



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

بهره‌برداری و پرورش آبزیان

جلد چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۴

<http://japu.gau.ac.ir>

بررسی ارزش تغذیه‌ای فیله‌های خام و سرخ شده ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*)

* علی آبرومند^۱، سعید ضیایی‌نژاد^۱ و فریده باعثی^۲

^۱ استادیار گروه شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء (ص) بهبهان،

^۲ دانش‌آموخته کارشناسی ارشد شیلات، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۲/۲۹

چکیده

چربی‌ها نقش مهمی در حفظ سلامت انسان‌ها ایفا می‌کنند. فرآیندهای حرارتی موجب تغییر در ارزش غذایی و همچنین تغییر در پروفیل اسیدهای چرب ماهی می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی اثر سرخ کردن بر ترکیبات شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب ماهی شعری می‌باشد. جهت انجام این طرح ۱۰ کیلوگرم ماهی شعری معمولی از بازار شهرستان بهبهان خریداری شده و در کنار یخ به آزمایشگاه دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء منتقل شد. مقداری از فیله ماهی به صورت تازه و مابقی آن پس از انجام فرآوری به روش سرخ کردن جهت اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب مورد استفاده قرار گرفت. آنالیز پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت و آنالیز پروفیل اسیدهای چرب نمونه، انجام شد. نتایج به دست آمده بیانگر از کاهش درصد رطوبت در نمونه‌های حرارت دیده (۲/۶۵±۰/۱۵) نسبت به نمونه خام (۷/۰۹±۰/۱۶) بود. سرخ کردن فیله‌ها افزایش معنی‌داری در محتوای چربی (۱۷/۰±۰/۹۴) و خاکستر (۵/۰۴±۰/۲۶) را نسبت به نمونه خام نشان داد. عدد پراکسید به دست آمده در تمامی نمونه‌ها صفر بود و اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. اسیدهای چرب اشباع طی فرآیند سرخ کردن افزایش یافت. اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره PUFA و HUFA نیز افزایش

*مسئول مکاتبه:

چشمگیری نشان داد. به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که فرآیند سرخ کردن تأثیر مثبتی بر ترکیبات تقریبی و پروفیل اسیدهای چرب ماهی شعری دارد.

واژه‌های کلیدی: ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*)، سرخ کردن، ترکیبات تقریبی، پروفیل اسیدهای چرب

مقدمه

ماهی یک ماده غذایی بسیار مفید و لازم در برنامه غذایی می‌باشد که از ارزش تغذیه‌ای بسیار بالایی برخوردار است. مهم‌ترین خصوصیت آبزیان از لحاظ ارزش تغذیه‌ای، علاوه بر دارا بودن مقدار قابل توجهی پروتئین، حضور فراوان اسیدهای چرب غیراشباع در چربی موجود در بافت آن‌هاست. امروزه به‌علت دارا بودن درصد بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ همچون DHA و EPA مردم در سرتاسر جهان توجه خاصی به غذاهای دریایی دارند (پوواستین و همکاران، ۱۹۹۹). برحسب ذائقه‌های مختلف، ماهی روش‌های مصرف گوناگونی دارد. حرارت دادن یکی از مهم‌ترین روش‌های متداول در فرآیند عمل‌آوری مواد غذایی است. از حرارت برای پختن غذا، افزایش طعم و مزه، غیرفعال کردن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و افزایش عمر نگهداری محصول استفاده می‌کنند (بانگار، ۱۹۹۸). اگرچه فرآیند پخت باعث بهبود کیفیت خوراکی و کاهش یا توقف فعالیت‌های منجر به فساد می‌شود اما، به‌دلیل بروز تغییرات کیفی کاربرد آن برای اهداف مختلف باید مورد بررسی قرار گیرد. در فرآیند پخت ماهی واکنش‌ها و تغییرات فیزیکوشیمیایی رخ می‌دهد که نوع و میزان آن به شیوه پخت و محتوای چربی فیله خام بستگی دارد (گال و همکاران، ۱۹۸۳). معمولاً برای پخت ماهیان از شیوه‌های حرارت خشک (سرخ کردن در ماهی تابه معمولی و سرخ کردن در ماهی تابه‌های گود و کباب کردن)، حرارت مرطوب (آب پز کردن و بخار پز کردن) و با روش ترکیبی (شیوه‌های پخت با شعله ملایم) استفاده می‌گردد (روسورسن، ۱۹۹۴). در کشور ما ایران نیز جهت پخت ماهیان بیشتر از روش‌های سرخ کردن در ماهی تابه معمولی، کباب کردن، قلیه ماهی، آب پز و بخارپز کردن و همچنین آون‌های مایکروویو استفاده می‌شود (زکی‌پور رحیم‌آبادی، ۲۰۱۱). فرآیند حرارتی به‌وسیله شکستن پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌هایی که کم‌تر قابل هضم هستند، قابلیت هضم غذا را افزایش می‌دهد. حرارت تا اندازه‌ای پروتئین‌ها را دناتوره می‌کند، نشاسته را ژلاتینه و دیواره‌های سلول را نرم می‌کند و باعث می‌شود

آنزیم‌های هضم کننده بهتر به غذا دست یابند (جنت علیپور و همکاران، ۲۰۰۹). سرخ کردن از جمله روش‌های متداول و معمول جهت آماده‌سازی مواد غذایی می‌باشد که با انتقال گرما همراه است. کیفیت غذای سرخ شده متأثر از فاکتورهای مختلفی است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت از خصوصیات فیزیکی و ساختمان هندسی محصول، مدت زمان و درجه حرارت فرآیند پخت می‌باشد. میزان چربی نمونه‌ها، عامل مهمی در ترکیب شیمیایی اولیه است. یکی از عواملی که متحمل بیشترین تغییرات در طول عمل‌آوری می‌شود، چربی موجود در ماده غذایی است که شدت تغییرات آن می‌تواند با نوع روش پخت به‌کار رفته تعیین شود (جنت علیپور و همکاران، ۲۰۱۱). حرکت آب و چربی و همچنین تغییرات ایجاد شده در غلظت به دما و طول مدت حرارت‌دهی بستگی دارد (اوروزواری و همکاران، ۲۰۰۶). میزان رطوبت فراورده در اکسیداسیون و هیدرولیز چربی‌ها (مسلمی و همکاران، ۲۰۱۰؛ دمان، ۱۹۹۰) و روی بار میکروبی فراورده و سرعت رشد میکروارگانیزم‌ها نیز تأثیر دارد. اکسیداسیون چربی‌ها علاوه بر اثری که در توسعه تندی در فراورده‌های ماهی طی انجماد دارند باعث دناتور شدن پروتئین‌ها و در نتیجه، تخریب بافت فراورده می‌شود. (اورک و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین، اندازه‌گیری میزان پروتئین اولیه فراورده به‌علت اثر در بافت فراورده و مشارکت با لیپیدها در تخریب بافت ضروری است. یکی از عواملی که متحمل بیشترین تغییرات در طول عمل‌آوری می‌شود، چربی موجود در ماده غذایی است که شدت تغییرات آن می‌تواند با نوع روش پخت به‌کار رفته تعیین شود (جنت علیپور و همکاران، ۲۰۱۱). میزان چربی و ترکیبات اسیدهای چرب طی فرآیند سرخ کردن نسبت به دیگر روش‌های پختن بیشتر بود (لارسن و همکاران، ۲۰۱۰). واکنش‌ها و تغییرات فیزیکوشیمیایی ایجاد شده در فیله ماهی در حین فرآیند پخت تا حدود زیادی به شیوه پخت و محتوای چربی فیله خام ماهی بستگی دارد (گال و همکاران، ۱۹۸۳).

ماهی شعری معمولی (*Lethrinus nebulosus*) از خانواده *Lethrinidae* گونه‌ای است غیرمهاجر که در تمام سواحل جنوبی ایران پراکنش دارد. این ماهی در سواحل ایرانی و به‌ویژه در مناطق صخره‌ای توسط رشته قلاب‌های اختصاصی صید می‌شود، هرچند توسط گرگور، تورهای گوشگیر و ترال نیز قابل صید می‌باشد. ماهی شعری از گونه‌های اقتصادی آب‌های جنوبی کشور از جمله استان هرمزگان می‌باشد. نام مترادف این‌گونه *Spangled emperor*، نام عربی آن *Shaary* و نام فارسی آن شعری معمولی می‌باشد. بر اساس ویژگی‌های فوق و با توجه به میزان بالای صید این ماهی در بین

دیگر ماهیان خلیج فارس و بازارپسندی بالای آن در بین ساکنین جنوب کشور چگونگی حفظ کیفیت، شناسایی ارزش غذایی و اصول فرآوری آن از اهمیت بسزایی برخوردار است (وهاب‌نژاد، ۲۰۰۸). با توجه به حساسیت بالای فرآورده‌های دریایی در طی فرآیندهای مختلف تغییرات قابل توجهی در میزان مواد مغذی آن‌ها به وجود می‌آید، تغییراتی که در نهایت بر ویژگی‌های خوراکی این محصولات تأثیر مستقیم دارد. آگاهی از چگونگی ایجاد این تغییرات این امکان را فراهم می‌کند تا از بروز آن‌ها جلوگیری و یا به تأخیر انداخته شوند و سرانجام محصولی با کیفیت مطلوب مصرف شود. هدف از این بررسی، ارزیابی ارزش تغذیه‌ای فیله‌های خام و سرخ شده ماهی شعری معمولی بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان سال ۱۳۹۴ در گروه شیلات دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان انجام شد. ۱۵ کیلوگرم ماهی شعری به صورت تصادفی از بازار شهرستان بهبهان واقع در استان خوزستان با میانگین وزنی 216 ± 625 گرم خریداری گردید. نمونه‌های ماهی پس از جداسازی فلس، سرزنی و تخلیه امعا و احشا، شستشو شده و آماده‌سازی شدند. فرآیند سرخ کردن به روش سنتی در داخل روغن مایع آفتابگردان به مدت ۳/۵ دقیقه و با اندازه‌گیری دما به وسیله ترمومتر تماسی مدل TES-1314 ساخت کمپانی TES تایوان در دمای ۲۲۰ درجه سانتی‌گراد انجام شد. دمای مرکز فیله سرخ شده ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد بود (جسیلی و همکاران، ۲۰۰۸). بعد از انجام فرآیند پخت، پوست و استخوان ماهی جدا شده و به صورت جداگانه با چرخ گوشت هموژن گردید. آنگاه نمونه تازه و عمل‌آوری شده جهت اندازه‌گیری ترکیبات تقریبی، عدد پراکسید و پروفیل اسیدهای چرب به آزمایشگاه انتقال داده شد. جهت انجام تجزیه تقریبی بیوشیمیایی نمونه‌ها از روش استاندارد (AOAC, ۲۰۰۵) استفاده شد. کلیه آزمایشات در سه تکرار صورت پذیرفت. ترکیبات تقریبی موردنظر رطوبت، چربی خام، پروتئین خام و خاکستر خام بود. برای آنالیز ترکیبات شیمیایی، فیله ماهیان را چرخ و مخلوط همگنی از آن تهیه کرده، نمونه را در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در آون قرار داده شد تا رطوبت میان بافتی فیله حذف و خشک شود، سپس نمونه حاصل توسط آسیاب برقی پودر گردید و نمونه پودر شده جهت تجزیه شیمیایی به آزمایشگاه مرکزی دامپزشکی واقع در اهواز منتقل شد. درصد رطوبت از طریق خشک کردن ۱۰ گرم از نمونه پودر شده در آون با دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت تعیین شد (AOAC, ۲۰۰۵).

بعد از خارج کردن بوته چینی از آون به مدت ۳۰ دقیقه آن را در دسیکاتور قرار داده تا خنک شود. نمونه باقی مانده را وزن کرده، اختلاف وزن نمونه اولیه با وزن خشک بیانگر میزان رطوبت باقی مانده است:

وزن اولیه نمونه (گرم) / [۱۰۰ * (وزن ثانویه نمونه (گرم) - وزن اولیه نمونه (گرم))] = درصد رطوبت

میزان چربی کل به روش سوکسله تعیین شد. به این منظور ۵ گرم از نمونه همگن شده را در ارلن مایر ریخته، ۳۵ میلی لیتر HCl غلیظ و ۶ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کرده و به آن حرارت داده می شود. محتوای ارلن را از کاغذ صافی گذرانده و سپس کاغذ صافی به همراه مواد فیلتر شده بر روی آن، با آب داغ شستشو داده می شود. جهت خشک کردن کاغذ صافی، آن را درون آون قرار داده و در دسیکاتور خنک می گردد. بعد از خنک شدن، در کارتوش استخراج قرار داده شده و چربی نمونه با استفاده از حلال اتر دوپترول توسط دستگاه Soxtec استخراج می شود. در نهایت بالن استخراج از دستگاه جدا گردیده و باقی مانده حلال با حمام آب تبخیر شد. سپس جهت خشک شدن بالن تا رسیدن به وزن نهایی آن را در آون قرار داده، بعد از سرد شدن در دسیکاتور، مقدار چربی تام نمونه به دست خواهد آمد. درصد چربی نمونه با استفاده از فرمول زیر تعیین می گردد.

وزن نمونه / [۱۰۰ * (وزن اولیه بالن - وزن ثانویه بالن)] = درصد چربی

سنجش پروتئین به روش کجلدال و با استفاده از دستگاه Kjeldtherm انجام شد. ۱ گرم از نمونه همگن شده را به همراه ۲۰ میلی لیتر اسید سولفوریک غلیظ و ۸ گرم کاتالیزور در تیوپ مخصوص قرار داده و به دستگاه هضم کجلدال منتقل شد. به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۲۵۰ درجه و ۴۵ دقیقه در دمای ۴۱۰ درجه سلسیوس هضم صورت گرفت. سپس نمونه را در دستگاه تقطیر قرار داده شد. ۸۰ میلی لیتر آب مقطر و ۸۰ میلی لیتر سود ۳۲ درصد به صورت خودکار به نمونه افزوده می شود. بخارات حاصل از تقطیر در ظرف حاوی اسیدبوریک ۲ درصد و چند قطره معرف وارد شد و در پایان HCL ۰/۱ نرمال تیتراژ گردید. میزان نیتروژن نمونه از طریق فرمول زیر محاسبه و با ضرب عدد به دست آمده در ۶/۲۵ میزان پروتئین نمونه تعیین خواهد شد.

۰/۱ * ۱/۴۰۰۷ * حجم HCL مصرفی = درصد نیتروژن

مقدار خاکستر نمونه به‌وسیله کوره الکتریکی تعیین شد ۱۰ گرم از نمونه را در بوتله چینی ریخته و در کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰-۵۰۰ درجه سلسیوس قرار داده، هنگامی که به رنگ خاکستری روشن درآمد آن را از کوره خارج کردیم. مواد باقی‌مانده در بوتله چینی بیانگر مقدار خاکستر نمونه می‌باشد.

وزن نمونه / [۱۰۰* (وزن اولیه بوتله - وزن ثانویه بوتله)] = درصد خاکستر

جهت اندازه‌گیری پروفیل اسیدهای چرب، فیله ماهی را به‌صورت منجمد به آزمایشگاه تغذیه دام دانشگاه تربیت مدرس فرستاده شد. آنالیز اسیدهای چرب نمونه، به روش مورف (۱۹۹۳) انجام شد. نوع و غلظت اسیدهای چرب با دستگاه گازکروماتوگرافی (GC unit, Unicam 4600, USA) تعیین شد. دستگاه مجهز به آشکارساز، یونیزه کننده شعله و ستون موئین با ابعاد ۳۰ متر در ۰/۲۲ میکرو متر در ۰/۲۵ بود و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. دمای آون و ستون دستگاه مطابق برنامه دمایی داده شده به‌این صورت تنظیم شده بود که زمان اولیه ۱۴۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۵ دقیقه بود. طی مدت ۹ دقیقه دما به ۱۸۰ درجه سلسیوس و سپس از ۱۸۰ به ۲۰۰ درجه سلسیوس رسید و تا پایان کار در این دما باقی‌ماند. کل زمان شناسایی ۲۵ دقیقه بود. دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سلسیوس، دمای محل تزریق ۲۵۰ درجه سلسیوس و فشار سر ستون BPXV۰ بود.

جهت اندازه‌گیری عدد پراکسید نمونه‌ها، فیله ماهیان پس از دوره انجماد در کنار یخ خشک به آزمایشگاه دامپزشکی اهواز فرستاده شد. ۵۰ گرم از نمونه را درون ارلن ۵۰۰ میلی‌لیتر ریخته و به هر یک از ظروف ۲۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم اضافه گردید. برای انجام عمل استخراج، ارلن‌ها روی شیکر به‌مدت ۲ ساعت تکان داده شدند. سپس محتوای ارلن‌ها را صاف کرده و محلول زیر صافی به ارلن‌های در سمباده‌ای منتقل شد. جهت تبخیر حلال نمونه‌ها به تبخیرکننده چرخان منتقل و پس از تبخیر حلال، وزن روغن باقیمانده در ارلن تعیین شد. به‌منظور اندازه‌گیری پراکسید طبق روش (۲۰۰۵) AOAC روغن استخراجی در ۳۰ میلی‌لیتر مخلوط اسید استیک کلروفرم حل شده و به، به مخلوط حاصل ۰/۵ میلی‌لیتر یدور پتاسیم اشباع اضافه و مخلوط به‌مدت یک دقیقه به شدت تکان داده شد (AOAC, ۲۰۰۵) سپس ۳۰ میلی‌لیتر آب مقرر به مخلوط اضافه شد. پس از اختلاط کامل، مخلوط با محلول تیوسولفات سدیم ۰/۰۱ نرمال ت ظهور رنگ زرد روشن تیترا شد. سپس ۰/۵ معرف نشاسته ۰/۰۱ به مخلوط اضافه شد و رنگ مخلوط به آبی تیره تبدیل شد. عمل تیتراسیون تا حذف رنگ آبی و ظهور رنگ روشن ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل آماری: به منظور آنالیز آماری داده‌ها ابتدا با استفاده از نرم‌افزار SPSS و آزمون Kolmogorov-Smirnov نرمال بودن پراکنش داده‌ها مشخص شد و سپس با استفاده از آزمون (One – way ANOVA) وجود یا عدم وجود اختلاف بین تیمارها مورد بررسی قرار گرفت و پس از مشاهده اختلاف معنی‌دار، از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف بین تیمارها استفاده گردید. جهت رسم نمودارها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

در جدول ۱ تغییرات اسیدهای چرب ماهی شعری طی فرآیند سرخ کردن به تفکیک هر نوع اسید با میزان غلظت هر کدام نشان داده شده است. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که پروفیل اسیدهای چرب تحت تأثیر فرآیند پخت دستخوش تغییرات می‌شود. نتایج به‌دست آمده از این مطالعه هم‌چنین نشان داد که میزان اسیدهای چرب اشباع در نمونه سرخ شده نسبت به نمونه خام افزایش یافته است. اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در نمونه خام بالاترین مقدار را نشان داد ولی در طی پخت کاهش یافت. از بین اسیدهای چرب مونو غیراشباع مورد ارزیابی در این مطالعه، بالاترین درصد متعلق به اولئیک‌اسید (C18:1c) با ۲۳/۵۷ درصد در نمونه خام بود. میزان اسیدهای چرب مونو غیراشباع به غیر از C17:1 و C22:1 در نمونه سرخ شده با اعمال روش‌های مختلف پخت کاهش یافت. اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در فیله ماهی سرخ شده نسبت به نمونه خام بالاتر بود بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق فرآیند سرخ شدن موجب افزایش اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) فیله ماهی شعری گردید. در بررسی حاضر اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ در نمونه‌های سرخ شده افزایش یافته است. نسبت بین اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ با اعمال پخت کاهش، اما نسبت DHA/EPA در نمونه‌های سرخ شده نسبت به نمونه خام افزایش چشمگیری نشان داد.

بهره‌برداری و پرورش آبزیان (ع)، شماره (ع) زمستان ۱۳۹۴

جدول ۱: پروفیل اسیدهای چرب ماهی شعری طی فرایند سرخ کردن بر حسب درصد از کل اسیدهای چرب

ترکیب اسید چرب	نمونه خام	نمونه سرخ شده
C14:0	۲/۳۲±۰/۶۵ ^a	۱/۹۷±۰/۶۵ ^b
C16:0	۲۶/۳۱±۰/۵۶ ^a	۲۵/۴۴±۰/۱۲۳ ^a
C16:1	۴/۱۹±۰/۰۵ ^a	۲/۴۱±۰/۰۰۰ ^b
C17:0	۱/۸۹±۰/۰۴ ^a	۱/۴۴±۰/۰۰۸ ^b
C17:1	۰/۶۶±۰/۰۱ ^a	۰/۷۳±۰/۰۱ ^b
C18:0	۹/۴۶±۰/۰۶ ^a	۱۰/۴۹±۰/۰۶ ^b
C18:1(n-9)C	۳۲/۵۷±۰/۲۳ ^a	۳۲/۰۹±۰/۱۳ ^a
C18:1(n-9)T	۳/۰۷±۰/۰۳ ^a	۲/۷۱±۰/۰۳ ^a
C18:2(n-6)C	۲/۵۳±۰/۰۳ ^a	۴/۰۶±۰/۰۵ ^b
C18:3(n-3) ω3	۰/۲۸±۰/۰۱ ^a	۰/۴۱±۰/۰۱ ^b
C20:0	۰/۵۱±۰/۰۲۵ ^a	۰/۳۷±۰/۰۰۰ ^b
C20:1	۰/۷۵±۰/۰۳ ^a	۰/۵۷±۰/۰۱ ^b
C20:2	۰/۶۵±۰/۰۴ ^a	۰/۴۵±۰/۰۱ ^b
C20:3 ω9	۰/۴۸±۰/۰۵ ^a	۰/۱۱±۰/۰۱ ^b
C20:3 ω3	۰/۵۸±۰/۰۶ ^a	۰/۵۰±۰/۰۱ ^a
C20:4(n-6)ARA	۴/۶۲±۰/۰۹ ^a	۶/۵۷±۰/۰۴ ^b
C22:0	۰/۴۹±۰/۰۳ ^a	۰/۳۳±۰/۰۰۰ ^b
C22:1	۰/۱۷±۰/۰۴ ^a	۰/۲۰±۰/۰۱ ^a
C20:5(n-3)EPA	۳/۳۷±۰/۰۷ ^a	۳/۳۴±۰/۰۱ ^a
C22:4 ω6 DTA	۱/۳۴±۰/۰۳ ^a	۱/۸۴±۰/۰۰۰ ^b
C24:0	۱/۳۵±۰/۰۴ ^a	۲/۹۲±۰/۰۰۰ ^b
C22:5 ω6	۰/۱۱±۰/۰۱ ^a	۰/۰۶±۰/۰۱ ^b
C22:5 ω3 DPA	۲/۲۱±۰/۰۱ ^a	۲/۴۴±۰/۰۳ ^b
C22:6(n-3) DHA	۹/۸۱±۰/۰۶ ^a	۱۰/۵۵±۰/۰۳ ^b
□SFA	۴۱/۶۳	۴۲/۸۱
MUFA	۳۲/۲۶	۳۰/۷۱
PUFA	۱۲/۴۳	۱۵/۴۴
HUFA	۱۲/۷۲	۱۷/۷۹
∑n3	۱۶/۸۵	۱۷/۲۲
∑n6	۸/۵۳	۱۲/۵۳
DHA/EPA	۳	۳/۸۵
∑n3/∑n6	۱/۸۹	۱/۳۷

حروف مشابه در هر ردیف نشان دهنده ی عدم وجود اختلاف معنی دار است (P>0/05).

جدول ۲- ترکیبات تقریبی فیله خام و سرخ شده ماهی شعری طی فرایند سرخ کردن.

نمونه	رطوبت (درصد)	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	عدد پراکسید
نمونه خام	۷/۰۹±۰/۱۶ ^a	۷۹/۴۱±۰/۹۹ ^a	۸/۵۹±۰/۸۸ ^a	۷/۵۱±۰/۵۸ ^a	صفر ^a
نمونه سرخ شده	۲/۶۵±۰/۱۵ ^c	۷۲/۶۴±۰/۹۱ ^c	۱۷/۰±۰/۹۴ ^c	۵/۰۴±۰/۲۶ ^b	صفر ^a

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار است (P>۰/۰۵).

نتایج به دست آمده نشان داد که میزان رطوبت طی فرآیند سرخ کردن کاهش یافت به طوری که از ۷/۰۹ درصد در نمونه خام به ۲/۶۵ درصد در نمونه سرخ شده رسید. میزان پروتئین نمونه‌های سرخ شده با ۷۲/۶۴ درصد در مقایسه با نمونه خام کاهش معنی‌داری نشان داد. درصد چربی نمونه‌ها نیز طی فراوری سرخ کردن تغییر کرد به گونه‌ای که فیله ماهی سرخ شده بالاترین میزان چربی را نشان داد. از لحاظ درصد خاکستر، نمونه سرخ شده نسبت به دیگر نمونه‌ها اختلاف معنی‌داری نشان داد. عدد پراکسید هیپوکلریت اختلاف معنی‌داری را نشان نداد و در هر دو نمونه خام و سرخ شده میزان آن صفر گزارش شد.

بحث

ترکیبات شیمیایی ماهی طی فرآیند پخت به روش‌های مختلف دستخوش تغییراتی می‌گردد که توجه به این موضوع جهت حفظ و بهبود ارزش غذایی محصولات تولیدی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در مطالعه حاضر نیز تغییرات چشمگیری در ترکیبات تقریبی فیله ماهی شعری طی فرآیند سرخ شدن نسبت به نمونه خام مشاهده شد. پروتئین‌های گوشت ماهی طی فرآیند پخت دناتوره شده و تجمع آن‌ها سبب اتصال مولکول‌های پروتئین به یکدیگر و انقباض رشته‌های اکتین، میوزین و کلاژن و در نتیجه ظاهر شدن گروه‌های آب‌گریز در سطح پروتئین می‌شود که طی آن واکنش‌های جدیدی بین مولکول‌های پروتئین رخ می‌دهد که به متراکم شدن ساختمان پروتئین منجر خواهد شد. بنابراین آبی که از عضله خارج می‌شود باعث کاهش رطوبت فیله خواهد شد (استرت و همکاران، ۲۰۰۷). در این تحقیق نیز درصد رطوبت نمونه‌های سرخ شده نسبت به نمونه خام کاهش معنی‌داری نشان داد که این کاهش رطوبت خود منجر به افزایش سایر ترکیبات شیمیایی خواهد شد که مقدار آن به روش پخت نمونه بستگی دارد (پیرسون و داتسون، ۱۹۷۷). گوکولو و همکاران (۲۰۰۴) به تأثیر ۵ روش متفاوت پخت بر ترکیبات شیمیایی و مواد معدنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پرداختند. روش‌های پخت شامل میکروویو، سرخ کردن، آب‌پز، کبابی و فر بود. نتایج مطالعه ایشان حاکی از کاهش میزان رطوبت در تیمار سرخ شده بود و بالاترین میزان رطوبت نیز در نمونه خام به دست آمد که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. نتایج حاصله از این پژوهش بیانگر افزایش معنی‌دار درصد چربی طی فرآیند سرخ کردن بود که با مطالعات دیگر محققین مشابه بود. افزایش چربی می‌تواند در ارتباط با جذب روغن طی عمل‌آوری به علت نفوذ روغن به درون غذا بعد از خروج آب توسط بخار باشد (وبر و همکاران،

۲۰۰۸). طی مطالعات چوبرت و باکوناد (۲۰۰۹) که در ارتباط با اثر روش‌های پخت بر کیفیت فیله ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفت مشخص شد که، طی فرآیند پخت میزان چربی موجود در نمونه افزایش می‌یابد که این موضوع ارتباط معکوس بین مقادیر آب و چربی را تأیید می‌کند. در بررسی دیگری که در ارتباط با اثر پخت بر ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت گرفته نیز مشخص شد که درصد چربی فیله ماهی پس از پخت به روش‌های مختلف افزایش چشمگیری داشت (گوکوگلو و همکاران، ۲۰۰۴). در جریان سرخ کردن ماهی رطوبت ماده غذایی تبخیر شده که این امر سبب ایجاد منافذی در ماده غذایی گردیده و موجب جذب فیزیکی روغن از محیط می‌شود (سانچز- مونیز و همکاران، ۱۹۹۲؛ باکار و همکاران، ۲۰۰۸). مشابه این نتایج در مطالعه زکی‌پور رحیم‌آبادی و همکاران (۲۰۱۱) مشاهده شد که طبق مطالعه ایشان تغییر عمده در خلال سرخ کردن فیش فینگرهای ماهی کپور معمولی در روغن آفتابگردان مایع افزایش معنی‌دار محتوای چربی می‌باشد. ساگی و دانا (۲۰۰۳) نیز اعلام کردند که فرآیند سرخ کردن نسبت به سایر روش‌های پخت تأثیر بیشتری در افزایش درصد چربی در نمونه حرارت دیده دارد. آگرن وهانین (۱۹۹۳) به این نتیجه رسیدند که روغن افزوده شده به نمونه در طی فرآیند سرخ کردن به‌طور عمده تعیین‌کننده محتوای چربی ماهیان کوچک و لاغر است. در بررسی حاضر در نمونه‌های سرخ شده میزان اسیدهای چرب مونوغیراشباع کاهش و میزان اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع مرکب افزایش یافت که نتایج به‌دست آمده در این تحقیق در راستا با نتایج دیگر محققان بود. طبق مطالعه قیومی جونبانی و همکاران (۲۰۱۱) اعمال روش‌های پخت کاهش اسیدهای چرب مونوغیراشباع و افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع مرکب در فیله ماهی تیلایپای نیل را در پی داشت، این درحالی است که میزان اسیدهای چرب اشباع در نمونه سرخ شده افزایش یافته بود. بیشترین میزان EPA متعلق به نمونه سرخ شده بود که با نتایج به‌دست آمده از این تحقیق مطابقت داشت. همچنین میزان DHA در نمونه سرخ شده بالاترین مقدار را نشان داد که با نتایج مطالعه مذکور هماهنگ بود. اعمال روش‌های پخت به‌دلیل ناپایداری پیوندهای غیراشباع مرکب نسبت به پیوندهای اشباع می‌تواند باعث افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع مرکب گردد که این امر سبب بدطعمی و بدبویی غذا نیز می‌گردد (قیومی جونبانی، ۲۰۱۱). تأثیر طبخ به شیوه‌های مختلف روی محتوای چربی کل و ترکیب اسیدهای چرب در ماهی شیر (*Scomberomorous commerson*) نیز توسط زکی‌پور رحیم‌آبادی و همکاران در سال ۲۰۱۱ بررسی گردید و بیان شد که نسبت بین اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ فیله سرخ شده نسبت به فیله خام کاهش یافته است. این نسبت به‌عنوان

شاخصی برای بررسی ارزش غذایی نسبی روغن ماهی در ماهیان مختلف به طور مقایسه‌ای استفاده می‌گردد (پیگوت و توکر، ۱۹۹۰). مشخصات اسیدهای چرب در این مطالعه با نتایج به دست آمده توسط وو و مو (۲۰۰۸) و اجاق و همکاران (۲۰۰۹) مشابه بود.

حرارت‌دهی در جریان پروسه پخت سبب انجام تغییراتی نظیر اکسید شدن چربی در ماده غذایی می‌گردد (فوگرتی و فورد، ۱۹۹۰؛ ساغیر و همکاران، ۲۰۰۵). در این تحقیق هیچگونه اختلاف معنی‌داری بین عدد پراکسید نمونه‌های پخته در مقایسه با نمونه خام مشاهده نشد که با نتایج حاصل از مطالعه زکی‌پور رحیم‌آبادی و همکاران (۲۰۱۱) مشابه بود.

نتیجه‌گیری

در مجموع این تحقیق می‌توان نتیجه گرفت که اعمال روش سرخ کردن اثر مثبتی بر ترکیبات شیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب فیله ماهی شعری دارد به گونه‌ای که فرآیند سرخ شدن باعث افزایش میزان چربی و کاهش درصد رطوبت فیله ماهی شعری شد. همچنین در طی عمل‌آوری میزان اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره و درصد اسیدهای چرب امگا-۳ و امگا-۶ نمونه‌ها افزایش چشمگیری نشان داد.

سپاسگزاری

از تمامی مسئولین و کارشناسان محترم دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان به خصوص پرسنل محترم دانشکده منابع طبیعی و گروه شیلات که ما را در انجام این پروژه حمایت کردند، کمال تشکر و قدردانی را می‌نماییم.

منابع

1. Jannet alipour, H., Shabanpour, B., and Sadeghi Mahunak, A.R. 2011. Changes in protein function of fillet sturgeon (*Acipenser persicus*) during the curing process, Journal of Food Technology Research. 21, 4: 451-443. (In Persian)
2. Jannet alipour, H., Shabanpour, B., and Sadeghi Mahunak, A.R. 2009. The effect of frying process on the nutritional properties of sturgeon fish fillets. (*Acipenser persicus*) Journal of Food Processing and Preservation, I, 2: 46-33. (In Persian)
3. Zakipour Rahim Abadi, A., Elyasi, A., Sahary, M.A., and Zare, P. 2011. The effects of frying on chemical and fatty acids properties of fish finger produced

- from minced meat and surimi common carp (*Cyprinus carpio*), Journal of Food Science and Technology, 8, 29: 9-13. (In Persian)
- Gheyoomi Junyani, A., Shoshkho, G., Matlebi, A.A., and Moradi, Y. 2011. The effect of different cooking methods on fatty acid composition of tilapia fillet (*Oreochromis niloticus*) The Iran Journal of Fisheries, 20, 2: 97-108. (In Persian).
 - Moslemi, M., Hosseini, H., khaksar, R., Taslimi, A., Kafshdozan, K., and Shahraz, F. 2010. The impact of cooking and length of storage on fatty acid composition and properties of microbial, chemical and sensory properties of products containing 40% beef meat produced from soybean oil and canola, Food Science and Nutrition, 5, 1: 29-38 (In Persian).
 - Wahab nejad, A. 2008. Population dynamics and reproductive biology of fish (*Lethrinus nebulosus*) in northern coastal waters of Hormozgan Province (Persian Gulf and Oman Sea), marine biology Master's Thesis (sea animals), University of Tarbiat Modares, 73-1. (In Persian)
 - Agren, J.J., and Hanninen, O. 1993. Effects of cooking on the fatty acids of three fresh water fish species, Food Chemistry. 46: 377-382.
 - AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 2005, Official Methods of analysis, Arlington, Virginia.
 - Bongar, A. 1998. Comparative study of fryung to the other cooking techniques Influence on the nutritive value, Grassasy Aceites, Pp: 250-260.
 - Choubert, G., and Baccaunaud, M. 2009. Effect of moist or dry heat cooking procedures on carotenoid retention and colour of fillets of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed astaxanthin or canthaxanthin. Food Chemistry. 27: 265-9.
 - Demam, J.M. 1990. Principles of food chemistry. 2st ed. Gaithersburg, Aspen publisher.
 - Fogerty, D., and Ford, G.L. 1990. Changes in the composition of the fatty acids and aldehydes of meat lipids after heating. International Journal of Food Science and Technology. 25, 3: 304- 312.
 - 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.
 - Gladyshev, M.L., Sushchik, N.N., Gubanenko, G.A., Demirchieva, S.M., and Kalachovam G.S. 2006. Effect of way of cooking on content of essential poly unsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). Food Chemistry, 96, 3: 446-451.
 - Gokoglu, N., Yerlikaya, P., and Cengiz, E. 2004. Effect of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Food Chemistry. 84: 19-22.

16. 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.
17. Murph, R.G. 1993. Handbook of lipids research, 7, Mass spectrometry of lipids. Plenum press, 290p.
18. Ojagh, S.M., Rezaei, M., and Khorramgah, M. 2009. The investigation of nutritional composition and fatty acids in muscle of common carp (*Cyprinus carpio*) and grass carp (*Ctenophryngodon idella*). Journal of Food Science and Technology. 6: 77-83
19. Orak, H.H., and Kayisoglu, S. 2008. Quality changes in whole, gutted and filleted three fish species (*gadus euxinus*, *mugil cephalus*, *engraulis encrasicolus*) at frozen storage period (-26°C). Acta Sci Pol Technol Aliment. 7, 3: 15-28.
20. Oroszvari, B.K., Bayod, E., Sjolholm, I., and Tornberg, E. 2006. The mechanisms controlling heat and mass transfer on frying of beefburgers. III. Mass transfer evolution during frying. Journal of Food Engineering. 76: 169-178.
21. Pearson, A.M., and Dutson, T.R. 1997. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products: Advances in Meat Research. Chapman and Hall, London.
22. Pigott, G.M., and Tucker, B.W. 1990. Seafood: effects of technology on nutrition New York: Marcel Dekker, Inc, Pp: 221-228.
23. Puwastien, P., Judprasong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L. 1999. Proximate composition of cooked Thai freshwater and marine fish, Journal of Food Composition and Analysis. 12: 9-16.
24. Resurreccion, A.V.A. 1994. Cookery in muscle food, In: Muscel foods, meat, poultry and seafood technology. (ED. Donald, M., Kinsman, Anthony, W., Kotula, Burdette, C., Breidenstein). Chapman and Hall, New York, USA. Pp: 406-430.
25. Saghiri, S., Wagner, K.H., and Elmadfa, I. 2005. Lipid oxidation of beef fillets during braising with different cooking oil, Meat Science. 71, 3: 440- 445.
26. Straadt, I.K., Rasmussen, M., Anderson, H.J., and Bertram, H.C. 2007. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss: a combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. Meat Science. 75, 4: 687-95.
27. Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victorio, A.M., and Emanuelli, T. 2008, Effects of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of Silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. Food Chemistry. 140-146.

28. Wu, T., and Mao, L. 2008. Influences of hot air drying and microwave drying on nutritional and odorous properties of grass carp (*Ctenopharyngodon idellus*) fillets. Food Chemistry. 110: 647-653.