

اثرات روش های مختلف پخت بر مواد معدنی و ویتامین های A و E

در فیله ماهی شانگ زرد باله *Acanthopagrus latus*

داود علی پور^{۱،۲}، مهران جواهری بابلی^{۲*}، لاله رومیانی^۲

* mehranjavaheri@gmail.com

۱- گروه علوم و صنایع غذایی، واحد پردیس علوم و تحقیقات خوزستان، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران، صندوق پستی: ۱۹۱۵

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۶

تاریخ دریافت: تیر ۱۳۹۵

چکیده

هدف از این تحقیق بررسی اثرات روش های پخت شامل بخار پز کردن، سرخ کردن و کباب کردن (گریل کردن) بر میزان ویتامین های (A و E) و مواد معدنی (آهن، فسفر، مس، روی، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) در فیله ماهی شانگ زرد باله (*Acanthopagrus latus*) بود. تحقیق حاضر، با چهار تیمار و سه بار تکرار انجام شد و نتایج بدست آمده با مقادیر ویتامین ها و مواد معدنی نمونه خام مقایسه گردید. برای اندازه گیری محتوای ویتامین از روش کروماتوگرافی مایع کارایی بالا (HPLC) و برای اندازه گیری مواد معدنی از روش جذب اتمی و اسپکتروفتومتری استفاده شد. مقایسه میزان کلیه مواد معدنی مذکور در نمونه های پخته شده با نمونه های خام، تغییرات معنی داری را نشان نداد ($p > 0.05$). محتوای ویتامین A در تمامی نمونه های پخته شده نسبت به نمونه خام کاهش معنی داری داشت ($p < 0.05$) که پایین ترین میزان ویتامین A در نمونه های سرخ شده (7.6 ± 0.66 میلی گرم در صد گرم وزن مرطوب) مشاهده شد. محتوای ویتامین E در تمامی نمونه های پخته شده نسبت به نمونه خام کاهش معنی داری داشت ($p < 0.05$) و پایین ترین میزان ویتامین E از نمونه های گریل شده (0.293 ± 0.02 میلی گرم در صد گرم وزن مرطوب) بدست آمد. نتایج تحقیق نشان داد که سه روش پخت شامل بخار پز کردن، گریل کردن و سرخ کردن باعث تغییر معنی داری در محتوای مواد معدنی نشدند. در نتیجه می توان بسته به رژیم های غذایی مختلف، روش های پخت مختلف را استفاده کرد. اگرچه، محتوای ویتامین A و E در فیله ماهی شانگ زرد باله (*Acanthopagrus latus*) در تمامی نمونه های پخته شده بصورت معنی داری کاهش یافت.

کلمات کلیدی: جذب اتمی، روش های پخت، شانگ زرد باله، مواد معدنی، ویتامین

* نویسنده مسئول

مقدمه

آبزیان منابع بسیار خوبی از ویتامین A، ویتامین E، ویتامین D و مواد معدنی بخصوص کلسیم، ید، آهن و روی هستند (Rezaei et al., 2014). ویتامین A برای دید طبیعی و رشد استخوان‌ها لازم است (Case et al., 1990). آهن موجود در ماهی، در سنتز هموگلوبین در گلبول‌های قرمز خون نقش دارد و کمبود آن باعث کم خونی و اختلال در عملکرد مغز و نقص سیستم ایمنی بدن می‌شود (Gupta, 2014). کلسیم برای داشتن استخوان‌های قوی تر و عملکرد طبیعی عضلات و سیستم عصبی بدن لازم است (Salovaara et al., 2010). روی در رشد و نمو و عملکرد طبیعی عضلات و اعصاب بدن نقش حیاتی دارد (Kaur et al., 2008). در ایران مصرف ماهی به صورت خام مرسوم نیست و با توجه به ذائقه مصرف کنندگان قبل از مصرف، اشکال مختلف عمل آوری بر روی آنها صورت می‌گیرد (Rezaei et al., 2014). حرارت دهی یکی از راه‌های متداول در فرآوری و پخت ماهی است که برای ایجاد تغییرات در طعم و مزه و افزایش زمان ماندگاری ماده غذایی، از آن استفاده می‌شود (Mnari et al., 2012). فرآیندهای مختلف پخت باعث تغییرات قابل توجهی در ترکیبات مغذی ماده غذایی از جمله ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه می‌شوند (Marimuthu et al., 2011). در طی سالیان اخیر، تحقیقات مختلفی در خصوص تاثیر روش‌های مختلف پخت بر روی مواد معدنی و ویتامین‌های گونه‌های مختلف ماهی انجام شده است. Marimuthu و همکاران در سال ۲۰۱۱ گزارش کردند که بر اثر روش‌های مختلف پخت، محتوای مواد معدنی در ماهی *Channa striatus* کاهش زیادی نداشت و نسبت به نمونه خام دارای مقداری تقریباً ثابت بود. Asghari و همکاران در سال ۲۰۱۳ تاثیر روش‌های مختلف پخت (شامل سرخ کردن، آب پز کردن و ماکروویو کردن) بر روی مواد معدنی ماهی قزل آلا (*Oncorhynchus mykiss*) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان دادند که محتوای سدیم، پتاسیم و فسفر در نمونه‌های ماکروویو شده و سرخ شده افزایش معنی داری داشتند، درحالی‌که در نمونه‌های آب پز شده کاهش معنی داری را نشان دادند. همچنین، محتوای کلسیم، منیزیم و آهن در تمامی نمونه‌ها افزایش معنی داری داشت. در حالیکه، محتوای روی در نمونه‌های ماکروویو شده و سرخ شده افزایش معنی دار و در نمونه‌های آب پز شده کاهش معنی داری داشت. Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۲

با تحقیق در مورد اثر روش‌های پخت بر روی ارزش‌های تغذیه‌ای *Mullus barbatus* گزارش کردند که محتوای سدیم، منیزیم و روی در تمامی نمونه‌های پخته شده تفاوت معنی داری داشتند. Hoseini و همکاران در سال ۲۰۱۴ تاثیر روش‌های مختلف پخت بر روی مواد معدنی و ویتامین‌های *Rutilus frisii kutum* را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که بجز مس، در سایر مواد معدنی با هم اختلافی نداشتند و میزان ویتامین A در نمونه‌های سرخ شده کاهش معنی دار داشت. Erkan و همکاران در سال ۲۰۰۹ به تاثیر روش‌های پخت بر ویتامین‌های *Horse Mackerel* پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که مقادیر ویتامین A و E در نمونه‌های سرخ شده تفاوت معنی داری نداشتند، ولی در نمونه‌های گریل شده و بخار پز شده تغییرات میزان این دو ویتامین معنی دار بود. ماهی شانک زرد باله با نام علمی *Acanthopagrus latus* با نام انگلیسی Yellowfin Seabream از خانواده Sparidae و از گونه‌های مهم و تجاری خلیج فارس و دریای عمان محسوب می‌شود که دارای کیفیت خوراکی بسیار بالایی بوده و از میزان صید قابل توجهی برخوردار است (Roberts et al., 2001). با توجه به تغییراتی که روش‌های مختلف پخت بر مواد مغذی ماده غذایی پخته شده دارند، تعیین روش مناسب پخت و استفاده از آن در حفظ ارزش غذایی ماهیانی که به طرق مختلف پخته و مصرف می‌شوند، حائز اهمیت است. در این تحقیق تاثیر روش‌های مختلف پخت شامل بخارپز کردن، گریل کردن و سرخ کردن بر ویتامین‌ها (A و E) و محتوای مواد معدنی (آهن، فسفر، مس، روی، کلسیم، منیزیم، پتاسیم و سدیم) در فیله ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه نمونه: ۳۰ عدد نمونه ماهی شانک زرد باله در اندازه و وزن یکسان (به طور میانگین ۷۵۰ گرم) از بندر ماهشهر، بصورت تازه در تابستان ۱۳۹۴ صید شدند. سپس، ماهیان را در یونولیت حاوی یخ (با نسبت ۳ به ۱) قرار داده و به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز منتقل شدند. در آزمایشگاه وزن نمونه‌ها بوسیله ترازوی با دقت ۰/۰۱ گرم و طول آنها با خط کش با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه گیری شدند. ابتدا فلس‌گیری، تخلیه امعاء و احشاء و شستشو صورت گرفت. سپس، سر و دم ماهی‌ها زده شد و ماهیان به صورت

فیله های یکسان با وزن 480 ± 5 گرم به طول $25 \pm 1/3$ سانتی متر و عرض $4 \pm 0/8$ سانتی متر و قطر $2 \pm 0/2$ سانتی متر آماده سازی شدند. فیله ها پس از آماده سازی به سه روش بخارپز، کبابی (گریل) و سرخ کردن پخته شدند. در روش پخت بخارپز، نمونه ها در داخل بخارپز SUNNY مدل FF-700 ساخت چین قرار داده شدند و فیله ها در دمای 180 درجه سانتی گراد و زمان 5 دقیقه و 30 ثانیه پخته شدند. سپس فیله های پخته شده در داخل یک حوله کاغذی جاذب قرار داده شدند. در روش پخت کبابی، گریل کردن فیله ها در دستگاه گریل Maier مدل MR-512 ساخت آلمان برای مدت 3 دقیقه انجام شد و ترموستات آن روی 350 درجه سانتی گراد تنظیم گردید. برای اینکه ماهی به کف دستگاه گریل نچسبد، را قبل از پخت با $10-5$ میلی لیتر روغن کنجد چرب شد. در روش سرخ کردن، فیله ها در ماهیتابه ای با ظرفیت 2 لیتر با استفاده از روغن کنجد و در دمای اولیه 180 درجه سانتی گراد به مدت 4 دقیقه سرخ شدند. پس از انجام فرآیند پخت، پوست و استخوان ماهی جدا شده و به صورت جداگانه با چرخ گوشت هموژن گردیدند. سپس نمونه ها از نظر محتوای ویتامین و مواد معدنی با یکدیگر و با نمونه خام مورد مقایسه قرار گرفتند.

اندازه گیری محتوای مواد معدنی: در آزمایشگاه برای آماده سازی نمونه ها جهت اندازه گیری محتوای سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، آهن، مس و روی، ابتدا هضم نمونه ها به روش اسیدی باز (Open Digestion at the Reflux) انجام شد. در این مرحله برای هضم یک گرم نمونه، یک میلی لیتر اسید نیتریک 70 درصد به آن اضافه شد و برای مدت 24 ساعت در دمای آزمایشگاه (23 ± 2) درجه سانتی گراد نگهداری شد. این مخلوط با حرارت دادن در 100 درجه سانتی گراد به مدت 2 ساعت هضم شد و از پراکسید هیدروژن 30 درصد طی آزمایش استفاده شد تا رنگ زرد حاصل شود. هضم با حرارت دهی بیشتر تا مرحله خشک شدن ادامه یافت و سپس با 30 میلی لیتر آب مقطر به حجم رسانده شد و در نهایت صاف شد (Zodape, 2011). بررسی و اندازه گیری محتوای سدیم، منیزیم، کلسیم، پتاسیم، آهن، مس و روی در نمونه مذکور به وسیله دستگاه جذب اتمی Thermo سری $m5$ ساخت انگلستان مجهز به لامپ هالوکاتد برای هر یک از عناصر و شعله هوا - استیلن انجام شد. اندازه گیری فسفر بوسیله اسپکتروفتومتر SPECTRONIC 20D ساخت انگلستان محصول شرکت MILTON ROY در

طول موج 420 نانومتر انجام پذیرفت، به گونه ای که ابتدا مواد شیمیایی شامل معرف وانادات و مولیبدات آماده سازی شد. سپس، محلول استاندارد فسفات تهیه شد و با رسم منحنی استاندارد میزان فسفر موجود در نمونه تعیین شد (National Food Safety Standard, 2010).

اندازه گیری ویتامین های A و E: شناسایی و تعیین مقدار کمی ویتامین های A و E با استفاده از دستگاه HPLC سری 1100 ساخت کمپانی Agilent آمریکا مجهز به یک لوپ تزریق به حجم 20 میکرولیتر، پمپ گرادیان چهار حلالی، سیستم گاز زدا، آون ستون (تنظیم شده در 25 درجه سانتی گراد) و آشکارساز آرایه دیودی (که در طول موج 292 نانومتر تنظیم شد) انجام شد. جداسازی بر روی ستون اکتا-دسیل سیلان مدل ZORBAX Eclipse XDB به طول 15 سانتی متر، قطر داخلی $4/6$ میلی متر و اندازه ذرات 5 میکرومتر ساخت کمپانی Dr. Mainsch آلمان با استفاده از فاز متحرک متانول با سرعت جریان 1 میلی لیتر بر دقیقه انجام شد. از نرم افزار Chemstation جهت پردازش داده ها استفاده شد. ابتدا یک گرم نمونه وزن گردید و داخل لوله آزمایش ریخته شد. سپس 10 میلی لیتر اتانول به همراه پنج میلی لیتر آسکوربیک اسید (با غلظت 10 گرم بر لیتر) و پنج میلی لیتر هیدروکسید سدیم (با غلظت یک مولار) اضافه شد. به درون لوله آزمایش گاز نیتروژن تزریق شد و سپس درب آن را بسته و به هم زده شد. نمونه به مدت 30 دقیقه تحت دمای 70 درجه سانتی گراد قرار داده شد. بعد از آن، نمونه سرد گردید و 10 میلی لیتر آب به آن اضافه شد. نمونه طی سه مرحله و هر مرحله با پنج میلی لیتر هگزان نرمال حاوی 1 درصد هیدروکسی تولوئن بوتیل استخراج گردید و بعد از خشک کردن، هگزان با گاز ازت باقیمانده در 250 میکرولیتر استونیتریل حل گردید و 20 میکرولیتر به دستگاه HPLC تزریق شد. نتایج حاصله قرائت و یادداشت شد (López-Cervantes et al., 2006).

تجزیه و تحلیل آماری: نتایج حاصل از تعیین محتوای ویتامین ها و مواد معدنی با تعداد 4 تیمار و 3 تکرار توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی به کمک نرم افزار SPSS 19 در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و توسط آزمون دانکن (Duncan) در سطح اعتماد 95 درصد ($p=0.05$) مورد بررسی قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل مربوط به مقادیر مواد معدنی ماهی شانک خام و پخته شده با روش های مختلف پخت در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱: عناصر معدنی فیله های ماهی شانک زرد باله در حالت خام و پخته شده با روش های مختلف (میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک)

Table 1: Mineral content of raw and cooked yellow fin sea bream fish fillets by different methods (mg /kg dry weight)

تیمار				
سرخ شده	کبابی	بخارپز	خام	
۵۴۲/۳۳±۲۷/۸۳ ^a	۵۰۹/۳۳±۱۵/۵۹ ^a	۴۶۶/۶۷±۳۴/۸۰ ^a	۴۷۲/۳۳±۱۲/۱۷ ^a	سدیم
۶۵۸/۶۷±۱۰/۲۶ ^a	۶۵۰/۰۰±۱۲/۲۹ ^a	۶۴۰/۶۷±۱۹/۹۶ ^a	۶۶۰±۱۰/۰۰ ^a	کلسیم
۲۹۹۹/۰۰±۶۸/۱۴ ^a	۲۹۶۸/۰۰±۲۳/۷۱ ^a	۲۹۵۴±۱۹/۸۵ ^a	۳۰۲۷/۶۷±۵۶/۹۶ ^a	پتاسیم
۲۷۳/۰۰±۱۱/۱۵ ^a	۲۶۱/۰۰±۱۸/۰۰ ^a	۲۴۷/۳۳±۷/۹۶ ^a	۲۳۷/۵۰±۱۱/۲۰ ^a	منیزیم
۱۴۹۳/۰۰±۹/۸۰ ^a	۱۴۷۷/۰۰±۲۲/۰۰ ^a	۱۴۷۴/۰۰±۸/۰۰ ^a	۱۵۰/۱۰۰±۱۶/۰۰ ^a	فسفر
۲/۷۳±۰/۳۳ ^a	۳/۳۳±۱/۱۰ ^a	۲/۶۶±۰/۳۸ ^a	۲/۹۰±۰/۷۰ ^a	مس
۱/۵۴±۰/۳۸ ^a	۱/۵۵±۰/۲۴ ^a	۱/۵۱±۰/۲۳ ^a	۱/۵۲±۰/۳۴ ^a	آهن
۱/۲۵±۰/۳۰ ^a	۱/۱۰±۰/۱۱ ^a	۱/۰۳±۰/۳۰ ^a	۱/۰۶±۰/۸۰ ^a	روی

حروف مشابه در هر ردیف، بیانگر اختلاف غیرمعنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشند.

نمونه‌های بخارپز شده ($2954 \pm 19/85$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) بدست آمد و بیشترین میزان آن در نمونه‌های خام ($3027/67 \pm 56/96$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) مشاهده شد. میزان پتاسیم در نمونه های کبابی (گریل شده) و سرخ شده به ترتیب برابر $2968/00 \pm 23/71$ و $2999/00 \pm 68/14$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد. میزان منیزیم در تمامی نمونه‌های پخته شده نسبت به نمونه خام افزایش یافت. اگر چه، میزان منیزیم در نمونه‌های خام و نمونه های پخته شده اختلاف معنی داری نداشت. بیشترین میزان منیزیم در نمونه های سرخ شده ($273 \pm 11/15$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) و پایین‌ترین میزان آن در نمونه-های خام ($237/50 \pm 11/20$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) مشاهده شد. میزان منیزیم در نمونه‌های بخارپز و کبابی (گریل شده) به ترتیب برابر $247/33 \pm 7/96$ و $261/00 \pm 18$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد. نتایج تحقیق نشان داد که میزان فسفر در نمونه های پخته شده نسبت به نمونه خام کاهش داشت ولی اختلاف معنی دار نبود. بیشترین میزان فسفر در نمونه‌های خام (1501 ± 16) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) و پایین-ترین میزان آن در نمونه‌های بخارپز شده ($1474 \pm 8/00$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) مشاهده شد. میزان

نتایج بدست آمده در تحقیق حاضر نشان داد که میزان سدیم در نمونه‌های خام و پخته شده اختلاف معنی داری ندارد ($p > 0.05$). با این وجود بیشترین میزان سدیم در نمونه‌های سرخ شده ($542/33 \pm 27/83$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و پایین‌ترین میزان سدیم در نمونه-های بخارپز شده ($466/67 \pm 34/80$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. میزان سدیم در نمونه‌های خام و کبابی (گریل شده) به ترتیب برابر $472/33 \pm 12/17$ و $509/33 \pm 15/59$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد. نتایج تحقیق نشان داد که میزان کلسیم در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده، تفاوت معنی داری نداشتند. بیشترین میزان کلسیم در نمونه‌های خام (660 ± 10) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) و پایین-ترین میزان آن در نمونه‌های بخارپز شده ($640/67 \pm 19/96$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک) مشاهده شد. میزان کلسیم در نمونه‌های کبابی (گریل شده) و سرخ شده به ترتیب برابر $650/00 \pm 12/29$ و $658/67 \pm 10/26$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد. تحقیق حاضر نشان داد که اختلاف بین میزان پتاسیم در نمونه‌های خام و نمونه های پخته شده معنی دار نبود. نمونه‌های پخته شده نسبت به نمونه خام، کاهش میزان پتاسیم را نشان دادند. کمترین میزان پتاسیم در

برابر $1/06 \pm 0/11$ و $1/10 \pm 0/11$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد.

نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای ویتامین A در فیله ماهی شانک زرد باله در روش های مختلف پخت نسبت به نمونه خام (شاهد) کاهش معنی داری داشت ($p < 0/05$). میزان ویتامین A در نمونه خام $25/33 \pm 8/91$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد. کمترین و بیشترین میزان ویتامین A به ترتیب در نمونه های سرخ شده ($7/66 \pm 6/66$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب) و نمونه های خام ($25/33 \pm 8/91$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب) بدست آمد. میزان ویتامین A در نمونه های بخارپز و کبابی (گریل شده) به ترتیب برابر $9/6 \pm 0/88$ و $13/30 \pm 0/88$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد. میزان ویتامین E در فیله ماهی شانک زرد باله در روش های مختلف پخت نسبت به نمونه خام (شاهد) اختلاف معنی داری داشت ($p < 0/05$). در این تحقیق، کمترین و بیشترین میزان ویتامین E به ترتیب در نمونه های گریل شده ($0/293 \pm 1/45$) میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب و نمونه های خام ($0/816 \pm 1/01$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد. میزان ویتامین E در نمونه های بخارپز و سرخ شده به ترتیب برابر $0/645 \pm 0/10$ و $0/733 \pm 0/20$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد. نتایج حاصل از بررسی محتوای ویتامین A و E در نمونه های پخته شده در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- ویتامین های A و E فیله های ماهی شانک زرد باله در حالت خام و پخته شده با روش های مختلف (میلی گرم در صد گرم نمونه مرطوب)

Table 2: Vitamin A and E content of raw and cooked yellow fin sea bream fish fillets by different methods (mg /100 g wet weight)

تیمار				
سرخ شده	کبابی	بخارپز	خام	
$7/60 \pm 0/66^a$	$13/30 \pm 0/88^b$	$9/60 \pm 0/88^a$	$25/30 \pm 0/89^c$	ویتامین A
$0/73 \pm 0/20^b$	$0/29 \pm 0/03^a$	$0/64 \pm 0/10^b$	$0/81 \pm 0/20^c$	ویتامین E

حروف متفاوت در هر ردیف بیانگر اختلاف معنی دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می باشند.

بحث

نتایج تحقیق نشان داد که میزان سدیم در نمونه های خام و نمونه های پخته شده اختلاف معنی داری نداشتند ($p > 0/05$). با این وجود، بیشترین میزان سدیم در نمونه های سرخ شده $542/33 \pm 27/83$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد. Bandararra و همکاران در سال

۲۰۰۹ دلایل افزایش میزان مواد معدنی بر اثر سرخ کردن را از دست رفتن بیشتر آب طی پخت و ممانعت از خروج مواد معدنی بوسیله روغن به کار رفته، عنوان کردند. از سوی دیگر اضافه کردن اسید نیتریک طی زمان آماده سازی نمونه نیز می تواند به افزایش میزان این ماده معدنی منجر شود. Ersoy و همکاران در سال ۲۰۰۹

بیشترین میزان سدیم را در نمونه‌های سرخ شده گربه ماهی آفریقایی گزارش دادند. پایین‌ترین میزان سدیم در نمونه‌های بخارپز شده $466/67 \pm 34/80$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۲ بیان کردند که روش پخت با دمای بالاتر باعث از دست رفتن مقدار رطوبت بیشتر و تغلیظ سدیم و افزایش میزان آن می‌شود. از اینرو، انتظار می‌رود حرارت کمتر به کار رفته در روش بخارپز باعث خروج کمتر رطوبت از نمونه‌ها و آب میان بافتی (خونابه) شود. دامنه تعریف شده FAO برای سدیم در اکثر گونه‌های ماهی ۱۳۴۰-۳۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام شده است که نتایج بدست آمده در این تحقیق در همین دامنه قرار دارند (Murray, 2001). نتایج تحقیق نشان داد که میزان کلسیم در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده اختلاف معنی‌داری ندارد ($p > 0/05$). بیشترین میزان کلسیم در نمونه‌های خام 660 ± 10 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و پایین‌ترین میزان آن در نمونه‌های بخارپز شده $640/67 \pm 19/96$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. Mnari و همکاران در سال ۲۰۱۲ و Sarojnalini و Sarjubala Devi در سال ۲۰۱۲ بیشترین میزان کلسیم را در ماهی بخارپز شده گزارش دادند. در صورتیکه Bandarra و همکاران در سال ۲۰۰۹ نمونه‌های سرخ شده را نمونه‌های دارای بیشترین میزان کلسیم عنوان کردند. دامنه تعریف شده FAO برای کلسیم در اکثر گونه‌های ماهی ۸۸۱۰-۱۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام شده است که نتایج بدست آمده در این تحقیق در همین دامنه قرار دارند (Murray, 2001). نتایج تحقیق نشان داد که میزان پتاسیم در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده اختلاف معنی‌داری نداشتند. با این وجود کمترین میزان پتاسیم در نمونه‌های بخارپز شده $2954 \pm 19/85$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک بدست آمد و بیشترین میزان آن در نمونه‌های خام مشاهده شد. کمترین میزان پتاسیم در نمونه‌های گریل شده و همچنین بیشترین میزان پتاسیم در نمونه‌های خام با نتایج تحقیق Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت داشت. در صورتیکه Ersoy و Özeren در سال ۲۰۰۹ نمونه‌های سرخ شده را دارای بیشترین میزان پتاسیم و نمونه‌های خام را دارای کمترین میزان پتاسیم گزارش دادند. دامنه تعریف شده FAO برای پتاسیم در اکثر گونه‌های ماهی ۵۰۲۰-۱۹۰ میلی گرم بر کیلوگرم

اعلام شده که نتایج بدست آمده در این تحقیق در همین دامنه قرار داشت (Murray, 2001). نتایج تحقیق نشان داد که میزان منیزیم در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده اختلاف معنی‌داری نداشتند. با این وجود، بیشترین میزان منیزیم در نمونه‌های سرخ شده $273 \pm 11/15$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و پایین‌ترین میزان آن در نمونه‌های خام $237/50 \pm 11/20$ میلی گرم بر کیلوگرم مشاهده شد. Bandarra و همکاران در سال ۲۰۰۹ بیشترین میزان منیزیم را در نمونه‌های سرخ شده گزارش دادند. کمترین میزان منیزیم در نمونه‌های خام در این تحقیق با نتایج تحقیق Marimuthu و همکاران در سال ۲۰۱۴ و همچنین Asghari و همکاران در سال ۲۰۱۳ و Ersoy و Özeren در سال ۲۰۰۹ مطابقت داشت. دامنه تعریف شده FAO برای منیزیم در اکثر گونه‌های ماهی ۴۵۲۰-۴۵ میلی گرم بر کیلوگرم اعلام شد (Murray, 2001) که نتایج بدست آمده در این تحقیق در همین دامنه قرار داشت. نتایج تحقیق نشان داد که میزان فسفر در نمونه‌های پخته شده نسبت به نمونه خام کاهش داشت ولی اختلاف میزان فسفر در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده معنی‌دار نبود. با این وجود، بیشترین میزان فسفر در نمونه‌های خام 1501 ± 16 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و پایین‌ترین میزان آن در نمونه‌های بخارپز شده $1474 \pm 8/00$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. بیشترین میزان فسفر در نمونه‌های خام با نتایج تحقیق Marimuthu و همکاران در سال ۲۰۱۴ مطابقت داشت در صورتیکه رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ و همچنین Asghari و همکاران در سال ۲۰۱۳ نمونه‌های مایکروویو شده را دارای بیشترین میزان فسفر دانستند. دامنه تعریف شده FAO برای فسفر در اکثر گونه‌های ماهی ۵۵۰۰-۶۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد که نتایج بدست آمده در این تحقیق در همین دامنه قرار دارند (Murray, 2001). تغییرات میزان مس در نمونه‌های خام در همه روش‌های پخت نسبت به نمونه خام معنی‌دار نبود ($p > 0/05$). با این وجود، بالاترین میزان مس در نمونه‌های کبابی $3/3 \pm 1/10$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و پایین‌ترین میزان آن در نمونه‌های بخارپز شده $2/70 \pm 0/38$ میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۲ کمترین میزان مس را در نمونه‌های کبابی شده گزارش دادند. در صورتیکه رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ نمونه‌های خام را دارای بیشترین میزان مس گزارش کردند.

همچنین، بیشترین میزان مس در نمونه‌های کبابی شده با نتایج Mnari و همکاران در سال ۲۰۱۲ مطابقت داشت. در حالیکه در تحقیق Hosseini و همکاران در سال ۲۰۱۴ بیشترین میزان مس در نمونه‌های سرخ شده گزارش شد. نتایج تحقیق نشان داد که میزان آهن در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده اختلاف معنی داری نداشتند ($p > 0.05$). با این وجود کمترین میزان آهن در نمونه‌های بخارپز 1.51 ± 0.22 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و بیشترین میزان آن در نمونه‌های گریل شده 1.55 ± 0.24 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. کمترین میزان آهن در نمونه‌های بخارپز در این تحقیق با نتایج تحقیق Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۳ و بیشترین میزان آهن در نمونه‌های گریل شده با نتایج Farag در سال ۲۰۱۳ مطابقت داشت. در صورتیکه، در تحقیق رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ بیشترین میزان آهن در نمونه‌های سرخ شده گزارش شده بود. نتایج تحقیق نشان داد که میزان روی در نمونه‌های خام و نمونه‌های پخته شده اختلاف معنی داری نداشتند. با این وجود کمترین میزان روی در نمونه‌های بخارپز 1.03 ± 0.30 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک و بیشترین میزان آن در نمونه‌های سرخ شده 1.25 ± 0.30 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه خشک مشاهده شد. کمترین میزان روی در نمونه‌های بخارپز با نتایج تحقیق Koubaa و همکاران در سال ۲۰۱۳ مطابقت داشت. بیشترین میزان روی در نمونه‌های سرخ شده با نتایج تحقیق رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲، Ersoy و Özeren در سال ۲۰۰۹ و Bandararra و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت داشت. در صورتیکه، Farag در سال ۲۰۱۳ بیشترین میزان روی را در نمونه‌های خام گزارش کرد. روش‌های پخت خشک نظیر ماکروویو و گریل اجازه ابقا بالاتر محتویات مواد معدنی را می‌دهد که می‌تواند به دلیل کاهش زمان آماده‌سازی باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که محتوای ویتامین A در فیله ماهی شانک زرد باله در روش‌های مختلف پخت نسبت به نمونه خام (شاهد) کاهش معنی داری داشت ($p < 0.05$). در تحقیق رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ و Hosseini و همکاران در سال ۲۰۱۴ نیز کاهش معنی دار میزان ویتامین A در نمونه‌های پخته شده نسبت به نمونه خام گزارش شده بود. میزان ویتامین A در نمونه خام 25.33 ± 8.91 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد که با نتایج تحقیق Ersoy و Özeren در سال ۲۰۰۹ و نیز

رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ مطابقت داشت. کمترین و بیشترین میزان ویتامین A به ترتیب در نمونه‌های سرخ شده 7.66 ± 6.66 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب و نمونه‌های خام 25.33 ± 8.91 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد. رضائی و همکاران در تحقیق انجام شده در سال ۱۳۹۲ بر روی ماهی شوریده (*Otolithes ruber*) گزارش دادند که کاهش محتوای این ویتامین تا حدی مربوط به حرارت ناشی از پخت بوده و همچنین خروج چربی از بافت نیز باعث انتشار بیشتر ویتامین‌های محلول در چربی می‌شود. از این رو، کمتر بودن میزان این ویتامین در نمونه‌های سرخ شده نسبت به نمونه‌های دیگر را می‌توان به حرارت بکار رفته و خاصیت محلول بودن این ویتامین در چربی مرتبط دانست. رضائی و همکاران در سال ۱۳۹۲ و Hoseini و همکاران در سال ۲۰۱۴ در بررسی‌های انجام شده روی *Rutilus frisii kutum* کمترین میزان ویتامین A را در نمونه‌های سرخ شده گزارش دادند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت. در صورتیکه Erkan و همکاران در سال ۲۰۰۹ کمترین میزان ویتامین A را در نمونه‌های کبابی شده گزارش دادند. میزان ویتامین E در فیله ماهی شانک زرد باله در روش‌های مختلف پخت نسبت به نمونه خام (شاهد) کاهش معنی داری داشت ($p < 0.05$). در تحقیق Erkan و همکاران در سال ۲۰۰۹ نیز کاهش محتوای ویتامین E در نمونه‌های کبابی شده و بخارپز شده گزارش شده بود. در صورتیکه Ersoy و Özeren در سال ۲۰۰۹ در تحقیق انجام شده بر روی گربه ماهی آفریقایی افزایش میزان ویتامین E را در نمونه‌های پخته شده نسبت به نمونه خام گزارش دادند. میزان ویتامین E در نمونه خام 0.1816 ± 1.911 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد که با نتایج Erkan و همکاران در سال ۲۰۰۹ مطابقت داشت. در این تحقیق، کمترین و بیشترین میزان ویتامین E به ترتیب در نمونه‌های گریل شده 0.293 ± 1.45 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب و در نمونه‌های خام 0.1816 ± 1.01 میلی گرم بر کیلوگرم نمونه مرطوب بدست آمد که مقادیر بدست آمده با نتایج تحقیق Syväoja و همکاران در سال ۱۹۸۵ مطابقت داشت. Polat در سال ۲۰۱۲ گزارش داد که حرارت و اکسیژن از عوامل اصلی کاهش میزان ویتامین E می‌باشند. از این رو، قرار گرفتن نمونه گریل شده در معرض حرارت و اکسیژن مستقیم عامل کاهش میزان این ویتامین در نمونه‌های گریل شده می‌باشد.

- Analytical Methods, 3(3): 269–275.
DOI:10.1007/s12161-009-9108-x
- Ersoy, B. and Özeren, A., 2009.** The effect of cooking methods on mineral and vitamin contents of African catfish. Food Chemistry, 115(2): 419–422.
DOI:10.1016/j.foodchem.2008.12.018
- Farag, M.M., 2013.** Effect of different cooking methods on nucleic acid nitrogen bases content of Fresh sardine fish and its nutritive value. World Journal of Dairy and Food Sciences, 8(2): 156-164.
- Gupta, C.P., 2014.** Role of iron (Fe) in body. IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC), 7: 38-46.
DOI:10.9790/5736-071123846
- Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Khosroshahi, N.K. and Babakhani, A., 2014.** Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of kutum roach (*Rutilus frisii kutum*). Food Chemistry, 148: 86–91. DOI:10.1016/j.foodchem.2013.10.012
- Kaur, K., Gupta, R., Saraf, S.A., and Saraf, S.K., 2014.** Zinc: The metal of life. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(4): 358–376.
DOI:10.1111/1541-4337.12067
- Koubaa, A., Mihoubi, N.B., Abdelmouleh, A. and Bouain, A., 2012.** Comparison of the effects of four cooking methods on fatty acid profiles and nutritional composition of red mullet (*Mullus barbatus*) muscle. Food Science and Biotechnology, 21(5): 1243–1250.
DOI:10.1007/s10068-012-0163-5
- Koubaa, A., Abdelmouleh, A., Bouain, A. and Boudhrioua Mihoubi, N., 2013.** Effect of cooking methods on nutritional profile of common pandora (*Pagellus* Analytical Methods, 3(3): 269–275.
DOI:10.1007/s12161-009-9108-x
- نتایج تحقیق نشان داد که سه روش پخت شامل بخارپز کردن و گریل کردن و سرخ کردن باعث تغییر معنی داری در محتوای مواد معدنی نشدند. در نتیجه می‌توان بسته به رژیم‌های غذایی مختلف، روش‌های پخت مختلف را استفاده کرد. اما محتوای ویتامین A و E در فیله ماهی شانک زرد باله در تمامی نمونه‌ها بصورت معنی داری در اثر پخت کاهش یافت که می‌توان با استفاده از روش‌های پخت با حرارت کمتر باعث اتلاف کمتر این ویتامین‌ها در نمونه‌های پخته شده گردید.
- ### منابع
- Andrew, N.L., Bene, C., Hall, S.J., Allison, E.H., Heck, S. and Ratner, B.D., 2007.** Diagnosis and management of small-scale fisheries in developing countries. Fish and Fisheries, 8: 227–240.
DOI:10.1079/9781845936075.0035
- Asghari, L., Zeynali, F. and Sahari, M.A., 2013.** Effects of boiling, deep-frying, and microwave treatment on the proximate composition of rainbow trout fillets: changes in fatty acids, total protein, and minerals. Journal of Applied Ichthyology, 29(4): 847–853. DOI:10.1111/jai.12212
- Bandarra, N.M., Batista, I. and Nunes, M.L., 2009.** Chemical composition and nutritional value of raw and cooked black scabbardfish (*Aphanopus carbo*). Scientia Marina, 73(S2): 105–113.
DOI:10.3989/scimar.2009.73s2105
- Case, L.P., Daristotle, L., Hayek, M.G. and Raasch, M.F., 2011.** Vitamin and mineral requirements. In: Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals. Maryland Heights: Mosby Elsevier. pp: 107–117.
DOI:10.1016/b978-0-323-06619-8.10013-1
- Erkan, N., Selçuk, A. and Özden, Ö., 2009.** Amino acid and vitamin composition of raw and cooked horse mackerel. Food

- Note No. 38. Torry Research Station.
http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5916e/x5916e00.
- National Food Safety Standard, 2010.** Determination of phosphorus in foods for infants and young children, milk and milk products (GB 5413.22-2010). Ministry of Health of People's Republic of China, China.
- Polat, A., Özogul, Y., Kuley, E., Özogul, F., Özyurt, G. and Şimsek, A., 2012.** Tocopherol content of commercial fish species as affected by microwave cooking. *Journal of Food Biochemistry*, 37(4): 381–387. DOI:10.1111/j.1745-4514.2011.00635.x
- Rezaei, M., Hosseini, H. and Hamzeh, A., 2014.** Changes in minerals and vitamins, fish, Croaker (*Otolithes ruber*) in different cooking methods. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(4): 211-217.
- Roberts, P., Priest, H. and Bromage, C., 2001.** Selecting and utilizing data sources to evaluate health care education. *Nurse Researcher*, 8(3): 15–29. DOI:10.7748/nr2001.04.8.3.15.c6155
- Salovaara, K., Tuppurainen, M., Kärkkäinen, M., Rikkinen, T., Sandini, L., Sirola, J., Honkanen, R., Alhava, E. and Kröger, H., 2010.** Effect of vitamin D3 and calcium on fracture risk in 65-to 71-year-old women: A population-based 3-year randomized, controlled trial--the OSTPRE-FPS. *Journal of Bone and Mineral Research*, 25(7): 1487-1495. DOI:10.1002/jbmr.48
- Sarjubala Devi, W. and Sarojnalini, C.H., 2012.** Impact of different cooking methods on proximate and mineral composition of *Amblypharyngodon mola* (*Erythrinus*) from the Mediterranean Sea. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(4): 1682–1689. DOI:10.1111/jfpp.12130
- Lopez-cervantes, J., sanchez-machado, D.I. and rios-vazquez, N.J., 2006.** High performance liquid chromatography method for the simultaneous quantification of retinol, α -tocopherol, and cholesterol in shrimp waste hydrolysate. *Journal of Chromatography A*, 1105: 135-139. DOI:10.1016/j.chroma.2005.08.010
- Marimuthu, K., Thilaga, M., Kathiresan, S., Xavier, R. and Mas, R.H.M.H., 2011.** Effect of different cooking methods on proximate and mineral composition of striped snakehead fish (*Channa striatus*, Bloch). *Journal of Food Science and Technology*, 49(3): 373–377. DOI:10.1007/s13197-011-0418-9
- Mnari, B.A., Zaghbib, S.F., Dhibi, M., Harzallah, H.J., Dabbou, S., El Cafsi, M. and Chaouch, A., 2012.** Effects of different cooking methods on the mineral contents of wild and farmed sea bream (*Sparus aurata*). *International Journal of Food Science and Technology*, 47(9): 1964–1969. DOI:10.1111/j.1365-2621.2012.03057.x
- Marimuthu, K., Geraldine, A.D., Kathiresan, S., Xavier, R., Arockiaraj, J. and Sreeramanan, S., 2014.** Effect of three different cooking methods on proximate and mineral composition of Asian Sea Bass (*Lates calcarifer*, Bloch). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23(5): 468–474. DOI:10.1080/10498850.2012.727133
- Murray, J. and Burt, J.R., 2001.** The Composition of Fish. In: Torry Advisory

Zodape, G.V., 2011. Heavy metal contamination in commercially important prawns and shrimps species collected from vile-parle and bandra markets of Mumbai (West Coast) India. *Indian Journal of Applied Research*, 4(8): 670–674.
DOI:10.15373/2249555x/august2014/176

of Manipur. *International Journal of Advanced Biological Research*, 2(4): 641-645.

Syväoja, E.L., Salminen, K., Piironen, V., Varo, P., Kerojoki, O. and Koivistoinen, P., 1985. Tocopherols and tocotrienols in finnish foods: Fish and fish products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 62(8): 1245-1248.
DOI:10.1007/bf02541835

Effects of different methods of cooking on mineral and vitamin (A and E) content of yellow fin sea bream (*Acanthopagrus latus*) fish fillets

Alipoor, D.^{1,2}; Javaheri Baboli, M.^{2*}; Roomiani, L.²

* mehranjavaheri@gmail.com

1-Khuzestan Science and Research Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

2-Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

The aim of this study was to investigate the effects of cooking methods including steaming, frying and grilling on the amounts of vitamin (A and E) and mineral (iron, phosphorus, copper, zinc, calcium, magnesium, potassium, and sodium) content of Yellow-fin sea bream (*Acanthopagrus latus*) fish fillets. This study was performed with four treatments and replicated three times. Results were compared with the amounts of vitamin and mineral contents of raw samples. The vitamin content of samples was measured by the method of high-performance liquid chromatography (HPLC). The mineral content was evaluated by the method of atomic absorption spectrophotometry. The comparison of examined mineral elements in cooked samples with raw samples, showed no significant differences ($p > 0.05$). The vitamin A content of cooked samples was compared with their amounts in raw samples. Results indicated that vitamin A was significantly decreased in cooked samples ($p < 0.05$). The lowest amounts of vitamin A were observed in fried samples (7.6 ± 0.66 mg/kg of wet weight). The vitamin E content of cooked samples was compared with their amounts in raw samples. Results indicated that vitamin E was significantly decreased in cooked samples ($p < 0.05$). The lowest levels of vitamin E were observed in grilled samples (0.293 ± 0.02 mg/kg wet weight). These results showed that the mineral content of samples cooked with three methods including steaming, grilling and frying was not significantly different from raw samples. Therefore, various methods of cooking can be applied based on the diet. However, the vitamin A and E contents of yellow fin sea bream fish fillets were significantly decreased in cooked samples.

Keywords: Atomic absorption, Methods of cooking, Minerals, Vitamins, Yellow fin sea bream

*Corresponding author