تغــذیه و بیــوشیمی آبزیــان
سال دوم، شماره سوم،
پاییز و زمستان ۱۳۹۴

مقایسه کیفیت بیوشیمیایی اسیدهای چرب خاویار فیل‌ماهی (*Huso huso*) وحشی و پرورشی

سید ولی حسینی[۱]، آریا باباخانی لشکان[۲]*، امین اوجی فرد[۳]
۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، البرز
۲- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، گیلان
۳- گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه خلیج فارس، برازجان، بوشهر

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۶/۲۸

چکیده
در این تحقیق ترکیب اسیدهای چرب خاویار حاصل از ماهیان پرورشی و وحشی گونه فیل ماهی مورد بررسی قرار گرفت. اسیدهای چرب PUFA در ماهی وحشی بیش از ماهیان پرورشی بود (P<۰/۰۵). نسبت اسیدهای چرب n3/n6 در ماهیان وحشی (۱/۱۷) بود که در مقـایسه با ماهـی پرورشی (۰/۴۵) به طـور معنی‌داری بالاتـر بود (P<۰/۰۵). میـزان DHA + EPA نیز در خاویار طبیعی ۲۰/۷٪ بود که نسبت به ماهیان پرورشی ۱۰/۵۴٪ بالاتر بود (P<۰/۰۵). شاخص آتروژنیک در خاویار طبیعی (۰/۳۳) به طور معنی‌داری بیش از خاویار پرورشی (۰/۲۷) و شاخص ترومبوژنیک خاویار پرورشی (۰/۳۳) به طور معنی‌داری بالاتر از خاویار وحشی (۰/۲۹) بود. با توجه به میزان پائین شاخص‌های آتروژنیک و ترومبوژنیک می‌توان اظهار داشت خاویار ماهیان پرورشی نیز از کیفیت مناسبی برای مصرف برخوردار باشد.

واژه‌های کلیدی: خاویار، دریای خزر، اسیدهای چرب امگا-۳، فیل ماهی

*نویسنده مسئول: babakhani@guilan.ac.ir

مقدمه

ماهیان خاویاری مهم‌ترین ماهیان دریای خزر محسوب می‌شوند. خاویار تولید شده از این ماهیان جزء گران‌بهاترین محصولات غذایی دنیاست که تنها منبع تولید طبیعی آن در دریای خزر است. استفاده بی‌رویه از ماهیان خاویاری وحشی و رهاسازی شده برای تولید خاویار سبب کاهش چشمگیری در ذخایر این ماهیان شده است (De Meulenaer and Raymakers, 1996; FAO, 2014).

میزان تقاضای خاویار در بازارهای دنیا در حدود ۵۰۰ تن در سال است (Gessner et al. 2002) که کاهش تولید آن در اثر صید بی‌رویه و تغییر شرایط مطلوب زیستی ماهیان سبب افزایش قیمت خاویار در بازارها می‌شود. در حال حاضر، میزان تولید خاویار پرورشی در حدود ۲۶۰ تن است که احتمالاً در ده سال آینده به ۵۰۰ تا ۷۵۰ تن خواهد رسید (Bronzi and Rosenthal, 2012). میزان مذکور نیز با افزایش تقاضا در کشورهای آسیایی رو به رشد است. میزان تولید کل ماهیان خاویاری و خاویار در سال ۱۹۹۳ به ترتیب حدود ۱۷۱۰ تن و ۱۰۶ تن بود، در حالی که این میزان در سال ۲۰۰۹ به ۱۷۸/۴۱ و کمتر از ۱۱ تن رسید. همچنین، میزان صید فیل ماهی (*Huso huso*) و خاویار حاصل از آن در سال ۱۹۹۳ به ترتیب در حدود ۱۱۶ و ۴/۷ تن بود که این میزان در سال ۲۰۰۹ به ۱۹/۲ و ۱/۶ تن رسید. این آمارها نشانگر کاهش شدید در ذخایر فیل ماهیان و دیگر ماهیان خاویاری است (FAO, 2014).

با توجه به اینکه بسیاری از تغییرات مؤثر در کاهش ذخایر ماهیان خاویاری در دریای خزر دائمی بوده و امکان بازگشت به تولید طبیعی ماهیان خاویاری همانند سال‌های گذشته دور از دسترس است، لذا تولید خاویار در شرایط پرورشی یکی از راهکارهای جایگزین برای تأمین تقاضای این محصول در دنیا به حساب می آید. پرورش ماهیان خاویاری از سال ۱۸۷۵ در روسیه آغاز شده است (Rosenthal and Gessner, 1992). در این راستا، تحقیقات مختلفی برای تولید این محصول در شرایط پرورشی صورت پذیرفته است (Garcia-Gallego et al. 1999). همچنین بررسی اقتصادی امکان تولید خاویار ماهیان پرورشی توسط Logan و همکاران (۱۹۹۵) انجام شد. لازمه توسعه موفقیت‌آمیز تولید خاویار از ماهیان پرورشی، داشتن ترکیبات بیوشیمیایی تقریباً مشابه با ماهیان وحشی است که می‌تواند در طعم و خواص خاویار تأثیر بسزایی داشته باشد. مطالعه اسیدهای چرب خاویار توسط محققان زیادی انجام شده است، اما با توجه به جدید بودن این صنعت، اطلاعات اندکی در مورد ترکیبات اسیدهای چرب خاویار ماهیان پرورشی وجود دارد. در مطالعه‌ای Chen و همکاران (۱۹۹۵) به مقایسه ترکیبات اسیدهای چرب فیله ماهی خاویاری (*Acipenser oxyrhinchus*) پرورشی و وحشی و همچنین خاویار آن در خلیج مکزیک پرداختند. در مطالعه Garcia-Gallego و همکاران (۱۹۹۹) بر روی تغییرات اسیدهای چرب فیله، کبد و گناد گونه *Acipenser naccarii* مشخص شد که سن تأثیر بسزایی در ترکیب اسیدهای چرب دارد. همچنین، Berni و همکاران (۲۰۰۲) تغییرات اسیدهای چرب محوطه شکمی، زیر پوست و درون ماهیچه‌ای ماهیان خاویاری پرورشی را طی نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بررسی کردند. با توجه به اهمیت اسیدهای چرب در کیفیت غذاهای دریایی، بررسی اسیدهای چرب خاویار ماهیان پرورشی و وحشی می‌تواند نشانگر امکان جایگزینی خاویار ماهیان پرورشی با ماهیان وحشی شود. هدف از انجام این مطالعه، بررسی شاخص‌های کیفی اسیدهای چرب از قبیل نسبت n-3/n-6، میزان DHA + EPA، شاخص ترومبوژنیک (TI) و شاخص آتروژنیک (AI) در خاویار حاصل از ماهیان پرورشی و وحشی است.

مواد و روش‌ها

آماده‌سازی نمونه

خاویار حاصل از ماهیان پرورشی و وحشی از مرکز شهید مرجانی تهیه شد و با جعبه‌های یونولیت حاوی یخ به دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی تربیت مدرس (شهرستان نور، استان مازندران) انتقال یافت. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش‌ها به مدت یک هفته در دمای ۸۰- قرار گرفت و سپس با استفاده از چرخ گوشت خرد شد. نمونه‌های چرخ شده در ظرف‌های

پلی‌اتیلنی دربدار قرار گرفته و برای شناسایی اسیدهای چرب آماده‌سازی شدند.

شناسایی اسیدهای چرب

در ابتدا روغن خاویار ماهیان پرورشی و وحشی با حلال کلروفرم و متانول (نسبت ۱ به ۱) استخراج (Folch wt al. 1951) و سپس نمونه‌های استری شده (Metcalfe and Schmitz, 1961) در ویال‌های ۱ میلی‌لیتری قرار گرفتند و تا هنگام تعیین ترکیب اسیدهای چرب در دمای ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای بررسی و شناسایی اسیدهای چرب موجود در نمونه از دستگاه گازکروماتوگرافی[1] مدل Varian CP-3800 مجهز به ستون کاپیلاری از نوع (120 m × 0.25 mm SGE BPX70) و ردیاب یونیزاسیون شعله‌ای (FID) استفاده شد. دمای آشکارساز و محل تزریق به ترتیب بر روی ۲۳۰ و ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. یک میکرولیتر از نمونه استری با استفاده از سرنگ میکرولیتری به دستگاه گاز کروماتوگراف تزریق شد. دمای اولیه ستون روی ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. بعد از مدت ۱۰ دقیقه، دمای ستون با میزان افزایش ۲ درجه در دقیقه به دمای ۱۸۰ درجه رسانده شد. به مدت ۸۵ دقیقه دما در این درجه باقی ماند. در این روش از گاز هلیم (با خلوص ۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز حامل و گاز هیدروژن به عنوان سوخت، ازت (با خلوص ۹۹/۹۹٪) به عنوان گاز کمکی و هوای خشک استفاده شد. کل دوره بازداری پیک‌ها ۴۳ دقیقه بود. با مقایسه پیک‌های استاندارد تزریق شده و پیک‌های نمونه به صورت خودکار با استفاده از نرم‌افزار (Star Varian, Worksatation Chromatography)، نوع و میزان هر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک هر اسید چرب به کل اسیدهای چرب موجود در نمونه بیان شد.

اندیس‌های کیفیت چربی

کیفیت اسیدهای چرب ماهی‌های پرورشی و وحشی از نظر شاخص‌های آتروژنیک[2] و ترومبوژنیک[3] بر اساس روش Ulbricht و Soutaghe (۱۹۹۱) به ترتیب به صورت رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$AI= [C12:0+4(C14:0) +C16:0]/ [MUFA+ n\text{-}3PUFA+ n\text{-}6PUFA]$$

(رابطه ۱)

$$TI= [C14:0+C16:0+C18:0]/[0.5MUFA+0.5(n\text{-}6PUFA) +3(n\text{-}3PUFA)+(n\text{-}3PUFA/n\text{-}6PUFA)$$

(رابطه ۲)

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS۱۷ انجام شد. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و برای بررسی همگنی از آزمون Levene استفاده شد. برای مقایسه اسیدهای چرب از آزمون t-test (در سطح معنی داری ۵٪) استفاده شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel 2007 استفاده شد.

نتایج

میزان و نوع اسیدهای چرب شناسایی شده خاویار حاصل از فیل ماهی پرورشی و وحشی در جدول ۱ آورده شده است.

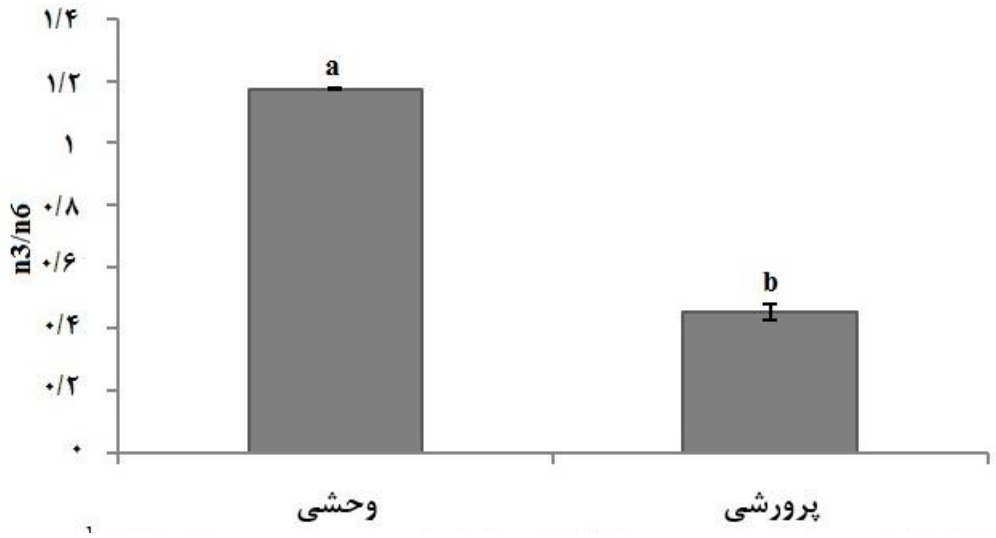
نسبت n3/n6

نسبت اسیدهای چرب گروه n3 (اسیدهای لینولنیک، اسید دی هومو گامالینولنیک، اسید ایکوزا پنتانوئیک و اسید دوکوزا هگزانوئیک) به اسیدهای چرب گروه n-6 (شامل اسید لینولئیک و اسید آراشیدونیک) در شکل ۱ آورده شده است.

[1] Gas chromatography
[2] Atherogenic index (AI)
[3] Thrombogenic index (TI)

جدول ۱- نتایج اسیدهای چرب در خاویار فیل ماهی وحشی و پرورشی (n =۹).

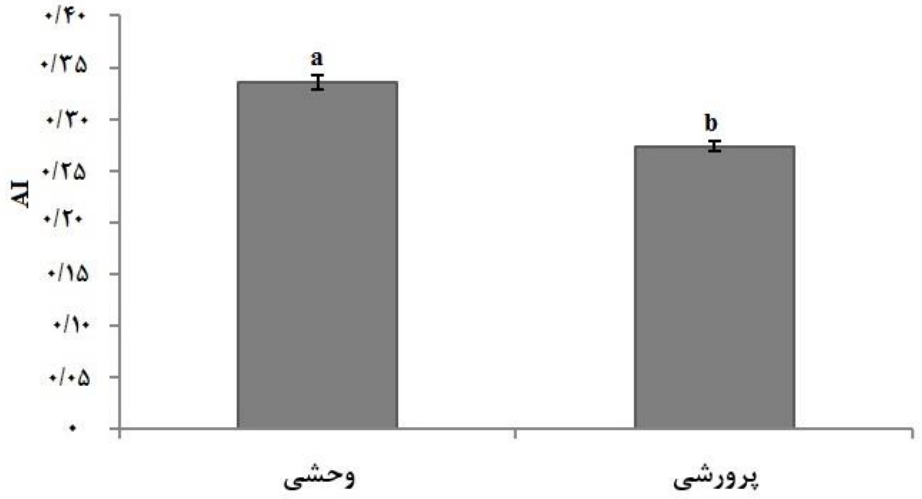
اسیدهای چرب	خاویار ماهی وحشی	خاویار ماهی پرورشی
اسید میرستیک (C14:0)	۰/۴۸ ± ۰/۰۳	۰/۶۱ ± ۰/۰۷
اسید پنتا دکانوئیک (C15:0)	۰/۵۴ ± ۰/۱۱	۰/۵۹ ± ۰/۰۹
اسید پالمیتیک (C16:0)	۲۱/۶۰ ± ۰/۹۳	۱۶/۶۹ ± ۰/۷۴
اسید پالمیتولئیک (C16:1)	۵/۵۴ ± ۰/۳۷	۱/۹۳ ± ۰/۴۴
اسید هپتا دکانوئیک (C17:0)	۰/۵۹ ± ۰/۱۲	۰/۴۵ ± ۰/۱۳
اسید هپتا دکنوئیک (C17:1)	۰/۶۶ ± ۰/۰۹	۰/۳۶ ± ۰/۰۵
اسید استئاریک (C18:0)	۳/۴۱ ± ۰/۰۸	۳/۳۱ ± ۰/۰۹
اسید اولئیک (C18:1n9)	۰/۳۳ ± ۰/۰۱	۰/۰۸ ± ۰/۰۳
اسید اولئیک (C18:1n9)	۲۵/۴۱ ± ۰/۳۶	۳۲/۶۲ ± ۰/۴۴
اسید لینولئیک (C18:2n6)	۰/۵۷ ± ۰/۰۴	۰/۰۴ ± ۰/۰۱
اسید لینولئیک (C18:2n6)	۱۰/۷۸ ± ۰/۲۳	۱۸/۵۰ ± ۰/۵۵
اسید آراشیدیک (C20:0)	۰/۳ ± ۰/۰۴	۲/۳۶ ± ۰/۳۷
اسید گاما لینولئیک (C18:3n6)	۰/۶۳ ± ۰/۰۳	۲/۵۶ ± ۰/۱۱
اسید گوندوئیک (C20:1)	۰/۴۱ ± ۰/۰۲	۰/۵ ± ۰/۰۲
اسید آلفا لینولنیک (C18:3n3)	۰/۳۱ ± ۰/۰۲	۰/۰۳ ± ۰/۰۱
اسید ایکوزنویک (C20:1)	۰/۲۵ ± ۰/۰۱	۰/۰۲ ± ۰/۰۰
دی هومو گامالینولنیک (C20:3n3)	۵/۱۸ ± ۰/۰۶	۲/۶۷ ± ۰/۰۹
اسید آراشیدونیک (C20:4n6)	۰/۲ ± ۰/۰۲	۰/۲۱ ± ۰/۰۳
اسید ایکوزاپنتاانوئیک (C20:5n3)	۴/۰۴ ± ۰/۱۶	۱/۹۶ ± ۰/۱۴
اسید دوکوزوهگزاانوئیک (C22:6n3)	۱۶/۰۳ ± ۰/۷۴	۸/۵۸ ± ۰/۵۶



شکل ۱- نسبت اسیدهای چرب n3/n6 در خاویار فیل ماهی پرورشی و وحشی (n=9).

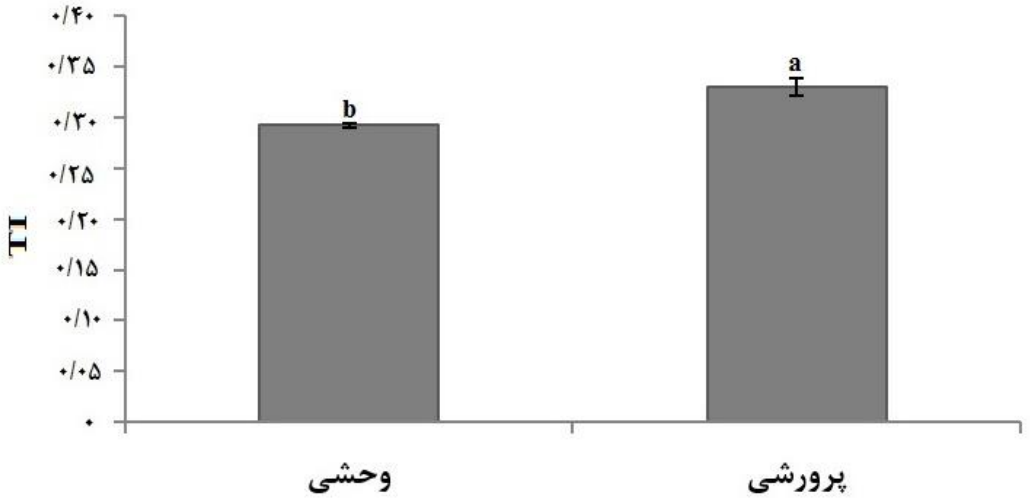
شاخص کیفیت اسیدهای چرب

کیفیت اسیدهای چرب ماهی های پرورشی و وحشی از نظر شاخص‌های AI[1] و TI[2] در شکل‌های ۲ و ۳ آورده شده است.



شکل ۲- میزان شاخص آتروژنیک در فیل ماهی وحشی و پرورشی.

شاخص آتروژنیک ماهی پرورشی و وحشی تفاوت معنی‌داری با هم نشان نداند. نحوه محاسبه شاخص ترومبوژنیک و میزان آن در خاویار فیل ماهی پرورشی و وحشی در رابطه ۲ و شکل ۳ نشان داده شده است.



شکل ۳- میزان شاخص ترومبوژنیک در فیل ماهی وحشی و پرورشی.

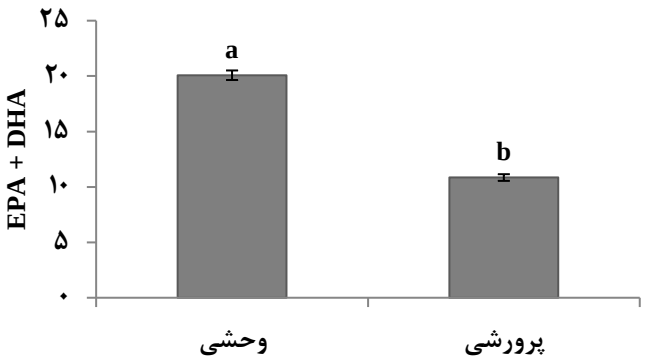
همان طور که در شکل ۳ دیده می‌شود، بر خلاف شاخص آتروژنیک، ماهی پرورشی از نظر شاخص ترومبوژنیک دارای کیفیت بالاتری از ماهی پرورشی است.

میزان اسیدهای چرب **DHA** و **EPA**

میزان اسیدهای چرب EPA و DHA در ماهی‌های پرورشی و وحشی در شکل ۴ دیده می‌شود.

[1] Atherogenic index (AI)

[2] Thrombogenic index (TI)



شکل ۴- میزان مجموع اسیدهای چرب EPA و DHA در فیل ماهی پرورشی و وحشی (n=9).

همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، میزان اسیدهای چرب EPA و DHA در خاویار گونه وحشی به طور معنی‌داری از خاویار ماهی پرورشی بیشتر بود.

بحث

معمولاً برای بررسی ارزش اسیدهای چرب در محصولات شیلاتی، علاوه بر شناسایی ترکیب اسیدهای چرب از پارامترهای کیفی مختلفی از قبیل نسبت n-3/n-6، میزان EPA + DHA، شاخص ترومبوژنیک و شاخص آتروژنیک استفاده می‌شود (Delfie et al. 2013). فراوان‌ترین اسیدهای چرب خاویار فیل ماهی وحشی به ترتیب شامل اسید اولئیک (۲۵/۴۱٪)، اسید پالمیتیک (۲۱/۶٪) و اسید دکوزاهگزانوئیک (۱۶/۳٪) بود، در حالی که در خاویار پرورشی اسید اولئیک (۳۲/۶۲٪) و اسیدهای لینولئیک (۱۸/۵٪) و پالمیتیک (۱۶/۶۹٪) فراوان‌ترین اسیدهای چرب را تشکیل می‌دادند.

برخی محققان عنوان کرده‌اند که تفاوتی بین ماهیان وحشی و پرورشی در میزان اسیدهای چرب مشاهده نشده است و تقریباً همه اسیدهـــای چرب ثابت مـانده‌اند (Yu and Sinnhuber, 1981; Arzel et al. 1994)، ولی در برخی دیگر از تحقیقات نیز اثرات محیط پرورش در ترکیبات اسیدهای چرب تأثیرگذار بود (Rueda et al. 1999). تغییراتی که در اسیدهای چرب سیم دریایی (*Pagrus pagrus*) پرورش یافته در تانک و قفس مشاهده شد (Orban et al. 2000) و تفاوت بین اسیدهای چرب ماهی‌های وحشی و پرورشی از این جمله پژوهش‌هاست. در مطالعه Rueda و همکاران (۱۹۹۹)، در ماهی‌های وحشی میزان اسیدهای چرب C20:4n6 و C22:6n3 بیش از مـاهیان پرورشـی بود و در ماهـی‌های پرورشی اسیدهای چرب n-9 بالاتری وجود داشت. در این مطالعه نیز تفاوت‌های زیادی در بین اسیدهای چرب خاویار ماهیان پرورشی و وحشی مشاهده شد.

نسبت n-3/n-6 به عنوان یک شاخص زیست دارویی استفاده می شود (Yanar et al. 2007). اسیدهای چرب مهم گروه n-3 شامل اسید لینولنیک (C18:3)، اسید ایکوزا پنتانوئیک (C20 :5) و اسید دوکوزا هگزانوئیک (C22:6) هستند و اسیدهای چرب مهم گروه n-6 نیز شامل اسید لینولئیک (C18:2) و اسید آراشیدونیک (C20:4) است (Belitz and Grosch, 1999). نسبت اسیدهای چرب n-3/n-6 در فیل ماهی وحشی ۱/۱۷ بود که به طور معنی‌داری بالاتر از میزان آن در خاویار ماهی پرورشی (۰/۴۵) بود. بنابر توصیه مرکز قلب آمریکا، غذاهایی که نسبت n-3/n-6 آنها بالاست، در گروه غذاهای سالم قرار می‌گیرند (Harris et al. 2009). بنابراین، خاویار ماهیان پرورشی از این منظر قابل مقایسه با خاویار ماهیان وحشی نیست. یکی از دلایل اصلی این اختلاف، تفاوت در محیط زندگی این ماهیان است. معمولاً ماهیان آب شیرین میزان n6 بالاتری نسبت به ماهیان آب شور دارند. با توجـه به نتایج، می‌توان اظهار داشت آب لب شور دریای خـزر

مطلوب‌ترین محیط پرورش برای تولید خاویار با کیفیت چربی بالاست.

میزان EPA + DHA نیز یکی از عوامل تأثیرگذار در تعیین کیفیت محصولات شیلاتی است (Hosseini et al. 2014). DHA یکی از مواد مورد نیاز برای رشد و توسعه مغز در نوزادان و همچنین حفظ تعادل در مغز بزرگسالان به شمار می‌رود (Sidhu, 2003; Navarro-Garcia et al. 2004). به همین دلیل، آگاهی از میزان آن در غذاهای دریایی، جزء اولویت‌های کیفی محسوب می شود. از آنجا که این دو اسید چرب از شاخصه‌های اصلی چربی غذاهای دریایی به حساب می آیند و در محصولات دیگر غذایی به ندرت یافت می‌شوند، خاویار ماهی وحشی (۲۰/۱٪) با داشتن میزان بالاتر EPA + DHA ارزش غذایی بالاتری از خاویار حاصل از ماهیان پرورشی (۱۰/۸۵٪) دارد. میزان این اسیدهای چرب به ژنتیک، تغذیه، عوامل محیطی از قبیل شوری و فصل و موارد دیگر مرتبط است (Abou et al. 2011; Bae and Lim, 2012; Saito and Aono, 2014) و با توجه به اینکه ماهیان پرورشی ایران نیز از ماهیان وحشی تکثیر شده‌اند و تغییر ژنتیکی در آنها رخ نداده است، از این نظر تفاوتی با ماهیان وحشی ندارند و این اختلاف می‌تواند به واسطه نوع تغذیه و همچنین شوری‌های متفاوت آب در دو محیط باشد. بنابراین، تولید کنندگان خاویار پرورشی باید با در نظر گرفتن ارزش بالای این اسیدهای چرب، به بررسی نیازهای زیستی و غذایی فیل ماهی پرورشی بپردازند تا بیشترین شباهت به خاویار طبیعی حاصل شود.

دو فرآیند در پیشرفت بیماری‌های ایسکمیک قلبی[1] نقش دارند که شامل آرترواسکلروزیس و ترومبوزیس است (Fehily et al. 1994). برخی از اسیدهای چرب، توانایی پیشگیری از آرترواسکلروزیس و ترومبوزیس را دارند که بر اساس اثراتی است که بر غلظت کلسترول و کلسترول-لیپوپروتئین کم چگال می‌گذارند (Ulbricht and Southgate, 1991). میزان این شاخص‌ها در آبزیان مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. در مطالعه‌ای که بر روی میزان شاخص‌های کیفی اسیدهای چرب در ماهیان و نرمتنان صورت گرفت، شاخص آتروژنیک از ۱/۱۸ تا ۰/۴۸ و شاخص ترومبوژنیک از ۰/۵۹ تا ۰/۱۵ بود (Kalogerpolous et al. 2004). در مطالعه‌ای دیگر، Valfre و همکاران (۲۰۰۳) میزان ۱/۲۵ تا ۰/۴۵ و ۰/۴۵ تا ۰/۲۵ را برای شاخص آتروژنیک و ترومبوژنیک در بعضی ماهی‌ها (*Dicentrachus labrax*، *Engraulis encrasiocolus*، *Gadus morhua*، *Oncorhynchus mykiss* و *Anguilla anguill*) گزارش کرده‌اند. در مطالعه‌ای، شاخص آتروژنیک در ماهیان وحشی به طور معنی‌دار از ماهیان پرورشی بالاتر بود، ولی تفاوت معنی‌داری در بین شاخص ترومبوژنیک در ماهیان پرورشی و وحشی سیم دریایی مشاهده نشد (Reuda et al. 2001). این ماهی به دلیل همه‌چیزخوار بودن در فصول و زیستگاه‌های مختلف، شرایط تغذیه‌ای مختلفی دارد و این تغییرات در اسیدهای چرب می‌تواند به این دلیل باشد. در مطالعه حاضر، شاخص آتروژنیک در خاویار فیل ماهی وحشی ۰/۳۳ بود که به طور معنی‌دار از ماهی پرورشی (۰/۲۷) بالاتر بود. در شاخص ترومبوژنیک نیز در ماهیان وحشی (۰/۲۹) و پرورشی (۰/۳۳) تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. با وجود این، شاخص ترومبوژنیک و آتروژنیک هم در ماهی پرورشی و هم ماهی وحشی در مقایسه با بسیاری از غذاهای دیگر (Ulbricht and Soutaghe, 1991) نیز کمتر بود. شاخص آتروژنیک در ماهیان پرورشی و وحشی سیم دریایی (*Pagrus pagrus*) در حدود ۰/۵ و ۰/۴ شاخص ترومبوژنیک در هر دو حدود ۰/۲ بود (Rueda et al. 1997).

فیل ماهی یکی از ماهیان مهم پرورشی در ایران محسوب می‌شود. خاویار طبیعی فیل ماهی شامل اسیدهای چرب PUFA بالاتر از ماهیان پرورشی بود. نسبت n3/n6 در ماهیان وحشی ۱/۱۷ بود که در مقایسه با ماهیان پرورشی (۰/۴۵) به طور معنی‌داری بالاتر بود. میزان EPA + DHA نیز در خاویار طبیعی ۲۰/۷ بود که از ماهیان پرورشی (۱۰/۵۴)

[1] Ischemic heart disease (IHD)

بالاتر بود. شاخص‌های آتروژنیک و ترومبوژنیک در خاویار وحشی به ترتیب ۰/۳۳ و ۰/۲۹ و در ماهیان پرورشی ۰/۲۷ و ۰/۳۳ بود. دلایل این تفـاوت‌ها را می‌توان وضعیت پرورش و عدم استفاده از غذای اختصاصی برای ماهیان خاویاری ذکر کرد که برای توسعه مناسب این صنعت نیاز به غذای فرموله شده مطابق با نیازهای ماهی تولید شود.

منابع

Abou, Y., Fiogbé, E.D., Beckers, Y., Micha, J.C. 2011. Approximate compositional values and tissue fatty acid profiles of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed azolla-diets in earthen ponds. Food and Nutrition 2: 964-973.

Arzel, J., Lopez, F.X.M., Métailler, R., Stéphan, G., Viau, M., Gandemer, G., Guillaume, J. 1994. Effect of dietary lipid on growth performance and body composition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater. Aquaculture 123: 361-375.

Bae, J.H., Lim, S.Y. 2012. Effect of season on heavy metal contents and chemical compositions of chub mackerel (*Scomber japonicus*) muscle. Journal of food science 77: 52-57.

Belitz, H.D., Grosch, W. 1999. Lipids. In “Food Chemistry”. Springer Verlag, Heidelberg, Germany, 184-185.

Berni, P., Mele, M., Serra, A., Casarosa, L., Secchiari, P. 2002. Monitoring of fatty acids composition of intraperitoneal, subcutaneus and intramuscular fat in commercial hybrids of sturgeon (*Acipenser baeri* × *Acipenser transmontanus*) during storage at 4 °C. International Review of Hydrobiology 87: 613-620.

Bronzi, P., Rosenthal, H. 2014. Present and future sturgeon and caviar production and marketing: a global market overview. Journal of Applied Ichthyology 30: 1536-1546.

Chen, I.C., Chapman, F.A., Wei, C., Portier, K.M., O'keefe, S.F. 1995. Differentiation of cultured and wild sturgeon (*Acipenser oxyrinchus desotoi*) based on fatty acid composition. Journal of Food Science 60: 631-635.

Delfieh, P., Rezaei, M., Hosseini, H., Vali Hosseini, S., Zohrehbakhsh, E., Regenstein, J.M. 2013. Effects of cooking methods on proximate composition and fatty acids profile of indian white prawn (*Fenneropenaeus indicus*). Journal of Aquatic Food Product Technology 22: 353-360.

De Meulenaer, T., Raymakers, C. 1996. Sturgeons of the Caspian Sea and the International Caviar Trade. TRAFFIC International, Cambridge, United Kingdom.

FAO. 2014. Fisheries and aquaculture software. FishStatJ -software for fishery statistical time series. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 28 November 2013.

Folch, J., Less, M., Stainley, G.H.S. 1957. A simple method for the isolation and purfication of total lipids from animal tissue. Journal of Biological Chemistry 226: 497-509.

Fehily, A.M., Pickering, J.E., Yarnell, J.W.G. 1994. Dietary indices of atherogenicity and thrombogenicity and ischaemic heart disease risk: The caerphilly prospective study. British Journal of Nutrition 71: 249-257.

García-Gallego, M., Sanz, A., Domezain, A., Higuera, M. 1999. Age-size influences on tissue-lipid quality of the sturgeon *Acipenser naccarii* from intensive culture. Journal of Applied Ichthyology 15: 261-264.

Gessner, J., Wirth, M., Kirschbaum, F., Krüger, A. Patriche, N. 2002. Caviar composition in wild and cultured

sturgeons–impact of food sources on fatty acid composition and contaminant load. Journal of Applied Ichthyology 18: 665-672.

Harris, W.S., Mozaffarian, D., Rimm, E., Kris-Etherton, P., Rudel, L.L., Appel, L.J., Engler, M.M., Engler, M.B., Sacks, F. 2009. Omega-6 fatty acids and risk for cardiovascular disease. Circulation 119: 902-907.

Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar, R., Khosroshahi, N.K., 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.

Kalogeropoulos, N., Andrikopoulos, N.K., Hassapidou, M. 2004. Dietary evaluation of Mediterranean fish and mollusks pan-fried in virgin olive oil. Journal of the Science of Food and Agriculture 84: 1750-1758.

Logan, S.H., Johnston, W.E., Doroshov, S.I. 1995. Economics of joint production of sturgeon (*Acipenser transmontanus*) and roe for caviar. Aquaculture 130: 299-316.

Metcalfe, L.D., Schmitz, A.A. 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Analytical Chemistry 33: 363-364.

Navarro-Garcıa, G., Pacheco-Aguilar, R., Bringas-Alvarado, L., Ortega-Garcıa, J. 2004. Characterization of the lipid composition and natural antioxidants in the liver oil of *Dasyatis brevis* and *Gymnura marmorata* rays. Food Chemistry 87: 89-96.

Orban, E., Di Lena, G., Ricelli, A., Paoletti, F., Casini, I., Gambelli, L., Caproni, R. 2000. Quality characteristics of sharp snout sea bream (*Diplodus puntazzo*) from different intensive rearing systems. Food Chemistry 70: 27-32.

Rosenthal, H., Gessner, J. 1992. Status and prospects of sturgeon farming in Europe. In Rosenthal, H., Grimaldi, E. (eds.). Efficiency in Aquaculture Production: Production trends, markets, products, and regulations. Proceedings of the 5th International Conference Aquafarming. Acquacoltura 90:12-13.

Rueda, F.M., Hernández, M.D., Egea, M.A., Aguado, F., Garcia, B., Martínez, F.J. 2001. Differences in tissue fatty acid composition between reared and wild sharp snout sea bream, *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). British Journal of Nutrition 86: 617-622.

Rueda, F.M., Lopez, J.A., Martinez, F.J., Zamora, S., Divanach, P., Kentouri, M. 1997. Fatty acids in muscle of wild and farmed red porgy, *Pagrus pagrus*. Aquaculture Nutrition, 3**:** 161-165.

Saito, H., Aono, H. 2014. Characteristics of lipid and fatty acid of marine gastropod (*Turbo cornutus*): High levels of arachidonic and n-3 docosapentaenoic acid. Food Chemistry 145: 135-144.

Sidhu, K.S. 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. Regulatory Toxicology and Pharmacology 38: 336-344.

Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. The Lancet 338: 985-992.

Valfré, F., Caprino, F., Turchini, G.M. 2003. The health benefit of seafood. Veterinary Research Communications 27: 507-512.

Yanar, Y., Kucukgulmez, A., Ersoy, B., Celik, M. 2007. Cooking effects on fatty acid composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

fillets. Journal of Muscle Foods 18: 88-94.

Yu, T.C., Sinnhuber, R.O. 1981. Use of beef tallow as an energy source in Coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) rations. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 38: 367-370.

Comparison of fatty acids biochemical quality in the caviar of reared and wild beluga, *Huso huso*

Sayed Vali Hoseini[1], Aria Babakhani Lashkan[2*], Amin Oji Fard[3]
1- Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Alborz, Iran
2- Fisheries Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh Sara, Guilan, Iran
3- Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Persian Gulf University, Borazjan, Bushehr, Iran

Received 1 May 2015; accepted 19 September 2015

Abstract
In this study, the quality of fatty acids in sturgeon caviar were assessed and compared in reared and wild specimens of beluga, *Huso huso* caught from the Caspian Sea. The fatty acids profile, n3/n6 and atherogenic and thrombogenic index were also measured. The wild caviar had higher PUFA and n3/n6 than reared fish ($P<0.05$). The EPA + DHA content in wild caviar (20.7) was significantly higher than reared specimens (10.54) ($P<0.05$). Atherogenic index in wild (0.33) was significantly higher than reared (0.27), while thrombogenic index in reared was higher than wild ($P<0.05$). The results obtained from the present study show that the reared beluga caviar has a good quality and is a suitable alternative for wild caviar.

Keywords: Caviar, Caspian Sea, Omega 3, Fatty acids, Beluga

*Corresponding author: babakhani@guilan.ac.ir