شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۶/۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۱/۲۵

ص۵۲۳-۵۳۱

مقایسهٔ پروفایل اسید چرب عضله و کبد در دو جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو (*Schizothorax zarudnyi*)

❖ **اسحق زکی‌پور رحیم‌آبادی*** : دانشیار گروه شیلات، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی پروفایل اسید چرب عضله و کبد ماهی خواجو در دو جنسیت نر و ماده انجام شد. تعداد ۱۸ نوع اسید چرب از انواع اسیدهای چرب اشباع (Saturated fatty acids)، تک‌غیراشباعی (Mono-unsaturated fatty acids) و چندغیراشباعی (Poly-unsaturated fatty acids) در دو جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو شناسایی شدند. اسید پالمیتیک (C16:0)، اسید پالمیتولئیک (C16:1) و دوکوزاهگزاانوئیک اسید (C22:6) به ترتیب فراوان‌ترین اسیدهای چرب از گروه SFA، MUFA و PUFA در عضله و کبد ماهی بودند. تفاوت معنی‌داری در محتوای SFAs (با محتوای ۳۵/۴۴ و ۳۵/۴۲ گرم در ۱۰۰ گرم اسید چرب به ترتیب در عضلهٔ ماهی نر و ماده)، MUFAs (با محتوای ۴۲/۵۶ و ۴۲/۹۴) و PUFAs (با محتوای ۲۲/۰۰ و ۲۱/۶۸) به ترتیب در عضلهٔ جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو ملاحظه نشد (P>۰/۰۵). محتوای اسیدهای چرب SFA، MUFA و PUFA در کبد ماهیان نر و ماده به ترتیب ۳۴/۵۱ و ۳۷/۰۴، ۴۲/۹۵ و ۴۴/۳۱ همچنین ۲۲/۵۵ و ۱۸/۶۲ بوده است. نسبت اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ به اسیدهای چرب امگا-۶ در گوشت و کبد جنسیت‌های نر و ماده ماهی خواجو به ترتیب ۳/۹۱، ۲/۹۹، ۴/۹۶ و ۴/۴۳ محاسبه شد.

واژگان کلیدی: اسیدهای چرب چند غیراشباعی، اسیدهای چرب امگا-۳، اسیدهای چرب امگا-۶، ترکیب اسید چرب، ماهی خواجو (*Schizothorax zarudnyi*).

* نویسندهٔ مسئول: ۰۵۴۳۲۲۳۲۶۰۰
Email: e_zakipour@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

ماهی خواجو (شیرماهی یا سفیدک با نام علمی *Schizothorax zarudnyi*) متعلق به خانوادهٔ کپورماهیان و از ماهیان آب شیرین و بومی منطقهٔ سیستان در جنوب شرق ایران است (Gharaei *et al.*, 2011). این ماهی از مقبولیت بالایی بین مصرف‌کنندگان بومی در منطقهٔ سیستان برخوردار است. ماهی منبعی بسیار مناسب و باارزش از پروتئین با کیفیت بالا، چربی حاوی اسیدهای چرب متنوع خصوصاً از انواع اسیدهای چرب بلندزنجیرهٔ چند غیراشباعی، مواد معدنی و ویتامین‌هاست. تأثیرات مثبت استفاده از ماهی یا مکمل‌های روغنی آبزیان در جلوگیری و درمان بسیاری از بیماری‌ها به واسطهٔ اسیدهای چرب بلندزنجیرهٔ خانوادهٔ امگا-۳ به‌خوبی مشخص شده است (Block and Pearson, 2006).

مطالعات نشان داده‌اند که محتوای چربی و ترکیب اسید چرب در ماهیان گوناگون متفاوت است و تحت تأثیر فاکتورهای مختلف محیطی (رژیم غذایی، فصل و دما) و بیولوژیکی (سن، جنسیت و اندازهٔ بدن) قرار دارد (Sigurgisladóttir and Pálmadóttir, 1993). تفاوت‌هایی بین دو جنسیت نر و ماده در ذخیره‌سازی چربی در گوشت و کبد ماهی گوبی (*Gobius melanostomus*) گزارش شده است. این تفاوت‌ها خصوصاً در ماهیان بالغ با توجه به تغییرات گنادی مشخص‌تر بوده است (Love, 1997). تفاوت در پروفایل اسید چرب عضله و کبد بین دو جنسیت نر و مادهٔ *Salmo trutta macrostigma* نیز گزارش شده است (Akpinar *et al.*, 2009).

مطالعات نشان داده‌اند که محتوای چربی و پروفایل اسید چرب در بافت‌های مختلف بدن ماهی نیز متفاوت است (Akpinar *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2004). کبد از جمله بافت‌هایی است که نقش حیاتی در جنبه‌های مختلف متابولیسم چربی نظیر جذب، اکسیداسیون و تبدیل اسیدهای چرب و فراهم‌کردن اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلندزنجیره برای سایر بافت‌ها دارد (Rodríguez *et al.*, 2004) همچنین به‌منزلهٔ ذخیرهٔ چربی خصوصاً در ماهیان کم‌چرب شناخته می‌شود (Guil-Guerroro *et al.*, 2011).

بررسی ترکیب اسید چرب بافت کبد، علاوه بر این‌که می‌تواند اطلاعاتی بسیار باارزش در خصوص ذخایر اسیدهای چرب چند غیراشباعی بلندزنجیره در این بافت (که معمولاً در خلال عمل‌آوری ماهی دور ریخته می‌شود) فراهم آورد، می‌تواند نیازهای تغذیه‌ای ماهی را به اسیدهای چرب مختلف مشخص کند (Rodríguez *et al.*, 2004).

بررسی پروفایل عضله به‌منزلهٔ بافت اصلی خوراکی و بافت کبد به‌منزلهٔ بافت فعال در متابولیسم چربی در جنسیت‌های مختلف ماهی خواجو می‌تواند اطلاعات ارزشمندی از این ماهی در اختیار گذارد. اطلاعات دربارهٔ ترکیبات شیمیایی بدن خصوصاً پروفایل اسید چرب عضله و کبد در جنسیت‌های مختلف ماهی خواجو، که از گونه‌های مهم و باارزش در منطقهٔ سیستان است، بسیار کم است. بنابراین، هدف از این تحقیق بررسی پروفایل اسید چرب عضله و کبد ماهی خواجو در دو جنسیت نر و ماده است.

۲. مواد و روش‌ها

۲. ۱. مواد و دستگاه‌های مورد استفاده

کلروفرم، متانول، سدیم متوکساید، هگزان، BF_3، نمک Na_2SO_4 (مرک، آلمان)، آب مقطر، کاغذ صافی

Archive of SID

واتمن شمارهٔ ۱، پارافیلم (ANC، امریکا)، دکانتر ۲۵۰cc (ISOLAB، آلمان)، دستگاه چرخ‌گوشت (پارس‌خزر، M.G.1400، ایران)، دستگاه هم‌زن برقی (پاناسونیک، ایران)، ستون کاپیلاری (bp X 70, 30 m, 0.25 mm، ژاپن)، دستگاه گاز کروماتوگرافی (Unicam, 4600، امریکا).

۲. ۲. تهیهٔ ماهی و آماده‌سازی نمونه‌ها

۲۵ عدد ماهی تازهٔ خواجو (با وزن متوسط ۱۰۵ گرم و طول متوسط ۲۳/۵ سانتی‌متر) در زمستان ۱۳۸۹ از بازار محلی در زابل خریداری شد. ماهیان در داخل یونولیت و همراه با یخ طی مدت کمتر از ۱۲ ساعت (از زمان صید) به آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه زابل منتقل شدند. پس از تعیین جنسیت (Gharaei *et al.*, 2011)، عملیات شست‌وشو، تخلیهٔ شکمی، جداکردن کبد ماهی، شست‌وشوی مجدد، پوست‌کنی و جداکردن گوشت، هموژن‌کردن نمونه‌های گوشت و کبد به ترتیب با دستگاه چرخ‌گوشت و به صورت دستی برای دو جنسیت انجام شد. ۱۱ عدد ماهی نر و ۱۴ عدد ماهی ماده بررسی شدند.

۲. ۳. روش استخراج چربی و متیل استرکردن نمونه‌ها

برای استخراج چربی از متد به‌کار گرفته‌شدهٔ Bakar *et al.* (2008) استفاده شد. برای این منظور مقدار ۲۰ گرم گوشت یا کبد ماهی به همراه ۲۰ میلی‌لیتر کلروفرم و ۴۰ میلی‌لیتر متانول به مدت ۲ دقیقه مخلوط شدند. سپس، مخلوط با ۲۰ میلی‌لیتر کلروفرم و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط شد. مخلوط به‌دست‌آمده با استفاده از کاغذ صافی و در شرایط تحت خلأ فیلتر شد. فاز مایع به‌دست‌آمده در داخل دکانتر ریخته شد و پس از جداشدن لایه‌ها، لایهٔ زیرین که حاوی کلروفرم و چربی است استفاده شد. در صورت غیرشفاف‌بودن از مقداری نمک Na_2SO_4 استفاده شد. تبدیل چربی استخراج‌شده به متیل استر اسیدهای چرب مطابق روش Metcalfe *et al.* (1966) انجام گرفت. در این روش، پس از اضافه‌کردن سود متانولی، استاندارد داخلی و هگزان به لولهٔ آزمایش حاوی نمونهٔ روغن، لولهٔ آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار می‌گیرد. سپس، محلول بور تری فلورید متانولی به آن اضافه می‌شود و مجدداً در حمام آب جوش قرار می‌گیرد و پس از خنک‌شدن هگزان و نمک طعام اشباع به آن اضافه می‌شود و به‌شدت تکان داده می‌شود؛ سپس بدون حرکت گذاشته می‌شود تا محلول به دو فاز تقسیم شود. از فاز بالایی برای تزریق به دستگاه گاز کروماتوگراف استفاده می‌شود.

۲. ۴. آنالیز اسیدهای چرب با دستگاه گاز کروماتوگراف

آنالیز متیل استرهای اسیدهای چرب با دستگاه گاز کروماتوگرافی دارای ستون کاپیلاری bp X 70 (طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر) و دستگاه دتکتور FID با شرایط زیر انجام گرفت. نرخ اسپلیت ۱۰ به ۱ بود. دمای قسمت تزریق نمونه ۳۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد و دمای دتکتور ۳۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد بود. برنامهٔ دمایی آون دستگاه به قرار زیر بوده است: دمای اولیه ۱۶۰ درجه برای مدت ۶ دقیقه، افزایش دما به ۱۸۰ درجه با نرخ ۲۰ درجه در دقیقه و حفظ دما به مدت ۹ دقیقه در این دما سپس، افزایش مجدد دما به ۱۹۰ درجه با نرخ ۲۰ درجه در دقیقه و حفظ دما برای مدت ۱۴ دقیقه. از گاز هلیوم به‌منزلهٔ گاز حامل

Archive of SID

www.SID.ir

با سرعت حرکت ۱/۹ میلی‌لیتر در دقیقه استفاده شد. مقدار ۰/۱ میکرولیتر نمونه به دستگاه تزریق شد. برای شناسایی اسیدهای چرب از زمان نگهداری (Retention time) اسیدهای چرب استاندارد شناخته‌شده استفاده شد.

۲. ۵. آنالیز آماری

این مطالعه در قالب طرحی کاملاً تصادفی انجام گرفت. پس از بررسی نرمال‌بودن داده‌ها برای آنالیز آماری داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) در نرم‌افزار مینی‌تب استفاده شد. برای بررسی معنی‌داربودن اختلافات بین تیمارها از تست توکی در سطح ۵ درصد استفاده شد. نتایج داده‌ها با ۳ تکرار به صورت میانگین ± انحراف معیار ارائه شده است.

۳. نتایج

تعداد ۱۸ نوع اسید چرب مختلف از انواع اسیدهای چرب اشباع (Saturated fatty acids, SFA)، اسیدهای چرب تک غیراشباعی (Monounsaturated fatty acids, MUFA) و اسیدهای چرب چند غیراشباعی (Polyunsaturated fatty acids, PUFA) در دو جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو شناسایی شد (جدول ۱).

جدول ۱. ترکیب اسید چرب (گرم در صد گرم اسید چرب) در عضله و کبد در جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو *S. zarudnyi*

اسیدهای چرب	ماهی خواجو			
	جنسیت نر		جنسیت ماده	
	عضله	کبد	عضله	کبد
C14:0	۳/۵۳ ± ۰/۰۴ c	۴/۳۱ ± ۰/۰۴ a	۳/۶۶ ± ۰/۰۲ b	۴/۲۵ ± ۰/۰۲ a
C16:0	۲۲/۶۸ ± ۰/۳۲ a	۲۱/۷۱ ± ۰/۳۰ b	۲۲/۸۶ ± ۰/۲۷ a	۲۲/۹۷ ± ۰/۲۰ a
C16:1	۱۹/۰۰ ± ۰/۸۵ b	۲۳/۳۷ ± ۰/۸۰ a	۱۹/۳۱ ± ۰/۴۵ b	۲۳/۰۳ ± ۰/۳۵ a
C17:0	۱/۸۵ ± ۰/۱۴ b	۰/۷۲ ± ۰/۱۰ d	۲/۲۴ ± ۰/۰۲ a	۱/۵۸ ± ۰/۰۱ c
C17:1	۰/۶۸ ± ۰/۱۱ a	۰/۶۸ ± ۰/۱۰ a	۰/۷۵ ± ۰/۰۰ a	۰/۶۶ ± ۰/۰۱ a
C18:0	۳/۴۳ ± ۰/۱۳ c	۴/۱۲ ± ۰/۱۴ b	۳/۱۳ ± ۰/۰۵ d	۴/۸۴ ± ۰/۰۵ a
C18:1 c	۱۸/۰۶ ± ۰/۲۰ a	۱۳/۴۵ ± ۰/۲۴ c	۱۸/۳۲ ± ۰/۳۰ a	۱۴/۷۱ ± ۰/۲۹ b
C18:1 t	۳/۴۸ ± ۰/۲۰ b	۴/۵۱ ± ۰/۱۹ a	۳/۱۲ ± ۰/۰۳ b	۴/۶۷ ۰/۰۴ a
C18:2 n-6	۱/۸۲ ± ۰/۲۲ b	۳/۱۶ ± ۰/۲۰ a	۰/۹۷ ± ۰/۰۲ c	۱/۴۸ ± ۰/۰۲ b
C18:3 n-3	۱/۲۲ ± ۰/۰۳ d	۲/۰۷ ± ۰/۰۲ a	۱/۷۴ ± ۰/۰۷ b	۱/۳۷ ± ۰/۰۶ c
C20:0	۰/۶۷ ± ۰/۰۴ c	۱/۱۳ ± ۰/۰۴ b	۰/۶۵ ± ۰/۰۴ c	۱/۲۷ ± ۰/۰۵ a
C20:1	۱/۳۴ ± ۰/۰۳ b	۰/۹۴ ± ۰/۰۲ d	۱/۴۴ ± ۰/۰۳ a	۱/۲۴ ± ۰/۰۳ c
C20:2	۰/۴۴ ± ۰/۰۱ b	۰/۰۱ ± ۰/۰۰ d	۱/۰۰ ± ۰/۰۰ a	۰/۲۱ ± ۰/۰۱ c
C20:4 n-6	۲/۵۷ ± ۰/۰۵ a	۲/۴۹ ± ۰/۰۶ a	۲/۵۰ ± ۰/۰۳ a	۱/۹۱ ± ۰/۰۲ b
C20:5 n-3	۶/۵۲ ± ۰/۱۱ b	۶/۳۸ ± ۰/۱۰ b	۷/۲۷ ± ۰/۱۲ a	۵/۶۱ ± ۰/۱۵ d
C23:0	۰/۱۹ ± ۰/۰۱ a	۰/۱۵ ± ۰/۰۱ b	۰/۱۲ ± ۰/۰۱ c	۰/۱۹ ± ۰/۰۰ a
C24:0	۳/۰۹ ± ۰/۰۴ a	۲/۳۷ ± ۰/۰۳ c	۲/۷۶ ± ۰/۰۴ b	۱/۹۴ ± ۰/۰۵ d
C22:6 n-3	۹/۴۳ ± ۰/۳۹ a	۸/۴۴ ± ۰/۴۰ b	۸/۲۰ ± ۰/۱۵ b	۸/۰۴ ± ۰/۱۰ b

اعداد داخل جدول میانگین و انحراف معیار ۳ تکرارند. اعداد دارای حروف کوچک مختلف اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد دارند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. ترکیب گروه‌های اسید چرب (گرم در صد گرم اسید چرب) در گوشت و کبد در جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو

اسیدهای چرب	ماهی خواجو			
	جنسیت نر		جنسیت ماده	
	عضله	کبد	عضله	کبد
∑ SFA	۳۵/۴	۳۴/۵	۳۵/۴	۳۷/۰
∑ MUFA	۴۲/۶	۴۲/۹	۴۲/۹	۴۴/۳
∑ PUFA	۲۲/۰	۲۲/۵	۲۱/۷	۱۸/۶
∑PUFA n-3	۱۷/۲	۱۶/۹	۱۷/۲	۱۵/۰
∑PUFA n-6	۴/۴	۵/۶	۳/۸	۳/۴
n-3/n-6	۳/۹۱	۲/۹۹	۴/۹۶	۴/۴۳

– اسیدهای چرب شناسایی‌شده در گروه SFA: C14:0، C16:0، C17:0، C18:0، C20:0، C23:0 و C24:0 بودند.
– اسیدهای چرب شناسایی‌شده در گروه MUFA: C16:1، C17:1، C18:1 c، C18:1 t و C20:1 بودند.
– اسیدهای چرب شناسایی‌شده در گروه PUFA: C18:2 n-6، C18:3 n-3، C20:2، C20:4 n-6، C20:5 n-3 و C22:6 n-3 بودند.

فراوان‌ترین اسید چرب SFA در گوشت و کبد ماهی خواجو در دو جنسیت نر و ماده اسید پالمیتیک (C16:0) بود. پالمیتولیک اسید (C16:1) و اولئیک اسید (C18:1) فراوان‌ترین اسید چرب تک غیراشباعی بودند. در بین اسیدهای چرب PUFA فراوان‌ترین اسیدهای چرب را به ترتیب دوکوزاهگزاانوئیک اسید (DHA) و ایکوزاپنتاانوئیک اسید (EPA) تشکیل می‌دادند (جدول ۱).

اسیدهای چرب تک غیراشباعی به ترتیب با ۴۲/۶، ۴۲/۹، ۴۲/۹ و ۴۴/۳ درصد در گوشت و کبد جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو بیشترین ترکیب گروهی را به خود اختصاص دادند و پس از آن اسیدهای چرب غیراشباع فراوان‌ترین گروه بودند (جدول ۲).

نسبت اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا–۳ به اسیدهای چرب امگا–۶ (n-3/n-6 ratio) در گوشت و کبد جنسیت‌های نر و مادهٔ ماهی خواجو به ترتیب ۳/۹۱، ۲/۹۹، ۴/۹۶ و ۴/۴۳ بوده است.

۴. بحث و نتیجه‌گیری

مطالعهٔ حاضر نشان داد که در ترکیب اسید چرب ماهی خواجو، در جنسیت‌های نر و ماده و در بافت‌های مختلف (عضله و کبد)، اسیدهای چرب MUFAs بیشترین نسبت را به خود اختصاص دادند و به دنبال آن SFAs و PUFAs قرار داشتند. نتایج حاضر با نتایج Türkkan *et al.* (2008) و Rahimabadi *et al.* (2009) به ترتیب برای ماهی *Dicentrarchus labrax* و *Schizothorax zarudnyi* مطابقت دارد.

تفاوت معنی‌داری در محتوای SFAs، MUFAs و PUFAs عضله بین جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو ملاحظه نشد. Usydus *et al.* (2012) نتایج مشابهی را از نبود اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های مختلف اسید چرب خصوصاً مجموع اسیدهای چرب EPA و DHA بین جنسیت نر و ماده در گوشت ماهی *Sprattus sprattus* گزارش کرده‌اند. محتوای

Archive of SID

www.SID.ir

اسیدهای چرب SFAs و MUFAs در کبد ماهی ماده از سایر نمونه‌ها بیشتر و در عوض محتوای اسیدهای چرب PUFAs در آن‌ها کمتر بود (جدول ۲). Abdi *et al.* (2011) محتوای بیشتر اسیدهای چرب SFAs و محتوای کمتر اسیدهای چرب PUFAs را در کبد ماهی ماده در مقایسه با ماهی نر در ماهی *Hemibagrus nemurus* گزارش کرده‌اند. این در حالی است که Satue and Lopez (1996) محتوای بالاتری از PUFAs خصوصاً محتوای EPA و DHA را در کبد جنسیت نر قزل‌آلای رنگین‌کمان در مقایسه با جنسیت مادهٔ آن گزارش کرده و علت این امر را با توسعهٔ تخمک‌ها در جنسیت ماده مربوط دانسته‌اند.

همان طور که بیان شد محتوای چربی و ترکیب اسید چرب در ماهیان تحت تأثیر فاکتورهای مختلف محیطی (رژیم غذایی، فصل و دما) و بیولوژیکی (سن، جنسیت و اندازهٔ بدن) قرار دارد (Sigurgisladóttir and Pálmadóttir, 1993; Love, 1997). مطالعات Ibarz *et al.* (2005) بیان‌گر تأثیر دمای محیط و شرایط تغذیه‌ای در ترکیب اسید چرب گوشت و اندام‌های دیگر نظیر کبد در دو بخش تری گلیسرید و فسفولیپیدها بوده است. این تحقیقات بیان‌گر تأثیرات عوامل مختلف محیطی و بیولوژیکی در محتوا و ترکیب چربی در اندام‌های مختلف بدن است. مطالعات Akpinar *et al.* (2009) بیان‌گر اختلاف معنی‌دار در پروفایل اسید چرب در بافت‌های عضله و کبد در دو جنسیت نر و مادهٔ *Salmo trutta* بوده است. تغییر در پروفایل اسید چرب بافت کبد در ماهی *Alburnus chalcoides* به واسطهٔ تغییرات فصلی نیز به‌خوبی بررسی شده است (Görgün and Akpinar, 2012). اختلافات ناچیز در ترکیب اسیدهای چرب عضله همچنین مقادیر کمتر اسیدهای چرب PUFAs در کبد جنسیت ماده می‌تواند مربوط به تغییرات جنسی در سیکل تولیدمثلی و به‌کارگیری از ذخایر چربی در تولیدات جنسی باشد (Görgün and Akpinar, 2012).

به‌رغم کمتربودن محتوای اسیدهای چرب PUFAs در جنسیت مادهٔ ماهی خواجو، نسبت اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ (n-3/n-6) در عضله و کبد جنسیت ماده در مقایسه با جنسیت نر بیشتر است. این بدان معنی است که نسبت بالاتری از اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ در مقایسه با اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۶ در افراد جنسیت مادهٔ ماهی خواجو وجود دارد.

از فاکتورهای مهم تعیین‌کنندهٔ کیفیت و ارزش غذایی روغن ماهی، نسبت مناسب اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ در مقایسه با اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۶ است (Zuraini *et al.*, 2006). این نسبت در گوشت و کبد افراد نر و مادهٔ ماهی خواجو به ترتیب ۳/۹۱، ۲/۹۹، ۴/۹۶ و ۴/۴۳ تعیین شد. Nikoo *et al.* (2010) دربارهٔ ماهی سفید دریای خزر همچنین García-Arias *et al.* (2003) دربارهٔ ماهی ساردین نتایج مشابهی را گزارش کرده‌اند. مقادیر n-3/n-6 به‌دست‌آمده برای ماهی خواجو در مطالعهٔ حاضر بیشتر از مقادیر گزارش‌شده در مطالعهٔ Memon *et al.* (2011) برای *Labeo rohita*، *Cirrhinus mrigala* و *Catla catla* پرورشی به ترتیب به میزان ۱/۸۷، ۱/۹۱ و ۱/۶۹ است. نسبت مناسب اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶ در جیرهٔ غذایی انسان سالم بین ۱ به ۱ تا ۱ به ۵ است (Zuraini *et al.*, 2006). امروزه به سبب افزایش استفاده از روغن‌های گیاهی

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین تغییر در جیرهٔ غذایی خصوصاً در جوامع غربی، محتوای اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۶ در مقایسه با اسیدهای چرب خانوادهٔ امگا-۳ در بدن افراد افزایش چشمگیری داشته است. این مسئله مسبب بسیاری از امراض و مشکلات پزشکی در این جوامع بوده است (Block and Pearson, 2006).

مطالعهٔ حاضر نشان داد که افراد جنسیت نر و مادهٔ ماهی خواجو به سبب دارابودن محتوای بالای اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره خصوصاً مجموع محتوای EPA و DHA همچنین، نسبت مناسب بین اسیدهای چرب امگا-۳ به امگا-۶، از منابع بسیار خوب چربی مفید برای حفظ سلامت و جلوگیری از بروز بیماری‌های مختلف در انسان‌اند. با توجه به تأثیرات منفی ناشی از سرخ‌کردن ماهی در کیفیت چربی و ترکیب اسید چرب ماهی (Bakar *et al.*, 2008)، به منظور حفظ ارزش تغذیه‌ای و بهره‌گیری از تأثیرات مفید چربی این ماهی می‌توان از شیوهٔ مرسوم پخت ماهی در منطقهٔ سیستان (پخت ماهی در دوغ) بهره گرفت.

Archive of SID

References

[1]. Abdi, H., Christianus, A., Ramezani-Fard, E., Saad, C.R., Hosseini, S.A. 2011. Proximate and fatty acid composition of the liver of cultured Asian redtail catfish (*Hemibagrus nemurus*) and African catfish (*Clarias gariepinus*). Journal of Fisheries and Aquatic Science 6(7), 840-845.

[2]. Akpinar, M.A., Görgün, S., Akpinar, A.E., 2009. A comparative analysis of the fatty acid profiles in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. Food Chemistry 112, 6–8.

[3]. Bakar, J., Zakipour Rahimabadi, E., Cheman, Y.B., 2008. Lipid characteristics in cooked-chill-reheated fillets of Indo-Pacific King Mackerel (*Scomberomorous guttatus*). LWT- Food Science and Technology 41, 2144-2150.

[4]. Block, R.C., Pearson, T.A., 2006. The cardiovascular implication of omega-3 fatty acids. Cardiology Journal Formerly Folia Cardiologica 13 (7), 557-569.

[5]. García-Arias, M.T., Alvarez Pontes, E., García-Linares, M.C., García-Fernández, M.C., Sánchez-Muniz, F.J., 2003. Cooking-freezing-reheating (CFR) of sardine (*Sardina pilchardus*) fillet. Effect of different cooking and reheating procedures on the proximate and fatty acid composition. Food Chemistry 83, 349-356.

[6]. Gharaei, A., Rahdari, A., Ghaffari, M., 2011. Induced spawning of *Schizothorax zarudnyi* (Cyprinidae) by using synthetic hormones (Ovaprim and HCG). World Journal of Fish and Marine Sciences 3 (6), 518-522.

[7]. Görgün, S., Akpinar, M.A., 2012. Effect of season on the fatty acid composition of the liver and muscle of *Alburnus chalcoides* (Güldenstädt, 1772) from Tödürge Lake (Sivas, Turkey). Turkish Journal of Zoology 36 (5), 691-698.

[8]. Guil-Guerrero, J.L., Venegas-Venegas, E., Rincón-Cervera, M,Á., Suárez, M.D., 2011. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. Journal of Food Composition and Analysis 24, 217–222.

[9]. Ibarz, A., Blasco, j., Beltrán, M., Gallardo, M.A., Sánchez, J., Sala, R., Fernández-Borràs, J., 2005. Cold-induced alterations on proximate composition and fatty acid profiles of several tissues in gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Aquaculture 249, 477-486.

[10]. Love, R.M., 1997. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. In: Hall, G. M. (Eds.), Fish processing technology. Blackie Academic and Professional, London, UK, pp. 1-31.

[11]. Metcalf, I.C., Schmirz, A.A., Pelka, J.R., 1966. Rapid preparation of methyl esters from lipid for gas chromatography. Analytical Chemistry 38, 514-515.

[12]. Memon, N.N., Talpur, F.N., Bhanger, M.I., Blouch, A., 2011. Changes in fatty acid composition in muscle of three farmed carp fish species (*Labeo rohita*, *Cirrhinus mrigala*, *Catla catla*) raised under the same conditions. Food Chemistry 126, 405-410.

[13]. Nikoo, M., Ghomi, M.R., Zakipour Rahimabadi, E., Benjakul, S., Javadian, B., 2010. The effects of deep-frying, refrigerated storage and reheating on the fat content, oxidation and fatty acid composition of the fish *Rutilus frisii kutum*. Journal of Food Processing and Technology 1 (1), 1000103.

[14]. Rahimabadi, E.Z., Mirdar, J., Elahi, M.Y., Arshadi, A., Haidari, M.R., 2009. The lipid quality

Archive of SID

www.SID.ir

assessment of *Schizothorax zarudnyi* and *Schizocypris altidorsalis* by fatty acid analysis. Pakistan Journal of Biological Sciences 12 (15), 1090-1093.

[15]. Rodríguez, C., Acosta, C., Badía, P., Cejas, J.R., Santamaría, F.J., Lorenzoa, A., 2004. Assessment of lipid and essential fatty acids requirements of black seabream (*Spondyliosoma cantharus*) by comparison of lipid composition in muscle and liver of wild and captive adult fish. Comparative Biochemistry and Physiology, Part B 139, 619–629.

[16]. Satue, M.T., Lopez, M.C., 1996. Sex-linked differences in fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver oil. Food Chemistry 57 (3), 359-363.

[17]. Sigurgisladóttir, S., Pálmadóttir, H., 1993. Fatty acid composition of thirty-five Icelandic fish species. Journal of American Oil Chemist's 70 (11), 1081-1087.

[18]. Türkkan, A.U., Cakli, S., Kilinc, B., 2008. Effect of cooking methods on the proximate composition and fatty acid composition of seabass (*Dicentrarchus labrax*, Linnaeus, 1758). Food and Bioproducts Process 86, 163-166.

[19]. Usydus, Z., Szlifder-Richert, J., Adamczyk, M., 2012. Variation in proximate composition and fatty acid profiles of Baltic sprat (*Sprattus sprattus balticus*). Food Chemistry 130, 97-103.

[20]. Zuraini, A., Somchit, M.N., Solihah, M.H., Goh, Y.M., Arifah, A.K., Zakaria, M.S., Somchit, N., Rajion, M.A., Zakaria, Z.A., Mat Jais, A.M., 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian channa spp. Fish. Food Chemistry 97, 674-678.

Archive of SID

www.SID.ir