نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۵، ص. ۶۳۸-۶۳۰

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 5, Dec- Jan 2017, p. 630-638

تاثیر روش‌های مختلف پخت بر تغییرات اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، فلزات سنگین (نیکل، کروم، کبالت، کادمیوم، سرب) و خواص حسی ماهی آمور (*Ctenopharyngodonidella*)

سارا گل گلی پور[۱]، آی ناز خدانظری*[۲] و کمال غانمی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۲/۰۸/ ۱۳۹۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۳۰

چکیده

این پژوهش با هدف تاثیرروش‌های پخت (بخارپز، آب‌پز، مایکروویو، سرخ کردن تابه‌ای، سرخ کردن عمیق) بر تغییرات اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، فلزات سنگین (کبالت، سرب، کادمیوم، کروم، نیکل) و خواص حسی ماهی آمور (*Ctenopharyngodonidella*) انجام شد. پخت ماهی آمور طبق تکنیک‌های معمول مصرف‌کننده تهیه شد: آب‌پز، بخارپز، سرخ‌کردن تابه‌ای (بدون افزودن روغن)، سرخ‌کردن عمیق (در روغن زیتون) و مایکروویو. روش‌های پخت بخارپز و سرخ‌کردن عمیق منجر به افزایش تیوباربیتوریک اسید شد، در حالی که در روش‌های پختآب‌پز و سرخ کردن تابه‌ای میزان تیوباربیتوریک اسید تغییری نداشتند. میزان اسیدهای چرب آزاد فیله‌ها با روش‌های مختلف پخت بطور معنی‌داری کاهش یافت.نیکل در روش‌های پخت آب‌پز، سرخ‌کردن تابه‌ای و سرخ‌کردن عمیق شناسایی نشد. محتوی کروم در نمونه‌های پخته شده در مقایسه با سایر روش‌های پخت تفاوت معنی‌داری نداشت($P>0/05$).محتوی کبالت در همه نمونه‌ها زیر محدوده شناسایی بود.کادمیوم تنها در روش پخت مایکروویو شناسایی شد. مقدار سرب در طی پخت فیله‌ها افزایش یافت. نتایج خواص حسی نشان داد که بافت، بو، مزه رنگ و پذیرش کلی در روش پخت سرخ‌کردن عمیق،امتیاز مطلوبیت را بهبود بخشید و تفاوت معنی‌داری بین روش‌ها آب‌پز، بخارپز و سرخ‌کردن تابه‌ای وجود نداشت.

واژه‌های کلیدی: ماهی آمور، روش‌های پخت، تیوباربیتوریک اسید، اسیدهای چرب آزاد، فلزات سنگین، خواص حسی.

مقدمه

ماهی آمور (*Ctenopharyngodonidella*) یکی از گونه‌های مهم پرورشی در ایران می‌باشد که اصطلاحاً ماهی سفید پرورشی نیزنامیده می‌شود.مصرف ماهیان پرورشی به دلیل اینکه بصورت زنده یا خیلی تازه از استخر بدست مصرف‌کنندگان می‌رسند و همچنین به دلیل ارزان قیمت بودن، بسیار مورد توجه است. انجمن قلب آمریکا، استفاده حداقل ۲ بار ماهی در هفته را برای جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی توصیه می کند (Ozogul*et al*., 2006). در برخی کشورها، ماهی بصورت خام مصرف می‌گردد اما معمولاً از طریق روش‌های مختلف از قبیل آب‌پز کردن، گریل‌کردن و سرخ‌کردن، قبل از مصرف مورد فرآوری قرار می‌گیرد (Ersoy*et al*., 2006). از طرف دیگر، در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های پخت دیگر مانند مایکروویو و آون نیز بطور گسترده مورد استفاده قرار گرفته است (Arias *et al*., 2003). گوشت قرمز و ماهی پخته شده دارای قابلیت هضم بیشتری در مقایسه با نمونه خام می‌باشند.گرما (آب‌پز، بخارپز، سرخ‌کردن، مایکروویو) مورد استفاده در غذا، جهت افزایش طعم، مزه و غیرفعال نمودن میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و افزایش ماندگاری محصول موثر می‌باشد (Ersoy and Özeren, 2009). هر چند که استفاده از حرارت می‌تواند منجر به تغییرات نامطلوب مانند کاهش ارزش تغذیه‌ای غذایی گردد. بیشترین تغییرات مسائل کیفی در تولیدات ماهی پخته شده در ارتباط مستقیم با کیفیت ماده خام اولیه است (Rodríguez *etal*., 2008).

بطور کلی سه روش پخت ماهی شامل حرارت خشک، حرارت مرطوب و روش‌های ترکیبی وجود دارد. در روش حرارت خشک، غذا

۱و ۲- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و استادیار، گروه شیلات، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
۳- استادیار، گروه شیمی دریا، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر
(* - نویسنده مسئول: Email: khodanazary@yahoo.com)

با هوا یا روغن داغ یا (سرخ کردن تابه‌ای[1]، سرخ‌کردن عمیق[2]، گریل کردن[3]) پخته می‌شود. در روش حرارت مرطوب، غذا با مایع (معمولاً آب یا بخار آب) مانند آب‌پز کردن[4]، بخار پزکردن[5] پخته می‌شود. روش‌های ترکیبی پخت که ترکیب روش‌های حرارت خشک و حرارت مرطوب می‌باشد (Moradi*etal*., 2011).

ارزش تغذیه‌ای ماهی می‌تواند از طریق روش‌های مختلف فرآوری و پخت تحت تاثیر قرار گیرد (Gokoglu*et al*., 2004، Moradi*et al*., 2011). مقدار و خصوصیات چربی غذا، بخصوص غذاهای دریایی، به دلیل نقش در سلامت انسان بسیار حائز اهمیت می‌باشند. چربی ماهی محتوی اسیدهای چرب با زنجیره طویل می‌باشند که دارای ۵ یا ۶ پیوند دوگانه می‌باشند (Bakar*et al*., 2008).فرآیندهای حرارتی مانند پختن باعث برخی واکنش‌ها مانند اکسیداسیون چربی در غذا می‌شوند که منجر به ایجاد تغییرات در ترکیبات غذایی می‌گردند (Bakar*etal*., 2008 و Weber *etal*., 2008).لیپیدها در عضله تیره ماهیان در مقایسه با عضله سفید ممکن است به دلیل تفاوت ترکیبات اسیدهای چرب بیشتر در معرض اکسیداسیون چربی باشند (Tichivangana and Morrissey, 1982).تاثیر روش‌های مختلف پخت بر روی اکسیداسیون چربی در گونه‌های مختلف ماهیان مورد مطالعه قرار گرفته است (Gokoglu *et al*., 2004، Ersoy*et al*., 2006، Türkkan*et al*., 2008، Weber *et al*., 2008). اثرات روش‌های مختلف پخت بر روی کیفیت مغذی ماهیان از اهمیت زیادی برخوردار است.پیشرفت فرآیند اکسیداسیون چربی به روش، دما و زمان پخت بستگی دارد (Broncano*et al*., 2009).محصولات مواد اولیه اکسیداسیون (هیدروپراکسیدها) ناپایدار و مستعد تجزیه می‌باشند. محصولات ثانویه اکسیداسیون شامل آلدهیدها، کتون‌ها، الکل‌ها، هیدروکربن‌ها، اسیدهای آلی و ترکیبات اپوکسی می‌باشد (Shahidi and Zhong, 2005). مالون‌آلدهید یک ترکیب جزیی از اسیدهای چرب با سه پیوند دوگانه و یا بیشتر از آن است که در اثر تجزیه اسیدهای چرب چندغیراشباعی طی اکسیداسیون چربی تشکیل می‌شود. این ماده معمولا به‌عنوان شاخصی در ارزیابی روند تغییرات اکسیداسیون چربی استفاده می‌شود (Shahidi and Zhong, 2005). به اثبات رسیده است که محصولات حاصل از اکسیداسیون چربی منجر به تصلب شراین، بیماری آلزایمر، سرطان، تورم و قرمزی و پیری می گردد (Broncano *et al*., 2009). وجود اسید چرب آزاد به واسطه اکسایش و آبکافت آنزیمی چربی‌های استری بوده و یک ترکیب نامطلوب می‌باشد چون اسیدهای چرب آزاد می‌توانند به ترکیبات فرار بدبو تبدیل شوند(Ozyurt*et al*., ،Rezaei and Hosseini, 2008 2009). با اینکه تولید اسیدهای چرب آزاد به خودی خود منجر به افت کیفیت تغذیه‌ای نمی‌شود اما آزمون میزان آبکافت چربی بنظر مهم می‌رسد چون آبکافت چربی در شرایط سرما نیز ادامه می‌یابد که تاثیر شدیدی بر اکسیداسیون چربی و دناتوره شدن پروتئین دارد(Aubourg, 1993). اسیدهای چرب آزاد ممکن است با پروتئین‌های میوفیبریل ترکیب شوند و منجر به دناتوره شدن پروتئین‌ها می‌گردد (Pacheco- Aguilar *et al*., 2000). تأثیر پرواکسیدانی اسیدهای چرب آزاد بر چربی نیز گزارش شده است بدین صورت که اسیدهای چرب آزاد بر گروه کربوکسیل اثر تحریک‌کننده[6] داشته و تشکیل هیدروپروکسیدها و متعاقبا رادیکال‌های آزاد را تسریع می‌بخشد. علاوه بر این به دلیل کوچک بودن اندازه مولکول‌های اسید چرب آزاد نسبت به چربی‌های بزرگتر (مهمترین آنها تری آسیل - گلیسرول‌ها و فسفولیپیدها) بیشتر در معرض اکسیداسیون توسط آنزیم‌هایی چون لیپازها و فسفولیپازها می‌باشد. این مسئله به شدت بر کیفیت حسی فراورده‌های غذایی دریایی تاثیرگذار است (Losada*et al*., 2007).

علی‌رغم ارزش تغذیه‌ای ماهی از جمله اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ۳، اسیدهای آمینه ضروری، عناصر کمیاب و ویتامین‌ها، در غذاهای دریایی فلزات سنگین تجمع می‌یابند که برای سلامت انسان مضر می‌باشند (Kalogeropoulos *et al*., 2012). آلودگی محیط‌های آبی با فلزات سنگین به‌عنوان یکی از مسائل جدی در سال‌های اخیر مطرح است. فلزات سنگین در غلظت‌های بالا به دلیل سمیت و تجمع در بافتبرای تمام موجودات زنده بسیار خطرناک است (EmamiKhansari *et al*., 2005).بنابراین، تعیین غلظت فلزات سنگین در ماهیان بمنظور ارزیابی ریسک خطر مصرف ماهی در سلامت انسان دارای اهمیت می‌باشند (Ersoy and Özeren, 2009، عسگری و کمره‌ئی، ۱۳۸۸). مطالعات بسیاری جهت تعیین میزان فلزات سنگین در عضله ماهیان فرآوری شده انجام شده است (Atta *et al*., 1997، Ersoy and Özeren, 2009 Kalogeropoulos *et al*., 2012, Ersoy *et al*., 2006و).

روش‌های مختلف پخت بر خصوصیات کیفی ماهیان از جمله بافت، طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی تاثیر دارد (قیومی جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰). تولید بو و طعم در محصولات پخته شده فرآیند پیچیده‌ای است که در نتیجه واکنش ترکیبات متفاوت، محصولات ثانویه یا ترکیبات فرار[7] تولید می‌گردد (Pérez- Palacios *etal*., 2013، رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).ترکیبات فوران[8] عامل مهمی در

1Pan- frying
2 Deep- frying
3 Grilling
4 Poaching
5 Steaming

6 Catalytic effect
7 Volatile compounds
8 Furanic compounds

تشکیل بوی خاص در محصولات سرخ کردنی می‌باشد. ترکیبات فوران (فوران[1]، ۲- فورفورال[2]، فورفوریل الکل[3]، ۲- پنتیل فوران[4]، ۵- ۵- هیدورکسی متیل فورفورال[5]) ناپایدار و منجر به ایجاد بوی مطلوب مطلوب و دلپذیر می‌گردند (Pérez- Palacios *et al*., 2013). فوران می‌تواند از پیش‌سازهای متنوع طبیعی موجود در غذا مانند اسید آسکوربیک، کربوهیدرات‌ها، اسیدهای‌آمینه، اسیدهای چرب و کاراتنوئیدها تشکیل شود (Pérez- Palacios *et al*., 2013). همچنین از دیگر ترکیبات فرار (آلدهیدها، الکل‌ها، آلیفاتیک هیدروکربن‌ها، کتون‌ها، پیرازین‌ها، پیریدین‌ها، آروماتیک هیدروکربن‌ها، استرها) نقش مهمی در تولید بو و طعم در نمونه‌های سرخ شده دارند(Pérez- Palacios *et al*., 2013).

هدف از این مطالعه، تحقیق بر روی تغییرات اسیدهای چرب آزاد، تیوباربیتوریک اسید، فلزات سنگینو خواص حسی ماهی آمور با استفاده از روش‌های مختلف پخت (بخار پز، آب‌پز، مایکروویو، سرخ‌کردن تابه‌ای، سرخ‌کردن عمیق) بود.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

۳۶ قطعه ماهی آمور (*Ctenopharyngodonidella*) مهر ماه سال ۹۳ بصورت تازه از مزرعه پرورش ماهیان گرمابی شهید احمدیان شهرستان خرمشهر خریداری شدند. ماهیان بلافاصله در جعبه‌های یونولیتی حاوی یخ (نسبت ماهی به یخ ۱ به ۲ (وزنی/ وزنی)) نگهداری و در مدت کمتر از ۲ ساعت به آزمایشگاه فرآوری واقع در دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر منتقل گردیدند. متوسط وزن و طول ماهی آمور به ترتیب ۱۴۰۰ گرم و ۴۷/۳۳ سانتی‌متر بود. به محض ورود ماهیان آمور به آزمایشگاه فرآوری، با آب سرد شسته و سرزنی و تخلیه امعا و احشا شدند. از هر ماهی دو فیله تهیه شد. ۱۰۰ گرم نمونه از بخش فوقانی[6] خط جانبی فیله ماهی جهت پخت مورد استفاده قرار گرفت.این تحقیق شامل ۶ تیمار بود که از هر تیمار مورد آزمایش، ۳ تکرار در نظر گرفته شد. فاکتورهای کیفی چربی (تیوباربیتوریک اسید (TBA[7]) واسیدهای چرب آزاد (FFA[8])) و ترکیب فلزات سنگین پس از پخت فیله ماهی آمور انجام شدند. همچنین نمونه خام و پخته شده به‌منظور ارزیابی خواص حسی نمونه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند.

روش‌های مختلف پخت

نمونه‌های فیله ماهی طبق روش ارائه شده در دستورالعمل پخت غذاهای دریایی(AOAC ۹۷۶/۱۶) پخته شدند (Larsen *et al*., 2010). روش‌های پخت انتخاب شده در این تحقیق، روش‌های معمول فرآوری ماهی توسط مصرف‌کنندگان ایرانی بودند که شامل آب‌پز کردن[9]، بخارپز کردن[10]، مایکروویو، سرخ‌کردن تابه‌ای و سرخ‌کردن عمیق می‌باشند.

بخارپز کردن: فیله‌های ماهی در بخارپز استیل ضدزنگ، محتوی ۵۰۰ میلی‌لیترآب‌جوش، بر روی ظرف‌های ضدزنگ قرار گرفتند و درب بخارپز گذاشته شدند. نمونه‌های فیله ماهی در بخارپز به مدت ۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه قرار گرفتند تا فیله‌ها در نتیجه حرارت بخارآب پخته شدند. بعد از سپری شدن زمان پخت، فیله‌ها روی پارچه جاذب قرار گرفتند (Larsen *et al*., 2010).

آب‌پز کردن: فیله‌های ماهی در ظرف ضدزنگ، محتوی ۵۰۰ میلی‌لیتر آب جوش قرار گرفتند. درب ظرف محتوی نمونه ماهی کاملا بسته شدند. مدت زمات پخت ۳ دقیقه و ۳۰ ثانیه بود. بعد از سپری شدن زمان پخت، فیله‌ها روی پارچه جاذب قرار گرفتند (Larsen *et al*., 2010).

مایکروویو: نمونه‌های فیله ماهی در صفحه شیشه‌ای قرار گرفتند و دستگاه مایکروویو را روی قدرت ۱۰۰٪ (بالا) با موج ۲۴۵۰ MHz تنظیم و در مدت ۴۰ ثانیه نمونه‌ها پخته شدند. بعد از پخت، نمونه‌ها روی حوله جاذب قرار داده شدند (Larsen *et al*., 2010).

سرخ‌کردن تابه‌ای: فیله‌های ماهی را به تابه‌ای با دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد منتقل و بخش استخوانی فیله را به مدت ۳ دقیقه در تابه سرخ شدند و سپس از بخش پوست، فیله‌ها را به مدت ۳ دقیقه سرخ شدند (بدون اضافه کردن روغن) (Larsen *et al*., 2010).

سرخ‌کردن عمیق: نمونه فیله ماهی را در سبد سیمی توری شکل قرار داده و سپس در ماهیتابه محتوی روغن ذرتبا دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه غوطه‌ور شدند تا ماهی سرخ شد(Larsen *et al*., 2010).

بعد از اتمام فرآیند پخت، نمونه‌ها در دمای اتاق خنک شدند. نمونه‌های خنک شده در کیسه‌های فریزری در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان آنالیز قرار گرفتند.قبل از انجام آنالیزها، پوست و استخوان از فیله پخته شده جدا گردیدند. تمام نمونه‌ها در هر روش پخت با استفاده از همزن آشپزخانه همگن شدند.

1Furan
2 Furfural
3Furfurylalcohl
4Pentylfuran
5Hydroxymethylfurfural (HMF)
6 Anatomical section
7Thiobarbitoric acid
8Free fatty acid

9 Poaching
10 Steaming

اندازه‌گیری تیوباربیتوریک اسید

این شاخص طبق روشSiripatrawan and Noipha (۲۰۱۲) افزودن ۹۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر و ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۴ نرمال به ۱۰ گرم نمونه ماهی هموژن شده اندازه‌گیری شد. ۵ میلی-لیتر از مایع حاصل از تقطیر این مخلوط به ۵ میلی‌لیتر معرف تیوباربیتوریک اسید افزوده و به مدت ۳۵ دقیقه در دمای ۱۰۰ درجه قرار داده شد. پس از سرد شدن میزان جذب مایع صورتی حاصل در طول موج ۵۳۸ نانومتر در دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. عدد جذب خوانده شده در ثابت ۷/۸ ضرب شد تا میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه بدست آید (رابطه (۱)). میزان تیوباربیتوریک اسید بصورت میلی‌گرم مالون آلدهید اکیوالان بر کیلوگرم نمونه بیان شد.

$$TBA_{value} = 8.7Abs_{538} \quad (۱)$$

Abs_{538}=میزان جذب در طول موج ۵۳۸ نانومتر

اندازه‌گیری میزان اسیدهای چرب آزاد

میزان شاخص اسیدهای چرب آزاد با استخراج چربی از ۱۰ گرم نمونه گوشت با کمک کلروفرم/ متانول به روش Woyewoda و همکاران (۱۹۸۶) و تیتراسیون گروه‌های کربوکسیلیک آزاد موجود در آن با هیدروکسید سدیم صورت پذیرفت. کلروفرم، متانول و ۲-پروپانول به نسبت ۲:۱:۲ به همراه معرف متاکروزول ارغوانی به عصاره استخراج شده اضافه شد و تیتراسیون تا تغییر رنگ از زرد به آبی ادامه یافت. این شاخص با قرار دادن در رابطه (۲) اندازه گیری شد. نتایج بصورت درصد اولئیک اسید[1] بیان شد.

$$FFA = \frac{N\times(V2-V1)\times 2.82}{W} \quad (۲)$$

N= NaOH نرمالیته

V_2= مصرفی برای هر نمونهNaOH میلی‌لیتر

V_1= مصرفی برای نمونه شاهد (بلانک[2])NaOH میلی‌لیتر

W= وزن چربی (گرم)

اندازه‌گیری فلزات سنگین

سنجش فلزات سنگین (کبالت،نیکل، کروم، سرب و کادمیوم) طبق روش AOAC (۲۰۰۲) انجام گردید. ۱۵ گرم نمونه خشک شده را در هاون چینی پودر و در کوره با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک ساعت قرار داده شدند. به ازای هر یک ساعت، دمای کوره ۵۰ درجه سانتی‌گراد افزایش داده شد تا دمای کوره به ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد برسد. سپس نمونه‌ها به مدت ۸ ساعت در این دما نگهداری شدند. نمونه‌های خاکستر شده را با ۳-۱ میلی‌لیتر آب مقطر مرطوب کرده و جهت تبخیر شدن بر روی هات پلیت قرار گرفت و مجددا نمونه‌های خاکستر شده را در کوره به مدت یک تا دو ساعت در دمای کمتر از ۲۰۰ درجه سانتی گراد قرار داده شدند و دمای کوره به ازای هر یک ساعت، ۱۰۰-۵۰ درجه سانتی‌گراد بالا برده شد تا دما به ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد رسید. نمونه‌ها به مدت دو ساعت نیز در این دما نگهداری شدند. ۵ میلی‌لیتر HCl ۶ مولار را به بوته چینی اضافه شد تا خاکسترها از دیواره بوته چینی با اسید حل گردیده و نمونه‌ها روی هات پلیت قرار داده شدند تا اسید تبخیر شود. بمنظور هضم،نمونه‌ها به همراه ۳۰-۱۰ میلی‌لیتر HNO_3 ۰/۱ مولار حل گردید. پس از پوشاندن درب بوته‌های چینی، نمونه‌ها به مدت ۲-۱ ساعت در دمای اتاق قرار داده شدند. سپس نمونه‌ها از کاغذ صافی عبور داده شدند و در ظروف پلاستیکی نگهداری گردیدند. در نهایت میزان فلزات سنگین (نیکل، کروم، کبالت، کادمیوم و سرب) موجود در نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله ای GBC SavantAA ساخت کشور استرالیا سنجش شدند. منحنی خطی کالیبراسیون اندازه‌گیری فلزات نیکل، کادمیم در محدوده‌ی ۰/۱ تا µg/l ۴/۰ بود. برای فلزات کبالت، سرب و کروم منحنی کالیبراسیون از ۰/۴ تا µg/l ۴/۰ خطی بود (R^2>۰/۹۹۸۰). حد تشخیص روش برای تمام فلزات در محدوده‌ی ۰/۰۳ تا ۰/۰۵ µg/l بدست آمد.

ارزیابی حسی

ارزیابی نمونه‌ها توسط ۱۰ نفر از دانشجویان نیمه آموزش دیده دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر در دامنه سنی ۲۳ تا ۲۸ سال انجام پذیرفت. ۱/۵ درصد نمک به نمونه‌های ماهی اضافه گردید و سپس از طریق روش‌های مختلف پخت، فیله ماهیانطبخ شدند.بافت، طعم، بو، رنگ و پذیرش کلی نمونه‌ها با مقیاس هدونیک[3] (ASTM. (ASTM. 1969) (با اندکی تغییر) با اصطلاحات توصیفی ذیل رتبه‌بندی شدند: بافت (۵، سفتی[4]، قابلیت جویدن[5] و خاصیت ارتجاعی[6]، رنگ (۵، رنگ زرد طلائی روشن،۱،رنگ غیرشفاف)، طعم (۵، مطلوب، ۱، کاملا نامطلوب)، بو (۵، مطبوع، ۱، کاملا نامطبوع)، پذیرش کلی (۵، خیلی خوب، ۱، خیلی بد) (قیومی جونیانی و همکاران، ۱۳۹۰).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمون واریانس یک طرفه[7] بررسی شده و نتایج بصورت میانگین ± خطای معیار بیان شد. جهت انجام مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۰/۰۵

1Oleic acid
2 Blank

3 Hedonic
4 Firmness/ Toughness
5 Chewiness
6 Springiness
7 One- way ANOVA

با استفاده از نرم افزار آنالیز آماری 16SPSS استفاده گردید.

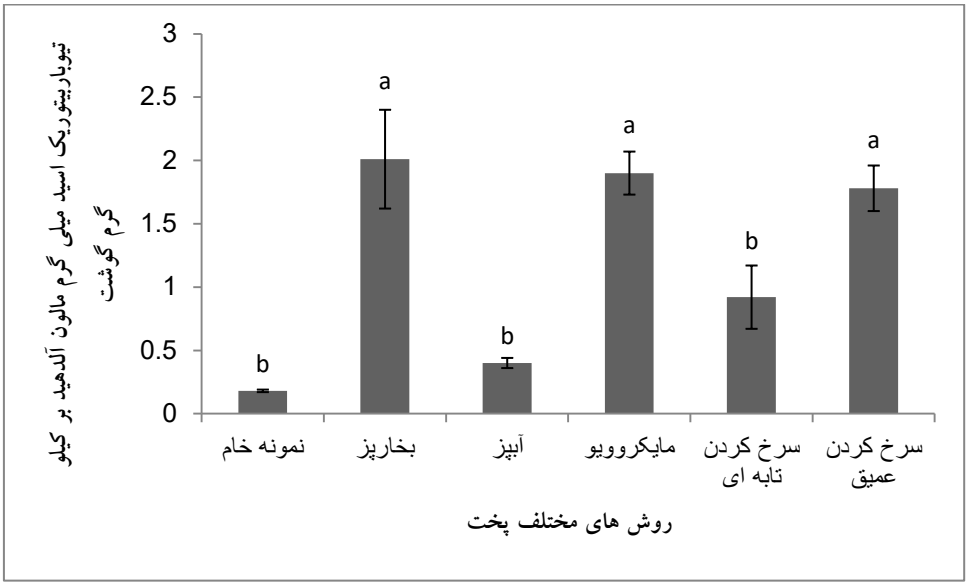
نتایج وبحث

تغییرات تیوباربیتوریک اسید

تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید ماهی آمور طی روش‌های مختلف پخت در شکل ۱ نشان داده شده است. میزان تیوباربیتوریک اسید نمونه خام پس از پخت افزایش یافت که بیشترین میزان تیوباربیتوریک اسید مربوط به روش‌های پخت بخارپز، مایکروویو و سرخ‌کردن عمیق بود که میزان تیوباربیتوریک اسید به ترتیب ۲/۰۱، ۱/۹۰ و ۱/۷۸ میلی‌گرم مالون آلدهید بر کیلوگرم گوشت بود.افزایش میزان تیوباربیتوریک اسید در این روش‌های پخت ممکن است به دلیل بالا بودن نسبی دما در مقایسه با روش‌های آب پز و سرخ‌کردن تابه‌ای باشد.افزایش میزان تیوباربیتوریک اسید در فیله‌های سرخ شده با روغن ممکن است به دلیل جذب روغن در این نمونه‌ها باشد. میزان تیوباربیتوریک اسید روش‌های آب‌پز و سرخ‌کردن تابه‌ای با نمونه خام تفاوت معنی‌داری نداشتند (P>۰/۰۵). در روش آب‌پز و سرخ‌کردن تابه‌ای، مالون آلدهید تولید شده طی اکسیداسیون چربی می‌تواند یا از طریق حل شدن در آب و یا در نتیجه اتصال با پروتئین‌ها کاهش یابد (Rodríguez *et al*., 2008 ،Weber *et al*., 2008).

مطالعه مشابهی در مورد تاثیر روش‌های مختلف پخت ماهی بر تغییرات تیوباربیتوریک اسید توسط Weber و همکاران (۲۰۰۸) گزارش گریده است و مشخص گردید که روش آب‌پز در مقایسه با سایر روش‌ها دارای کمترین میزان تیوباربیتوریک اسید را داشتند.

مقادیر بالای ۴-۳ میلی‌گرم مالون‌آلدهید بر کیلوگرم، کیفیت پایین محصولات را نشان می‌دهد (Karacam *et al*.,2002). در مطالعه انجام شده میران تیوباربیتوریک اسید در تمام نمونه‌های خام و پخته شده پایین‌تر از حد استاندارد بود. بنابراین همه نمونه‌ها جهت مصرف مناسب می‌باشند.

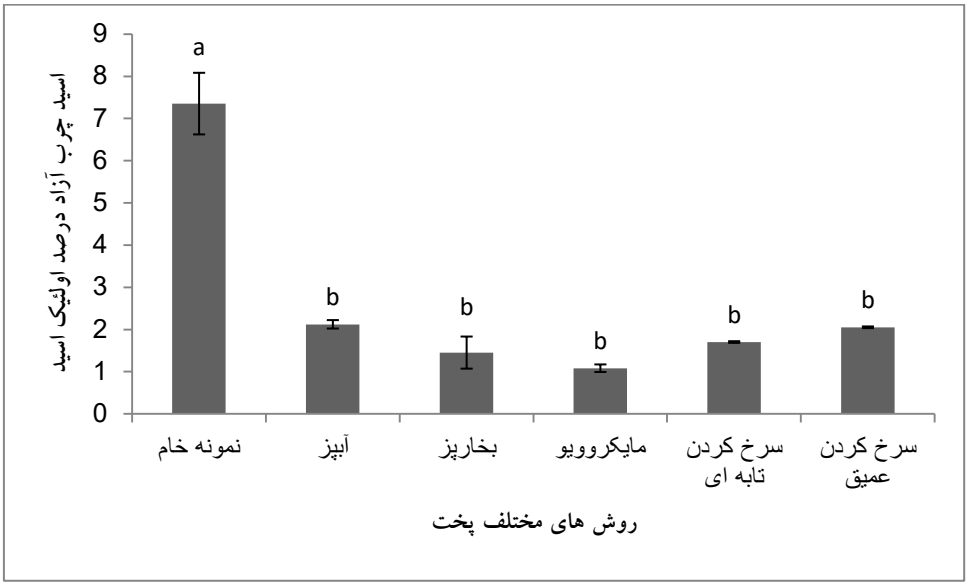


شکل ۱- تغییرات میزان تیوباربیتوریک اسید ماهی آمور طی روش‌های مختلف پخت

تغییرات اسیدهای چرب آزاد

تغییرات میزان اسید چرب آزاد ماهی آمور طی روش‌های مختلف پخت در شکل ۲ نشان داده شده است. میزان اولیه شاخص اسید چرب آزاد در نمونه خام ۷/۳۵ درصد اولئیک اسید بود. میزان اسید چرب آزاد نمونه خام پس از حرارت دادن بطور معنی‌داری کاهش یافت (P<۰/۰۵). میزان اسید چرب آزاد در روش‌های بخارپز، آب‌پز، مایکروویو، سرخ‌کردن تابه‌ای و سرخ کردن عمیق به ترتیب ۱/۴۵، ۲/۱۲، ۱/۰۸، ۱/۷۰ و ۲/۰۵ درصد اولئیک اسید بودند. بواسطه آبکافت فسفولیپیدها و تری‌گلیسریدها توسط لیپاز و فسفولیپاز (Rostamzad *et al*.,2012) افزایش در تولید اسید چرب آزاد در نمونه‌های خام مشاهده شد اما در نمونه‌های پخته شده میزان اسید چرب آزاد کمتر بود.حرارت بالا در نمونه‌های فیله پخته شده منجر به غیرفعال نمودن آنزیم لیپازمی‌گردد که منجر به کاهش میزان اسید چرب آزاد در نتیجه پخت می‌گردند (Weber *et al*., 2008). همچنین خارج شدن اسید چرب فرار در طی پخت ممکن است منتهی به کاهش اسید چرب آزاد گردد (Weber *et al*., 2008). مطالعه مشابهی در مورد تاثیر روش‌های مختلف پخت ماهی بر تغییرات تیوباربیتوریک اسید توسط Weber و همکاران (۲۰۰۸) گزارش گریده است و مشخص

گردید که تولید اسیدهای چرب آزاد در روش‌های مختلف حرارت در مقایسه با نمونه خام کاهش یافته است.



شکل ۲- تغییرات میزان اسید چرب آزاد ماهی آمور طی روش‌های مختلف پخت

تغییرات فلزات سنگین

غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خام و پخته شده طبق روش‌های مختلف در جدول ۱ نشان داده شده است. غلظت نیکل در فیله خام ماهی آمور ۰/۰۷ µg/g بود. غلظت نیکل در روش بخارپز و مایکروویو با نمونه خام تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). غلظت نیکل در نمونه‌های آب‌پز، سرخ‌کردن تابه‌ای و عمیق زیر محدوده شناسایی بود.

غلظت کروم در نمونه‌های خام ۰/۲۱µg/g تعیین شد. غلظت کروم در نمونه‌های خام و پخته شده تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). میانگین غلظت کروم فیله‌ها در روش سرخ‌کردن عمیق دارای کمترین مقدار بود (P>۰/۰۵).کاهش آب بافت منجر به افزایش غظت یون‌ها می‌گردد. از طرف دیگر، پلی‌فنول‌های روغن‌های گیاهی با یون‌های فلزی در غذا ترکیب و بر روی توزیع یون‌ها بین روغن و غذا تاثیر می‌گذارد. بنابراین، غذاهای دریایی سرخ‌شده دارای کمترین میزان فلزات می‌باشند (Kalogeropoulos *et al*., 2012).

میانگین غلظت کبالت در فیله خام و پخته شده طبق روش‌های مختلف زیر محدوده شناسایی بود. نتایج این مطالعه با نتایج Ersoy و همکاران (۲۰۰۶) مطابقت داشت.

غلظت کادمیوم در نمونه‌های خام، آب‌پز، بخارپز، سرخ‌کردن تابه‌ای و سرخ‌کردن عمیق شناسایی نشد (زیر محدوده شناسایی).

میانگین غلظت کادمیوم در فیله‌های پخته شده به روش مایکروویو µg/g ۰/۱۳ بود. در روش‌های مایکروویو، غلظت کادمیوم بطور معنی‌داری افزایش یافت اما علت بالا رفتن غلظت کادمیوم ناشناخته است. افزایش فلز ممکن است با تغییر غلظت رطوبت که در نتیجه پخت اتفاق می‌افتد، در ارتباط باشد (Ersoy*et al*., 2006).

غلظت سرب در نمونه‌های خام زیر محدوده شناسایی بود. غلظت سرب فیله‌های پخته شده طبق روش‌های مختلف،افزایش یافت. بیشترین میزان سرب مربوط به روش‌های سرخ‌کردن عمیق بود که با سایر روش‌های پخت بجز بخارپز کردن، تفاوت معنی‌داری نداشت.

کاهش آب نمونه‌ها در طی پخت منجر به افزایش فلز سرب می‌گردد (Ersoy *et al*., 2006، Kalogeropoulos *et al*., 2012).

جدول ۱- میانگین غلظت فلزات سنگین فیله‌های خام و پخته شده ماهی آمور (µg/ g، وزن خشک)

	نیکل	کروم	کبالت	کادمیوم	سرب
خام	۰/۰۷±۰/۰۲	۰/۲۱±۰/۲۱	ND	ND	ND
بخارپز	۰/۰۴±۰/۰۲	۰/۶۴±۰/۳۹	ND	ND	۰/۰۹±۰/۰۲^{bc}
آب‌پز	ND*	۰/۳۱±۰/۱۹	ND	ND	۰/۱۲±۰/۰۷^{abc}
سرخ‌کردن تابه‌ای	ND	۰/۲۱±۰/۲۱	ND	ND	۰/۲۴±۰/۱۳^{abc}
سرخ‌کردن عمیق	ND	۰/۰۲±۰/۰۲	ND	ND	۰/۵۴±۰/۰۹^{a}
مایکروویو	۰/۰۴±۰/۰۴	۰/۱۷±۰/۱۷	ND	۰/۱۳±۰/۰۸	۰/۴۵±۰/۲۶^{ab}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P<۰/۰۵).

ارزیابی حسی

نتایج ارزیابی حسی نمونه‌های خام و پخته شده در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود ویژگی بافت، بـو، طعـم، رنگ و پذیرش کلی در نمونه‌های سرخ شـده عمیـق دارای بیشـترین امتیاز بودند که با نتایج قیومی جونیاینی و همکـاران(۱۳۹۰) مطابقـت دارد. در مورد تمامی ویژگی‌های حسی اندازه‌گیری شـده، نمونـه‌هـای پخته شده بطور معنی‌دار بهتر از نمونه خام بودند. نمونـه‌هـا بـا امتیـاز بالاتر از ۳ از مطلوبیت بالاتری برخوردار بودند. بررسی نتایج پـذیرش کلی نمونه‌ها نشان داد کـه فیلـه سـرخ شـده عمیـق دارای بیشـترین امتیازبود و بین نمونه‌های سرخ‌کردن تابه‌ای، آب‌پـز و بخـارپز تفـاوت معنی‌داری وجود نداشت($P>۰/۰۵$). همچنین بین نمونه خام و نمونـه مایکروویو تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$).

پختن گوشت به ویژه سرخ‌کردن منجر به تولید رادیکال‌هـای آزاد حاصل از اکسیداسیون چربی‌ها و تغییر طعم و بـو مـی‌گـردد (Santé-Lhoutellier *et al*., 2008 و Pérez- Palacios *et al*., 2013) که مطلوبیت خصوصیات حسی فیله ماهی پخته شـده بـا توجـه بـه نـوع روش پخت متفاوت است. همچنین در نتیجه واکنش قهـوه‌ای شـدن غیرآنزیمی، واکنش بین پروتئین‌ها وقندهای احیاءکننده گوشت انجـام می‌گیرد و در نهایت منجر به تغییر طعم و رنگ فرآورده‌هـا مـی‌گـردد (Pérez- Palacios *et al*., 2013).

وقتی به بافت عضلانی حرارت داده می‌شود، الیاف آن محکم‌تر و بافت پیوندی سست‌تر می‌گردد. در نتیجه هنگام جویدن که نیـرو بـه بافت پخته شده وارد می‌شـود ابتـدا سـاختار بافـت پیونـدی تخریـب می‌گردد (رضوی شیرازی، ۱۳۸۰).

جدول ۲- خصوصیات حسی ماهی آمور طی روش های مختلف پخت

	بافت	بو	طعم	رنگ	پذیرش کلی
خام	۱/۰۰±۰/۰۰^{c}	۱/۰۰±۰/۰۰^{c}	۱/۰۰±۰/۰۰^{c}	۱/۰۰±۰/۰۰^{c}	۱/۰۰±۰/۰۰^{c}
بخارپز	۲/۹۰±۰/۴۰^{b}	۲/۳۰±۰/۳۶^{bc}	۱/۸۰±۰/۲۴^{bc}	۲/۲۰±۰/۳۸^{bc}	۲/۲۰±۰/۲۹^{b}
آب‌پز	۳/۲۰±۰/۳۲^{b}	۲/۶۰±۰/۳۷^{b}	۱/۹۰±۰/۲۳^{bc}	۲/۲۰±۰/۳۸^{bc}	۲/۳۰±۰/۲۶^{b}
سرخ‌کردن تابه‌ای	۳/۲۰±۰/۳۲^{b}	۲/۷۰±۰/۳۹^{b}	۲/۴۰±۰/۳۳^{b}	۲/۸۰±۰/۲۹^{b}	۲/۷۰±۰/۲۶^{b}
سرخ‌کردن عمیق	۴/۴۰±۰/۲۲^{a}	۴/۰۰±۰/۲۹^{a}	۴/۰۰±۰/۴۳^{a}	۳/۹۰±۰/۳۱^{a}	۴/۱۰±۰/۳۳^{a}
مایکروویو	۱/۶۰±۰/۲۲^{c}	۱/۵۰±۰/۱۶^{cd}	۱/۶۰±۰/۲۲^{cd}	۱/۳۰±۰/۲۱^{cd}	۱/۳۰±۰/۱۵^{c}

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ($P<۰/۰۵$).

نتیجه‌گیری

میزان تیوباربیتوریک اسید در روش‌های بخارپز، سرخ‌کردن عمیق و مایکروویو افزایش یافت که نشان‌دهنده تغییرات اکسیداسیون اسـت اما میزان تیوباربیتوریک اسید در تمام روش‌ها پایین‌تر از حد مجاز بود. همچنین اسیدهای چرب آزاد در تمام روش‌ها بطور معنی‌داری کاهش یافت. میزان فلزات سنگین در روش مـایکروویو در مقایسـه بـا سـایر روش‌های پخت افزایش نشان داد. همچنین ارزیابی حسـی نشـان داد که روش سرخ‌کردن عمیق دارای بیشـترین مطلوبیـت بـود. بنـابراین می‌توان نتیجه گرفت که روش آب‌پـز و سـرخ‌کـردن تابـه‌ای از نظـر تغییرات اکسیداسیون، میزان فلزات سنگین و ارزیـابی حسـی بهتـرین روش پخت می‌باشند.

منابع

AOAC. 2002. Official Methods of Analysis, 13th edn. Washington DC, USA, 1094 pp.

Aubourg, S. P. 1993. Interaction of malondialdehyde with biological molecules-new trends about reactivity and significance.*International journal of food science and technology*. 28: 323-335.

Arias, M. T. G., Pontes, E. A., Fernandez, M. C. G., Muniz, F. J. S. 2003.Freezing/defrosting/frying of sardine fillets.Influence of slow and quick defrosting on protein quality.*Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 602–608.

ASTM. 1969. Manual on sensory testing methods American society for testing and materials,1916 Race Street, Philadelphia, pa.19103,34-42.

Atta, M.B., El- Sebaie, L.A., Noaman, M.A., Kassab, H.E. 1997. The effect of cooking on the content of heavy metals in fish (Tilapia nilotica).*Food Chemistry*. 58: 1-4.

Bakar, J., ZakipourRahimabadi, E., Che Man, Y.B. 2008. Lipid characteristics on cooked, chill- reheated fillets of Indo-

Pacific king mackerel (Scomberomorousguttatus) *LWT- Food Science and Technology*. 41: 2144- 2150.
Broncano, J.M., Petrón, M.J., Parra, V., Timón, M.L. 2009. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of free cholesterol oxidation products (COPs) in Latissimusdorsi muscle of Iberian pigs.*Meat Science*.83: 431- 437.
EmamiKhansari, F., Ghazi- Khansari, M., Abdollahi, M. 2005. Heavy metals content of canned tuna fish. *Food Chemistry*.93: 293- 296.
Ersoy, B., Yanar, Y., Küçükgülmez, A., Çelik, M. 2006. Effects of four cooking methods on the heavy metal at concentrations of sea bass fillets (Dicentrarchuslabrax Linn, 1785). *Food Chemistry*.99: 748- 751.
Ersoy, B., Özeren, A. 2009. The effects of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish.*Food Chemistry*.115: 419- 422.
Ghauomi Jooyani, A., Khoshkhoo, Zh., Motallebi, A. A. Moradi, Y. 2011. The effect of differentmethods of fatty acid composition of tilapia, *Oreochromisniloticus*, fillets. *Iranian Scientific Fisheries Journal*. 20: 97- 108.
Gokoglu, N., Yerlikaya, P., Cengiz, E. 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (Oncorhynchusmykiss).*Food Chemistry*.84: 19- 22.
Kalogeropoulos, N., Karavoltsos, S., Sakellari, A., Avramidou, S., Dassenakis, M., Scoullos, M. 2012. Heavy metals in raw, fried and grilled Mediterranean finfish and shellfish.*Food and Chemical Toxicology*.50: 3702- 3708.
Karacam,H., Kutlu,S., and Kose, S.2002. Effect of salt concentrations and shelf life of brined anchovies. International *Journal of Food Science and Technology*, 37:19-28.
Losada V. Barros-Velazquez, J. Aubourg, S. P. 2007. Rancidity development in frozen pelagic fish: Influence of slurry ice as preliminary chilling treatment. *LWT*. 40: 991–999.
Moradi, Y., Bakar, J., Motalebi, A.A., SeyedMohamad, S.H., Che Man, Y. 2011. A review on fish lipid composition and changes during cooking methods.*Journal of Aquatic Food Product Technology*.20: 379- 390.
Ozogul, Y., Ozogul, F.Gokbulut, C. 2006. Quality assessment of wild European eel (Anguillaanguilla) stored in ice. *Food chemistry*. 95: 458-465.
Ozyurt, G., Kuley, E., Ozkutuk, S., and Ozogul, F. 2009. Sensory, microbiological and chemical assessment of the freshness of red mullet (Mullusbarbatus) and gold band goatfish (Upeneusmoluccensis) during storage in ice. *Food chemistry*. 114: 505–510.
Pacheco-Aguilar, R., Lugo-Sánchez, M. E., & Robles-Burgueño, M. R. (2000). Postmortem biochemical and functional characteristic of Monterey sardine muscle stored at 0 ºC. *Journal of Food Science*, 65, 40- 47.
Pérez- Palacios, T., Petisca, C., Henriques, R., Ferreira, I.M.P.L.V.O. 2013.Impact of cooking and handling conditions on furanic compounds in breeded fish products.*Food and Chemical Toxicology*.55: 222- 228.
Razai- Shirazi, H. Seafood Technologyprinciples of handling and processing (1). 2007.Nghshemehr press. 325 pages.
Rezaei, M., and Hosseini, S. F. 2008.Quality assessment of farmed rainbow trout (Oncorhynchusmykiss) during chilled storage.*Journal of food science*. 73(6): H93–H96.
Rodríguez, A., Carriles, N., Cruz, J.M., Abourg, S.P. 2008. Changes in the flesh of cooked farmed salmon (Oncorhynchuskisutch) with previous storage in slurry ice (-1.5 ºC*).LWT- Food Science and Technology*.41: 1726- 1732.
Rostamzad, H., Shabanpour, B., Shabani, A., and Shahiri, H. 2011. Enhancement of the storage quality of frozen Persian sturgeon fillets by using of ascorbic acid. *International food research journal*. 18: 109-116.
Santé Lhtllier, V., Astuc, T., Marinova, P., Greve, E., Gatellier, P. 2008. Effect of meat cooking on physicohemical state and in vitro digestibility of mypfibrillar proteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 1488- 1494.
Shahidi, F., and Zhong, Y. 2005. Lipid oxidation: measurement methods (6th Ed.). Memorial university of Newfoundland, Canada.357-385.
Siripatrawan, U., and Noipha, S. 2012. Active film from chitosan incorporating green tea extract for shelf life extension of pork sausages. *Food hydrocolloids*. 27: 102-108.
Tichivangan, J.Z., Morrissey, P.A. 1982. Lipid oxidation in cooked fish muscle.*Irish Journal of Food Science and Technology*.6: 157- 163.
Türkkan, A.U., Cakli, S., Kilinc, B. 2008. Effects of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (Dicentrarchuslabrax Linn, 1785).Food and *Bioproducts processing*.86: 163- 166.
Weber, J., Bochi, V.C., Ribeiro, C.P., Victório, A.M., E manuelli, T. 2008.Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (Rhamdiaquelen) fillets.*Foos Chemistry*.106: 140- 146.
Woyewoda, A. D., Shaw, S. J., Ke, P. J., and Burns, B. G. 1986. Recommended laboratory methods for assessment of fish quality.*Canadian technical report of fish and aquatic* science, 1448p.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 12, No. 5, Dec- Jan 2017, p. 630-638

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۲، شماره ۵، آذر- دی ۱۳۹۵، ص. ۶۳۸-۶۳۰

Effect of different cooking methods on changes of free fatty acids, thiobarbitoric acid, heavy metal (Ni, Cr, Co, Cd, Pb) and sensory properties of grass carp (*Ctenopharyngodonidella*)

S. Golgolipour[1], A. khodanazary[*2], K. Ghanemi[3]

Received: 2015.02.27
Accepted: 2015.07.28

Introduction: Grass carp (*Ctenopharyngodonidella*, family Cyprinidae) is one of the main fresh water fish species and highly demanded aquaculture species in Iran. Among the cultivated fish, grass carp, also called farmed white fish, has received great attention because of its similarity to Caspian white fish in Iran. The muscle of fish contains important levels of nutrients which are beneficial to health. Most research has been done and published on raw flesh. Cooking can lead to a loss of the nutritional value of foods. In this case the preservation of the maximum nutritive value can be ensured by using correct methods of cooking. The aim of this research was the influence of five cooking methods (poaching, boiling, microwave pan- frying and deep- frying) on changes of free fatty acids, thiobarbitoric acid, heavy metal (Ni, Cr, Co, Cd, Pb) and sensory properties of grass carp (*Ctenopharyngodonidella*)fillets was evaluated.

Materials and method: Grass carpsamples were purchased from a local market in Khorramshahr city, Khuzestan province, Iran. The fish were kept alive and transported to thelaboratory. On arrival,tsamples were washed and eviscerated. The samples were filleted and cut into slices (100 g each). The fish samples were cooked using AOAC 976.16 procedure (method for cooking seafood). Five common cooking procedures were selected: poaching in stainless steel pot of boiling water for 30 min and 30 s, steaming in stainless steel steamer for 5 min and 30 s, microwaving in microwave for 40 s, pan-frying (without oil) in frying pan for 6 min at 180 ºC and deep-frying in olive oil in a deep fryer for 5 min at 180 ºC. After the cooking process, the samples were cooled to room temperature and the skin and backbone of the samples were removed. All fish in each lot were homogenized using a kitchen blender and analyzed to determine free fatty acid, thiobarbitoric acid, heavy metal and sensory properties. All sample homogenates were assayed in triplicate.

Results and discussion: The results indicated that the cooking methods of pouching, microwave and deep-frying increased thiobarbitoric acid (TBA), while cooking methods of boiling and pan- frying did not change TBA. The free fatty acid (FFA) content of the fillets was significantly reduced by the different cooking methods. The Ni in the cooking methods of boiling, pan- frying and deep- frying was not detected. The Cr in the cooking method of deep-fried samples was significantly decreased. The Co concentrations were below limits of detection in all samples. The Cd was only detected in microwave samples. The Pb content increased during cooking of fillets. The results of sensory properties were showed that the texture, odour, flavor, colour and overall likeness properties improve likeness score to some extent in deep-frying method and there were not significantly different between boiling, poaching and pan-frying.

Keywords: Grass carp, Cooking methods, TBA, FFA, Heavy metal, Sensory properties.

1. M.Sc student of Khorramshahr University of Marine Science and Technology.
2. Assistant professor, Department of Fisheries, Faculty of Marine Natural Resources, Khorramshahr University of Marine Science and Technology.
3. Assistant professor, Department of Marine Chemistry, Faculty of Marine Science, Khorramshahr University of Marine Science and Technology.
(*-Corresponding Author Email: khodanazary@yahoo.com)