مجله الکترونیک فرآوری و نگهداری مواد غذایی
جلد اول، شماره دوم، تابستان ۸۸
۳۳-٤٦
www.ejfpp.info

# تأثیر فرآیند سرخ کردن بر خصوصیات تغذیه‌ای فیله ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*)

***حکیمه جنت‌علیپور[۱]، بهاره شعبانپور[۲]، علی شعبانی[۳] و علیرضا صادقی‌ماهونک[۴]**

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۲]دانشیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۳]استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [۴]استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۸/٤/۲۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۰/۱۰

## چکیده

قره‌برون (*Acipenser persicus*) یک گونه با ارزش اقتصادی در دریای خزر می‌باشد. در این پژوهش اثر فرآیند سرخ کردن به‌عنوان متداول‌ترین روش حرارتی بر ویژگی‌های تغذیه‌ای فیله ماهی قره‌برون مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌های خام و سرخ شده از نظر ترکیب اسید آمینه، پروتئین و چربی، قابلیت هضم درون آزمایشگاهی و عوامل تغذیه‌ای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قابلیت هضم درون آزمایشگاهی پروتئین از ۸۱/۵۰ درصد در نمونه خام به ۱۰۰ درصد در نمونه سرخ شده افزایش یافت ($P<۰/۰۵$). ترکیب اسیدآمینه در نمونه خام و سرخ شده تقریباً مشابه بود که نشان می‌دهد فرآیند سرخ کردن اثر مخربی بر کیفیت پروتئین ندارد. مقدار امتیاز اسید آمینه تصحیح شده با قابلیت هضم درون آزمایشگاهی برای هر دو نمونه و هر دو گروه سنی ۱۲-۱۰ ساله و بالغین ۱۰۰ بود که بر کیفیت بالای پروتئین فیله ماهی قره‌برون دلالت می‌کند. اسیدآمینه محدودکننده در این مطالعه برای فیله تاس‌ماهی ایرانی سیستئین + متیونین بود. ارزش بیولوژیک فیله خام بعد از سرخ کردن افزایش یافت. در مجموع می‌توان بیان نمود که سرخ کردن تأثیر مثبتی بر عوامل تغذیه‌ای فیله ماهی قره‌برون دارد.

***واژه‌های کلیدی:*** کیفیت پروتئین، سرخ کردن، ترکیب اسید آمینه، ماهی قره‌برون، ارزش تغذیه‌ای

* مسئول مکاتبه: hakime_alipour@yahoo.com

**مقدمه**

وجود اسیدهای چرب چند غیراشباعی بدون شک یکی از عوامل مهم تأثیرات سلامتی بخش فرآورده‌های دریایی محسوب می‌شود اما بررسی‌های انجام شده نشان داده است که پروتئین ماهی نیز نقش مهمی در این زمینه ایفا می‌کند. ماهی به‌علت دارا بودن ترکیب مناسب اسیدهای آمینه ضروری منبع بسیار مناسبی از پروتئین به شمار می‌رود. اسیدهای آمینه نقش اساسی را در ساختمان پروتئینی ایفا کرده، در متابولیسم دخالت نموده و بنابراین منجر به حفظ سلامتی و حیات می‌شوند. انجمن قلب امریکا مصرف حداقل ۲ بار ماهی در هفته را به‌علت اثرات مثبت بر سلامت قلب توصیه نموده است (کراس و همکاران، ۲۰۰۰). با وجود این واقعیت که ارزش تغذیه‌ای ماهی به‌خوبی شناخته شده است، اما این ماده غذایی با ارزش نقش بسیار محدودی در جیره غذایی اغلب کشورها ایفا می‌کند. بنابراین یافتن روش‌های عمل‌آوری مناسب برای این ماده خام با ارزش می‌تواند موجب افزایش علاقه‌مندی مصرف‌کننده گردد. با توجه به ارزش تغذیه‌ای و براساس استاندارد سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی[1] (۱۹۹۱)، پروتئین ماهی دارای ترکیب مناسبی از اسیدهای آمینه بوده و قابلیت هضم آن بیش از ۹۷ درصد می‌باشد (کلاکوسکا و کلاکوسکی، ۲۰۰۱).

حرارت‌دهی یکی از مهم‌ترین روش‌های متداول در فرآیند مواد غذایی است. این روش نه تنها به‌دلیل تأثیر مطلوب روی کیفیت مواد غذایی بلکه به‌دلیل اثر نگهداری آن روی غذا که با از بین بردن آنزیم، غیرفعال نمودن ریززنده‌ها، حشرات و انگل‌ها همراه می‌باشد، مورد توجه قرار گرفته است. فرایند 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 هضم‌کننده بهتر به غذا دست یابند.

سرخ کردن یکی از 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 عبارتند از: خصوصیات فیزیکی و ساختمان هندسی محصول و مدت زمان و درجه حرارت فرآیند پخت. حرارت‌دهی قطعات گوشت منجر به ایجاد تغییرات گسترده در ظاهر و خصوصیات فیزیکی آن می‌شود و این تغییرات به زمان و درجه حرارت فرآیند به‌کار رفته بستگی دارند. از دیدگاه مصرف‌کننده، مطلوبیت غذای سرخ شده مربوط به خصوصیات بافتی و حسی مناسب آن شامل طعم،

1- FAO/WHO

بافت و ظاهر می‌باشد. تغییراتی که در طی سرخ کردن اتفاق می‌افتد شامل جمع‌شدگی، خروج آب و چربی، تبخیر و تشکیل پوسته می‌باشند. حرکت آب و چربی و همچنین تغییرات ایجاد شده در غلظت، به دما و طول مدت حرارت‌دهی بستگی دارند (اروسواری و همکاران، ۲۰۰۶).

تاس‌ماهی ایرانی یا قره‌برون یکی از مهم‌ترین گونه‌های زیستی دریای خزر بوده که دارای ارزش غذایی و تجاری بالایی می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن اهمیت این گونه منحصربه‌فرد دریاچه خزر و همچنین افزایش روزافزون تقاضای مصرف‌کنندگان برای استفاده از محصولات شیلاتی و با توجه به این که ارزش تغذیه‌ای ماهی به عمل‌آوری و روش‌های پخت تغییر بستگی دارد، بنابراین در این مقاله اثرات سرخ کردن به‌عنوان یکی از روش‌های متداول در کشور بر کیفیت تغذیه‌ای فیله ماهی قره‌برون مورد بررسی قرار گرفت.

## مواد و روش‌ها

ماهی قره‌برون در پاییز سال ۸۷ از جزیره آشوراده واقع در خلیج گرگان صید شد و بلافاصله، بدون تاخیر زمانی به‌صورت تازه به آزمایشگاه شیمی دانشگاه گرگان انتقال داده شد. در مرحله بعد آماده‌سازی فیله ماهی با انجام عملیات سرزنی، پوست‌کنی و تخلیه امعا و احشا انجام گرفت و سپس فیله‌بندی ماهی انجام شد. از این فیله‌ها به‌صورت تصادفی یک گروه به‌صورت خام و به‌عنوان گروه شاهد برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شد و گروه دیگر جهت فرآیند سرخ کردن مورد استفاده قرار گرفت. شایان ذکر است که عمل سرخ کردن با استفاده از روغن مخصوص سرخ‌کردنی (روغن آفتابگردان، شرکت غنچه) و توسط یک دستگاه سرخ‌کن اتوماتیک (ADR2، پرتغال) در دمای ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٦ دقیقه انجام گرفت.

**تعیین ترکیب تقریبی فیله‌ها:** رطوبت با استفاده از آون در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن پایدار تعیین شد (AOAC، ۲۰۰۵). اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال و با استفاده از ضریب تبدیل ٦/۲۵ انجام شد (AOAC، ۲۰۰۵). چربی کل با استفاده از پترولیوم اتر و دستگاه سوکسله استخراج شد. خاکستر با حرارت دادن نمونه درون کوره الکتریکی با دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن پایدار انجام شد (AOAC، ۱۹۹۰).

**قابلیت هضم درون ازمایشگاهی**[1]: قابلیت هضم درون آزمایشگاهی براساس روش اکسون و استامن (۱۹٦٤) و با استفاده از سیستم‌های هضم پپسین و پانکراتین انجام گرفت.

**اندازه‌گیری ترکیب اسید آمینه:** برای اندازه‌گیری اسیدهای آمینه ابتدا نمونه‌ها با استفاده از اسید کلریدریک ٦ مولار در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت هیدرولیز و با استفاده از فنیل ایزو تیوسیانیت استخراج شدند و سپس با استفاده از یک دستگاه آنالیز اسید آمینه (سیستم آنالیز اسید آمینه واترز پیکو تگ[2]، آمریکا) براساس روش بیدلینگمیر و همکاران (۱۹۸٤) اندازه‌گیری شدند. تریپتوفان نیز براساس روش کن (۱۹۷۵) استخراج و با روش ساکایس و پست (۱۹۹۰) سنجیده شد.

**امتیاز شیمیایی**[3]: امتیاز شیمیایی براساس فرمول زیر محاسبه گردید (FAO، ۱۹٦۸):

$$\frac{\text{مقدار اسید آمینه ضروری در پروتئین مورد بررسی (گرم)}}{\text{مقدار کل اسید آمینه ضروری در پروتئین مورد بررسی (گرم)}} \times \frac{\text{مقدار کل اسید آمینه ضروری تخم‌مرغ (گرم)}}{\text{مقدار اسید آمینه ضروری در تخم‌مرغ (گرم)}}$$

**برآورد میزان کارایی پروتئین**[4]: این معیار براساس سه روش مختلف شامل روش سترلی و همکاران (۱۹۹۷) آلسمیر و همکاران (۱۹۷٤) و لی و همکاران (۱۹۷۸) محاسبه شد. معادله‌ها در جدول ٤ داده شده است.

**شاخص اسید آمینه ضروری**[5] **و ارزش بیولوژیک**[6]: شاخص اسید آمینه ضروری براساس روش اوسر (۱۹۵۱) و ارزش بیولوژیک با استفاده از فرمول اوسر (۱۹۵۹)، مطابق زیر محاسبه شدند:

$$BV = ۱/۰۹(\text{EAA Index}) - ۱۱/۷$$

**شاخص تغذیه‌ای**[7]: شاخص تغذیه‌ای به‌وسیله فرمول کریسان و سندز (۱۹۷۸) برآورد شد:

$$\frac{\text{(شاخص اسید آمینه ضروری)} \times \text{درصد پروتئین}}{۱۰۰}$$

1- In Vitro Digestibility
2- Waters Pico Tag
3- Chemical Score
4- Computed Protein Efficiency Ratio
5- Essential Amino Acid Index
6- Biological Value
7- Nutritional Index

**امتیاز اسید آمینه تصحیح شده از قابلیت هضم درون آزمایشگاهی**[1]: براساس روش ساروار و مک‌دونالد (۱۹۹۰) و با استفاده از ترکیب اسید آمینه ضروری نمونه مورد آزمایش و الگوی اسید آمینه پیشنهادی FAO/WHO (۱۹۹۰) برای کودکان ۱۲-۱۰ ساله و بالغین (جدول ۲) به‌دست آمد.

**آنالیز آماری:** تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزار SAS و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. کنترل معنی‌دار بودن توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه و در سطح ۵ درصد انجام گرفت. جهت انجام مقایسات میانگین از آزمون LSD در سطح ($\alpha$=۰/۰۵) استفاده گردید.

## نتایج

**اثر سرخ کردن بر ترکیب تقریبی فیله‌ها:** ترکیب تقریبی فیله‌های خام و سرخ شده در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که نمونه‌های خام مقدار چربی بالایی داشتند که نشان‌دهنده چربی بالای تاس‌ماهی ایرانی می‌باشد. رطوبت نمونه‌های خام در مقایسه با سایر ماهیان کمتر بود که ارتباط معکوس بین آب و چربی این امر را توجیه می‌کند. عمل سرخ کردن منجر به ایجاد تغییراتی در ترکیب پروتئین و چربی گردید، به‌طوری‌که مقادیر آن‌ها طی سرخ کردن افزایش معنی‌داری یافت (P<۰/۰۵).

افزایش در مقدار پروتئین نمونه‌های سرخ شده، در مقایسه با نمونه‌های خام بیانگر این مطلب است که نیتروژن پروتئین طی سرخ کردن کاهش نمی‌یابد (گوکگلو و همکاران، ۲۰۰٤).

کاهش در مقدار رطوبت نمونه‌های سرخ شده، بارزترین تغییری است که منجر به افزایش معنی‌دار در مقادیر پروتئین، چربی و خاکستر می‌گردد. افزایش چربی طی سرخ کردن می‌تواند در ارتباط با جذب روغن طی عمل‌آوری به‌علت نفوذ روغن به درون غذا بعد از خروج آب توسط بخار باشد (وبر و همکاران، ۲۰۰۸).

**جدول ۱- ترکیب تقریبی فیله‌های خام و سرخ شده تاس‌ماهی ایرانی.**

| نمونه‌ها | گرم در ۱۰۰ گرم نمونه تر | | | |
|---|---|---|---|---|
| | رطوبت | پروتئین | چربی | خاکستر |
| فیله خام | ٦٣/٢١±٠/٤١$^{a}$ | ٢١/٤٦±٠/٣٨$^{b}$ | ١٣/١٦±١/١٣$^{b}$ | ٣/٣٣±٠/٣٣$^{a}$ |
| فیله سرخ شده | ٤٥/٢٩±٠/٤٤$^{b}$ | ٣٢/٠٨±٠/٥٥$^{a}$ | ٢٠/٣١±٠/٣٣$^{a}$ | ٣/٤٥±٠/٠١$^{a}$ |

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

1- Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score

**جدول ۲- الگوی اسید آمینه پیشنهادی FAO/WHO برای کودکان ۱۲-۱۰ ساله و بالغان.**

| اسیدهای آمینه ضروری | گروه سنی ۱۲-۱۰ سال | بزرگسالان |
|---|---|---|
| هیستیدین | ۱۹ | ۱٦ |
| ایزولوسین | ۲۸ | ۱۳ |
| لوسین | ٤٤ | ۱۹ |
| لیزین | ٤٤ | ۱٦ |
| متیونین + سیستئین | ۲۲ | ۱۷ |
| فنیل آلانین + تیروزین | ۲۲ | ۱۹ |
| ترئونین | ۲۸ | ۹ |
| تریپتوفان | ۹ | ٥ |
| والین | ۲٥ | ۱۳ |

**قابلیت هضم درون آزمایشگاهی:** قابلیت هضم نمونه‌های خام و سرخ شده در جدول ٤ مشاهده می‌گردد. نمونه سرخ شده قابلیت هضم بالاتری نسبت به نمونه خام داشت. به‌نظر می‌رسد که تیمار حرارتی اعمال شده بر نمونه سرخ شده، قابلیت هضم پروتئینی را با نابود کردن بازدارنده‌های پروتئازی و کمک به باز شدن زنجیره پروتئینی که منجر به آشکار شدن پیوندهای پپتیدی می‌شود، بهبود می‌بخشد. ونوگوپال (۲۰۰۹) نیز افزایش قابلیت هضم هاگ‌فیش (*Eptatretus burgeri*) بعد از فرآیند پخت را گزارش کرد.

**ترکیب و کیفیت اسیدهای آمینه:** ترکیب اسیدهای آمینه پروتئین فیله‌های خام و سرخ شده تاس‌ماهی ایرانی در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج به‌دست آمده هم‌خوانی زیادی با گزارش‌های سایر محققان دارد (اسمائیل و اکرام، ۲۰۰٤). نکته قابل‌توجه این است که تاس‌ماهی ایرانی طیف وسیعی از اسیدهای آمینه را دارا می‌باشد. بیش‌ترین مقادیر اسیدهای آمینه غیرضروری، گلوتامیک و آسپارتیک اسید و در اسیدهای آمینه ضروری، لوسین و لیزین و همچنین کم‌ترین مقدار اسیدهای آمینه غیرضروری سیستئین و متیونین و در اسیدهای آمینه ضروری، تریپتوفان بود. فرآیند سرخ کردن تغییرات معنی‌داری در چندین اسید آمینه ایجاد نمود. طی سرخ کردن، کاهش معنی‌داری ($P<۰/۰٥$) در مقادیر هیستیدین و تریپتوفان حاصل شد که بیانگر ناپایداری این اسیدهای آمینه در برابر حرارت

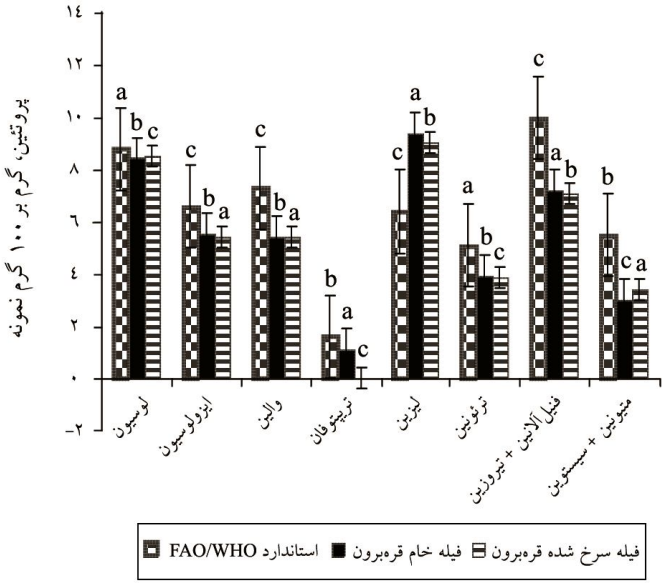
می‌باشد (کاستریلون و همکاران، ۱۹۹۷). کاهش لیزین می‌تواند در ارتباط با بروز واکنش میلارد در طول فرایند حرارت‌دهی باشد. سیستئین تغییرات اندکی بعد از سرخ کردن نشان داد که بر پایداری آن در برابر حرارت دلالت می‌کند (فینوت، ۱۹۹۷). در مجموع و با توجه به بروز تغییرات اندک در اغلب اسیدهای آمینه، می‌توان بیان نمود که اثرات سوء سرخ کردن روی ترکیب اسید آمینه بسیار ناچیز می‌باشد.

**جدول ۳- ترکیب اسیدهای آمینه فیله خام و سرخ شده تاس‌ماهی ایرانی براساس گرم اسید آمینه در ۱۰۰ گرم نمونه پروتئین.**

| نوع اسید آمینه | ماهی خام | ماهی سرخ شده |
|---|---|---|
| آسپارژین | ۹/۹٤±۰/۰۱$^{a}$ | ۱۰/۱۳±۰/۰۸$^{b}$ |
| هیستیدین | ۵/۱۹±۰/۰۵$^{a}$ | ٤/۵۰±۰/۰۲$^{b}$ |
| سرین | ۲/۷٤±۰/۰۱$^{a}$ | ۲/٦۰±۰/۱٤$^{b}$ |
| گلوتامیک اسید | ۱۸/٤۷±۰/۰٦$^{a}$ | ۱۸/٤۹±۰/۱۵$^{a}$ |
| پرولین | ٤/۷٤±۰/۱۷$^{a}$ | ٤/۱۲±۰/۰۱$^{b}$ |
| گلایسین | ٤/٤۵±۰/۱۱$^{b}$ | ٤/۹۱±۰/۰۵$^{a}$ |
| آلانین | ۵/۳٤±۰/۰۸$^{b}$ | ۵/۷۸±۰/۱۲$^{a}$ |
| آرژنین | ٦/۰۸±۰/۰۳$^{b}$ | ٦/٦۱±۰/۰٤$^{a}$ |
| والین | ۵/٤۱±۰/۰۵$^{a}$ | ۵/٤٤±۰/۱٦$^{a}$ |
| لیزین | ۹/٤۲±۰/۲۵$^{a}$ | ۹/۰۷±۰/۰۷$^{b}$ |
| ایزولوسین | ۵/۵٦±۰/۲٤$^{a}$ | ۵/٤۰±۰/۱٤$^{b}$ |
| لوسین | ۸/٤۵±۰/۱۹$^{b}$ | ۸/۵٤±۰/۰۳$^{a}$ |
| ترئونین | ۳/۹۳±۰/۰۳$^{a}$ | ۳/۸۵±۰/۰۱$^{b}$ |
| تیروزین | ۲/۸۹±۰/۰۱$^{b}$ | ۲/۷٦±۰/۰۸$^{a}$ |
| فنیل آلانین | ٤/۳۰±۰/۰۱$^{a}$ | ٤/۳۱±۰/۰۲$^{a}$ |
| سیستئین | ۰/۸۱±۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۹±۰/۰۷$^{a}$ |
| متیونین | ۲/۲۹±۰/۰٦$^{b}$ | ۲/٤۹±۰/۱۹$^{a}$ |

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

ترکیب اسید آمینه ضروری تاس‌ماهی ایرانی با پروتئین تخم‌مرغ به‌عنوان بهترین پروتئین حیوانی براساس استانداردهای سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی (۱۹۷۳) مقایسه شد (شکل ۱). همان‌طورکه در شکل مشاهده می‌شود مشابهت زیادی بین مقادیر اسیدهای آمینه مختلف وجود دارد که بیش‌ترین مشابهت در اسید آمینه لوسین و کم‌ترین تشابه در اسید آمینه تریپتوفان بین فیله‌های تاس‌ماهی ایرانی و استاندارد سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی مشاهده شد.




**شکل ۱- مقایسه ترکیب اسیدهای آمینه ضروری فیله خام و سرخ شده با استاندارد FAO/WHO.**

شاخص اسیدهای آمینه ضروری (EAAI) در فیله‌های خام و سرخ شده به‌ترتیب ۸۹/۱۲ و ۹۱/۲۰ درصد بود. بعد از سرخ کردن افزایش اندکی در مقدار این شاخص مشاهده شد. این نتایج نشان داد که فیله تاس‌ماهی ایرانی منبع بسیار خوبی از اسیدهای آمینه می‌باشد.

امتیاز شیمیایی (CS)، فراوانی واقعی هر اسید آمینه ضروری در ماده غذایی (نمونه) را مورد ارزیابی قرار داده و آن را نسبت به نیازهای رژیم غذایی یا پروتئین مرجع بیان می‌کند. براساس استاندارد سازمان غذا و کشاورزی و سازمان بهداشت جهانی، اسید آمینه محدودکننده فیله تاس‌ماهی ایرانی سیستئین + متیونین بود. پروتئینی با شاخص شیمیایی بالا، ارزش بیولوژیک بالایی داشته و

بیش‌تر در بدن قابل استفاده است. همان‌طورکه در جدول ٤ مشاهده می‌گردد ارزش بیولوژیک فیله خام قره‌برون ٨٥/٤٤ درصد بود که پس از سرخ کردن به ٨٧/٧٠ درصد افزایش یافت.

PDCAAS، براساس مقدار محدودکننده‌ترین اسید آمینه، به‌عنوان بهترین روش ارزیابی کیفیت پروتئین غذا در رابطه با نیازمندی‌های افراد در نظر گرفته شده است. این فاکتور، کیفیت پروتئین را براساس نیازهای اسید آمینه برای گروه‌های سنی مختلف (٥-٢ سال، ١٢-١٠ سال و بزرگسالان) اندازه‌گیری می‌کند. بنابراین براساس مقدار اسید آمینه پروتئین غذا، قابلیت هضم پروتئین و توانایی آن در تامین مقادیر مناسب اسیدهای آمینه ضروری برای گروه‌های سنی مختلف محاسبه می‌گردد. بالاترین مقدار PDCAAS که هر پروتئینی می تواند داشته باشد، ١٠٠ است. به این معنی که بعد از هضم پروتئین غذا، ١ واحد از این پروتئین، ١٠٠ درصد نیازهای اسیدهای آمینه ضروری آن گروه سنی را تامین می‌کند. همان‌طورکه در جدول ٤ مشاهده می‌گردد PDCAAS محاسبه شده برای هر دو نوع فیله خام و سرخ شده و در دو گروه سنی مورد بررسی معادل ١٠٠ می‌باشد که بیانگر این است که فیله ماهی قره‌برون یک منبع عالی از پروتئین در رژیم غذایی انسان است.

میزان کارایی پروتئین فیله خام قره‌برون بسته به روش محاسبه بین ٤/١٣-٢/٣٢ به‌دست آمد (جدول ٥). اما بعد از فرآیند سرخ کردن این میزان به ٤/٢٧-٢/٨٥ افزایش یافت که با نتایج اویسی‌پور و همکاران (٢٠٠٩) مطابقت دارد. شاخص تغذیه‌ای بعد از سرخ کردن افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان داد که بر تأثیر مثبت حرارت بر ارزش مغذی دلالت می‌کند.

**جدول ٤- عوامل تغذیه‌ای فیله‌های خام و سرخ شده تاس‌ماهی ایرانی.**

| عوامل | فیله خام | فیله سرخ شده |
|---|---|---|
| قابلیت هضم درون آزمایشگاهی | ٨١/٥٠±٠/٣٥[b] | ١٠٠±٠/٠٢[a] |
| امتیاز شیمیایی | ٦٣ | ٧١ |
| شاخص اسیدهای آمینه ضروری | ٨٩/١٢ | ٩١/٢٠ |
| PDCAAS | | |
| گروه سنی ١٢-١٠ سال | ١٠٠ | ١٠٠ |
| بالغین | ١٠٠ | ١٠٠ |
| شاخص تغذیه‌ای | ١٩/١٢ | ٢٩/٢٨ |
| ارزش بیولوژیکی پیش‌بینی شده | ٨٥/٤٤ | ٨٧/٧٠ |

**جدول ۵- میزان کارایی پروتئین محاسبه شده به روش‌های مختلف برای فیله‌های خام و سرخ شده تاس‌ماهی ایرانی.**

| شماره معادله | معادله | فیله خام | فیله سرخ‌شده |
|---|---|---|---|
| ۱ | $-۲/۱۰۷٤+۰/۱۳۱۲(SPC)^{*}-۲/۵۱۸۸(SPC)^{۲}$ | ۲/۳۲ | ۲/۸۵ |
| ۲ | (تیروزین)۰/۱۰٤- (لوسین)۰/٤٥٤+۰/٤٦٨- | ۳/٦۷ | ۳/۱۲ |
| ۳ | (تیروزین)۰/۹٤٤- (هیستیدین)۰/۲۱۱+(لوسین) ۰/۷۸۰+(متیونین)۰/٤۳٥+۱/۸۱٦- | ٤/۱۳ | ٤/۲۷ |
| ٤ | ۰/۱۰۹٤- (مجموع هفت اسید آمینه ضروری) $^{\neq}$۰/۰۸۰۸٤ | ۳/۰٤ | ۳/۰٥ |

$^{*}$ SPC نسبت شاخص اسید آمینه ضروری نمونه به شیر می‌باشد (سترلی و همکاران، ۱۹۹۷).

$^{\neq}$ ترئونین، والین، متیونین، ایزولوسین، لوسین، فنیل‌آلانین، لیزین (اویسی‌پور و همکاران، ۲۰۰۹).

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که سرخ کردن اثرات معنی‌داری بر خصوصیات تغذیه‌ای فیله قره‌برون دارد. عدم ایجاد تأثیرات منفی سرخ کردن بر ترکیب اسیدهای آمینه فیله تاس‌ماهی ایرانی از اهمیت کاربردی به‌سزایی برخوردار است. براساس نتایج به‌دست آمده، فرآیند سرخ کردن نه تنها موجب کاهش مقدار اسیدهای آمینه و کیفیت پروتئین نشد بلکه در افزایش کیفیت پروتئین اثرات مطلوبی نشان داد. این تأثیر به‌طور عمده ناشی از افزایش قابلیت هضم پروتئین است که در اثر تأثیر فرآیند حرارتی بر ساختار پروتئین به‌وقوع می‌پیوندد. در مجموع و با توجه به این‌که سرخ کردن یکی از متداول‌ترین روش‌های پخت مواد غذایی در ایران است، نتایج این بررسی می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر مثبت این روش بر کیفیت تغذیه‌ای پروتئین ماهی باشد.

## منابع


Akeson, W.R. and Stahman, M.A. 1964. A pepsin pancreatin digest index of protein quality evaluation. *Journal of Nutrition*, 83: 257.

Alsmeyer, R.H., Cunningham, A.E. and Happich, M.L. 1974. Equation predicts PER from amino acids analysis. *Journal of Food Technology*, 28: 34-40.

AOAC. 1990. Official methods of analyses of association of analytical chemist (15th ed.). Washington DC: AOAC.

AOAC. 2005. Official methods of analysis (18th ed.). Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemists International.

Bidlingmeyer, B.A., Cohen, S.A. and Tarvin, T.L. 1984. Rapid analysis of amino acids using precolumn derivatization. *Journal of Chromatography*, 336: 93-104.

Castrillon, A.M., Navarro, P. and Alvarez-Pontes, E. 1997. Changes in chemical composition and nutritional quality of fried sardine (*Clupea pilchardus*) produced by frozen storage and microwave reheating. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 75: 125-132.

Concon, J.M. 1975. Rapid and simple method for the determination of tryptophan in cereal grains. *Analytical Biochemistry*, 67: 206.

Crisan, E.V. and Sands, A. 1978. Nutritional value of edible mushroom. In Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. Chang, S.T., and Hayer W.A., (Eds.), NewYork: Academic Press, Pp: 137-168.

FAO/WHO. 1973. Energy and protein requirements. Reports of FAO nutritional meeting series, No. 52. Rome: FAO.

FAO/WHO. 1990. Energy and protein requirements. Report of joint FAO/WHO/UNU.

Expert Consultation Technical Report. FAO/WHO and United Nations University, Geneva, Series, 724: 116-129.

FAO/WHO. 1991. Protein quality evaluation. Report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation; FAO Food and Nutrition, FAO, Roma, Italy, 51p.

Finot, P.A. 1997. Effects of processing and storage on the nutritional value of food protein. In S. Damodaran & A. Paraf (Eds.), Food protein and their applications. New York: Marcel Dekker Inc, Pp: 551-577.

Food Agriculture Organization (FAO). 1968. Amino acid content of foods and biological data on proteins. Rome, UN: FAO.

Gokoglu, N., Yerlikaya, P. and Cengiz, E. 2004. Effects of cooking methods on the proximate composition and mineral contents of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of Food Chemistry*, 84: 19-22.

Ismail, A. and Ikram, E.H.K. 2004. Effects of cooking practices (boiling and frying) on the protein and amino acids contents of four selected fishes. *Journal of Nutritin and Food Science*, 34: 54-59.

Kołakowska, A. and Kołakowski, E. 2001. Fish nutritive value. *Przemysł Spożywczy*, 55: 6. 10-13.

Krauss, R.M., Eckel, H.R., Howard, B., Appel, L.J., Daniels, S.R., Deckelbaum, R.J., Erdman, J.W., Kris-Etherton, P., Goldberg, I.J., Kotchen, T.A., Lichtenstein, A.H., Mitch, W.E., Mullis, R., Robinson, K., Wylie-Rosett, J., Jeor, S.S., Suttie, J., Tribble, D.L. and Bazzarre, T.L. 2000. AHA dietary guidelines. Revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *Circulation*, 102: 2284-2299.

Lee, Y.B., Elliot, J.G., Rickansrud, D.A. and Mugberg, E.C. 1978. Predicting protein efficiency ratio by the chemical determination of connective tissue content in meat. *Jornal of Food Science*, 43: 1359-62.

Oroszvari, B.K., Bayod, E., Sjoholm, 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.

Oser, B.L. 1951. Methods for the integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *Journal of American Dietetic Association*, 27: 399.

Oser, B.L. 1959. An integrated essential amino acid index for predicting the biological value. In: *Protein and Amino Acid Nutrition*, Albanese, A.A. (Ed.), New York: Academic Press, Pp: 281-295.

Ovissipour, M., Abedian, A., Motamedzadegan, A., Rasco, B., Safari, R. and Shahir, H. 2009. The effect of enzymatic hydrolysis time and temperature on the properties of protein hydrolysates from Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) viscera. *Journal of Food Chemistry*, 115: 238-242.

Sarwar, G. and McDonough, F.E. 1990. Review of protein quality evaluation methods: evaluation of protein digestibility corrected amino acid score method for assessing protein quality of foods. *Journal Association of Official Analytical Chemistry*, (JAOAC), 73: 347.

Satterlee, L.D., Marshal, H.F. and Tennyson, J.M. 1979. Measuring proteins quality. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56: 103.

Swakais, M.P. and Pest, I.M. 1990. Determination of tryptophan in unhydrolysed food and feed stuff by acid ninhydrin method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 38: 720.

Venugopal, V. 2009. Marine Products for Healthcare: functional and bioactive nutraceutical compounds from the ocean. CRC press. Taylor and Francis Group, Pp: 108-109.

Weber, J., Bochi, C.V., Ribeiro, P.C., Victo´rio, M.A. and Emanuelli, T. 2008. Effect of different cooking methods on the oxidation, proximate and fatty acid composition of silver catfish (*Rhamdia quelen*) fillets. *Journal of Food Chemistry*, 106: 140-146.

Iranian Association of Food Scientists and Technologists

EJFPP., Vol. 1 (2): 33-46
www.ejfpp.info

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

# Effect of friying process on nutritional characteristics of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) fish fillet

***H. Jannat Alipour[1], B. Shabanpoor[2], A. Shabani[3] and A.R. Sadeghi Mahoonak[4]**

[1]M.Sc. Student, Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Associate Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [3]Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [4]Assistant Prof., Dept. of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

**Abstract**

Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) is a valuable fish caught in the Caspian Sea. In this study, effect of frying, the most common cooking methods on nutritional properties of the Persian sturgeon fillet were investigated. The raw and fried samples were analyzed for Amino acid composition, protein and fat content, *in vitro* digestibility and nutritional parameters. The results showed that the *in vitro* digestibility of protein increased from 81.50% in raw sample to 100% in fried sample. The Amino acid composition in raw and fried sample was comparable which show that frying is not a destructive process on protein quality. PDCAAS for both samples for both ages group 10-12 years old and adults were 100 that indicates the high protein quality of Persian sturgeon fillet. The limiting amino acid for sturgeon fillet was metionin+cystein. Nutritional index increased after frying. In general, it can be observed that heating (frying) have a positive effect on the nutritional parameters of sturgeon fish fillet.

***Keywords:*** Protein quality; Frying; Amino acid composition; *Acipenser persicus,* Nutritional indices

* Corresponding Author; Email: hakime_alipour@yahoo.com