

بررسی تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت ماهیچه و کبد ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) در تالاب شادگان

چکیده

در این تحقیق تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت کبد و عضله ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) در تالاب شادگان بررسی شد. بدین منظور ۲۱ نمونه ماهی بنی وحشی در طول ماه‌های میانی هر فصل سال ۱۳۹۳ (در هر فصل ۲۱ ماهی در ۷ گروه) صید شدند و ترکیب اسید چرب بافت کبد و ماهیچه به وسیله روش کروماتوگرافی گازی مورد ارزیابی شد. بیشترین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع عضله به ترتیب در فصل زمستان به دست آمد ولی با ماه‌های بهار و تابستان اختلاف معنی‌داری نداشت ($P \geq 0.05$). مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه بافت کبد و عضله به ترتیب در فصل پاییز بیشترین مقدار را نشان دادند ($P < 0.05$). بیشترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در بافت کبد و عضله در فصل بهار و تابستان به ترتیب بود. بالاترین میزان نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶ بافت عضله در فصل بهار به دست آمد که با فصل تابستان اختلاف معنی‌داری نداشت ($P \geq 0.05$). در مجموع بالاترین میزان اسید چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و اسیدهای چرب امگا ۳ در بافت ماهیچه و کبد به ترتیب در بهار و تابستان به ترتیب به دست آمد.

واژگان کلیدی: ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*)، کبد، عضله، ترکیب

اسید چرب، فصل، تالاب شادگان.

مهران جواهری بابلی^{*۱}

ابراهیم حسینی نجد گرامی^۲

۱. گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی،

اهواز، ایران

۲. گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه

ارومیه، ارومیه، ایران

مسئول مکاتبات:

mehranjavaheri@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۹/۲۸

کد مقاله: ۱۳۹۶۰۲۰۳۳۸

این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی

است.

مقدمه

اسیدهای چرب ایکوزا پنتانوئیک (EPA) و دوکوزا هگزانوئیک (DHA) به عنوان اسیدهای چرب امگا ۳ شناخته می‌شوند و به طور مؤثر به وسیله بدن انسان ساخته نمی‌شوند (Russ, 2009). این اشکال از اسیدهای چرب به وسیله برخی از جلبک‌های آبی ساخته می‌شوند (Moffat and McGill, 1993). با این وجود ماهیان یکی از منابع اصلی به دست آوردن اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره می‌باشند (Cakmak et al., 2012). مصرف غذایی اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه برای سلامت انسان همانند جلوگیری از بیماری‌های قلب (Kris-Etherton et al., 2002) کاهش چاقی (Buckley and Howe, 2010)، بهبود بینایی (Carlson and Werkman, 1996) و نمو عصبی جنین و نوزادان (Innis, 2007) تشخیص داده شدند. مصرف روزانه یک گرم EPA و DHA برای کاهش بیماری‌های قلبی توصیه شده است؛ بنابراین مصرف ماهیان یا فراورده‌های شیلاتی غنی از اسیدهای چرب امگا ۳ و کاهش مصرف اسیدهای امگا ۶ اهمیت دارد. در مطالعاتی صورت گرفته عنوان شده که ترکیب اسید چرب بافت‌های ماهی تغییرات زیادی بسته به عوامل داخلی و خارجی همچون سن، جیره، موقعیت جغرافیایی، جنسیت، درجه حرارت، فصل و دوره تولیدمثلی نشان می‌دهد (Kiessling et al., 2001; Uysal et al., 2006; Gorgun and Akpinar, 2007; Sushchik et al., 2007; Uysal et al., 2008; Kalyoncu et al., 2009; Gorgun and Akpinar, 2012).



با توجه به نقش کبد در متابولیسم چربی، بررسی تغییرات ترکیب اسید چرب در بافت کبد شاخص مناسبی هست. اسیدهای غیراشباع با چند پیوند دوگانه برای هموستازی بدن ماهی ضروری هست. اسید آراشیدونیک به پروستاگلندین تبدیل می‌شود و پیدایش هورمون‌های استروئیدی را تحریک کند (Van der Kraak and Chang, 1990). از طرف دیگر اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه من جمله EPA و DHA رشد را بهبود می‌بخشند (Sargent et al., 1997). چندین تحقیقات اثر فصل بر ترکیبات اسید چرب بافت عضله و کبد ماهیان آب شیرین را نشان دادند و بیان نمودند که میزان اسیدهای چرب امگا ۳، DHA و EPA در فصول مختلف تغییر می‌یابد (جواهری بابلی، ۱۳۹۲، Gorgun and Akpinar, 2007; Guler et al., 2008, 2011; Satar et al., 2012).

تالاب شادگان در جنوب غربی استان خوزستان واقع شده است و زادگاه بسیار خوبی برای تعداد زیادی گونه‌های ماهی، بخصوص ماهی‌های بومی من جمله ماهی بنی است. ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi* Gunther, 1874) به عنوان یکی از گونه‌های باارزش اقتصادی خانواده کپور ماهیان در استان خوزستان است که در بین ساکنین جنوب و جنوب غربی خوزستان از محبوبیت خاصی برخوردار است. در این تحقیق اثر فصل بر ترکیب اسید چرب عضله و کبد ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) در طول یک سال مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

ماهیان بنی که در این پژوهش استفاده شدند از تالاب شادگان در ماه میانی هر فصل (اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن) سال ۱۳۹۳ به دست آمدند. صید ماهیان به وسیله تور گوش گیر با اندازه چشمه ۳۰ میلی متر انجام شد. بعد صید نمونه‌ها در یخ به آزمایشگاه منتقل شده و پس از انجام بیومتری ماهیان و قطع سر و دم و تخلیه امعاء و احشاء، فیله شده و نمونه‌های کبد هم برداشت شد. فیله و کبد ۲۱ ماهی صید شده در هر فصل به گروه‌های هفت تایی تقسیم شدند و به وسیله همزن مخلوط شدند و ۷ نمونه جهت انجام آزمایش‌ها تعیین اسید چرب تهیه گردیدند. بعد از هموژن نمودن نمونه‌ها در هاون، آن‌ها را به دقت وزن کرده (۵/۰ گرم) و به لوله آزمایش درب پیچدار منتقل شد و حلال استخراج کننده (متانول: کلرفرم به نسبت حجمی ۲:۱) اضافه گردید (Folch et al., 1957). بعد از مخلوط نمودن حلال و نمونه، سانتریفیوژ انجام گردید و حلال حاوی چربی را به داخل لوله آزمایشی که وزن آن قبلاً اندازه گیری شده بود منتقل نمودند و مرحله فوق یک بار دیگر تکرار گردید. سپس توسط گاز نیتروژن حلال را تبخیر کرده و وزن لوله حاوی چربی را اندازه گیری و از اختلاف آن‌ها درصد چربی محاسبه شد. چربی استخراج شده از نمونه‌ها به با افزودن ۳ میلی لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۲ مولار) صابونی شد و بعد با افزودن ۵ میلی لیتر اسیدسولفوریک متانولی (۲ مولار) به متیل استر تبدیل گردید (Carvalho and Malcata, 2005). متیل استر اسیدهای چربی در یک میلی لیتر هپتان نرمال استخراج و جهت آنالیز پروفیل اسیدهای چرب یک میکرو لیتر از فاز هپتان نرمال را به دستگاه کروماتوگرافی گازی تزریق شد. جهت شناسایی تک تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید.

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل Agilent-6890 ساخت کمپانی Agilent آمریکا، مجهز به دریچه تزریق کاپیلاری، ستون کاپیلاری ویژه تجزیه اسیدهای چرب (DB-225 MS) به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی متر با فاز ساکن پلی اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر، دتکتور یونش شعله‌ای (FID) بود. دمای اولیه آون در ۱۰۰ درجه سانتی گراد به مدت یک دقیقه نگه داشته شد و بعد با سرعت ۲۵ درجه سانتی گراد بر دقیقه تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد افزایش یافت و ۱۲ دقیقه در همان دما ماند. از گاز نیتروژن به عنوان گاز حامل به ترتیب با سرعت جریان ۱ و ۴۵ میلی لیتر بر دقیقه استفاده گردید. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی گراد و دمای آشکارساز در ۲۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم شد. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت و وجود و عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد تعیین شد.

نتایج

میانگین وزنی ماهیان نمونه برداری شده در فصول مختلف 375 ± 20 گرم و میانگین طولی نمونه‌ها 38 ± 5 سانتی متر به دست آمد.

نتایج ترکیب اسید چرب بافت عضله و کبد ماهی بنی در فصول مختلف در جداول ۱ و ۲ آمده است. نتایج ترکیب اسید چرب بافت عضله و کبد ماهی بنی در فصول مختلف در جدول ۱ و ۲ آمده است. نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع (SFA) بافت عضله و کبد در برخی از فصول دارای اختلاف معنی دار بود و کمترین مقدار آن در بافت ماهیچه از فصل پاییز $13/81 \pm 0/30$ و در بافت کبد از فصل زمستان $16/72 \pm 0/26$ درصد از کل اسید چرب بوده است (نتایج جدول ۱ و ۲). میزان اسیدهای چرب پالمیتیک $16/0$ بافت کبد ماهی دارای بیشترین مقدار در فصل پاییز بود که در کلیه فصول دارای اختلاف معنی داری باهم بودند ($p < 0/05$). نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت عضله در فصول بهار و زمستان اختلاف معنی داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل پاییز $58/55 \pm 0/95$ بود. همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت کبد در فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل پاییز $35/79 \pm 0/47$ بود ($p < 0/05$) (نتایج جدول ۱ و ۲). بیشترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع پالمیتوئیک $16:1$ n-۷ (در فصل تابستان $7/44 \pm 0/32$ درصد از کل اسید چرب)، اولئیک $18:1$ n-۹ (در فصل پاییز $56/42 \pm 1/15$ درصد از کل اسید چرب) در بافت عضله به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع $16:1$ n-۷ (در فصل تابستان $4/21 \pm 0/07$ درصد از کل اسید چرب)، $18:1$ n-۹ (در فصل پاییز $32/71 \pm 0/4$ درصد از کل اسید چرب) در بافت کبد به دست آمد. نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) بافت عضله در کلی فصول اختلاف معنی داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل تابستان $28/85 \pm 0/38$ بود. همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) بافت کبد در فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل بهار $24/67 \pm 0/72$ بود (نتایج جدول ۱ و ۲). بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع لینولئیک $18:2$ n-۶ (در فصل تابستان $10/70 \pm 0/46$ درصد از کل اسید چرب)، لینولئیک $18:3$ n-۳ (در فصل تابستان $8/01 \pm 0/35$ درصد از کل اسید چرب) و ایکوزاپنتانوئیک (EPA) $20:5$ n-۳ (در فصل بهار $2/21 \pm 0/07$ درصد از کل اسید چرب) و دوکوزاهگزانوئیک (DHA) $22:6$ n-۳ (در فصل بهار $6/87 \pm 0/03$ درصد از کل اسید چرب) در بافت عضله به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع $18:2$ n-۶ (در فصل تابستان $6/36 \pm 0/02$ درصد از کل اسید چرب)، $18:3$ n-۳ (در فصل تابستان $0/86 \pm 0/1$ درصد از کل اسید چرب) و $20:5$ n-۳ (در فصل بهار $4/5 \pm 0/34$ درصد از کل اسید چرب) و $22:6$ n-۳ (در فصل زمستان $3/51 \pm 0/35$ درصد از کل اسید چرب) در بافت کبد به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ (در فصل تابستان $14/16 \pm 0/32$ درصد از کل اسید چرب)، امگا ۶ (در فصل تابستان $14/68 \pm 0/19$ درصد از کل اسید چرب) و نسبت امگا ۳ به امگا ۶ (در فصل بهار $0/99 \pm 0/19$) در بافت عضله به دست آمد.

جدول ۱: میانگین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) ترکیب اسید چرب (درصد از کل اسید چرب) بافت عضله ماهی بنی

Mesopotamichthys sharpeyi در فصول سال.

فصل اسید چرب	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
C14:0	۲/۳۹ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۲/۳۰ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	۰/۵۲ $\pm$ ۰/۰۳ ^b	۱/۶۷ $\pm$ ۰/۰۴ ^c
C14:1n-5	۰/۱۷ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۰/۱۲ $\pm$ ۰/۰۴ ^a	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۲ ^b	۰/۱۲ $\pm$ ۰ ^a
C16:0	۱۹/۳۶ $\pm$ ۱/۰ ^a	۲۰/۳۵ $\pm$ ۰/۲۱ ^a	۹/۷۹ $\pm$ ۰/۳۱ ^b	۲۱/۷۹ $\pm$ ۲/۶۱ ^a
C16:1n-7	۷/۲۶ $\pm$ ۰/۴۸ ^a	۷/۴۴ $\pm$ ۰/۳۳ ^a	۲/۱۱ $\pm$ ۰/۱۶ ^b	۵/۲۲ $\pm$ ۰/۴۲ ^c
C18:0	۴/۹۴ $\pm$ ۰/۱۰ ^a	۴/۰۷ $\pm$ ۰/۱۱ ^b	۳/۳۴ $\pm$ ۰/۰۸ ^c	۳/۷۲ $\pm$ ۰/۰۸ ^d
C18:1n-9	۳۶/۳۰ $\pm$ ۱/۰۸ ^a	۲۶/۴۴ $\pm$ ۰/۰۹ ^b	۵۶/۴۲ $\pm$ ۱/۱۵ ^c	۳۸/۴۹ $\pm$ ۰/۳۶ ^d
C18:2n-6	۶/۶۰ $\pm$ ۰/۲۷ ^a	۱۰/۷۰ $\pm$ ۰/۴۶ ^c	۹/۶۰ $\pm$ ۰/۳۶ ^b	۹/۱۶ $\pm$ ۰/۷۶ ^b
C18:3n-3	۲/۵۰ $\pm$ ۰/۱۴ ^a	۸/۰۱ $\pm$ ۰/۳۵ ^c	۴/۸۲ $\pm$ ۰/۳۶ ^b	۴/۱۲ $\pm$ ۰/۰۶ ^b
C20:0	۰/۴۲ $\pm$ ۰/۰۳ ^{ab}	۰/۰۵ $\pm$ ۰/۱۳ ^b	۰/۰۶ $\pm$ ۰/۰۳ ^c	۰/۲۷ $\pm$ ۰/۰۹ ^a
C18:3n-6	۰/۱۵ $\pm$ ۰/۰ ^a	۱/۳۲ $\pm$ ۰/۱۳ ^b	۲/۶۱ $\pm$ ۰/۰۴ ^c	۱/۷۶ $\pm$ ۰/۳۶ ^d
C18:4n-3	۰/۲۵ $\pm$ ۰/۱۱ ^b	۰/۰۵ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۰/۰۱ $\pm$ ۰ ^a	۰/۱۷ $\pm$ ۰/۱۵ ^{ab}
C22:0	۰/۱۸ $\pm$ ۰/۰ ^b	۰/۳۵ $\pm$ ۰/۱۲ ^b	۰/۰۹ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	۰/۳۵ $\pm$ ۰/۰۳ ^a
C20:3n-6	۱/۷۶ $\pm$ ۰/۵۸ ^a	۱/۷۷ $\pm$ ۰/۳۴ ^a	۰/۱۱ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۰/۳۱ $\pm$ ۰/۱۱ ^a
C20:3n-3	۰/۸۸ $\pm$ ۰/۵۷ ^a	۰/۴۶ $\pm$ ۰/۳۹ ^a	۰/۶۷ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۰/۳۶ $\pm$ ۰/۰۸ ^a
C20:4n-6	۰/۸۳ $\pm$ ۰/۷۵ ^a	۰/۴۲ $\pm$ ۰/۱۱ ^a	۰/۳ $\pm$ ۰/۰۲ ^a	۰/۹۹ $\pm$ ۰/۴۵ ^a
C20:5n-3	۲/۲۱ $\pm$ ۰/۱۱ ^a	۲/۲۱ $\pm$ ۰/۰۷ ^a	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۱۱ ^b	۱/۰۳ $\pm$ ۰/۰۱ ^c
C22:5n-6	۰/۳۳ $\pm$ ۰/۰۸ ^a	۰/۴۵ $\pm$ ۰/۰۴ ^{ab}	۲/۳۳ $\pm$ ۰/۰۱ ^a	۰/۴۴ $\pm$ ۰/۱ ^a
C22:5n-3	۰/۸۸ $\pm$ ۰/۲۴ ^a	۱/۰۶ $\pm$ ۰/۱ ^{ab}	۰/۳۲ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۶۳ $\pm$ ۰/۰۶ ^b
C22:6n-3	۶/۸۷ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۲/۳۵ $\pm$ ۰/۰۷ ^b	۲/۳۳ $\pm$ ۰/۱۱ ^{bc}	۲/۱۶ $\pm$ ۰/۱۱ ^c
Σ SFA	۲۷/۳۲ $\pm$ ۱/۳۱ ^a	۲۷/۶۰ $\pm$ ۰/۲۹ ^a	۱۳/۸۱ $\pm$ ۰/۳۰ ^b	۲۷/۸۲ $\pm$ ۰/۵۴ ^a
Σ MUFA	۴۳/۷۴ $\pm$ ۰/۵۹ ^b	۳۴ $\pm$ ۰/۵۳ ^c	۵۸/۵۵ $\pm$ ۰/۹۵ ^a	۴۳/۸۳ $\pm$ ۰/۷۸ ^b
Σ PUFA	۱۹/۱۸ $\pm$ ۰/۵۶ ^a	۲۸/۸۵ $\pm$ ۰/۳۸ ^b	۲۲/۳۵ $\pm$ ۰/۶۷ ^c	۲۱/۱۹ $\pm$ ۰/۲۳ ^d
Σ n-6	۹/۶۸ $\pm$ ۱/۲۷ ^b	۱۴/۶۸ $\pm$ ۰/۱۹ ^a	۱۲/۹۵ $\pm$ ۰/۳۱ ^a	۱۲/۶۸ $\pm$ ۰/۳۹ ^b
Σ n-3	۹/۴۹ $\pm$ ۰/۸۶ ^a	۱۴/۱۶ $\pm$ ۰/۳۶ ^b	۹/۳۹ $\pm$ ۰/۳۶ ^a	۸/۵۰ $\pm$ ۰/۲۰ ^a
(Σ n-3/ Σ n-6)	۰/۹۹ $\pm$ ۰/۱۹ ^a	۰/۹۶ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۰/۷۲ $\pm$ ۰/۰۱ ^b	^b ۰/۰۳ $\pm$ ۰/۰۶۷
DHA/EPA	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۰۷ ^a	۱/۰۶ $\pm$ ۰/۰۵ ^a	۱/۸۶ $\pm$ ۰/۲۵ ^b	۲/۰۸ $\pm$ ۰/۰۷ ^b
Σ PUFA/ Σ SFA	۱/۲۵ $\pm$ ۰/۰۷ ^a	۱/۰۴ $\pm$ ۰/۰۲ ^b	۱/۶۱ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۷۶ $\pm$ ۰/۰۶ ^a
IA	۰/۴۶ $\pm$ ۰/۰۳ ^a	۰/۴۷ $\pm$ ۰ ^a	۰/۱۴ $\pm$ ۰ ^b	۰/۴۳ $\pm$ ۰/۰۳ ^a
IT	۰/۴۷ $\pm$ ۰/۰۱ ^c	۰/۳۹ $\pm$ ۰ ^a	۰/۲۰ $\pm$ ۰ ^b	۰/۴۹ $\pm$ ۰/۰۴ ^c

اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی داری ندارند.

جدول ۲: میانگین (میانگین $\pm$ انحراف معیار) ترکیب اسید چرب (درصد از کل اسید چرب) بافت کبد ماهی بنی*Mesopotamichthys sharpeyi* در فصول سال.

فصل اسید چرب	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
C14:0	۲/۳۸±۰/۰۵ ^c	۶/۳۲±۰/۰۶ ^a	۳/۵۸±۰/۰۵ ^b	۲/۴۲±۰/۰۴ ^c
C14:1n-5	۰/۰۸±۰/۰۱ ^c	۲/۵۱±۰/۰۱۳ ^a	۲/۷۳±۰/۰۷ ^b	۰/۰۸±۰/۰۱ ^c
C16:0	۱۵/۸۳±۰/۰۱۱ ^d	۱۵/۶۷±۰/۰۵۵ ^a	۱۹/۰۰±۰/۰۱۹ ^b	۱۳/۴۳±۰/۰۳ ^c
C16:1n-7	۰/۴۱±۰/۰۴ ^c	۴/۲۱±۰/۰۷ ^a	۰/۳۴±۰/۰۳ ^b	۰/۳±۰/۰۴ ^c
C18:0	۰/۲۵±۰/۰۵ ^c	۴/۸۲±۰/۰۲۳ ^a	۳/۴±۰/۰۱۸ ^b	۰/۱۷±۰/۰۱ ^c
C18:1n-9	۲۱/۰۱±۰/۰۶۷ ^c	۲۷/۵۱±۰/۰۶ ^a	۳۲/۷۱±۰/۰۴ ^b	۳۰/۶۳±۰/۰۵۱ ^b
C18:2n-6	۴/۴۷±۰/۰۲ ^d	۶/۳۶±۰/۰۲ ^a	۵/۹۲±۰/۰۳ ^b	۵/۱۴±۰/۰۲۴ ^c
C18:3n-3	۰/۵۶±۰/۰۱ ^c	۰/۸۶±۰/۰۱ ^a	۰/۶۶±۰/۰۸ ^b	۰/۴۹±۰/۰۴ ^c
C20:0	۰/۳۶±۰/۰۱ ^c	۰/۴۶±۰/۰۳ ^a	۰/۷۹±۰/۰۵ ^b	۰/۲۱±۰/۰۳ ^c
C18:3n-6	۰/۴۸±۰/۰۳ ^c	۱/۵۴±۰/۰۱۱ ^a	۲/۸۱±۰/۰۱۹ ^b	۰/۸۹±۰/۰۱ ^c
C18:4n-3	۰/۴۲±۰/۰۲ ^c	۰/۸۹±۰/۰۱ ^a	۰/۱۳±۰/۰۳ ^a	۰/۲۱±۰/۰۲ ^b
C22:0	۰/۳۱±۰/۰۶ ^b	۰/۲۵±۰/۰۵ ^a	۰/۱۴±۰/۰۴ ^a	۰/۴۷±۰/۰۲ ^b
C20:3n-6	۱/۴۳±۰/۰۸ ^b	۱/۱۸±۰/۰۶ ^a	۰/۳۳±۰/۰۳ ^a	۰/۴۹±۰/۰۵ ^b
C20:3n-3	۱/۲۹±۰/۰۱ ^c	۰/۵۵±۰/۰۱ ^a	۰/۷۴±۰/۰۸ ^b	۰/۳۷±۰/۰۱ ^c
C20:4n-6	۰/۷۸±۰/۰۶ ^b	۰/۸۸±۰/۰۵ ^a	۰/۴۹±۰/۰۱۵ ^b	۰/۹۴±۰/۰۶ ^b
C20:5n-3	۴/۵±۰/۰۳۴ ^d	۲/۴۰±۰/۰۲۳ ^a	۱/۲۷±۰/۰۷ ^b	۳/۴۶±۰/۰۱۷ ^c
C22:5n-6	۳/۵۴±۰/۰۳۴ ^c	۱/۰۸±۰/۰۱/۰۱۳ ^a	۰/۸±۰/۰۶ ^a	۱/۳۹±۰/۰۱۴ ^b
C22:5n-3	۴/۳۶±۰/۰۲۱ ^d	۱/۴۳±۰/۰۳۷ ^a	۰/۹۷±۰/۰۱ ^b	۳/۲۶±۰/۰۹ ^c
C22:6n-3	۲/۸۱±۰/۰۱۱ ^c	۱/۴۳±۰/۰۲۴ ^a	۰/۰۴±۰/۰۰۹ ^b	۳/۵۱±۰/۰۳۵ ^c
ΣSFA	۱۹/۱۴±۰/۰۲۶ ^d	۰/۷۸±۰/۰۲۷/۰۵۳	۲۶/۹۲±۰/۰۶ ^b	۱۶/۷۲±۰/۰۲۶ ^c
ΣMUFA	۲۱/۵±۰/۰۷۲ ^d	۳۴/۲۳±۰/۰۵۴ ^a	۳۵/۷۹±۰/۰۴۷ ^a	۳۱/۰۱±۰/۰۴۶ ^c
ΣPUFA	۲۴/۶۷±۰/۰۷۳ ^c	۱۸/۶۶±۰/۰۶ ^a	۱۵/۲۷±۰/۰۹ ^a	۱۹/۱۸±۰/۰۷۹ ^b
Σn-6	۱۰/۷۱±۰/۰۴۸ ^d	۱۱/۰۶±۰/۰۲۳ ^a	۱۰/۳۷±۰/۰۱۸ ^b	۸/۸۶±۰/۰۴۳ ^c
Σn-3	۱۳/۹۵±۰/۰۴ ^d	۷/۶±۰/۰۳۷ ^a	۴/۸۸±۰/۰۲۴ ^b	۱۰/۳۱±۰/۰۵۷ ^c
(Σn-3/Σn-6)	۱/۳±۰/۰۵ ^d	۰/۸۶±۰/۰۱	۰/۴۷±۰/۰۱ ^b	۱/۱۶±۰/۰۷ ^c
DHA/EPA	۰/۶۲±۰/۰۷ ^c	۰/۶±۰/۰۶ ^a	۰/۸۵±۰/۰۸ ^b	۰/۷۳±۰/۰۶ ^c
ΣPUFA/ΣSFA	۱/۲۸±۰/۰۳ ^d	۰/۶۷±۰/۰۳ ^a	۰/۵۶±۰/۰ ^b	۱/۱۴±۰/۰۶ ^c
IA	۰/۵۴±۰/۰۱ ^c	۰/۷۷±۰/۰۱ ^a	۰/۶۵±۰/۰۱ ^b	۰/۴۶±۰/۰۳ ^c
IT	۰/۳۱±۰ ^c	۰/۵۷±۰/۰۳ ^a	۰/۶۵±۰/۰ ^b	۰/۳۱±۰/۰۱ ^c

اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی داری ندارند.

بحث و نتیجه‌گیری

اختلافات فصلی در ترکیب شیمیایی و اسید چرب لاشه ماهیان می‌تواند توسط عوامل مختلفی من جمله دسترسی به گیاهان آبی، درجه حرارت و مراحل فیزیولوژیکی تحت تأثیر قرار بگیرد (Haard, 1992). اسیدهای چرب پالمیتیک (۱۶:۰)، استئاریک (۱۸:۰) و میریستیک (۱۴:۰) غالب‌ترین اسیدهای چرب در میان اسیدهای چرب اشباع در بافت کبد و ماهیچه بوده است. میزان این اسید چرب در فصل زمستان در بافت کبد و در فصل پاییز در بافت عضله کمترین مقدار را به‌طور معنی‌داری نشان داده است. غالب بودن اسیدهای چرب ۱۶:۰ و ۱۸:۰ در اسیدهای چرب اشباع بافت‌های سیاه ماهی *Capoeta trutta* (Satar et al., 2012)، تیلایا (Rasoarahona et al., 2005)، کپور (Guler et al., 2008) و حمری (جواهری، ۱۳۹۱) اشاره شده است. اسیدهای چرب غیراشباع غالب در بافت عضله و کبد ماهی بنی ۱۸:۰، ۱۶:۰ و ۱۴:۰ گزارش شد (تامولی، ۱۳۹۱). Özyurt و همکاران در سال ۲۰۰۵ کاهش سطح مجموع اسیدهای چرب اشباع بافت ماهیچه ماهی سیم سر طلایی در فصل زمستان را مشاهده کردند که به دلیل کاتابولیسم (SFA) برای جبران انرژی متابولیکی اضافی مورد نیاز برای این دوره است. اسید چرب ۱۶:۰ بیش از ۶۰ درصد کل اسیدهای چرب غالب را شامل می‌شود که به‌عنوان یک کلید متابولیکی در ماهیان هست و به جیره غذایی وابسته نیست (Ackman and Eaton, 1966). El oudiani و missaoui در سال ۲۰۱۳ گزارش دادند که کمترین میزان اسیدهای چرب اشباع در لاشه مارماهی اروپایی در فصل تابستان به دست آمد و بیشترین آن در فصل زمستان و پاییز بیان شدند. آن‌ها دلیل این اختلاف را به عادت تغذیه‌ای گونه موردنظر و وابسته بودن به درجه حرارت بیان نمودند و بیان نمودند که مارماهیان تغذیه را در درجه حرارت زیر ۱۰ درجه و بالای ۳۰ درجه قطع می‌کند. در این مطالعه اسید چرب اولئیک (۹- n ۱۸:۱) غالب‌ترین اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت کبد و عضله بود. بالاترین سطح این اسید چرب در بافت عضله و کبد در فصل زمستان در هردو بافت به دست آمد. اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه غالب دیگر در هر دو بافت اسید پالمیتولئیک (۷- n ۱۶:۱) و میریستولئیک (۵- n ۱۴:۱) تعیین گردید. بالاترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت عضله و کبد به ترتیب در پاییز به دست آمد. همچنین کمترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه و کبد در فصل تابستان و بهار به ترتیب به دست آمد. Özparlak در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که اسیدهای چرب ۹- n ۱۸:۱، ۷- n ۱۶:۱ جزء غالب‌ترین اسیدهای چرب تک غیراشباع در ماهیچه ماهیان *Cyprinus carpio*, *Sander lucioperca*, *Carassius gibelio* و *Leuciscus lepidus* بودند. اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه غالب در لاشه ماهی حمری ۹- n ۱۸:۱، ۷- n ۱۶:۱ و ۷- n ۱۸:۱ گزارش شد (جواهری بابلی، ۱۳۹۲). اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه غالب در بافت عضله و کبد ماهی بنی ۹- n ۱۸:۱، ۷- n ۱۶:۱، ۱۰:۱۶ n گزارش شد (تامولی، ۱۳۹۱). سطوح بالا اسیدهای چرب اولئیک، پالمیتولیک و آراشیدونیک به‌عنوان ویژگی مشخصاتی روغن ماهیان آب شیرین گزارش شده است (Andrade et al., 1995; Osman, et al., 2001).

بالاترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت عضله و کبد ماهی حمری به ترتیب در پاییز، زمستان و تابستان، پاییز به دست آمد. همچنین کمترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه و کبد در فصل بهار به دست آمد. سطوح بالا اسید چرب ۹- n ۱۸:۱ در ماهیان تخم‌ریزی نکرده احتیاج برای نیازهای انرژی بیشتر در طول دوره تغذیه تابستانی را منعکس می‌کند وقتی که مقدار چربی ماهی هرینگ افزایش پیدا می‌کند. در مقابل ماهیان تخم‌ریزی کرده هرینگ اسید چرب ۹- n ۱۸:۱ را برای متابولیسم انرژی در طول دوره نمو گناد ممکن است نیاز داشته باشند و ذخایر این اسید چرب کاهش می‌یابد (Huynh et al., 2007).

به نظر می‌رسد کاهش شدید اسید چرب ۹- n ۱۸:۱ در بافت کبد با توجه به دوره تولیدمثلی ماهی بنی مرتبط باشد. اسید چرب لینولئیک ۶- n ۱۸:۲ اسید چرب غالب امگا ۶ در بافت ماهیچه و کبد بود. اسیدهای چرب ۶- n ۱۸:۳، ۶- n ۲۰:۳ و ۶- n ۲۲:۵ جزء اسیدهای چرب غالب امگا ۶ غالب دیگر در بافت کبد بوده‌اند. بالاترین مقدار اسید چرب عضله و کبد ۶- n ۱۸:۲ در فصل تابستان به دست آمد.

Özparlak در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که اسیدهای چرب ۶- n ۱۸:۲، ۶- n ۲۰:۴ و ۶- n ۲۲:۵ جزء غالب‌ترین اسیدهای چرب تک غیراشباع در ماهیچه ماهیان *Sander lucioperca*, *Cyprinus carpio* و *lepidus Leuciscus* بودند. تامولی

در سال ۱۳۹۱ اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۶ غالب در بافت عضله بنی را ۶-۲ n: ۱۸-۶: ۳ n: ۱۸ و ۶-۵ n: ۲۲ و در بافت کبد ۶-۲ n: ۱۸-۶: ۳ n: ۲۰ و ۶-۴ n: ۲۰ گزارش داد. اسید چرب لینولنیک ۶-۲ n: ۱۸ و آراشیدونیک ۶-۴ n: ۲۰ اسید چرب غالب امگا ۶ در بافت ماهیچه ماهی حمیری بوده‌اند در صورتی که ۶-۲ n: ۱۸-۶: ۳ n: ۲۲ و ۶-۳ n: ۲۰ جزء اسیدهای چرب غالب امگا ۶ در بافت کبد ماهی حمیری بوده‌اند. بالاترین مقدار اسید چرب عضله ۶-۲ n: ۱۸ در فصل زمستان و در بافت کبد در فصل پاییز به دست آمد (جواهری بابلی، ۱۳۹۲). Guler و همکاران در سال ۲۰۰۷ اسیدهای چرب ۶-۴ n: ۲۰ و ۶-۲ n: ۱۸ را جزء اسیدهای چرب غالب بافت عضله ماهی *Sander lucioperca* و بیشترین مقدار اسید چرب را در فصل تابستان گزارش دادند. اگرچه ۶-۴ n: ۲۰ اهمیت بیولوژیکی مشابهی همانند EPA و DHA دارد، اما اغلب در ماهیان نادیده گرفته می‌شود چون که در غلظت‌های پایین یافت می‌شوند. با این وجود عملکردهای حیاتی به‌عنوان زمینه‌ساز ایکوزانوئیدهای اصلی که نقش‌های فیزیولوژیکی شامل اسمورو گلیشن، نقش‌های قلبی - عروقی و نقش‌های دستگاه‌های تولیدمثل دارند با اثبات رسیده است (Cejas et al., 2003). در این مطالعه اسید چرب ۳-۶ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۰ غالب‌ترین اسید چرب امگا ۳ غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت کبد بوده است. همچنین در بافت ماهیچه اسید چرب ۳-۶ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۰ اسید چرب غالب امگا ۳ بوده است. بالاترین سطح این اسید چرب امگا ۳ در بافت عضله و کبد در فصل تابستان و بهار در هردو بافت به دست آمد. تامولی در سال ۱۳۹۱ اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ غالب در بافت عضله و کبد ماهی بنی را ۳-۶ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۰ گزارش داد. Gorgun و Akpinar (۲۰۰۷) روند افزایش مقدار اسید چرب امگا ۳ را در بافت کبد و ماهیچه ماهی *Alburnus chalcoides* در فصل بهار و تابستان گزارش کردند. آن‌ها همچنین اسیدهای چرب غالب امگا ۳ بافت عضله و کبد را ۳-۶ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۰ و ۳-۵ n: ۲۲ عنوان کردند. اسید چرب ۳-۵ n: ۲۲،۳: ۵ n: ۲۰،۳: ۴ n: ۱۸،۳: ۳ n: ۲۰ و ۳-۶ n: ۲۲ غالب‌ترین اسید چرب امگا ۳ غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت کبد ماهی حمیری گزارش شدند. همچنین در بافت ماهیچه اسید چرب ۳-۶ n: ۲۲ اسید چرب غالب امگا ۳ بیان شد. بالاترین سطح این اسید چرب امگا ۳ در بافت عضله و کبد در فصل بهار و زمستان در هردو بافت به دست آمد. همچنین کمترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت ماهیچه و کبد در فصل پاییز به دست آمد (جواهری بابلی، ۱۳۹۲). Satar و همکاران در سال ۲۰۱۲ اسیدهای چرب ۳-۶ n: ۲۲ و ۳-۵ n: ۲۰ و ۳-۵ n: ۲۲ را جزء اسیدهای چرب غالب بافت عضله ماهی *Capoeta trutta* بیشترین مقدار اسید چرب را در فصل بهار گزارش دادند. اختلافات در ترکیب اسید چرب در گونه‌های مختلف بستگی به زیستگاه گونه می‌تواند داشته باشد. همچنین عواملی نظیر غذای طبیعی و نوع رژیم غذایی تأثیر بسزایی دارد (Sargent et al., 1995). شرایطی چون اندازه ماهی، سن، مراحل تولیدمثل، شرایط محیطی (به‌خصوص درجه حرارت) می‌تواند تأثیر به‌سزایی در میزان چربی و ترکیب اسید چرب داشته باشد (Gruger, 1967; Saito et al., 1999; Ackman, 1989). در تحقیق حاضر مقادیر EPA، DHA در بافت عضله و کبد در فصل بهار نسبت به فصل زمستان کاهش معنی‌داری را نشان ندادند. اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) منابع اصلی انرژی متابولیکی برای تولیدمثل می‌باشند (Henderson et al., 1984). بنابراین اگرچه EPA و DHA برای انرژی مصرف می‌شوند اما در مقایسه با اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در طول نمو گناه نگهداری می‌شوند. بالاتر بودن میزان اسیدهای چرب EPA، DHA، PUFA و اسید آراشیدونیک در بافت کبد گربه‌ماهی ژاپنی *Silurus asotus* بعد تخم‌ریزی نسبت به در حال تخم‌ریزی گزارش شد (Shirai et al., 2002). گزارش مشابهی در ماهی بافت ماهیچه و کبد ماهی هرینگ تخم‌ریزی کرده و نکرده گزارش شد (Huynh et al., 2007).

در مطالعه حاضر نسبت ۶-۲ n: ۱۸-۶: ۳ n: ۱۸ در فصل بهار ۰/۹۹، در فصل تابستان ۰/۹۶، در فصل پاییز ۰/۷۲ و در فصل زمستان ۰/۶۷ به دست آمد. نسبت ۶-۲ n: ۱۸-۶: ۳ n: ۱۸ در فصل بهار ۳/۸۲، در فصل تابستان ۱/۰۹، در فصل پاییز ۰/۴۸ و در فصل زمستان ۴/۱۱ به دست آمد (جواهری بابلی، ۱۳۹۲). تامولی در سال ۱۳۹۱ میزان نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶ را در ماهی بنی وحشی ۱/۲۸ گزارش داد. میزان امگا ۳ به امگا ۶ به‌عنوان شاخصی برای مقایسه نسبت ماده غذایی به روغن ماهی پیشنهاد شده است بالاتر از حداقل ۰/۲۵ یک رژیم غذایی سالم را برای انسان تشکیل می‌دهد (HMSO, 1994). در مطالعه حاضر نسبت p/s در فصل بهار ۱/۲۵، در فصل تابستان ۱/۰۴، در فصل

پاییز ۱/۶۱ و در فصل زمستان ۰/۷۶ به دست آمد. نسبت PUFA/SFA شاخص کلیدی و مهم برای بررسی ارزش تغذیه‌ای ماهی است. حداقل میزان توصیه شده نسبت PUFA/SFA برابر ۰/۴۵ هست (HMSO, 1994). مقدار این شاخص در تمامی فصول بالاتر است. تامولی در سال ۱۳۹۱ میزان نسبت اسیدهای چرب p/s را در ماهی بنی وحشی ۱/۲۸ گزارش داد. در مطالعه حاضر دامنه نسبت IA و IT در بافت عضله به ترتیب ۰/۱۴-۰/۴۷ و ۰/۲۰-۰/۴۹ به دست آمد. اگر شاخص‌های IA و IT زیر یک درصد باشند برای سلامتی و جلوگیری از بیماری‌های کرونر قلبی (قلبی-عروقی) بسیار مفید است (Ouraji et al., 2009). در مجموع بالاترین میزان اسید چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه و اسیدهای چرب امگا ۳ در بافت ماهیچه و کبد به ترتیب در بهار و تابستان به ترتیب به دست آمد. همچنین نقش انرژی‌زایی اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در دوره تولیدمثل ماهی نشان داده شد. بافت ماهیچه ماهی بنی تالاب شادگان با توجه به شاخص امگا ۳ به امگا ۶ برای تغذیه انسان در فصل تابستان و بهار مناسب بود.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از طرح پژوهشی مصوب در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز است که بدین وسیله تشکر می‌شود.

منابع

- تامولی، و.، ۱۳۹۱. مقایسه ترکیب اسیدچرب بافت ماهیچه، کبد ماهی بنی وحشی و پرورشی (*Barbus sharpeyi*)، پایان نامه کارشناسی ارشد تکثیر و پرورش آبزیان دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۱۰۰ ص.
- جواهری بابلی، م.، ۱۳۹۲. بررسی تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت ماهیچه و کبد ماهی حمیری *Barbus luteus* در رودخانه کرخه، گزارش نهایی طرح پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، ۵۴ ص.
- Ackman, R. G. and Eaton, C. A., 1966. Some commercial Atlantic herring oils: fatty acid composition. Journal of the Fisheries Research Board of Canada, 23: 991-1006.
- Ackman, R. G., 1967. Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some fresh-water fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids. Comparative Biochemistry and Physiology, 22: 907-922.
- Andrade, A. D., Rubira, A. F., Matsushia, M. and Souza, N. E., 1995. Omega3 fatty acids in freshwater fish from South Brazil. Journal of the American Oil Chemists Society, 72(10): 1207-1210.
- Al-Arrayed, F. H., Al Maskati, H. A. and Abdullah, F. J., 1999. n3-polyunsaturated Fatty Acid Content of Some Edible Fish from Bahrain Waters. Estuarine. Coastal and Shelf Science, 49:109-114.
- Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F. and Alexis, M., 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79: 145-150
- Cakmak, Y. S., Zengin, G., Guler, G. O., Aktumsek, A. and Ozparlak, H., 2012. Fatty acid composition and $\Omega 3/\Omega 6$ ratios of the muscle lipids of six fish species in Sugla Lake, Turkey. Archives of Biological Sciences, 64: 471-477.
- Calder, P. C. and Yaqoob, P., 2009. Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. BioFactors, 35(3): 266-272
- Carlson, S. E. and Werkman, S. H., 1996. A randomized trial of visual attention of preterm infant fed docosahexaenoic acid until two months. Lipids, 31:85-90
- Carvalho, A. P. and Malcata, F. X., 2005. Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Gas-Chromatographic Analysis of Marine Lipids: Insight Studies. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(13):5049-5059

- Cejas, J. R., Almansa, E., Villamandos, J. E., Badia, P., Bolanos, A. and Lorenzo, A., 2003.** Lipid and fatty acid composition of ovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish of White Sea bream (*Diplodus sargus*). *Aquaculture*, 216(1-4): 299-313
- EL Oudiani, S. and Hechmi, M., 2013.** Seasonal Variation of Fatty Acids Composition in European Eel Muscles from the North East of Tunisia: Bizerte Lagoon. *Advances in Bio research*, 4 (3):14-21
- Folch, J., Lees, M. and Stanley, G. H. S., 1975.** Preparation of lipid extracts from brain tissue. *Journal of Biological Chemistry*, 226:497-509
- Innis, S. M., 2007.** Dietary (n-3) fatty acids and brain development. *Journal of Nutrition*, 137:855-859
- İşmen, A., Türkoğlu, M. and Yiğın, C. Ç., 2004.** The age, growth and reproduction of Gray Trigger fish (*Balistes caprisus* Gmelin, 1789) in Iskenderun Bay. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7 (12): 2135-2138
- Gladyshev, M. I., Sushchik, N. N., Gubanenko, G. A., Demirchieva, S. M. and Kalachova, G. S., 2006.** Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Food Chemistry*, 96:446-451
- Gorgun, S. and Akpınar, M. A. 2007.** Liver and muscle fatty acid composition of mature and immature rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed two different diets. *Biologia*, 62:351-355.
- Gorgun, S. and Akpınar, M. A., 2012.** Effect of season on the fatty acid composition of the liver and muscle of *Alburnus chalcoides* (Guldenstadt, 1772) from Todurge Lake (Sivas, Turkey). *Turkish journal of zoology*, 36: 691-698.
- Gruger, E. H. Jr., 1967.** Fatty Acid Composition. In: Stansby, M.E. (Ed.), *Fish Oils*. AVI Publishing Co., Westport, CT, p.3.
- Guler, G. O., Aktumsek, A., Citil, O. B., Arslan, A. and Torlak, E., 2007.** Seasonal variations on total fatty acid composition of fillets of zander (*Sander lucioperca*) in Beyşehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 103(4): 1241-1246.
- Guler, G. O., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Citil, O. B. and Ozparlak, H., 2008.** Determination of the seasonal changes on total fatty acid composition and omega 3/omega 6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beyşehir Lake (Turkey). *Food Chemistry*, 108(2): 689-694.
- Guler, G. O., Aktumsek, A., Cakmak, Y. S., Zengin, G. and Citil, O. B., 2011.** Effect of Season on Fatty Acid Composition and n-3/n-6 Ratios of Zander and Carp Muscle Lipids in Altınapa Dam Lake. *Journal of Food Science*, 76(4): 594-597
- Haard, F. N., 1992.** Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International* 25: 289-307.
- Henderson, R. J. and Tocher, D. R., 1987.** The lipid composition and biochemistry of freshwater fish. *Progress in Lipid Research*, 26:281-347.
- Henderson, R. J., Sargent, J. R. and Hopkins, C. C. E., 1984.** Changes in the content and fatty acid composition of lipid in an isolated population of the capelin, *Mallotus villosus*, during sexual maturation and spawning. *Marine Biology*, 78: 255-263.
- HMSO, U. K., 1994.** Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46). London: HMSO.
- Huynh, M. D., Kitts, D. D., Hu, C. and Trites, A. W., 2007.** Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasii*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 146(4): 504-511
- Kalyoncu, L., Kissal, S. and Aktumsek, A., 2009.** Seasonal changes in the total fatty acid composition of Vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eirdir Lake, Turkey. *Food Chemistry*, 116: 728-730.
- Kalyoncu, L., Kissal, S. and Aktumsek, A. 2009.** Seasonal changes in the total fatty acid composition of Vimba, *Vimba vimba tenella* (Nordmann, 1840) in Eğirdir Lake, Turkey. *Food Chemistry* 116:728-730.
- Kanazawa, A., Towika, S., Kayama, S. and Hirata, M., 1977.** Essential fatty acid in the diet of Prawn. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 43: 849-856.

- Kiessling, A., Pickova, J., Johansson, L., Asgard, T., Storebakken, T. and Kiessling, K. H., 2001. Changes in fatty acid composition in muscle and adipose tissue of farmed rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. Food Chemistry, 73: 271–284.
- Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S. and Appel, L. J., 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Journal of the American Heart Association, 106: 2747–57.
- Moffat, C. F. and McGill, A. S., 1993. Variability of the composition of fish oils: significance for the diet. Proceedings of the Nutrition Society, 52: 441–456.
- Osman, H., Suriah, A. R. and Law, E. C., 2001. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. Food Chemistry, 73(1): 55–60.
- Özyurt, G., Polat, A. and 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(2), pp.120-124.
- Ouraji, H., Shabanpour, B., Abedian Kenari, A., Shabani, A., Nezami, S., Sudagar, M. and Faghani, S., 2009. Total lipid, Fatty Acid composition and Lipid oxidation of Indian white Shrimp (*Fenneropenaeus indicus*) Fed diets containing different Lipid sources. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89(6): 993–997.
- Özparlak, H., 2013. Effect of seasons on fatty acid composition and n-3/n-6 ratios of muscle lipids of some fish species in Apa Dam Lake, Turkey. Pakistan Journal of Zoology, 45(4):1027–1033.
- Rasoarahona, J. R. E., Barnathan, G., Bianchini, J. P. and Gaydou, E. M., 2005. Influence of season on the lipid content and fatty acid profiles of three tilapia species (*Oreochromis niloticus*, *O. macrochir* and *Tilapia rendalli*) from Madagascar. Food Chemistry, 91:683–94.
- Russo, G. L., 2009. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. Biochemical Pharmacology, 77: 937–946.
- Saito, H., Yamashiro, R., Alasalvar, C. and Konno, T., 1999. Influence of diet on fatty acids of three subtropical fish, subfamily caesioninae (*Caesio diagramma* and *C. tile*) and family siganidae (*Siganus canaliculatus*). Lipids, 34: 1073–1082.
- Sargent, J. R., Bell, M. V., Henderson, R. J. and Tocher, D. R., 1990. Polyunsaturated fatty acids in marine and terrestrial food webs. In: Animal Nutrition and Transport Processes. 1. Nutrition in Wild and Domestic Animals. Comparative Physiology 5:11-23. Edited by J. Mellinger. Karger, Basel.
- Sargent, J. R., Bell, J. G., Bell, M. V., Henderson, R. J. and Tocher, D. R., 1995. Requirements criteria for essential fatty acids. Journal of Applied Ichthyology, 11: 183–198.
- Sargent, J. R., McEvoy, L. A. and Bell, J. G., 1997. Requirements, presentation and sources of polyunsaturated fatty acids in marine fish larval feeds. Aquaculture 155: 117–127.
- Satar, I. E., Ysalu, E., Ünlü, E., Başhan, M. and Satar, A., 2012. The effects of seasonal variation on the fatty acid composition of total lipid, phospholipid, and triacylglycerol in the dorsal muscle of *Capoeta trutta* found in the Tigris River (Turkey). Turkish journal of biology, 36 : 113-123.
- Skalecki, P., Florek, M. and Staszowska, A., 2013. Effect of fishing season on value in use, intrinsic properties, proximate composition and fatty acid profile of perch (*Perca fluviatilis*) muscle tissue. Archives of Polish Fisheries, 21, 4: 249–257.
- Shirai, N., Suzuki, H., Tokairin, S., Ehara, H. and Wada, S., 2002. Dietary and seasonal effects on the dorsal meat lipid composition of Japanese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). Comparative Biochemistry and Physiology A, 132: 609–19.
- Steffens, W., Wirth, M. and Runnet, B., 1995. Effects of adding various oils to the diet on growth, feed conversion and chemical composition of carp (*Cyprinus carpio*). Archives of Animal Nutrition 47:381-389.
- Sushchik, N. N., Gladyshev, M. I. and Kalachova, G. S., 2007. Seasonal dynamics of fatty acid content of a common food fish from the Yenisei River, Siberian grayling, *Thymallus arcticus*. Food Chemistry, 104: 1353–1358.

Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, MY., Yontem, M. and Ulupinar, M., 2006. Variations in fatty acids composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) liver with respect to gonad maturation. Ecology of freshwater fish, 15: 441-445.

Uysal, K., Bulbul, M., Donmez, M. and Seckin, A. K., 2008. Changes in some components of the muscle lipids of three freshwater fish species under natural extreme cold and temperate conditions. Fish Physiology and Biochemistry, 34: 455-46.

Van Der Kraak, G. and Chang, J. P., 1990. Arachidonic acid stimulates steroidogenesis in goldfish preovulatory ovarian follicles. General and Comparative Endocrinology, 77, 2:221-228

Watanabe, T., Ogino, C., Koshishi, Y. and Matsunga, T., 1974. Requirement of rainbow trout for essential fatty acids. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 40: 493-499.

Watanabe, T., Takeuchi, T. and Ogino, C., 1975. Effect of dietary methyl linoleate and linolenate of Carp-2. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 41, 263-296.

