٨^{b}	٢/٨^{b}	٢/٠^{c}	٤/٠^{a}
طعم و مزه		٣/٢^{b}	٣/٢^{d}	٣/٤^{c}	٢/٤^{e}	٤/٦^{a}
بافت		٣/٦^{b}	٣/٦^{b}	٣/٦^{b}	٣/٦^{b}	٤/٢^{a}
میانگین		**٣/٧^{b}**	**٣/١^{d}**	**٣/٢٥^{c}**	**٣/٦٥^{e}**	**٤/٣٥^{a}**

در هر ردیف تنها اختلاف بین میانگین‌های دارای حروف غیرمشترک معنی‌دار می‌باشد ($P\leq$۰/۰۵).

بحث

نتایج این مطالعه نشان داد که تغییر میزان رطوبت در تمامی تیمارها بین ۹-۱ درصد بود. کمترین میزان رطوبت در تیمار آون ۰/۱۹±۶۴/۵۵ درصد و بیشترین میزان در تیمار مایکروویو، خام و آب‌پز بترتیب ۰/۵۹±۷۴/۰۰، ۰/۳۷±۷۳/۷۳ و ۰/۲۰±۷۳/۷۰ درصد مشاهده شد. در تیمار آب‌پز بدلیل قرار گرفتن فیله‌ها در آب کاهش رطوبتی صورت نگرفته است. در تیمار مایکروویو، بدلیل اینکه افزایش دما نسبت به سایر تیمارها کمتر بود و نمونه برای مدت کوتاهی در مایکروویو قرار گرفته بود، میزان رطوبت کاهش نداشت. اما در باقی تیمارها، هرچه دما بیشتر افزایش داشته، کاهش رطوبت بیشتر اتفاق افتاده است.

در تحقیق Turkkan و همکاران (۲۰۰۸) به تاثیر سه روش متفاوت پخت (سرخ‌کردن، آون و مایکروویو) بر ترکیب تقریبی و ترکیب اسیدهای‌چرب *Dicentrarchus labrax* پرداخته شد. در این بررسی نیز با اعمال روش‌های متفاوت پخت، درصد رطوبت کاهش یافت. بطوریکه بیشترین میزان رطوبت در تیمار خام و کمترین میزان رطوبت در تیمار سرخ شده مشاهده شد.

در بررسی دیگری که توسط Larsen و همکاران (۲۰۰۱) صورت گرفته است، تاثیر روش‌های متفاوت پخت (آب‌پز، بخارپز، مایکروویو، آون، سرخ‌کردن در تاوه و سرخ‌کردن در سرخ‌کن) بر ترکیب اسید چرب ماهی *Oncorhynchus tshawytscha* را بررسی نمودند. نتایج نشان داد که با اعمال روش‌های متفاوت پخت، رطوبت کاهش می‌یابد و کمترین میزان رطوبت در تیمار سرخ شده در سرخ‌کن و بیشترین رطوبت در تیمار خام و آب‌پز مشاهده شد.

Gokoglu و همکاران (۲۰۰۴) ، به تاثیر ۵ روش متفاوت پخت (مایکروویو، سرخ‌کردن، آب‌پز، کباب کردن و فر) بر ترکیب تقریبی و محتوای مواد معدنی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند. نتایج نشان داد که با اعمال روش‌های متفاوت پخت، بالاترین میزان رطوبت، در تیمار خام و کمترین میزان رطوبت در تیمار سرخ شده بدست آمده بود.

در تحقیق Jucieli و همکاران (۲۰۰۸)، فیله گربه ماهی نقره‌ای (*Rhamdia quelen*) با ۷ روش متفاوت (آب‌پز، مایکروویو، سرخ کردن در روغن سویا، روغن کانولا، روغن هیدروژنه سبزیجات، کباب‌کردن و آون) پخته شد و نتایج مشابهی بدست آمد. به این ترتیب که با اعمال روش‌های پخت، میزان رطوبت کاهش یافته و بیشترین میزان رطوبت در نمونه خام مشاهده شده بود. در این بررسی کمترین میزان رطوبت در تیمار سرخ شده در روغن سویا بدست آمده بود.

در بررسی حاضر نمونه‌های سرخ شده در روغن‌آفتابگردان میزان بالایی از چربی را نشان دادند. افزایش میزان چربی بدلیل نفوذ روغن به درون فیله‌هاست. کمترین میزان چربی در فیله مایکروویو مشاهده شد. بطور کلی در پخت با مایکروویو، با توجه به اینکه پخت در دمای بالا و با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد میزان چربی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. این مسئله کم

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

بودن میزان چربی فیله مایکروویو شده را تائید می‌کند (آبرومند، ۱۳۸۵). همچنین میزان چربی بطور معکوس با میزان رطوبت در ارتباط می‌باشد، بطوریکه هرچه میزان چربی کاهش یابد میزان رطوبت افزایش می‌یابد (Larsen *et al.*, 2010). این مسئله نیز کم بودن میزان چربی در فیله مایکروویو را اثبات می‌کند زیرا بیشترین میزان رطوبت، در فیله مایکروویو مشاهده شد.

Turkkan و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که چربی فیله‌ها با سرخ شدن در روغن افزایش یافته و در نمونه سرخ شده، ۰/۱۶±۶/۹۱ درصد محاسبه شد. این در حالی‌است که چربی در تیمار خام معادل ۰/۲۶±۴/۱۸ بود.

Larsen و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفته بود، میزان چربی با سرخ شدن افزایش یافته و میزان چربی در تیمار سرخ شده در سرخ کن ۱/۶۷±۲۶/۳۰ درصد محاسبه شد. در این بررسی کمترین میزان چربی در تیمار مایکروویو معادل ۵/۸۴±۱۸/۳۲ درصد و آب‌پز معادل ۲/۴۵±۱۸/۴۲ درصد مشاهده شده بود.

Gokoglu و همکاران (۲۰۰۴) نیز درصد چربی فیله‌ها با سرخ شدن در روغن افزایش یافت و بیشترین میزان چربی در تیمار سرخ شده معادل ۰/۰۸±۱۲/۸۰ درصد مشاهده شد.

در تحقیق Jucieli و همکاران (۲۰۰۸)، بیشترین میزان چربی در نمونه‌های سرخ شده در روغن سبزیجات معادل ۱/۱۳±۱۴/۱۰ مشاهده شد.

در بررسی صورت گرفته توسط Moradi و همکاران (۲۰۰۹)، اسیدهای چرب فیله ماهی حلوای سیاه (*Parastromateus niger*) که در روغن پالم و آفتابگردان سرخ شده بودند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این بررسی، فیله‌های پخته و خام ماهی حلوای سیاه، بترتیب به مدت ۲/۵ و ۳ دقیقه در دمای ۲±۱۸۰ درجه سانتیگراد در روغن آفتابگردان و روغن پالم سرخ شدند. نتایج نشان داد که با سرخ شدن میزان چربی فیله‌ها افزایش می‌یابد. بطوریکه میزان چربی در تیمار خام و خام سرخ شده در روغن آفتابگردان و پالم بترتیب ۰/۰۷±۱/۵۴، ۰/۶۶±۱۳/۸۵ و ۰/۲۰±۱۵/۷۴ درصد بدست آمد و در تیمارهایی که ابتدا پخته و سپس سرخ شده بودند نتایج بترتیب در تیمار پخته، پخته سرخ شده در روغن آفتابگردان و پالم ۰/۰۶±۱/۵۰، ۰/۳۰±۲/۲۶ و ۰/۱۶±۲/۱۷ درصد بدست آمد.

در بررسی حاضر کمترین میزان خاکستر در تیمار خام معادل ۰/۰۶±۱/۰۵ درصد و آب‌پز معادل ۰/۰۵±۱/۱۱ درصد و بیشترین میزان خاکستر در تیمار آون معادل ۰/۰۶±۱/۷۵ درصد مشاهده شد.

Turkkan و همکاران (۲۰۰۸) اعلام نمودند که کمترین میزان خاکستر در تیمار خام معادل ۰/۴۰±۰/۹۲ درصد و بیشترین میزان، در بقیه تیمارها مشاهده شد. بطوریکه میزان خاکستر در تیمار سرخ شده معادل ۰/۴۹±۲/۴۱ درصد، در تیمار پخته شده در آون ۰/۲۵±۲/۱۸ درصد و در تیمار میکروویو شده ۰/۵۳±۲/۹۰ درصد بدست آمد.

در تحقیق Gokoglu و همکاران (۲۰۰۴)، نیز بیشترین میزان خاکستر در نمونه سرخ شده معادل ۰/۰۰±۱/۶۶ درصد و کمترین میزان خاکستر در تیمار خام معادل ۰/۰۱±۱/۳۵ درصد و آون معادل ۰۰/۰۰±۱/۴۱ درصد بدست آمده بود.

با توجه به نتایج بدست آمده از ارزیابی حسی می‌توان عنوان کرد که شاخص رنگ در تیمار سرخ کرده (۴/۶) از مقبولیت بیشتری برخوردار بود و در تیمار آب‌پز (۲/۶) چندان قابل قبول نبود.

شاخص بو در تیمار سرخ کرده (۴) از مقبولیت بیشتری برخوردار بود این در حالی است که در تیمار آب‌پز (۲) کمترین امتیاز را بدست آورد.

شاخص طعم و مزه در تیمار سرخ کرده بیشترین (۴/۶) و در تیمار آب پز کمترین (۲/۴) امتیاز را بخود اختصاص داد.

شاخص بافت در تیمار سرخ کرده از مقبولیت بیشتری (۴/۲) برخوردار بود و میزان مقبولیت آن در باقی تیمارها (۳/۶) برابر بود.

بطور کلی پس از انجام محاسبات مربوطه و میانگین‌گیری از نتایج حاصله مشخص شد که تیمار سرخ کرده بیشترین و تیمار آب‌پز کمترین مقبولیت را داشت. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که:

۱- افزایش میزان پروتئین، چربی و خاکستر با کاهش میزان رطوبت در ارتباط است.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

۲- در روشهایی که پخت در آنها با دمای بالاتر و با سرعت بیشتری صورت می‌گیرد میزان چربی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد.

۳- با سرخ شدن فیله‌ها در روغن درصد چربی کل افزایش می‌یابد و این بدلیل نفوذ روغن به درون فیله‌هاست.

۴- میزان اسیدهای چرب اشباع با سرخ شدن در روغن بدلیل افزایش دما، کاهش می‌یابد.

۵- در روش‌های پختی که دما زیر ۱۵۰ درجه سانتیگراد قرار دارد، اسیدهای چرب اشباع تغییر چشمگیری نخواهد داشت، اما با افزایش دما بخصوص در شرایط حضور اکسیژن میزان اسیدهای چرب اشباع کاهش می‌یابد.

۶- میزان اسیدهای‌چرب موجود در روغن مصرفی، در میزان اسیدهای‌چرب نمونه سرخ شده تاثیرگذار است.

۷- اعمال روش‌های پخت، بدلیل ناپایداری پیوندهای غیراشباع مرکب نسبت به پیوندهای اشباع، می‌تواند باعث افزایش میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع مرکب گردد که این امر سبب بد طعمی و بد بویی غذا نیز می‌گردد.

۸- سرخ کردن سبب کاهش میزان EPA و DHA می‌شود.

۹- سرخ‌کردن سبب کاهش میزان اسید چرب امگا ۳ و افزایش مزان اسید چرب امگا ۶ می‌شود.

با توجه به نتایج بدست آمده، می‌توان پیشنهاد نمود روش پختی که سبب حفظ اسیدهای‌چرب غیر اشباع می‌گردد و طی این روش کمترین تغییرات در میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع اتفاق می‌افتد روش مطلوبتر پخت است. در تحقیق حاضر، روش کبابی کمترین تغییر را در میزان اسیدهای‌چرب غیراشباع بوجود آورد. روش پختی که سبب حفظ اسیدهای‌چرب سیس می‌گردد و مانع از تبدیل آن به اسیدهای‌چرب ترانس می‌شود روش پخت مطلوبتری می‌باشد. در این بررسی در تیمار مایکروویو کمترین تغییرات در میزان اسیدهای‌چرب سیس و ترانس نسبت به تیمار خام اتفاق افتاده است. روش‌های پختی که سبب کمترین تغییر در میزان پروتئین شده‌اند روش‌های پخت مطلوبتری می‌باشند. در این تحقیق، در روش پخت مایکروویو کمترین تغییر در میزان پروتئین نسبت به تیمار خام مشاهده شد.

با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، در ارزیابی حسی، روش سرخ کرده از مقبولیت بیشتری برخوردار بود و سپس روش کبابی جایگاه دوم را بخود اختصاص داد. با توجه به اینکه طی روش سرخ کردن تغییرات زیادی در میزان اسیدهای چرب غیراشباع اتفاق می‌افتد و سلامتی ماده غذایی تحت تاثیر قرار می‌گیرد، پیشنهاد می‌شود روش کبابی جایگزین این روش پخت گردد.

منابع

آبرومند، ع.، ۱۳۸۵. بازاریابی و ارزیابی روغن برخی ماهیان و ضایعات شیلات. شانزدهمین کنگره ملی صنایع غذایی ایران، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

ماجدی، م.، ۱۳۷۳. روشهای آزمون شیمیایی مواد غذایی. انتشارات جهاد دانشگاهی تهران. ۱۰۶ صفحه.

وثوقی، غ. و مستجیر، ب.، ۱۳۷۹. ماهیان آب شیرین. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.

هفر، ب. و پروکینین، ی.، ۱۳۸۱. پرورش تجاری ماهی. ترجمه: غلامحسین وثوقی و محمدرضا قمی مرزدشتی و هادی پورباقر. مرکز نشر دانشگاهی. ۲۸۸ صفحه.

AOAC, 1984. Officials methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C., USA.

Bligh A.C. and Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian Journal of Biochemistry and Physiology, 37:911-917.

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, 84:9–22.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

Jucieli W., Vivian C.B., Cristiane P.R., Andre de M.V. and Tatiana E., 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. Food Chemistry, 106:140-146.

Larsen D., Young Quek S. and Eyres L., 2010. Effect of cooking method on the fatty acid profile of New Zealand King salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Food Chemistry, 119:785–790.

Moradi Y., Bakar J., Syed Muhamad S.H. and Che Man Y., 2009. Effect of different final cooking method on physic-chemical properties of breaded fish fillets. American Journal of Food technology, 4:136-145.

Shewan J.M., Hobbs G. and Hodgkiss W., 1960. The *Pseudomonas* and *Achromobacter* groups of bacteria in the spoilage of marine white fish. Journal of Applied Bacteriology, 23:463-468

Tucker C.S. and Robinson E.H., 1990. Channel fat fish farming handbook.van Nostran Reinhold, New York, USA.

Turkkan A.U., Cakli S. and Kilinc B., 2008. Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus 1758). Food and bioproducts processing, 86:163–166.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]

The effect of different methods on fatty acid composition of Tilapia, *Oreochromis niloticus*, fillets

Ghauomi Jooyani A.[(1)]*; Khoshkhoo Zh.[(2)]; Motallebi A.A.[(3)] and Moradi Y.[(4)]

Elham_ghauomi@yahoo.com

1,2- Faculty of Marin Science and Technology, Islamic Azad University, # 49, Shahid Fallahi Ave., Tehran, Iran

3,4- Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Received: February 2011 Accepted: July 2011

Keywords: Tilapia, Fatty acids, Processing, Nutritional value

Abstract

Tilapia, a perch fish from Cichlidae family has witnessed a vast and fast growth in artificial culture due to simple and inexpensive procedures for the practice. One of the most important farm species is considered to be the Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). The effects of different cooking methods on fatty acid composition and nutritional value of Tilapia fish fillet were evaluated. The cooking methods included: Red off, microwave, oven cooking, barbecue, boiled water and raw treatment. The protein content was assessed using the Kjeldahl method, moisture was evaluated through dry method, fat and ash through Soxhlet and electric furnace methods. To measure the composition of fatty acids, Gas-chromatography method (GC) was applied, and the Bligh and Dyer method of extraction and identification of fatty acids was implemented. The results showed that applying different curing methods caused moisture loss of 1-9%, 2-12% increase in protein content, fat reduction of 0.2-4.2% (excluding the red off treatment in which fat increased by about 0.5%), increase in ash of 0.7-0.15%, reduction of Mono Unsaturated Fatty Acids between 1-6% and increase in Poly Unsaturated Fatty Acids between 0.5-14%. The rate of saturated fatty acids showed an increase of 0.6-1.6% in all treatments with the exception of baking and red off treatments. The results indicated the lowest change (about 0.2%) in EPA, in the microwave and grilled fillet treatments and the highest change (0.7%) in the red off fillets compared to raw samples. The minimum change in DHA was observed in the oven-cooked fillets (0.45%) and the maximum change (2.5%) in the red off fillets. The highest EPA and DHA were found as 1.33 and 3.32% in samples cooked in oven. Results showed that the ratio of ω6/ω3 increased in the red off samples compared to other treatments.

*Corresponding author

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.2.10.7]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109995]