**تغـذیه آبزیـان**
**سال سوم، شماره اول،**
**بهار و تابستان ۱۳۹۶**

# محتوای اسیدهای چرب در ماهی کوتر ساده (*Sphyraena jello*) و کوتر دم زرد (*Sphyraena flavicauda*) در فصول پاییز و بهار

**علی طاهری[1*]، اسحاق ابراهیم‌زاده اله آباد[1]، میر مهدی زاهدی[2]**

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، سیستان و بلوچستان

۲- گروه اقیانوس‌شناسی شیمیایی، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، سیستان و بلوچستان

تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۵/۲۵

**چکیده**

بررسی ترکیب تغذیه‌ای غذاهای دریایی به جهت توصیه غذایی مهم است. لـذا در تحقیـق حاضـر اسـیدهای چـرب در مـاهی کـوتر بررسی شد. ماهی کوتر ساده و دم زرد در پاییز و بهار از دریای عمان صید و پس از استخراج چربی و آماده‌سازی پروفیـل اسـیدهای چرب سنجش شد. سپس شاخص‌های سلامت چربی محاسبه شد. اسیدهای چرب اشباع در هر دو گونه در فصل بهار بـیش از پـاییز بـود ($P<۰/۰۵$). بیشترین مـیزان اسیـدهای چـرب تک غیراشبـاع در فصـل پاییز دیـده شـد ($P<۰/۰۵$). مجمـوع EPA + DHA در ماهی کوتر ساده و کوتر دم زرد در فصل بهار کمترین و در فصل پاییز بیشترین بود ($P>۰/۰۵$). اسیدهای چرب امگـا ۳ در فصل پاییز در هر دو گونه بالاترین مقدار را به خود اختصاص می داد و اختلاف معنی‌داری با فصل بهـار در هـر دو گونـه داشـت ($P<۰/۰۵$). شاخص ترومبوژنز در بهار در کوتر ساده بالاترین مقدار بود (۰/۲۴ ± ۰/۶۲) و با فصل پاییز و نتایج هر دو فصل کوتر دم زرد اختلاف معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$). چون فصل تخم‌ریزی این دو گونه در بهار تـا تابسـتان اسـت، اختلافـات مشـاهده شـده می‌تواند به دلیل نیازهای جنسی ماهی باشد.

**کلمات کلیدی**: ماهی کوتر ساده، ماهی کوتر دم زرد، اسید چرب، ترومبوژنز، آتروژنز

* نویسنده مسئول: taheri@cmu.ac.ir

**مقدمه**

ماهی منبع با ارزشی از پروتئین، ویتامین، مواد معدنی ضروری و اسیدهای چرب به ویژه اسیدهای چرب بلند-زنجیره غیراشباع است. ماهی نسبت به گوشت قرمز هضم پذیری بالاتری دارد، چون از بافت پیوندی کمتری برخوردار است و در مقابل گرما پایداری کمتری دارد. با وجود این، ترکیب شیمیایی اجزای مختلف بدن با توجه به گونه و عوامل دیگر، مانند منطقه صید، فصل، جنسیت و سن ماهی تغییر می‌کند (Grigorakis, 2007).

پروفیل تغذیه‌ای ابتدا با محتوای درشت‌مغذی‌ها (ماکرونوترینت‌ها) در گوشت ماهی مثل پروتئین، چربی و کربوهیدرات‌ها تعیین می‌شود (Fuentes et al. 2010). این ترکیبات با در دسترس بودن غذا، فعالیت شنای شدید در زمان مهاجرت و تغییرات سوخت و ساز (متابولیک) در طول فصل زادآوری تغییر می‌کند (Lupatsch et al. 2003). چربی‌ها ترکیبات مهمی از قسمت خوراکی فیله ماهی‌اند و مقدار آنها بین ۰/۵ تا ۲۲٪ متغیر است. مزیت چربی‌های دریایی به دلیل مقادیر قابل توجه از اسیدهای چرب غیراشباع زنجیره بلند (Poly Unsaturated Fatty Acids (PUFA)) به خصوص اسید چرب غیراشباع امگا-۳ است که اهمیت آن‌ها در تغذیه و سلامت انسان شناخته شده است.

میزان چربی در بافت ماهی وابسته به گونه است و به فاکتورهای مختلف زیست‌شناختی و بوم‌شناختی موجود بستگی دارد. میزان چربی بافت به‌طور مستقیم تحت تأثیر جیره غذایی نیز قرار دارد و تغییرات زیادی در محتوای چربی و ترکیب اسیدهای چرب دیده می‌شود (Yildiz et al. 2006; Tocher, 2010).

ایکوزاپنتانوئیک اسید و دوکوزاهگزانوئیک اسید، اسیدهای چربی هستند که از نقطه نظر درمانی توجه خاصی را به خود جلب کرده‌اند. برخلاف موجودات غیردریایی، چربی مواد غذایی دریایی حاوی مقدار قابل توجهی از EPA و DHA است. فاکتورهای تغذیه‌ای با بیماری‌های قلبی و عروقی انسان ارتباط دارد و بر اساس تحریک‌کنندگی یا خاصیت ممانعت کنندگی بررسی می‌شود. روغن‌های دریایی که غنی از اسیدهای چرب امگا ۳ هستند در درمان بیماری‌هایی مثل قلبی-عروقی، آرتریت، بیماری‌های دستگاه ایمنی و سرطان کاربرد دارند (Nair and Connolly, 2008). چربی ماهیان دریایی با سطح کم لینولئیک اسید (C18:2n-6) و لینولنیک اسید (C18:3n-3) شناخته می‌شود، اما غنی از اسیدهای چرب بلند زنجیره (PUFA) است، به‌خصوص ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA, C20:5n-3) و دوکوزاهگزانوئیک اسید (DHA, C22:6n-3) و آراشیدونیک اسید (C20:4n-6). اسیدهای چرب تک غیراشباع و بلند زنجیره چند غیراشباع نقشی حیاتی در تغذیه انسان ایفا می‌کنند و به دلیل کاهش خطرات بیماری‌های قلبی و عروقی بسیار مورد توجه‌اند (Mashek and Wu, 2015).

اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFAs) مثل اولئیک اسید (C18:1n9) نقش محافظتی در سلامت انسان دارند و جیره غذایی که از این اسیدهای چرب غنی باشد، کلسترول خون را مانند اسیدهای چرب امگا ۳ پایین می‌آورد. به‌علاوه، اسیدهای چرب بلند زنجیره شدیداً غیراشباع (HUFAs) از نوع امگا ۳ به همراه آراشیدونیک اسید در سنتز پروستاگلندین‌ها، ترومبوکسآن‌ها و لوکوترین-ها نقش دارند (Calder, 2006).

کوتر ماهیان به همراه ماهیانی چون ماکرل، حلوا سیاه، جزء ماهیان نزدیک به کف هستند که تولید جهانی آنها به ۲۸۶۲۳۱۶ تن در سال می‌رسد (FAO, 2014). این دو گونه، از ماهیان ارزشمند آب‌های خلیج فارس و دریایی عمان‌اند که به دلیل خوش خوراکی و قیمت مناسب، قسمت مشخصی از صید و تجارت آبزیان جنوب ایران را به خود اختصاص می‌دهند، اما در خصوص ارزش تغذیه‌ای آنها اطلاعاتی در دست نیست. با توجه به در دسترس بودن این ماهیان در تمام فصول سال و نیاز به دستیابی به اطلاعات تغذیه‌ای آنها در فصول متفاوت سال، در تحقیق حاضر به بررسی پروفیل اسید چرب این دو گونه ماهی ارزشمند دریای عمان در دو فصل پاییز و بهار پرداخته شده است.

**مواد و روش‌ها**

ماهی کوتر ساده و کوتر دم زرد در پاییز و بهار با طول متوسط ۴/۸ ± ۵۵ سانتی‌متر و وزن متوسط ۰/۳ ± ۱/۲

کیلوگرم از بندر چابهار صید، و پس از انتقال در یخ تا زمان آنالیز در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. در هر گروه، ۳ دسته ۷ تایی از ماهیان قرار داشت. نمونه‌برداری از عضله زیر باله پشتی و بالای خط جانبی انجام شد و پس از چرخ شدن به شکل منجمد، مخلوط شد تا یکنواخت شود. مواد شیمیایی مصرفی، تماماً از مواد شیمیایی مخصوص آنالیز آزمایشگاهی استفاده شد. تجزیه اسیدهای چرب بافت ماهی بر اساس روش Folch و همکاران (۱۹۵۷) انجام شد. یک گرم نمونه یکنواخت شده در لوله آزمایش قرار گرفت و ۱۵ میلی‌لیتر حلال کلروفرم/متانول (نسبت ۲ به ۱) به نمونه اضافه شد و ۳ دقیقه مخلوط شد. نمونه ۲۴ ساعت در یخچال نگه‌داری شد. سپس ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و مخلوط شد. نمونه به دکانتور ۵۰ میلی‌لیتری منتقل شد و ۴ ساعت ثابت نگه‌داری شد. فاز کلروفرم زیرین جدا و توسط گاز نیتروژن حلال پرانی شد. ۴ میلی‌لیتر کلرید منیزیم ۰/۰۳۴ ٪ به هر یک گرم نمونه بافت اضافه شد. عصاره کلروفرم/متانولی برای یک شب در ۴ درجه سانتی‌گراد انکوبه شد. فاز زیرین دکانتور حلال پرانی شد تا فاز چربی کل به دست آید. استریفیکاسیون توسط روش Metcalfe و Schmitz (۱۹۶۱) انجام شد. ۵۰ میلی‌گرم از روغن استخراجی توسط ۵ میلی‌لیتر سود متانولی در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد ده دقیقه صابونه شد. بعد از خنک شدن ۲/۲ میل لیتر محلول متانولی $BF_3$ ۲۰٪ اضافه شد و محلول برای ۳ تا ۵ دقیقه جوشانده شد. مجدداً خنک شد و یک میلی‌لیتر هگزان و یک میلی‌لیتر محلول اشباع نمک طعام اضافه شد. سولفات سدیم اضافه شد (۱تا ۲ گرم) و سپس فاز هگزانی رویی در مینی ویال‌های اپندورف تقسیم گردید. اسیدهای چرب متیل استر شده با دستگاه کرماتوگرافی گازی HP مجهز به دتکتور FID و ستون کاپیلاری HP-88 (100 m × 0.25 mm I.D. × 0.25 µm) شناسایی شد. دمای داخلی ستون ۱۴۰ °C برای ۵ دقیقه بود که با نرخ ۴ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه به ۲۳۰ °C رسید و ۴۲/۵ دقیقه باقی ماند. دمای تزریقگر و شناساگر به ترتیب ۲۶۰ و ۲۷۰ درجه سانتی‌گراد بود. گاز حامل نیتروژن با سرعت ۰/۸۵ میلی‌لیتر بر دقیقه و هیدروژن و هوای سنتزی با سرعت ۳۰ و ۳۰۰ میلی‌لیتر بر دقیقه برای شناساگر استفاده شد. میزان تزریق یک میکرولیتر بود. شناسایی با ترکیب اسید چرب استاندارد (Supelco) و مقایسه پیک نمونه مجهول با استاندارد انجام شد. تمام نمونه‌ها با سه تکرار انجام شد. مقادیر اسید چرب به صورت درصد سطح زیر پیک از کل بیان شد. شاخص‌های آتروژنیسیتی (Atherogenicity) و ترومبوژنیسیتی طبق فرمول‌های زیر محاسبه شد:

$$AI = [(12:0 + (4\times14:0) + 16:0] / [\sum MUFA + n6\ PUFA + n\text{-}3\ PUFA]$$

$$TI = (14:0 + 16:0 + 18:0)/[0.5\times\sum MUFA+0.5\times n\text{-}6\ PUFA+3\times n\text{-}3\ PUFA) + (n\text{-}3\ PUFA/\ n6\ PUFA)$$

**آنالیز آماری**

از آزمون تی جفتی (Paired sample T test) برای مقایسه نتایج اسید چرب هر گونه در دو فصل، آنالیز واریانس یک طرفه (One-Way ANOVA) و آزمون معنی‌داری توسط آزمون دانکن برای مقایسه نتایج در فصول مختلف و اختلافات گونه‌ای، استفاده شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار Graphpad-Prism استفاده شد.

**نتایج**

میزان چربی گوشت ماهی کوتر ساده در فصل پاییز (۰/۶ ± ۲٪/۲) اختلاف معنی‌داری با فصل بهار (۰/۴ ± ۳/۱٪) نشان داد (P<۰/۰۵). این میزان برای گوشت ماهی کوتر دم زرد در فصل پاییز (۰/۳ ± ۲/۵۱٪) نیز اختلاف معنی‌داری با فصل بهار (۰/۱ ± ۳٪/۳۱) نشان داد (P<۰/۰۵). ترکیب اسیدهای چرب ماهی کوتر ساده در دو فصل پاییز و بهار در جدول ۱ آمده است. حداکثر میزان اسید اولئیک (C۱۸:۱) با ۰/۲ ± ۲۹/۰٪ و ۰/۷۷ ± ۲۷/۹۷٪ به‌ترتیب در پاییز و بهار بود. حداکثر میزان اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) ۰/۴ ± ۲۵/۶٪ و ۰/۰۳ ± ۲۰/۴۳٪ به ترتیب در بهار و پاییز بود. حداکثر اسید چرب چند غیراشباع (PUFA) دوکوزاهگزانوئیک اسید (C۲۲:۶n-۳) با ۰/۴ ±

۱۸/۳۴٪ و ۱/۳۲ ± ۱۶/۲۸٪ به ترتیب در پاییز و بهار دیده شد.

**جدول ۱- ترکیب اسیدهای چرب ماهی کوتر ساده در دو فصل پاییز و بهار (٪).**

| | اسید چرب | بهار | پاییز |
|---|---|---|---|
| SFA | ۱۲:۰۰ (لوریک اسید) | ۰/۰۵ ± ۰/۰۱ | ۰/۰۶ ±۰ /۰۲ |
| | ۱۴:۰۰ (میریستیک اسید) | ۴/۸۱ ± ۰/۰۹$^{b}$ | ۵/۷ ± ۰/۰۵$^{a}$ |
| | ۱۵:۰۰ (پنتادکانوئیک اسید) | ۰/۴۹ ± ۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۷ ± ۰/۰۴$^{a}$ |
| | ۱۶:۰۰ (پالمیتیک اسید) | ۲۵/۶ ± ۰/۴$^{a}$ | ۲۰/۴۳ ± ۰/۰۳$^{b}$ |
| | ۱۷:۰۰ (هپتادکانوئیک اسید) | ۰/۵۵ ± ۰/۰۲ | ۰/۵۹ ± ۰/۰۵ |
| | ۱۸:۰۰ (استئاریک اسید) | ۶/۳۱ ± ۰/۲$^{a}$ | ۲/۲۹ ± ۰/۴$^{b}$ |
| | ۲۰:۰۰ (آراشیدیک اسید) | ۰/۵۳ ± ۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۶۳ ± ۰/۰۵$^{a}$ |
| MUFA | ۱۶:۱ (پالمیتولئیک اسید) | ۷/۱ ± ۰/۳$^{b}$ | ۸/۰۷ ±۰/۱۴$^{a}$ |
| | ۱۸:۱ (اولئیک اسید) | ۲۷/۹۷ ±۰/۷۷$^{b}$ | ۲۹/۰ ±۰/۲$^{a}$ |
| | ۲۰:۱ (پائولینیک اسید) | ۰/۳ ± ۰/۰۲$^{b}$ | ۱/۰۳ ±۰/۱۶$^{a}$ |
| PUFA | ۱۸:۲n۶ (لینولئیک اسید) | ۰/۸۱ ± ۰/۰۵$^{b}$ | ۱/۴۷ ± ۰/۳۲$^{a}$ |
| | ۱۸:۳n۶ (گاما- لینولنیک اسید) | ۰/۱۳ ± ۰/۰۲$^{b}$ | ۱/۶۷ ± ۰/۰۲$^{a}$ |
| | ۱۸:۳n۳ (آلفا- لینولنیک اسید) | ۰/۳ ± ۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۸۷ ± ۰/۰۳$^{a}$ |
| | ۱۸:۴n۳ (استئاریدونیک اسید) | ۰/۰۶ ± ۰/۰$^{a}$ | ۰/۰۴ ± ۰/۰$^{b}$ |
| | ۲۰:۴n۶ (آراشیدونیک اسید) | ۱/۱۸ ± ۰/۱۱$^{a}$ | ۰/۶ ± ۰/۰۵$^{b}$ |
| | ۲۰:۵n۳ (ایکوزاپنتانوئیک اسید) | ۳/۰۷ ± ۰/۲$^{b}$ | ۵/۴ ± ۰/۰۳$^{a}$ |
| | ۲۲:۶n۳ (دوکوزاهگزانوئیک اسید) | ۱۶/۲۸ ± ۱/۳۲$^{b}$ | ۱۸/۳۴ ± ۰/۴$^{a}$ |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. در هر ردیف حروف غیر هم نام نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵٪ است.

جدول ۲ ترکیب اسیدهای چرب ماهی کوتر دم زرد در دو فصل پاییز و بهار را نشان می‌دهد. حداکثر میزان اسید چرب اسید اولئیک (C۱۸:۱) با ۰/۱۲ ± ۲۸/۲٪ و ۰/۶۵ ± ۲۶/۸۸٪ به ترتیب در پاییز و بهار بود. حداکثر میزان اسید پالمیتیک (C۱۶:۰) ۰/۲ ± ۲۶/۳٪ و ۰/۱۳ ± ۲۰/۱۲٪ به ترتیب در بهار و پاییز بود. حداکثر اسید چرب چند غیراشباع (PUFA) اسید دوکوزاهگزانوئیک (C۲۲:۶n۳) با ۰/۶۶ ± ۱۹/۰۴ و ۱/۱۱ ± ۱۷/۴۴٪ به ترتیب در پاییز و بهار دیده شد.

**جدول ۲- ترکیب اسیدهای چرب ماهی کوتر دم زرد در دو فصل پاییز و بهار (٪).**

| | اسید چرب | بهار | پاییز |
|---|---|---|---|
| SFA | ۱۲:۰۰ (لوریک اسید) | ۰/۰۶ ± ۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۰۸ ± ۰/۰۱$^{a}$ |
| | ۱۴:۰۰ (میریستیک اسید) | ۴/۴۱ ± ۰/۱۱$^{b}$ | ۵/۲ ± ۰/۲$^{a}$ |
| | ۱۵:۰۰ (پنتادکانوئیک اسید) | ۰/۴۸ ± ۰/۰۱ | ۰/۵ ± ۰/۰۱ |
| | ۱۶:۰۰ (پالمیتیک اسید) | ۲۶/۳ ± ۰/۲$^{a}$ | ۲۰/۱۲ ± ۰/۱۳$^{b}$ |
| | ۱۷:۰۰ (هپتادکانوئیک اسید) | ۰/۴ ± ۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۵ ± ۰/۰۲$^{b}$ |
| | ۱۸:۰۰ (استئاریک اسید) | ۶/۵۵ ± ۰/۲۲$^{a}$ | ۳/۰ ± ۰/۱$^{b}$ |
| | ۲۰:۰۰ (آراشیدیک اسید) | ۰/۴۴ ± ۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۶ ± ۰/۰۲$^{a}$ |
| MUFA | ۱۶:۱ (پالمیتولئیک اسید) | ۶/۱ ± ۰/۲$^{b}$ | ۷/۱۷ ± ۰/۲۲$^{a}$ |
| | ۱۸:۱(اولئیک اسید) | ۲۶/۸۸ ± ۰/۶۵$^{b}$ | ۲۸/۲ ± ۰/۱۲$^{a}$ |
| | ۲۰:۱ (پائولینیک اسید) | ۰/۳ ±۰/۰۱$^{b}$ | ۱/۱۳ ± ۰/۰۵$^{a}$ |
| PUFA | ۱۸:۲n۶ (لینولئیک اسید) | ۱/۰۳ ± ۰/۱۲$^{b}$ | ۱/۹۹ ± ۰/۴۴$^{a}$ |
| | ۱۸:۳n۶ (گاما- لینولنیک اسید) | ۰/۱۱ ± ۰/۰۱$^{b}$ | ۱/۲۲ ± ۰/۱$^{a}$ |
| | ۱۸:۳n۳ (آلفا- لینولنیک اسید) | ۰/۳ ± ۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۵۵ ± ۰/۰۹$^{a}$ |
| | ۱۸:۴n۳ (استئاریدونیک اسید) | ۰/۰۵ ± ۰/۰ | ۰/۰۴ ± ۰/۰ |
| | ۲۰:۴n۶ (آراشیدونیک اسید) | ۱/۶۶ ± ۰/۱۲$^{a}$ | ۰/۹ ± ۰/۰۳$^{b}$ |
| | ۲۰:۵n۳ (ایکوزاپنتانوئیک اسید) | ۴/۰۱ ± ۰/۰۴$^{b}$ | ۵/۱ ± ۰/۲۳$^{a}$ |
| | ۲۲:۶n۳ (دوکوزاهگزانوئیک اسید) | ۱۷/۴۴ ± ۱/۱۱$^{b}$ | ۱۹/۰۴ ± ۰/۶۶$^{a}$ |

نتایج به صورت میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است. در هر ردیف حروف غیر هم نام نشان دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۹۵٪ می‌باشد.

برآورد مجموع انواع اسید چرب و شاخص‌های سلامتی چربی در ماهی کوتر ساده و کوتر دم زرد در دو فصل پاییز و بهار در جدول ۳ آورده شده است. همان‌طور که از جدول بر می‌آید، مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) در هر دو گونه در فصل بهار بیش از پاییز بود ($P<۰/۰۵$). حداکثر میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) در فصل پاییز دیده شد که نسبت به فصل بهار اختلاف داشتند ($P<۰/۰۵$). اسیدهای چرب تک غیراشباع در فصل بهار در کوتر دم زرد کمتر از کوتر ساده بود ($P<۰/۰۵$). مجموع EPA+DHA در فصل بهار در ماهی کوتر ساده و کوتر دم زرد حداقل بود و در فصل پاییز در هر دو گونه به بالاترین مقدار رسید، اما در کوتر دم زرد در فصل بهار با فصل پاییز در هر دو گونه اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>۰/۰۵$). مجموع اسیدهای چرب امگا ۶ در تمامی فصول بالاتر از ۲٪ بود. بیشترین میزان در فصل پاییز دیده شد. میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در فصل پاییز در هر دو گونه، حداکثر بود و اختلاف معنی‌داری با فصل بهار در هر دو گونه داشت ($P<۰/۰۵$). بین دو گونه در فصل مشابه اختلاف معنی‌داری دیده نشد ($P>۰/۰۵$).

حداکثر نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در کوتر ساده در فصل بهار دیده شد (۰/۵۳ ± ۹/۳۳) که با بقیه نسبت‌های محاسباتی برای هر دو ماهی اختلاف معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵). حداقل آن در فصل پاییز برای کوتر دم زرد دیده شد (۰/۶ ± ۶/۰۶) که با نسبت محاسباتی فصل پاییز کوتر ساده اختلافی نشان نداد. برعکس این نتایج برای نسبت امگا ۶ به امگا ۳ دیده شد. نسبت PUFA/SFA در فصل بهار با پاییز در هر دو گونه ماهی کوتر اختلاف معنی‌داری نشان داد. حداقل میزان نسبت PUFA/SFA در گونه کوتر ساده در فصل بهار دیده شد (۰/۵۷).

شاخص ترومبوژنز در فصل بهار در کوتر ساده، حداکثر مقدار بود (۰/۲۴ ± ۰/۶۲) و با فصل پاییز و نتایج هر دو فصل کوتر دم زرد اختلاف معنی‌داری داشت. کوتر دم زرد در پاییز و بهار و همچنین با شاخص کوتر ساده در پاییز اختلاف معنی‌داری نشان نداد.

شاخص آتروژنز در فصل بهار برای هر دو گونه حداکثر بود و با شاخص محاسباتی در فصل پاییز برای هر دو گونه اختلاف معنی‌داری نشان داد (P<۰/۰۵).

**جدول ۳- مجموع انواع اسید چرب و شاخص‌های سلامتی در ماهیان کوتر ساده و کوتر دم زرد در دو فصل پاییز و بهار.**

| | کوتر ساده | | کوتر دم زرد | |
|---|---|---|---|---|
| | بهار | پاییز | بهار | پاییز |
| مجموع اسیدهای چرب اشباع | ۳۸/۳۴ ± ۰/۷۵$^{a}$ | ۳۰/۴ ± ۰/۱۹$^{b}$ | ۳۸/۶۴ ± ۰/۶$^{a}$ | ۳۰/۰۰ ± ۰/۴۹$^{b}$ |
| مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع | ۳۵/۳۷ ± ۱/۰۹$^{b}$ | ۳۸/۱ ± ۰/۴۲$^{a}$ | ۳۳/۲۸ ± ۰/۸۶$^{c}$ | ۳۶/۵ ± ۰/۳۹$^{ab}$ |
| مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع | ۲۱/۸۳ ± ۰/۷۳$^{a}$ | ۲۹/۸۲ ± ۰/۴۹$^{a}$ | ۲۴/۶ ± ۰/۴۴$^{a}$ | ۲۹/۲۴ ± ۱/۵۵$^{a}$ |
| DHA + EPA | ۱۹/۳۵ ± ۱/۵۲$^{b}$ | ۲۳/۷۴ ± ۰/۵۹$^{a}$ | ۲۱/۴۵ ± ۱/۱۵$^{ab}$ | ۲۴/۱۴ ± ۰/۸۹$^{a}$ |
| مجموع چند غیراشباع n-۶ | ۲/۱۲ ± ۰/۱۸$^{c}$ | ۳/۷۴ ± ۰/۳۹$^{ab}$ | ۲/۸ ± ۰/۲۵$^{bc}$ | ۴/۱۱ ± ۰/۵۷$^{a}$ |
| مجموع چند غیراشباع n-۳ | ۱۹/۷۱ ± ۰/۵۵$^{b}$ | ۲۴/۶۵ ± ۰/۴۶$^{a}$ | ۲۱/۸ ± ۱/۱۹$^{b}$ | ۲۴/۶۹ ± ۰/۹۸$^{a}$ |
| نسبت n-۳ به n-۶ (n-۳/n-۶) | ۹/۳۳ ± ۰/۵۳$^{a}$ | ۶/۶۳ ± ۰/۵۷$^{bc}$ | ۷/۸ ± ۰/۲۷$^{b}$ | ۶/۰۶ ± ۰/۶$^{c}$ |
| نسبت n-۶ به n-۳ (n-۶/n-۳) | ۰/۱ ± ۰/۰۰۶$^{c}$ | ۰/۱۵ ± ۰/۰۱$^{ab}$ | ۰/۱۳ ± ۰/۰۰۴$^{b}$ | ۰/۱۶ ± ۰/۰۱$^{a}$ |
| PUFA/SFA | ۰/۵۷ ± ۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۹۸ ± ۰/۰۰$^{a}$ | ۰/۶۳ ± ۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۹۷ ± ۰/۰۳$^{a}$ |
| شاخص ترومبوژنز | ۰/۶۲ ± ۰/۲۴$^{a}$ | ۰/۲۶ ± ۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۰۴ ± ۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۲۷ ± ۰/۰۰$^{b}$ |
| شاخص آتروژنز | ۰/۷۸ ± ۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۶۵ ± ۰/۰۰$^{b}$ | ۰/۷۶ ± ۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۶۳ ± ۰/۰۰$^{b}$ |

a,b,c اختلاف در هر ردیف را در سطح اطمینان ۹۵٪ توسط آزمون دانکن نشان می‌دهند، نتایج بر اساس میانگین ± انحراف معیار گزارش شده است.

**بحث**

در مطالعه حاضر به بررسی ترکیب اسیدهای چرب ماهی کوتر ساده و کوتر دم زرد در پاییز و بهار پرداخته شد. مجموع اسیدهای چرب اشباع در دو گونه در بهار بیش از پاییز بود، اما مجموع اسیدهای چرب تک غیراشباع در پاییز بیش از بهار بود. مجموع اسیدهای چرب چند غیراشباع اختلافی نشان نداد. مجموع DHA + EPA و همچنین مجموع مقدار اسیدهای چرب امگا ۶ و امگا ۳ در فصل پاییز بالاتر از فصل بهار بود. در مقایسه بین دو گونه در فصول مشابه دیده شد که اسیدهای چرب تک غیراشباع در فصل بهار، نسبت n-۳ به n-۶ (n-۳/n-۶) در فصل بهار و شاخص ترومبوژنز در فصل بهار اختلاف معنی‌دار دارند.

در مطالعه حاضر میزان SFA در دو ماهی، بیش از میزان MUFA و PUFA بود. میزان بیشتر اسیدهای چرب اشباع نسبت به اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع در برخی دیگر از گونه‌های ماهیان نیز گزارش شده

است. در ماهی *Soriola fasciata* میزان SFA (۳۰/۱۵٪)، بیش از MUFA (۲۰/۶۹٪) و PUFA (۰/۶۷٪) بود (Nogueira et al. 2017). میزان SFA در ماهی آبی (*Pomatomus saltatrix*) (۱/۲۴٪)، کراکر آتلانتیک (*Micropogonias undulates*) (۱/۳۸٪)، ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophthalmus*) (۰/۴۴٪)، پومپانو فلوریدا (*Trachinotus carolinus*) (۴/۴۴٪)، (*Stenotomus chrysops*) (۰/۲۹٪)، قزل‌آلای دریایی خالدار (*Cynoscion nebulosus*) (۱/۲۱٪) و اسپات (*Leiostomus xanthurus*) (۳/۸۱٪) بیش از میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع گزارش شد (Cladis et al. 2014). نتایج این مطالعات بر اساس درصد از فیله گزارش شد. همچنین در مطالعات دیگر میزان SFA ماهیان *Caranx crysus* (۳۶٪)، *Opisthonema oglinum* (۳۹/۶٪) و *Sardinella brasiliensis* (۳۶/۸٪) بیش از MUFA و PUFA گزارش شد (Visentainer et al. 2007).

بر اساس بررسی Ozogul و همکاران (۲۰۰۸) روی ۳۴ گونه ماهی دریایی ترکیب اسید چرب ماهیان دریایی محدوده ای بین ۳۰/۱ تا ۴۶/۸۸٪ اسید چرب اشباع، ۱۱/۸۳ تا ۳۸/۱۷٪ اسیدهای چرب تک غیراشباع و ۲۰/۴۹ تا ۴۹/۳۱٪ اسیدهای چرب چند غیراشباع است. در مطالعه Aydınو همکاران (۲۰۱۳) بر روی ماهی فوگو، بیشترین اسیدهای چرب اشباع، اسید پالمیتیک و اسید استئاریک بودند. در مطالعه حاضر، میزان اسید اولئیک بیش از بقیه بود و اسید پالمیتیک در مقام دوم قرار داشت. اسید اولئیک، فراوان‌ترین اسید چرب تک غیراشباع در چربی ماهیان دریایی است (Nogueira et al. 2017).

اولئیک اسید به عنوان اسید چرب تک غیراشباع اصلی در ماهی باس دریایی گزارش شده است (Grigorakis, 2007). Sargent (۱۹۹۵) گزارش کرد که اسیدهای چرب تک غیراشباع در طول توسعه گنادی کاتابولیزه می‌شوند تا انرژی سوخت و ساز را فراهم کنند. در مطالعه Özyurt و همکاران (۲۰۰۵)، کمترین محتوای اسید چرب تک غیراشباع کل در ماهی باس دریایی در طول فصل تخم‌ریزی در بهار و زمستان دیده شد. در مطالعه حاضر نیز میزان اسید اولئیک در فصل بهار کمتر از فصل پاییز بود. چون فصل تخم‌ریزی کوتر ساده و دم زرد در بهار آغاز می‌شود، شاید به دلیل نیاز به انرژی سوخت و ساز برای تخم‌ریزی، اولئیک اسید و دیگر اسیدهای چرب تک غیراشباع در دو گونه ماهی مورد مطالعه در فصل بهار کاتابولیزه شده و درصد آن کاهش یافته است. پالمیتیک اسید (C16:0) غالب‌ترین اسید چرب اشباع در جیره غذایی انسان، و مهم‌ترین اسید چرب اشباع شناخته شده است. فراوانی پالمیتیک اسید در چربی ماهی توسط دیگر محققان نیز تائید شده است (Osman et al. 2001; Guil-Guerrero et al. 2011).

در مطالعه حاضر، اسیدهای چرب EPA + DHA حدود ۲۰٪ تا ۲۵٪ مجموع اسیدهای چرب در هر دو گونه ماهی را به خود اختصاص داد. این میزان بیش از ماهی *Scomber colias* (۱۸/۱٪) بود و با میزان گزارش شده برای *Sarda sarda* (۲۰/۶٪) و *Pomatomus saltatrix* (۱۹/۸٪) برابری می‌کرد (Visentainer et al. 2007). در مطالعه Özyurt و همکاران (۲۰۰۵) سطح اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع در فیله ماهی باس دریایی ۶۶/۹۳-۱۹/۳۱٪ بود. دوکوزاهگزانوئیک اسید در فیله باس دریایی ۴/۸۶ و ۱۳/۹۸٪ در دو فصل پاییز و بهار گزارش شده است. ایکوزاپنتانوئیک اسید هم ۳/۸۴ و ۶/۷ ٪ در فصل پاییز و بهار بود. بیشترین سطح DHA در بهار و بیشترین سطح EPA در بهار و تابستان دیده شد. محققان عنوان کردند که این اسیدهای چرب به بافت چربی منتقل می‌شوند و سپس به تخم ماهی، چون تخم ماهی سرشار از فسفولیپیدهای غنی از امگا ۳ است (Henderson and Almatar, 1989). محققان عنوان کردند این شاید دلیلی باشد که EPA و DHA از ماهیچه به تخم انتقال یابد، چون این اسیدهای چرب در فصل تخم‌ریزی ماهی باس دریایی در پاییز و زمستان در کمترین مقدار قرار دارند. مجموع EPA و DHA در توسعه جنین (دستگاه عصبی، کلیوی و فعالیت دستگاه ایمنی)، کاهش بیماری‌های قلبی و عروقی (کاهش خطر سکته قلبی در افراد بالغ)، سرطان و بیماری‌های مختلف روانی تأثیر مثبت دارد (Swanson et al. 2012). انجمن ایمنی غذای اتحادیه اروپا (۲۰۱۰)

میزان ۲۵۰ میلی‌گرم DHA + EPA را به صورت مصرف روزانه برای افراد بالغ توصیه کردند. در مطالعه حاضر، بیشترین میزان DHA و EPA در فصل پاییز دیده شد. همان‌طور که در بالا گفته شد، زمان تخم‌ریزی دو گونه مورد مطالعه، در بهار است و ممکن است کمبود اسیدهای چرب امگا ۳ در بهار به دلیل انتقال از بافت گوشت به تخم ماهی و کم شدن در بافت گوشت باشد. البته اختلاف معنی‌دار در کوتر ساده دیده شد و کوتر دم زرد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. یکی از دلیل کم بودن تغییرات ممکن است به نوع تغذیه ماهی هم مربوط باشد که گوشت‌خوار است و با تغذیه خوب در بهار و تابستان می‌تواند کمبود خود را تا حدودی جبران کند.

داده‌های اپیدمیولوژیک نشان می‌دهد که کسانی که روغن ماهی با مقدار ۰/۴ گرم اسید چرب امگا ۳ در روز مصرف می‌کنند، کاهش مرگ و میر در اثر بیماری‌های قلبی و عروقی را نشان می‌دهند (Duyar, 2000). انجمن تغذیه بریتانیا پیشنهاد می‌کند برای داشتن جیره سلامتی‌بخش و متعادل، همه باید روزانه ۰/۲ گرم DHA + EPA و یا ۱/۵ گرم هفتگی مصرف نمایند.

در مطالعه حاضر، در هر دو فصل، میزان شاخص ترومبوژنز کم بود و نشان از خوب بودن روغن ماهی برای جلوگیری از ترومبوزیس می‌داد. شاخص آتروژنز نیز در هر دو فصل کم بود، اما در فصل پاییز بهتر از فصل بهار بود. یکی از عوامل مهم مرگ و میر در جوامع انسانی، بیماری‌های قلبی عروقی ناشی از تصلب شرایین (آترواسکلروز) و ترومبوز است. یکی از عوامل اصلی بروز آترواسکلروز، ترکیب اسیدهای چرب موجود در مواد خوراکی است. اسیدهای چرب تک غیراشباع و اسید اولئیک در کاهش بروز آترواسکلروز و ترومبوز نقش مهمی دارند. امگا ۳ نقش مهمی در کاهش بروز ترومبوز ایفا می‌کند و چندین برابر دیگر اسیدهای چرب مفید است.

دوکوزاهگزانوئیک اسید و ایکوزاپنتانوئیک اسید اثر ممانعت کنندگی بر روی بیماری‌های عروق کرونری انسانی دارند. در مطالعه حاضر در فصولی که میزان اسیدهای چرب غیراشباع (MUFA و PUFA) افزایش داشته، عدد این دو شاخص کمتر شده و بهبود نشان داده است. در هر صورت، در دو فصل مطالعه شده قابلیت مصرف و اثرات درمانی گوشت هر دو گونه ماهی بالا است و کوتر دم زرد بهتر از کوتر ساده می‌باشد.

در مطالعه حاضر میزان اسیدهای چرب امگا ۳ بسیار بیشتر از اسیدهای چرب امگا ۶ بود. در ماهی *Soriola fasciata* نیز میزان اسیدهای چرب امگا ۳ (۰/۶۱٪) بیش از اسیدهای چرب امگا ۶ (۰/۰۵۹٪) گزارش شده است (Nogueira et al. 2017). در ماهی *Pseudotolithus typus* و *Pseudotolithus elongates* میزان اسیدهای چرب امگا ۳ (به ترتیب ۲۸/۸ و ۲۲/۹٪) بیش از اسیدهای چرب امگا ۶ بود (به ترتیب ۴/۶۱ و ۶/۶۷٪) بود (Njinkoue et al. 2016). همچنین در ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) نیز میزان اسیدهای چرب امگا ۳ (۱۵/۸۷٪) بیش از امگا ۶ (۷/۲۱ ٪) بود (Lenas et al. 2011). در مقایسه با ماهیان آب شیرین که میزان اسیدهای چرب امگا ۶ بالاتر از امگا ۳ است، میزان بالای امگا ۳ و میزان کم امگا ۶ از خصوصیات ماهیان دریایی است (Njinkoue et al. 2016).

نسبت اسیدهای چرب غیراشباع $\omega_3$ به $\omega_6$ یکی از شاخص‌های ارزش‌گذاری غذایی ماهی است. مطالعات محققان نشان داده است که نسبت امگا ۳ به امگا ۶ در ماهیان دریایی عموماً بیش از یک است (Ogata et al. 2004). طبق گزارش انجمن سلامت کانادا نسبت ۴ به ۱ برای نسبت امگا ۳ به امگا ۶ برای سلامت انسان پیشنهاد شده (Holub, 2002)، اما در گزارشی دیگر این نسبت را ۶ به ۱ پیشنهاد کرده اند (Wijendran and Hayes, 2004). در مطالعه حاضر، نتایج در فصل بهار به خصوص در کوتر ساده بهتر از پاییز بود، اما در هر دو گونه و در هر دو فصل این شاخص بالای ۶ بود که نشان از کیفیت بالای اسیدهای چرب امگا ۳ در ماهی کوتر ساده و دم زرد دارد. نسبت امگا ۶ به امگا ۳ بر اساس توصیه دپارتمان سلامت انگلستان (HMSO, 1994) حداکثر ۴ است. نسبت بیش از ۴ اثر منفی بر سلامت انسان دارد و بیماری‌های قلبی عروقی را تحریک می‌کند. در این مطالعه این نسبت زیر ۰/۱۶ بود که نشان از ارزش غذایی بالای ماهی کوتر از نظر این شاخص دارد. بهترین حالت در فصل بهار دیده شد. در مطالعه Ozogul و همکاران (۲۰۰۸) این نسبت بین ۰/۰۴

برای فوگول ماهی اقیانوسی و ۰/۹۱ برای کفال سر تخت بود. در ماهیان *Pseudotolithus typus* و *P. elongatus* نیز نسبت امگا ۳ به امگا ۶ به ترتیب ۶/۲۴ و ۳/۴۴ و نسبت امگا ۶ به امگا ۳ به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۲۹ بود (Njinkoue et al. 2016). در ماهی سیم دریایی (*Sparus aurata*) نسبت امگا ۳ به امگا ۶ برابر ۲/۲۲ بود (Lenas et al. 2011). در ماهی *Soriola fasciata* نسبت امگا ۳ به امگا ۶ به میزان ۱۰/۳ به دست آمد، در حالی که نسبت امگا ۶ به امگا ۳ به میزان ۰/۱ بود (Nogueira et al. 2017).

طبق گزارش سازمان توسعه سلامت انگلستان (۱۹۹۴) نسبت PUFA/SFA حداقل ۱ به ۱۰ پیشنهاد شده است. در مطالعه حاضر این شاخص بین ۰/۵۷ تا ۰/۹۸ بود. این مقادیر بالاتر از حداقل میزان توصیه شده برای سلامتی بود. در مطالعه روی ماهیان *P. typus* و *P. elongatus* این نسبت به ترتیب ۰/۹۹ و ۰/۵۸ بود. در ماهی *Soriola fasciata* نیز این میزان ۰/۲ گزارش شد (Njinkoue et al. 2016; Nogueira et al. 2017).

طبق بررسی‌های موجود، محتوای چربی ماهیچه ماهی تحت تأثیر تغییرات فصلی در جیره غذایی موجود، تغییر در اندازه ماهی، فعالیت تخم‌ریزی و تولیدمثل قرار دارد و همچنین، سن، جنس و نوع جیره غذایی در این محتوا دخیل است (Varljan et al. 2005; Saoud et al. 2007).

مطالعه ترکیب شیمیایی فیله کوتر ماهیان ساده و دم زرد نشان داد که این دو گونه از نظر ارزش اسیدهای آمینه ضروری مورد نیاز بدن انسان برای بالغین قابل توصیه‌اند. همچنین بررسی اسیدهای چرب این دو گونه نشان داد که هر دو از نظر اسیدهای چرب تک غیراشباع و چند غیراشباع غنی بوده و برای سلامت انسان به‌خصوص جلوگیری از بیماری‌های قلبی و عروقی قابل توصیه‌اند.

## تشکر و قدردانی

نویسندگان از دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار به خاطر حمایت مادی و معنوی تحقیق حاضر در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد تشکر می‌کنند.

## منابع

Aydın, M., Tufan, B., Sevgili, H., Köse, S. 2013. Seasonal Changes in Proximate Composition and Fatty Acid Profile of Puffer fish (*Lagocephalus sceleratus Gmelin*, 1789) from the Mediterranean Sea of Turkey. Journal of Aquatic Food Product Technology 22: 178-191.

Calder, P.C. 2006. Polyunsaturated fatty acids and inflammation and inflammatory diseases. The American Journal of Clinical Nutrition 83: 1505-1519.

Cladis, D.P., Kleiner, A.C., Freiser, H.H., Santerre, C.R. 2014. Fatty acid profiles of commercially available finfish fillets in the United States. Lipids 49: 1005-1018.

Department of Health of the United Kingdom. 1994. Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease. Report of the Health and Social Subject, vol. 46. Her Majesty's Stationery Office, London.

Duyar, H.A. 2000. Chemical Composition of Muscle and Eggs Making Pearl Mullet (*Chalcalburnus tarichi*, Pallas 1811) and A study on the construction Croquet. PhD Thesis. Department of Fisheries and Processing Technology, Institute of Natural and Applied Science, Ege University, Turkey, pp 118.

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). 2010. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, Trans fatty acids and cholesterol. European Food Safety Authority Journal 8: 1461-1568.

Folch, J., Lees, M., Skoane-Stanley, G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry 226: 497-509.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016. Fishery and Aquaculture Statistics Year Book. Rome, 105 p.

Fuentes, A., Fernández-Segovia, I., Serra, J.A., Barat, J.M. 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Food Chemistry 119: 1514-1518.

Grigorakis, K. 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. Aquaculture 272: 55-75.

Guil-Guerrero, J.L., Venegas-Venegas, E., Rincón-Cervera, M.A., Suaréz, M.D. 2011. Fatty acid profiles of livers from selected marine fish species. Journal of Food Composition Analysis 24: 217-222.

Henderson, R.J., Almatar, S.M. 1989. Seasonal changes in the lipid composition of herring (*Clupea harengus*) in relation to gonad maturation. Journal of Marine Biological Association UK 69: 323-334.

HMSO, U.K. 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. Report on health and social subject's no. 46 London.

Lenas, D.S., Triantafillou, D.J., Chatziantoniou, S., Nathanailides, C. 2011. Fatty acid profile of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). Journal of Consumer Protection and Food Safety 6: 435-440.

Lupatsch, I., Kissil, G.W., Sklan, D. 2003. Comparison of energy and protein efficiency among three fish species: gilthead seabream (*Sparus aurata*), European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and white grouper (*Epinephelus aeneus*): energy expenditure for protein and lipid deposition. Aquaculture 225: 175-189.

Mashek, D.G., Wu, C. 2015. MUFA's. Advanced Nutrition 6: 276-277.

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

Nair, G.M., Connolly, S.J. 2008. Should patients with cardiovascular disease take fish oil? Journal of Canadian Medical Association 178: 181-182.

Njinkoue, J.M., Gouado, I., Tchoumbougnang, F., Yanga Ngueguim, J.H., Ndinteh, D.T., Fomogne-Fodjo, C.Y., Schweigert, F.J. 2016. Proximate composition, mineral content and fatty acid profile of two marine fishes from Cameroonian coast: *Pseudotolithus typus* (Bleeker, 1863) and *Pseudotolithus elongatus* (Bowdich, 1825). Nutrition and Food Science 4: 27-31.

Nogueira, N., Fernandes, I., Fernandes, T., Cordeiro, N. 2017. A comparative analysis of lipid content and fatty acid composition in muscle, liver and gonads of *Seriola fasciata* (Bloch, 1793) based on gender and maturation stage. Journal of Food Composition and Analysis 59: 68-73.

Osman, H., Suriah, A.R., Law, E.C. 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. Food Chemistry 73: 55-60.

Ozogul, Y., Ozogul, F., Ciçek, E., Polat, A., Kuley, E. 2008. Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea. International Journal of Food Sciences and Nutrition 60: 464-475.

Özyurt, G., Polat, A., Özkütük, S. 2005. Seasonal changes in the fatty acids of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and white Sea bream (*Diplodus sargus*) captured in Iskenderun Bay, eastern Mediterranean coast of Turkey. European Food Research and Technology 220: 120-124.

Saoud, I.P., Batal, M., Ghanawi, J., Lebbos, N. 2007. Seasonal variation in highly unsaturated fatty acid composition of

muscle tissue of two fishes endemic to the Eastern Mediterranean. Ecology of Food and Nutrition 46: 77-89.

Sargent, J.R. 1995. Origins and functions of egg lipids: nutritional implications. In: Bromage, N.R., Roberts, R.J. (eds.). Brood stock management and egg and larval quality. Blackwell, Oxford, UK, 353-372.

Swanson, D., Block, R., Mousa, S.A. 2012. Omega-3 fatty acids EPA and DHA: health benefits throughout life. Advanced Nutrition 3: 1-7.

Tocher, D.R. 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. Aquaculture Research 41: 717-732.

Visentainer, J.V., Noffs, M.D., Carvalho, P.O., Almeida V.V., Oliveira, C.C., de Souza N.E. 2007. Lipid content and fatty acid composition of 15 marine fish species from the Southeast Coast of Brazil. Journal of American Oil Chemical Society 84: 543-547.

Yildiz, M., Şener, E., Timur, M. 2006. Effect of seasonal change and different commercial feeds on proximate composition of sea bream (*Sparus aurata*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 6: 99-104.

# The fatty acid profile of Pickhandle barracuda (*Sphyraena jello*) and Yellowtail barracuda (*Sphyraena flavicauda*) in autumn and spring

**Ali Taheri [1*], Isac Ibrahimzadeh Alahabad[1], Mir-Mehdi Zahedi [2]**

1- Fisheries Department, Faculty of Marine Sciences, Chabahar Maritime University, Chabahar, Sistan & Baluchistan, Iran

2- Chemical Oceanography Department, Chabahar Maritime University, Chabahar, Sistan & Baluchistan, Iran

Received 9 May 2017; accepted 16 August 2017

**Abstract**

Biochemical composition of seafood is important in order to present some nutrition recommendations. In this study, the fatty acid composition of barracuda was investigated. Pickhandle barracuda (*Sphyraena jello*) and Yellowtail barracuda (*Sphyraena flavicauda*) were caught in autumn and spring from the Oman Sea during 2015 Total saturated fatty acids (SFAs) in both species were higher in spring ($P<0.05$) than in autumn. The most monounsaturated fatty acids (MUFA) were found in autumn ($P<0.05$). Sum of EPA + DHA was the least in spring, while highest in autumn. The omega 6 content in the Pickhandle barracuda in autumn did not show any significant difference in comparison with that of Yellowtail barracuda in spring ($P>0.05$). The most omega 3 fatty acid in both species was observed in specimens caught in autumn and had a significant difference with that of the spring ($P<0.05$). The maximum n-3/n-6 ratio was found in Pickhandle barracuda in spring ($9.33 \pm 0.53$). Thrombogenecity index in Pickhandle barracuda in spring was the highest ($0.62 \pm 0.24$) ($P<0.05$). Barracuda spawning starts from spring through summer, so, significant differences in the biochemical content may be due to the sexual requirements and also the nutrition conditions as well as the availability of food items. In conclusion, both barracudas are valuable in the human health nutrition especially in adults.

**Keywords**: Pickhandle Barracuda, Yellowtail Barracuda, Fatty acid, Thrombogenesis

*Corresponding author: taheri@cmu.ac.ir