تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت ماهیچه و کبد ماهی حمری *Barbus luteus(Heckel,1843)* در رودخانه کرخه

مهران جواهری بابلی[۱*]، حسین اورجی[۲]، شایان قبادی[۳]

۱- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

۳- گروه شیلات، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۶/۲۲

چکیده

در این تحقیق تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت کبد و عضله ماهی حمری *Barbus luteus* در رودخانه کرخه موردبررسی قرار گرفت. بدین منظور ۸۴ نمونه ماهی حمری وحشی، در طول ماه‌های میانی هر فصل سال صید شدند و ترکیب اسید چرب بافت کبد و ماهیچه به‌وسیله روش کروماتوگرافی گازی مورد ارزیابی قرار گرفتند. بالاترین میزان مجموع اسیدهای چرب اشباع بافت کبد و عضله به ترتیب در فصل پاییز و بهار به دست آمد. مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه بافت کبد و عضله به ترتیب در فصل تابستان، پاییز و پاییز و زمستان بالاترین مقدار را نشان دادند. کمترین میزان اسیدهای چرب امگا ۳ در بافت کبد و عضله در فصل پاییز بوده است. بالاترین میزان نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶، اسید های چرب DHA و EPA بافت عضله در فصل بهار بدست آمد.

کلمات کلیدی: ماهی حمری *Barbus luteus*، کبد، عضله، ترکیب اسید چرب، فصل.

* عهده‌دار مکاتبات (✉). mehranjavaheri@gmail.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

مقدمه

ماهیان و بی‌مهرگان آبزی تنوع نامحدودی از اسیدهای چرب سودمند را برای سلامت انسان فراهم می‌کنند (Ackman, 2000). اسیدهای چرب چند غیراشباع امگا ۳ به سهولت توسط بدن انسان ساخته نمی‌شوند و اغلب از طریق جیره غذایی تأمین می‌شوند (Alasalval *et al*., 2002). اثرات کلی مصرف ماهیان و روغن‌های ماهی در کاهش خطر بیماری‌های قلبی- عروقی ظهور پیدا می‌کند (Kris-Etherton *et al*., 2002). دیگر اثرات مفید سلامت مصرف ماهی و روغن ماهی به اسیدهای چرب چند غیراشباع به‌خصوص امگا ۳ وابسته هست (Sidhu, 2003). اسیدهای چرب چند غیراشباع سری ۳ نقش حیاتی در پیشگیری و معالجه بیماری‌هایی قلبی- عروقی، التهابی، پرخاشگری، افسردگی، فشارخون، بیماری‌های خود ایمنی، دیابت، بیماری‌های کلیه، ورم مفاصل رماتیسمی، آلرژی و سرطان دارد (Atkinson *et al*., 1997; Candela *et al*., 1997; Hibbeln, 1998; Pike, 1999; Connor, 2000; Belluzzi, 2001; Holm *et al*., 2001; Cleland *et al*., 2003; Hu *et al*., 2003; Rennie *et al*., 2003; Gottrand, 2008).

اسید دوکوزاهگزانوئیک یک اسید چرب غالب در ماده خاکستری مغز و سلول‌های شبکیه چشم هست و نقش مهمی در نمو مغز و چشم دارد (Holub, 2001) ترکیب اسید چرب ماهی به‌وسیله رژیم غذایی، دوره تولیدمثلی، درجه حرارت، فصل و مکان جغرافیایی تحت تأثیر هست (Leger *et al*., 1977; Henderson and Tocher, 1987; Shirai*et al*., 2002; Celik *et al*., 2005; Uysal and Aksoylar, 2005; Uysal *et al*., 2006).

انجمن قلب آمریکا (AHA) توصیه کرده است که هر شخص حداقل دو بار در هفته ماهی به همراه غذاهای غنی از اسید آلفا لینولنیک مصرف کند. به‌علاوه افرادی که قبلاً بیماری قلبی داشته‌اند حدوداً یک گرم در روز اسید های چرب DHA و EPA مصرف کنند و بیمارانی که نیاز دارند تا سطح بالا رفته تری گلیسیرید خون را پایین بیاورند پیشنهادشده است که ۴-۲ گرم DHA + EPA روزانه تحت نظر پزشک مصرف کنند (Kris-Etherton *et al*., 2002). ماهیان علفخوار که از جلبک‌ها تغذیه می‌کنند دارای مقادیر بالا اسیدهای چر ب چند غیراشباع ۱۸ کربنه می‌باشند اما مقادیر اسیدهای چرب چند غیراشباع ۲۰ و ۲۲ کربنه در آن‌ها کم است (Hendersoon and Tocher, 1987). این ماهیان در اسیدهای چرب چند غیراشباع سری ۶ و اسیدهای چرب چند غیراشباع سری ۳ زنجیره کوتاه‌تر غنی هستند (Brown *et al*., 1989). ماهیان گوشت‌خوار بسته به مصرف ماهیانی که توانایی اشباع زدایی و طویل سازی زنجیره اسید چرب را دارند، ازلحاظ اسیدهای چرب چند غیراشباع بلند زنجیره سری ۳ غنی می‌باشند اما در اسید آلفا لینولنیک کمتر غنی می‌باشند. ماهیان همه‌چیزخوار سهم بالاتری از اسید چرب لینولنیک را دارا می‌باشند اما سهم کمتری از اسیدهای چرب چند غیراشباع بلند زنجیره سری ۳ دارند (Brown *et al*., 1989). اختلافات فصلی بیشترین تأثیر را بر ترکیب اسید چرب در بین گونه‌های آبزی دارد (Rasoarahona *et al*., 2005). درجه حرارت آب ترکیب اسید چرب چربی‌ها را تأثیر می‌گذارد. در درجه حرارت پایین‌تر، به‌طور عمومی افزایش در اسیدهای چرب چند غیراشباع بلند زنجیره وجود دارد (Farkas and Herodek, 1964; Henderson and Tocher,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

1987). چون‌که در درجه حرارت پایین درجه بالاتری از اسیدهای چرب غیراشباع در فسفولیپیدهای غشاء سلول موردنیاز است تا انعطاف‌پذیری و قابلیت نفوذ سلول را نگهداری کند(جیحون و جواهری، ۱۳۹۶ ; Lovell, 1991). تغییر مهم در چربی کل و ترکیب اسید چرب ماهیان در طول دوره تولیدمثلی مشاهده‌شده است (مرادی و همکاران، ۱۳۹۵). در این دوره چربی‌های ذخیره همانند دیگر ترکیبات مغذی همانند پروتئین‌ها، ویتامین‌ها و موادمعدنی در ماهیچه و کبد به‌طرف گنادها جهت رسیدگی حرکت می‌کنند (Agren *et al*., 1987; Cejas *et al*., 2003). رودخانه کرخه از مناطق میانی و جنوب غربی رشته‌کوه‌های زاگرس در نواحی غرب و شمال غرب کشور سرچشمه گرفته و پس از طی مسافتی در حدود ۹۰۰ کیلومتر در امتداد شمال به جنوب، سرانجام در مرز مشترک ایران و عراق به مرداب هورالعظیم می‌رسد. این رودخانه دارای تنوعی از ماهیان است که بعضی از آن‌ها گونه‌های بومی ایران می‌باشند. یکی ازاین‌گونه‌ها ماهی حمری بانام علمی *Barbus luteus* (Heckel, 1843) که در ایران در حوزه رودخانه دجله که شامل هورالعظیم، در حوزه خلیج‌فارس که شامل رودخانه‌های حله، دالکی، شاپور، ماند و دشت پلنگ، حوزه دریاچه مهارلو، حوزه هرمزگان و حوزه رودخانه کور یافت می شود. ماهی حمری دارای رژیم غذایی همه‌چیزخواری است و تمایل بیشتری به حشرات آبزی دارد (پذیرا و وطن‌دوست، ۱۳۸۷). در منطقه بین‌النهرین این ماهی ارزش اقتصادی بالایی به‌عنوان غذا دارد (Gokcek and Akyurt, 2008; Al Hazzaa , 2005) و در منطقه خوزستان و مناطق صید ماهی جزء ماهیان اقتصادی و مورد مصرف مردم منطقه است. هدف از انجام این تحقیق تعیین تغییرات اسید چرب در بافت ماهیچه و کبد ماهی حمری در طول یک سال در منطقه صید رودخانه کرخه است.

۱- تهیه ماهیان و نمونه‌های ماهیچه و کبد:

ماهیان حمری که در این پژوهش استفاده شدند از رودخانه کرخه در ماه میانی هر فصل (اردیبهشت، مرداد، آبان و بهمن) به دست آمدند. صید ماهیان به‌وسیله تور گوش‌گیر با اندازه‌ی چشمه ۳۰ میلی‌متر پایین‌تر از سد تنظیمی حمیدیه در دو ایستگاه که هر ایستگاه تقریباً ۱ تا۱/۵ کیلومتر طول داشت انجام گردید. مشخصات جغرافیایی ایستگاه اول (31°33'30.10"N48°26'56.09"E) تا (31°33'15.45"N48°26'33.22"E) و مشخصات جغرافیایی ایستگاه دوم (31°29'48.95"N 48°26'2.38"E) تا (31°29'8.82"N 48°25'45.56"E) بود. فاصله بین دو ایستگاه تقریباً ۱۲ کیلومتر است. بعد صید نمونه‌ها در یخ به آزمایشگاه انتقال پیدا نمود سر و دم زده شدند و بعد از تخلیه امعاء و احشاء فیله شدند. نمونه‌های کبد هم برداشت شد. فیله و کبد ۲۱ ماهی صیدشده در هر فصل به گروه‌های هفت‌تایی تقسیم شدند و بوسیله همزن مخلوط شدند و ۳ نمونه جهت انجام آزمایش‌ها تعیین اسید چرب تهیه گردیدند.

۲- شرایط آنالیز اسیدهای چرب

بعد از هموژن نمودن نمونه‌ها در هاون، آن‌ها را به‌دقت وزن کرده (۰/۵ گرم) و به لوله‌آزمایش درب پیچ‌دار منتقل شد و حلال استخراج‌کننده (متانول: کلر فرم به نسبت حجمی ۲:۱) اضافه گردید (Folch *et al*., 1957). بعد از مخلوط نمودن حلال و نمونه، سانتریفیوژ

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

انجام گردید و حلال حاوی چربی را به داخل لوله‌آزمایشی که وزن آن قبلاً اندازه‌گیری شده بود منتقل نمودند و مرحله فوق یک‌بار دیگر تکرار گردید. سپس توسط گاز نیتروژن حلال را تبخیر کرده و وزن لوله حاوی چربی را اندازه‌گیری و از اختلاف آن‌ها درصد چربی محاسبه شد. چربی استخراج‌شده از نمونه‌ها به با افزودن ۳ میلی‌لیتر هیدروکسید پتاسیم متانولی (۲ مولار) صابونی شد و بعد با افزودن ۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک متانولی (۲ مولار) به متیل استر تبدیل گردید (Carvalho and Malcata, 2005). متیل استر اسیدهای چربی در یک میلی‌لیتر 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 تک‌تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید.

دستگاه کروماتوگراف گازی مدل-Agilent 6890ساخت 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 میلی‌متر با فاز ساکن پلی‌اتیلن گلیکول به ضخامت ۰/۲۵ میکرومتر، دتکتور یونش شعله‌ای (FID) بود. دمای اولیه آون در ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک دقیقه نگه‌داشته شد و بعد با سرعت ۲۵ درجه سانتی‌گراد بر دقیقه تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت و ۱۲ دقیقه در همان دما ماند. از گاز نیتروژن به‌عنوان گاز حامل به ترتیب با سرعت جریان ۱ و ۴۵ میلی‌لیتر بر دقیقه استفاده گردید. دمای دریچه تزریق در ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد و دمای آشکارساز در ۲۶۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. پردازش داده‌های دستگاه با استفاده از نرم‌افزار Chemstation در محیط ویندوز انجام شد.

در بررسی ترکیب اسید چرب ماهیان، علاوه بر شاخص‌های معمول نظیر اسیدهای چرب اشباع، غیراشباع و نسبت‌های آن‌ها شاخص‌های آتروژنیک و ترمبوژنیک بر طبق روش Ulbricht و Soutaghe در سال ۱۹۹۱ بررسی گردید

$$AI = (4 \times C14:0) + C16:0 + C18:0 / \Sigma MUFA + \Sigma n\text{-}6\ PUFA + \Sigma n\text{-}3\ PUFA$$

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

- طرح آماری:

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS(ویرایش هفده) صورت گرفت. نتایج به‌دست‌آمده با استفاده از آنالیز

واریانس یک‌طرفه (One way ANOVA) تجزیه‌وتحلیل شدند. برای تعیین همگنی واریانس‌ها از آزمونLeven statistic استفاده شد. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت و وجود و عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ در صد تعیین شد.

نتایج

نتایج ترکیب اسید چرب بافت عضله و کبد ماهی حمری 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 معنی‌دار بود و کمترین مقدار آن در بافت ماهیچه از فصل زمستان ۰/۳۷±۳۰/۶۱ و در بافت کبد از فصل بهار ۰/۱۵±۱۹/۳۲ درصد از کل اسید چرب بوده

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

است (نتایج جدول ۱ و ۲). میزان اسیدهای چرب ۱۶:۰ بافت کبد ماهی دارای بیشترین مقدار در فصل پاییز بود که در کلیه فصول دارای اختلاف معنی‌داری باهم بودند (P<۰/۰۵). نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت عضله در فصول پاییز و زمستان اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل پاییز ۰/۵۷±۶۰/ ۴۵ بود. همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه (MUFA) بافت کبد در فصول تابستان و پاییز اختلاف معنی‌داری باهم نداشتند و بیشترین مقدار در فصل پاییز ۱/۶۹±۴۹/ ۲۹ بود (P<۰/۰۵) (نتایج جدول ۱ و ۲). بیشترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع ۷- n ۱: ۱۶ (در فصل تابستان ۰/۳۲±۷/۴۴ درصد از کل اسید چرب)، ۹- n ۱: ۱۸ (در فصل پاییز ۱/۱۵±۵۶/۴۲ درصد از کل اسید چرب) در بافت عضله به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع ۷- n ۱: ۱۶ (در فصل پاییز ۰/۲۴±۱۳/۲۳ درصد از کل اسید چرب)، ۹- n ۱: ۱۸ (در فصل زمستان ۰/۲±۲۸/۴۱ درصد از کل اسید چرب) در بافت عضله به دست آمد. نتایج نشان داد میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) بافت عضله در فصول زمستان و بهار اختلاف معنی‌داری باهم داشتند و بیشترین مقدار در فصل زمستان ۰/۶۴±۲۲/۶۹ بود. همچنین میزان مجموع اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه (PUFA) بافت کبد در فصول بهار اختلاف معنی‌داری با دیگر فصول داشت و مقدار آن ۱/۰۲±۲۳/ ۴۹ بود (نتایج جدول ۱ و ۲). بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع ۶- n ۲: ۱۸ (در فصل زمستان ۰/۰۶±۷/۰۴ درصد از کل اسید چرب)، ۳- n ۳: ۱۸ (در فصل زمستان ۰/۰±۵/۳۵ درصد از کل اسید چرب) و ۳- n ۵: ۲۰ (در فصل بهار ۰/۰۷±۶/۶۵ درصد از کل اسید چرب) و ۳- n ۶: ۲۲ (در فصل بهار ۰/۰۳±۶/۸۷ درصد از کل اسید چرب) در بافت عضله به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب چند غیراشباع ۶- n ۲: ۱۸ (در فصل پاییز ۰/۰۶±۳/۸۴ درصد از کل اسید چرب)، ۳- n ۳: ۱۸ (در فصل تابستان ۰/۰۱±۰/۵۶ درصد از کل اسید چرب) و ۳- n ۵: ۲۰ (در فصل بهار ۰/۴۹±۹/۵۳ درصد از کل اسید چرب) و ۳- n ۶: ۲۲ در فصل زمستان و بهار در بافت کبد به دست آمد. بیشترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ (در فصل بهار ۰/۱±۱۷/۳۴ درصد از کل اسید چرب)، ا مگا ۶ (در فصل زمستان ۰/۴۱±۱۰/۷۹ درصد از کل اسید چرب) و نسبت امگا ۳ به امگا ۶ (در فصل بهار ۰/۰۱±۱/۰۳) در بافت عضله به دست آمد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

جدول ۱: میانگین ترکیب اسید چرب (درصد از کل اسید چرب) بافت عضله ماهی حمری *B. luteus* در فصول سال

	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
C14:0	۲/۵۸±۰/۰۳^{d}	۵/۵۲±۰/۲۶^{a}	۴/۵۸±۰/۴۶^{b}	۰/۴۸±/۰۱^{c}
C14:1n-5	۰/۴۵±۰/۰۱^{c}	۲/۰۶±۰/۰۱^{a}	۱/۵۳±۰/۲۰^{b}	۱/۴۴±۰/۰۳^{b}
C16:0	۲۷/۶۷±/۰۲۰^{d}	۲۵/۴۷±۰/۲۴^{a}	۳۲/۶۳±۰/۱۹^{b}	۲۳/۴۱±۰/۲۱^{c}
C16:1n-7	۵/۸۲±۰/۱۶^{d}	۸/۴۸±۰/۰۲^{a}	۱۳/۲۳±۰/۲۴^{b}	۹/۷۶±۰/۱۱^{c}
C18:0	۱۳/۶۰±۰/۳۱^{d}	۳/۵۲±۰/۰۲^{a}	۳/۱۷±۰/۰۲^{b}	۵/۱۰±۰/۱۶^{c}
C18:1n-9	۱۰/۲۶±۰/۲۵^{d}	۲۶/۶۹+۰/۰۴^{a}	۲۷/۶۳±۰/۱۵^{b}	۲۸/۴۱+۰/۲^{c}
C18:1n-7	۳/۸۱±۰/۱۲^{d}	۱/۴۸±۰/۰۱^{a}	۲/۸۷±۰/۰۶^{b}	۵/۵۹±۰/۰۷^{c}
C18:2n-6	۱/۷۴±۰/۰۶^{d}	۴/۵۲±۰/۰۲^{a}	۲/۷۲±۰/۱۳^{b}	۷/۰۴±۰/۰۶^{c}
C18:3n-3	۱/۰۶±۰/۰۱^{d}	۰/۸۸±۰^{a}	۰/۱۷±۰/۰۲^{b}	۵/۳۵±۰^{c}
C20:0	۰/۶۴±۰/۰۵^{c}	۰/۲۸±۰/۰۱^{a}	۰/۴±۰^{b}	۰/۶۳±۰/۰۴^{c}
C18:3n-6	۰/۲۷±۰/۰۱^{d}	۱/۴۳±۰/۰۵^{a}	۰/۳۷±۰/۰۱^{b}	۰/۴۷±۰/۰۱^{c}
C18:4n-3	۰/۶۶±۰/۰۲^{c}	۱/۸۶±۰/۰۱^{a}	۰/۵۸±۰^{b}	۰/۶۴±۰/۰۳^{c}
C22:0	۱/۹±۰/۰۷^{d}	۰/۲۹±۰^{a}	۰/۱۳±۰/۰۳^{b}	۰/۹۸±۰/۰۱^{c}
C20:3n-6	۰/۶۷±۰/۰۲^{d}	۰/۳۳±۰^{a}	۰/۰۶±۰/۰۱^{b}	۰/۵۳±۰/۰۳^{c}
C20:3n-3	۰/۶۳±۰^{d}	۱/۰۱±۰^{a}	۰/۰۵±۰^{b}	۰/۱۸±۰/۰۱^{c}
C20:4n-6	۱/۴۴±۰/۱۲^{c}	۰/۳۴±۰^{a}	۰/۴۳±۰^{a}	۲/۲۰±۰/۱۵^{b}
C20:5n-3	۶/۶۵±۰/۰۷^{d}	۰/۲۴±۰/۰۱^{a}	۰/۵۷±۰/۰۱^{b}	۰/۹۵±۰/۰۴^{c}
C22:5n-6	۰/۷۹±۰/۰۱^{d}	۰/۲۰±$^{\cdot}$/۰۱^{a}	۰/۰۷±۰/۰۲^{b}	۰/۵۲±۰/۰۶^{c}
C22:5n-3	۱/۴۴±۰/۱۳^{b}	۰/۳۸±۰/۰۱^{a}	۰/۴۵±۰/۰۲^{a}	۱/۵۴±۰/۰۵^{b}
C22:6n-3	۶/۸۷±۰/۰۳^{d}	۱/۷۹±۰/۰۱^{a}	۰/۸۴±۰/۰۳^{b}	۳/۴۹±۰/۰۹^{c}
∑SFA	۴۶/۴۱±۰/۴۰^{d}	۳۵/۱۱±۰/۲۸^{a}	۴۰/۹۳±۰/۷۱^{b}	۳۰/۶۲±۰/۳۷^{c}
∑MUFA	۲۰/۳۵±۰/۴^{c}	۴۰/۵۴±۰/۰۷^{a}	۴۵/۶۰±۰/۵۷^{b}	۴۵/۲۶±۰/۲۱^{b}
∑PUFA	۲۲/۲۸±۰/۳۸^{c}	۱۳/۰۳±۰/۰۳^{a}	۶/۳۶±۰/۰۷^{b}	۲۲/۶۹±۰/۶۴^{c}
∑n-6	۴/۹۴±۰/۲۷^{d}	۶/۸۵±۰/۰۳^{a}	۳/۶۷±۰/۱۲^{b}	۱۰/۷۹±۰/۴۱^{c}
∑n-3	۱۷/۳۴±۰/۱^{d}	۶/۱۸±۰/۰۴^{a}	۲/۶۸±۰/۰۹^{b}	۱۲/۱۷±۰/۲۳^{c}
(∑n-3/∑n-6)	۳/۵۱±۰/۱۷^{d}	۰/۹±۰^{a}	۰/۷۳±۰/۰۴^{b}	۱/۱۲±۰/۰۲^{c}
DHA/EPA	۱/۰۳±۰/۰۱^{b}	۷/۲۶±۰/۵۷^{a}	۱/۴۸±۰/۰۴^{b}	۳/۶۶±۰/۱۰^{c}
∑PUFA/∑SFA	۰/۴۸±۰^{d}	۰/۳۷±۰^{a}	۰/۱۵±۰^{b}	۰/۷۴±۰^{c}
IA	۰/۸۹±۰/۰۱^{a}	۰/۸۸±۰/۰۱^{a}	۰/۹۸±۰/۰۲^{b}	۰/۳۷±۰^{b}
IT	۰/۶۷±۰^{d}	۰/۷۹±۰^{a}	۱/۱۸±۰^{b}	۰/۴۴±۰^{c}

*اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

جدول ۲: میانگین ترکیب اسید چرب (درصد از کل اسید چرب) بافت کبد ماهی حمری *B. luteus* در فصول سال

	بهار	تابستان	پاییز	زمستان
C14:0	۰/۲۱±۰/۰^{c}	۱۷/۳۰±۰/۰۸^{a}	۳/۵۷±۰/۰۲^{b}	۰/۲۱±۰/۰۳^{c}
C14:1n-5	۰/۰۸±۰/۰۰^{c}	۲/۱۳±۰/۱۵^{a}	۲/۴۳±۰/۱۸^{b}	۰/۰۷±۰/۰۱^{c}
C16:0	۱۵/۳۷±۰/۲۴^{d}	۱۵/۸۳±۰/۱۱^{a}	۲۹/۵۰±۰/۱۹^{b}	۱۳/۳۰±۰/۱۹^{c}
C16:1n-7	۰/۳۶±۰/۰۲^{c}	۴/۰۸±۰/۰۱^{a}	۰/۷۵±۰/۳۹^{b}	۰/۳۴±۰/۰۲^{c}
C18:0	۰/۱۸±۰/۰۱^{c}	۴/۲۳±۰/۰۱^{a}	۴/۸۲±۰/۲۳^{b}	۰/۱۷±۰/۰۱^{c}
C18:1n-9	۱۳/۵۵±۰/۱۱^{c}	۲۱/۲۹+۰/۲۱^{a}	۲۲/۹۷±۱/۵۳^{b}	۲۳/۶۷+۰/۱۶^{b}
C18:1n-7	۰/۱۱±۰/۰۲^{c}	۱/۳۲±۰/۰۲^{a}	۲/۵۰±۰/۱^{b}	۰/۰۹±۰/۰۱^{c}
C18:2n-6	۱/۷۰±۰/۰۴^{d}	۲/۲۵±۰/۰۴^{a}	۳/۸۴±۰/۰۶^{b}	۱/۶۰±۰/۰۵^{c}
C18:3n-3	۰/۱۳±۰/۰۰^{c}	۰/۵۶±۰/۰۱^{a}	۰/۴۶±۰/۰۱^{b}	۰/۱۳±۰/۰۱^{c}
C20:0	۰/۶۵±۰/۰۲^{c}	۲/۸۹±۰/۰۰^{a}	۳/۸۶±۰/۰۲^{b}	۰/۶۳±۰/۰۵^{c}
C18:3n-6	۰/۳±۰/۰۴^{c}	۱/۶۱±۰/۰۳^{a}	۳/۱۷±۰/۰۱^{b}	۰/۲۶±۰/۰۱^{c}
C18:4n-3	۹/۱۱±۱/۳۶^{c}	۰/۴±۰/۰۰^{a}	۰/۷۷±۰/۰۳^{a}	۹/۵۲±۰/۴۳^{b}
C22:0	۲/۸۹±۰/۲۳^{b}	۰/۸۷±۰/۰۲^{a}	۰/۸۵±۰/۰۲^{a}	۲/۸۵±۰/۰۶^{b}
C20:3n-6	۱/۴۱±۰/۴۱^{b}	۰/۴۵±۰/۰۲^{a}	۰/۰۸±۰/۰۷^{a}	۱/۱۳±۰/۰۵^{b}
C20:3n-3	۵/۸۲±۰/۴۴^{c}	۱/۲۹±۰/۰۱^{a}	۰/۲±۰/۱۸^{b}	۵/۶۱±۰/۰۴^{c}
C20:4n-6	۰/۳۱±۰/۵۵^{b}	۱/۳۹±۰/۰۱^{a}	۰/۵۲±۰/۰۲^{b}	۰±۰^{b}
C20:5n-3	۹/۵۳±۰/۴۹^{d}	۱/۶۶±۰/۰۲^{a}	۰/۷۷±۰/۰۲^{b}	۸/۴۵±۰/۱۸^{c}
C22:5n-6	۶/۴۷±۰/۱۶^{c}	۰/۱۱±۰/۰۱^{a}	۰/۰۱±۰/۰۱^{a}	۵/۹۸±۰/۰۷^{b}
C22:5n-3	۱۰/۷۹±۰/۴۷^{d}	۰/۵۶±۰/۰۲^{a}	۰/۰۱±۰/۰۱^{b}	۹/۸۳±۰/۲^{c}
C22:6n-3	۳/۶۳±۰/۱۸^{c}	۱/۸۹±۰/۰۱^{a}	۱/۴۵±۰/۲۴^{b}	۳/۴۲±۰/۱۲^{c}
∑SFA	۱۹/۳۲±۰/۱۵^{d}	۴۱/۱۴±۰/۲۱^{a}	۴۲/۶۲±۰/۱۵^{b}	۱۷/۱۹±۰/۲۵^{c}
∑MUFA	۱۴/۱۰±۰/۱۴^{d}	۲۷±۰/۲۶^{a}	۲۹/۴۹±۱/۶۹^{a}	۲۴/۲۰±۰/۱۹^{c}
∑PUFA	۴۹/۲۳±۱/۰۲^{c}	۱۲/۲۳±۰/۰۷^{a}	۱۱/۳۱±۰/۵۸^{a}	۴۵/۹۸±۰/۱۵^{b}
∑n-6	۱۰/۲۱±۰/۶۲^{d}	۵/۸۳±۰/۰۵^{a}	۷/۶۳±۰/۱^{b}	۸/۹۸±۰/۰۷^{c}
∑n-3	۳۹/۰۲±۰/۶۸^{d}	۶/۳۹±۰/۰۲^{a}	۳/۶۷±۰/۴۷^{b}	۳۶/۹۹±۰/۰۸^{c}
(∑n-3/∑n-6)	۳/۸۲±۰/۲۳^{d}	۱/۰۹±۰^{a}	۰/۴۸±۰/۰۵^{b}	۴/۱۱±۰/۰۲^{c}
DHA/EPA	۰/۳۸±۰/۰۱^{c}	۱/۱۴±۰/۰۲^{a}	۱/۸۹±۰/۳۴^{b}	۰/۴±۰/۰۲^{c}
∑PUFA/∑SFA	۹/۲۴±۰/۲^{d}	۰/۲۹±۰^{a}	۰/۲۶±۰/۰۱^{b}	۹/۰۷±۰/۳۷^{c}
IA	۰/۰۴±۰/۰۱^{c}	۲/۰۴±۰/۰^{a}	۱/۰۷±۰/۰۴^{b}	۰/۰۴±۰^{c}
IT	۰/۰۱±۰^{c}	۰/۹۹±۰^{a}	۱/۱۹±۰/۰۳^{b}	۰/۰۱±۰^{c}

*اعداد دارای حروف مشابه، اختلاف معنی‌داری ندارند

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

بحث

در شناسایی اسیدهای چرب، اسید چرب ۱۶:۰ غالب‌ترین اسید چرب اشباع در بافت کبد و ماهیچه بود. میزان این اسید چرب در فصل پاییز در بافت کبد و عضله بیشترین مقدار را به‌طور معنی‌داری نشان داد. این اسید چرب در هر دو بافت کاهش معنی‌داری را در فصل زمستان داشته و سپس در فصل بهار افزایش داشت. بالاترین میزان مجموع اسید چرب اشباع در بافت کبد و عضله به ترتیب در پاییز بهار و پایین‌ترین مقدار در فصل زمستان مشاهده شد. غالب بودن اسیدهای چرب ۱۶:۰ و ۱۸:۰ در اسیدهای چرب اشباع بافت‌های ماهی *بنی Mesopotamichthys sharpeyi* به دست آمد (جواهری بابلی و حسینی نجد گرامی، ۱۳۹۶). مطالعات انجام‌گرفته بر فیله ماهی *Sander lucioperca* (Guler *et al.*, 2007) و کپور معمولی (Guler *et al.*, 2008) در دریاچه Beysehir اسید چرب ۱۶:۰ را به‌عنوان غالب‌ترین اسید چرب اشباع معرفی کردند. Ö Zyurt و همکاران در سال (۲۰۰۵) کاهش سطح مجموع اسیدهای چرب اشباع بافت ماهیچه ماهی سیم سر طلایی را در فصل زمستان مشاهده کردند که به دلیل کاتابولیسم SFA برای جبران انرژی متابولیکی اضافی موردنیاز برای این دوره است. در این مطالعه اسید چرب n- ۹ :۱ ۱۸ غالب‌ترین اسید چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت کبد و عضله بوده است. 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 n- ۷ :۱ ۱۸،۷- n :۱ ۱۶ و n- ۵ :۱ ۱۴ تعیین گردید. بالاترین مقدار اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت عضله و کبد 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. جواهری بابلی و حسینی نجد گرامی در سال (۱۳۹۶) گزارش کردند که اسیدهای چرب n- ۹ :۱ ۱۸ و n- ۷ :۱ ۱۶ جزء غالب‌ترین اسیدهای چرب تک غیراشباع در ماهیچه ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi* بودند. Görgün و Akpinar بالاترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت کبد و عضله ماهی *Alburnus chalcoides* را در فصل پاییز و زمستان به ترتیب گزارش دادند. Guler و همکاران افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه را در بافت ماهیچه ماهی *Sander lucioperca* از فصل تابستان تا زمستان گزارش دادند و بالاترین میزان را در فصل زمستان به دست آوردند. Dal Bosco و همکاران در سال (۲۰۱۲) بالاترین میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه در بافت عضله ماهی حوض دریاچه Trasimeno در فصل زمستان به دست آورد. Guler و همکاران در سال (۲۰۰۸) افزایش میزان اسیدهای چرب غیراشباع با یک پیوند دوگانه را در بافت ماهیچه ماهی کپور دریاچه Beysehir گزارش دادند و بالاترین مقدار در فصل زمستان به دست آوردند. اسید چرب لینولنیک n- ۶ :۲ ۱۸ و آراشیدونیک n- ۶ :۴ ۲۰ اسید چرب غالب امگا ۶ در بافت ماهیچه بوده‌اند درصورتی‌که n- ۶ :۲ ۱۸،۶- n :۵ ۲۲ و n- ۶ :۳ ۲۰ جزء اسیدهای چرب غالب امگا ۶ در بافت کبد بوده‌اند. بالاترین مقدار اسید چرب عضله n- ۶ :۲ ۱۸ در فصل زمستان و در بافت کبد در فصل پاییز به دست آمد. اسید چرب n- ۶ :۵ ۲۲ از فصل پاییز تا بهار روند افزایشی را در هر دو بافت نشان داد. میزان

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

اسیدهای چرب امگا ۶ در بافت عضله بیشترین مقدار را در فصل زمستان و در بافت کبد در فصل بهار نشان داد. Görgün و Akpinar روند افزایش مقدار اسید چرب امگا ۶ را در بافت کبد و ماهیچه ماهی *Alburnus chalcoides* در فصل زمستان و بهار گزارش کردند. آن‌ها همچنین اسیدهای چرب غالب امگا ۶ بافت عضله و کبد را ۶- n ۲ : ۱۸ و ۶- n ۴: ۲۰ عنوان کردند. Dal Basco و همکاران در سال ۲۰۱۲ اسید چرب ۶- n ۲: ۱۸ را به‌عنوان اسید چرب غالب امگا ۶ بافت عضله و روند افزایشان را در فصل زمستان و بهار گزارش کردند.Guler و همکاران در سال ۲۰۰۸ اسید چرب ۶- n ۲: ۱۸،۶- n ۴: ۲۰ و ۶- n ۳: ۱۸ را جزء اسیدهای چرب غالب بافت عضله ماهی کپور دانستند. Kalyoncu و همکاران در سال (۲۰۰۹) اسید چرب ۶- n ۴: ۲۰ و ۶- n ۲: ۱۸ را جزء اسیدهای چرب غالب عضله عنوان نمودند و بیشترین مقدار آن‌ها را در عضله لای ماهی *Vimba vimba* در فصل بهار گزارش کردند.Satar و همکاران در سال (۲۰۱۲) اسیدهای چرب ۶- n ۴: ۲۰ و ۶- n ۲: ۱۸ را جزء اسیدهای چرب غالب بافت عضله ماهی *Capoeta trutta* و بیشترین مقدار اسید چرب را در فصل پاییز و زمستان گزارش دادند. اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره (HUFA) به‌عنوان یک منبع انرژی برای تولیدمثل می‌باشند (Henderson *et al*., 1984). اسید چرب DHA و EPA به‌طور نسبی در مقایسه با MUFA در طول نمو گنادها نگهداری می‌شوند. Huynh و همکاران در سال (۲۰۰۷) نشان دادند که اسید اولئیک ۹- n ۱: ۱۸ به‌طور انتخابی برای سوخت متابولیکی برای تخم‌ریزی ماهی هرینگ *Clupea harengus pallasi* مصرف می‌شوند که سطح پاین تر ۹- n ۱: ۱۸ و سطوح بالاتر DHAرا در نمونه‌های ماهی تخم‌ریزی کرده گزارش دادند. آن‌ها سطوح بالاتر ۶- n ۴: ۲۰ در چربی گوشت، کبد و روده ماهی هرینگ تخم‌ریزی کرده در مقایسه با تخم‌ریزی نکرده گزارش کردند همچنین تخم و منی ماهی سطوح قابل‌توجه ۶- n ۴: ۲۰ را داشتند. اسید آراشیدونیک ۶- n ۴: ۲۰ همانند EPA و DHA در حفظ نقش و ساختار غشاء سلولی و همچنین در پیشرفت رشد در ماهی نقش بازی می‌کنند (Cejas *et al*., 2004; Sargent *et al*., 1995). Javaheri Baboli و همکاران در سال ۲۰۱۲ تخم‌ریزی ماهی حمری در رودخانه کرخه رابین ماه‌های آوریل تا می گزارش کردند. در این مطالعه اسید چرب ۳- n ۵ : ۲۲،۳- n ۵ : ۲۰،۳- n ۴ : ۱۸،۳- n ۳ : ۲۰ و ۳- n ۶ : ۲۲ غالب‌ترین اسید چرب امگا ۶ غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت کبد بوده است. همچنین در بافت ماهیچه اسید چرب ۳- n ۶: ۲۲ اسید چرب غالب امگا ۳ بوده است. 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. Görgün و Akpinar 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- n ۶: ۲۲ و ۳- n ۵: ۲۰ و ۳- n ۵: ۲۲ عنوان کردند.Guler و همکاران در سال (۲۰۰۸) اسید چرب ۳- n ۶: ۲۲ و ۳- n ۵: ۲۰ و ۳- n ۵: ۲۲ را جزء اسیدهای چرب غالب بافت عضله ماهی کپور دانستند. Kalyoncu و همکاران در سال (۲۰۰۹) اسید چرب ۳- n ۶: ۲۲ و ۳- n ۵: ۲۰ و ۳- n ۵: ۲۲ و ۳- n ۳: ۱۸ را جزء اسیدهای چرب غالب عضله

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

عنوان نمودند و بیشـترین مقدار آن‌ها را در عضـله لای ماهی *Vimba vimba* در فصـل بهار گزارش کردند. Satar و همکاران در سال (۲۰۱۲) اسیدهای چرب n- ۳ ۶: ۲۲ و n- ۳ ۵: ۲۰ و n- ۳ ۵: ۲۲ و n- ۳ ۳: ۱۸ را جزء اسـیدهای چرب غالب بافت عضـله ماهی *Capoeta trutta* و بیشـترین مقدار اسـید چرب را در فصـل بهار گزارش دادنـد.GÖkce و همکـاران در سـال (۲۰۰۴) اشـاره کردنـد کـه عواملی بـا منشـأ داخلی و خـارجی می‌تواننـد ترکیـب شـیمیـایی بـدن ماهی را تغییر دهند. عوامل داخلی به‌طور ژنتیکی کنترل می‌شـوند و با دوره زندگی ماهی پیوسـته شـده‌اند. عوامل خارجی متنوعی همچون تغییرات محیطی و نوسـانـات در دسـتیـابی و ترکیبات غذایی می‌توانند ترکیب شیمیایی ماهیچه ماهی را مـورد تـغـییـر قرار دهنـد (Olsson *et al*. 2002; GÖkce *et al*. 2004). بـااین‌وجـود عواملی همچون درجه حرارت و شـوری نیز می‌توانند بر ترکیب اسـید چرب و ترکیب شیمیایی بدن در ماهی تأثیرگذار باشند. Liu و همکاران ۲۰۱۹ نسبت‌های افزایش‌یافته n- ۶ ۴: ۲۰ و n- ۳ ۶: ۲۲ را بـه‌عنوان یـک نتیجه آداپتاسـیون (انطباق) با درجه حرارت سـرد پیدا کردند. بدون شـک افـزایـش در مقـدار PUFA فسـفو لیپیـدهـا در طول آداپتاسـیون بـه در جـه حرارت پـایین‌تر رخ می‌دهـد. خواص فیزیکی غشـاء به‌وسـیله فسـفو لیپیدها و ترکیب اسید چرب فسفو لیپید تعیین می‌شـوند. درجه اشباعیت اسیدهای چرب در تعیین سیالیت غشای در فراهم کردن محیط مناسـب برای نقش و عملکردهای غشـایی سـلول اسـت. در مـاهی و دیگر جانوران خونسـرد درجه غیر اشـباعیت غشاء سلولی نقش مهمی در مراحل سازگاری بـا درجـات حرارت مختلف محیطی را دارد(Kozlova and Khotimchenko, 2000; Logue *et al*., 2000; Uysal *et al*., 2008).

بالاتر بودن میزان اسـیدهای چرب PUFA، DHA، EPA و اسـید آراشـیدونیک در بافت کبد گربه‌ماهی ژاپنی ماهی *Silurus asotus* بعد تخم‌ریزی نسبت به در حـال تخم‌ریزی گزارش شـد (Shira *et al*., 2001). اگرچه n- ۶ ۴ : ۲۰ اهمیت بیو لوژیکی مشـابهی همانند EPA و DHA دارد امـا اغلـب در مـاهیان نادیده گرفته می‌شـود چون‌که در غلظت‌های پایین یافت می‌شـوند، با این‌وجود عملکردهـای حیـاتی به‌عنوان یک زمینه‌سـاز اصلی ایکوزانوئید های اصلی که نقش‌های فیزیولوژیکی شـامل اسـمورو گلیشـن، نقش‌های قلبی – عروقی و نقش‌های دسـتگاه‌های تولیدمثل با اثبات رسـیده اسـت (Cejas *et al*., 2004). Guler و همکـاران در سـال ۲۰۰۷ گزارش دادند که ماهی Zander در دوره تغذیه‌ای تا حدودی ترجیح می‌دهد که اسـیدهای چرب PUFA را بیشـتر از SFA و MUFA در بدن تجمع دهد. در این مطالعه بیان شـد که اسـیدهای چرب PUFA در ترکیب اسـید چرب ماهی Zander در زمسـتان پایین بوده اسـت درصـورتی‌که آن‌ها انتظار افزایش این اسید چرب را در فصـل زمسـتان داشتند و کاهش اسیدهای چرب PUFA را احتمالاً برای مصرف نمو گناد دانستند. نسبت n-3/n-6 شـاخص خوبی برای مقایسـه ارزش تغذیه‌ای نسـبی روغن‌های ماهی اسـت (Pigott & Tucker, 1990). در مطالعه حاضـر نسـبت n-3/n-6 در فصـل بهار ۳/۸۲، در فصـل تابسـتان ۱/۰۹، در فصـل پاییز ۰/۴۸ و در فصـل زمسـتـان ۴/۱۱ به دسـت آمد. در چندین مطالعه بالاتر بودن نسـبت n-3/n-6 در فصـل زمسـتان نسـبت به سـایر فصـول و فصـل تابسـتان گزارش‌شـده است (Guler *et al*., 2007; Guler *et al*., 2008; Guler *et al*., 2011).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

FAO/WHO پیشنهاد کرده‌اند که نسبت اسیدهای چرب امگا ۳ به امگا ۶ رژیم غذایی انسان حداقل باید بین ۰/۲ -۰/۱ باشد و نسبت‌های بالاتر از ۰/۲ اثرات مفید بیشتری برای سلامت انسان دارد (FAO/WHO, 1994).

درمجموع بالاترین میزان اسید چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه در بافت کبد و ماهیچه به ترتیب در زمستان و بهار به ترتیب به دست امدکه می‌تواند در رابطه با درجه حرارت آب و فصل تولیدمثل باشد. همچنین نقش انرژی‌زایی اسیدهای چرب غیر ا شباع با یک پیوند دوگانه در دوره تولیدمثل ماهی نشان داده‌شده است. بافت ماهیچه ماهی حمری رودخانه کرخه با توجه به شاخص امگا ۳ به امگا ۶ در تغذیه انسان مناسب است.

سپاسگزاری

این پژوهش برگرفته از طرح پژوهشی مصوب در دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز است. از کلیه کسانی که در انجام این پروژه همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

۱. جواهری بابلی ، م . حسینی نجد گرامی ، ا.۱۳۹۶. بررسی تغییرات فصلی ترکیب اسید چرب بافت ماهیچه و کبد ماهی بنی *Mesopotamichthys sharpeyi* در تالاب شادگان،اکو بیولوژی تالاب ،۳۴،۳۴-۲۳

۲. جیحون ،م. جواهری بابلی ، **م . ۱۳۹۶**. تغییرات ترکیب اسیدهای چرب در طول نمو جنینی و لاروی ماهی کپور سر گنده *Hypophthalmichthys nobilis* ، توسعه آبزی پروری ،۱۱،۱۱-۱

۳. مرادی ،آ. خدادادی ، م .جواهری بابلی ، **م . ۱۳۹۵**. اثر فصل تخم ریزی بر ترکیب اسیدهای چرب فیله ماهی مید *Liza klunzingeri* در منطقه هندیجان،توسعه آبزی پروری ،۱۰، ۹۲-۸۳

4. Ackman, RG., 2000. Fish is more than a brain food, Proceedings of the IIFET 2000 Conference, Corvallis, Oregon, International Institute of Fisheries Economics & Trade. 1–6.
5. Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J., & Penttila, I., 1987. Seasonal variations of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species. Comparative Biochemistry and Physiology, 88, 905–909.
6. Akpınar, M.A., Gorgun, S. and Akpınar, A.E., 2009. A comparative analysis of the fatty acid profi les in the liver and muscles of male and female *Salmo trutta macrostigma*. Food Chemistry, 112(1): 6-8.
7. Alasalvar, C., Taylor, K. D. A., Zubcov, E., Shahidi, F., & Alexis, M., 2002. Diff erentiation of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*):Total lipidcontent, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry, 79(2), 145–150.
8. Al Hazzaa, R., 2005. Some biological aspects of the himri barbel, Barbusluteus, in the intermediate reaches of the Euphrates River. Turkish Journal Zoology, 29: 311-315.
9. Atkinson, TG., Barker, HJ., Meckling-Gill, KA., 1997. Incorporation of long chain n-3 fatty acids in tissues and enhanced bone marrow cellularity with docosahexaenoic acid feeding postweanling Fischer 344 rats. Lipids, 32:293–302.
10. Belluzzi, A., 2001. N-3 and n-6 fatty acids for the treatment of autoimmune diseases. European Journal of Lipid Science and Technology, 103:399–407.
11. Brown, A. J., Roberts, D. C. K., & Truswell, A. S., 1989. Fatty acidcomposition of Australian marine

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

finfish: A review. Food Australia, 41(3), 655–666.
12. Candela, M., Astiasaran, I., Bello J., 1997. Effects of frying and warmholding on fatty acids andcholesterol of sole (Solea solea), codfish (*Gadus morrhua*) and hake (Merluccius merluccius). Food Chemistry, 58(3):227–31.
13. Carvalho, A.P. 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
14. Cejas, J. R., Almansa, E., Villamandos, J. E., Badia, P., Bolanos, A., & Lorenzo, A., 2003. Lipid and fatty acid composition ofovaries from wild fish and ovaries and eggs from captive fish ofwhite sea bream (Diplodus sargus). Aquaculture, 216(1–4), 299–313.
15. Cejas, J.R., Almansa, E., Jerez, S., Bolanos, A., Smaper, M., Lorenzo, A., 2004. Lipid and fatty acid composition of muscle and liver from wild and captive mature female broodstocks of white seabream, Diplomdus sargus.
Comparative *Biochemistry* & *Physiology*, 138, 91–102.
16. Celik, M., 2008. Seasonal changes in the proximate chemical compositions and fatty acids of chub mackerel (*Scomber japonicus*) and horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the north eastern Mediterranean Sea. International Journal of Food Science and Technology, 43: 933-938
17. Cleland, L.G., James, M.J. & Proudman, S.M., 2003. The role of fish oils in the treatment of rheumatoid arthritis. Drugs, 63, 845–853
18. Connor, WE., 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. American Journal of Clinical Nutrition, 71:171S-5S.
19. Dal Bosco, A., Mugnai, C., Mourvaki, E., Castellini, C., 2012. Seasonal changes in the fillet fatty acid profile and nutritional characteristics of wild Trasimeno Lake goldfish (Carassius auratus L.),Food Chemistry, 132 , 830–834
20. FAO/WHO., 1994. Fats and oils in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHOExpert Consultation, 19 to 26 October 1993, Rome, 168 pp.
21. Farkas, T., Herodek, S., 1964. The effect of environmental temperature on the fatty acid composition of crustacean plankton. Journal Lipid Research, 5:369–73.
22. Folch, J., Lees, M., Sloane-Stanley, G.H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal Biology Chemistry, 226, 497-509
23. GÖ kc e, M.A., Tasbozan, O., C. elik, M. & Tabakoglu, S.S., 2004.Seasonal variations in proximate and fatty acid compositionsof female common sole (*Solea solea*). Food Chemistry, 88, 419–423.
24. Gokcek, C.K., and Akyurt, I., 2008. Age and growth characteristics of Himri barbel (*Barbus luteus* Heckel, 1843) in Orontes river, Turkey. Turkish Journal Zoology, 32: 461-467
25. Görgün, S. and Akpinar, M. A., 2012.Eff ect of season on the fatty acid composition of the liver and muscle of *Alburnus chalcoides* (Guldenstadt, 1772) from Todurge Lake (Sivas, Turkey), Turkish Journal Zoology, 36(5): 691-698
26. Gottrand, F., 2008. Long-chain polyunsaturated fatty acids influence the immune system of infants. The Journal of Nutrition**,** 138(9),1807S-1812S.
27. Guler, GO., Aktumsek, A., Citil, OB., Arslan,A. , Torlak, E., 2007. Seasonal variations on total fatty acid composition of fi llets of zander (Sander lucioperca) in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 103,1241-1246
28. Guler, GO., Kiztanir, B., Aktumsek, A., Citil, OB., Ozparlak, H., 2008.Determination of the seasonal changes on total fatty acid compositionand 3/ 6 ratios of carp (Cyprinus carpio L.) Muscle lipids in Beysehir Lake (Turkey). Food Chemistry, 108, 689-694.
29. Guler, G.O., Aktumsek, A., Cakmak, Y.S., Zengin, G., Citil, O.B., 2011.Effect of Season on Fatty Acid Compositionand n-3/n-6 Ratios of Zander and Carp Muscle

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

Lipids in Altinapa Dam Lake. Journal of Food Science , 76, 594-597

30. Hibbeln, JR., 1998. Fish consumption and major depression (letter). Lancet 351(9110):1213.
31. Henderson, R.J., Sargent, J.R., 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
32. Henderson, RJ., Tocher, DR., 1987. The lipid composition and biochemistry of fresh-water fish.Prog Lipid Research, 26:281–347.
33. Holm, T., Andreassen, A.K., Aukrust, P., Andersen, K., Geiran, O. R., Kjekshus, J., Simonsen, S., Gullestad, L., 2001. Omega-3 fatty acids improve blood pressure control and preserve renal function inhypertensive heart transplant recipients. European Heart Journal, 22,428–436.
34. Holub, BJ., 2001. Docosahexaenoic acid in human health. In Shahidi F,. Finley JW (editors.).Omega-3 fatty acids, chemistry, nutrition and health effects. ACS Symposium series 788 ACS Press. p. 54–65.
35. Hu, FB., Cho, EY., Rexrode, KM., Albert, CM., Manson, JE., 2003. Fish and long-chain omega-3fatty acid intake and risk of coronary heart disease and total mortality in diabetic women.Circulation 107(14):1852–7.
36. Kalyoncu, L., Kıssal, S., Aktümsek, A., 2009. Seasonal changes in the totalfatty acid composition of Vimba, *Vimba vimba* tenella (Nordmann,1840) in Eirdir Lake, Turkey. Food Chemestry. 116: 728-730.
37. Kozlova, T.A., Khotimchenko, S.V., 2000. Lipids and fatty acids of two pelagic cottoid fi shes (*Comephorus spp*.) endemic to Lake Baikal.
Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 126(4): 477-485.
38. Kris-Etherton, PM., Harris, WS., Appel, LJ., 2002. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. Circulation 106:2747–57.
39. Leger, C., Bergot, P., Luquet, P., Flanzy, J., Meurot, J., 1977. Specific distribution of fatty acids in thetriglycerides of rainbow trout adipose tissue. Influence of temperature. Lipids, 12:538–43.
40. Henderson, RJ., Tocher, DR., 1987. The lipid composition and biochemistry of fresh-water fish.Prog Lipid Res 26:281–347.
41. Liu, C., Dong, S., Zhou, Y., Shi, K., Pan, Z., Sun, D., Gao, Q. 2019. Temperature-Dependent Fatty Acid Composition Change of Phospholipid in Steelhead Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Tissues. Journal of Ocean University of China, 18(2), 519–527
42. Huynh, M.D. – 2007. Comparison of fatty acid profiles of spawning and non-spawning Pacific herring, *Clupea harengus pallasi*.
Comparative Biochemistry & Physiology, 146B: 504-511.
43. Logue, J.A., de Vries, A.L., Fodor, E. Cossins, A.R., 2000. Lipid compositional correlates of temperature-adaptive interspecifi c diff erences in membrane physical structure. Journal of Experimental Biology, 203: 2105-2115.
44. Lovell, RT., 1991. Nutrition of aquaculture species. Journal of Animal Science,69:4193–200.
45. Olsson, G.B., Olsen, R.L., Carleho¨ g, M., Ofstad, R., 2002. Seasonal variation in chemical and sensory characteristics of farmed and wild Atlantic halibut (Hippoglossus hippoglossus). Aquaculture, 217, 191–205.
46. Özyurt, G., Polat, A., ÖzkÜtÜk, S., 2005. Seasonal changes in the fatty acids of gilthead sea bream (Sparus aurata) and white seabream (Diplodus sargus) captured in Iskenderun Bay, eastern Mediterranean coast of Turkey. European Food Research and Technology, *220, 120–124.*
47. Pigott, GM., Tucker, BW., 1990. Effects of technology on nutrition. New York: Marcel Dekker,32–65
48. Pike HI. 1999. Health benefits from feeding fish oil and fish meal. UK: International

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]

Fishmeal and Oil Manufacturers Association.

49. Rennie, KL., Hughes, J., Lang, R., Jebb, SA., 2003. Nutritional management of rheumatoid arthritis: a review of the evidence. Journal of Human ***Nutrition*** and Dietetics, 16:97–109.
50. Rasoarahona J.R.E., Barnathan G., Bianchini J-P., Gaydou E. M., 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, 2005, 91, 683–694.
51. Sargent, J.R., 1995.Origins and functions of egg lipids: nutritional implications.In bromage, N.R., Roberts, R.J. (Eds), Broodstock management and eggs and larval qulity.Blackwell science, London, 353-372.
52. SATAR, I.E., UYSAL, E., ÜNLÜ, E., BAŞHAN, M., SATAR, A., 2012.The eff ects of seasonal variation on the fatty acid compositionof total lipid, phospholipid, and triacylglycerol in the dorsalmuscle of *Capoeta trutta* found in the Tigris River (Turkey), Turkish Journal of Biology, 36 : 113-123
53. Sidhu, KS., 2003. Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 38(3):336–44.
54. Shirai, N., Suzuki, H., Tokairin, S.,Wada S., 2001. Spawning and season affect lipid content and fatty acid composition of ovary and liver in Japanese catfi sh (*Silurus asotus*).
    Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology, 129:185-195
55. Ulbricht, T.L.V., Southgate, D.A.T., 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. The Lancet, 338: 985- 992.
56. Uysal, K., Aksoylar, MY., 2005. Seasonal variations in fatty acid composition and the n-6/n-3 fatty acid ratio of pikeperch (*Sander lucioperca*) muscle lipids. Ecology of Food and Nutrition,44:23–35.
57. Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, MY., Yontem, M., Ulupinar, M., 2006. Variations in fatty acids composition of pikeperch (Sander lucioperca) liver with respect to gonad maturation. Ecology of Freshwater Fish, 15:441–5.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.2.10.0]